68

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

29.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN

TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS MAS COMUNES EN EL ESQUELETO APENDICULAR EN PERROS Y GATOS

"LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA CON BARRAS CONECTORAS FABRICADAS CON METILMETACRILATO EN PERROS Y GATOS"

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

ELIZABETH MARTINEZ YAÑEZ

ASESOR: MVZ. JOSE LUIS ZAMORA GUZMAN.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX. 1998.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

268118

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

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 CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E.

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

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

"Tratamiento de las fracturas mas comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos "La fijación esquelética externa con barras conectoras fabricadas con metilmetacrilato en perros y gatos"

que presenta la pasante: Elizabeth Martínez Yáñez,

con número de cuenta: 9256788-1 para obtener el Título de:

Médica Veterinaria Zootecnista.

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

A T E N T A M E N T E.
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 30 de Julio de 1998

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
I	Enrique Flores Gasca	
II	Carlos González López	
III	José Luis Zamora Guzman	

Y ESTA TESIS ESTA DEDICADA...

A AQUELLOS QUE COMPARTEN LA IDEA DE QUE EL APRENDIZAJE ES UN PROCESO QUE DURA TODA LA VIDA.

O B J E T I V O S

1.- Recopilar en este trabajo lo más avanzado en lo referente al estudio del uso de la Fijación Esquelética Externa en perros y gatos.

2.- Proveer un punto bibliográfico de fácil acceso para los interesados en el área de Ortopedia en cuanto a los Fijadores Esqueléticos Externos.

I N D I C E

Introducción..... 1

Resumen..... 2

Historia de la Fijación Esquelética Externa..... 3

Definición y las partes de un Fijador Esquelético Externo..... 8

Ventajas del uso del acrílico dental (metilmetacrilato) en la Fijación Esquelética Externa.....11

Funciones de la Fijación Esquelética Externa con barra conectora fabricada con metilmetacrilato.....12

Clasificación de los Fijadores Esqueléticos Externos según su configuración.....13

Indicaciones del uso de los Fijadores Esqueléticos Externos.....16

Factores que determinan la rigidez de la fijación.....17

Principios para la aplicación de los Fijadores Esqueléticos Externos.....18

Procedimiento general para la aplicación de los Fijadores Esqueléticos Externos.....20

Zonas de aplicación en hueso de los clavos que componen la Fijación Esquelética Externa.....23

Factores que se deben considerar para la selección de la configuración del Fijador Esquelético Externo.....24

Reducción de la fractura.....26

Cuidados postquirúrgicos.....30

Dinamización.....32

Ventajas de la utilización de la FEE.....34

Desventajas de la utilización de la FEE.....35

Errores y complicaciones.....36

Aplicación de FEE en fémur y húmero.....39

Aplicación de FEE en radio.....42

Aplicación de FEE en tibia.....44

Aplicación de FEE en carpos.....46

Aplicación de FEE en tarsos.....46

Aplicación de FEE en mandíbula.....47

I N T R O D U C C I O N

La presente tésis trata sobre la aplicación de Fijadores Esqueléticos Externos con la modificación en la fabricación de barras conectoras con Metilmetacrilato.

La Fijación Esquelética Externa es un método de estabilización común para resolver un gran número de fracturas en radio, tibia y algunas en húmero y fémur en pequeñas especies.(6,15,19)

La Fijación Esquelética Externa consiste en la aplicación de clavos percutáneos transcorticales en la zona proximal y distal del hueso fracturado en un plano transverso u oblicuo a su eje longitudinal y que se unen en el exterior por medio de una o varias barras conectoras.(8,19,21)

La Fijación esquelética Externa (F.E.E.) es recomendada como fijación primaria o auxiliar en el tratamiento de las fracturas. (12,21)

Las indicaciones para la aplicación de los fijadores esqueléticos externos son: fijación primaria de las fracturas de radio y tibia, en fracturas expuestas y de procesos osteomielíticos. También en el tratamiento de uniones demoradas o en procesos de falta de unión en donde se requiere de una inmovilización rígida para lograr la reparación ósea.(15)

Se usa como fijación auxiliar en donde los implantes (clavo intramedular) no proporciona una estabilidad adecuada, en la corrección de defectos óseos como en la curvatura del radio y para inmovilizar una articulación logrando artrodesis.(2,9)

Los huesos en donde esta indicada su aplicación es en:húmero radio, fémur, tibia, mandíbula, carpos, metacarpos y metatarsos.

Este sistema de fijación es versátil, económico y satisfactorio para tratar las fracturas de los huesos del miembro torácico, pelviano y mandíbula.(20)

La Fijación esquelética Externa con barras conectoras fabricadas con metilmetacrilato tiene las siguientes ventajas: aporta una inmovilización adecuada, no requiere de material sofisticado, es económico, la barra conectora es radiolúcida por lo que permite observar el foco de fractura en las placas radiográficas y además como el acrílico es moldeable hay un gran número de configuraciones y alternativas en la estabilización de los fragmentos óseos.

R E S U M E N

Las referencias sobre el tratamiento de las fracturas datan desde el tiempo de Hipocrátes, y es hasta 1849 cuan Jean Francoise Malgaigne introduce el concepto de Fijación Esquelética Externa al inmovilizar una fractura por medio de púas metálicas, y en la actualidad es uno de los métodos de fijación más convenientes para el tratamiento de las fracturas ya que proporciona una inmovilización de los fragmentos óseos. Siendo el sistema más usado el de Kirschner y adaptaciones del mismo como la Fijación Esquelética Externa con barras conectoras fabricadas con acrílico dental (polimetilmetacrilato) uno de los más utilizados en México.

Los diferentes métodos de fijación, ya sea interna o externa deben neutralizar las fuerzas que actúan sobre una fractura para evitar el movimiento y tener una reparación óptima del hueso.(5)

La Fijación Esquelética Externa con barras conectoras fabricadas con metilmetacrilato, proporciona una fijación estable de los fagmentos óseos sin necesidad de implante en la línea de fractura o de inmovilización de las articulaciones adyacentes.

Siendo muy útil en fracturas conminutas, expuestas o infectadas, evitando las consecuencias de la rigidez articular y atrofia muscular que se observan con el uso de férulas.(6)

Las ventajas del uso de metilmetacrilato para la fabricación de las barras conectoras en la F.E.E. son: su bajo costo, fácil adquisición, por su radiolucidez y por su capacidad de neutralizar las fuerzas como compresión, rotación, tensión, flexión y cizallamiento hace que la reparación de la fractura sea óptima y brinde mejores resultados.

HISTORIA DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

1840.

Jean Francoise Malgaine introdujó el concepto de Fijación Esquelética Externa cuando utiliza para inmovilizar una fractura de tibia en humano, un aparato de punta metálica que se fijaba directamente sobre el fragmento óseo desplazado y con una abrazadera de cuero circunferenciaba el miembro afectado. El mismo autor diseña una garra metálica para unir y mantener fijos de forma percutánea fracturas de la patela. Ambos elementos brindaban una pobre inmovilización.(11)

1843.

Jean Francoise Malgaine describió dos problemas referentes a sus fijadores, el primero que el paciente permitiera la introducción del clavo, y el segundo que se requería de una gran fuerza para la introducción del mismo, llegándose a doblar e incluso a romper, además de causarle un gran dolor al paciente.(11)

1850.

R. Rigaud tatra una fractura del olecranón con unos tornillos de madera unidos por una cuerda.(11)

1870.

Berenger-Feroud une esos tornillos de madera con una barra de conexión externa hecha de madera.(11)

1897.

Clayton Parkhill crea la primer Fijación Esquelética Externa en humanos ajustable con placas de metal.(13)

1899.

Steinmann comienza a tratar las fracturas de los miembros torácicos, usando un alambre grueso transfijante que pasaba por el calcáneo, por medio del cual establecía un sistema de tracción y permitía mantener reducidas las fracturas o colocaba un enyesado que incluía los alambres para garantizar la estabilidad.(21)

1902.

Albin Lambatte, considerado el padre del sistema de la ortopedia quirúrgica, describe una Fijación Esquelética Externa la cual se componía de dos clavos a cada extremo del hueso, que se utilizaban como anclaje al mismo y atravesar completamente la extremidad, de ahí el carácter no transfixiante, y los clavos estaban bloqueados externamente por una placa metálica recta, con sus respectivos tornillos en una situación lineal.(9)

1909.

Martin Kirschner usa pequeños alambres para la fijación esquelética, pero no obtiene resultados satisfactorios en cuanto al soporte del aparato.(11)

1911.

Lambert utiliza los clavos que atraviezan ambos fragmentos, creando el primer fijador en forma de cuadro que permitía comprimir en un plano.(13)

1912.

Hey Groves invento un fijador externo con tracción y compresión para lo cual aplico una hebilla giratoria atada a los clavos

1913.

Ombredanne desarrolla un fijador que permite actuar sobre cada fragmento acércandolos dentro de la barra de unión, por medio de una grapa extensible que permitía el deslizamiento de las dos placas una sobre otra y con esto se daba la elongación del miembro afectado.(21)

1917.

L.A. Rosen describe el aparato llamado osteotato que constaba de una placa en "T" con dos ranuras (longitudinal y transversal) y dos tornillos largos, ambas ramas permitían desplazar los fragmentos en dos direcciones.(13)

1922.

Dutti presentó casos de alargamiento de los miembros inferiores por medio de una barra con clavos percutáneos transcorticales.

1925.

Alfred Scanz describe la importancia de insertar medios clavos de un lado a otro del hueso unidos por una barra de metal.(13)

1928.

Böler utiliza los clavos de Steinmann simplificando el aparato, por lo tanto Böler y Alfred Schanz describen la importancia de lo que es ahora la F.E.E. tipo Ib.(11,13)

1933.

Cuedet para aumentar la fijación unió externamente las barras en un semi-aro metálico situándolo en los extremos proximal y distal del hueso.(11)

1934.

Roger Anderson diseña un cuadro de reducción que lleva dos estribos orientables en varios planos, inmovilizando cada fragmento al unir los extremos por medio de enyesados, lo que permitía fijar la fractura y modificar las relaciones de los distintos fragmentos. (11,13)

1934.

Henry Juder provee más estabilidad utilizando clavos transcorticales.(21)

1937.

Olto Stader creó un aparato para osteosíntesis externa en animales describiendo la utilización de clavos completos para una transfijación iniciando el uso de la F.E.E. en Medicina Veterinaria.(11,21)

1938.

Radul Hoffman utiliza tres clavos en cada fragmento, los cuales son no transfixiante, que atravesaban ambas corticales y estaban bloqueados por una placa externamente.(11)

1939.

Herbert Haynes incrementa la rigidez del clavo introduciendo el clavo en las dos cortezas y adicionando medios clavos.(13)

1940.

Casi todas las fracturas que sufrían los perros y gatos, eran reducidas en forma cerrada y estabilizadas por medio de férulas, vendajes y yesos.(5)

1940.

Ehmer modificó un módelo utilizado en medicina humana conocido actualmente como aparato de Kirschner-Ehmer. Durante la Segunda Guerra Mundial se utilizó en los soldados heridos, ya que por la diversidad de fracturas lo hacían la elección más apropiada y a consecuencia de las infecciones su empleo decayó.(21)

1951.

