

37
Lej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**"TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS MAS
COMUNES EN EL ESQUELETO APENDICULAR EN
PERROS Y GATOS. TIPOS Y CARACTERISTICAS
DE LOS BIOIMPLANTES USADOS EN ORTOPEDIA
VETERINARIA"**

**TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
JORGE FRANCISCO ISLAS ARZAMENDI**



ASESOR: M.V.Z. ENRIQUE FLORES GASCA

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO.

1999.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

278262



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES



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

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

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

Tretamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto
apendicular en perros y gatos. Tipos y características
de los bioimplantes usados en ortopedia veterinaria.

que presenta el pasante: Jorge Francisco Islas Arzamendi
con número de cuenta: 8452189-3 para obtener el Título de:
Médico Veterinario Zootecnista

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

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 18 de enero de 1999

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I, II, III, IV.</u>	<u>MVZ Enrique Flores Gasca</u>	
<u>III</u>	<u>MVZ Lorybel Pérez Janda</u>	
<u>I</u>	<u>MVZ Sandra Guadalupe</u>	

DEDICATORIAS

A MI ESPOSA NELLY Y A MI HIJA TAMARA

A MIS PADRES Y HERMANOS

A MIS AMIGOS

A MIS PROFESORES

A MIS MASCOTAS

A todos y cada uno por su apoyo, amor y comprensión.

INDICE

I RESUMEN

II INTRODUCCION

III METODOS DE REDUCCION Y FIJACION DE FRACTURAS

- REDUCCION CERRADA Y FIJACION EXTERNA

- REDUCCION ABIERTA Y FIJACION INTERNA DE LAS FRACTURAS

IV EL USO DE LA COMPRESION EN EL TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS (METODO ASIF)

V CLASIFICACION DE LOS BIOIMPLANTES

- DEFINICION

- HISTORIA

- CARACTERISTICAS

VI BIOMATERIALES

VII TIPOS DE BIOIMPLANTES

- CLAVOS ORTOPEDICOS USADOS COMO FIJADORES EXTERNOS

- TIPOS DE FIJADORES EXTERNOS

- CLAVOS ORTOPEDICOS

- TIPOS DE CLAVOS ORTOPEDICOS

- CLAVOS DE STEINMAN

- APLICACION DE CLAVOS DE STEINMAN

- CLAVOS DE KÜNTSCHER

- CLAVOS DE RUSH

- CLAVOS DE SMILLIE Y ALAMBRE DE KIRSCHNER

(ALAMBRE K)

- CLAVOS ACERROJADOS

- TECNICA PARA LA FIJACION DE CLAVOS INTRAMEDULARES

- ALAMBRE ORTOPEDICO

- PLACAS ORTOPEDICAS

- PLACAS NO COMPRESIVAS

- PLACA DE SHERMAN

- PLACA DE LANE

- PLACA DE VENABLES

- PLACA DE BURNS

- PLACAS PARA DEDOS

- PLACAS DE COMPRESION

- BARRA DE CONTACTO DE EGGERS

- COMPRESION AXIAL MEDIANTE EL USO DE UNA
PLACA Y UN MECANISMO DE TENSION

- PLACAS SEMITUBULARES

- PLACA DE COMPRESION DINAMICA (PCD)

- PLACA DE NEUTRALIZACION

- PLACA DE BUTTRESS

- APLICACION DE UNA PLACA

- INDICACIONES PARA LA EXTRACCION DE PLACAS

- TORNILLOS ORTOPEDICOS
 - TORNILLOS AUTOENROSCABLES
 - TIPOS DE TORNILLOS AUTOENROSCABLES
 - TORNILLOS DE SHERMAN

 - TORNILLOS DE MADERA

 - TORNILLOS DE LANE

 - TORNILLOS DE TRANSFIXION

 - TORNILLOS NO AUTOENROSCABLES

- TORNILLOS DE COMPRESION O TRACCIÓN
(TORNILLOS ASIF)

- TORNILLOS PARA CORTICAL

- TORNILLOS PARA ESPONJOSA

VIII REMOCION DE IMPLANTES

- TIEMPO DE REMOCION

IX METALURGIA ORTOPEDICA

X BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

En el presente trabajo se consideran inicialmente los aspectos generales para el manejo y corrección de fracturas del esqueleto apendicular de perros y gatos, es decir, los principios ortopédicos aplicados para la reducción y estabilización de una fractura.

Los objetivos primordiales considerados son la reducción, alineación e inmovilización de la fractura, para promover una adecuada reparación del hueso afectado y por consiguiente una locomoción funcional.

Los métodos de reducción y fijación de las fracturas planteados son la reducción cerrada auxiliada de fijación externa y la reducción abierta auxiliada de fijación interna por medio de bioimplantes específicos.

En cuanto a la reducción y fijación abierta se considera el auxilio del método de compresión de la fractura.

En lo referente a los bioimplantes se tratan diferentes aspectos como son su definición, historia, características generales, tipo de biomateriales para su fabricación y se describen específicamente los diversos bioimplantes más frecuentemente utilizados en ortopedia veterinaria.

Los bioimplantes descritos en el presente trabajo son los siguientes:

- Clavos ortopédicos utilizados como fijadores externos.- Se describen sus ventajas y desventajas, componentes, tipos de fijadores, clasificación e indicaciones para su aplicación.

- Clavos ortopédicos.- Se describen diferentes tipos de clavos como son los clavos de Steinman, Küntscher, Rush, Acerrojados, de Smillie y alambre de Kirschner. Sus principales características, ventajas, desventajas y técnica de aplicación.

- Alambre ortopédico.- Se describen sus características, indicaciones, formas de uso y técnicas de aplicación.

- Placas ortopédicas .- Se inicia con una pequeña descripción general y posteriormente se describen de dos tipos: placas no compresivas y placas compresivas.

Dentro de las placas no compresivas tenemos a las placas de Sherman, de Lane, Venables, Burns y placas para dedos.

Dentro de las placas de compresión se mencionan la barra de contacto de Eggers, placas de compresión axial auxiliadas de un mecanismo de tensión, placas semitubulares, placas de compresión dinámica, placas de neutralización y placa de Buttres.

Se mencionan las características específicas de cada una de éstas placas, así como la técnica de aplicación y sus indicaciones para su extracción.

- Tornillos ortopédicos.- Se inicia con la descripción de los tornillos autoenroscables y diferentes tipos de éstos, como son los de Sherman, tornillos de madera, de Lane y de transfijión.

Se continua con los tornillos no autoenroscables denominados tornillos de compresión o tracción (tornillos ASIF).

Dentro de éstos últimos se consideran a los tornillos para hueso cortical y los indicados para hueso esponjoso.

Se especifican las características de cada uno de los tornillos así como sus indicaciones y técnica de aplicación.

Finalmente se abordan los temas sobre el tiempo de remoción de los implantes y un apartado que se refiere a la metalurgia ortopedica, describiendose en este último, aspectos de importancia clínica en cuanto a la interacción propia del implante con el organismo.

INTRODUCCION

El tratamiento de cualquier fractura o dislocación implica la aplicación de ciertos principios ortopédicos, así como de algunos implantes internos o externos para la estabilización de una fractura o la reducción de una dislocación.

El método de reconocimiento, el equipo empleado, la aplicación de un método de inmovilización o reducción y el cuidado postoperatorio puede variar de un clínico a otro.

Los resultados obtenidos también pueden variar. (1,4,11)

Deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones para realizar un trabajo adecuado:

- Aspectos anatómicos implicados en la exposición de la fractura.
- Procedimiento quirúrgico a emplear y/ o tratamiento de elección.
- Equipo para la aplicación de la inmovilización o reducción interna o externa.
- Adecuada sutura cuando sea aplicable.
- Cuidado postoperatorio necesario incluyendo tiempo de hospitalización y/o de inmovilización.

- Pronóstico.

Los principios implicados en el uso de cualquier tipo de material, pieza o equipo o de las distintas técnicas de aplicación tienen gran importancia respecto a los resultados obtenidos. (1,4,11)

El objetivo en el tratamiento de una fractura es el de reducir, alinear y posteriormente inmovilizar los extremos de la misma, así como permitir el máximo uso del miembro para evitar la atrofia muscular. (1,4,5,6)

El principal requerimiento para lograr la reparación de una fractura es la provisión de una adecuada estabilización. (1,3,4,5,6,10)

El objetivo del tratamiento de las fracturas es reducir y fijar adecuadamente los fragmentos con el fin de lograr condiciones óptimas para su reparación.

El reducir una fractura significa acomodar anatómicamente los fragmentos óseos desplazados generalmente por un traumatismo y, dependiendo de la precisión con que se logre, se conseguirá una reparación más rápida y un mejor pronóstico en cuanto a la recuperación funcional.

La reducción de los fragmentos se puede realizar en forma directa o indirecta, según se opte por un tratamiento conservador o quirúrgico respectivamente, pero siempre se consigue esta reducción con la aplicación de fuerzas de tracción, contracción y coaptación, ya sea desde el exterior del foco de fractura o desde el mismo foco de fractura, con la aplicación de presiones directamente sobre los fragmentos afectados mediante exposición quirúrgica e instrumental quirúrgico adecuado. (1,4,5,6,9,10)

El principal obstáculo para lograr una reducción sencilla y efectiva se debe al espasmo muscular local.

Este puede ser eliminado mediante el uso de un anestésico general; pero en algunas ocasiones, en animales grandes la anestesia profunda combinada con la administración de drogas relajantes o anestesia epidural no se produce la relajación que permita una adecuada reducción.

En estos casos la única manera de lograrlo es provocando una fatiga muscular local por medio de una tracción continua y prolongada, la cual puede catalogarse como tracción indirecta o directa.

La tracción indirecta comprende el jalar el miembro, lo cual resulta en la extensión de las masas musculares que finalmente pueden ayudar a posicionar los fragmentos del hueso fracturado, esta puede intentarse manualmente o por medio de la ayuda de aparatos de tracción como el expansor de Gordon en animales pequeños o por medio del uso de poleas en animales grandes.

