



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**METODOS DE FIJACION ESQUELETICA
EXTERNA EN FRACTURAS DE
PEQUEÑAS ESPECIES
(Recopilación Bibliográfica)**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:
ESTHER MARTIN HERNANDEZ**

ASESOR: MVZ. ENRIQUE FLORES GASCA

Cuautitlán Izcalli, Edo de México, 1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U. N. A. M.
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR FACULTAD DE ESTUDIOS
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Métodos de filación esquelética externa en fracturas
de pequeñas especies (Reconstrucción bibliográfica)"

que presenta la pasante: Esther Martín Hernández,
con número de cuenta: 8913416-9 para obtener el TÍTULO de:
Médica Veterinaria Zootecnista.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI PAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlan Izcalli, Edo. de Mex., a 31 de Enero de 199 7

PRESIDENTE	<u>MZ. Carlos González López</u>	
VOCAL	<u>MZ. Rodolfo Ibarrola Uribe</u>	
SECRETARIO	<u>MZ. Enrique Flores Gascón</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MZ. Gerardo Garza Malacara</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MZ. Miguel Ángel Corcuera Castro</u>	

La mayoría de las veces a la violencia la guardo como un recuerdo oculto en mi mente; en una nube distante, pero hay veces en que la nube se dispersa hasta obscurecer el cielo: en esos momentos veo al humano y me recuerda al parecido que tiene la gente con las bestias; siendo depredadores y carroñeros capaces de devorar, deglutir y contaminar cualquier cosa y siento como que el animal va creciendo en ellos y no es ni animal, ni humano sino una inestable combinación de ambos, y después el animal se convierte en racional y el humano en irracional y esta combinación es tan inestable como cualquier cosa que otro Dios haya creado.

“Y me marchó atemorizada.....”.

Moreau & E.

Es necesario precisar que se está luchando contra los animales, en lugar de luchar junto a ellos por un mundo estatista en donde se mantenga la vida plena, como realidad y no como el sueño de un paraíso que alguna vez existió. Esdras M. P..

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme creado y permitirme estar aquí. Por mis Padres, mis hermanas, mi pareja, mis amigos, enemigos y compañeros.

A mis Padres, Ramon Martín y Estela Henández por el cariño que me ragalan, por la alegría y la tristeza, por la emoción, tranquilidad, paz, por darme la Libertad de pensamiento y el apoyo en lo que realizo, por enseñarme las buenas costumbres, el amor y el respeto a la vida y a los demás y por tantas cosas, Gracias.

A mis Hermanas, Chelo, Chuy, Martha, Rita, Tero, Cris y Blanca, que con sus consejos, críticas, apoyo y amor, etc.; me hacen darme cuenta de la amistad incondicional, y por aceptarme aun así como soy.

A J. Toño C.M por todo lo que me das sin pedirme nada, por apoyarme todo el tiempo y estar ahí a pesar de las cosas que nos suceden y que son difíciles, por amarme, por enseñarme a ver las cosas de una forma diferente y por creer en mí, por Todo. T.A.S.-3.

A mi amiga Rosy por todos esos momentos que disfrutamos, por ser así.

A mis cuñados, Osvaldo C.L., Jorge S., Crasen. S. y Javier C., por sus consejos, pláticas y comentarios.

A mis sobrinos Belen, Saira, Jorgito y Adriana, que con la limpieza de su alma me hacen sentir libre de ser y me hacen creer que todo puede cambiarse sólo con una sonrisa.

A mi Abuelita Herminia que me ha enseñado con su forma de ser que todo es posible mientras el ser humano se lo proponga.

A mis tíos y tías. (Chuy y Norma, Gil y Cari, y Chahua).

A mis amigos Rubén A.G., Javier A.F. y Martín F.P., por su ayuda y enseñanzas.
A Normis G.A., Esther C. y Esther L., Roby, Maricruz G., Arturo C., Cuauhtémoc, Celia N.P., Guillermo B., Claudia A. B., Olga, Georgina, Laury, a los 2 Rafaelés, Gerardo y David, Flor y Diana, Jezabel, Leticia, Ilyana, Norabel, Luis Hdz., Abraham y a todos aquellos compañeros de mi vida que por falta de espacio no es imposible mencionar, gracias por las ocasiones compartidas.

A la Srita. Vero Alanís, por su ayuda y tiempo prestado a la presente. Gracias.

A los Sres. Adrián y Federico del Hospital de Traumatología y Ortopedia de Lomas verdes, por su colaboración.

A MI JURADO:

Presidente: MVZ. Carlos González L., por sus comentarios y sugerencias.

Vocal: MVZ. Rodolfo Ibarrola, por sus arreglos, comentarios y pláticas tan amenas.

Secretario: MVZ. Enrique Flores, por sus consejos y amistad.

1° suplente: MVZ. Gerardo Garza M., por sus sugerencias y tiempo.

2° suplente: MVZ. Miguel A. Comejo, por su tiempo y ayuda.

A Todos mis profesores, principalmente al: MVZ. Enrique Flores G., MVZ. Ricardo Carreón, MVZ. Osweilia, MVZ. A. Enrique Esperón S. MVZ. Carlos Gtz. QFB. Lilián Morfín. MVZ. Gerardo López Islas. MVZ. Juan Monroy. MVZ. Carlos M. Appendini y al MVZ. Javier Hernández.

OBJETIVOS

1. **Contribuir al estudio de la fijación esquelética externa en fracturas de pequeñas especies.**
2. **Revisar los aspectos técnicos más relevantes del uso de los fijadores esqueléticos externos en fracturas de pequeñas especies.**
 - 2.1. **Conceptos**
 - 2.2. **Métodos**
 - 2.3. **Funciones**
 - 2.4. **Técnicas**
 - 2.5. **Material**
3. **Analizar las consideraciones relativas al pronóstico y tratamiento de fracturas en pequeñas especies.**
4. **Puntualizar algunos hechos importantes del uso de fijadores esqueléticos externos en fracturas de pequeñas especies.**
 - 4.1. **Avances**
 - 4.2. **Ventajas**
 - 4.3. **Complicaciones**
 - 4.4. **Desventajas**
5. **Analizar los cuidados postquirúrgicos de la cirugía ortopédica con el uso de fijadores esqueléticos externos.**

INDICE

INTRODUCCION.....	1
CONTENIDO.....	3
CAPITULO 1. HISTORIA DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA EN FRACTURAS.....	9
CAPITULO 2. REPARACION FISIOLÓGICA DE FRACTURAS.....	19
2.1. PROCESO DE REPARACION DE LAS FRACTURAS.....	20
2.1.1. FORMA DE REPARACION DE LAS FRACTURAS.....	25
2.1.2. CLASIFICACION DE LAS FRACTURAS.....	28
CAPITULO 3. OSTEOSINTESIS.....	34
3.1 AGENTES VULNERABLES.....	34
3.2. TEORIAS FISICAS AL SISTEMA DE FIJADORES.....	35
3.3. SELECCION DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA.....	37
3.4. TRATAMIENTO DE FRACTURAS.....	37
3.5. PRINCIPIOS DE APLICACION.....	41
3.6. CLAVOS, ALAMBRES, VENDAJES, FERULAS Y YESOS.....	42
3.6.1. REGLAS DE APLICACION DE VENDAJES, FERULAS O YESOS.....	48
CAPITULO 4. FIJACION ESQUELETICA EXTERNA.....	51
4.1. NOMENCLATURA DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA.....	52
4.1.1. CONFIGURACION ACTUAL DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA.....	55
4.2. FUNCIONES DE LOS APARATOS DE FIJACION ESQUELETICA EXTERNA.....	63
4.2.1 COMPRESION.....	63
4.2.2. DISTRACCION.....	65
4.2.3. ESTABILIZACION.....	67

4.3. METODO CONSERVADOR	68
4.4. FIJADORES ESQUELETICOS EXTERNOS	68
4.5. FACTORES QUE DETERMINAN LA RIGIDEZ DE LA FIJACION	70
4.6. INDICACIONES DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA	71
4.7. INSTRUMENTAL Y MATERIAL PARA LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA	72
4.8. TECNICA DE APLICACION DEL FIJADOR ESQUELETICO EXTERNO	82
CAPITULO 5. CUIDADOS Y SEGUIMIENTO POSTOPERATORIO	89
CAPITULO 6. VENTAJAS DE LA UTILIZACION DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA	91
CAPITULO 7. COMPLICACIONES DEL USO DE FIJADORES ESQUELETICOS EXTERNOS	93
CAPITULO 8. DESVENTAJAS DE LA UTILIZACION DE FIJACION ESQUELETICA EXTERNA	96
CAPITULO 9. ERRORES MAS FRECUENTES EN LA APLICACION DE FIJACION ESQUELETICA EXTERNA	97
CAPITULO 10. RECOMENDACIONES DEL USO DE FIJACION ESQUELETICA EXTERNA	98
COMENTARIOS	102
BIBLIOGRAFIA	104
APENDICE A	110
APENDICE B	111

INTRODUCCION

El objetivo principal del presente trabajo es ofrecer tanto al estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia, como al profesional dedicado a las pequeñas especies, la información más completa que existe acerca del tratamiento de las fracturas y otros problemas ortopédicos que son susceptibles de ser tratados mediante la aplicación de algún fijador esquelético externo.

Existen varios sistemas de fijación, pero el más utilizado y popular para pequeñas especies es el sistema de Kirschner y adaptaciones del mismo. Es común el aumento de la fijación de fracturas en pequeñas especies. Se inserta dentro del hueso afectado una varilla de metal rígido o clavos de Steinmann⁽²⁶⁾ "adyacente(s) al del hueso". Este sistema de fijación es versátil, económico y satisfactorio para la serie de tratamientos y variedad de daños en animales exóticos y pequeñas especies domésticas, incluyendo fracturas abiertas o comminutas, fracturas de mandíbula (Apéndice A) y de los miembros (torácicos y lumbícos).^(6,27) Existen en medicina veterinaria 3 tipos de términos para referirse a la fijación tradicional: TIPO I (unilateral), TIPO II (bilateral) y TIPO III (trilateral); sin embargo, estos términos pueden ser fácilmente incorporados dentro del nuevo sistema.⁽⁴⁵⁾

Se presentan confusiones para la clasificación de la fijación esquelética, según el número de clavos usados o por la descripción de la colocación de los clavos. El término: lleno 1, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ KE, implica entablillar cuatro clavos, siendo estos el número óptimo de clavos para el uso de un montaje.⁽⁴⁵⁾

La fijación esquelética (fijador externo) es recomendada como fijación primaria o auxiliar en el tratamiento de fracturas,⁽²⁵⁾ y los componentes de ésta son: clavos, tornillos y varillas.⁽¹³⁾

El montaje de la fijación externa, puede ser adaptado dependiendo el problema a tratar. El uso práctico de la fijación esquelética externa es diverso desde la estabilización con acrílico dental de fracturas abiertas infectadas o fracturas conminutas, hasta fijaciones en fracturas mandibulares con el mismo.⁽²⁷⁾ (Apéndice A)

Los sistemas o configuraciones de fijación esquelética externa pueden ser clasificados por:

- A. Area de circunferencia ocupada, (Unilateral)
- B. Propiedad mecánica de fijación, (Uniplanar)
- C. Posición de los clavos en los miembros o extremidades, [(lleno 1 o a la mitad, ($\frac{1}{2}$) o ($\frac{3}{4}$)]
- D. El número de clavos

En el presente trabajo se ampliará información sobre las configuraciones de la fijación esquelética externa.

CONTENIDO

La medicina no es una ciencia exacta, el factor humano ocupa un lugar preponderante en su práctica, por lo que ciertas habilidades deben ser perfeccionadas, la más importante en éste sentido, es el poder de atención que es la concentración mental en un pensamiento o en un objeto ⁽¹⁾

Dentro de la práctica quirúrgica en las pequeñas especies, los problemas ortopédicos representan un 40% de ésta; las fracturas o pérdidas de la continuidad en el hueso o cartilago y sus opciones para repararlos constituyen uno de los problemas diarios a los que se enfrentan los profesionales dedicados a esta especialidad, lo cual nos alienta a mejorar el conocimiento en esta área ⁽¹⁾ Del total de los casos presentados en la práctica ortopédica en un 80% de estos, la etiología es un traumatismo directo, causado por vehiculos automotores, en la mayoría de las veces se genera una gran fuerza sobre la estructura ósea, dando como resultado una fractura conminuta ^(8,11,20) El 20% restante lo constituyen los machacamientos por objetos de gran peso, las caídas, los golpes con diferentes cuerpos contundentes, mordidas en peleas con animales y los disparos de armas de fuego ⁽¹⁾

Los problemas en el aparato locomotor se manifiestan por una limitación mayor o menor de la capacidad de movimiento del cuerpo. En el informe preliminar es imposible localizar la lesión. Este medio de exploración debe practicarse siempre con la mayor minuciosidad y empezando por la parte distal de la extremidad correspondiente.

La radiología facilita muchas veces el diagnóstico (tumores, artrosis crónica deformante, etc.). En ocasiones es conveniente examinar el cuadro hemático, (miositis y panosteitis eosinofílica) (45) Como sabemos, para establecer un tratamiento en ortopedia es indispensable el conocimiento anatómico y fisiológico de los huesos, cartilagos, ligamentos, músculos, vasos y nervios, así como el metabolismo de las proteínas, vitaminas y minerales, sobre todo calcio y fósforo, íntimamente relacionados con una buena nutrición, de la que depende la formación de callo óseo y la restauración normal de las demás estructuras anatómicas.(41)

A pesar de la infinidad de los agentes vulnerables de los que pueden ser víctimas los seres vivos, en este caso los cánidos y félidos, todos obran solamente de dos modos: por presión y por tracción, los cuales pueden producir compresión, flexión, rotación, desprendimientos y, desde luego, fracturas y destrucción de tejidos blandos.(11)

Los huesos, articulaciones y otras estructuras anatómicas con frecuencia se ven alterados por traumatismos de diferente índole, que pueden producir lesiones. Estas según el diagnóstico y el pronóstico se pueden clasificar como: leve funcional, leve vital; grave funcional y grave vital.(45)

Los huesos que constituyen un tejido vivo, se seccionan según su grado de resistencia y la velocidad y masa del hueso vulnerable.(41)

El incremento en la presentación de casos que requieren cirugía ortopédica y más específicamente, la fijación adecuada de los fragmentos óseos, ha ocasionado que el Médico Veterinario Zoetecnista diversifique sus métodos de tratamiento.(43)

La palabra ortopedia en la terminología médica actual, tanto en el hombre como en los animales, es la especialidad que se encarga de conservar y restaurar la función normal del sistema esquelético, sus articulaciones y estructuras asociadas, relacionada con la sustentación y marcha normal de los individuos, jóvenes, adultos y seniles.⁽¹⁾

Lo importante de la cirugía moderna es que ha hecho posible tres grandes avances: la Anestesia, la Asepsia y la Radiología. La cirugía ortopédica beneficia al más remoto, revelando la anatomía, los antibióticos y los materiales inertes para implantes biológicos. Incrementando el conocimiento sobre la fisiopatología del sistema locomotor.⁽¹⁹⁾

Una razón para recordar la historia de la cirugía es recopilar los hechos que son usados como puntos de referencia para futuras lesiones. Ya sea por el entendimiento del problema y la potencial solución, dependiendo del conocimiento que existe del pasado o para reconocer las contribuciones significativas y continuar revelando el conocimiento.^(29, 34)

Entre los escritos que dejó Hipócrates, se encuentran los primeros tratados sobre las fracturas y su restauración. En lo referente a fracturas y corrección de deformidades, se sabe que el hombre ya tenía algunos conocimientos en los siglos anteriores.⁽¹⁾ Louis Pasteur, muestra la putrefacción causada por bacterias. Ignatz Semmelweis, en 1845 para instruir en la obstetricia se lavaba las manos con solución clorada, previniendo la transmisión de fiebre puerperal.

La introducción de la cirugía antiséptica, por Joseph Lister en 1867, aplicando ácido carboxílico en heridas de una serie de pacientes con fracturas abiertas, obtiene una marcada reducción de la mortalidad.⁽³⁴⁾

La reparación de las fracturas en pequeñas especies se divide en tres categorías: reducción cerrada con fijador esquelético externo, fijación interna aislada y fijación interna con soporte externo secundario; ésta última a su vez se divide en fijación interna con soporte mínimo y fijación interna con soporte externo importante.⁽²⁸⁾

Los tratamientos quirúrgicos para la reducción de fracturas son dos: el cerrado y el abierto.

- El cerrado es el conjunto de maniobras externas que se realizan para lograr la coaptación y fijación de los extremos fracturados, con aparatos de fijación esquelética externa, sin incidir los tejidos.⁽³²⁾
- Los abiertos establecen la necesidad de incidir quirúrgicamente los tejidos hasta llegar al foco de la fractura.⁽¹⁾

Tratándose de ortopedia debe extremarse el manejo de estructuras óseas, ligamentos, músculos, vasos y nervios, ya que las maniobras de extensión, rotación y liberación de los extremos fracturados encajados en los músculos, requieren del empleo de cierta energía, que en ningún caso debe de ser excesiva para no complicar la técnica al lesionar estructuras innecesariamente.⁽¹⁾

Las maniobras fundamentales para la reducción de fracturas de huesos largos son cuatro: extensión, contraextensión, coaptación y fijación.⁽²²⁾

Los mayores avances en la cirugía ortopédica para perros y gatos en los últimos años, no se han referido al desarrollo de nuevos aparatos o métodos de fijación, sino en la discusión de las estrategias para utilizar los que ya existen.^(23,42,44)

Los vendajes, férulas y yesos son una parte importante para el arsenal del Médico Veterinario Zootecnista en el tratamiento de fracturas. Los problemas asociados a estos tipos de inmovilización, han favorecido el desarrollo de la fijación esquelética externa, sin embargo, pueden emplearse para el tratamiento primario de ciertas fracturas, para la inmovilización durante el transporte del paciente o protegiendo a los tejidos blandos dañados y como soporte postquirúrgico.⁽²⁴⁾

Hasta 1940, casi todas las fracturas que sufrían los perros y los gatos eran reducidas en forma cerrada y estabilizadas por medio de férulas, vendajes y yesos.⁽²⁴⁾

La fijación esquelética externa ha sido un medio útil en la inmovilización de fracturas a través de 100 años. Durante este tiempo, diferentes aparatos han sido desarrollados para llevar a cabo el objetivo de la ortopedia. La técnica tiene gran popularidad en la ortopedia humana desde los 40's. Fue descrita inicialmente por Parkhill en 1897,⁽²⁴⁾ El primer aparato de fijación esquelética, para el uso en animales fue desarrollado por Ehmer y llegó a reconocerle como el entablillado Kirschner-Ehmer.⁽⁶⁾ La técnica fue abandonada en gran parte a causa de las complicaciones.⁽⁴⁵⁾

El método de reparación de la fractura con el uso de un fijador esquelético externo se basa en el tipo y localización de la fractura, el tamaño y la edad del animal, cuántos huesos o extremidades están afectadas y la enfermedad concomitante de tejidos blandos. Otros factores que deben considerarse incluyen el comportamiento y el medio del animal, la cooperación del propietario durante el período de convalecencia y lo que se espera del animal después de la unión ósea.^(28,43)

La fijación esquelética externa consiste en la inserción de clavos de Steinmann en el hueso, en un plano que puede ser transverso u oblicuo al eje longitudinal del mismo y que son conectados en la parte exterior por una o más barras rígidas.^(28,41) Cualquiera que sea la fijación externa se utilizan siempre los mismos componentes: tornillos, varillas, clavos y las barras.⁽¹²⁾

La fijación esquelética externa puede proporcionar una inmovilización en las fracturas, sin prolongar la cirugía y ahorrando costosos materiales; propio de algunos otros métodos de fijación, ocupa un particular nicho en el manejo de problemas ortopédicos.⁽²⁹⁾

A medida que la fijación es usada frecuentemente, los beneficios fluyen y las limitaciones son mejormente entendidas. Se representa el mejor avance en la ortopedia veterinaria y sostiene un gran potencial para el futuro.⁽⁵⁾

En el presente trabajo se presenta información actualizada de los métodos de aplicación de la fijación, indicaciones, ventajas y desventajas. Se incluyen algunas técnicas que han sido modificadas a través de un ejercicio profesional en la clínica y cirugía, tanto en la práctica privada como en la docencia.