John W. Kendrick, inventó un molde de yeso que atraviesa las fracturas de la tibia y radio en caballos y vacas que se incorporan proximalmente en un medio clavo, uniéndose y ligándose a una barra longitudinalmente.(21)

En la siguiente década cirujanos veterinarios como Jenny, Brinker y Rudy promovieron el empleo de la F.E.E. en el tratamiento de diversos problemas ortopédicos en perros y gatos.(18)

1951.

Gabriel Ilizarob inicio sus trabajos con fijadores externos anulaes, los cuales eran útiles para el tratamiento de la artritis tuberculosa en la rodilla en humanos provocando artrodesis con este aparato. Tiempo Gabriel Ilizarob demuestra la reparación de los huesos mediante el método de compresión-distracción con su fijador externo circular.(13)

En los 70's se implemento el uso del polimetilmetacrilato el cual es conectado a una barra para fijadores externos o son conectados con barras de acero inoxidable, los cuales fueron usados en humanos(Aron 1976). (11,13)

En los 80's Jenny, Brinker y Rudy también usaron el polimetilmetacrilato para la reducción de fracturas en medicina veterinaria.(5,11)

1982.

Behnrens clasifica los fijadores esqueléticos externos de acuerdo a la función de los mismos.(11)

En la actualidad existen múltiples tipos de fijadores esqueléticos externos que, por su sencillez y fácil maniobrabilidad de montaje, tienen sus indicaciones precisas, y además se esta dedicando mucho esfuerzo en mejorar el equipo y la técnica de aplicación.

DEFINICION Y LAS PARTES DE UN FIJADOR ESQUELETICO EXTERNO

La Fijación Esquelética Externa (F.E.E.) consiste en un método de estabilización de fracturas que utiliza clavos de fijación percutánea, los cuales penetran internamente en las corticales óseas y son externamente conectados a una barra rígida.(2,9,12,15 21)

Los objetivos de la F.E.E. en la consolidación de las fracturas son: estabiliza los extremos óseos de forma adecuada, con una lesión mínima de la vascularización y permite cierta tensión en la zona de fractura para inducir una cicatrizacón mínima.(12)

Los componentes básicos de la F.E.E. son:

1) Los clavos fijadores que son clavos de Steinmann o alambres de Kirschner que atraviesan las corticales del hueso del animal. Se usan un mínimo de 2 clavos completos o medios clavos por fragmento óseo de la fractura. aunque pueden usarse 3 a 4 por fragmento, los cuales dan mayor rígidez.(21) Cuando el aparato de F.E.E. es usado como único método de fijación en el tratamiento de las fracturas, requiere de un mínimo de 2 clavos con 65° de angulación con respecto al eje axial del hueso en cada fragmento óseo. Se puede usar junto con un clavo intramedular y en este caso se emplean dos medios clavos transfijadores en cada fragmento. A este módelo se le conoce como fijador auxiliar siendo su principal indicación cuando se desea neutralizar las fuerzas que el clavo intramedular no logra hacer, pero está contraindicado como método de fijación única.(10,15,16)

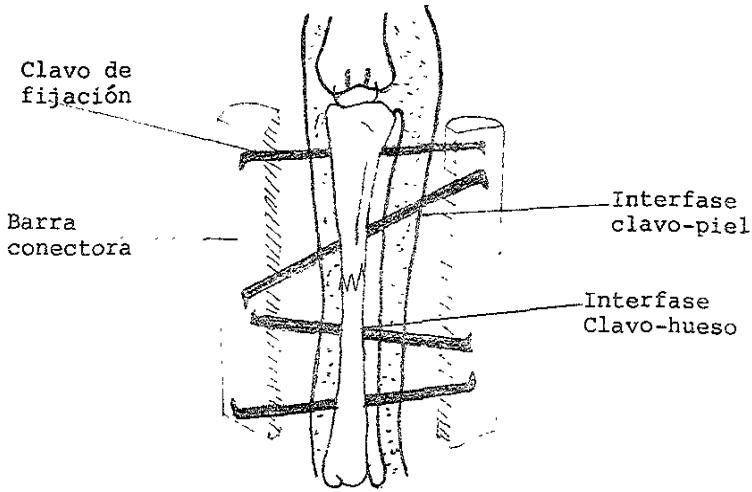
El diámetro del clavo debe ser del 20 al 30% con referencia al diámetro del hueso.(21) Y la distribución de los mismos debe ser uniforme por todo y cada uno de los fragmentos óseos.(2)

Al haber decidido el uso de un F.E.E., hay que tomar en cuenta el diámetro del clavo y el número de clavos por fragmento, ya que un aparato muy rígido no permite los micromovimientos y un aparato muy débil aporta mala estabilización que puede presentar movimiento excesivo y el resultado de ambos casos sería una unión retardada o una no unión.(12)

Los clavos fijadores al pasar por ambas cortezas del miembro afectado tiene dos interfases:

1.- Interfase clavo-piel: Es el punto en donde el clavo atraviesa la piel.

2.- Interfase clavo-hueso: Es el punto en donde el clavo atraviesa ambas corticales del hueso. Siendo este el sitio más débil de todo fijador --- esquelético externo.(2,12)



2) Otro componente de la F.E.E. es el soporte paralelo a la extremidad ósea que asegura la rígidez del aparato y es la barra conectora la cual es fabricada de acrílico dental (metilmetacrilato), cuya función es neutralizar las fuerzas de compresión, rotación, tensión, flexión y cizallamiento que se ejerce sobre el hueso -- fracturado.(2)

La Fijación Esquelética Externa con barras conectoras frabricadas de acrílico dental, se ha usado en la última década por su gran aportación rígida al aparato de fijación, su bajo costo y su fácil manejo.

Se emplean varios tipos de acrílico siendo el de tipo dental (metacrilato) uno de los más usados en México.

El Techmovil fue el primer tipo de acrílico que se usó para fabricar la barra conectora.(12) Otro tipo es la férula bifase -- (Walter Lorenz Surgical Instruments) que utiliza cemento acrílico como barra conectora y pernos con punta roscada que fue diseñada para fijar las estructuras mandibulares en humanos, pero se podía aplicar a perros de tamaño mediano o grande ya que los pernos de fijación eran demasiado grandes para gatos y perros pequeños.(14)

El de tipo dental (Acrimin, Laboratories Arias, S.A. de C.V) no esterilizable de metilmetacrilato, es el que se utiliza comúnmente en México, viene en forma de polvo y líquido que al mezclar se da una fuerte reacción isotérmica que polimeriza en 5 a 10 minutos, este tiempo varía según la proporción del líquido y polvo. Este acrílico posee un soporte de peso de 40kg de presión. Y existen en el mercado el acrílico de fraguado rápido en colores amarillo hueso (No.62), amarillo obscuro (No.65), Base Universal de -- diente (No.66) y el de color blanco. Pero el acrílico que se ha - encontrado con mejores características para la fabricación de la barra conectora en la F.E.E. es el de la marca Arias de color marfil (No.62) por la mayor resistencia que provee y por que es de - fraguado rápido.(1)

La proporción para realizar la mezcla es de 2 partes de polvo por una del líquido acelerador, la cual debe ser hecha en recipientes lisos y libres de impurezas, una vez vertidos ambos elementos (polvo y líquido) se mezclan perfectamente por un lapso de 2 a 3 minutos hasta conseguir una pasta que se pueda manipular -- para darle forma (1) de la barra conectora.

La barra conectora deberá colocarse de 0.5 a 2cm de la piel y esto evitará la interferencia con el edema o la inflamación que se produce posterior a la reducción y colocación de los clavos, - la barra conectora se coloca lo más cerca posible del hueso para facilitar la estabilidad. La distancia que se ha demostrado como ideal es la de 1cm ya que el espacio excesivo entre la barra y la piel trerá como consecuencia un aparato de mayor volumén.(12)

La forma que mejor esta recomendada para la barra conectora de acrílico es la forma cilíndrica.(14)

Respecto al diametro que debe tener la barra conectora, se ha propuesto fabricarla de un diametro similar al del hueso a tratar, pero a mayor diametro en la barra conectora aumenta más su resistencia, aunque las fallas de estabilización no deben ser compensadas de esta forma, sino con el uso de una configuración adecuada a cada tipo de fractura.(21)

VENTAJAS DEL USO DEL ACRILICO DENTAL (METACARILATO) EN LA FEE

1. Este método de aplicación da como resultado un aparato de menor volumén que provee una estabilidad máxima.(9)

2. El acrílico fragua en menor tiempo: 5 minutos, evitando que el movimiento del paciente dañe la fijación.(2,9)

3. Mayor facilidad de manejo y mejor moldeabilidad, por lo tanto, mayor libertad para aplicar el tipo de aparato más conveniente de acuerdo al tipo de fractura.(2,21)

4. Disminuye el costo de la fijación de la fractura.(2,14,21)

5. Es radiolúcido, lo que permite visualizar la línea de fractura a diferencia de los fijadores metálicos.(21)

6. Biomecánicamente no se han encontrado contraindicaciones para el empleo del material acrílico.(1,9)

7. Tiene una mayor resistencia.(9)

La forma que mejor esta recomendada para la barra conectora de acrílico es la forma cilíndrica.(14)

Respecto al diametro que debe tener la barra conectora, se ha propuesto fabricarla de un diametro similar al del hueso a tratar, pero a mayor diametro en la barra conectora aumenta más su resistencia, aunque las fallas de estabilización no deben ser compensadas de esta forma, sino con el uso de una configuración adecuada a cada tipo de fractura.(21)

VENTAJAS DEL USO DEL ACRILICO DENTAL (METACARILATO) EN LA FEE

1.Este método de aplicación da como resultado un aparato de menor volumén que provee una estabilidad máxima.(9)

2.El acrílico fragua en menor tiempo: 5 minutos, evitando que el movimiento del paciente dañe la fijación.(2,9)

3.Mayor facilidad de manejo y mejor moldeabilidad, por lo tanto, mayor libertad para aplicar el tipo de aparato más conveniente de acuerdo al tipo de fractura.(2,21)

4.Disminuye el costo de la fijación de la fractura.(2,14,21)

5.Es radiolúcido, lo que permite visualizar la línea de fractura a diferencia de los fijadores metálicos.(21)

6.Biomecánicamente no se han encontrado contraindicaciones para el empleo del material acrílico.(1,9)

7.Tiene una mayor resistencia.(9)

FUNCIONES DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA CON BARRA CONECTORA FABRICADA CON METILMETACRILATO

Hay fuerzas básicas que actúan sobre el hueso y son: la rotación, tensión, compresión, flexión y cizallamiento.(5)

Y la principal función de los aparatos de fijación esquelética externa son neutralizar estas fuerzas.(15)

Las funciones de la F.E.E. son: Estabilización y neutralización.(19)

1. ESTABILIZACION

Constituye el principio básico de las lesiones óseas, la estabilización o sus sinónimos:inmovilización o rigidez a nivel del foco de la lesión.La estabilidad al foco dé la fractura por medio de los fijadores esqueléticos externos se encuentra dado por los clavos, los medios de fijación de los clavos y las uniones entre estos. Los clavos no por mayor grosor brindan la mayor estabilidad; ya que se encuentra dada por la disposición de los mismos en los varios planos y por la tensión a que se sometan. Los elementos que fijan a éstos clavos, su forma y simetría tienen igualmente valor en la estabilidad al foco.