Debe tenerse cuidado de no provocar daño a los tejidos blandos adyacentes, ya que en ocasiones esto puede ocurrir y no lograr un posicionamiento adecuado de los extremos óseos. (1,5,6)

La tracción directa se realiza en reducciones cerradas por medio de unas pinzas de tracción o aplicando un clavo transfixivo de Steinman, y en las reducciones abiertas manipulando los extremos del hueso por medio de fórceps para sujeción de hueso. (1,5)

No existe un método de fijación estándar para las fracturas e, incluso, cada fractura puede resolverse con varios métodos de fijación, la elección del más apropiado dependerá de varios factores: tipo, hueso y localización de la fractura, edad, peso y carácter del animal, implicación de otras estructuras o existencia de lesiones asociadas. (1,6,9,10)

METODOS DE REDUCCION Y FIJACION DE FRACTURAS

REDUCCION CERRADA Y FIJACION EXTERNA

La reducción cerrada se lleva a cabo generalmente mediante manipulación con aplicación de tracción ó contratraccion.

Esta ultima es la ideal debido a que puede ser realizada y conseguida con el mínimo traumatismo tisular. Su aplicación esta limitada a fracturas recientes, estables y en animales en las que se palpan fácilmente. (1,9,11)

Los métodos de reducción cerrada pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Aplicación de tracción, contratraccion y manipulación.
- Aplicación de tracción, contratraccion y enderezamiento. (1,4,9)
- Uso del peso del animal para aplicar tracción y contratraccion, fatigando los músculos contraídos espásmicamente.

Después de 30 minutos, necesarios para conseguir la fatiga muscular, la fractura puede ser manipulada y reducida.

- Puede usarse el extensor de Gordon con el cual la fatiga muscular y la relajación se consiguen mediante un incremento lento y progresivo en la presión aplicada, durante un periodo de 10 a 30 minutos. (1,5,9)

Para su fijación pueden usarse férulas o yesos, deben inmovilizarse las articulaciones por encima y debajo de la fractura, y tomar en cuenta los siguientes factores:

- Generalmente limitado a las fracturas que se presentan por debajo del codo o rodilla y con ciertas excepciones en fracturas de húmero o fémur.

- Este tipo de fijación es más efectivo en fracturas estables como las transversas u oblicuas con un ángulo menor de 45 grados.

- Al realizar la reducción debe asegurarse que al menos el 50% de las superficies de fractura están en contacto. (1,3,4)

REDUCCION ABIERTA Y FIJACION INTERNA DE LAS FRACTURAS

Es el método de elección para la mayoría de los casos

Los fragmentos se reducen bajo visión directa, y generalmente se utiliza algún método de fijación interna para asegurar que se mantenga la posición correcta como clavos o agujas intramedulares, suturas de alambre, cerclajes o bandas de tensión, tornillos de tracción o placas y tornillos.

Se utilizan en un alto porcentaje de casos de fractura, particularmente en las inestables y más complicadas, en las que llevan más días de duración, en las que afectan a superficies articulares y en las que está indicada la fijación interna. (1,5,9,10,11)

Los métodos mas usados en la reducción abierta son los siguientes:

- Aplicación de palanca entre los fragmentos mediante el uso de algún instrumento, tal como un osteotomo, mango de bisturí, u otro similar.
- Aplicación de fuerza directa usando fórceps para hueso en uno o más de los fragmentos óseos. (1,9,10)
- Aplicación de fuerza directa en ambos fragmentos óseos.- Después de su reducción mediante aplicación de tracción, contratracción y rotación correctora, podemos utilizar fórceps óseos temporalmente para mantener la reducción mientras aplicamos la fijación interna. (1,5,9,10)
- Aplicación directa de fuerza en ambos fragmentos óseos, combinados con uso de palanca. (1,9,10)

Las indicaciones para la aplicación de este método son las siguientes:

- Fracturas que no puedan ser tratadas por método de reducción cerrada. (1,3,5,9,10)
- Fracturas inestables como las conminutas o las oblicuas con un ángulo mayor a los 45 grados.
- Fracturas que comprenden superficies articulares donde es esencial la reducción anatómica precisa.
- Fracturas por avulsión. (1,3,9,10)

La inmovilización supone la fijación de los fragmentos óseos durante su proceso de curación.

Entre sus objetivos se encuentran el de estabilizar los fragmentos en su posición anatómica normal y el de prevenir su desplazamiento, angulación y rotación. (1,5,9,10)

Normalmente los huesos están cargados irregularmente, de modo que un lado del hueso está bajo tensión y el otro lado bajo compresión.

Los implantes deberán ponerse en el lado de tensión del hueso de otra manera estarán sujetos a flexiones y fuerzas de compresión repetidas y puede romperse antes que la reparación de la fractura sea completa. (1,3,10)

Los principios biomecánicos llevados a término mediante la fijación interna son:

- Exactitud de la reducción.
- Rigidez de la fijación.
- Uso de la extremidad y la articulación durante la fase de reparación.
- Reducido trauma yatrogénico. (1,9,10,11)

Cualquiera de los métodos elegidos para fijar una fractura tiene que conseguir una fijación mecánica de los fragmentos y conservar el aporte sanguíneo de los mismos, o conseguir la revascularización más temprana en el foco de la fractura. (1,9,10)

IV

EL USO DE LA COMPRESION EN EL TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS (METODO ASIF).

El uso de compresión en el tratamiento de las fracturas tiene su origen en el año de 1958 cuando un grupo de cirujanos, ingenieros y metalúrgicos suizos formaron una asociación para el estudio de la fijación de las fracturas recientes y de las que presentaban no-uniión en los huesos largos.

Ellos se denominaron como grupo AO (Arbeits-gemeinschaft fuer Osteosynthesefragen).

Mas recientemente se han hecho conocer como Asociation for the Study of Internal Fixation (ASIF).

El propósito principal del método ASIF es restaurar tan pronto como sea posible la totalidad de la función del miembro lesionado.

Esto se consigue mediante lo siguiente:

- Uso de una técnica quirúrgica atraumática.
- Una reducción anatómica cuidadosa especialmente en las fracturas intra-articulares.
- Fijación interna rígida.

- La anulación del tejido blando dañado y de las alteraciones por la fractura como son la rigidez articular, debilitamiento muscular y osteoporosis por movilización tardía.

La fijación interna rígida se puede conseguir por compresión o enclavamiento medular, y deberá dar por resultado una unión ósea primaria.

La compresión es muy importante para la rapidez de consolidación de la fractura. La compresión puede ser:

- Interfragmentaria.- Es un método que comprime simultáneamente a dos fragmentos óseos, mediante el principio del tornillo de tracción.

- Axial.- Método que elimina las fuerzas de tensión (extensión) del eje longitudinal del hueso.

En la reparación de la fractura se lleva a cabo la compresión axial, siempre que sea posible, empleando el principio de la banda de tensión.

Normalmente los huesos están cargados irregularmente, con un lado bajo compresión y el otro bajo tensión.

La compresión axial puede lograrse mediante el uso de cerclajes o placas colocadas en el lado de tensión del hueso en particular. (3,4,9)

- Combinación de ambas. (3)

CLASIFICACIÓN DE LOS BIOIMPLANTES.

DEFINICION

Acción y efecto de introducir estructuras ajenas a un organismo u órgano que se fijan a él con el fin de reestructuración, como metales, cerámicas, polímeros y fibras de carbono.

El 99% de los implantes en los perros y gatos se utilizan en la reparación ósea. Su finalidad es la de restaurar la función del miembro o hueso en particular.

Existen de dos tipos:

- Internos.- Requieren de cirugía para ser colocados.

Ejemplos: Clavos, alambres, placas y tornillos.

- Externos.- No siempre requieren de cirugía para su implantación.

Ejemplos: Fijadores esqueléticos externos o aparatos de fijación externa como son el de Kirschner, Illizarov y Richards.(4)

HISTORIA

Se conoce que los Griegos y los Romanos ya usaban entablillados para los soldados heridos durante la guerra.

En América se tiene el conocimiento del uso de clavos intramedulares de madera para la corrección de fracturas.

Ya desde 1840, se tiene documentada la aparición de fijadores externos en humanos y fue hasta 1940, que se implantaron en medicina veterinaria.

En 1897, en la Universidad de Colorado se diseñó un fijador con 4 clavos unidos a placas perpendiculares fijadas por una 5a. placa (Clayton Stader).

En 1934, apareció una férula transfijadora de dos clavos completos en la cual ambos se fijaban en una férula de triplay (Otto Stader).

En 1937, el mismo Stader introdujo un fijador de medios clavos que proveía fijación y reducción simultáneas.

Ya para 1938, se diseñó un fijador de medios clavos que presentaban un tornillo para fijarse a dos placas de acero inoxidable.

En el año de 1940 se desarrolla un aparato conocido como de Kirschner-Ehmer.(8)

CARACTERISTICAS

Características deseables :

- Ser inertes.- Debe evitarse la infección por un material mal esterilizado o el rechazo por parte del organismo, el cual es causado por la corrosión del material utilizado en la fabricación del implante, dado por la calidad del material empleado, debido a que mientras más puro sea el material, su corrosión será menor o se nulificará.

Actualmente se utiliza el acero inoxidable como el material más adecuado aunque puede encontrarse como aleación con otros metales.

Este último aspecto nos determinará lo que conocemos como "calidad biológica del implante", que es el aspecto de mayor importancia en medicina, aunado a las características físicas del propio implante como son la calidad mecánica o tenacidad que es la fuerza plástica que presenta el implante (grado de resistencia que muestra para deformarse).

- Facilidad para su manufactura.- Poder fabricarse en serie y rápidamente.

- Balance entre tenacidad y plasticidad.

- Durabilidad.- La duración del implante debe de ser mayor al tiempo en que se completa la reparación ósea.

Existen otros tipos de implantes además de los metálicos, como los implantes óseos y los de materiales sintéticos que llegan a ser totalmente absorbidos o degradados.(4)

Características indeseables :

- Metalosis.- Todo material a la larga tiende a realizar intercambio iónico con el organismo o estructura implicada.

- Reutilización.- Un implante que ya se utilizó en un paciente no debe de ser reutilizado, ya que sufre alteraciones en su estructura que pueden disminuir su resistencia debido a la corrosión o metalosis sufrida, así como fijación de bacterias en su superficie que tienden a formar una sustancia pegajosa que las protege, dificultando o imposibilitando la esterilización .(4)

BIOMATERIALES.

Diferentes metales son usados en la manufactura de los implantes. Como ejemplos tenemos las aleaciones a base de hierro (acero inoxidable), aleaciones en base a cobalto (ejemplo vitallium), y aleaciones en base a titanio.