CAPITULO 1.

HISTORIA DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA EN FRACTURAS

La técnica de la fijación por medios externos tiene sus inicios en 1840, cuando Juan Francisco Malgaigne, utiliza para inmovilizar una fractura de tibia, un aparato de punta metálica que se fijaba directamente sobre el fragmento óseo desplazado y que con una abrazadera de cuero circunferenciaba el miembro. El mismo autor en 1843, diseña una garra metálica para unir y mantener fijos de forma percutánea fracturas de la rótula. Ambos elementos brindaban una pobre inmovilización.⁽¹⁵⁾ A finales de siglo, Steinmann comienza a tratar las fracturas de los miembros torácicos, usando un alambre grueso transfijante que hacía pasar por el calcáneo, por medio del cual establecía un sistema de tracción que permitía mantener reducidas las fracturas o colocaba un enyesado que incluía los alambres para garantizar la estabilidad.⁽⁴¹⁾ Ambos elementos dan lugar al desarrollo del "primer fijador externo verdadero" que fue diseñado y aplicado por Albin Lambotte en 1902 en el Hospital Stuyvenberg de Bélgica. El fijador de Lambotte se componía de dos clavos a cada extremo del hueso, que se utilizaban como anclaje al mismo por la cara más asequible y sin atravesar completamente la extremidad, de ahí el carácter no transfijante. Los clavos estaban bloqueados externamente por una placa metálica recta, con sus respectivos tornillos en una situación lineal,⁽²⁶⁾ de este fijador derivan todos los fijadores lineales que han llegado hasta nuestros días.

El procedimiento de Lambotte exigía la reducción previa de la fractura, ya que no se admitía manipulaciones o modificaciones secundarias; sus fracasos además, son a causa de que se confeccionaban en hierro los clavos, lo que los hacía poco tolerables.^(15,39)

En 1911 Lambert aplica las ideas de Steinmann y utiliza los clavos que atraviesan ambos fragmentos, creando así, el primer fijador en forma de cuadro que permitía comprimir o distraccionar en un plano ⁽¹⁵⁾

Ombredanne, en 1913 y Chaliier, en 1917, desarrollan los fijadores que permiten actuar sobre cada fragmento, acercándolos dentro de la barra de unión, por medio de una grapa extensible que permitía el deslizamiento de dos placas, (una sobre otra), que formaban las barras y al estar perforadas garantizaban la posición deseada, siempre en plano lineal. Ellos le dan un nuevo valor a la fijación externa, "la elongación de los miembros".⁽¹⁵⁾ La necesidad de hacer más versátiles los aparatos, así como el poder de maniobrar los fragmentos para reducir las fracturas y mejorar su estabilidad, marcan la evolución del método.⁽³⁵⁾ L. A. Rosen, en 1917, describe el aparato llamado *osteotato*, que constaba de una placa en forma de "T" con dos ranuras (longitudinal y transversal) y 2 tornillos largos, ambas ramas permitían desplazar los fragmentos en dos direcciones.⁽¹⁵⁾

Putti, en 1921, presento 10 casos de elongación de miembros tóraxicos utilizando como método de fijación los clavos transóseos y una barra externa a cada lado, en la que incluía unos muelles de tensión para efectuar la elongación. Esta innovación devendría una de las técnicas más importantes de los fijadores externos.

En 1931 Goosens coloca una rótula o bisagra en la mitad de los clavos, para poderlos introducir en cualquier dirección.⁽³⁶⁾ No sería hasta 1931 en que Boever comenzó a utilizar el acero inoxidable y se mejoró la tolerancia del metal en el hueso.⁽²⁷⁾ Joly en 1933, abandona la barra más o menos rígida e introduce una bisagra o chamela en la barra externa de unión para efectuar correcciones en el plano sagital.⁽²⁸⁾ Posteriormente Gosen, en 1936, colocaría la charnela o articulación universal en el sitio de unión del clavo con la barra. Ambos permitían movilizaciones en dos planos, facilitando la fijación del aparato después de reducida la fractura. Otro diseño en forma de marco extensible con clavos transfijantes y barras externas roscadas, reforzado en sus extremos con unos arcos para darle mayor estabilidad al montaje, que se situaban a ambos lados del miembros, lo fue el de Cuendet, en 1933. En 1934 Roger Anderson, diseña un cuadro de reducción, que lleva 2 estribos orientables en varios planos, que inmovilizan cada fragmento uniendo los estribos por medio de enyesados y también lo permitieron efectuar elongaciones.^(15,36)

El médico veterinario Stader, en 1937, creó un aparato para osteosíntesis externa en animales. Este aparato consistía en dos clavos que se introducían uno perpendicularmente y el otro en sentido oblicuo a cada extremo del hueso formando un ángulo entre sí, y no de forma paralela, lo que aumentaba la fijación y la estabilidad en cada fragmento. Durante los años 40 tuvo bastante difusión en clínica humana el aparato de Stader, sin embargo, su manejo difícil, la frecuente infección de los clavos y el desarrollo del enclavado intramedular de los huesos, relegó al aparato a una pieza de museo.^(15,36)

El suizo Raúl Hoffmann (1938), en el Congreso Suizo de Cirugía expone el principio de su método que se basa la existencia de un pequeño número de piezas estandarizadas que permiten una amplitud de montaje más o menos complejo en función del tipo y la localización de las fracturas. Básicamente este fijador que lleva su nombre, consta de unos clavos no transfixiantes, normalmente 3 a cada extremo fracturado, que atravesaban ambas corticales, los que se unían o estaban bloqueados mediante una placa recubierta de material aislante a una conexión universal y ésta a su vez externamente a este grupo de clavos se conexionan por unas barras cilíndricas roscadas que se unían provenientes de otro fragmento por medio de una bisagra o charnela con paso de rosca y que se desplazan una encima de otra, permitiendo la compresión, distracción o estabilización de los fragmentos óseos.⁽¹⁰⁾ Este aparato permitía reducir en los tres planos, los desplazamientos fracturarios, a tiempo que daba la posibilidad de distraccionar el miembro y provocar compresión interfragmentaria, sería así lo que él llamo "osteotaxis".⁽¹⁵⁾

Hasta 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.⁽¹⁰⁾

Haynes, en 1942, diseña y propaga en EE.UU. su férula en cuadro, que consta de cuatro clavos roscados, dos a cada extremo óseo, fijados con platinas y rótulas universales. Externamente se conexionan con barras cilíndricas roscadas a través de bisagras;⁽³⁶⁾ igual que la de Stander tendría su prueba de fuego en la II Guerra Mundial, al incorporarse como módulo de tratamiento por la Marina de Estados Unidos en la campaña del Pacífico. Las múltiples complicaciones a causa de su uso, provocaron su retiro.⁽¹⁵⁾

Un fijador en cuadro que se ha mantenido hasta nuestros días con limitación en sus indicaciones, es el diseñado por Charnley (1948), mediante el empleo de gruesos clavos tipo Steinmann transfixiantes, unidos externamente por barras roscadas formando cuadro, efectúa compresión en las rodillas con secuelas de artritis tuberculosa;⁽³⁶⁾ (fue concebido y usado para artrodesis, en especial en articulación mencionada). En ese mismo año, Greinfensteiner, continúa los estudios sobre la consolidación por interpresión y diseña un sistema muy peculiar para provocar este mecanismo en las fracturas, después de efectuarse la reducción, se transfixiona un alambre a cada fragmento a 2 ó 3 cm. del foco. Los extremos de los alambres son fijados a una arco y tensionados, lo que provoca una compresión recíproca en el foco de la fractura. Este principio será usado posteriormente por múltiples autores.⁽¹⁾ Para la compresión lateral, Kembs, en 1950, da inicio a la reducción por tornillos de tope que posteriormente, se desarrolla a foco cerrado.⁽¹⁵⁾

Esta evolución histórica marca un alto a partir de la década de los 50's, en que producto del estudio de la compresión en la consolidación de las fracturas basada en las descripciones de Chamley, como la acción de la íntima fijación interfragmentaria en la compresión, hacen que se abandonen los fijadores externos lineales, surgiendo nuevos fijadores en cuadro como el marco de Day, aplicando compresión elástica; como el fijador de los hermanos Judet, que fijan los clavos con cemento acrílico, como ha sido propuesta por la Escuela Japonesa.^(15,38)

Gabriel Ilizarov, en 1951, inicio en Kúrgan (Siberia Central), sus primeros trabajos con fijadores externos anulares. Utilizando agujas de Kirschner de 1.5 a 1.8mm de grosor, tranfixionaba las agujas en cruz en un plano perpendicular al eje de la extremidad, procurando cruzarlos en el centro axial del hueso. Ilizarov fija estas agujas con tuercas especiales sobre anillos o semianillos planos con agujeros en toda su circunferencia. Conexiona los anillos proximal o distal al foco de la fractura con barras fileteadas o roscadas para realizar la compresión o distracción interfragmentaria. En 1954 Ilizarov publicó su primer artículo acerca del «*Nuevo principio de la osteosíntesis con el aparato de agujas en cruz*». En sucesivos trabajos, desde 1955-1960, aportó soluciones a los problemas de su época, como eran las secuelas de las artritis tuberculosa en las rodillas, mediante la realización de artrodesis con su aparato de fijación externa anular.⁽³⁹⁾

Ilizarov demuestra «la regeneración de los huesos tubulares largos» por el método de compresión-distracción con su fijador externo.⁽³⁸⁾ Aportando dos nuevas situaciones a la fijación externa:

1. El aparato circular con posibilidad de trasfijar alambres en varios planos.
2. La transfijación de los alambres de cruz al eje longitudinal del hueso y su tensión, lo que permitía usar alambres más finos al tiempo que era mayor su fijación al hueso.⁽¹⁵⁾

Sivash, en 1954, siguiendo la línea de los trabajos iniciados en 1950, presentó un dispositivo sobre los arcos para tensar los alambres cuya tracción aumenta la fijación ósea, pero conservando al mismo tiempo cierta elasticidad axial que es beneficiosa por su efecto biológico.⁽³⁹⁾

Judet en 1958, aprovechando la idea de compresión interfragmentaria, utiliza un fijador externo lineal no transfijante; que consta de una barra de sección en «U», con múltiples agujeros para el paso de los clavos no transfijantes que se fijan a cada extremo óseo: la compresión entre los clavos se efectúa mediante fuertes tubos de goma.⁽³⁸⁾

Desde los años 50-60's han predominado, básicamente dos escuelas, una Francesa y otra Rusa, en relación al empleo de los fijadores esqueléticos externos en las fracturas, ambas han tratado de conseguir una mayor estabilidad y también versatilidad de los montajes.⁽³⁸⁾

A lo largo de la historia, cada autor, partiendo de un método de fijación externa ya utilizado por sus predecesores, intenta introducir nuevos elementos para mejorar su técnica.^(10,38) En 1970, OH. Wangesteen analiza y revela la antisépsia, dando mucho crédito por la original práctica de Ignat! Semmelweis.

La Escuela francesa de Montpellier, con Vidal, Adrey, Bonel y Cols, contribuyó a mejorar el fijador esquelético externo de Hoffmann, creando el *fijador externo en doble cuadro o marco*. Esta escuela utiliza, como anclaje óseo, clavos de Bonnel transfixiantes y roscados en su tercio medio. Externamente usa todos los componentes del fijador de Hoffmann. Añade dobles barras de conexión a cada lado y se obtiene un aumento de estabilidad del montaje. Posteriormente, introduce una quinta barra de conexión entre las dobles barras laterales, para las fracturas inestables o con pérdidas óseas importantes, aumentando así aún más su estabilidad.^(15,39) En 1971 Wagner presenta un fijador esquelético externo lineal no transfixiante que llama la atención, tanto por su sencillez como por su rigidez. Este fijador consta de una barra de sección cuadrangular telescópica y milimetrada. Se efectúa su fijación al hueso con tres clavos de Schanz de 3mm de grosor a cada extremo óseo. Este tipo de fijación está dando en la actualidad excelentes resultados en elongaciones femorales y tibiales.⁽²⁹⁾ De Bastiani, en Italia, aporta el fijador esquelético externo lineal no transfixiante Orthofix® en el que externamente, su barra de conexión es cilíndrica y articulada en dos secciones, permitiendo correcciones y elongaciones óseas. Su anclaje óseo es parecido al fijador de Wagner, con clavos roscados rígidos y gruesos.⁽³⁰⁾

Kalnberz, en 1973 crea otro aparato de fijación externa anular, en Riga, (Letonia), con numerosas innovaciones. Los anillos son de plástico reforzado y radiotransparentes. La conexión externa entre ellos se efectúa con muelles de distinta rigidez, que permiten adaptarse al eje óseo. Estos muelles son a su vez las roscas de las tuercas de fijación y se autotensan al accionar el muelle bajo una tensión sostenida. Este sistema de fijación externa se denomina: "Sistema tensional de compresión-distracción".⁽³⁶⁾

Alvarez Cambras en Cuba, está trabajando desde 1976 con un complejo de fijadores externos. Partiendo del tipo "marco", luego les añade unos aros a cada extremo evolucionando hacia el concepto de fijadores esqueléticos externos anulares. Estos permiten corregir o transportar fragmentos óseos en los defectos de los mismo, en cualquier plano del espacio. A este complejo de fijación externa le denomina "Transportador cuadrilátero del hueso".⁽³⁶⁾

La difusión de los fijadores externos anulares ha sido muy importante entre los años 70-80, prácticamente en todos los países occidentales, apareciendo diferentes modelos de éstos.⁽³⁶⁾

En la actualidad existen múltiples tipos de fijadores esqueléticos externos lineales que, por su sencillez y fácil maniobrabilidad de montaje, tienen sus indicaciones precisas.

Esta historia no termina aquí; como la ciencia, los fijadores externos seguirán evolucionando; nuevas conexiones, nuevos ejes, materiales y diseños más sofisticados vendrán a substituir los actuales, pero siempre se reconocerá la labor de los pioneros y de los propulsores de éste método, que a lo largo de más de un siglo se han ido introduciendo, venciendo escollos, retrocediendo y avanzando, como una necesidad en el arte de la Ortopedia y Traumatología.⁽¹³⁾

CAPITULO 2.

REPARACION FISIOLÓGICA DE FRACTURAS

Las fracturas son fáciles de diagnosticar, salvo pocas excepciones. Para ello hay que recurrir a una anamnesis y a la palpación. Pero es conveniente indicar que, aparte del dolor y de la movilidad anormal, la crepitación acercan al diagnóstico y sirven además para localizar el punto de fractura, sin embargo, hay que recordar que el provocar la constante crepitación produce daño secundario. Aunado a la anamnesis y palpación, para un diagnóstico acertado deben tomarse siempre dos radiografías en distintos planos.⁽⁴⁵⁾

El profesor E. Fergue define Traumatismo como: "Trastornos producidos accidentalmente, de modo rápido e instantáneo, por agentes mecánicos cuya acción vulnerante es superior a la resistencia presentada por los tejidos de los órganos con que tropiezan".⁽¹⁾ Cuando un hueso traumatizado cicatriza, el defecto es llenado con tejido óseo neoformado y si la fractura fue intraarticular ese callo causará artrosis.⁽¹¹⁾

El micromovimiento interfragmentario rara vez es eliminado por lo que en todas las diferentes técnicas de fijación existirá el callo óseo siendo de menor volumen entre menos movimiento interfragmentario se produzca, este callo tomará consistencia por la transformación del callo interfragmentario inicial en fibrocartilago rígido, seguido por osificación y subsecuente estabilización de la fractura, remodelación y sustitución del callo, es necesario una vascularidad adecuada y así proveer de nutrientes a la región, pues las necesidades metabólicas están incrementadas, para la sobrevivencia de las células nuevas.⁽²⁹⁾ Para facilitar su entendimiento la reparación ósea se puede dividir en diferentes fases, que no terminan en forma abrupta, sino que se sobreponen una con otra.^(5,18,31)

2.1. PROCESO DE REPARACION DE LAS FRACTURAS

Los estadios clásicos de reparación de las fracturas incluyen la progresión de acontecimientos fisiológicos desde el impacto fracturante hasta la remodelación de la fractura.⁽⁴³⁾ La reparación de una fractura tiene los siguientes procesos:

Reparación ósea primaria

La reparación se produce cuando se desarrollan nuevas osteotomas, que cruzan el área de la fractura para sustituir las antiguas que fueron privadas de suministro sanguíneo local. Si llegara a existir un espacio entre los fragmentos de fractura y la inmovilización no es eficiente, esta reparación no se produce.

Reparación ósea secundaria

Cuando a una fractura se le aplica fijación esquelética externa o interna con clavo intramedular ocurre la cicatrización por segunda intención, en la cual durante la primera semana la irrigación sanguínea de la fractura se ve incrementada y si hay suficiente estabilidad para prevenir el movimiento interfragmentario, el espacio de la línea de fractura podrá ser cubierto con vasos en tres semanas, momento en el cual comienza la remodelación de los canales de Havers, en cambio si existe inestabilidad, el aporte sanguíneo extraóseo se hipertrofia formando un gran callo periósteal.⁽¹¹⁾

Al irse logrando una buena estabilidad, la vascularización medular normal empieza a dominar involucrando la vascularidad extraósea.⁽¹¹⁾ Si no existe una fijación interna eficiente y una posición anatómica adecuada, el hueso se repara mediante una serie de acontecimientos conocida como: cicatrización ósea secundaria.