2. NEUTRALIZACION

Por la rigidez que aporta el aparato de fijación y por la barra conectora tan rígida impide que la torsión, flexión, compresión, tensión y cizallamiento ejerzan alguna fuerza sobre el foco de la fractura y lo puedan desestabilizar.(10)

Función de Estabilización

CLASIFICACION DE LOS FIJADORES ESQUELETICOS EXTERNOS SEGUN SU CONFIGURACION

Configuración tipo Ia

Se refiere a aquellos fijadores que sólo usan medios clavos, es decir que atraviesan ambas cortezas del hueso, pero en un sólo plano con respecto al eje longitudinal del hueso, quedando los fijadores y la barra por un sólo lado del miembro que generalmente se monta en forma lateral o medial, aunque puede ser aplicada craneal mente o en cualquier otro plano.(2,12,21)

La aplicación de los medios clavos debe ser cuidadosa para obtener una buena angulación y con esto una mayor superficie de contacto hueso-clavo. Tradicionalmente la angulación es de 45 a 69 grados con respecto al hueso. Se ha observado que se logra una mayor ventaja mecánica para neutralizar las fuerzas a las que se someterá la línea de fractura, cuando los medios clavos se colocan en la metáfisis de los huesos.(8,15,16)

Esta configuración fué sometida a pruebas mecánicas y demostró que no proveía una adecuada estabilización para la mayoría de las fracturas, por lo tanto su uso no se recomienda, pero si se puede usar en fracturas transversas de radio y tibia que sean recientes y de animales muy pequeños que pesen menos de 5kg de peso (2,15)

La colocación de este módelo también esta indicado después de la reducción y estabilización de una fractura transversa por medio de enclavado intramedular en fémur y húmero de perros de talla chica, ya que el medio aparato evita la rotación y el colapso de la fractura brindando la estabilidad necesaria para la formadel callo óseo.El aparato se mantiene en su lugar de una a cuatro semanas retirándose al término de este tiempo y se deja el clavo intramedular hasta la obtención de la unión clínica, por lo tanto su uso se limita como fijación auxilixar.(10)

Configuración tipo Ib

Conserva las mismas características que el fijador tipo Ia, pero los clavos son aplicados en dos planos y por lo tanto usan - dos barras conectoras en forma paralela con una rotación axial de 60 a 90 grados una con respecto de otra. Las barras se aplican -- una en la cara lateral o medial y otra en la cara craneal. Por lo tanto es unilateral pero biplanar. Esta configuración es más re-- sistente a la fuerza de tensión craneocaudal del radio y tibia, - también puede ser usada como fijación auxiliar en forma conjunta con un clavo intramedular de Steinmann en fracturas estables de fémur y húmero.(10)

Configuración tipo II

Es bilateral y biplanar se usan clavos completos percutáneos transcorticales con dos barras conectoras en lados opuestos, los clavos atraviezan las dos interfases clavo-hueso. Su uso es mejor para fracturas muy inestables de radio y tibia.Esta configuración es muy resistente a las fuerzas de compresión.(2,15)

Hay otra configuración tipo II que es la modificada en donde se usan dos clavos completos conectados en las dos barras y con - medios clavos en una de las caras del hueso.(2,21)

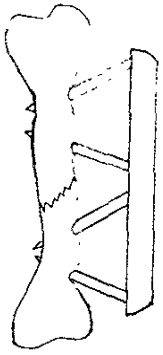
Los fijadores tipo II en general son usados para fracturas - inestables de radio y tibia, para artrodesis del codo, carpos, -- tarsos y artodesis femoropatelar.(21)

Configuración tipo III

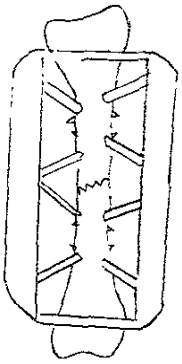
Es una combinación del tipo I y el tipo II cuyo montaje de las barras conectoras es bilateral y biplanar por lo que es una - configuración tridimensional, la cual es más rígida y 10 veces -- más resistente a la compresión axial que la del tipo I.(11,15)

Es usada en fracturas altamente inestables, en fracturas -- infectadas, en no unión, en artrodesis y cuando se requiere una fijación rígida prolongada.La colocación de los clavos pueden montarse en cualquier plano y las barras conectoras se pueden realizar de diferentes formas debido a la alta moldeabilidad del acrílico.(10,15,21)

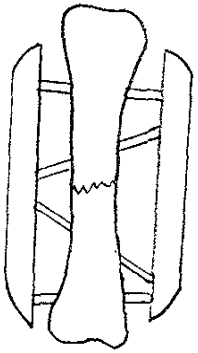
CLASIFICACION DE LOS FIJADORES ESQUELETICOS EXTERNOS



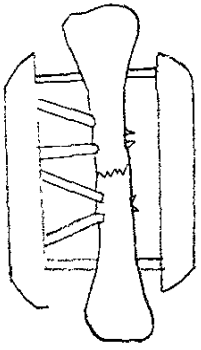
TIPO Ia



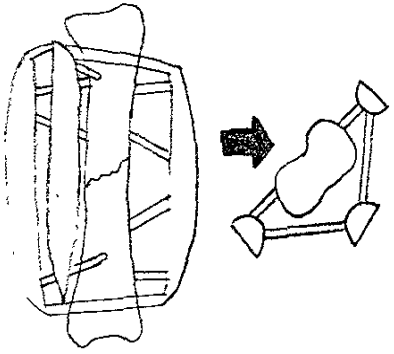
TIPO Ib



TIPO II



TIPO II MODIFICADO



TIPO III O TRIDIMENSIONAL

INDICACIONES DEL USO DE LOS FIJADORES ESQUELETICOS EXTERNOS

La Fijación Esquelética Externa esta indicada en numerosos - casos por la gran estabilidad que aporta.

1. Como fijación primaria en fracturas estables o inestables de - huesos largos y de mandíbula. (2, 16)

2. En fracturas expuestas de huesos largos y mandíbula ya que por su colocación no requiere de un manejo quirúrgico invasivo como el necesario en la colocación del clavo intramedular y facilita el tratamiento del tejido blando y los procesos de debridación.(12,19)

3. En fracturas en donde la conminución no permita la reducción - con implantes internos.(12)

4. Se usa como fijación auxiliar en fracturas de fémur y húmero - en donde los implantes (clavo intramedular) no proporcionan -- una estabildad adecuada por permitir movimiento rotacional.(10, 21)

5. En la corrección de defectos óseos para dar estabilización después de una osteotomía correctiva como en la curvatura de ra-- dio y para dar una correcta alineación en los fragmentos óseos involucrados.(15)

6. Para la realización de artrodesis por estabilización transarticular.(21)

7. En el tratamiento de uniones demoradas o en procesos de falta de unión en donde se requiere de una inmovilización rígida para lograr la reparación ósea.(4,15)

8. Como método de estabilización transarticular, después de la reparación de un ligamento o tendón, y también en la reducción - de luxaciones.(4)

FACTORES QUE DETERMINAN LA RIGIDEZ DE LA FIJACION

Los factores que determinan la rigidez de la estabilización son:

1. Los factores biológicos:
   - El estado de mineralización del hueso
   - Las condiciones del paciente
   - El estado del tejido blando
   - La longitud de los segmentos óseos fijados.

2. Los factores mecánicos:
   a) Por parte del esamblaje:
   - Disposición de los clavos (angulación)
   - Tipo y cantidad de los clavos

   b) Por parte del aparato:
   - Número de clavos
   - Diámetro de los clavos
   - Diámetro de la barra conectora
   - Tipo de configuración
   - Pérdida de la tensión del clavo por que se rote, se deslice o se dañe la interfase clavo-hueso.
   - Límite elástico de sus constituyentes a varios tipos de cargas.
   - Resistencia de las conexiones al moverse en cualquier dirección.
   - Rigidez de las distintas piezas a los esfuerzos.
   - Presencia de microfracturas por fatiga en el aparato.

(10,16,19)

PRINCIPIOS PARA LA APLICACION DE LOS FIJADORES ESQUELETICOS EXTERNOS

La aplicación de la fijación es conforme a los principios básicos de ortopedia:

. Todo plan definitivo de colocación de los clavos debe ser determinado antes del comienzo del procedimiento quirúrgico.

. Comprender el plan de colocación, debido a los segmentos involucrados con la extremidad, daño de tejidos blandos, propiedad mecánica que posee el hueso y tipo de fractura.(7)

Se debe llevar a cabo para la aplicación de los fijadores esqueléticos externos los cuatro principios básicos de toda cirugía general.(17)

Se debe conocer la anatomía de la región y las características de la fractura antes de colocar cualquier clavo, tomando una placa radiográfica en dos posiciones (anteroposterior y lateral) del miembro afectado.(7,21)

Es necesario una hemostasis meticulosa para reducir la cantidad de sangre en el área operatoria y evitar la formación de coágulos que son un medio de cultivo para el crecimiento bacteriano, lo que proporcionaría una posible infección y por lo tanto un retraso en la cicatrización.(5,7)

Un abordaje quirúrgico apropiado y un manejo delicado de tejidos es esencial pra minimizar las complicaciones posteriores y favorecer un rápido retorno a la normalidad de la extremidad dañada. El concepto de una mínima manipulación quirúrgica de la fractura busca un equilibrio entre el método de fijación y la biología de la fractura.(17)

Y como consecuencia el cirujano ortopedista debe contar con un excelente conocimiento de la biomecánica y esforzarse por obtener mayor estabilidad en la reconstrucción de la estructura y debe dominar los principios de la biología de la fractura.(9)

Durante la reducción abierta se deben mantener estrictas condiciones asépticas y el equipo quirúrgico debe estar perfectamente estéril.(7)

La preparación preoperatoria de los pacientes localmente en el campo operatorio se hace de tal forma que permita trabajar con facilidad con clavos largos, sin que se produzcan lesiones en el lado contrario y sin que se pierda la esterilidad. El paciente es preaparado para una intervención quirúrgica mayor, siguiendo estrictamente los pasos de antisépsia, anestesia y manejo delicado de tejidos.(17) Para la preparación de la extremidad el pelo debe rasurarse en una zona cinco veces mayor al área de incisión de preferencia que incluya todo el miembro para facilitar su manipulación transquirúrgica. La piel debe lavarse con jabón germicida, por tres o cuatro veces y posteriormente embrocarse con solución de benzal o Iodo. Se puede emplear una malla estéril (Stokinette) para disminuir la contaminación de la herida quirúrgica a partir de la piel adyacente.(6,17)

Se debe mantener un aporte sanguíneo a los fragmentos ya que una buena cicatrización y la resistencia a la infección dependerá de un aporte vascular adecuado.(5)

La primera desición en el proceso del tratamiento de fracturas con F.E.E. es si realizamos una reducción cerrada o reducción abierta.(6)

La reducción cerrada es en donde no existe la aproximación al foco de la fractura, se recomienda hacer esta cuando la fractura tiene menos de 48 horas de haber sucedido y ser estable, de radio y tibia. (9) Cuando se realiza esta reducción se respetan los procesos iniciales de la cicatrización que se estaba llevando a cabo en la fractura, ya que produce menos lesión a los tejidos blandos y a la vascularización ósea, pero puede resultar menos exacta particularmente en fracturas próximas a la articulación.(5 10)