La asociación americana de prueba de materiales (American Society for testing and materials [ASTM]), y el Instituto americano del hierro y del metal (American iron and steel institute [AISI]), han determinado que antes de que una aleación pueda ser usada para la fabricación de un bioimplante, debe satisfacer diversos requerimientos y especificaciones en cuanto a las aleaciones, aunado a una aceptable combinación de propiedades para una adecuada fabricación en cuanto a tamaño y resistencia así como propiedades mecánicas relacionadas con su tamaño para su implantación y una adecuada compatibilidad in vivo.

Uno de los factores que juega un papel significativo en ortopedia veterinaria, es el costo del implante, y aunque las aleaciones de titanio y de cobalto gozan de un grado alto de popularidad en ortopedia humana, los aspectos económicos favorecen el uso de las aleaciones de acero inoxidable casi exclusivamente en ortopedia veterinaria.

La fabricación de las aleaciones inicia con la extracción de los metales puros de los depósitos minerales.

En el caso del acero inoxidable, el elemento base es el hierro junto con otros elementos como el *romo*, el *níquel* y el *molibdeno*, adicionados durante su fabricación.

Existen 4 tipos de acero inoxidable, de los cuales, el acero inoxidable austenítico y el martensítico son los más frecuentemente usados en ortopedia.

El acero martensítico es muy duro y debido a esto su uso ha sido favorecido para la manufactura de material quirúrgico.

La alta resistencia a la corrosión de las aleaciones austeníticas como lo es el acero inoxidable 316-L, han hecho de este el principal material para la fabricación de los implantes.

La designación 316-L deriva de una clasificación de la AISI.

Esta aleación es equivalente al acero inoxidable de calidad especial para la fabricación de implantes quirúrgicos designada por la especificaciones de la ASTM para las aleaciones F-138 y F-139.

La composición del acero austenítico 316-L es la siguiente: hierro 62%, *romo* 17 al 20% , *níquel* 13 a 16% y *molibdeno* de 2 a 3%.

El *carbón* tiene un límite máximo de 0.03%, y el resto de los ingredientes consiste en pequeñas cantidades de otros elementos. (7)

Cada elemento tiene un propósito específico en la composición total de la aleación.

El *níquel* es agregado para estabilizar el implante en las micro suturas del acero austenítico para dar mayor resistencia a la *corrosión*.

El molibdeno controla también la corrosión del acero inoxidable, pero solo puede ser usado en pequeñas cantidades debido a que incrementa significativamente la dureza del implante haciéndolo difícil de manipular durante su fabricación.

El cromo se adhiere para formar una superficie estable de óxido de cromo formando una capa que ayuda a prevenir la corrosión.

El carbón es importante en algunas aplicaciones del acero inoxidable debido a que forma precipitados de carburo los cuales provocan que la superficie sea muy dura, representando una ventaja, aunque el exceso de carbón es una desventaja en la fabricación de implantes quirúrgicos debido a que los precipitados de carburos sufren una rápida corrosión in vivo.

Para prevenir la formación de precipitados de carburo y su subsecuente corrosión, el carbón contenido en los implantes quirúrgicos debe de ser muy bajo.

La letra "L", referida en la designación del acero inoxidable 316-L, denota bajos niveles de carbón y debe presentarse impresa en las aleaciones del acero inoxidable usado en los implantes quirúrgicos.

Las letras V.M. como parte del nombre de una aleación de algunos implantes quirúrgicos designa que el implante ha sido sometido a vacío para remover más impurezas, las cuales si se presentan pueden acelerar la corrosión o disminuir las propiedades mecánicas.

Así que estas designaciones (316-L y V.M.), no deben de ser confundidas con las marcas propias de algunos fabricantes. (7)

VII

TIPOS DE BIOIMPLANTES

CLAVOS ORTOPEDICOS UTILIZADOS COMO FIJADORES EXTERNOS

La fijación externa o transfijación externa o transfixión percutánea es un método bastante extendido.

Consiste en la contención de la fractura a través de la piel y de los tejidos perióseos con la ayuda de clavos, que penetran en los dos extremos del hueso fracturado y que quedan fijados mediante un sistema inmovilizante externo.

Este sistema bien aplicado da una excelente coaptación y permite la movilización inmediata. (1,2,4,6,8,9)

Ventajas:

- Sencillez en cuanto a su aplicación.
- Bajo costo de los materiales.
- Adecuada estabilidad de la fractura y por lo tanto uso inmediato de la extremidad. (1,2,4,6,8,9)

Desventajas:

- Dificultad ocasional del paciente de soportar el aparato.
- Posible infección de las heridas punzantes de los clavos. (1,2,4,6,8,9)

Objetivos:

- Reestablecer por completo la función.
- Reducción anatómica.
- Osteosíntesis estable.- Se refiere a la reunión de los fragmentos de un hueso fracturado por medios mecánicos ó quirúrgicos, mediante distintos metodos como son: fijadores externos, clavos intramedulares, suturas, alambres o cerclajes, tornillos de tracción o placas y tornillos. (4,9)
- Máximo respeto de la vascularización. (1,2,6,8,9)

Pueden implantarse utilizando una técnica quirúrgica a foco abierto o a foco cerrado, esto significa, respectivamente, que el foco de la fractura se incide durante el tiempo de cirugía o se mantiene intacto. (1,2,4,6,8,9)

Componentes:

- Clavos de fijación.- Aquellos que atraviesan la cortical del hueso.

- Barras de conexión.- Son clavos o barras conectoras de acero, de grosor ligeramente superior a los clavos de fijación, y en ocasiones, pueden ser sustituidas por polímeros adhesivos que, extendidos sobre los clavos de fijación, con la misma disposición que se utilizaría en una barra de conexión, realizan su misma función.

- Rótulas de conexión.- Son estructuras especialmente diseñadas para conectar los clavos de fijación y la barra de conexión, permitiendo todos los ángulos posibles entre ambas partes y cerrando de esta manera el andamio escogido como método de fijación de la fractura.

Si se ha optado por un polímero adhesivo como barra de conexión, las rótulas de conexión también son sustituidas por este. (1,2,4,6,8,9)

TIPOS DE FIJADORES EXTERNOS.

Dependiendo de la configuración geométrica y los componentes que se utilizan, se clasifican en diversos tipos:

- Tipo I.- Una sola barra de conexión y los clavos de fijación se sitúan en un solo plano utilizando medios clavos. (1,4,9)

Hemifijador o unilateral.- Las agujas de fijación atraviesan ambas corticales óseas y las barra de conexión se sitúa en una sola cara respecto al foco de fractura. Dentro de esta configuración se puede usar una segunda barra de conexión, en forma paralela a la primera y en la misma cara que la anterior, dando mayor estabilidad al foco de fractura. En ocasiones, para conseguir mayor estabilidad con este tipo de fijador, se puede asociar un clavo intramedular, cerclajes o tornillos.

Biplanar.- Aquellos en los que las barras de conexión se sitúan en dos planos diferentes, ya que las agujas de fijación también se sitúan en dos planos diferentes.

- Tipo II.- Los clavos de fijación se conectan por ambos extremos a las mismas barras de conexión. (2 longitudinales).

Bilateral.- Aquella configuración en la que las barras se sitúan en dos caras y suelen coincidir en un mismo plano espacial. (1,2,4,6,8,9)

- Tipo III o trilateral.- Es el resultado de la combinación de un tipo II y un hemifijador, conectados entre sí por tres barras longitudinales y por los clavos de fijación de los extremos. (1,4,9)

Indicaciones para su aplicación:

- Fracturas diafisarias conminutas y expuestas.

- Fracturas en general.

- Osteotomías.

- Artrodesis.
- Pseudoartrosis.
- Osteomielitis. (1,2,6,7,8,9)

Huesos en los que se recomienda su aplicación:

- Tibia.
- Radio y Ulna.
- Carpos y Tarsos.
- Mandíbula.
- Fémur, solo hemifijadores.
- Húmero, solo hemifijadores.
- Coxal. (1,9)

La estabilidad del fijador externo siempre es mayor cuando existe una sujeción externa bilateral que cuando el fijador es unilateral.

En el fijador externo bilateral las fuerzas de compresión y tensión están distribuidas simétricamente en ambas barras longitudinales paralelas. (1,2,4,,6,7,8,9,10)

Por su forma de acción los fijadores pueden clasificarse de dos maneras:

- Fijador externo sin contacto interfragmentario, ó de efecto de neutralización.- Cuando lleva a cabo la función de neutralización de una fractura, como en fracturas conminutas, reducciones imperfectas y alargamiento de extremidades, aquí el fijador actúa como un estabilizador debido a la estabilidad propia del fijador y su anclaje al hueso, ya que las fuerzas biomecánicas que actúan sobre el hueso se distribuyen simétrica y bilateralmente a través del propio fijador. (1,4,9)

- Fijador externo con contacto interfragmentario, ó de efecto de compresión.- En este se busca o se produce compresión en la línea de fractura y es aplicable solo en fracturas transversas o ligeramente oblicuas diafisarias.

El hueso absorbe parte de la compresión axial (longitudinal) y las líneas de fuerza pasan principalmente por el eje longitudinal del hueso. (1,2,4,6,7,8,9)

Ubicación y número de clavos:

La mayor estabilidad se consigue cuando los clavos de los extremos se encuentran lo mas retirado posible de la línea de fractura sin afectar las articulaciones y los clavos intermedios lo mas cerca posible entre si sin atravesar o afectar la línea de fractura.

El numero de clavos varia de acuerdo al peso del paciente y al tipo de fractura, por lo regular de dos a tres en cada fragmento (1,2,4,6,7,8,9)

CLAVOS ORTOPEDICOS

El uso de los clavos intramedulares fue introducido por Hey-Groves al inicio del siglo XX, y se reintrodujo por Kuntschner en Alemania después de 30 años.

Rápidamente encontraron aplicación a la ortopedia veterinaria y ocuparon un lugar definitivo en el tratamiento de numerosas fracturas. (5)

Un clavo intramedular es una varilla metálica que se inserta en el interior de la cavidad del hueso para mantener la reducción y favorecer la inmovilización de una fractura. (1,3,4,,5,6,9)

Cuando un clavo queda bien insertado en la cavidad medular no se produce unión ósea primaria sino secundaria (callo perióstico). (1,4,5,9)

En ciertos estudios biomecánicos se menciona que el hueso es más fuerte después de la reparación de la fractura cuando se usa un clavo intramedular que cuando se usa una placa.