Estadio de impacto fracturante

El hueso absorbe energía hasta que se presenta la fractura. La cantidad de energía absorbida es directamente proporcional al volumen óseo. Cuando se presenta una fractura, esta energía se libera a los tejidos circundantes, por lo que en las fracturas de conminución, existen lesiones mayores en tejidos blandos.^(5,42,43)

Estadio de Inducción

Después del impacto las células del área de la fractura son inducidas a formar hueso. El estímulo para esta inducción es probablemente multifactorial, implicando enzimas, pH y cambios en la tensión de oxígeno.^(41,42) También se ha citado una sustancia estimulante morfogénica.^(5,41) Esta es la fase menos notoria, ya que se presenta desde el momento de la fractura hasta el final de la inflamación.^(12,25)

Estadio de inflamación

El estadio de inflamación se inicia inmediatamente después de la fractura y persiste hasta el inicio de la formación de callo óseo.⁽¹²⁾ Al ocurrir una fractura, el hueso se daña al igual que el periostio, músculos adyacentes y vasos sanguíneos; lo que produce una hemorragia, que después se convierte en coágulo. La privación de oxígeno y nutrientes ocasiona que los osteocitos de los bordes de la fractura mueran, así como las células del periostio y la médula.⁽²²⁾ La presencia de ese material necrótico produce una respuesta aguda inflamatoria, que incrementa la vasodilatación y producción de exudado plasmático, produciendo el edema que se presenta en una fractura fresca.^(5,10,13,31,35,36) Durante esta fase aparecen polimorfonucleares y mastocitos que comienzan el proceso de limpieza de residuos. Se movilizan los osteoclastos y puede observarse la actividad osteolítica a lo largo del borde fruncido de la célula.^(41,43,45) El papel que juega el hematoma en la fase de reparación fracturaria se mantiene aún en debate. Lexter sostiene que no pasa de ser un material de desechos. Phemister cree que la fibrina del hematoma puede estimular la regeneración celular y favorece la inmovilización de los fragmentos.

La mayoría de los investigadores están de acuerdo que el papel mecánico del hematoma es de poca importancia en la inmovilización de la fractura,⁽⁶⁾ pero puede ser fuente importante de precursores que favorezcan la reparación.^(13,18,41)

Estadio de Callo Blando

El hematoma se organiza y varios días después de la lesión se involucran células pluripotenciales de origen mesenquimatoso,⁽⁴¹⁾ es decir, proliferan los fibroblastos al igual que en la fase fibroblástica de la cicatrización de tejidos blandos. Simultáneamente células osteogénicas del periostio y del endostio migran y proliferan en el área de la fractura.⁽²⁴⁾ Esta es una fase muy activa, particularmente en animales jóvenes;⁽⁴¹⁾ en la que se forma un callo externo y un callo blando interno, ambos formados por tejido fibroso, cartilago y hueso inmaduro. El callo externo desempeña un importante papel ayudando a inmovilizar la fractura y a cargar el hueso mucho antes de completar la unión. El final de esta fase es clínicamente manifiesto cuando los fragmentos óseos ya no presentan movilidad macroscópica; están por lo menos en una fase adherente.⁽⁴³⁾

Estadio de Callo duro

En este estadio el callo se convierte gradualmente en hueso esponjoso. En las áreas donde encontramos cartilago la conversión se produce por osificación endcondral. Conforme progresa la osificación endcondral y la mineralización del nuevo osteoide, la cicatrización se visualiza en las radiografías. El hueso se formará por aquellas células que reciben suficiente oxígeno y estímulo mecánico adecuado.^(3,23,37,41,45)

Estadio de remodelación

En 1892, Wolf reconoció que la arquitectura ósea corresponde a las necesidades mecánicas del sistema. El estadio final de la reparación de las fracturas se lleva a cabo durante un prolongado período. En humanos se aprecia actividad ósea incrementada en el sitio de la fractura hasta 6-9 años después de presentar unión clínica.^(18,27,36,38) La remodelación de la fractura se caracteriza por un cambio lento en la forma del hueso para permitir su función y para restaurar una resistencia normal o casi normal. Este proceso, es una versión acelerada del fenómeno normal de depósito-reabsorción. La capacidad de remodelación es marcadamente mayor en el animal inmaduro que en el adulto.⁽⁴³⁾ Las características radiográficas de la reparación de la fractura son fáciles de seguir, siempre que se conozca la secuencia normal de los sucesos que ocurren durante el proceso. Una fractura es cubierta primeramente por dos manguitos de crecimiento de cartilago y un trama ósea (callo), que se origina a partir de las capas osteogénicas del periostio y del endostio.⁽²⁸⁾

En una fractura inestable el callo esta formado principalmente por cartilago, pero en una fractura estable predomina la trama ósea, que es después invadida por capilares encabezados por osteoblastos. Al mismo tiempo los osteoblastos generan osteocitos que maduran para formar hueso y que se establecen en forma laminar ordenada. De esta manera el armazón inicial de cartilago y trama ósea que han estabilizado la fractura, son reemplazados gradualmente por hueso laminar maduro.

La remodelación por actividad osteoclástica y osteoblástica es continua hasta que se adopte de nuevo la forma original del hueso.⁽⁴³⁾ Cualquier movimiento en la línea de fractura demora la cicatrización de la misma, pues se destruye gran cantidad de células neoformadas y vasos capilares. Esto es más claro en fracturas epifisarias en donde el movimiento interfragmentario se aumenta notablemente y si no se logra una fijación interna rígida estable para abolir ese movimiento interfragmentario se producirá callo óseo voluminoso con hueso laminar y sistema de Havers.⁽⁴²⁾

2.1.1. FORMA DE REPARACION DE LAS FRACTURAS

La forma de reparación de la fractura y la totalidad del proceso de curación del hueso, así como del tejido blando, esta influenciada por muchos factores;^(12,22) entre ellos los más importantes son:

Estado nutricional

Cualquier deficiencia alimenticia generalizada se hará evidente en la placa de crecimiento debido a que es una área de gran actividad metabólica, (por ejemplo: La vitamina C es importante en la síntesis de colágena).⁽¹⁷⁾

Edad

La reparación de las fracturas es más rápida en los animales jóvenes que en los adultos.

Especie

La reparación es más lenta en los equinos, ovinos y bovinos, que en los perros y gatos; pero esto puede deberse a factores mecánicos que incluyen el que es más fácil de inmovilizar las fracturas en los pequeños animales que en los grandes.⁽⁴³⁾

Aporte sanguíneo

El aporte sanguíneo es decisivo en la función de la placa de crecimiento. Si se interrumpen los vasos epifisarios, la capa germinal de condrocitos muere y el crecimiento se detiene. Si se interrumpen los vasos metaepifisarios, los efectos varían dependiendo la severidad y la duración de la interrupción. Los traumatismos o las infecciones pueden dañar la irrigación de la placa de crecimiento.⁽¹²⁾

La interferencia de las placas de crecimiento puede producir:

Enanismo. Proporciones alteradas de las extremidades con respecto al tronco,
Deformaciones múltiples, Inicio precoz de padecimientos degenerativos articulares y
Manifestaciones sistemáticas asociadas.

La interferencia de la función en una placa de crecimiento específica produce:

Discrepancia en la longitud de las extremidades. Deformidad, inicio precoz y trastornos degenerativos en las articulaciones adyacentes.⁽¹²⁾

Factores bioquímicos

El calcio y el fosfato se depositan como hidroxapatita en la zona de cartilago en calcificación y en la zona de osteogénesis de la placa de crecimiento. El padecimiento conocido como raquitismo aparece por defectos en el metabolismo del calcio y del fosfato en individuos en desarrollo. La formación de la matriz cartilaginosa implica la producción de condroitina. Los defectos en el metabolismo de los mucopolisacáridos se reflejan en una disfunción de la placa de crecimiento que se observa en el grupo de padecimientos conocido como mucopolisacaridosis.⁽¹²⁾

Hormonas

La hormona de crecimiento estimula la actividad de las células de la placa de crecimiento y hay aumento tanto en la formación de cartilago, como en la de hueso. La actividad excesiva produce gigantismo; la deficiencia produce enanismo. La testosterona y los estrógenos, estimulan la placa de crecimiento y propician su cierre anticipado. Los corticosteroides inhiben toda actividad celular en la placa de crecimiento y pueden detener al crecimiento si se utilizan en individuos en desarrollo.

La hormona tiroidea estimula la placa de crecimiento. El cretinismo se caracteriza por la detención del desarrollo y por placas de crecimiento amplias.⁽¹²⁾

Tipo de fractura

El patrón general de una fractura está determinado por el punto de aplicación y dirección de la fuerza causal, así como por la intensidad de esta última.⁽²⁶⁾ El tipo de fractura con frecuencia da indicio del método de reducción y de las técnicas de inmovilización que con más probabilidad darán el máximo resultado. Además de la rotura del hueso, existe siempre en forma asociada lesión de los tejidos circundantes y, con bastante frecuencia, lesión de tejidos y órganos distantes a la lesión ósea.⁽²⁰⁾ Los tejidos blandos, en íntima proximidad al sitio de la fractura, en particular, el periostio, los músculos y los tendones, las arterias y los nervios, tienen todos la posibilidad de resultar lesionados, por lo tanto, hay que evaluar el estado del Sistema Nervioso Central, de la circulación y de las funciones motoras y sensoriales distalmente al sitio de la fractura, del mismo modo que la fractura misma.⁽⁴³⁾

En cierto tipo de fracturas, como la de fractura expuesta de tibia, el tratamiento de la lesión de los tejidos blandos constituye la clave del éxito. Consecuentemente hay que evaluar siempre el tipo de fractura y el estado de los tejidos antes de embarcarse en un tratamiento.⁽²⁰⁾

2.1.2. CLASIFICACION DE LAS FRACTURAS

- A. Cerrada.(Figura 1-A)
- B. Expuesta.(Figura 1-B)
- C. Simples
- D. Complicada
- E. No patológica
- F. Patológica

Todas las fracturas cerradas como las expuestas se pueden subdividir de acuerdo a:

La localización de la fractura:

- a. Diafisaria
- b. Epifisaria
- c. Intraarticulares

El número de fragmentos:

- a. Bifragmentaria o segmentaria.(Figura 1-C)
- b. Múltiple.
- c. Conminuta.(Figura 2-A)

El trazo de la fractura:

- a. Transversal.(Figura 2-B)
- b. Oblicua.(Figura 2-C)
- c. Longitudinal
- d. Helicoidal o espiroidea(Figura 3-A)

(7,28,43)

Pueden existir además:

- a. Por compresión.(Figura 3-B-C)
- b. Por avulsión(Figura 4-A)
- c. Encajada.(Figura 4-B)
- d. Fracturas-Luxaciones.(Figura 4-C)

(18)

Las fracturas impactadas y las fracturas espirales u oblicuas extensas en donde las superficies de fractura están en estrecha relación, sanan más rápido que aquellas en las que existe una amplia separación entre los fragmentos o pérdida de ellos.

Los cambios a la palpación durante la reparación de la fractura son:

- No hay dolor a la manipulación
- Lugar de la fractura estable
- El callo puede palparse dependiendo del método de fijación de la fractura.(3,41)

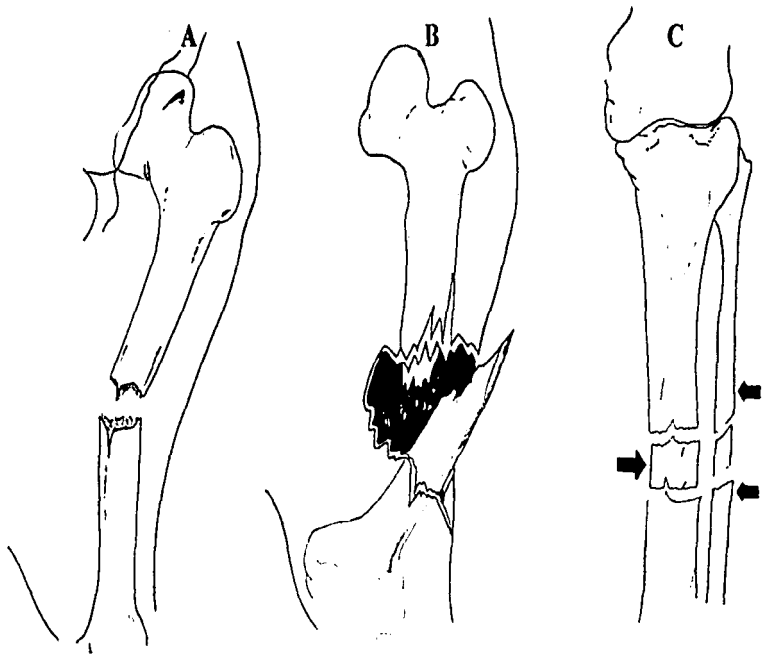


Figura 1. Tipo de Fractura. A. Fractura cerrada: la fractura no se comunica con el medio externo. B. Fractura expuesta, el sitio de la fractura presenta una comunicación con el medio externo y se trata desde el inicio como una herida infectada. C. Fractura segmentaria: Fuerte traumatismo directo en diversos puntos del hueso largo; Da lugar a fracturas en los segmentos proximal y distal del hueso, con un largo segmento desvascularizado entre ellos; La reducción es dificultosa y la consolidación lenta (2:17,23)

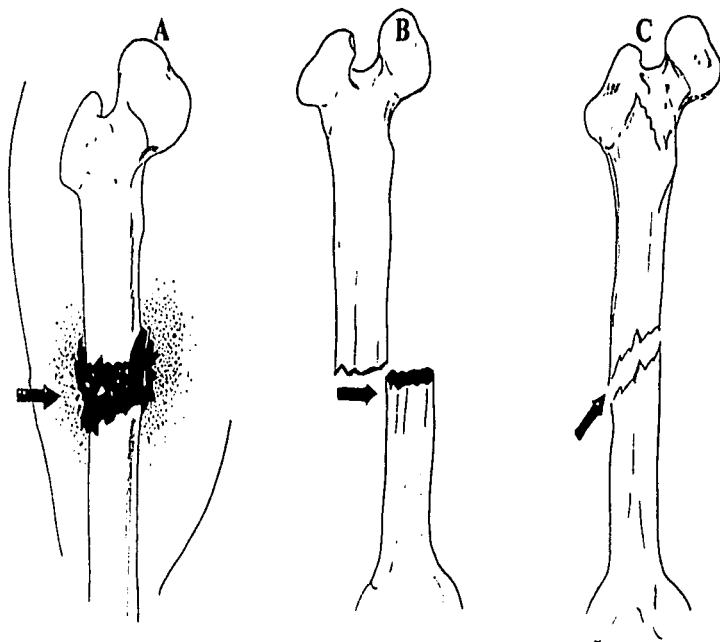


Figura 2. Tipo de Fractura. A. Fractura comminuta: producida por intenso traumatismo directo; Existen siempre más de dos fragmentos; Las lesiones asociadas del tejido blando son con frecuencia graves, es difícil lograr y mantener la reducción. D. Fractura transversal: Por lo general producida por una fuerza que causa flexión, aplicada directamente en el sitio de fractura. Existe en forma asociada lesión del tejido blando. C. Fractura Oblicua: Por lo general producida por una fuerza de torsión con empuje hacia arriba; los extremos de la fractura son cortos y redondeados, sin filo, presentan tendencia a deslizarse uno sobre otro a menos que las superficies queden trabadas. (2.11.27)

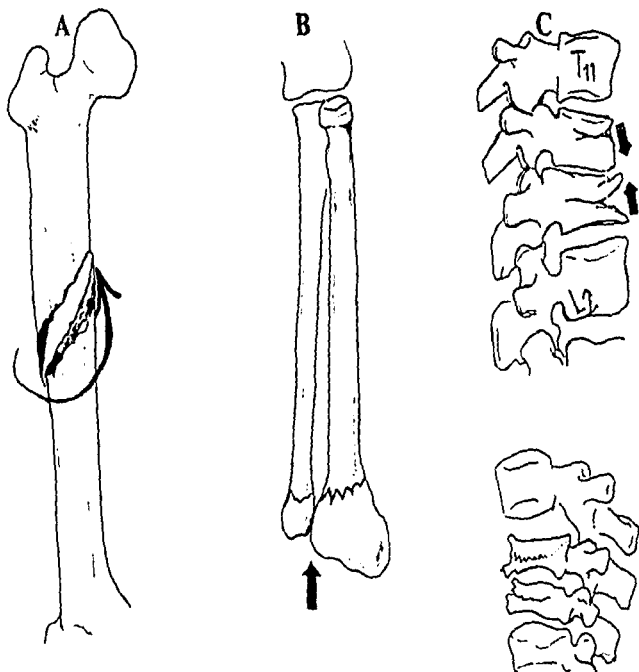


Figura 3. Tipo de Fractura. A. Fractura Helicoidal: Producida por una fuerza de torsión o rotatoria, por lo general de tipo indirecto, que da como resultado una menor lesión del tejido blando. Los extremos de la fractura son extensos, cortantes y terminados en punta como una pluma de lapicero. B Fractura por compresión: Se produce por lo general por una fuerza indirecta aplicada a un hueso que es fundamentalmente esponjoso. C. Un sitio común de fracturas por compresión es el cuerpo vertebral, resultan comprimidos uno o más de los cuerpos de las vértebras dorsales inferiores o lumbares anteriores. Cuando el hueso está enfermo, traumatismos triviales, pueden producir graves compresiones de aquí, en la mayoría de los casos, la reducción es imposible. (Osteoporosis u osteomalasia, metástasis ósea de carcinomas). (7.22)

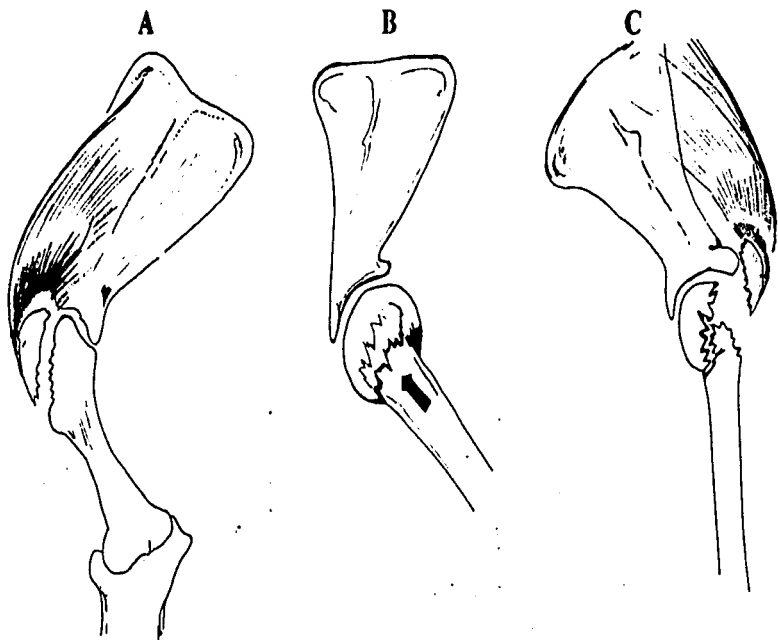


Figura 4. Tipo de Fractura. A. Fractura por avulsión: Producida por la contracción enérgica, resistida de una masa muscular, que arranca un fragmento óseo en su sitio de inserción. B. Fractura encogada: Producida por una fuerza indirecta que impelle los fragmentos óseos entre sí con firmeza. C. Fracturas-Luxaciones: Además de la fractura de uno o más de los componentes óseos de una determinada articulación, existe subluxación o luxación de ésta.