En la reducción abierta se realiza una aproximación anatómica al foco de la fractura y el control es bajo el sentido de la vista y en la mayoría de los casos permite conseguir una reducción perfecta de la fractura. Este tipo de reducción requiere de una gran manipulación provocando daño al tejido adyacente, así como a la irrigación que prolonga el tiempo de reparación y además de que si no se tiene un control estricto con la asepsia se pueden inocular bacterias lo que incrementará un riesgo postoperatorio.(5)

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA APLICACION DE LOS FIJADORES ESQUELETICOS EXTERNOS

Una vez tomada la placa radiográfica en dos posiciones (A.P. y lateral) del miembro fracturado debemos proceder a "colgar" al paciente, con el fin de que se facilite la reducción de la fractura, por medio del efecto de tracción que se ejerce por el propio peso del animal. Esto se puede realizar con un tramo de piola de 2 o 3 metros, en un extremo se hace un nudo corredizo el cual se aplica en los dos dedos centrales 3 y 4, el otro extremo se sujeta de una armella previamente fijada al techo, se cuelga al perro dejando un espacio entre la mesa y el cuerpo de 5 a 20cm, el tiempo que permanezca colgado el perro dependera del grado de contractura que presente cada caso, generalmente es suficiente el que transcurre al preparar al paciente.(6,17)

La aplicación de fijadores esqueléticos externos es una cirugía y todo el proceso debe manejarse asepticamente, por lo que hay que rasurar, lavar y embrocar, así como vestir quirúrgicamente, tanto el extremo distal del miembro como el cuerpo mismo del animal, dejando solo libre el área en donde se va a trabajar.(5)

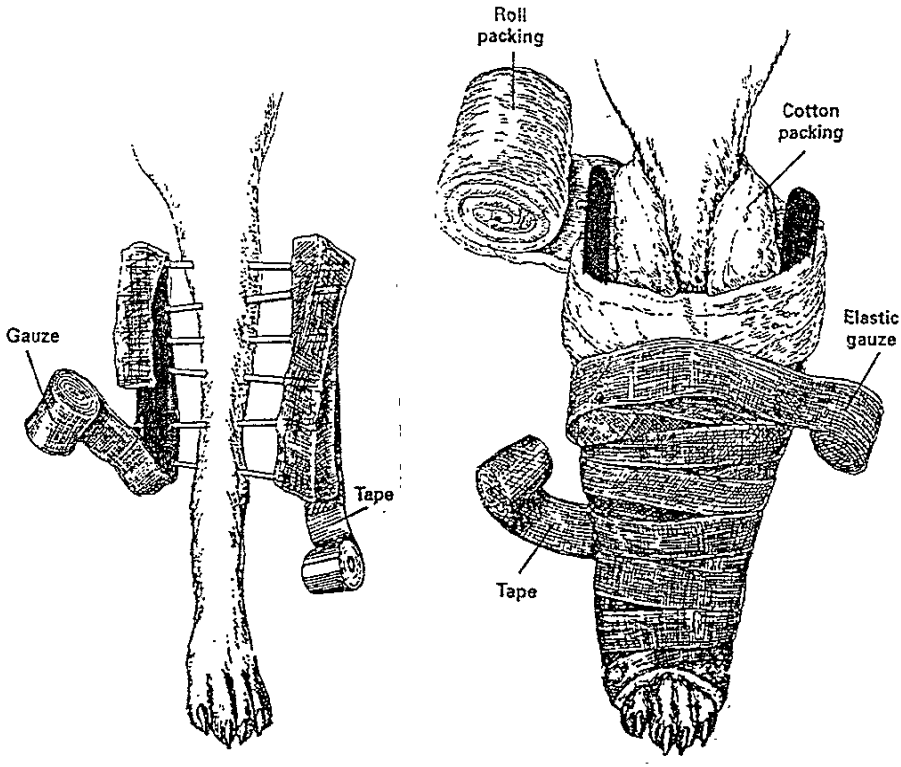
Antes de colocar los clavos se debe reducir el foco de la fractura. Ya sea en forma abierta o cerrada, procurando que la superficie de contacto entre ambos fragmentos en el caso de animales menores a 6kg corresponda como mínimo al 50%, no así en animales cuyo peso sea superior en donde la superficie de contacto mínima deberá ser del 75%. en los casos que primero se aplican los clavos fijadores percutáneos antes de reducir la fractura, sucede que la piel impide la reducción de esta, además que los clavos fijadores pueden tensar aún más la piel. A continuación se aplican los clavos percutáneos de fijación con una angulación mínima de 15 a 20°, aunque los standares señalan que se deben usar inclinaciones de 45 a 60°..(2,15,20,21)

La técnica original de aplicación es la siguiente:

1. Se debe realizar una pequeña insición en la piel, en donde se decidió aplicar el montaje del clavo fiajdor.
2. Enseguida se disecciona el tejido blando.
3. Se selecciona una broca 1 mm menor que el diámetro del clavo de steinmann que se va a usar como clavo de fijación y se procede a realizar una perforación, usando una guía para broca, para evitar daño al tejido circunvecino.
4. A continuación se aplican los clavos, ya sea manualmente con un taladro de Jacobs o con un taladro inhalámbrico de baja velocidad que no exceda 150 revoluciones por minuto. El uso de taladros de alta velocidad trae consigo un calentamiento del hueso y por lo tanto una termonecrosis alrededor de este, existe una actividad osteoclástica, y los clavos se pueden aflojar en un período de 2 a 3 días. (4,15,19,21)
5. Una vez aplicados los clavos se procede a doblar los extremos usando unas pinzas de presión, teniendo especial cuidado de no hacer palanca con el hueso. De esta forma los extremos quedaran incluidos en la barra conectora. Se deja un espacio de 1 a 1.5 cm entre la barra conectora y la piel. Además los clavos nunca deben salir por la insición de la piel que se realizó para la aproximación al foco de la fractura. (4,15,19,20,21)
6. Se procede a formar la barra conectora la cual se fabrica de acrílico no esterilizable de metilmetacrilato que viene en forma de polvo y líquido y se vierten estos dos elementos en un recipiente de metal los cuales deben mezclarse por un lapso de 2 a 3 minutos que tomarán una consistencia de masa y se vacía en la palma de la mano dandole forma triangular a la barra. No es recomendable el batido vigoroso, ya que provoca la incorporación de burbujas de aire en la mezcla y origina poros en el resultado final, restanto resistencia al acrílico cuando este polimerizado.También no es recomendable recoger la masa del recipiente con los dedos pues esta acción hace que se desperdicie mucho material y los dedos quedarán llenos de acrílico lo que impide moldear de manera adecuada la barra conectora.(1)

El tiempo de fraguado es de aproximadamente de 3 a 5 minutos pero el tiempo varía según la proporción del líquido y el polvo. Dando una reacción isotérmica que alcanza temperaturas hasta de - 110° por lo que es necesario aplicar alrededor de los clavos compresas de agua fría, para evitar que se transmita el calor al hueso por medio de estos produciendo termonecrosis y en concecuencia un aflojamiento prematuro de los clavos.(1,2,12)

Las barras conectoras deben ser cubiertas con venda gasa para evitar que se enganchen en algún sitio, y el animal al tratar de safarse puede aflojar los clavos y desestabilizar todo el aparato de fijación esquelética externa.(15)



ZONAS DE APLICACION EN HUESO DE LOS CLAVOS QUE COMPONEN LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

Las zonas en las que se divide el hueso de acuerdo a la situación en las que se pueden o no aplicar los clavos fijadores son 3:

1. **Zona segura:** Es aquella en donde sin ningún riesgo de complicación podemos colocar los clavos de fijación. Por ejemplo en epífisis de húmero y fémur, en radio - corresponde a toda la diáfisis y tibia es un hueso en donde presenta mayores zonas seguras.(8)

2. **Zona peligrosa:** Se refiere a las zonas que implican un mayor - riesgo que las zonas seguras, pero que en caso necesario pueden ser usadas. Por ejemplo en metaepífisis de húmero y fémur y en epífisis del radio. (4,8,21)

3. **Zona prohibida:** Se localizan en donde la aplicación de los clavos pueden provocar un daño mucho mayor como en - superficies articulares, estructuras neurovasculares, en donde hay grandes masas musculares, ligamentos, tendones, líneas de crecimiento y en la - línea de fractura. Por ejemplo en la diáfisis del húmero y fémur y en tibia es la cresta tibial.(4, 21) También no deberán salir lo clavos por la insición de la piel que se realizó para la aproximación del foco de fractura pues habría un retardo en el tiempo de cicatrización de los tejidos blandos por tener contacto más cercano entre el medio ambiente y el hueso por medio de los clavos fijadores.(8,12)

FACTORES QUE SE DEBEN CONSIDERAR PARA LA SELECCION DE LA CONFIGURACION DEL FIJADOR ESQUELETICO EXTERNO

Para la selección de acuerdo al tipo de fractura y a las características del paciente se debe tomar en cuenta que debemos de determinar el fijador ideal y seguir la técnica ideal para tener un buen resultado y evitarnos complicaciones.(12)

El método de reparación de la fractura se basa en el tipo y localización de la fractura, el tamaño y la edad del animal; cuantos huesos o extremidades estan afectadas y el daño concomitante de los tejidos blandos, otros factores que debemos considerar incluyen el comportamiento y el medio ambiente del animal, la cooperación del propietario durante el período de convalecencia y lo que se espera del animal después de la unión ósea. (2)

Debemos tomar en cuenta las consideraciones para el tratamiento con los fijadores esqueléticos externos que son: velocidad de inserción, tipo de configuración, cuidados postquirúrgicos, solicitud de apoyo, número de clavos por fragmento, diámetro del clavo, distancia entre los clavos, características del paciente.(16)

Cada paciente es diferente y por eso se debe realizar un análisis para desarrollar un plan de fijación, y por lo tanto se diseñaron tablas en las que se consideran cada uno de estos factores y se otorgan calificaciones del 1 al 10. Una vez realizado el análisis se emite una calificación final la cual es utilizada para mas tarde desarrollar nuestro plan de fijación de la fractura.