Esto tiene relación con el fenómeno denominado "estrés de protección", el cual se caracteriza por la aparición de tejido osteoide de nueva creación, desde la cortical de los fragmentos del hueso, y que en el caso de las placas intenta abarcarlas quedando embebidas dentro del callo óseo. (1,3,5,6,7)

Se debe de disponer de una diversidad de clavos de distintas longitudes y diámetros.

Un trépano o perforador de mano y un taladro de mano, un cortador de clavos y una regla ortopédica también son esenciales para la aplicación de clavos intramedulares (1,4,11)

Los criterios que se toman en cuenta para su aplicación son los siguientes:

- Fracturas de la diáfisis de huesos largos que son relativamente rectos y tienen una cavidad uniforme.
- Fracturas transversas que suelen impactarse por la acción del propio peso del hueso. (1,3,4,6,7,9)

Ventajas:

- Facilidad y rapidez de inserción y extracción.
- Bajo costo. (1,3,4,9)
- Cuando su aplicación es adecuada, es un método de fijación mas fuerte que la placa y en el mismo sentido la reparación de la fractura resulta también mas fuerte.
- Un clavo que cruza una placa epifisaria causa minimas alteraciones en el crecimiento óseo comparado con otros sistemas de fijación interna. (1,3)
- Exposición mínima. (1,11)
- Adecuado control durante el proceso de reparación del hueso afectado. (1,4,11)

Desventajas:

- La principal desventaja es que no proveen estabilidad contra las fuerzas de rotación, principalmente en las fracturas distales de los huesos.
- Tendencia del clavo a emigrar dorsalmente al sitio de inserción y lesionar tejidos blandos. (1,3,5,6,7,9)

TIPOS DE CLAVOS ORTOPEDICOS

CLAVOS DE STEINMANN

Son los clavos mas frecuentemente usados en ortopedia veterinaria y se pueden encontrar de los siguientes tipos:

- De una punta.- Se insertan a través de uno de los extremos del hueso. (*normogrado*).
- De dos puntas.- Pueden ser insertados a través del extremo del hueso o a través de la línea de fractura (*retrogrado*).
- Clavos con cuerda.- Es un clavo modificado de Steinman, este presenta una rosca en uno de sus extremos o en el centro para obtener un mejor agarre en el hueso y por esta razón es especialmente útil en fracturas distales. (1,4,5,9)

- Clavos de perfil o cuerda negativa.- Se caracterizan porque la cuerda o rosca es de menor diámetro que el propio clavo.

Presentan la desventaja de que pueden llegar a romperse en la zona conocida como interfase o cuello (zona entre la cuerda y el cuerpo del clavo), y es por esta razón que no se recomienda su uso para fijadores esqueléticos, a menos que la interfase penetre el hueso, evitando que las fuerzas de torsión se concentren en esta.(1,4)

- Clavos de perfil o cuerda positiva.- En estos el diámetro del clavo es uniforme pero sobresalen las crestas de la cuerda.

Son los mas recomendables para usarse en fijadores esqueléticos.

Su única desventaja es que son de costo elevado (1,4)

Aplicación de clavos de Steinman :

Para su aplicación se requiere del siguiente equipo

- Insertor de clavos intramedulares con un portabrocas de Jacobs.

- Clavos de Steinman con diámetros que van de 1/16 a 1/4 de pulgada y una longitud de 7 a 12 pulgadas. (3)

Otro autor marca que se pueden encontrar en diámetros de 3/32 a 3/16 de pulgada y en longitudes de 5 a 12 pulgadas. (5)

- Alambre ortopédico de acero inoxidable en caso de requerirse como medio de apoyo en la fijación.
- Cuchilla de sierra, cortador de alambre, torcedor de alambre y cortador de clavos.
- Dos pares de fórceps de sujeción de hueso. (3)

El clavo se puede introducir primero en el extremo del hueso correspondiente al fragmento proximal, o, al distal de la fractura y luego en el fragmento opuesto en una forma directa (normógrada) o a través de la línea de fractura hacia uno de los extremos y posteriormente dirigirlo hacia el otro fragmento (retrogrado).

La medición del clavo es necesaria antes de su inserción, para evitar traumatismo a las superficies articulares y su corrección o ajuste postoperatorio.

El clavo, idealmente 1.6 a 1.9 mm menor que el ancho de la cavidad medular, debe estar asentado sobre la cara o superficie anterior del fragmento proximal y la superficie o cara posterior del fragmento distal, con objeto de prevenir el cabalgamiento y la rotación de los fragmentos.

La porción enclavada del clavo siempre debe estar en un extremo que no sobresalga del hueso. (11)

En cuanto al punto de vista de que el clavo insertado apenas sirve para cumplir con su propósito, a causa de que la punta del clavo es más ancha que el propio conducto de inserción y debido a ello destruye el córtex, dañándolo, no es enteramente válida.

A medida que se produce la proliferación en el sitio de inserción del clavo, el perímetro de este se llega a impregnar de nuevo hueso.

La prueba de que el perímetro de la punta del clavo establece alguna fuerza de contención se puede apreciar fácilmente cuando se extrae el clavo intramedular, que debe ser literalmente desenganchado del córtex, más que extraído.

Una perforación previa con una broca ligeramente menor que el diámetro del extremo del clavo mejoraría la fuerza de retención de un clavo intramedular, pero esto no es práctico en muchos casos.

Este autor propone que es mejor adquirir clavos intramedulares con puntas tipo trócar y entonces se podrán insertar ambos extremos del clavo y, además, utilizarlo para diferentes aplicaciones.

Si se usa como clavo intramedular, la porción cortada o extraída, al completar la reducción y la inmovilización, se puede usar como clavo cortical cuando se practique la aplicación de la férula de medios clavos. (11)

Los clavos intramedulares no previenen la rotación en las fracturas poco estables, y en estos casos se necesita un soporte adicional. (10,11)

CLAVOS DE KÜNTSCHER

El clavo de Kuntschner es un clavo hueco en forma de "V" o de hoja de trébol, que proporciona tres puntos de contacto con el hueso, estas características favorecen su impactación en el hueso esponjoso y controlan la rotación.

Se encuentra disponible en todas las longitudes necesarias que van de 12 a 18 ½ pulgadas, con diámetros que varían de 2 a 20 mm o de 5/16 a 7/16 de pulgada.

Un extremo está afilado para la impactación y en el otro tiene un orificio para ajustar un gancho extractor. (1,3,4,5,9)

Ventajas:

Su forma asegura una buena sujeción en el hueso esponjoso y si se selecciona un clavo para que al colocarlo impacte estrechamente en la cavidad medular, la rotación del punto de fractura se reduce al mínimo. (1,3,5)

Desventajas:

El equipo necesario para su inserción es relativamente caro comparado con el requerido para la aplicación del clavo de Steinman.

Su uso se ha limitado a fracturas del cuerpo del Fémur y fracturas no extensas del Húmero.

El clavo se inserta en la extremidad del hueso y guiado a lo largo de la cavidad medular. (1,3,5)

No es muy útil en Medicina Veterinaria debido a que es muy específico en cuanto a sus medidas, es caro y el equipo para aplicarlo es especial, además de que presenta una forma recta y en los perros los huesos no son rectos y nunca presentan un diámetro estándar. (4)

CLAVOS DE RUSH

Este clavo tiene un extremo puntiagudo o "punta corredora" para hacer más fácil la inserción, mientras que el otro extremo está curvado en forma de gancho para asegurar una buena fijación en la corteza de inserción y una extracción simple. (1,3,4,5,9)

Se inserta en ángulo oblicuo en el extremo del hueso, y cuando su punta deslizante choca con la corteza opuesta, este se curva para mantener un contacto intramedular firme y cerrado.

Se encuentran en varios tamaños con diámetros que varían desde $5/32$ a $1/4$ de pulgada y con longitudes que van de 1 a 17 pulgadas. (3,5)

El clavo de Rush inmoviliza la fractura debido a que tiene una acción semejante a un muelle que da por resultado la presión en tres puntos dentro de la cavidad medular.

Es un método usado más comúnmente en fracturas supracondilares de fémur y Húmero y tiene un efecto de muelle. (1,3,4,5,9)

Se menciona también que se pueden utilizar en fracturas de Radio y Tibia. (11)

Para esto se realiza la inserción de 2 clavos en forma cruzada perforando la cortical del fragmento distal bilateralmente permitiendo su introducción.

El ángulo de inserción debe ser de 30 a 40 grados de inclinación con respecto al eje longitudinal del hueso.

Una vez que la fractura se mantiene correctamente alineada se introducen estos clavos alternativamente hasta que se fija cada uno y la punta en forma de gancho se sostiene de la cortical.

(3)

La inserción se lleva a cabo doblando el extremo hueco del clavo en un ángulo de 30 grados, y entonces taladrar un agujero guía en la cavidad medular del extremo distal o proximal del hueso.

Usando una guía para clavos y un mazo para huesos se dirigen los clavos al interior de la cavidad medular.

Los clavos se deben de ajustar cómodamente y dirigirlos lentamente mediante golpes alternativos sobre cada uno de ellos.

La selección del diámetro correcto de los clavos evitará que durante la inserción se parta el hueso en fragmentos.

Para su extracción se requiere de una herramienta especial (*gancho extractor*). (11)

Los clavos de Steinman cuando se introducen en forma cruzada pueden llegar a sustituir a los clavos de Rush, por lo que a esta técnica se le conoce como clavos de Steinman en función de Rush.(4)

Ventajas:

- Exposición mínima para su inserción.
- Se pueden extraer tan pronto como se ha reparado la fractura.
- Previenen los movimientos de rotación.
- En algunos casos no se requiere de soporte adicional externo, y cuando se requiere, sólo es por poco tiempo.
- La extracción no es un procedimiento complicado.
- Son de un costo relativamente económico. (11)

CLAVOS DE SMILLIE Y ALAMBRE DE KIRSCHNER (ALAMBRE K)

Se pueden aplicar para asegurar un pequeño fragmento de hueso a un gran fragmento o a otro pequeño fragmento óseo estabilizado.