CAPITULO 3.

OSTEOSINTESIS

La osteosíntesis es la síntesis o unión de los extremos de un hueso, con una solución de continuidad, por medios mecánicos o quirúrgicos.⁽³⁰⁾

3.1 AGENTES VULNERABLES

El nuevo interés por la fijación esquelética externa se traduce en el desarrollo oportuno de diferentes fijadores externos y cada uno de ellos por un número creciente de montajes posibles.⁽³²⁾(Apéndice B) Todos los agentes vulnerables de los que pueden ser víctimas los seres vivos, en éste caso los cánidos y félidos; obran solamente de dos modos: por presión o por tracción, las cuales pueden producir compresión, flexión, rotación y arrancamientos y, desde luego, fracturas y destrucción de tejidos blandos.^(1,12) La presión, cuando se ejerce sobre una superficie y supera la resistencia de los tejidos, rechaza y comprime las estructuras anatómicas, después las estruja o magulla y finalmente las aplasta o destroza. Cuando esta presión se ejerce con gran intensidad sobre una prominencia o relieve agudo acaba por seccionar los tejidos.⁽¹⁾ En los traumatismos óseos se deben considerar varios factores en relación con los agentes vulnerables: la *dirección*, que puede ser perpendicular al diámetro mayor o menor del hueso, tangencial o transversal, la *velocidad* y la *masa del agente*.⁽¹⁾

En relación con la velocidad y la masa, se pueden producir fracturas simples o conminutas. La presión puede actuar produciendo flexión y fracturar al hueso en el lugar de menor resistencia, cuando actúa tangencialmente puede producir, además de fracturas, arrancamiento de los tejidos blandos.^(1,15)

3.2. TEORIAS FISICAS AL SISTEMA DE FIJADORES

Existen 2 teorías de Física que es necesario conocer para comprender y poder aplicar la estabilización del foco de la lesión, en caso de una osteosíntesis, ya sea interna o por fijadores esqueléticos externos.

1°. La teoría de las columnas

La teoría de las columnas: Se basa en que, para que la carga (fuerza externa actuando sobre un cuerpo) se distribuya uniformemente sobre la porción transversal de la columna, es necesario que esté centrada, ya que si la carga se sitúa excéntricamente provoca un esfuerzo en flexión y si la carga no coincide con el eje de la columna, actúa entonces como fuerza de cizallamiento, por lo que es necesario, el brazo de palanca que aumenta la base de la columna para distribuir simétricamente la carga.⁽¹⁵⁾ Esto traducido al sistema de fijadores esqueléticos externos para garantizar la estabilidad del foco, quiere decir que es necesario:

1ro. Transfixionar los clavos (alambres) de forma que transmitan la carga longitudinal al eje del hueso, lo que se consigue centrándolos en cruz⁽²⁸⁾ y

2do. Situar simétricos los aros o semiaros, uno respecto al otro, ya que la inclinación de un aro o su aplicación con esfuerzo, hará que las cargas transmitan en la columna ósea de forma excéntrica, provocando flexión, lo que determinará diferentes grados de unión entre los fragmentos, con diástasis del lado opuesto a la flexión lo que conspira contra la consolidación.⁽¹⁵⁾

2°. La teoría del tirante o "Hauband"

La teoría del tirante o "Hauband". Refleja que una carga excéntrica, al actuar sobre la columna, no directamente, sino a través de un brazo o palanca, origina una presión en el lado de la carga y una tracción en el lado contrario, por lo que es necesario crear una fuerza de presión en este lado, por medio de un tirante, para inhibir la acción de la carga excéntrica.(Figura 14) En este principio se basa la osteosíntesis por láminas de gran fuerza y tornillos y el sistema AO; teniendo su aplicación en las fracturas conminutas, elongación de miembros, en pérdidas de sustancias, etc.⁽¹⁵⁾. Esta teoría —en el caso de los fijadores externos— es necesario aplicarla con juicio crítico; los medios de unión de los aros se deben situar de forma que actúen como tirantes, inhibiendo las cargas excéntricas; estos medios aumentan en número cuando es necesario reforzar el lado opuesto a una pérdida de sustancia o una conminución fracturaria, o bien, a ambos lados, cuando se trate de estabilizar la elongación obtenida en el curso de un tratamiento por distracción.⁽¹⁵⁾

3.3. SELECCION DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

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 están afectadas y el daño concomitante de tejidos blandos. Otros factores que deben considerarse incluyen el comportamiento y el medio del animal, la cooperación del propietario, durante el período de convalecencia y lo que se espera del animal después de la unión ósea.^(28,43)

3.4. TRATAMIENTO DE FRACTURAS

Fundamentalmente, desde el punto de vista del tratamiento, las fracturas se clasifican en tres grupos:

- a) Aquellos cuyo tratamiento se dirige primordialmente a las lesiones de las partes blandas, ignorando en gran medida la lesión ósea. Como ejemplos cabe citar los huesos planos, tales como la escápula o el ilión; la avulsión o fracturas de las prominencias óseas como: las apófisis transversas de las vértebras, o aquellas fracturas en las cuales participan las superficies articulares y la abundante irrigación sanguínea, permite casi la certeza de la consolidación; como en el caso del calcáneo y epífisis proximal del húmero.⁽⁷⁾
- b) Aquellas en que la irrigación sanguínea destinada a los huesos es buena y se producirá la consolidación, pero sólo en el caso de que se restablezca la posición correcta y se mantenga una buena alineación de los fragmentos. La mayoría de las fracturas pertenece a este grupo.⁽⁷⁾

- c) Aquellas que no sólo se requiere la inmovilización necesaria para mantener una buena posición, sino que además, a menos que la inmovilización sea continua, no se producirá la consolidación de la fractura. En todos estos casos la irrigación sanguínea de uno de los fragmentos es escasa.⁽⁷⁾

Para el tratamiento de las fracturas disponemos básicamente de tres posibilidades:

1. No adoptar ninguna medida mecánica en relación con los huesos fracturados: lo que se hace prácticamente en éste caso es tomar una actitud expectante. Pero esto exige una asistencia muy esmerada por parte del dueño, pues el paciente debe permanecer inmovilizado por regla general. Con tal fin se introducirá en una caja o jaula de dimensiones adecuadas, en la que pueda descansar tendido cómodamente. Es importante que el suelo no esté demasiado acolchonado para que el paciente, que yace sobre el lado enfermo, repose sobre un plano y no se produzca el acodamiento de la fractura.^(8,22)
2. **Tratamiento conservador.** Entre los métodos conservadores, disponemos de los vendajes, que pueden endurecerse con determinados aditivos como el yeso, el almidón o la cola de zinc. En todas las modalidades de tratamiento conservador hay que tomar por principio la inclusión de las dos articulaciones vecinas a la fractura. Aparte del endurecimiento adicional del yeso, almidón o cola de zinc, puede obtenerse el mismo resultado con cartón o trozos de madera.

El vendaje de yeso tiene el inconveniente de su gran peso, si ha de adquirir firmeza suficiente, por lo que el paciente lo encuentra incómodo y trata de librarse de él. Se obtienen mejores resultados con las férulas, ya que son más ligeras. Se emplean la de Kramer y la de Thomas-Johnson. (Figura 6)(6,27)

3. **Tratamiento quirúrgico:** La modalidad de osteosíntesis que se emplea depende de la localización y clase de fractura y de la experiencia y criterio del cirujano.(30,45)

En la práctica, por consiguiente, el tratamiento de la mayoría de las fracturas puede dividirse en tres fases: *Reducción*, para restablecer la alineación ósea normal, *Inmovilización*, para mantener la fractura reducida hasta que tenga lugar la consolidación y, finalmente, *Rehabilitación*, para restablecer la función normal de la parte lesionada o, si esta fracasa, para ayudar al paciente y/o dueño a combatir cualquier incapacidad.(7)

El tratamiento y curación de las fracturas se puede resumir como sigue:

- Toda cicatrización depende de un buen aporte sanguíneo.
- La resistencia y el control de la infección, depende del aporte sanguíneo y de los mecanismos de defensa correctos. Los antibióticos no son un buen sustituto.
- Debe eliminarse cualquier cosa que dificulte la vascularización (espacio muerto, colección de líquidos, cuerpos extraños, tejido desvitalizado).
- La circulación en el área lesionada se fomenta por un retorno precoz a la función. La actividad muscular reduce el estásis venoso y el edema.(43)

Todas las heridas, a excepción de las fistulas, cicatrizan si existe una circulación correcta y un metabolismo normal. No se debe estimular quirúrgicamente la cicatrización de una herida. Para una mejor cicatrización, debemos hacer un cultivo.⁽⁴⁹⁾ En cualquier caso es necesario el equipo de rayos "X" para efectuar el control antes y después de la intervención.⁽⁷⁷⁾

Existen los siguientes métodos de osteosíntesis:

- ❖ **enclavamiento medular,**
- ❖ **atornillamiento percutáneo de férulas según Stander o Kirschner-Ehmer,**
- ❖ **atornillamiento percutáneo con puente extracutáneo de plástico, según Becker,**
- ❖ **alambres o clavos perforantes de Kirschner, o clavos de Rush,**
- ❖ **enlace con alambre, (cerclaje);**
- ❖ **sutura metálica del hueso;**
- ❖ **fijación esquelética externa según Hierholzer, (Figura 7)**
- ❖ **sistema A/O,**
- ❖ **fijación con acrílico dental,**
- ❖ **fijación esquelética externa, según Behrens e Ilizarov, (Figura 11)**

3.5. PRINCIPIOS DE APLICACION

La primera decisión en el proceso del tratamiento de fracturas con fijación externa esquelética es la elección: reducción cerrada o de reducción abierta.⁽³⁴⁾

La reducción abierta: Es aquella donde existe la apertura del foco de la fractura y el control es bajo el sentido de la vista, dando una exacta reducción.⁽²⁵⁾ La reducción abierta de una fractura puede ocasionar una unión retardada o una falta de unión, sobre todo, cuando existe un deseo exaltado del cirujano por efectuar una reducción total y evitar así el exponerse a una crítica que lo acuse de técnica operatoria inadecuada, o por el sólo deseo de obtener una radiografía que muestre una reconstrucción excelente.^(35,41,44) Permite conseguir al lado de una reducción perfecta de la fractura la eliminación de movimientos de rotación, así como la evacuación del hematoma y la papilla ósea.⁽²⁵⁾ Este tipo de reducción requiere de una gran manipulación ocasionando traumatismo iatrogénico que se suma al original. La reducción abierta, además provoca daño al tejido blando adyacente, así como a la irrigación que prolonga el tiempo de reparación. Las esquirlas o fragmentos muchas veces quedan sin irrigación por lo que tendrán que revascularizarse y reabsorberse, antes que el nuevo hueso las reemplace. De igual manera al utilizar la reducción abierta, se inoculan bacterias lo que incrementará, aun más el tiempo de reparación.^(3,27,34,41,44)

El cirujano debe plantearse como meta el de preservar la irrigación, lo que se logra realizando una reducción cerrada;⁽⁴¹⁾ ya que ésta es en la cual no existe apertura del foco y el control se lleva bajo control de Rayos "X", (amplificación de imágenes en televisión).⁽²⁵⁾

La reducción cerrada produce menos lesión a los tejidos blandos y a la vascularización ósea.⁽²⁴⁾ Sin embargo, si es necesario exponer la fractura siempre cumplir con la premisa "abrir pero no tocar".^(6,24,27,31,41) Se ha observado en gran cantidad de fracturas de huesos largos tratados con fijadores esqueléticos externos y reducción cerrada reparaciones en tiempo récord aún en pacientes seniles.^(24,41)

3.6. CLAVOS, ALAMBRES, VENDAJES, FERULAS Y YESOS

Clavos intramedulares

Los clavos intramedulares son los más comúnmente usados en la reparación de fracturas. El clavo intramedular de Steinmann es útil en tamaños de $\frac{1}{16}$ por pulgada. Los alambres de Kirschner son de 3 pequeñísimas tallas (0.035, 0.045 y 0.002 pulgadas de diámetro). Los clavos intramedulares son útiles con formón, trocar o con punta de tornillo. La punta del trocar y el cincel son más comúnmente utilizados. La larga selección de varios tamaños de clavos puede contribuir a someterlos a esterilización y posteriormente ser utilizados.⁽²⁴⁾ Los clavos medulares, los tornillos, las agujas percutáneas, etc., se retiran en general a las 8-10 semanas. Es importante el tratamiento tópico del campo operatorio con antibióticos o sulfonamidas en toda osteosíntesis.⁽⁴²⁾ Antes de decidirse por unas de éstas tres posibilidades hay que conocer con precisión la fractura y ver con claridad el objetivo de la terapéutica.⁽⁴⁵⁾

Alambres

El alambre de acero inoxidable es esencial para cumplir con muchas necesidades ortopédicas, como es la tensión cerclajo-alambre. Es útil el alambre regular ortopédico con calibres de 18, 10, 22. EL cerclaje-alámbrico torcido requiere de medidas de 1mm y 1.2mm de diámetro.⁽³⁴⁾

Vendajes, férulas y yesos

Los vendajes, férulas y yesos son parte importante del arsenal veterinario en el tratamiento de las fracturas. Los problemas asociados a este tipo de inmovilización, han permitido el desarrollo de la fijación interna y de la fijación esquelética externa, sin embargo, puede emplearse para el tratamiento primario de ciertas fracturas, para la inmovilización durante el transporte o protegiendo a los tejidos dañados y como soporte postquirúrgico.⁽⁴¹⁾ Al emplearse este tipo de inmovilización como tratamiento de fracturas, deben considerarse ciertos factores: localización, tipo de fractura, edad, talla y temperamento el paciente, así como la disposición del dueño a cooperar, ya que esta forma de inmovilización requiere de extremos cuidados.⁽²⁰⁾ Los métodos para la inmovilización o fijación esquelética externa de fracturas incluyen materiales rígidos, pudiendo dar lugar a presión sobre prominencias óseas del miembro, por lo tanto, debe colocarse un material protector entre el material de yeso o férula y el tegumento.⁽³⁴⁾ Es necesario siempre tener cuidado de aplicar un colchón suficiente de algodón, como protección y evitar así el "macerar" la piel entre las prominencias óseas y el material rígido de las férulas.⁽⁴¹⁾

El material empleado para la fabricación de férulas es variado, sin embargo, debe reunir ciertas características, como son:

- rigidez adecuada para proporcionar buen apoyo al miembro,
- debe ser ligero para que sea bien tolerado por el paciente, y
- durable, ya que debe resistir durante todo el tratamiento.⁽⁴¹⁾

Existen diferentes tipos de vendajes dependiendo del lugar de aplicación:

Vendaje EHMER

Este vendaje se aplica en el miembro posterior, con la intención de inmovilizar el área del corvejón y babilla, particularmente limitando el movimiento desde la cadera. Si existe luxación se mantiene con éste último postreducción con fijación esquelética externa.⁽³⁴⁾

Vendaje VELPEAU

Se aplica para el miembro anterior con la intención de inmovilizar efectivamente el miembro entero.

Vendaje ROBINSON

Conocido también como Vendaje del miembro pélvico, permite limitar el movimiento del miembro, previniendo que soporte el peso y se rote el mismo.⁽³⁴⁾ En este tipo de vendaje está incluido el tan útil y conocido:

- **Vendaje ROBERT JONES:** Este vendaje consta de dos capas de algodón, cada una de ellas recubierta por un vendaje firmemente aplicado que abarca desde la mitad de la tibia y peroné a la mitad del muslo. (Figura 5) Este vendaje no sólo contribuye a combatir la tumefacción, sino que proporciona, además una buena sujeción a la articulación lesionada y la protege de tracciones angulares y de torsiones discretas.⁽⁷⁾ En las lesiones más importantes, por ejemplo, en cualquier lesión en que el derrame esté constituido por sangre pura (*hemartrosis*), se aplicará siempre una calza enyesada circular.⁽⁷⁾

Férula de THOMAS

Fue diseñada para el tratamiento de fracturas del fémur. En su forma original, el anillo de la férula consistía en un simple aro ovoidal forrado de piel en su extremo proximal, que es aún la mejor forma para ajustarse cómodamente.

Resultaron inútiles los numerosos intentos de "perfeccionarlo", como el de introducir una depresión en forma de V con la idea de mejorar el soporte isquial. (Figura 6) ^(12,18) El anillo metálico de la férula se recubre de una almohadilla de cuero blando, que amortigua la presión excesiva en la parte superior de la extremidad, en la ingle y en la tuberosidad isquiática.⁽¹⁹⁾

La tracción puede ser cutánea (por medio de bandas aplicadas sobre la piel de ambos lados del miembro pélvico), o esquelética (implica el uso de un clavo colocado a través del hueso) y los cordones se amarran al extremo distal de la férula de Thomas. Esto forma un sistema cerrado y la tracción del miembro pélvico, efectuada por los cordones, se transmite de regreso hacia la inglo y hacia la tuberosidad por medio de barras de la férula de Thomas. El paciente con el miembro inmovilizado en esta forma puede ser transportado en forma bastante cómoda y simple.⁽¹²⁾ Es necesario disponer de un surtido completo de estas férulas, con aros de tamaño variable de 25 a 70cm graduados de a 5cm deberán estar recubiertos con su almohadilla, tratados con jabón especial. No se admitirán aros resecos, resquebrajados, que hayan sido utilizados antes en otros pacientes. Habrá que hacer arreglos necesarios para que los servicios de reposición recuperen los aros usados y traten de mantener completa la serie. Se elegirá el aro que se adapte mejor al muslo, pero igual quedará flojo cuando el muslo se va encogiendo; si ocurre esto, una almohadilla colocada entre la parte lateral del aro y el trocánter mayor mantendrá la parte interna del aro separada del ano y próximo a la región de la tuberosidad isquiática.