La configuración de los fijadores esqueléticos externos varía en los diferentes tipos de fracturas por lo que los más simples (Ia y Ib) son recomendados para calificaciones de 8 a 10 y los más complejos (Tipo II) para calificaciones de 1 a 3, y en pacientes que obtienen calificaciones bajas es necesario aplicar fijadores óseos compuestos, relativamente rígidos, mientras que para pacientes con calificaciones altas se recomiendan fijadores menos rígidos.(21)

La fuerza y rigidez de un fijador óseo utilizado en la reparación de una fractura son determinados por:

a) El tipo de fijador esquelético externo
b) Técnica de aplicación
c) Cuidados postoperatorios.(2,15,21)

CALIFICACION

1	5	10
Configuración:		
Sostén	Neutralización	Transmición
Talla del paciente:		
Pesado	Medio	Ligero
Número de extremidades afectadas:		
Varias extremidades		Una extremidad
Tipo de fractura:		
Fx conminuta	Fx doble	Fx en rama verde
Cirugía prolongada		Cirugía corta
Reducción abierta		Reducción cerrada
Fx expuesta Tipo III	II I	Fx cerrada
Paciente geriátrico	Maduro	Jovén
Paciente débil y enfermo		Paciente sano
Propietario no cooperativo		Propietario cooperativo
Fijador rígido		Fijador poco rígido
Solicitud de apoyo:		
Ideal	Necesaria	No esencial
Clavos por fragmento:		
4	3	2
Diámetro del clavo con respecto al hueso:		
20-30%	20%	15%
Distancia de los clavos:		
1-2 cm de la línea de Fx		3-5 cm
Velocidad de inserción:		
Taladro de vel. lenta	Taladro manual	Taladro vel. alta
Tipo de configuración:		
Multiplanar	Biplanar	Uniplanar
Configuración:		
Tipo III Tipo II	Tipo Ib	Tipo Ia
Cuidados del propietario:		
Detallado	Moderado	Ninguno

REDUCCION DE LA FRACTURA

La reducción de la fractura se refiere al procedimiento de regresar los segmentos fracturados a su posición anatómica original.(7)

Los músculos se contraen constantemente (tono normal) siendo los flexores que se oponen a los extensores equilibrándose en la articulación. Cuando un hueso se fractura, todos los músculos antagonistas se contraen provocando que uno de los fragmentos óseos cabalgue sobre el otro, además de un acortamiento del hueso, - la contracción espástica muscular se intensifica por el daño a la región, la tracción causada por el espasmo muscular es constantemente y permanente, aún bajo anestesia general. Inicialmente la - contracción y el cabalgamiento son de origen muscular y responden a la anestesia general, tracción contraria y a algunos miorelajantes. Después de varios días, una reacción inflamatoria con sus -- cambios proliferativos provoca una contracción permanente, y por lo tanto mayor dificultad al intentar la reducción. Usar una anestesia inhalada es mejor que usar barbitúricos, pues provoca una - ligera relajación del espasmo muscular.(21)

La cicatrización esta influida por el manejo a los tejidos blandos, riego sanguíneo a los segmentos fracturados,exactitud de la reducción y eficiencia de la inmovilización y el cirujano debe mejorar su manejo a tejidos blandos tomando en cuenta lo sig.:

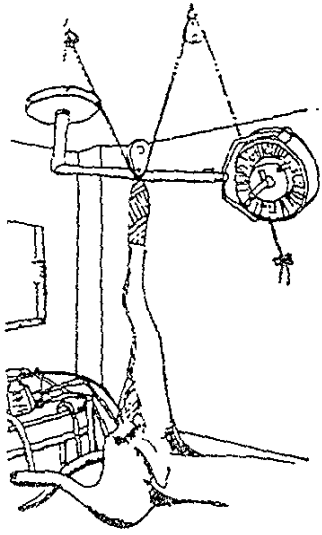
1. Estricta hemostasis: El sangrado activo debe ser controlado para tener una mejor visibilidad del campo operatorio y evitar la - formación de coágulos y reducir algunas complicaciones de la cicatrización.
2. Seguir las separaciones normales de los músculos y las fascias
3. Si durante el abordaje quirúrgico se requiere seccionar músculos, esto debe hacerse cerca de su origen o inserción, ya que esto reduce el trauma, las hemorragias y facilita el cierre.
4. Conocer la localización de los principales vasos y nervios y - localizar estas estructuras y trabajar alrededor de ellas.
5. Evitar una tracción excesiva sobre los nervios, ya que esto -- puede provocar un daño temporal o permanente.
6. Mantener las inserciones al hueso de los tejidos blandos en el proceso de reducción y fijación.(7)

7. Evitar el desgarramiento del periosteo.
8. Utilizar succión es mejor que secar con gasa, ya que reduce al mínimo el trauma a los tejidos blandos.
9. Utilizar gasa húmeda (sol. salina fisiológica) para limpiar el área y debe evitarse la frotación.(7)

En fracturas diafisiarias no se requiere de una reducción -- exacta de los fragmentos fracturados. Cuando una superficie articular se encuentra involucrada en la fractura, los fragmentos articulares deben ser reducidos anatómicamente para restituir la -- congruencia articular y por lo tanto eliminar o reducir el daño y una osteoartrosis secundaria.(3)

El procedimiento general se limita a fracturas recientes y a cierto tipo de fracturas que son estables, algunos métodos sugeridos son:

1) Aplicación de contracción y manipulación
2) Aplicar tracción, contracción y flexión
3) Se usa el peso del animal para aplicar tracción y eliminar la contracción espástica de los músculos. Se requiere de 10 a 30 minutos para lograrlo, y así la fractura puede ser manipulada y reducida. Esto se realiza colgando al animal con un tramo de piola de 2 a 3 metros, en un extremo se hace un nudo corredizo el cual se aplica en los dedos centrales 3 y 4, del miembro afectado y el otro extremo se sujeta de una armella previamente fijada al techo de 5 a 20cm (dependiendo del tamaño del perro), el tiempo que permanezca colgado el perro dependerá del grado de contractura que - presente cada caso, generalmente es suficiente el que transcurre para preparar al paciente.(21) Por lo tanto el uso del peso del - paciente es para aplicar tracción y contra-tracción y para lograr la fatiga de los músculos contraídos espasticamente y así lograr la manipulación y reducción de la fractura.(5)

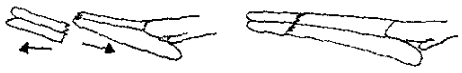


Método para aplicar tracción y eliminar la contracción espástica de los músculos

Cada fractura es individual y requiere de un manejo diferente para realizar su reducción.

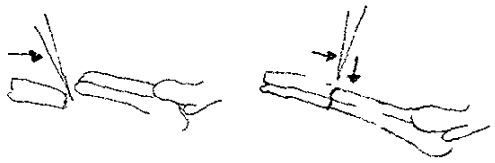
Algunos métodos sugeridos son:

A. Aplicación de tracción, contra-tracción y manipulación.

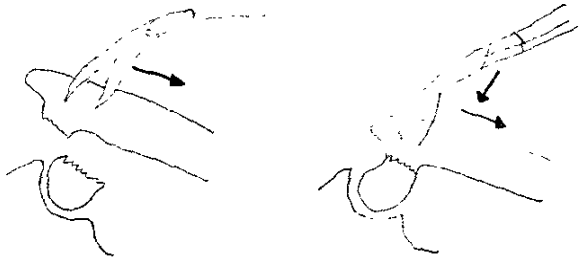


B. Aplicación de tracción, contra-tracción y flexión.

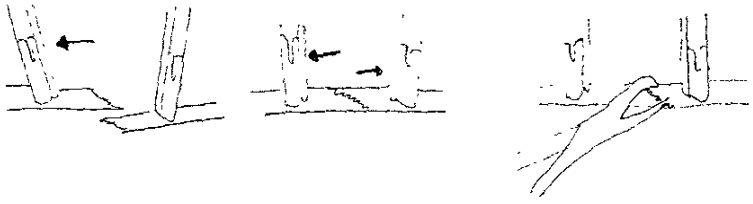
C. Aplicar palanca utilizando algún instrumento, como un osteotomo o mango de bisturí.



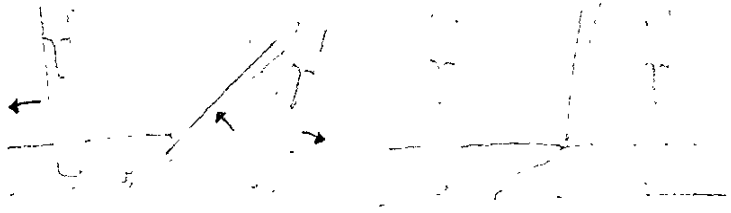
D. Aplicar una fuerza directa (utilizando forceps de hueso) en uno o más fragmentos óseos.



E. Aplicar una fuerza directa en ambos fragmentos óseos. Después de ser reducido por la aplicación de tracción, contra-tracción y rotación correctiva, debe utilizarse un forceps de autosos-- tén para mantener la reducción mientras se aplica la fijación.



F. Aplicar una fuerza directamente sobre ambos fragmentos óseos en combinación con el uso de una palanca.
Los fragmentos óseos deben ser manipulados con mucho cuidado, ya que el manejo inadecuado puede provocar una fragmentación adicional.(17)



CUIDADOS POSTQUIRURGICOS

Un estudio radiográfico postquirúrgico es indispensable para asegurarse de la calidad de la reducción y fijación de los fragmentos óseos.(5) Se debe reevaluar la fractura radiográficamente cada 3 a 4 semanas, hasta que haya sanado.(4)

Los cuidados postquirúrgicos deben ser diferentes en cada uno de los pacientes porque los fijadores esqueléticos externos más complejos necesitan un monitoreo más estricto que los simples. Si alguno de los clavos esta perdiendo fijación es fácilmente reemplazado por otro de mayor diámetro que siempre debe quedar alineado en un sólo plano y por medio de una revisión rutinaria y cercana, el médico puede asegurarse de que el aparato de fijación no ha pérdido su rigidez.(12)

Los pacientes son reintegrados a sus casas en los 2 a 3 días posteriores a la cirugía.(5)

En caso de no haber guardado en estricto control aséptico durante la cirugía se debe administrar la terapía antibiótica durante los primeros siete días, prolongándose en caso de fracturas expuestas, infectadas o en donde el daño al tejido blando comprometa la cicatrización.(2,7,12)

En algunos casos puede ser indispensable un collar isabelino en caso de que el animal se lama la insición ya que puede retrasar la cicatrización del tejido blando, o puede quitarse el aparato de fijación.(10)

La inspección de los tejidos blandos debe realizarse diariamente durante los primeros siete días limpiandose la piel de alrededor de los clavos usando peróxido de hidrógeno, con una torunda de algodón y se cambian los vendajes que cubren la barra conectora ya que estos evitan que el animal se enganche en un mueble.(8)

La fijación esquelética externa permite que el animal realice ejercicios desde los primeros días permitiendo la reabsorción de hematomas, disminuye el edema, mejora la circulación y hay micromovimientos en el tejido óseo participando en la consolidación ósea. Los movimientos articulares deben realizarse sin provocar dolor, por períodos de 30 minutos por 2 o 3 veces al día y fomentando el apoyo del miembro traumatizado para evitar la enfermedad

de la fractura, atrofia muscular del miembro, excesiva producción de callo óseo y anquilosis.(2,15,21)

Se deben evitar los ejercicios excesivos ya que si no se limita el ejercicio las interfases clavo-hueso pueden aflojarse prematuramente y perderse la fijación.(4)

La limitación del ejercicio es de por lo menos de 4 a 8 semanas.(5)

Dentro de los cuidados posquirúrgicos se incluye la dinamización que es desensamblar parcialmente el armazón de la fijación esquelética externa rígida para una configuración flexible después de que se han formado los puentes óseos (unas seis semanas después de la cirugía).(4) Y se realiza el corte de algunos de los clavos trasnfijadores pegado a la barra conectora y cubriéndolos con algodón y tela adhesiva para evitar laceraciones con los bordes cortantes, siendo que la interfase clavo-piel no se cubre.(21) Esto aumenta la carga de la fractura, estimulando la hipertrofia del callo y la remodelación mientras protege a la fractura de fuerzas excesivas que pudieran volver a causar la fractura.(4)

Para retirar el fijador, se debe analizar la signología clínica y radiográfica, siendo que en la radiográfica se ve la pérdida de la línea de fractura, los contornos de los extremos de la fractura se vuelven imprecisos y en el sitio de unión se aprecia un callo en forma de columna que atraviesa la línea de fractura. Por lo tanto el aparato se retira en el momento en que la consolidación ósea se establece.(3)

Para retirrar el aparato no se requiere de anestesia general a menos de que se retiren clavos con cuerda.(9)

Cuando se ha retirado el aparato, el ejercicio deberá ser controlado hasta que el callo este mineralizado en su totalidad.(5)

DINAMIZACION

Es el procedimiento que permite liberar fuerzas de carga -- (compresión) sobre el eje de una fractura, dicha fuerza esta dada por el peso fisiológico y la contracción muscular y a la vez controlando las fuerzas de flexión y rotación sobre el hueso afectado. Esta liberación se obtiene disminuyendo la rigidez del tipo - de fijador empleado en la fractura, para convertir la configura-- ción del fijador en una más flexible. (12,16,21)

Es decir, es desensamblar parcialmente el armazón de la fijación esquelética externa rígida en una configuración flexible después de que se han formado los puentes óseos nuevos. Y esto aumenta la carga de la fractura estimulando la hipertrofia del callo y la remodelación mientras protege a la fractura de fuerzas excesivas que pudieran volver a causar fractura.(4)

La dinamización o desestabilización se realiza modificando - la configuración del aparato de F.E.E o mediante la remoción de - clavos. (4,16,21)

a) Modificación de la configuración:
   Fijador Tipo III ---------- Tipo II
   Fijador Tipo II ---------- Tipo Ib
   Fijador Tipo Ib ---------- Tipo Ia

b) Remoción de clavos:
   - Siempre debe realizarse el corte en forma alternada
   - En el fijador Tipo III se quita una barra completa que es la medial.
   - Y los clavos que quedan se empiezan a aflojar postdinamiza-- ción ya que están recibiendo más carga.