Un clavo de Smillie se debe aplicar con un instrumento ortopédico especial (tubo de inserción para clavos de Smillie).(11)

El alambre de kirschner también denominado agujas de kirschner son similares a los clavos de Steinmann pero de 1 a 2 mm de diámetro.(1,4,9)

El alambre Kirschner se inserta con un perforador o taladro manual. (1,4,11)

Se pueden usar para fijar huesos muy finos o fracturas de epifisis de huesos largos. (1,4,9)

Son aplicables en los siguientes fragmentos óseos:

- Restauración de trocánter mayor, cresta tibial, acromión o un pequeño fragmento de hueso.
- Para estabilizar un clavo cuando se usa una banda de tensión de alambre.
- Para estabilizar fracturas epifisarias como la de la epifisis distal del Fémur.
- Para estabilizar fracturas de cuello femoral. (11)

CLAVOS ACERROJADOS

Se caracterizan por poseer de 2 a 4 orificios para tornillos, en los extremos, que se enroscan en el propio clavo y en el hueso evitando los movimientos de rotación.

Se introducen en forma intramedular, una vez hecho esto por fuera del hueso se coloca una regleta que indica el lugar en donde se encuentran los orificios del clavo, se perfora el hueso y se colocan los

tomillos que aseguran el clavo con la corteza, eliminando los movimientos de rotación y la migración del propio clavo.

Se han utilizado en medicina humana con buenos resultados y se comienzan a utilizar ahora en medicina veterinaria en la ortopedia de grandes y pequeñas especies. (4,9)

Se recomiendan para fracturas de humero y fémur para perros mayores de 15 kg. (4)

Desventajas:

- Alto costo.
- Se requiere equipo especializado para su aplicación.
- Pueden llegar a romperse, principalmente los de 4 orificios.
- Una vez lograda la reparación ósea el clavo debe retirarse.(4)

TECNICA PARA LA FIJACION DE CLAVOS INTRAMEDULARES

Antes de realizar la fijación intramedular con clavo, se deben de considerar varios factores:

- Si el tipo de fractura se resolvería adecuadamente mediante este método.

- Curvatura del hueso en cuestión.
- **Diámetro y resistencia de la cavidad medular.** - Capacidad del tejido esponjoso de retener el clavo en sus extremos.
- Existencia en el hueso de sitios apropiados para insertar y retirar el clavo.
- Seleccionar un clavo del diámetro y largo adecuado al hueso.
- Para que el clavo inmovilice adecuadamente la fractura debe asentarse firmemente en ambos extremos del hueso en el tejido esponjoso e impactar firmemente la cavidad medular.
- El diámetro del clavo deberá ser igual a aquel punto de la cavidad medular más estrecho, el cual solo puede ser determinado con exactitud por medio del examen radiológico del hueso tomado en dos planos opuestos. (5)
- Otro autor marca que el diámetro del clavo debe ser de 1.6 a 1.9 mm menor que el ancho de la cavidad medular.(11)
- En cuanto a este mismo aspecto existen diferencias de opinión ya que también se presenta la opinión de que el clavo debe de abarcar un 70% del espacio medular.(4)

Los clavos intramedulares se pueden insertar por dos métodos diferentes:

- **Normógrado.** - Conduciendo el clavo a través de un sitio apropiado del hueso en su extremo superior dirigiéndolo distalmente en la cavidad medular hacia el sitio de fractura, esta se reduce y se alinea, y el clavo posteriormente se dirige y se fija al extremo distal del hueso.

Por medio de este método en ciertos casos, se puede lograr la fijación interna sin realizar la reducción abierta.

- Retrógrado.-Por medio de reducción abierta e insertando el clavo a nivel del sitio de fractura.

El clavo se sujeta con un taladro o maneral de Jacobs, se pasa a través de la cavidad medular del fragmento proximal llegando al hueso esponjoso y por medio de movimientos rotatorios hasta que la punta salga del hueso y toque el tejido subcutáneo.

Posteriormente se realiza una pequeña incisión sobre la piel que se encuentra en contacto con el clavo, y el clavo se pasa a través de esta permitiendo que sobresalga alrededor de 2 a 3 pulgadas, entonces el chuck de Jacobs se quita del extremo distal del clavo y se fija a la punta del clavo protuida, posteriormente el clavo se desliza nuevamente hacia arriba hasta que la punta inferior quede a nivel de la fractura, en esta etapa se reduce la fractura y se alinea el hueso y se empuja el clavo distalmente a través de la cavidad medular del fragmento óseo distal llegando hasta el hueso esponjoso.

Finalmente el extremo del clavo protuido en la zona proximal se corta.

Este método requiere del uso de un clavo mas largo del que se requiere para dejarlo "in situ", el cual será preparado para cortarse en un punto preseleccionado.

Cuando se corta el extremo saliente del clavo, se debe tener cuidado de no alterar la reducción y la alineación del sitio de la fractura sujetándolo con unos fórceps para hueso. (5)

ALAMBRE ORTOPEDICO

Esta hecho de monofilamento de acero inoxidable y se encuentra disponible en calibres que van del 18 al 28.

A manera de ejemplo podemos mencionar que el alambre de calibre 18 es el más grueso y su diámetro es de 1.2 mm. (3,4)

Otro autor marca que los calibres van desde el numero 20 al 48 S.W.G. (de .036 al .0018 de pulgadas de diámetro). (5)

Indicaciones:

Puede usarse como único método de fijación de fracturas de cráneo y mandíbula. (3,4,9)

Fracturas en pico de flauta y oblicuas. (4,9)

Las suturas o cerclajes simples interrumpidos se usan para mantener los fragmentos óseos en su sitio.

El alambre se usa frecuentemente para la fijación de las fracturas en combinación con los clavos intramedulares, entre ambos mantienen los fragmentos alineados o proporcionan la estabilidad funcional. (3)

La aplicación adecuada de los cerclajes de alambre dará por resultado la compresión de la fractura y muchas veces ocurrirá la unión ósea primaria.

Recíprocamente, un cerclaje suelto provoca la reabsorción del hueso o la lisis por debajo del alambre y conduce a la no-unión de la fractura. (3,4,7)

El cerclaje de 360 grados se reservará para las fracturas oblicuas o espirales de la diáfisis.

El alambre de calibre 18 (1.2 mm de diámetro) se usa en animales de más de 20 Kg., mientras que el alambre de calibre menor que el 20 (1 mm de diámetro) se usa en animales de menos de 20 kg.

El alambre se aplicará firmemente utilizando para ello atirantadores específicos de alambre.

El alambre es también anudado por retorcimiento o mediante un lazo ASIF.

Si se usa un nudo de torsión, es importante asegurarse de que al principio las vueltas se distribuyan de igual manera en cada uno de los cabos del alambre.

El retorcimiento desigual puede causar la rotura del alambre antes de que sea atirantado completamente o la formación de un lazo corredizo que puede soltarse. (3)

Para su aplicación los extremos del alambre se sujetan con unas pinzas o fórceps para alambre y se asegura girando o torciendo ambos extremos al mismo tiempo y finalmente se corta el extremo ya anudado o torcido con pinzas o fórceps de corte para alambre, y este extremo remanente se dobla finalmente presionándolo sobre el hueso.

Existen torcedores de alambre especialmente diseñados para este fin, pero sea cualquiera el que se use, se deben tomar las precauciones necesarias y realizar la técnica adecuada ya que siempre existe el riesgo de deslizamiento del alambre en la primera vuelta, lo que determina el grado de firmeza del amarre en su totalidad, y es por esta razón que solamente debe de usarse alambre de acero inoxidable de alta calidad y del tamaño o medida más grande de acuerdo al caso. (1,5,7)

El movimiento de un cerclaje puede causar la lisis del hueso subyacente.

Esta complicación puede ser minimizada asegurándose de que el alambre está fuertemente aplicado y si es necesario se entalla la cortical ósea para prevenir el deslizamiento del mismo.

No obstante, si se quiere garantizar la estabilidad absoluta, el alambre deberá atravesar la cortical ósea antes de pasar alrededor de los fragmentos. (1,3,7,10)

El alambre puede también utilizarse en combinación con clavos o sólo como una banda de tensión para reducir el punto de fractura. (1,3,4,7,10)

Se puede realizar compresión axial (neutralización de las fuerzas de tensión o tracción sobre el hueso o superficies de este) mediante el uso de alambre en forma de banda de tensión.

Se usa para el tratamiento de las fracturas con avulsión (arrancamiento) del olécranon, trocánter mayor, rótula, tuberosidad tibial, maleolos y calcáneo principalmente.

En todas estas fracturas el fragmento es traccionado por el músculo, tendón o ligamento que se inserta en él.

La banda de tensión se coloca en el fragmento para que contrarreste la fuerza de tensión y rediriéndolo para comprimir el fragmento contra el hueso adyacente. (1,3,6,7,10)

La técnica de las bandas de tensión a base de alambre es un método de aplicación de los principios de compresión.

Su uso es conveniente en cualquier fractura en la que existe la constante distracción de los fragmentos debido a las constantes tracciones del músculo o tendón.

La compresión de la fractura se obtiene atando los extremos de un alambre a la misma distancia proximal y distal del lugar de los respectivos fragmentos de la fractura.

La tensión sobre el fragmento proximal se transmite mediante un clavo o clavos insertados a través de la fractura al fragmento distal; de este modo se comprimen ambos fragmentos.

Lo que se requiere para el montaje de esta técnica son un perforador manual, un trépano, una sección de alambre y conocimientos mecánicos para resolver una fractura por arrancamiento o la reconstitución de una epifisis de tracción removida por el clínico para proporcionar la exposición, por ejemplo, en la osteotomía del trocánter mayor. (1,6,11)

PLACAS ORTOPEDICAS

La aplicación correcta de una placa y de tornillos dará por resultado la estabilidad óptima del punto de fractura y permite el funcionamiento precoz del miembro libre de dolor. (1,3,5,6,10)

Existen placas denominadas de compresión que tienen un papel definido en la ortopedia veterinaria, y debido a su diseño se produce una presión en la línea de fractura comocido como efecto de compresión en el cual el hueso absorbe la compresión axial y las líneas de fuerza pasan por el eje longitudinal del hueso.

Debido a que el equipo necesario para aplicar las placas de compresión es muy caro, pueden usarse placas que no son de acción compresiva, conocidas como placas no compresivas.

Estas actuan como estabilizadoras de la fractura sin producir un efecto de compresión interfragmentaria.

Pueden obtenerse buenos resultados, aplicándolas con tornillos de auto-clavado, para la fijación de la fractura.(9)

Para mantener la placa rígida y prevenir su movimiento fuera de la línea de fractura y la alineación dada por la placa se deben insertar al menos dos tornillos a cada lado de la línea de fractura y para asegurar su agarre estos deben penetrar ambas corticales del hueso. (1,3,5,6,7,10)

Existen diversos tipos de estas placas, todas son ligeramente curvas para adosarse al contorno del hueso, pero cada una tiene características particulares y generalmente se conocen con el nombre de su diseñador, las cuales se mencionan a continuación.