Después de 6 semanas, al examinar la fractura por primera vez para controlar el proceso de unión, se deberá cambiar la férula por otra con un aro más ajustado.⁽²⁰⁾ La férula de Thomas es una de las más efectivas, además de ser fácil de aplicar y confortable, es muy útil para controlar y corregir las contracturas viciosas en flexión.^(12,19)

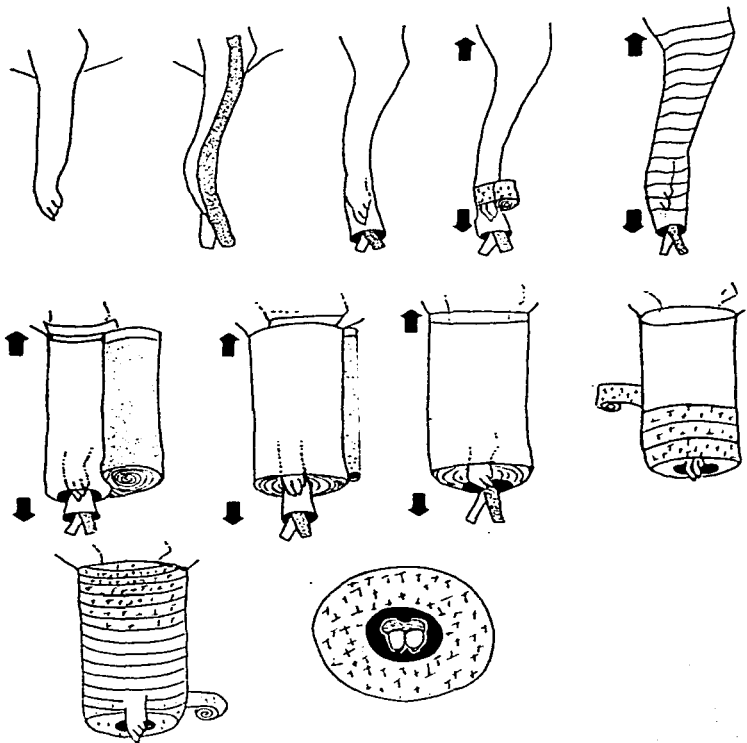


Figura 5. Vendaje Robert Jones⁽³⁴⁾



Figura 6. Ferula de Thomas⁽¹⁴⁾

3.6.1. REGLAS DE APLICACION DE VENDAJES, FERULAS O YESOS

- A. Se requiere de sedación o anestesia general, para asegurar la reducción sin dolor y prevenir el movimiento del miembro durante el procedimiento del entablillado.
- B. El miembro debe estar completamente limpio. Esto requiere de un baño previo del paciente y el secado del miembro a entablillar.
- C. Cualquier herida, laceración o abrasión debe ser sometida a tratamiento.
- D. Durante la reducción, debe mantenerse el miembro en total extensión, para evitar que se dañen los tejidos blandos.
- E. En la superficie limpia y seca del estribo del miembro puede ser aplicada cinta adhesiva de forma lateromedial o craneocaudal. El soporte puede extenderse, proximalmente en la punta en la cual finaliza el entablillado. La cinta adhesiva es el estribo, decide el desempeño del entablillado a medida que se aplica tracción promedio y se mantiene la posición del entablillado, mientras proporciona y asegura la exposición central del cojinete plantar.
- F. Pulir adecuadamente (no ajustar) la malla del entablillado, pudiendo ser situado sobre ambos apoyos (estribos). Impedir dobleces o arrugas en el tronco de la malla.

G. Toda prominencia ósea puede ser cuidada adecuadamente con un cojín de algodón absorbente. Este será acompañado por un forro.^(29,34)

Todos los métodos de soporte externo, requieren de la aplicación de un vendaje, éste debe ser aplicado con mucho cuidado para mantener la circulación normal del miembro. La incorrecta aplicación del material externo puede resultar un torniquete muy efectivo. El movimiento del miembro puede provocar abrasiones de piel causadas por la fricción de la cinta-vendaje. El vendaje debe ser aplicado en contacto con piel con contorno normal y liso, es decir, no deben existir "amontonamientos".^(12,19,41)

En el caso de las garras, los dedos 3 y 4 deben quedar siempre expuestos, pudiendo ser monitoreado el miembro, en cambios de temperatura y tamaño. Si existen dedos tumefactos llegando a ser fríos a la palpación, remover inmediatamente el vendaje entero; de igual manera, si a la presión se ve inflamación con el resultado de olor fétido. Los signos sistémicos pueden ocurrir al grado de producir un deterioro circulatorio extensivo, (hiperemia, malestar, inapetencia e incluso signos de toxicidad).^(29,34)

Para lograr un resultado exitoso se siguen tres pasos básicos:

1. Selección del tipo de tratamiento: el principio básico de la selección es la posibilidad de inmovilizar las articulaciones adyacentes al sitio de la fractura, lo que limita el uso de las férulas y yesos a las partes distales de los miembros.⁽⁴¹⁾

2. **Correcta aplicación:** lo que requiere de experiencia para su mejor desarrollo. En la aplicación de las férulas y yesos en general, debe iniciarse en forma distal, evitando colocar material en forma angular para no comprometer la irrigación del miembro.^(41,45)

Al colocar una férula o un yeso es necesario tomar en cuenta el edema presente o el que se presentará y adecuar el manejo y aplicación a éste tipo de inmovilización. La dermatitis y el edema por compresión, son las complicaciones más frecuentes ocasionadas por una mala colocación.⁽⁴¹⁾

3. **Seguimiento adecuado durante todo el periodo de reparación,** hasta que se retire la férula; es necesaria una revisión semanal para determinar la funcionalidad o el deterioro sufrido por el vendaje, férula o yeso, o las complicaciones surgidas durante este periodo.⁽⁴¹⁾

Es necesario señalar que en animales jóvenes una complicación de gran importancia es la rigidez articular, donde el codo y la rodilla son particularmente susceptibles, por lo tanto no se recomienda el uso de vendajes, yesos o férulas por más de tres semanas. Esta complicación se acentúa con el empleo de las férulas de tracción, dando como resultado la total contraindicación de su uso en cachorros menores de 8 meses de edad.⁽⁴¹⁾

CAPITULO 4.

FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

La fijación esquelética externa es un medio de estabilización de fracturas que utiliza la fijación de clavos percutáneos que penetran internamente en los fragmentos óseos y son externamente conectados a un marco o barra rígida.^(27,34,51,41) El objetivo de la fijación esquelética externa, es estabilizar los fragmentos, estableciendo un puente en el sitio de la fractura, y proveer oxigenación necesaria al tejido para sanar la misma; mientras tanto evitar algún daño adicional existente en la vascularización ósea y en el tejido blando.⁽⁶⁾ Fue descrita inicialmente por Parkhill en 1897 e introducida por Ehmer en la medicina veterinaria.^(27,41) La fijación esquelética externa puede ser inicialmente ordenada para proporcionar rigidez ósea para el crecimiento precoz y además estabilizar con remoción alternada de clavos o conectar una segunda barra, para controlar la tensión a través del sanamiento de la fractura.⁽³⁴⁾ La fijación esquelética externa, tiene como intención proporcionar la estabilización necesaria a los fragmentos óseos de las fracturas, sin necesidad de implantes en el sitio de la fractura o inmovilización asociada al miembro. Consecuentemente éste método es particularmente usado en el tratamiento de fracturas comminutas o infectadas, mientras que impide la flexibilidad del miembro, atrofia muscular y la tendencia a una posible infección. El costo de inversión inicial es relativamente bajo, la variedad de uso y facilidad de aplicación hace que la fijación externa sea un medio práctico y atractivo para condiciones de manejo veterinario ortopédico.^(10,25)

La fijación esquelética externa es recomendada como fijación primaria o auxiliar en el tratamiento de fracturas.⁽²²⁾

4.1. NOMENCLATURA DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

Existe un renovado interés en éste sistema de fijación, por lo que se han realizado gran cantidad de pruebas en medicina humana y veterinaria para determinar los tipos de configuración.⁽²³⁾ Se ha propuesto una configuración para clasificar a las fijaciones esqueléticas,^(11,13) y parece práctica. Ella es la base de dos propiedades, conocida como acceso para el perímetro de las extremidades y el balance mecánico del ensamblaje. Los términos utilizados en esta configuración son:

TIPO I. UNILATERAL: Cuando los clavos se colocan en una sola cara del miembro, en este caso se usan medios clavos.⁽²⁴⁾(Figura 7-A)

TIPO II. BILATERAL: Cuando los clavos protuyen por la cara contraria del miembro; se usan clavos completos y dos barras que al quedar en ambos lados del miembro ofrecen una mayor rigidez y estabilidad.(Figura 7-B)

TIPO III. MIXTO: Es una combinación de los modelos anteriores, su uso esta indicado en fracturas muy inestables o multifragmentadas.

TIPO IV. TRIDIMENSIONAL (UNIPLANAR Y BIPLANAR): en general presentan una forma triangular empleando medios clavos y clavos completos.^(27,24,41)(Figura 7-C)

Principios de una nueva clasificación:

El estudio de los elementos que componen la fijación externa y los montajes se realiza cuando su aplicación permite constatar y encontrar 3 tipos de montajes elementales:

- ⊕ La Hemifijación,
- ⊕ El cuadro,
- ⊕ La fijación circular.

La elección de éstos tres tipos elementales se funda igualmente en las consideraciones anatómicas y biomecánicas. Su combinación permite definir 7 tipos de base, de los cuales cada uno comprende las variantes que conducen a 28 montajes posibles en total. (Apéndice B) Se queda clasificada la fijación esquelética externa dentro de la barra insertada en un coaptador, así como los montajes articulares hemo y transfixantes y por consecuencia todos los montajes de toda fijación esquelética externa. Esto parece irreal, porque la sola limitación a la concepción de montajes es la imaginación en la cirugía. Más con toda libertad de implantación de clavos se limita la imperativa anatómica, pero por otra parte, el montaje asegura la estabilidad del foco de la fractura. El nombre de los montajes, así pues está limitado.⁽³⁷⁾

La nomenclatura tradicional de la fijación esquelética externa se basa en la combinación de términos de los fabricantes y de los cirujanos:

TIPO I: Férulas de medio clavo: Los clavos de fijación pasan a través únicamente de una superficie cutánea y de las corticales óseas. Las abrazaderas y barras conectoras se colocan en un solo lado de la extremidad (Figura 7-A)(Figura 8)

TIPO II: Férulas de clavos completos: Los clavos de fijación pasan a través de ambas superficies cutáneas y de ambas corticales óseas. Se utilizan barras y abrazaderas conectoras a ambos lados de la extremidad.^(6,28)

Mientras esta configuración es generalmente fuerte, su uso se limita a las fracturas de codo y miembro posterior. Esto también se conoce como "*De un lado a otro*" o "*Entablillado por transfixión*".(Figura 8,9)

TIPO III: Combinación de férulas de medio clavo y clavo completo. Se colocan férulas de tipo I y tipo II a 90° de rotación axial entre sí y se interconectan a ambos extremos creando un marco tridimensional. (Figura 10)^(6,28)

Jusq en 1970, en Cirugía Ortopédica veterinaria emplea los términos de Hemifijación y Transfixión y adjunta el nombre la fijación conforme al autor, es decir el del fabricante, por las características del montaje utilizado. A este mismo tiempo en cirugía humana, el nombre de fijación externa comienza a producir estudios comparativos.

Por esta razón en 1978, Hiecholzer presenta su primera clasificación de montajes que en 1982,(Figura 7) Behrens, clasifica la fijación externa en función de su coaptación;(Figura 8,9) después por los componentes de la fijación externa y las clasificaciones existentes, se presentan los principios de una nueva clasificación ilustrada por los fijadores esqueléticos externos que más comúnmente se emplean en cirugía veterinaria:

→ Mini AO.(Figura. 7-A)

→ Cosplante: a disco tipo JAM. .A[. B[.(Figura 7-B,8-B,9-A-B-C, 10-A-B-C-D)

→ Kirschner.(Figura 7-C)

→ Polifix (Ilizarov).(Figura 11-A-B-C)

→ APEF .B[.(Figura 8-D,9-D) y

→ FESSA .A[.(Figura 8-A-C)

(22,32)

4.1.1. CONFIGURACION ACTUAL DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

TIPO I :Férula de medio clavo. (A[).(Figura 7-A)

TIPO I: Dos o tres clavos, barra única.(Figura 8-A)

El clavo es situado en fijación simple a cada fragmento y conectado con una barra simple. Esta forma de "clavado intramedular" esta diseñada para controlar la rotación.⁽³⁴⁾

TIPO I: Cuatro (o más) clavos, barra única.(Figura 8-B)

TIPO I: Barra conectora doble

Esta configuración es la modificación de la barra simple, con el incremento significativo a una resistencia compresiva de fuerza, pero su uso es sobre fracturas proximales para el codo y la región de la babilla.

TIPO I: Marco cuadrilátero:

Conocido también como armazón de cuadrilátero. Es actualmente 2 barras entablilladoras paralelas simples aplicadas en 90° de rotación axial una a la otra.

El entablillado termina siendo conectado desde un triángulo de sección cruzada. Resiste doble fuerza de compresión.(Figura 8-C) Porque la fijación de los clavos es actualmente en dos planos, éste aparato puede ser aplicado en fragmentos cortos. (Figura 8-D)⁽³⁴⁾

TIPO I: Doble abrazadera.

TIPO II: Ferulización de cuadro completo.(B□)

TIPO II: Estándar, (denominado clavos trasfixiantes).(Figura 9)

TIPO II: Modificados.(Figura 10)

TIPO III: Combinación de férula de medio clavo y clavo completo. (G⊕)

TIPO III: Estándar. Se aplica con férulas de TIPO I y TIPO II paralelas y a 90° de rotación entre sí y conectadas en ambos extremos.(Figura 11)⁽⁴³⁾

Esta clasificación define una manera simple de utilizar un montaje para el tratamiento de fracturas o de problemas ortopédicos, siendo fácil definir al lado, ya sea un símbolo o un número, bien esta una letra o una cifra el montaje utilizado. La representación por un símbolo da una visualización del tipo de fijación. La clasificación no proporciona un valor mecánico a los montajes, pues éstos dependen de manera preponderante de elementos que componen la fijación esquelética externa: diámetro de los clavos, tipo de coaptador, diámetro de las barras, etc.⁽³²⁾

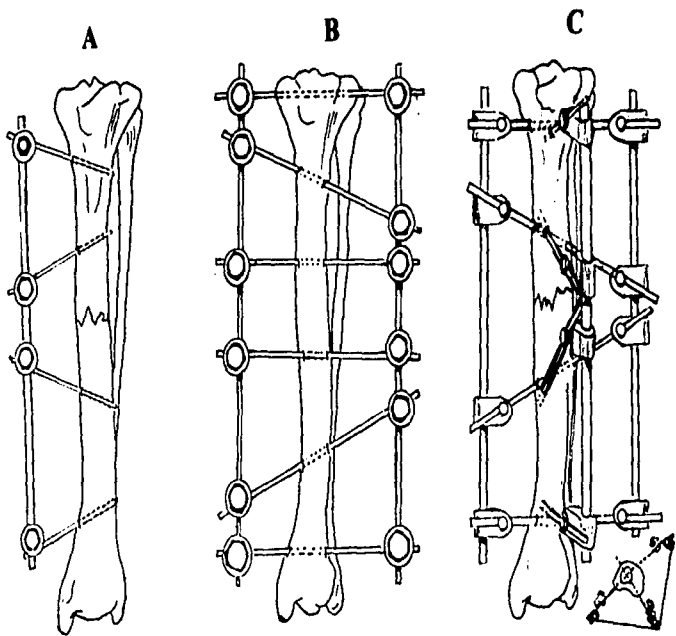
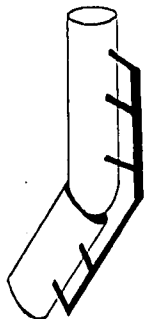


Figura 7. Configuración práctica de la Fijación Exoesquelética Externa. A. TIPO I. Unilateral. Hemifijación mini AO. B. TIPO II. Bilateral. Cuadro JAM C. Tridimensional. Cuadro + Hemifijación Kirschner.

Montaje articular
hemifijación FESSA



Hemifijación doble
barra JAM



Doble hemifijación
a 90° FESSA



Doble hemifijación
a 120° APEF

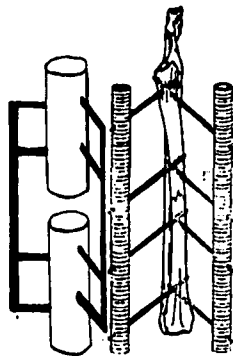
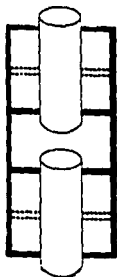
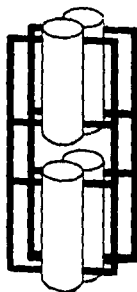


Figura 8. Configuración Actual. TIPO I. Férula de medio clavo (A []).

Cuadro JAM



Doble cuadro JAM



Doble cuadro a 60° JAM



**Montaje art. transfixante
APEF**

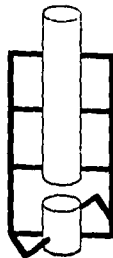


Figura 9. Configuración Actual, TIPO II. Feruización de cuadro completo. Estandar. (B D).

Doble cuadro JAM



Cuadro en cruz distal
JAM



Cuadro en parte-JAM



Cuadro en parte-JAM

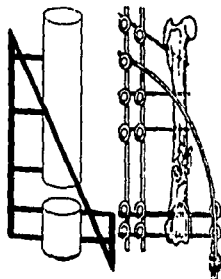
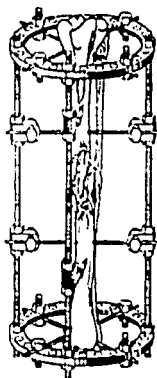
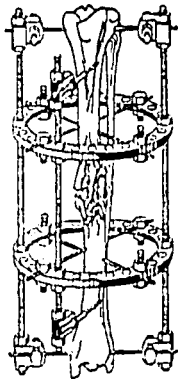
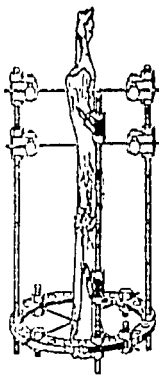
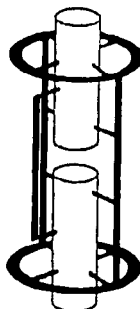
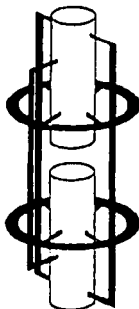
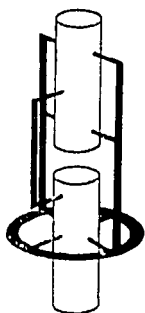


Figura 10. Configuración Actual. TIPO II. Fertilización de cuadro completo. Modificado (B D).

Figura 11. Configuración Actual. Combinación de medio clavo y clavo completo. (G4)



8 1 circulo- cuadro+ hemifijación
POLIFIX

2circuitos+cuadro+hemifijación
y POLIFIX

2 Circuitos distales (en extremos)
+ cuadro

4.2. FUNCIONES DE LOS APARATOS DE FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

4.2.1 COMPRESION

Pauwels al describir el fotoelastograma óseo precisó los conceptos de la **compresión**, como esfuerzo aplicado al hueso o "solicitud" de compresión como efecto del hueso y en especial en la curación de fracturas.⁽¹⁵⁾ Las dos propiedades físicas del hueso que determinan su reacción a los esfuerzos de compresión son: la **elasticidad** y la **carga de fractura unitaria**.