Los objetivos de la dinamización son:

1. Eliminación del stress del hueso afectado
2. Se incrementa la solicitud ósea, es decir la formación de --- callo óseo y remodelación adecuada.
3. Induce los micromovimientos (estrategia de inducir movimientos interfragmentarios) que estimulan la reparación periostial.
4. Disminución de la rigidez del fijador, promoviendo mayor ten-- sión en la fractura, a medida que se desarrolla la cicatriza-- ción ósea.(4,12,16,21)

Estudios han demostrado que fijadores muy rígidos en fracturas inestables provocan mayor protección al stress del fijador, - deprimiendo el estímulo fisiológico para la hipertrofia del hueso (puentes óseos), así como una falta de remodelación adecuada. Esto debe de considerarse para la decisión y aplicación del tipo de fiador esquelético externo.(21)

Algunos estudios han demostrado que el incremento de rigidez de un fijador, mediante el incremento del número de clavos y de - barras conectoras o utilizando configuraciones biplanares, disminuyen la formación de callo óseo y favorece el desarrollo de la - cicatrización primaria.(8)

La dinamización se realiza dependiendo de las sig. circuntancias:

1. Del paciente,ya que la consolidación de acuerdo a la edad de - este requiere de un tiempo variable.
2. De la localización y tipo de fractura.
3. Evaluación radiológica
4. Evaluación clínica.(4)

Es muy importante considerar que al disminuir el número de - clavos (dinamización) por fragmento óseo aumenta la tensión en la interfase clavo-hueso de los clavos restantes lo cual puede provocar aflojamiento prematuro de estos. (12)

Este procedimiento puede comenzar a realizarse de la 1 1/2 a las 3 semanas considerando que la remoción total puede variar - de las 6 a las 10 semanas.(15)

VENTAJAS DE LA UTILIZACION DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

1. Brinda una fijación estable de los fragmentos óseos.(12,15,16)
2. Amplio espectro de aplicaciones. (21)
3. Inmovilización adecuada de las fracturas sin tener que recu-- rrir a aditamentos complementarios.(12,15)
4. Por la gran estabilidad que proporciona hay optimización del tiempo de reparación.(21)
5. Se utilizan métodos quirúrgicos no invasivos, por lo que la - reparación se optimiza.(12)
6. Se puede realizar en algun tipo de fracturas la reducción a - foco cerrado.(15)
7. Es tolerado por el paciente.(5)
8. Favorece la ambulación prematura promoviendo la circulación.
9. No daña la vasculatura del hueso. (12)
10. Hay mínimo daño a los tejidos.(12)
11. El clavo no se coloca en el sitio de fractura, lo que es preferible en caso de fracturas contaminadas.(21)
12. El tiempo requerido para la colocación de los clavos es mínimo. (5)
13. Si la fractura fue expuesta, puede quedar al descubierto la - herida para la evaluación postoperatoria.(18)
14. Por la recuperación rápida del paciente y por el uso temprano de la extremidad favorece la circulación y no hay atrofia muscular.(12,21)
15. No inmoviliza las articulaciones adyacentes.(2)
16. No requiere de material sofisticado para su aplicación.(14)
17. Bajo costo y fácil de aplicar.(21)
18. Es fácil de retirar.(16)
19. No requiere de reemplazos continuos a diferencia de los vendajes o férulas convencionales.
20. Dadas las características moldeables del acrílico hay un gran número de configuraciones y alternativas a realizar para estabilizar los fragmentos óseos.(16)
21. El ángulo de entrada y diámetro de los clavos de fijación no son restricción para el aparato de fijación con acrílico.(16)
22. Radiográficamente la barra de acrílico no impide la evalua--- ción de la línea de fractura, por ser radiolúcida.(21)

DESVENTAJAS DE LA UTILIZACION DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

1. Cuando las barras conectoras no son debidamente protegidas, -- aumenta la facilidad del paciente en golpearse contra muebles o muros, ocasionando aflojamiento prematuro de los clavos de - fijación y desestabilización de la fractura.
2. Puede haber exudados por los orificios que producen los clavos lo que desagrada al cliente.
3. En animales inquietos las barras pueden ser destruidas.
4. Pobre alineación de los fragmentos cuando la reducción es ce-- rrada.
5. En algunos tipos de fracturas de húmero y fémur aún no esta -- comprobada su efectividad.
6. Posible infección de los tejidos blandos adyacentes a los cla- vos percutáneos y que aveces requiere de curación periódica.
7. Antiestético para el propietario del paciente. (2,4,8,10,12,15 16,19,21)

ERRORES Y COMPLICACIONES

Esta comprobado que más del 90% de las complicaciones en la cirugía ortopédica corresponden a iatrogénicas y que se deben a - errores en la técnica, mal planeamiento y distracción del cirujano.(21)

Los errores más frecuentes son:

1. Improvisación de la técnica, por ejemplo uso de taladros caseros de alta velocidad para la aplicación de los clavos de fijación lo que produce termonecrosis del hueso que rodea al clavo y que trae como consecuencia un aflojamiento prematuro del clavo.(8)
2. Errores en la técnica por desonocimiento de esta.(12)
3. Adaptación de implantes inadecuados y es cuando se usan clavos de fijación muy delgados o muy gruesos con respecto al diámetro - del hueso a tratar.(16)
4. Falta de asepsia durante el proceso que trae como consecuencia una infección del trayecto del clavo y de la sección la cual se - puede reflejar en un aflojamiento del aparato en la interfase clavo-hueso.(12,15) También se puede provocar una osteomielitis, pero en los pacientes raramente se observa cuando se usa la fijación con clavos percutáneos y las infecciones del trayecto del - clavo suelen curar rápidamente después de retirar el clavo flojo. (12)
5. Mayor manejo de tejidos blandos y tejido óseo, como dañando la vasculatura del tejido óseo, realizando exagerado levantamiento - del periostio que trae como consecuencia el retraso de la formación del callo óseo, desplazamiento interfragmentario óseo y - unión retardada.(8,12)

El resultado de estos errores son las complicaciones y en el caso de la fijación esquelétioca externa son:

A.Unión retardada:Es cuando la fractura requiere mayor tiempo que el normal para cicatrizar pero muestra signos definitivos de progreso de la curación.Y no necesita otro tratamiento que continuar el empleado en la fractura, es decir seguir la inmovilización --- (asumiendo que hay fijación estable) permite que ocurra la cicatrización en la mayoría de los casos.(4)

La causa más común de unión retardada es la fijación inade-- cuada y a la inestabilidad resultante en el sitio de la fractura. (4)

B. No unión: es cuando una fractura no cicatriza en un período mayor y que no tiende a cicatrizar más allá de este período. Esta - falta de unión requiere de alguna forma de intervención quirúrgica para que progrese la cicatrización.(4,8,12,17)

La unión retardada y la no unión suceden por:

1. Uso de configuraciones inadecuadas al tipo y sitio de fractura
2. Pérdida de hueso secundario al traumatismo o a remoción transquirúrgica.
3. Interposición de tejido blando entre ambos fragmentos óseos.
4. pérdida del aporte sanguíeno como resultado al traumatismo inicial o debido a traumatismo quirúrgico.
5. Infección postquirúrgica.
6. Obturación de la médula ósea.
7. Levantamiento excesivo del periostio.
8. Desuso funcional por daño neuronal.
9. Neoplasias. (2,8,12,17,21)

C. Mala unión: Ocurre cuando la fractura sana pero el alineamiento es malo, produciendo función anormal del miembro. Esto es por una reducción inicial inadecuada o falta de reducción debida a fijación inadecuada. El tratamiento incluye osteotomía,realineamiento y fijación adecuada. (4,8,12) Esta sucede por:

1. Uso de configuraciones inadecuadas al tipo, sitio de fractura y al peso del animal.
2. Aflojamiento prematuro de clavos de fijación.
3. Movimientos de alguno de los fragmentos, sobre todo cuando se usa solo un clavo por fragmento.
4. Nuevas fracturas en la interfase clavo-hueso, que es la zona - más débil de todo el fijador, por clavos aplicados demasiado cerca uno con respecto del otro, o por esfuerzos de dicho sitio por movimientos exagerados de la mascota, nuevos traumatismos, etc.
5. Falta de cuidados del propietario. (2,8,12,17,21)

D. Nuevas fracturas por:

1. Clavos de fijación aplicados demasiados juntos. En donde las - interfases hueso-clavo quedan a menos de 5 mm una con respecto de la otra.

2. Clavos excesivamente gruesos con respecto al diametro del hueso y al clavo intramedular seleccionado en el caso de fémur y húmero.