PLACAS NO COMPRESIVAS

PLACA DE SHERMAN

Es la placa de uso estándar.

Es una placa frágil debido a que su cuerpo no es conductivo de la fuerza y por esto su uso se limita a animales pequeños.

Es una placa de orificios redondos con estrechamientos de esta entre los agujeros para los tornillos. Puede obtenerse en tamaños (longitudes) que van de 1 a 5 ½ pulgadas. (3,5)

PLACA DE LANE

Es similar a la placa de Sherman pero más delicada y débil, ya que el espacio entre los orificios es más delgado, y por esta razón tiende a doblarse fácilmente, por lo que su uso no es recomendable en ortopedia veterinaria. (3,5)

PLACA DE VENABLES

Es una placa recta que no tiene estrechamientos entre los orificios de los tornillos y, por consiguiente, es fuerte e ideal para la ortopedia veterinaria en general.

Se obtiene también un rendimiento máximo de la placa y puede usarse en perros grandes.

Se obtiene en tamaños que van de 1 ½ a 5 pulgadas de longitud. (3,5)

Existen otro tipo de placas de Venables denominadas extrapesadas, estas presentan un espesor de 3/16 de pulgada, ½ pulgada de ancho, y en longitudes de 6 a 8 pulgadas, con orificios adaptados para poder recibir tornillos autoenroscables de 5/32 de pulgada, y son especialmente útiles en animales grandes. (5)

PLACA DE BURNS

Es una placa que presenta una modificación intermedia entre las placas de Sherman y Venables.

Combina los atributos de las dos brindando solidez y reducción en el lugar de su implantación.

Esta diseñada para combinar la fuerza de la placa de Venables contando en su parte media con un cuerpo ancho y en los extremos es similar a la placa de Sherman reduciéndose el espacio existente entre cada orificio para los tornillos, reduciendo con esto el tamaño del implante y por lo tanto la carga a la que estará sujeto el tejido óseo.

Se obtiene en longitudes que van de 2 ½ a 7 pulgadas. (3,5)

PLACAS PARA DEDOS

Como su nombre lo indica, estas están diseñadas para corregir fracturas de las falanges de humanos, pero son de utilidad en la fijación de fracturas de los miembros en perros miniatura y gatos.

Se obtienen en largos que van de ½ a 1 pulgada, pero solo pueden usarse con tornillos del tipo de madera de una longitud estándar de 6 mm. (3,5)

PLACAS DE COMPRESION

BARRA DE CONTACTO DE EGGERS

Es básicamente una placa, que contiene ranuras (espacios u orificios alargados), en lugar de los orificios normales para la aplicación de los tornillos.

Esta característica favorece las fuerzas de contracción muscular y de compresión por el peso ejercido sobre el hueso para mantener los extremos de la fractura en contacto estrecho (compresión).

Existen diversos puntos de vista en cuanto a esta función de los cuales algunos apoyan esta teoría y otros marcan que estas fuerzas no favorecen la reparación ósea debido a que la compresión de éste tipo causa resorción ósea y no la formación de nuevo hueso.

La estructura de estas barras no inciden en cuanto al factor de *resistencia física del implante*, pero tienen la ventaja sobre otro tipo de placas, que debido a sus *orificios o ranuras alargadas* permiten tener mayor elección para el *posicionamiento de los tornillos*.

Se presentan en tamaños que van de 3 a 6 pulgadas de longitud. (5)

El equipo necesario para la aplicación de estas placas es el siguiente:

- Taladro de mano.
- Brocas de 7/64 y 9/64 pulgadas.
- Calibrador.
- Regla.
- Destornillador de Zimmer.
- Fórceps de Burns para sujetar huesos x 2.
- Pinzas de sujeción de huesos pequeños x 2.
- Moldeador de placas.
- Tornillos de ½ a 2 pulgadas de largo por 9/64 pulgadas de diámetro.
- Cortador de huesos.

- Escoplo.

- Pinza Gubia. (3)

COMPRESION AXIAL MEDIANTE EL USO DE UNA PLACA Y UN MECANISMO DE TENSION

Este método requiere de amplias exposiciones y no se puede usar en fracturas del tercio proximal o distal de los huesos largos, cercanas a la epífisis.

Se reduce la fractura, se aplica una placa y se inserta un tornillo a 1 cm. Aproximadamente, de la línea de fractura.

Luego el mecanismo o aparato de tensión se une a la placa en el extremo opuesto y se atornilla al hueso.

Este aparato tiene una función de atirantamiento para la compresión de la fractura, una vez hecho esto, se insertan los tornillos restantes y se extrae el mecanismo, insertando un último tornillo en el orificio que se ocupó para fijar el aparato. (3,4,9)

Se menciona que para asegurar que existe un gradiente gradual entre el hueso rígido que se encuentra por debajo de la placa y el hueso normal menos rígido los tornillos de los extremos se hacen pasar a través de una sola cortical para evitar el riesgo de refractura en los extremos de la placa.

En gran número de circunstancias no es posible el uso de un mecanismo de tracción para comprimir las fracturas, esto ha llevado al desarrollo de placas con orificios ovalados para los tornillos que permitan una acción autocompresiva.

Los dos tipos de placas con esta característica son la placa semi-tubular y la placa de compresión dinámica (PCD). (3)

PLACAS SEMITUBULARES

Son placas de orificios ovalados para tornillos que permitan una auto-compresión. (1,4,9)

El tornillo se sitúa en un orificio excéntrico, contrario a la línea de fractura, sobre uno de los agujeros de la placa, situado cercano a la línea de fractura.

Por su geometría cónica, el tornillo se apoya contra el orificio oval de la placa, garantizando que a medida que se aprieta el mismo, la placa se pone en tensión y comprime la fractura, realizando esto en ambos lados de la fractura, solo en los dos agujeros cercanos proximal y distalmente a la línea de fractura.

La placa semi-tubular es ligera y su forma asegura un buen ajuste en el hueso subyacente.

Sólo debe usarse en el lado de tensión de un hueso cuando éste tenga una pobre resistencia a la flexión. (1,3,4,9)

PLACA DE COMPRESION DINAMICA (PCD).

La principal característica de la PCD es el diseño del agujero para el tornillo que se basa en el principio de deslizamiento esférico.

Esto permite usar a la PCD como una placa de auto-compresión.

La inserción del tornillo a través de un orificio excéntrico contrario a la línea de fractura, dará por resultado la compresión de la fractura cuando la cabeza del tornillo se aprieta contra el declive hemilíndrico del agujero.

La geometría esférica del agujero también asegura que haya un ajuste congruente entre el tornillo y la placa en cualquier posición a lo largo del agujero, mientras que permite un cierto grado de inclinación entre el tornillo y la placa.

La PCD es ideal para el tratamiento de fracturas múltiples en un hueso largo en el que los fragmentos individuales pueden comprimirse al mismo tiempo por la introducción de sucesivos tornillos en la placa.

Para su aplicación primero se reduce la fractura y la placa moldeada previamente se encaja al hueso.

Se asegura la placa a uno de los fragmentos mayores por medio de un tornillo insertado alrededor de 1 cm. del punto de fractura.

Se usa una guía neutra para colocar el tornillo.

El segundo tornillo se pone en el fragmento opuesto pero con la ayuda de una guía de perforación excéntrica provista de un taladro, cuando se aprieta este tornillo la fractura se comprime.

Los tornillos restantes se insertan con la ayuda de una guía de taladro neutra, y alternativamente, a uno y otro lado de la perforación neutra. (1,3,4,6,9)

Actualmente las placas de compresión actúan como bandas de presión cuando se aplican al lado tensor del hueso.

La inmovilización rígida proporcionada por la placa previene la formación de un callo excesivo y favorece la reparación.

A continuación se proporciona una lista de los huesos que poseen un lado (tensor) capaz de mantener una tensión (generalmente la superficie convexa):

- Fémur: anterior-lateral, lado opuesto al cuello femoral.
- Radio: anterior.
- Húmero: No aplicable en la mayoría de los casos.
- Tibia: no aplicable en la mayoría de los casos, pero es preferible el lado interno.

Una placa que actúe como banda de tensión se debe colocar sobre el lado del hueso donde no estén presentes las fuerzas anatómicas de compresión. (6,11)

PLACA DE NEUTRALIZACION

Este termino indica el uso de una placa sin compresión (especialmente para las fracturas comminutas) a la que se transmiten todas las fuerzas de torsión y flexión de los fragmentos proximal y distal de un hueso y así prevenir el que estas fuerzas actúen sobre las superficies de fractura que han sido estabilizadas por compresión interfragmentaria usando tornillos a tracción. (1,3,4,9)

Se disponen de varios tipos de placas de neutralización, en muchos casos una placa de compresión o placa en banda de tensión se convierte en una placa de neutralización porque el cirujano es incapaz, debido a la naturaleza de la fractura, de obtener la compresión en el lugar de la fractura.

Una placa de neutralización solamente mantiene dos o más fragmentos en aposición, mientras que una placa de compresión lleva a cabo la compresión de los fragmentos en el lugar de la fractura.

Una placa de neutralización no requiere la precisión de aplicación que exige una placa de compresión.

El método de aplicación implica la exposición y alineación de los fragmentos; con la placa reforzada por unas pinzas o clamps óseos se mantiene rígida la fractura reducida.

Con la inmovilización de la placa y los fragmentos, se taladran los orificios para los tornillos óseos, que se aplican alternativamente en los fragmentos proximal y distal.

Es preferible que los tornillos no se enrosquen ellos mismo, sino que se introduzcan con ayuda de la banda de compresion

Una vez que la placa está asegurada al fragmento, se retiran los clamps y se procede al cierre de la incisión en todos sus planos. La placa se extrae cuando se completa la restauración. (11)

PLACA DE BUTTRESS

Se refiere a la aplicación de una placa de refuerzo larga con tornillos anclados únicamente en la epifisis proximal y distal de un hueso largo, en el caso de una fractura explosiva y múltiple, dando como resultado una estabilidad del punto de fractura que permitirá el movimiento inmediato del miembro, y libre de dolor. (4,9)

APLICACION DE UNA PLACA

Es esencial que cuando se vaya a realizar una reducción abierta se obtenga una adecuada exposición del sitio de fractura, esto permite manejar fácilmente los tejidos, separando los extremos de la fractura de estos y preparándolos para no provocar un trauma innecesario.