- Elasticidad*: es la propiedad de un cuerpo de recuperar sus dimensiones originales, una vez desaparecidas las fuerzas que lo deformaban, y
- La *carga de rotura unitaria*, indica la cantidad de fuerza por unidad de sección del cuerpo que produce una ruptura o fractura.⁽¹⁵⁾

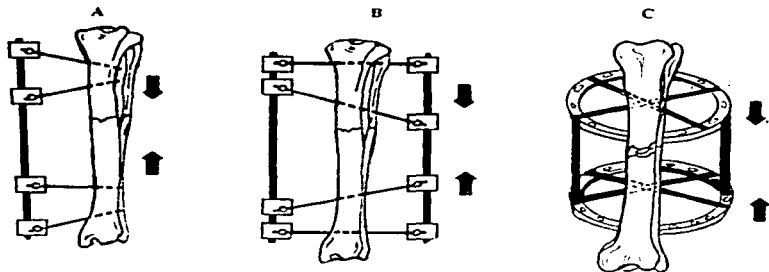


Figura 12. Función de compresión. A. Compresión lineal. B. Compresión en marco. C. Compresión por aros. El área donde se ejerce la compresión de los clavos o alambres en cruz y aros es mucho mayor.⁽¹⁵⁾

En la compresión pura actúan 2 tipos de fuerza: la *fuerza de compresión* y la *reacción a la compresión*. Ambas al actuar en línea recta y en el mismo plano, dan una cifra de 12.26 a 16.85kg/mm² para producir una fractura, pero rara vez en las fracturas actúa la compresión pura, sino que se mezcla con la flexión, el cizallamiento, torsión, etc., al tiempo que mucha de la fuerza de compresión es absorbida por la elasticidad del tejido; de no ser así, sería necesario una compresión de 450kg para fracturar la tibia.⁽¹³⁾ Existe otra diferencia de la compresión como fuerza, es decir, entre la compresión *dinámica* y *estática*. Todos éstos esfuerzos que actúan sobre el hueso fracturado deben ser compensados, de forma que sean mecánicamente favorables al foco, no sólo para la estabilidad del mismo, sino para convertirlas en efecto beneficioso de compresión que intervenga en la consolidación de la fractura.⁽¹⁴⁾

La compresión aplicada al *tratamiento de fracturas*, es un principio aplicado a diversos métodos. Se fundamenta en el hecho de que los dos materiales que intervienen en el montaje (hueso y metal), tienen cualidades mecánicas distintas que se complementan. El montaje ofrece una estabilidad máxima con masa de metal mínima porque por la compresión, el hueso participa en su propia estabilidad ya que el índice de fricción interfragmentaria, entre los extremos comprimidos, aumenta al máximo y en consecuencia una solidez extrema.^(15,22)

Los fijadores externos crean condiciones de montaje favorables al efecto de compresión del foco de fractura, osteotomía o artrodesis, tanto en el plano axial, sagital o interfragmentario, de una manera dosificada y progresiva, pudiéndose variar en el curso de la evolución del callo óseo, según la imagen radiográfica que se vaya mostrando.^(15,22) La compresión controlada que brindan los fijadores externos, no sólo se ha utilizado en la curación de fracturas, osteotomías y artrodesis; ella es además, la solución ideal para las pseudoartrosis infectadas a cualquier nivel y para los defectos de sustancia ósea.⁽¹⁹⁾

4.2.2. DISTRACCION

La primera fase de la reducción de una fractura, en la mayoría de los casos, es la tracción sinónimo de distracción.⁽¹⁵⁾ Existen reportes donde los fijadores externos se utilizan como complemento de injertos pediculados de piel, en especial el tipo "cross-legg" (cruzado-largo o cruz-larga), donde los fijadores sustituyen las inmovilizaciones enyesadas, necesarias para inhibir las fuerzas que actúan en la línea de sutura.⁽¹⁵⁾ Edwards ha descrito, el uso de los fijadores para mantener distraccionado y en correcta posición el tendón rotuliano, en casos de sección o arrancamiento del mismo, lo que permite su reparación y cicatrización sin que se produzcan insuficiencias residuales del cuádriceps. Se ha utilizado la distracción, en lo que Vidal dio por llamar "ligamento-taxis", que se utiliza para reducir las fracturas conminutas de la epífisis radial distal, proximal y distal de la tibia.

El mecanismo de acción está basado en traccionar los ligamentos y cápsulas, los cuales puestos en tensión, organizan los múltiples fragmentos óseos y aseguran la reducción.⁽¹⁵⁾

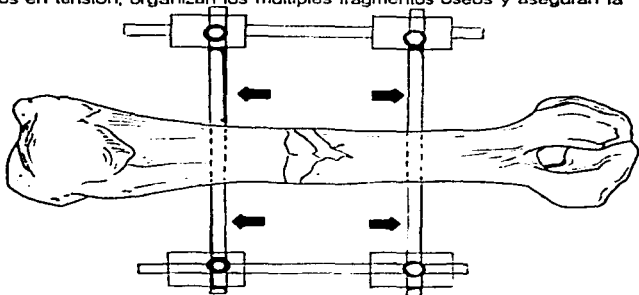


Figura 13. Función de distracción de los aparatos de fijación esquelética externa.⁽¹⁵⁾

De una u otra forma, el proceso de la distracción se detiene en un momento determinado de la progresión del tratamiento y es sustituido por la estabilización rígida del foco, para lo que se refuerza el montaje mecánico del aparato. La íntima vinculación entre compresión-distracción-estabilización hace que no se pueda absolutizar ninguno de sus momentos, sino que éstos actúan como un sistema, guardando su independencia relativa, pero funcionando en su integridad frente a la lesión.^(15,25,42) La aplicación más espectacular que ha tenido la distracción es la elongación de los miembros, técnica operatoria que con algunas variantes se viene practicando desde inicios de 1900 y en los cuales el problema no sólo es alargar, sino mantener la integridad ósea.⁽¹⁷⁾

4.2.3. ESTABILIZACION

Constituye el principio básico del tratamiento de las lesiones óseas. la estabilización o sus sinónimos: inmovilización, rigidez a nivel del foco de la lesión, solidez de la reducción, etc.⁽¹⁵⁾ La estabilidad del foco para los fijadores externos se encuentra dado por los clavos, los medios de fijación de los clavos y las uniones entre estos.⁽¹⁵⁾

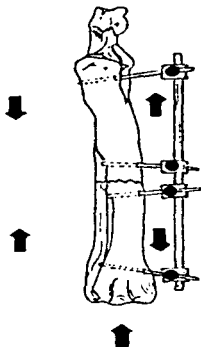


Figura 14. Función de Estabilización.

Los clavos no por mayor grosor brindan la mayor estabilidad; ésta se encuentra dada por la disposición de los mismos en los varios planos y por la tensión a que ellos se dispongan. Los elementos que fijan a éstos clavos sean metálicos o plásticos, su forma y simetría tienen igualmente valor en la estabilidad del foco. En la estabilización se trata de fijar la posición obtenida, por la que se aumentan los medios de unión.⁽¹⁵⁾

4.3. METODO CONSERVADOR

El tratamiento conservador en medicina veterinaria es un conjunto de técnicas que permiten inmovilizar el miembro fracturado, con oposición a un tratamiento quirúrgico, que consiste en inmovilizar los mismos. En el método conservador la inmovilización se obtiene por movimiento restringido del animal y la aplicación de apósitos, vendajes, féulas, entablillados, apósitos de Robert Jones modificados, yesos tradicionales y sintéticos. Las técnicas de tratamiento conservador son particularmente indicadas en pacientes jóvenes de edad inferiores a los 5 meses, como estabilizadores.⁽²⁷⁾ El tratamiento conservador permite la cicatrización ósea por segunda intención, pasando por la formación de un callo que se reorganiza (modifica), después de 10 meses, dejando cicatrices óseas muy poco visibles.

4.4. FIJADORES ESQUELETICOS EXTERNOS

La fijación externa es un medio de estabilizar fracturas, osteotomías o articulaciones; utilizando clavos percutáneos que penetran en la cortical ósea internamente y que están conectados externamente formando un marco rígido. Los objetivos de la consolidación de las fracturas con fijación esquelética externa son: estabilizar los extremos óseos de forma adecuada, con una lesión mínima de la vascularización y permitir cierta tensión en la zona de fractura para inducir una cicatrización mínima por callo.⁽⁴³⁾

Los fijadores externos crean las condiciones de montaje favorables para el efecto de compresión en el foco de fractura, osteotomía o artrodesis, tanto en el plano axial, sagital o interfragmentario, de una manera dosificada y progresiva, pudiéndose vaciar, en el curso de la evolución del callo óseo, según la imagen radiográfica que se vaya mostrando.⁽¹⁹⁾

Aparato de Ehmer-Kirschner (KE)

Es útil como un medio primario o secundario de la fijación de fracturas. Las deformidades angulares de los miembros son también corregidas sucesivamente con este aparato. El aparato de KE puede ser aplicado como TIPO I, TIPO II o TIPO III, usando desde 2 hasta 8 clavos que penetran el hueso. Mientras que la mitad va en la base de la fijación. El aparato de Ehmer-Kirschner da mejores resultados en razas pequeñas de perros y gatos.⁽²¹⁾

Aparato actual

La manufactura Kirschner fabrica el más popular entablillado veterinario de fijación externa esquelética. Esta manufactura con tres tamaños puede ser utilizada en clavos estándar de Steinmann para ambas fijaciones de clavos y barras conectoras. Consecuentemente, la adición de tornillos poco justos con la intención de expandir y fijar mejor los instrumentos ortopédicos. Ya que los tornillos son reutilizados por mucho tiempo, el costo del aparato se mantiene en el mínimo.⁽²⁴⁾

A lo largo de la historia se han ido desechando los fijadores lineales que se colocaban a un lado del miembro, para dar lugar a los fijadores en forma de marco o cuadro, que luego fueron sustituidos por el doble cuadro, una quinta barra, etc. La metodología rusa desarrolla el aro y semiaro que permite fijar los alambres en distintos planos, al tiempo que perforan los aros con agujeros para aumentar los medios de unión entre un aro y otro. El número de aros aceptados en la actualidad es de 2 por cada fragmento proximal y distal, en caso de fragmento intermedio, éste llevará el suyo.⁽¹⁵⁾

4.5. FACTORES QUE DETERMINAN LA RIGIDEZ DE LA FIJACION

Los factores que determinan la rigidez de la estabilización pueden ser:

- Biológicos
- Mecánicos

Los factores biológicos están dados por:

- el estado de mineralización del hueso,
- la longitud de los segmentos óseos fijados,
- el estado de las partes blandas y en general,
- las condiciones del paciente, las que serán iguales a cualquier estructura de fijación que vaya a usarse.

Por lo que las principales variaciones podemos atribuir las a los factores mecánicos, ya sean del aparato en sí o de su ensamblaje. Estos son:

Por parte el aparato:

- Límite elástico de sus constituyentes a varios tipos de cargas.
- Rigidez de las distintas piezas a los esfuerzos.
- Resistencia de las conexiones al moverse en cualquier dirección.
- Pérdida de la tensión del clavo (alambre) porque el gancho o patín de unión se rote, se deslice o se dañe por el contacto con el clavo.
- Presencia de microfracturas por fatiga.

Por parte del ensamblaje:

- Tipo, cantidad y disposición mutua de los aros, ejes y clavos (alambres).
- Presencia y disposición de clavos (alambres) inclinados.
- Forzar la tensión inicial y la secuencia en la tensión de clavos (alambres).⁽²⁾

4.6. INDICACIONES DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

La aplicación de la fijación esquelética externa esta indicada en fracturas que presentan las siguientes características:

- ⊕ Fracturas estables o inestables.
- ⊕ Fracturas expuestas.
- ⊕ Osteotomía conminuta.
- ⊕ Osteomía correctiva.
- ⊕ Uniones retardadas o procesos de unión.

- Ⓜ Para lograr artrodesis.
- Ⓜ Como auxiliar, cuando se emplee clavo intramedular y se requiera evitar rotación y/o impactación de la línea de fractura.

La fijación esquelética externa se puede usar en fractura de húmero, radio y tibia. También es usada en el tratamiento de fracturas de mandíbula y pelvis. De acuerdo a los estudios realizados en la UNAM, la fijación esquelética no es un método de primera elección para el tratamiento de fracturas de fémur, ya que un alto porcentaje (35%) de las fracturas de fémur tratadas con fijación esquelética externa como auxiliar han presentado diversos problemas siendo el más frecuente la falta de unión.⁽⁴¹⁾

4.7. INSTRUMENTAL Y MATERIAL PARA LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

Existe un renovado interés en éste sistema de fijación, por lo que se han realizado gran cantidad de pruebas en Medicina Humana y Veterinaria para determinar los tipos de configuración o los materiales más adecuados. (Figura 16) En general, todas estas pruebas han señalado el éxito de la fijación esquelética externa en mayor o menor grado. Sin embargo, la extrapolación de los resultados de laboratorio no siempre resulta acertada a los casos clínicos, ya que la mayoría de los pacientes que se someten al tratamiento de fijación esquelética presentan complicaciones quirúrgicas que afectan directamente en la cicatrización ósea, siendo la más frecuente la exposición del hueso.⁽³⁹⁾

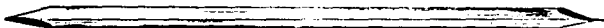
Cualquiera que sea la fijación externa, por lo menos, está compuesto por dos elementos básicos:

- a. Un soporte externo paralelo a la extremidad ósea, que asegura la rigidez del conjunto;
- b. Unos clavos o alambres de anclaje al hueso que son las piezas de unión entre el soporte y el hueso⁽³⁰⁾ e
 - * Instrumental para tejidos blandos.
 - * Instrumental básico de ortopedia.
 - * Coaptantes, (bisagra, rótula o placa).
 - * Varillas, tubos o barras conectoras y/o
 - * Plastilina y material acrílico.⁽³²⁾

Clavos:

Ellos son de diámetro variable. Los más finos son puestos generalmente bajo tensión. Los más gruesos (con diámetro de 4-5mm) pueden ser colocados en el centro de una extremidad, en la misma dirección que los hemifijantes o transfijantes, ellos garantizan la fijación. Todos ellos, al igual que los alambres y tornillos, derivan de los concebidos a inicios de siglo por Steinmann y Lambotte, los cuales eran mal tolerados por las aleaciones metálicas de que estaban hechos. Vino a resolver éste problema el acero inoxidable que en un alto porcentaje se comporta como un material biológico inerte.^(15,32)

A. Clavo de Steinmann (el más sencillo)



B. Clavo de Rush



C. Clavo de Kirschner



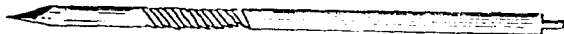
D. Clavo de Küntscher⁽³⁶⁾



E. Clavo de Schanz⁽²²⁾



F. Clavo de Bonnel



El grosor y la conformación exterior de los clavos reconoce variantes:

- Hoffmann, Stander, Judet y otros autores conciben los clavos gruesos (más de 2mm) con su punta en forma de tornillo con paso de rosca.
- Lambotte, Steinmann y posteriormente Haynes, trabajan el clavo grueso cilíndrico con punta aguda el cual se adscribirían Charnley, Sivash y otros.
- El clavo de Schanz de 5mm de diámetro con mm de longitud de rosca, con longitudes totales variables entre 100 y 200mm, son autoroscantes, no es recomendable usarlos como autoperforantes, salvo en huesos esponjosos.

La perforación previa debe ser hecha con mecha de 3.5mm de diámetro. Para el uso de hueso con pequeño diámetro, hay clavos con la punta fina con diámetro de 3mm, que pueden ser colocados con perforaciones previas de mecha de 2mm.⁽²²⁾

Una variante que une ambos extremos lo constituye el clavo Bonnet, cuya punta es afilada para garantizar su autopenetración y lleva el paso de rosca de su porción de tornillo en el centro, con el objeto de que se fije de esta forma en ambas corticales.^(2,21)

Estos elementos han variado en cuanto a su penetración en el hueso, a lo largo de la evolución histórica de los fijadores externos. Al principio, se hacían penetrar con un taladro previo en una de las corticales (Malgaigne, Lambotte, etc.); más tarde se demostró que era necesario atravesar ambas corticales para ganar estabilidad, pero se exteriorizaban por un solo lado del miembro, (Judet, Hoffmann).

El desarrollo de la fijación demostró la necesidad no sólo de transfixionar el hueso, sino también del miembro exteriorizándolo, en ambos lados (Hoffmann, Ilizarov), con el objetivo de hacer más rígida la fijación y aumentar la maniobrabilidad sobre los fragmentos óseos.⁽¹⁵⁾

Varillas, tubos o barras conectoras:

Cualquiera que sea el tipo de coaptación (simple, fragmentaria, circular), son utilizadas las barras de enlace. Puede actuar una simple barra de acero inoxidable de diámetro (Kirschner, mino AO, JAM) o una barra estirada (Hoffman, Polifix) que ofrecen dos posibilidades suplementarias: compresión o distracción.(Figura 15-A) Para asegurar la fijación esquelética externa, la barra se inserta al coaptador: FESSA o al mismo APEF que utiliza el acrílico como enlace entre clavos.

Coaptantes (bisagras, rotulas, placas)(Figura 15-B)

Coaptantes simples (Móviles): Fijan un solo clavo cuando el coaptante es de tipo JAM, AO o Kirschner. Ellos permiten las numerosas orientaciones del clavo y por consecuencia proveen una gran libertad al cirujano para la concepción de montajes.(22,32)

Coaptantes fragmentarios (abiertos): Sostienen a los clavos que van fijos a cada fragmentos óseo; (p. ejem. Hoffmann). Este tipo de coaptante sirve de guía a los clavos que son colocados en un mismo plano.(22,32)

Coaptantes circulares: Los fijadores externos circulares, permiten la fijación de clavos a 360° ayudados por pernos sujetos, que pasan por una tuerca.(15,22,32)

Plastilina y material acrílico

La plastilina epóxica* y el material acrílico** son dos materiales utilizados en la fijación externa. En estudios de la UNAM se determinó que el material acrílico (No. 62)(Figura 15-C) posee mayores ventajas:

- Fragua en menor tiempo: 5 minutos, evitando así que el paciente lesione la fijación a diferencia de la plastilina epóxica cuyo tiempo de fraguado es de 12 horas.^(3,41)
- Mayor facilidad de manejo y por lo tanto, mayor libertad para aplicar el tipo de aparato más conveniente de acuerdo al tipo de fractura.⁽⁴¹⁾
- Es radiolúcido, lo que permite visualizar la línea de fractura a diferencia de los fijadores metálicos y del material epóxico que son radiopacos.^(3,4,41)
- Biomecánicamente no se han encontrado contraindicaciones para el empleo del material acrílico que por añadidura permite una adecuada visualización de la imagen radiográfica; además.^(3,41)
- Disminuye en forma significativa el costo de la fijación.⁽⁴¹⁾

* Plastilina epóxica, Grupo Cyanomex, S.A. de C.V.

** Proalon, Dientes Acrílicos y Acrim (auto), Arias Acrílicos

El acrílico posee un soporte de peso 40 kg. de presión. En el caso de su uso como fijador de fracturas se utiliza el acrílico rápido (Acrílico de Autopolimerización), aunque ésta característica depende de las condiciones del medio ambiente en que se trabaje y el tipo de técnica que se lleve para manejarlo. El polímero teñido puede dar colores intensos y de fácil elaboración para la técnica de amasado en combinación con el líquido Catalizador (monómero).