3. Solicitaciones exageradas de carga, esfuerzo y movimiento por caídas, ejercicio prematuro y/o excesivo, nuevos traumatismos, perros obesos, etc.(21)

E. Infección de tejidos blandos:

1. Por fracturas originalmente infectadas.

2. Falta de asepsia durante la cirugía. (2,4,8,12)

F. Osteomielitis:

1. Falta de asepsia y tiempo prolongado en la cirugía.

2. Por fracturas originalmente infectadas.

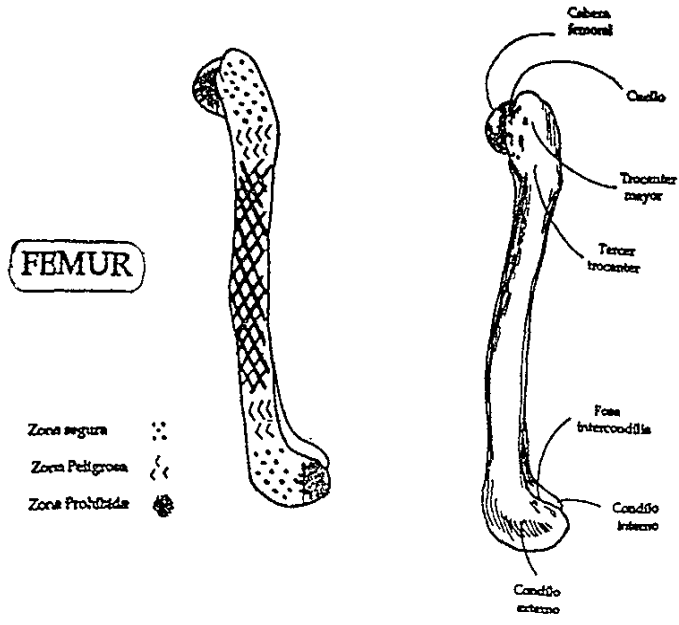
3. Excesivo daño a la vasculatura del hueso. (8,12,17)

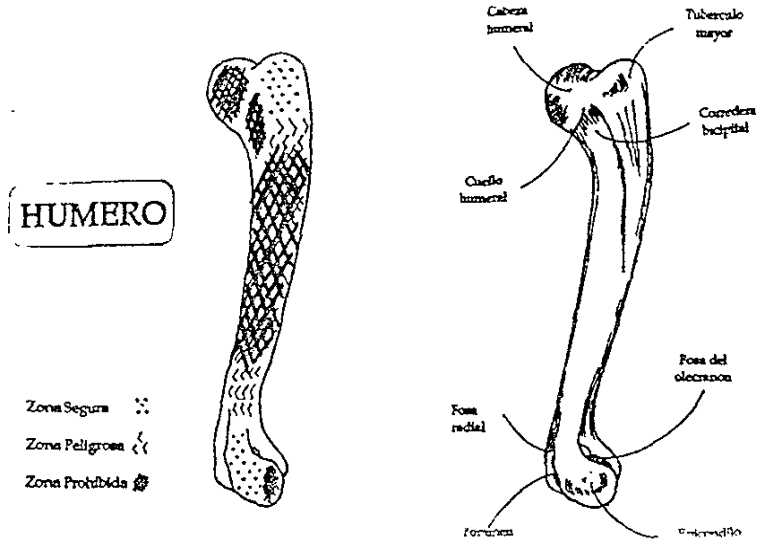
APLICACION DE FEE EN FEMUR Y HUMERO

La aplicación de FEE en estos dos huesos se trataran en forma simultánea por tener características similares.

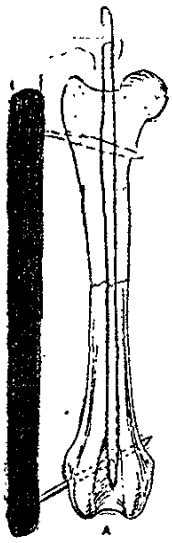
La zona prohibida de ambos huesos se encuentra en la diáfisis, la metaepífisis es una zona peligrosa, así como las fisis, las -- epífisis son zonas seguras teniendo especial cuidado con la corre- dera de la petela del fémur que es una zona prohibida, así como - la parte más caudal de los cóndilos externo e interno pues en medio de estos se encuentra la fosa intercondilea que si es atravezada por los clavos de fijación puede dañar la articulación femorotibiorotuliana.(12,15,19,21)

Las zonas prohibidas del húmero incluyen el surco bicipital - en el cual se aloja el tendón que da origen al biceps braquial,si montamos los clavos de fijación en esta zona se puede provocar -- una tendinitis. La parte más caudal de los cóndilos también es -- una zona prohibida pues en este sitio se encuentra la fosa olecra- neana que recibe la apófisis anconea del cúbito durante la extensión del codo, si atravezamos esta zona afectaremos gravemente la articulación. La troclea del húmero también es una zona prohibida por ser una superficie articular. (19,21)

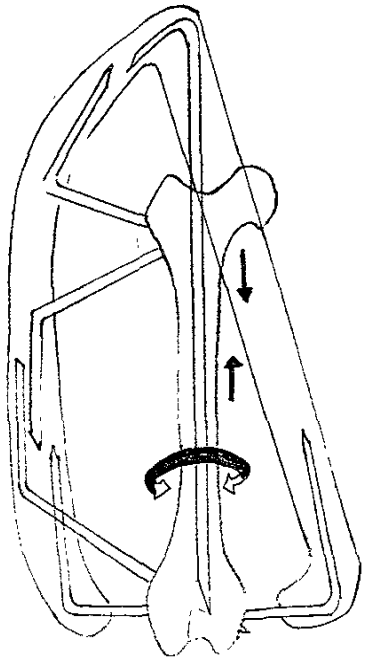




El uso de la Fijación Esquelética Externa en fémur y húmero se comienza con la aplicación de un clavo intramedular el cual debe ser introducido de manera normógrada y se une a la barra conectora del FEE el cual es usado como un elemento auxiliar o secundario, este fijador es aplicado tridimensionalmente en donde los -- clavos fijadores 1, 2 y 3 son medios clavos y el clavo no.4 es un clavo completo que atravieza ambas cortezas y ambas superficies - de la piel, puede añadirse un tercer clavo a cada fragmento de la fractura, estos clavos desde luego son aplicados en zonas seguras y en casos muy necesarios en zonas peligrosas. Los clavos fijadores se pueden montar en planos diferentes y no en un sólo plano - (uniplanares), pues las características moldeables del acrílico - nos brindan la posibilidad de incluírlos en una sola barra conectora lateral. Este tipo de fijador mixto o de tipo III se usa una segunda barra conectora que une precisamente el extremo medial -- del clavo no.4 o 6 según sea el caso con el extremo más proximal del clavo intramedular, cuyo extremo desde luego se deja externamente, formando de esta forma una barra conectora oblicua, ambas barras pueden unirse por un puente de acrílico, aplicando a los extremos distales de ambas barras, moldeando una "A".(4,10,12)



Los Fijadores Esqueléticos Externos son usados con un clavo intramedular para prevenir rotación o colapso de los fragmentos. (4,10,15)



Configuración tridimensional con un clavo intramedular para el fémur y húmero. (10)

APLICACION DE FEE EN RADIO

Las fracturas de radio son comunes en la práctica de pequeñas especies. La mayor parte de estas fracturas ocurren como resultado de accidentes automovilísticos, caídas o saltos.(4)

Se pueden observar varios tipos de fractura de uno o ambos huesos que son radio y unla. La Fijación Esquelética Externa es la técnica de elección para la mayoría de las fracturas de radio. La poca masa muscular en este hueso hace que muchas de las fracturas sean expuestas por lo que los FEE ofrecen estabilidad de los fragmentos óseos y permiten hacer escarificaciones y curaciones en el sitio afectado.(4,8,9,12,15,19,21)

En fracturas recientes del radio no expuestas se recomienda la cirugía a foco cerrado, con el paciente suspendido parcialmente del miembro fracturado.(21)

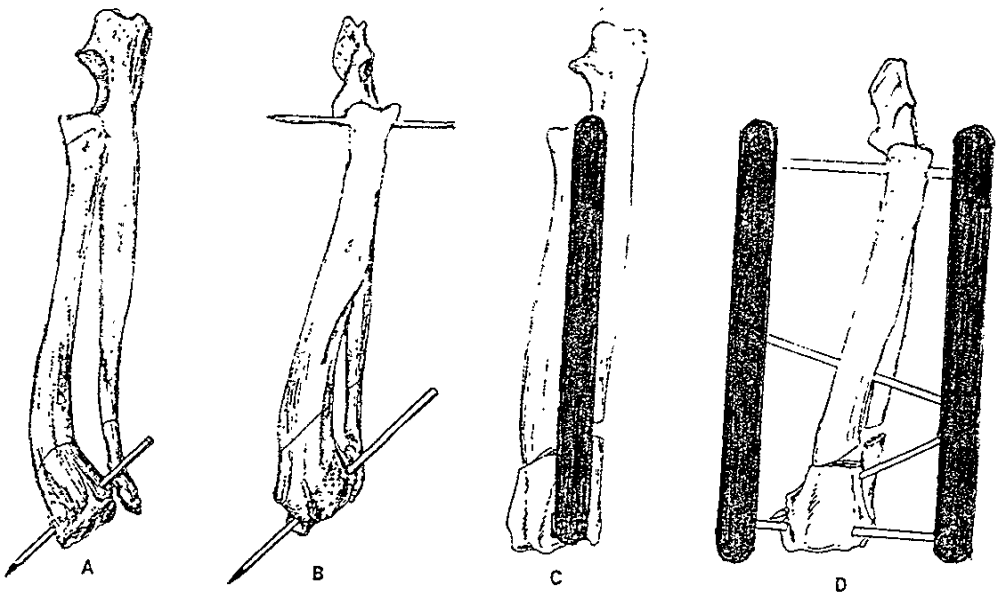
La configuración específica que debe usarse depende de la estabilidad y localización de la fractura.(2) El uso de configuraciones tipo I esta restringida a fracturas recientes muy estables (transversas) en animales cuyo peso sea inferior de 4kg y estos deben ser aplicados preferentemente en la cara craneal, aunque también pueden ser montadas por la cara medial.(4,12, 15,)

La configuración tipo II se recomienda que la aplicación de los clavos fijadores sea de la cara medial a la lateral. Y este tipo de configuración resulta excelente como método de fijación en osteotomías correctivas, pues en este tipo de correcciones el extremo distal puede ser tan reducido que solo este mecanismo suele dar resultado, pues los clavos fijadores pueden adaptarse perfectamente a esta características en estos casos se recomienda que el clavo 4 0 5 sea un clavo completo y el clavo 3 0 4 este compuesto por 2 medios clavos unidos cada uno a su barra conectora.(4,12,15,21)

Se ha propuesto que los clavos 1 y 4 o en su defecto el más proximal o el más distal deben ser aplicados perpendicularmente del eje axial del hueso pues montado de esta forma aportan mayor fuerza a la interfase clavo-hueso, los clavos fijadores de en medio deben aplicarse a una angulación entre 40^{o} y 65^{o}.(12,19)

La fuerza de tensión en el radio se encuentra en la cara craneal por lo que se debe usar configuraciones la craneomedial o -- craneolateral, Ib o configuraciones tipo II las cuales por su rigidez aportan muy buena estabilidad en fracturas conminutas o multifragmentarias, neutralizando perfectamente la fuerza compresiva.