Se reduce la fractura y se escoge una placa de tamaño adecuado de preferencia lo mas larga posible y que pueda ser fácilmente insertada.

El tamaño de la placa se determina midiendo el hueso por medio de una radiografía, pero la selección final puede hacerse durante la cirugía

Se deberán poner como mínimo tres tornillos a cada lado de la fractura para conseguir una inmovilización satisfactoria. La placa se adapta con un moldeador de placas. (1,4,5,9)

En el caso de las placas no compresivas que utilizan tornillos de autoenroscado se menciona que esta debe ser lo suficientemente largas para permitir al menos colocar dos tornillos a cada lado del sitio de fractura y lo suficientemente gruesa para soportar las fuerzas y el estrés al que esta sometido el hueso. (5)

Para conseguir la reducción anatómica de los fragmentos óseos durante la colocación de la placa, es imprescindible que la placa sea contorneada y adaptada a la forma de la superficie del hueso.

En algunos casos esta adaptación supone una combinación de encorvamiento y giro.

La placa debe ser doblada, idealmente entre los orificios. (1,4,5,6,9)

En el caso de las placas de compresión se usa una broca para taladrar el primer agujero, y un calibre para medir la profundidad. Luego se utiliza un machuelo para hacer la rosca.

El agujero debe atravesar las dos corticales. Después de la inserción del primer tornillo, el agujero siguiente se taladra en el otro lado del punto de fractura y se inserta un tornillo. (1,4,6,9)

El resto de los tornillos se insertan en dirección contraria al foco de fractura.

El punto débil de la placa es el orificio para el tornillo, por ello, debe evitarse que coincida uno de estos con el foco de fractura.

Cuando la rosca de un tornillo se excede, se debe extraer y poner otro de mayor grosor (4,9)

En el caso de las placas no compresivas una vez que la placa ha sido contorneada, se monta sobre el hueso y se mantiene en posición con un clamp de Lowman o un fórceps de sujeción de hueso.

Una vez posicionada se taladra un agujero en ángulo recto al cuerpo del hueso, usando el orificio de la placa como guía, a través de ambas corticales, y el primer tornillo es insertado.

El largo del tornillo debe ser determinado utilizando durante la cirugía un medidor de profundidad a través del orificio taladrado o puede también ser estimado midiéndolo con la radiografía previo a la cirugía.

El diámetro del hueso puede variar en toda su extensión por lo que es necesario medir cada uno de los sitios en donde será insertado un tornillo, de preferencia por medio del medidor de profundidad.

El segundo tornillo en insertarse, el cual es el más importante, ya que es el que fija la placa permanentemente en su posición, es insertado de manera similar en el extremo opuesto de la línea de fractura, previa verificación del posicionamiento y alineamiento de la placa en relación con los extremos de la fractura.

Los tornillos restantes se insertan de manera similar y finalmente todos deben revisarse antes de proceder al cierre quirúrgico.

Se debe tener cuidado al perforar los orificios con la broca de no maltratar los orificios de la placa y que el extremo final del orificio no quede abocardado y no se lastimen los tejidos adyacentes inferiores. (1,5,6)

INDICACIONES PARA LA EXTRACCION DE PLACAS

Normalmente en los perros de mediana edad no hay necesidad de extraer las placas que se han usado para estabilizar las fracturas.

Las placas que se hayan usado para la fijación de la mandíbula o la pelvis en perros de cualquier edad se dejan in situ después de la recuperación completa.

Cuando se usan placas en el tratamiento de las fracturas de huesos largos en perros de menos de 3 años, particularmente perros de trabajo, es usual el extraer la placa al cabo de tres o cuatro meses para evitar el fenómeno de "estrés de protección".

Esto último obedece a que el hueso normal está constantemente sujeto a fuerzas mecánicas como resultado de alguna deformación ósea, o a la tensión que produce el peso puesto sobre él o cuando se produce la contracción isotónica de un músculo.

Estos cambios constantes de tensión parecen ser esenciales para el mantenimiento de la arquitectura funcional del hueso.

Cuando se usa una placa rígida para la fijación de la fractura el hueso subyacente se protege del estrés. (1,3,4,9)

De acuerdo con la regla de Wolff de adaptación de las demandas funcionales este estrés de protección puede causar la destrucción del hueso principalmente en el curso de la remodelación al predominar la osteoporosis sobre la osteogénesis provocando un riesgo de refractura en uno u otro extremo de la placa.

El estrés de protección depende de la rigidez de la placa y el fenómeno no se observa normalmente cuando se usan placas ligeras como la de Burns o Sherman, pero es más probable que ocurra cuando se insertan las placas de compresión dinámica ASIF.

Aunque es preferible extraer las placas después de la reparación de las fracturas de los huesos largos en los perros jóvenes, en el caso del Húmero es más seguro dejar la placa in situ para evitar la lesión iatrogénica del radial, ya que es difícil identificar el nervio durante la exposición de la placa por el desarrollo de tejido cicatrizal de la reducción abierta inicial. (3)

Otras indicaciones para extraer la placa son, cuando la reparación de la fractura se complica por infección, osteomielitis, o cuando una placa cruza una línea epifisiaria en un animal joven.

En la actualidad el rechazo de placas y tornillos debido a la corrosión o a la reacción de cuerpo extraño es un incidente raro ya que los materiales usados en la fabricación de estos implantes son de alta calidad. (1,3,4,9)

Los implantes metálicos colocados en cada animal deben ser de la misma aleación, ya que en caso contrario se producirían campos electromagnéticos y osteoporosis. (4,9)

Cuando se usa una placa para la fijación de las fracturas en Radio o Tibia, hay una delgada cubierta de tejido blando.

Esto provoca muchas veces reacciones de la piel sobre la placa o cojeras debidas a los cambios de temperatura entre la placa y el hueso, y bajo estas circunstancias el implante deberá retirarse. (1,3,4,9)

Para evitar la refractura en el postoperatorio inmediato a la retirada del implante, debemos considerar la aplicación de un vendaje compresivo sobre el área intervenida durante 2 ó 3 días para prevenir la formación de hematomas o seromas; si se considera necesario, por la imagen radiográfica, una férula o enyesado y la restricción de la actividad normal durante una a cuatro semanas. (4,9)

TORNILLOS ORTOPEDICOS

TORNILLOS AUTOENROSCABLES

Son tornillos ortopédicos que se usan tanto para retener fragmentos de hueso juntos como para retener placas en posición.

El poder de sostén de un tornillo esta determinado por el tipo de cuerda, es así que, un tornillo de cuerda gruesa tiene mayor poder de sostén que uno de cuerda fina. (1,5,6,7)

La desventaja de este tipo de tornillos es que al enroscarse dan origen a múltiples microfracturas resultando en la formación de tejido fibroso alrededor de la rosca lo que ofrece al tornillo un pobre agarre. (1,3,6,7,10)

TIPOS DE TORNILLOS AUTOENROSCABLES

TORNILLOS DE SHERMAN

Son tornillos usados para la fijación de placas no compresivas, son tornillos ortopédicos estándar, autoenroscables, que terminan en forma de punta y son de cuerda fina. (3,5)

Se encuentran en los siguientes diámetros y medidas:

- De $7/64$ de pulgada de diámetro con un largo que va de $3/8$ a $3/4$ de pulgada.
- De $9/64$ y $5/32$ de pulgada de diámetro y un largo que va de $3/8$ a 3 pulgadas. (5)

Los de $9/64$ pulgadas de diámetro son los más comunes y apropiados para muchos perros. (3,5)

TORNILLOS DE MADERA

Como su nombre lo indica, son tornillos similares a los tornillos de carpintero.

Tienen un diámetro estándar de $9/64$ de pulgada, de cuerda parcial o completa, y con un largo que va de $3/8$ a $1 \frac{1}{4}$ de pulgada.

Tienen un espacio liso bajo la cabeza que sirve o se ajusta para usarlos en la fijación de placas. (5)

TORNILLOS DE LANE

Son tornillos similares a los de madera solo que más grandes.

Tienen un diámetro estándar de $5/32$ de pulgada, de cuerda parcial o completa y en largos que van de $1/2$ a 3 pulgadas. (5)

TORNILLOS DE TRANSFIXION

Este tipo de tornillos presentan una cuerda distal y un cuello liso proximal, así cuando son aplicados para unir dos fragmentos óseos provoca que ambos se mantengan unidos.

Tienen un diámetro estándar de $5/32$ de pulgada y en largos que van de $1\ 1/4$ a 3 pulgadas.

Un tipo más pequeño del tornillo de transfixión estándar es el tornillo escafoide de Maudsley, el cual tiene un diámetro de $9/64$ de pulgada y un largo que va de $1/2$ a 1 pulgada.

Actúan como tornillos de tracción. (5)

TORNILLOS NO AUTOENROSCABLES

TORNILLOS DE COMPRESION O TRACCION (TORNILLOS ASIF)

Los tornillos para hueso ASIF están fabricados con acero austenítico y por esto no tienen efectos tóxicos sobre el hueso con el que están en contacto. (1,4,11)

Poseen una rosca cuya superficie de contacto es muy grande y con ángulos casi rectos al eje longitudinal del tornillo, que a diferencia de los tornillos autoenroscables, aseguran un agarre completo en el hueso.

Además, para su inserción deben realizarse agujeros en el hueso con brocas y taladro a muy pocas revoluciones, o con taladro manual, pues en caso contrario se puede producir necrosis por calor de la cortical y se sueltan los tornillos.

Se utiliza un machuelo para formar una rosca en el hueso, esto asegura un buen ajuste del tornillo sin dañar al hueso. (1,3,4,9)

El tipo de acero, el perfil de inserción y la disponibilidad de taladros para hueso que preparen el lugar para la inserción de los tornillos, son factores absolutamente esenciales para la selección de los mismos.

Cuando se usan para la fijación de placas el tallo del tornillo debe estar unido en ángulo recto a estas y se deben insertar cuidadosamente de modo que en los agujeros de la placa se asienten en forma apropiada las cabezas de los mismos

Por esta razón es necesario utilizar brocas afiladas y un taladro guía para asegurar la base exacta y apropiada de cada tornillo.

Para determinar la longitud apropiada del tornillo empleado en cada agujero se debe usar un calibrador de profundidad.