Existen en el mercado acrílico de fraguado rápido en colores amarillo hueso (No. 62), amarillo oscuro (No. 65), Base universal de diente (No. 66) y el de color Blanco o transparente (S/N).⁽²⁾ Las proporciones deberán ser de 2:1, esto significa que por cada 20ml de líquido, éste se mezclará con 10gr de polvo, (o en su caso la cantidad que se requiera, pero siempre guardando la relación de 2:1). Se sugiere que se trabaje en una zona libre de impurezas, batiendo para impregnar el polvo con el líquido hasta conseguir una pasta que se pueda manipular a fin de darle la forma deseada o colocarlo en alguna forma provisional de celuloide. En el acrílico rápido la polimerización se lleva a cabo de 8 a 12 minutos a una temperatura ambiente de 20 a 35°C. A mayor temperatura ambiental el fraguado es más rápido.⁽³⁾

Preparación sugenda:

- El acrílico de Autopolimerización se mezcla con un godete o cuchillo para yeso espatulando suavemente hasta obtener una masa homogénea, saturando el polímero al monómero, (cuando se realiza el tiempo de fusión, cuidar de tocar el acrílico, ya que provoca quemadura).

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Evitar el batido vigoroso, ya que se provoca la incorporación de burbujas de aire en la mezcla y origina poros en el resultado final, restando transparencia al acrílico cuando este polimerizado.
- Corregir imperfecciones que posea el modelo, marcando correctamente la forma requerida, observando las posibles imperfecciones de la impresión y salvar los ángulos retentivos con cera, si se presenta este caso.⁽²⁾

Al ser un producto plástico, no deja resquicio para convertirse en conductor alérgico, sin embargo, falta realizar más estudios para asegurar el 100% de efectividad NO alérgica.⁽²⁾

Taladro de baja velocidad o perforadores de mano (Minimotor neumático AO)

Minimotor neumático AO o perforadoras de mango, nunca motores de alta velocidad o equipo de alto poder.^(22,41) Permiten encontrar fácilmente con el clavo la perforación previamente hecha.⁽²²⁾(Figura 15-D)

Los aparatos modernos de compresión-distracción poseen 5 elementos fundamentales que permiten corregir la posición de los fragmentos óseos, crear compresión o distracción entre ellos y fijar el foco operativo o de lesión.⁽¹⁵⁾

Ellos son:

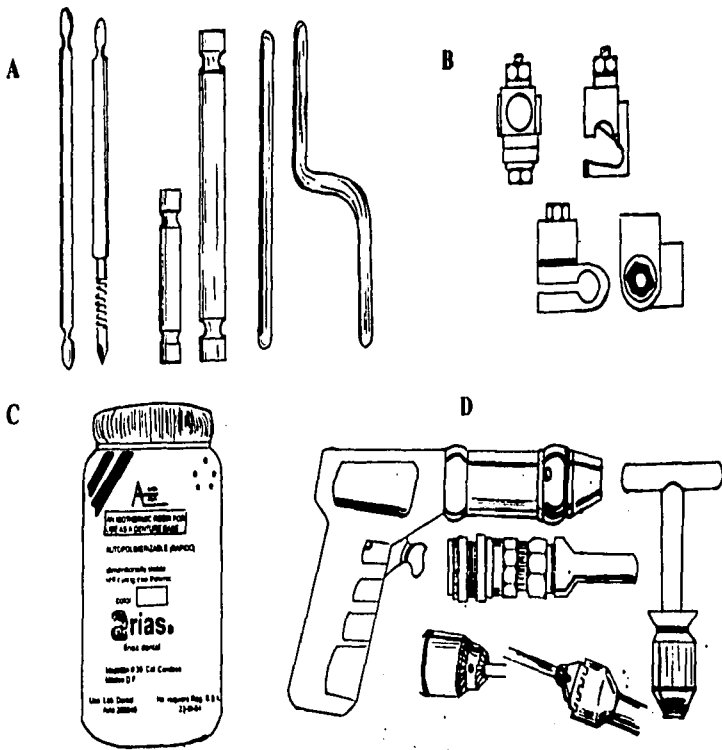
- I. Alambres, clavos y tornillos, con los que se actúa directamente sobre los fragmentos óseos.

- II. Aditamentos de diferentes formas (aros, semiaros, marcos, cuadros, material acrílico, etc.) en los cuales se fijan los alambres-clavos por su extremo libre y los ejes de unión de los distintos segmentos.⁽⁴¹⁾
- III. Grapas, presillas y horquillas para asegurar los extremos de los alambres-clavos a los aros o arcos o aditamentos de distintas formas.
- IV. Ejes o rótulas que unen entre sí las distintas partes de los aparatos (aros, arcos, marcos) y que producen la compresión-distracción entre éstas diferentes partes.^(13,41)
- V. Tuercas, contratueras y arendelas que permitan el cambio de los arcos-aros y su fijación al nivel deseado o su paso de rosca.⁽¹⁵⁾

Como elemento de importancia el sistema de estirar o tensionar los clavos por medio del cual se evita que el clavo se afloje y permite realizar reducciones e impactación interfragmentaria.⁽¹⁵⁾

Dispositivos actuales de fijación esquelética externa

La Kirschner Company fabrica los dispositivos de la fijación esquelética externa, de tres tamaños utilizando clavos de fijación de $\frac{3}{32}$ pulgadas de diámetro. Se emplea en perros pequeños y gatos. El aparato de tamaño medio tiene clavos de fijación de $\frac{1}{8}$ de pulgada o menos y barras conectoras de $\frac{3}{8}$ pulgadas y se utiliza en todos los perros excepto en los de menor tamaño. El aparato de mayor tamaño tiene clavos de fijación de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro y cilindros conectoras de $\frac{3}{8}$ pulgadas de diámetro y cilindros conectoras de $\frac{3}{8}$ pulgada de diámetro. Se aplica a pacientes (cánidos) muy grandes.⁽⁴¹⁾



10 Fig. 15. Instrumental y Material. A. Varillas, tubos o barras conectoras. B. Coaptantes, rútlas o bisagras. C. Material Acrílico. D. Taladro o Motor de mano.

4.8. TECNICA DE APLICACION DEL FIJADOR ESQUELETICO EXTERNO

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

- Todo plan definitivo de colocación de 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.⁽¹³⁾

El concepto de la "mínima manipulación quirúrgica de la fractura" no es una idea nueva, por años se ha reconocido su importancia,⁽³⁴⁾ sin embargo, en la actualidad a cobrado mayor vigencia, ya que se busca un equilibrio entre el método de fijación y la biología de la fractura.⁽²⁷⁾ Por lo tanto se puede conceptualizar que el cirujano ortopedista debe tener un excelente conocimiento de la biomecánica y esforzarse por obtener mayor estabilidad en la reconstrucción de la estructura, pero al mismo tiempo dominar los principios de la biología de la fractura, ya que esto proporciona los factores que permiten la reconstrucción sin contratiempos. A esto se le conoce como: "el concepto balanceado en la reparación de la fractura".^(27,35)

La penetración del clavo en los tejidos y el hueso, también tiene sus características en cada sistema: Steinmann, que siempre los utilizó en forma de transfijación, los hacía penetrar a golpe de martillo.

Stander, Hynes, Hoffmann y otros plantean la necesidad de practicar una incisión cutánea de 1cm. en cada punto de penetración, llevar al clavo a contacto con el hueso, barrenar éste o penetrarlo a tornillo, lentamente, con los objetivos de:

1. Evitar necrosis cutánea secundaria que induzca la infección y
2. Permitir una cierta movilidad al revestimiento cutáneo y evitar así fenómenos dolorosos.

La preparación preoperatoria de los pacientes en el aspecto general o local no reviste particularidades especiales. El campo operatorio se prepara de forma tal, que permita trabajar con facilidad con los clavos largos, sin que produzcan lesiones en el lado contrario y sin que se pierda la esterilidad.⁽¹⁵⁾ El paciente es preparado para una intervención quirúrgica mayor, siguiendo estrictamente los pasos de antisépsia, anestesia y manejo delicado de tejidos.^(34,41)(Figura 16)

- I. Reducción anatómica de los fragmentos de la fractura (abierta o cerrada), especialmente en aquellas que involucran superficies articulares.(Figura 17-B) El conocimiento de la anatomía del segmento del miembro evitara en general la lesión de elementos vasculonerviosos tanto a la entrada del clavo al hueso, como a la salida en la cortical opuesta.

La reposición anatómica de ellos resulta de la reconstrucción del hueso afectado.⁽¹¹⁾ Manteniendo la fractura en esta posición durante la inserción de los clavos, con la finalidad de normalizar la relación entre la piel, tejido blando y hueso. Si esto no se logra se pueda ocasionar pérdida prematura de la fijación, daño a los tejidos blandos y excesiva tensión alrededor de los clavos.⁽⁴¹⁾

Utilizar la mayor antisépsia; escoger el punto de introducción de los clavos, evitando daño a el paquete vøsculo-nervioso predominante de cada segmento del miembro, para conservar el aporte sangu&osilneo a los fragmentos &osilseos y tejidos blandos mediante una cirug&osil;a traum&osil;tica; lo cual retardar&osil;a la cicatrizaci&osil;n &osil;sea propiciando una mayor posibilidad de infecci&osil;n.⁽¹¹⁾ Para lograr una buena reducci&osil;n y estabilizaci&osil;n adecuada de los fragmentos con el menor tiempo de cirug&osil;a, es recomendable evaluar cada enfermo para operar con un plan determinado y dibujar en la piel la zona por donde se van a transfixionar los clavos para que sirva de orientaci&osil;n,⁽¹⁵⁾ pero en el caso de que el paciente tenga una fractura m&osil;ltiple o conminuta podr&osil;a ser m&osil;s peligroso que ventajoso llevar a cabo la operaci&osil;n si el cirujano no domina esta t&osil;cnica, ya que se puede provocar un mayor trauma a los tejidos blandos y con esto el hueso se desvitalizar&osil;a por falta de irrigaci&osil;n.⁽²⁰⁾

- II. Colocaci&osil;n de los clavos: La correcta colocaci&osil;n de los clavos es fundamental. No habr&osil;a posibilidad de un buen montaje sobre clavos mal colocados. Deben ser colocados en el lugar adecuado y con la t&osil;cnica adecuada. Colocaremos de preferencia los clavos en la zona de hueso expuesto, directamente, sin atravesar partes blandas, o en la zona cubierta por tejidos sanos, percut&osil;neos; en lo posible evitar colocar los clavos en los sectores m&osil;s contundidos, (a veces esto no es posible).⁽²²⁾ Hacer la introducci&osil;n inicial del clavo No. 1 (m&osil;s proximal), por puncci&osil;n en la metafisis del hueso; inici&osil;ndolo por la porci&osil;n en que m&osil;s peligro haya de lesionar el paquete vøsculo-nervioso.⁽¹⁵⁾

Posteriormente se coloca el No. 4 (distal) en la metafisis distal.⁽⁴¹⁾ Cuando el clavo es colocado correctamente en hueso diafisario, sentiremos tanto al perforar como al colocar el clavo el pasaje de ambas corticales.⁽²²⁾ Los clavos se transfijan perpendiculares u oblicuos al eje longitudinal del hueso y no al del miembro.⁽¹⁵⁾ La angulación es de 45-65° y con dirección hacia la línea de fractura. Una vez que éstos clavos han sido insertados se coloca la barra conectora con los cuatro fijadores.⁽⁴¹⁾ *(Figura 17-C) Los clavos deben atravesar la cavidad medular, los clavos intracorticales no son deseables tienen más riesgo de necrosis y aflojamiento, debilitan más al hueso aumentando los riesgos de la fractura a ese nivel y por que son mecánicamente menos eficientes.*⁽²²⁾

- III. Los fijadores proximal y distal se ajustan provisionalmente mientras que los centrales quedan libres. La transfijación de los clavos centrales⁽²²⁾ se efectúa considerando como guía a los fijadores, colocándolos lo más cercano posible a la línea de fractura y en dirección a la metafisis correspondiente.^(34,41) Los clavos deberán ser colocados en una posición en la que no interfirieran con la función que desempeñaba el hueso antes de la fractura.⁽⁴¹⁾ La libertad de colocación de los clavos nos facilita considerablemente su inserción, punto importante para acortar tiempos quirúrgicos y para tener clavos sólidos anclados en hueso sobre los que luego armar el montaje.⁽²²⁾
- IV. Los clavos monocorticales dan montajes muy inestables y van rápidamente a la lisis. Tampoco es deseable que protuyen más allá de la cortical opuesta para evitar lesionar partes blandas.

El cirujano debe aprender a "sentir" la cortical opuesta, no es de buena técnica desvitalizar circunferencialmente el hueso para pasar el dedo y palpar la emergencia de la punta del clavo durante la introducción. Tampoco es práctico el control sistemático con intensificador de rayos "X" de la profundidad del clavo; ententece la operación y la imagen es frecuentemente difícil de interpretar.⁽²²⁾

Se verifica que se hayan atravesado ambas cortezas, así como la calidad de la reducción. Si ésta es correcta se ajustan los fijadores hasta obtener la rigidez adecuada. (Figura 17-D) Luego de colocados todos los clavos y reducida la fractura, si hay tensión de las partes blandas sobre los clavos, ésta debe ser resuelta mediante la cuidadosa liberación de las partes blandas alrededor de los clavos.⁽²²⁾ Una fijación rígida estable por la aplicación de clavos, debe ser lo suficientemente resistente para permitir la cicatrización ósea antes de que la función del fijador fracase.⁽⁴¹⁾

La consolidación requiere un tiempo variable, depende de la clase de localización de la fractura, el tratamiento y de la finalidad zootécnica que tenga el paciente (raza). Dura generalmente 4-6 semanas. Es difícil la consolidación de fracturas en perros de aguas. Aparte de la fijación de los extremos óseos, debe administrarse una ración rica en fósforo, (fosfato cálcico). La vitamina D3 favorece también la formación del callo óseo. Es conveniente administrar Vitaminas a los 8-10 días del accidente, seguido de una nueva dosis de vitamina a los 10 días.⁽²⁷⁾

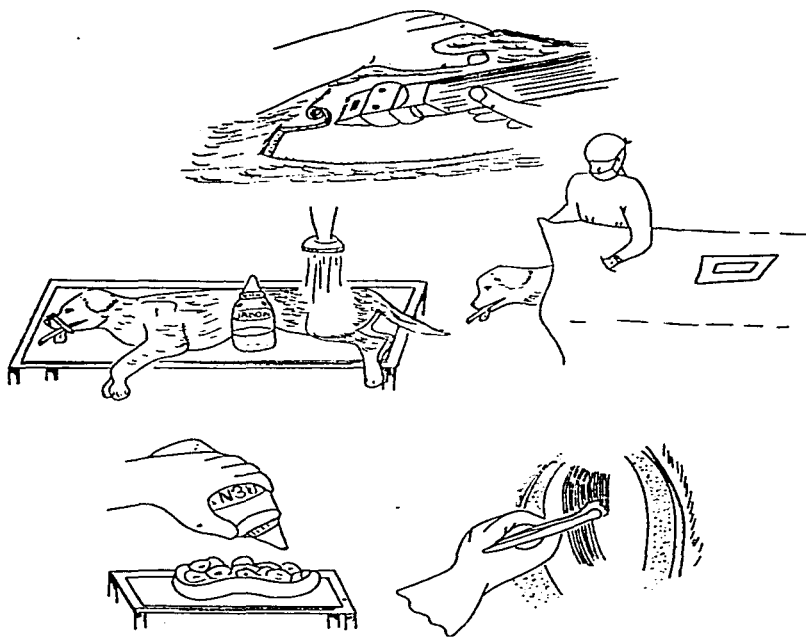


Figura 16. Preparado del paciente.

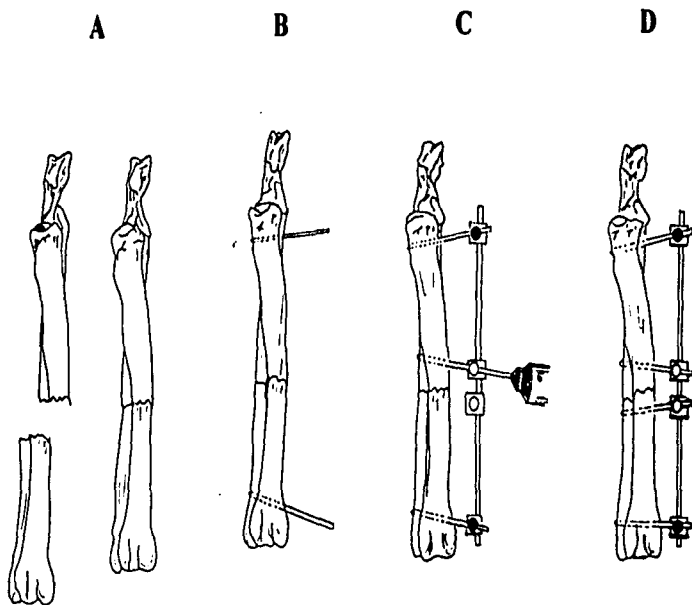


Figura 17. Técnica de aplicación del montaje.

CAPITULO 5.

CUIDADOS Y SEGUIMIENTO POSTOPERATORIO

Al regresar el paciente a su alojamiento, será colocado en una cama con características especiales:

1. Existir un nicho hendido en un colchón o provocar la cavidad usando almohadones, para que asiente el aparato.
2. Favorecer desde los primeros días el movimiento o ejercicio activo de contracción muscular; primero y de movilidad, después; junto a ello, los masajes suaves al miembro y la movilidad pasiva ayudan a la reabsorción de hematomas. Los movimientos articulares deben hacerse sin provocar dolor, por períodos de 30 minutos y 2 o 3 veces al día y fomentar el completo apoyo del miembro traumatizado para evitar la enfermedad de las fracturas, (Atrofia muscular del miembro, Osteoporosis, excesiva producción de Callo óseo, Anquilosis, etc.).^(11,12)
3. El cuidado de los orificios de entrada y salida de los clavos debe seguirse, de forma rigurosa, aplicando diariamente antiséptico (p.e. alcohol) sobre los pequeños apósitos que los cubren, (evita el exudado). Estos pequeños apósitos debe ser cambiados en los primeros días, en especial cuando comienzan a acumular sangre o exudados serohemáticos. La frecuencia puede ser cada 2 o 3 días.

4. Las indicaciones pertinentes deberán ser explicadas al cliente para evitar fracaso en la cirugía.^(11,20) Algunas indicaciones serán:

- ◆ **Ambulación restringida, ya que la fijación es una carrera entre la resistencia del fijador y la cicatrización de la fractura.** Si no se limita el ejercicio del paciente, el fijador se fatigará, se debilitará y podría sufrir ruptura o se doblará.⁽¹¹⁾
- ◆ **Control radiográfico, el cual se efectuará cada 3 o 4 semanas.**

Para retirar el aparato basarse en pruebas clínicas y radiográficas. La evaluación clínica de callo es necesario hacerla retirando paulatinamente la compresión y disminuyendo la intensidad. Si no existe movilidad patológica en el foco y se comprueba la estabilidad, se retira el aparato:

1. Cortar todos los clavos transóseos.
2. Aflojar y liberar las distintas estructuras del aparato hasta que éste se independiza del miembro y
3. Extraer los clavos por tracción y rotación simultánea.
4. Aplicación de un antiséptico en los orificios de salida de los clavos.