La zona segura del radio corresponde a toda la diafisis, las zonas peligrosas se encuentran en la epifisis. En casos de animales jovenes cuyas lineas de crecimiento no hayan cerrado debe evitarse su aplicación sobre estas. Al montar clavos fijadores por - la cara craneal hay que tener especial cuidado en no lesionar la vena cefálica, al arteria y nervio radial, además de los tendones de los músculos extensores de los deos.(21)



A. Osteotomía ablicua para corrección de la deformidad angular y rotacional del radio causada por un cierre prematuro de la fisis distal unlar. B.Lugar de los clavos fijadores distal y proximal. C. y D.La corrección de la osteotomía es estabilizada con un Fijador Esquelético Externo.(15)

APLICACION DE FEE EN TIBIA

La tibia es un hueso ideal para la aplicación de FEE dadas sus características anatómicas y escasa masa muscular que lo rodea, estas características permiten que la mayoría de las fracturas cerradas, puedan reducirse a foco cerrado, debemos recordar que no es indispensable la reducción anatómica de la fractura,lo importante es que el miembro tenga una alineación funcional, y los extremos de los fragmentos tengan una superficie de contacto de al menos 50% en caso de perros de talla chica y de 70% en perros de talla grande.(12,19,21)

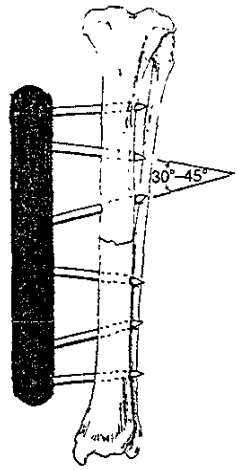
El fijador esquelético externo puede usarse en todo tipo de fracturas del cuerpo tibial, en fracturas expuestas, en osteotomías correctivas y en procesos de falta de unión.(2,9,15)

En fracturas muy estables de perros jovenes de talla chica se puede usar una configuración de tipo Ia por la cara medial, lateral o craneal aunque esta última es el sitio de elección -- pues en la tibia al igual que en el radio la fuerza más importante a neutralizar es la tensión craneocaudal.(4,15,16)

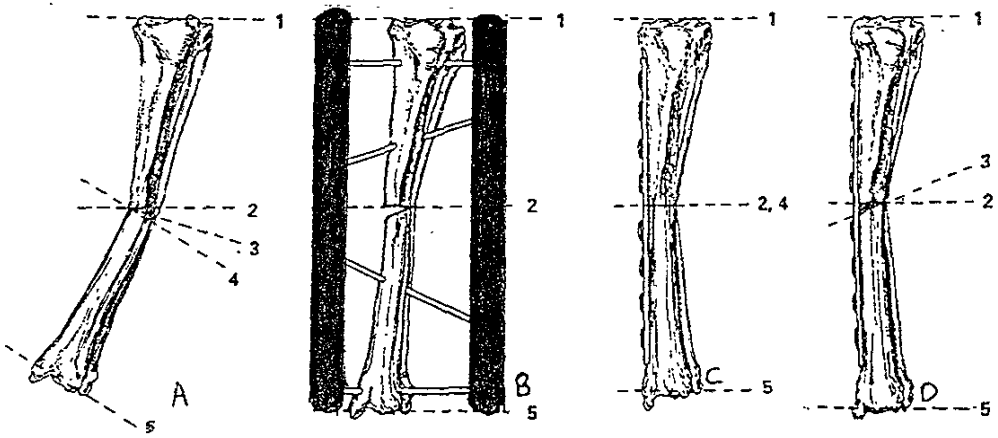
La configuración tipo II es muy resistente a la fuerza compresiva, por lo que se debe usar en fracturas muy inestables del cuerpo tibial.(4) Y en esta la aplicación de los clavos debe ser preferentemente de la cara medial a la lateral, debido a que la mayor cantidad de masa muscular se encuentra en la cara caudal y lateral en su extremo proximal..(16)

Y la configuración tipo III se usa en fracturas muy complejas y en perros muy pesados.(15)

Las zonas seguras de la tibia para la aplicación de los clavos fijadores es en todo el hueso, las zonas peligrosas son los maleolos porque se pueden fracturar e intervienen en la articulación y las zonas prohibidas son las líneas de crecimiento en perros jovenes y la cresta tibial.(21)



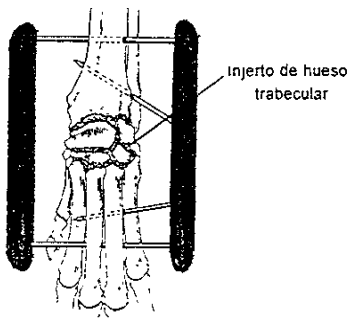
Fijador Esquelético Externo tipo I de seis clavos(unilateral) aplicado en el lado medial de una fractura de tibia relativamente estable. (4)



A. Osteotomía correctiva para la deformidad angular de la tibia
B. Osteotomía estabilizada con los fijadores esqueléticos externos con barra conectora fabricada con metilmetacrilato.(15)

APLICACION DE FEE EN CARPOS

La principal indicación del uso de Fijación Esquelética externa es para provocar artrodesis de la articulación y esta se lleva a cabo cuando se presenta un daño severo a los ligamentos, en -- luxaciones crónicas, en fracturas articulares, en mala unión articular, artritis dolorosa que no responden al tratamiento. Y para efectuar la artrodesis es primordial contar con una estabilidad - adecuada, y se debe realizar una remosión completa del cartílago articular, autoinjerto de hueso esponjoso, fijación rígida adecuada y antes de colocar los clavos fijadores se debe verificar la - angulación que se dará a la articulación que será sometida a una artrodesis. En los carpos el ángulo de fusión es de 10° en hiperextensión. Y el proceso de fusión se tiene que estar verificando con un estudio radiográfico mensual.(4,15)



Artrodesis pancarpiana estabilizada con Fijación Esquelética Externa.(4)

APLICACION DE FEE EN TARSOS

Las principales indicaciones del uso de la fijación esquelética externa es para lograr la artrodesis tarso metatarsiana o la panoartrodesis y se emplea el FEE tipo II.(15)

APLICACION DE FEE EN MANDIBULA

El Fijador Esquelético Externo en mandíbula consiste en la aplicación de clavos percutáneos dentro del cuerpo de la mandíbula respetando los alveolos dentarios y raíces dentales, evitando dañar la arteria, vena y nervios mandibulares y esto se evita insertando los clavos en el tercio ventral del cuerpo mandibular.(2, 14)

El Fijador Esquelético Externo se usa en fracturas del cuerpo de la mandíbula y del maxilar. Siendo su uso en fracturas mandibulares simples, múltiples o bilaterales y se aplica especialmente a fracturas conminutas, fracturas con pérdida de hueso y en fracturas con tejidos blandos dañados, también puede ser usado en fracturas infectadas, en unión demorada o no unión.(9,14)

Provee una estabilidad rígida con un rápido retorno de la función masticatoria, requiere de un mínimo de disección y de ruptura sanguínea, proporcionando un medio ambiente que promueve la cicatrización ósea.(21)

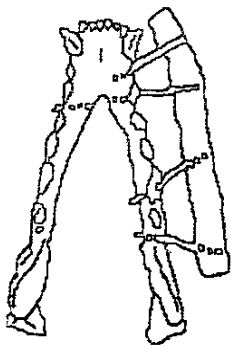
Se deben aplicar un mínimo de dos clavos por fragmento,atravezando ambas corticales y pueden aplicarse en forma transmandibular, es decir atravezando la mandíbula de un extremo a otro;la dirección de los clavos debe ser en ángulos divergentes a la línea de fractura los cuales se unirán a una barra conectora fabricada de metilmetacrilato. El espacio entre la interfase clavo-piel debe ser mínimo de 1cm, mientras que el diámetro recomendado de la barra conectora de acrílico será de 1.5-2cm.(14)

El diámetro recomendado del clavo para pacientes de 10 a 12 kg de peso es de 1.95mm(5/64) y en los pacientes de más de 25kg es de 3.18mm (1/8) mientras que para pacientes miniatura y gatos pequeños se recomienda utilizar alambres de Kirschner.(16)

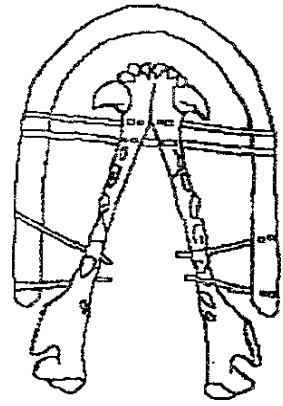
La reducción de la fractura puede realizarse a foco cerrado o abierto para conseguir su coaptación y alineación.(12)

Después de la fijación debe valorarse semanalmente y proveer de un alimento líquido y/o blando por tres semanas y administrar antibioterapia. La evaluación radiográfica posterior a la placa - control debe realizarse a las 3 y 5 semanas, y durante este período se debe considerar la dinamización del fijador según el criterio del médico. Por otro lado se recomienda la higiene bucal diaria con agua oxigenada 1/3 por 2/3 de sol. salina.(14)

Dentro de las complicaciones que se pueden tener posterior a la corrección de las fracturas de mandíbula con la utilización de fijadores esqueléticos externos son: mala oclusión, artritis temporomandibular, pérdidas dentarias, dificultad en la masticación, desgaste dentario anormal, problemas periodontales y estética -- inaceptable; estas se pueden evitar si el tipo de fijador y la -- técnica son adecuadas.(12)



Fijación Tipo I



Fijación Tipo II

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

1. Arias Acrílicos. Mazatlán Np.39, Col. Condesa 06140 México D.F. 1996

2. Arias Cisneros Ma. de Lourdes, Ramirez Flores. Segundo Curso de Ortopedia de Pequeñas Especies. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios en Pequeñas Especies del Norte, A.C. Octubre, 1996.

3. Aron, D; Johnson A. and Palmer R. Biologic Strategies and Balanced Concept for Repair of Highly. Conminuted Long Bone Fractures: Comp. Educ. Small Practice Vol. 17, No.1, 1995

4. Birchard Stephen J., Sherding Robert G. Manual Clínico de Pequeñas Especies Vol. 2 Ed.Interamericana, México D.F. 1996

5. Brinker W.O., Piermattei D.L. Handbook of Small Animal Orthopaedics and Fracture trearment, Second Edition W.D. Saunders Philadelphia Pensylvania, 1990

6. Carmichael D.K., Alyernon R.A. y Jerry H.J. Técnicas fundamentales en Cirugía Veterinaria, Ed. Interamericana, Méx. 1990

7. De Palma, Tratamiento de Fracturas y Luxaciones. Editorial Panamericana, 3a. Impresión. Argentina, 1991

8. Egger E. Complication of External Fixation Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice Volume 21,1991

9. Egger E. & J. Hern Development of an acrylic-pin-external fixator (APEF) system for use in small animal practice. Fixation External Skeletal Course, October, 1992

10. Foland, M.A. Schwars. Biomechanical Evaluation of Half Pin External Skeletal Fixators in Combination with Intramedullary Pins. Veterinary Surgery. 1991

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

11. Ghery D. Pettit DVM History of External Skeletal Fixation Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice Volume 22, 1992

12. Harari J. Complications of External Skeletal Fixation Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice 22:1 1992

13. Herron Michael R. DVM, MS, Diplomate Texas A&M University History External Fixation in Veterinary Medicine Course 1992

14. Mulligan TW: The use of dental acrylics in mandibular fracture repair. In Proceedings of the 18th Annual Veterinary Surgical Forum. Chicago, 1990

15. Olmestead L. Marvin. Small Animal Orthopaedic. Mosby Year Book Inc. 1995. U.S.A.

16. Okrasinki E. & Pardo D. Biomechanical evaluation of acrylic external skeletal fixation in dogs and cats. Journal American Veterinary Medicine Animal Volume 199, 1991

17. Ramirez, F.G.I. Técnica A)/ASIF para la osteosíntesis en pequeñas especies. Estudio recapitulativo,1996

18. Slatter. H.D. Texto de cirugía de los pequeños animales Salvat Editores, S.A., México,1984

19. Van Ee&Rene T. The principles of external skeletal fixation Veterinary Medicine April 1992

20. Willer RL & Egger El Characteristics Application of acrylic pin external fixation splints in long bone injuries Meeting Abstracts-ACVS 1991

21. Zamora Guzman Jose Luis, Flores Gasca Enrique, Memorias del 2o. Congreso de Medicina Veterinaria en Pequeñas Especies del Bajío, Septiembre 1997