La diáfisis de la mayoría de los huesos largos varía de diámetro a lo largo de la longitud del hueso.

El tornillo empleado apenas debe penetrar la corteza opuesta a la corteza sobre la cual descansa el implante.

Se disponen de diversos calibradores de profundidad para este fin. (11)

Los tornillos están compuestos básicamente de 2 partes:

- Rosca.- Da la medida del tornillo (diámetro) y del machuelo que se debe utilizar.
- Núcleo.- Es el cuerpo del tornillo dando la medida de la broca que se debe de utilizar, salvo cuando el tornillo se usa con efecto de compresión. (4,9)

Se han desarrollado dos tipos de tornillos ASIF:

TORNILLOS PARA CORTICAL

Para uso en la corteza ósea dura del hueso de la diáfisis

Se encuentran disponibles en los siguientes diámetros:

- Minitornillos con cabeza esférica y hexágono interior de 1.5 mm:

a) Tornillo de cortical de 1.5 mm de diámetro.

b) Tornillo de cortical de 2.0 mm de diámetro.

c) Tornillo de cortical de 2.7 mm de diámetro.

d) Tornillo de cortical de 3.5 mm de diámetro.

Estos últimos tornillos cuentan con rosca a todo lo largo.

- Tornillos grandes con cabeza esférica y hexágono interior de 3.5 mm:

a) Tornillo de cortical de 4.5 mm de diámetro.- Con rosca a lo largo de todo el tornillo.

b) Tornillo de cortical de 4.5 mm de diámetro.- Tornillo de vástago con punta de broca. (1,4,9)

Tipo de broca adecuada para cada uno de ellos:

- Tornillo de 1.5 mm - Broca de 1.1 mm

- Tornillo de 2.0 mm - Broca de 1.5 mm.

- Tornillo de 2.7 mm - Broca de 2.0 mm

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- Tornillo de 3.5 mm – Broca de 2.0 mm. (1,3,4,9) (Para tornillos Faimon de cortical) ó Broca de 2.5 mm para tornillos de cortical normales. (1,4,9)

- Tornillo de 4.5 mm – Broca de 3.2 mm. (3)

Cuando los tornillos de cortical se utilizan con efecto de compresión se utilizan brocas del mismo diámetro que la cuerda del tornillo. (1,4,9)

TORNILLOS PARA ESPONJOSA

Para uso en la esponjosa blanda del hueso de la metafisis y epifisis, para este propósito este tornillo tiene una rosca más gruesa. (1,3,4,9)

Se encuentran disponibles en los siguientes diámetros:

- *Minitornillos con cabeza esférica y hexágono interior de 1.5 mm:*

a) Tornillo de esponjosa de 4 mm con rosca a lo largo de todo el tornillo.

b) Tornillo de esponjosa de 4 mm con rosca corta.

- *Tornillos grandes con cabeza esférica y hexágono interior de 3.5 mm:*

a) Tornillo de esponjosa de 6.5 mm con rosca de 16 mm de longitud.

b) Tornillo de esponjosa de 6.5 mm con rosca de 3.2 mm de longitud.

c) Tornillo de esponjosa de 6.5 mm con rosca a lo largo de todo el tornillo. (1,4,9)

Las brocas recomendadas para cada uno de ellos son las siguientes:

- Tornillos de 4.0 mm – Broca de 2.0 mm

- Tornillos de 6.5 mm – Broca de 3.2 mm. (1,3)

Cuando se usan para fracturas condilares, no es necesario ampliar el agujero del fragmento más pequeño.

Los tornillos empleados con una placa que proporciona compresión, llamados de compresión axial, están basados en el principio de la banda de tensión. (1,4,11)

Cuando un tornillo se utiliza para obtener un efecto “lag” o de compresión entre dos superficies, recibe el nombre de tornillo de compresión interfragmentaria. (1,11)

El método para taladrar los agujeros para la inserción de tornillos cuando se utilizan para la compresión interfragmentaria, depende del tipo de tornillo usado, pero básicamente consiste en lo siguiente:

Si el fragmento A va a ser atraído hacia el fragmento B, el agujero en la corteza en el fragmento A debe ser lo suficientemente amplio para que el tornillo pase a través de él sin que la rosca logre agarrarlo (agujero deslizante), llegando al agujero de la cortical en el fragmento B que es más pequeño para que logre agarrarse de este (agujero de sostén).

Así cuando se aprieta el tornillo ocurre la *compresión inter-fragmentaria*.

Si la rosca del tornillo agarrara ambas corticales sería imposible la *compresión de la fractura*.
(1,3,9)

La *compresión interfragmentaria* usando tornillos solo debe emplearse en fracturas oblicuas o espirales de la diáfisis cuando la longitud de la fractura sea cuatro veces mayor que la del diámetro del cuerpo del hueso. (1,3)

Otro autor marca que la longitud de la línea de fractura debe ser por lo menos de dos veces el diámetro del hueso cuando se utiliza un solo tornillo. (11)

El ángulo de inserción de los tornillos de tracción es de *cierta importancia*.

En una fractura oblicua el tornillo se pondrá en ángulo recto a la línea de fractura, brindando la *máxima compresión interfragmentaria*, mientras que si es puesto en ángulo recto con el cuerpo del hueso ofrecerá la *máxima resistencia al acortamiento del hueso* pero no una *compresión interfragmentaria completa*.

En la práctica se insertan varios tornillos con diferentes ángulos para que en conjunto neutralicen las fuerzas de tracción y de rotación y al menos uno de los tornillos se sitúa en ángulo recto con el eje longitudinal del hueso.

Cuando los tornillos se usan como único método de fijación interna en una fractura también se debe suministrar un soporte externo con una férula de yeso. (3)

Los tornillos combinados con placas pueden proporcionar *compresión* utilizando el principio de las *bandas de tensión*. (11)

VIII

REMOCION DE IMPLANTES

TIEMPO DE REMOCION

- Placas de compresión y tornillos.- Mínimo 5 meses.
- Placas de neutralización y tornillos.- Mínimo 5 meses
- Tornillos de fijación.- Mínimo 5 meses.
- Cerclaje de alambre.- Máximo 9 semanas.
- Clavos *intramedulares* - Mínimo 10 semanas.

Todos estos tiempos son *contingentes al hecho de que clínica y radiográficamente sea demostrable la unión.* (5,11)

Si durante esta etapa no hay evidencia radiológica de osteoporosis o necrosis del hueso *alrededor tanto de tornillos como de placas, es poco probable que ocurra una reacción tisular adversa por lo que estos implantes pueden dejarse permanentemente.*

Si deciden retirarse no se debe realizar mucho tiempo después de que la reparación haya sido satisfactoria, debido a que posteriormente estos implantes son envueltos por nuevo hueso y su extracción se hace progresivamente más difícil.

La remoción de los clavos intramedulares representan una situación diferente.

Cuando se establece que se ha logrado la reparación ósea, los clavos se encuentran firmemente adheridos por lo que su extracción se dificulta, pero después de un tiempo estos son rodeados por tejido fibroso el cual puede perderse y provocar que el clavo migre dorsalmente.

Cuando el extremo del clavo puede palpase en el tejido subcutáneo, este es *fácilmente* expuesto por medio de una *pequeña incisión* y extraído.

En la mayoría de los casos no se hace necesaria la remoción de los clavos intramedulares ya que estos son secuestrados o envueltos y permanecen en su sitio sin causar problemas, a menos que la porción saliente del clavo en el extremo proximal del hueso se haya dejado demasiado larga e interfiera con la función normal de la extremidad o provoque el desarrollo de un absceso seroso debido a la constante irritación. (5)

IX

METALURGIA ORTOPEDICA.

Incumbe al propio cirujano decidir sobre la consistencia de un implante óseo, bien como recurso protésico o aditamento.

La actividad galvánica y la resistencia a la corrosión, son particularmente importantes cuando el material implantado se debe dejar indefinidamente en el cuerpo del paciente.

La actividad galvánica se puede eludir de las siguientes maneras:

- Evitando el uso de dos metales diferentes en el mismo paciente.
- Con la remoción de todo el metal.
- La remoción de todo el metal de un tipo específico si se han empleado dos metales, una vez que se ha completado la reparación del hueso.

La corrosión se puede causar mediante la acción galvánica o por la existencia de diferentes concentraciones de oxígeno en varios lugares dentro del implante empleado.

La mayoría de los metales que actualmente se utilizan en ortopedia veterinaria resistirán por lo menos 10 años a la exposición de los tejidos, sin sufrir corrosión.

El metal puede fatigarse prematuramente si está sujeto a reiterados doblamientos, rasguños y a la repetida acción del vapor de agua o esterilizantes químicos.

Este último factor de tensión se debe *minimizar* o, en lo posible, evitar.

Finalmente es de suma importancia que se comprenda que a los metales no les afecta y no actúan conforme a la ley de Wolff y que por eso se deben retirar todos los implantes y aparatos del cuerpo de nuestros pacientes, siempre que sea posible, una vez que hayan cumplido su papel en la restauración del hueso. (11)

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- BRINKER, PIERMATTEI Y FLO. *Manual de ortopedia y reparación de fracturas de pequeños animales.* McGraw-Hill-Interamericana. Tercera Edición. 1999.

- 2.- BOJRAB M. Joseph. D.V.M., - S - J D - *Current techniques in small animal surgery.* Third edition. 1990.

- 3.- DENNY H. R. *Fundamentos de cirugía ortopedica canina.* Editorial Acribia. 1992

- 4.- GONZALO J. M., et al. *Cirugía veterinaria.* McGraw - Hill - Interamericana. 1ª Edición. 1994

- 5.- HICKMAN John. *Veterinary orthopaedics.* Oliver & Boyd. Edinburgh and London. 1964.

- 6.- NEWTON Charles., et al. *Textbook of small animal orthopaedics.* 1985.

- 7.- OLMSTEAD Marvin L. Small animal orthopaedics. Morby - Year book Inc. USA. 1995.

- 8.- RAMIREZ Gabriel. Memorias del tercer curso basico y primer curso avanzado de fijacion de fracturas en perros y gatos. 1992

- 9.- SANCHEZ -Valverde M. A. Traumatologia y ortopedia de pequeños animales. McGraw-Hill Interamericana 1997.

- 10.- SLATTER. Text book of small animal surgery. Second Edition. Vol II. Saunders Company. 1993.

- 11.- WHITTICK W. G. Traumatologia y ortopedia canina. Editorial AEDOS. 1977.