Cuando se ha retirado el aparato, el ejercicio deberá ser controlado hasta que el hueso esté remineralizado en su totalidad, ya que el haber aplicado un fijador absorberá parte de las fuerzas de tensión, compresión y rotación que sufre el hueso y éste sufrirá de cierta atrofia (esto es conocido como protección al estrés) y en segundo lugar por los orificios que quedan vacíos al retirar los clavos.^(11,20)

CAPITULO 6.

VENTAJAS DE LA UTILIZACION DE LA FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

- A. Se logra la inmovilización de los huesos, sin tener que recurrir a aditamentos complementarios.^(15,25,41)
- B. Inmovilización más rígida y segura que la lograda con los clavos intramedulares, ya que se tiene un número mayor de puntos de fijación.⁽³⁰⁾
- C. Se puede tratar las distintas lesiones de las partes blandas, manteniendo una estabilidad adecuada del miembro, lo que minimiza las complicaciones secundarias.^(15,41)
- D. La correcta aplicación de la compresión-distracción, contribuye a la consolidación de la fractura y que se puedan evitar acortamientos.⁽¹⁵⁾
- E. El tratamiento de osteosíntesis externa, es económico y ambulatorio.⁽⁴¹⁾
- F. Si la fractura fue expuesta, puede quedar al descubierto para su evaluación diaria.⁽⁴¹⁾
- G. Provoca un trauma operatorio mínimo y un daño menor al aporte sanguíneo.^(15,25,30,41)
- H. La actividad del paciente y su tratamiento funcional, evita el desarrollo de anquilosis y contracturas articulares.⁽¹⁵⁾
- I. El tiempo de cirugía es menor.⁽⁴¹⁾

- J. Es bien tolerado por el paciente.^(15,25)
- K. No se requiere de anestesia general para retirarlo.^(6,23,29,41)
- L. Desde los primeros días el paciente tiene una movilidad articular inmediata y el tratamiento concomitante de la piel y músculos lesionados permite:
 - « Efectuar un apoyo y deambulación restringida desde los primeros días.⁽³⁶⁾
 - « Control permanente de la osteogénesis y de todas las desviaciones axiales.⁽³⁶⁾
 - « Hospitalización mínima y un tratamiento ambulatorio.^(15,36)
 - « Mayor estabilidad y elasticidad axial.⁽³⁶⁾

CAPITULO 7.

COMPLICACIONES DEL USO DE FIJADORES ESQUELETICOS EXTERNOS

Probablemente la complicación *más común* de la reparación de fracturas con fijación esquelética externa es la secreción alrededor de los clavos. Puede ser causada por movimientos excesivos de la piel y de tejidos blandos o por tensión contra los clavos.⁽⁴¹⁾ Como sabemos, la práctica de la fijación esquelética externa de los huesos en Ortopedia y Traumatología no está exenta de complicaciones, al igual que ocurre con cualquier terapéutica donde el organismo interacciona con otros sistemas. Una de las *más graves* complicaciones de la fijación esquelética externa es la necrosis del hueso que rodea al clavo como consecuencia del calor producido al colocarlos, la que puede llegar al secuestro tubular. Esta necrosis supone aflojamiento del clavo y supuración. La cantidad de calor liberada depende del filo del instrumento utilizado para perforar el hueso, (mecha o clavo) de la dureza y espesor del hueso. La temperatura alcanzada será mayor cuanto más rápidamente se libere esta cantidad de calor.⁽²²⁾ Algunos inconvenientes de la fijación esquelética externa anular (TIPO III), son:

- » Precisar de un control y vigilancia asidua del aparato.
- » Cierta rigidez temporal, mientras dura el tratamiento con el aparato, por el bloqueo parcial de las fascias, tendones o aponeurosis en la vecindad de las articulaciones.

- La complejidad del montaje del fijador esquelético externo, (p.e. los circulares) para adecuarlo a sus múltiples posibilidades, puede precisar de la introducción de los clavos, en cualquier punto de los 360° del plano transversal, y en toda la longitud de las extremidades.
- La posibilidad de las complicaciones vasculonerviosas intraoperatorias en el momento de introducción de los clavos, sin visión directa de las estructuras internas. (fracturas no expuestas a reducción cerrada) (16)

Resulta indudable que la mayor frecuencia de complicaciones ocurre en el tratamiento de fracturas, dado que, en estos casos el fijador se ve obligado a ejecutar un mayor número de acciones. (15)

Las complicaciones con mayor incidencia se muestran a continuación en orden ascendente. (15)

Complicaciones	No. de pacientes	Porcentaje (%)
Amputación	4	0.60
Nerviosas	25	3.79
Vasculares	29	4.40
Desplazamientos interfragmen. postoperatorio	58	8.80
Pseudoartrosis	60	9.11
Osteomielitis de los alambres	61	9.26
Reacciones inflamatorias de las partes blandas a nivel de los alambres o clavos	422	64.04
Total	659	100

Sin embargo, estos datos no constituyen un demérito para el tratamiento con fijadores esqueléticos externos, no sólo el aparato provoca éstas complicaciones, sino errores técnicos y deficiencias en el manejo de los mismos, como problemas a causa de los metales, transfijiones por áreas de piel dañada por la energía derivada del trauma –imposibles de reconocer macroscópicamente en los primeros días– por ejemplo: contaminación secundaria, pérdida de la tensión del clavo, movilidad de la piel, etc.⁽¹⁵⁾ No sólo muchas de éstas son evitables, sino que una vez manifestada la complicación, es fácil de superar; como: la limpieza del área, el uso de antibióticos, la luz ultravioleta y la electroforesis con sustancias antiinflamatorias, resolviéndose la mayoría de ellas.⁽²⁴⁾

La infección del trayecto del clavo y la sección pueden reflejar un aflojamiento del aparato en la interfase Hueso-Clavo. En animales raramente se observa una osteomielitis generalizada debido a la fijación con clavos percutáneos y las infecciones del trayecto del clavo suelen curar rápidamente después de retirar el clavo flojo.⁽⁴³⁾ La consolidación de una fractura tiene varios aspectos que intervienen en ella de una manera directa, por lo que no puede considerarse un fenómeno único.⁽¹⁵⁾

CAPITULO 8.

DESVENTAJAS DE LA UTILIZACION DE FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

- A. Predispone a la infección de los tejidos blandos adyacentes a los clavos, aunque la osteomielitis causada por este método es raro.
- B. Asociación de lesiones óseas y vasculares.
- C. La necesidad de contar con gran cantidad de aparatos. (En el caso de aparatos de Kirschner).⁽¹⁵⁾
- D. Tendencia a engancharse con objetos del medio ambiente.
- E. Antiestético para el propietario del paciente.⁽⁴¹⁾
- F. La necesidad de adiestrar, a una gran cantidad de cirujanos y ortopédicos, en el uso de éstos aparatos.

Una de las más severas combinaciones de lesiones en los miembros, es cuando existe lesión no sólo en el hueso, sino también del paquete vásculo-nervioso que junto a él decursa. Esto se hace más grave en presencia de fragmentación excesiva del hueso y cuando hay pérdida de la sustancia vascular, en éstos casos, se producen oclusiones, si no se dispone de una estabilidad adecuada, que no la brindan, ni la tracción esquelética, ni los aparatos enyesados.^(38,37,44)

CAPITULO 9.

ERRORES MAS FRECUENTES EN LA APLICACION DE FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

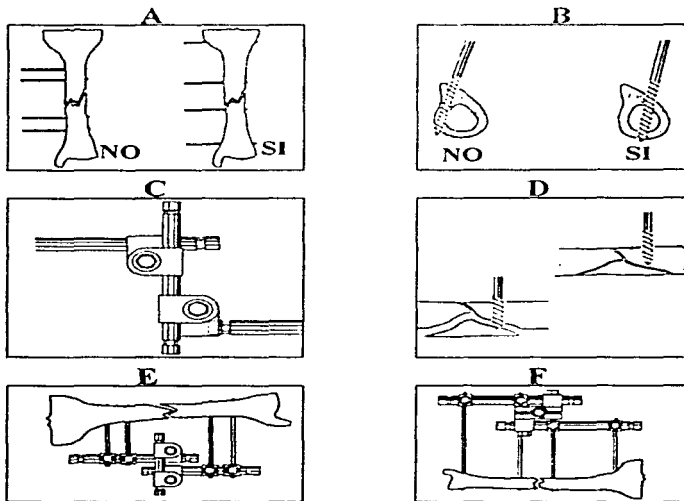


Figura 18. A. Clavos muy juntos en el mismo fragmento óseo. B. Clavo intracortical y clavo transmédular. C. Varillas, tubos o barras conectoras apenas introducidas en el coaptante o rótula. D. Clavos en el foco que desplazan fragmentos intermedios. E. Varillas, Tubos, o barras conectoras muy juntos en el mismo fragmento. F. Varillas o tubos muy lejos de la piel, dando montajes poco estables e incómodos para el paciente.

- Clavos muy profundos, o monorticales.
- Fijación con reducción inaceptable. (Es muy frecuente este error).⁽²²⁾

CAPITULO 10.

RECOMENDACIONES DEL USO DE FIJACION ESQUELETICA EXTERNA

En la colocación de los clavos es necesario mantener una buena alineación, ya que por emplearse una barra conectora rígida no se permite un gran margen de error, en caso contrario se ocasiona tensión en la interfase hueso-clavo lo que produciría pérdida prematura de la fijación.⁽⁴¹⁾

No hacer la introducción tangencial a la cortical, ya que esto lesiona el hueso en sentido longitudinal, llegando a desprender porciones del mismo en forma de lascas.^(6,15) Cuando se coloca una fijación esquelética bilateral o modificada, los principios de aplicación son los mismos, la diferencia radica en que los clavos emergen por el lado contrario del miembro. Los clavos pueden ser transfijados en forma paralela a ellos o de forma oblicua los que da una mayor superficie de contacto y evita el desplazamiento del aparato.^(34,41)

La fijación esquelética externa debe aplicarse en la zona de menor masa muscular, para evitar las interferencias con el tejido blando adyacente. Procurar evitar el uso de equipo de poder (Taladro de alta velocidad), ya que su uso produce calentamiento y por lo tanto, necrosis que ocasiona pérdida prematura de la fijación.⁽⁴¹⁾

Al iniciar la penetración de los clavos se recomienda hacerse por rotación a bajas revoluciones, con intervalos de descanso, mientras se mantiene sujeto el clavo a un compresa embebida en alcohol o solución salina fisiológica estéril, para garantizar el enfriamiento constante del clavo.⁽¹⁵⁾

Una vez atravesadas ambas corticales, permitir su salida por la zona de menor peligro por rotación intermitente, para evitar que la pequeña deformidad que sufre el clavo al atravesar el hueso pueda lesionar las partes blandas o aumentar el diámetro del orificio de salida.⁽³²⁾

Al transfixionar los clavos en las zonas vecinas a las articulaciones, evitar la tensión de las partes blandas mediante movilizaciones en flexo-extensión de las mismas en cierto grado y según las características anatómicas de forma que permita el deslizamiento de los músculos o tendones y éstos no sean bloqueados por el clavo.⁽¹⁵⁾

El número de clavos por fragmento es de 2-4, estudios recientes indican que el añadir un número mayor de clavos no necesariamente se traduce en mayor rigidez de la fijación.⁽⁴²⁾

Los clavos no han de colocarse en la línea de incisión en caso de reducción abierta, de lo contrario se interfiere con la cicatrización y se promueve el drenaje por los clavos.⁽⁴¹⁾

Cubrir los orificios de entrada y salida de los clavos con gasas empapadas de alcohol, dejando su base bien cubierta y vendada.⁽¹⁵⁾

En caso de fracturas de fémur, se utilizará la tracción esquelética previa a la reducción, para lograr la abducción inicial. Es necesario mantener la abducción entre 15-25 minutos para que no exista interferencia con el miembro opuesto. En la tibia se puede usar la mesa con tracción por el calcáneo, o bien el soporte del miembro, en dependencia si es una fractura diafisaria o para articular.⁽¹⁵⁾

En los miembros torácicos se usará tracción digital con el codo en flexión de 90° y el brazo en abducción. Para las fracturas de los huesos de antebrazo y la mano, puede usarse una manopla de tracción o directamente por un ayudante. En las lesiones de húmero debe mantenerse la abducción de 90° para alinear la fractura y colocar el aparato.⁽¹⁵⁾

La utilización de los fijadores externos en asociación con lesiones vasculares, tiene su mayor indicación a nivel del muslo y brazo —donde existe sólo un vaso principal— en la pierna y el antebrazo, si bien no se excluye su uso, la bifurcación que sufre el tronco vascular hace que en múltiples ocasiones, 1 de los 2 vasos quede indemne, sin embargo, es suficiente para abastecer los requerimientos sanguíneos del miembro.⁽¹⁵⁾ Una de las formas más interesantes de la utilización de los clavos, lo fue la introducción por Ilizarov de clavos con puntos de apoyo o clavos de tope, los cuales tiene forma de una bayoneta francesa o se les hace un tope por torcedura o bien el tope está formado por un pequeño cilindro de amalgama de plata fijo al clavo, lo que mantiene la tensión obtenida.

Estos son usados para:

- **Compresión transversal interfragmentaria.**
- **Reducción de fragmentos intermedios, como ocurre en las fracturas diafisarias por flexión.**
- **Reducción y estabilización de fracturas en las epífisis.**
- **Cierre del mortaje tibio-peronea y otras aplicaciones. (23,24)**

La perforación previa con mecha de menor diámetro disminuye considerablemente la liberación del calor al colocar el clavo.

Disminuiremos esta temible complicación:

- **usando mechas muy afiladas,**
- **evitando el rehuso de los clavos,**
- **usando perforadores de baja velocidad,**
- **evitando clavos intracorticales. (22)**

COMENTARIOS

Es indudable que existe una situación paradójica entre la necesidad de una fijación sólida, sólo posible por medio de la osteosíntesis, y las complicaciones vasculares de que ella no está exenta. Una solución eficaz a la situación creada, lo ha sido la osteosíntesis extrafocal con fijadores esqueléticos externos; ya que de forma cerrada, sin intervenir quirúrgicamente en la zona de fractura, permite reponer los fragmentos óseos y fijarlos sólidamente o aplicar compresión o distracción sobre los mismos, al mismo tiempo que puede realizar la anastomosis vascular de manera término-terminal, cuando existe necesidad de resecaer fragmentos dañados del vaso.⁽¹⁵⁾

Los beneficios de la osteosíntesis puente o método biológico (que se basa en el concepto de mínima manipulación quirúrgica y la habilidad de un método de fijación para sostener un foco de fractura;⁽⁴¹⁾ en donde se balancean las ventajas biológicas y biomecánicas, con el principio de no utilizar "implantes en el foco", son evidentes con el renovado interés en los fijadores esqueléticos externos, ya que éste método de fijación permite poner en práctica sus principios de una manera fácil, rápida y económica.^(2,37)

El método biológico permite al cirujano ortopedista optimizar los factores que favorecen la reparación ósea y de ésta manera llevar a término una mayor cantidad de tratamientos, lo que redundará en beneficios directos para sus pacientes.

El incremento en el costo de vida y por lo tanto, en el de la cirugía, nos obliga a buscar alternativas en el tratamiento y en el material empleado sin detrimento del resultado a obtener. Debido a esto, se ha tratado de encontrar materiales que permitan un máximo de rigidez, facilidad de aplicación y un mínimo costo.⁽⁴¹⁾

BIBLIOGRAFIA

1. Alexander Alfonso H. *Técnica Quirúrgica en Animales y Temas de Terapéutica Quirúrgica*. Editorial Interamericana. México D.F. 1986.
2. Anis R. John. y Algemon Allen R. *Atlas de Cirugía Canina*. Editorial Hispanoamericana de Unión Tipográfica. Lafayette Indiana, 1986.
3. Arias Acrílicos. Mazatlán No. 39, Col. Condesa 06140 México D.F. 1996.
4. Arias Cisneros Lourdes. Ramírez Flores G. *Segundo Curso de Ortopedia de Pequeñas Especies*. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios en Pequeñas Especies del Norte, A.C. Octubre de 1993
5. Arnocky, S.: Wilson, J. and Schwarrs. *Textbook of Small Animal Surgery*. Edited by Slatter, D.W.B. Saunders Co. Philadelphia, 1985.
6. Aron, D; Johnson, A. and Palmer R. *Biologic Strategies and Balanced Concept for Repair of Highly. Comminuted Long Bone Fractures*. Comp Cont. Educ. Small Animal Practice Vol. 17, No.1, January 1995.
7. Aston J. N. Sean Hughes. *Ortopedia y Traumatología*. 3a. Edición. Editorial Salvat, Barcelona España. 1985.
8. Biesel N. Special Ortopedie. *Fracturas du Jeune, Practique Medicale & Chirurgicale De'l Animal de Compagnie*. 1991, 26 No. 3 pp. 237-242. 20

9. Bresel Bandagig, N.: *Les Pansaments. Practique Medicales & Chirurgicales De'l Animal de Compagnie* (1991) 26. 35-40
10. Brinker, W.O. Piermatteir D.L. And Flo G.L. *Hand Book of Small Animal Orthopedics and Fracture Treatment*. Second Edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 1990.
11. Brinker, Wo. Honh, R.B. and Prier, W.D. *Manual of Internal Fixation in Small Animals*. Springer Verlag. New York, (1984).
12. Browne Patrick S.H. *Orthopedia Básica*. Editorial Limusa. Marzo 1986.
13. Bruner Nancy A. *Ortopedia para Enfermeras. Sistema Programado*. Editorial Limusa. 1987, México D.F.
14. Carmichael, S. *The External Fixator in Small Animal Orthopaedics*, *Journal Small Animal Practice*. (1991) 32. 486-493.
15. Ceballos Mesa Alfredo. *Fijación Externa de los Huesos* Editorial Cientifico Técnica, Habana, Cuba, 1981.
16. Chamley John. *El Tratamiento Incurto de Las Fracturas Frecuentes*. Editorial Paramericana. Buenos Aires Argentina, 1986.
17. Crabber W.A. *Manual de Ortopedia*. Editorial Cientifico Médica. Espana 1980.

9. **Bresel Bandagig, N.:** *Les Pansaments. Practique Medicate & Chirurgicale De'l Animal de Compagnie* (1991) 26. 35-40
10. **Brinker, W.O. Piermatteir D.L. And Flo G.L.** *Hand Book of Small Animal Orthopedics and Fracture Treatment*. Second Edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 1990.
11. **Brinker, Wo. Honh, R.B. and Prier, W.D.** *Manual of Internal Fixation in Small Animals*. Springer Verlag. New York, (1984).
12. **Browne Patrick S.H.** *Ortopedia Básica*. Editorial Limusa. Marzo 1986.
13. **Bruner Nancy A.** *Ortopedia para Enfermeras*. Sistema Programado. Editorial Limusa. 1987, México D.F.
14. **Carmichael, S.** *The External Fixation in Small Animal Orthopaedics*. Journal Small Animal Practice. (1991) 32. 486-493.
15. **Ceballos Mesa Alfredo.** *Fijación Externa de los Huesos*. Editorial Científico Técnica,. Habana, Cuba, 1981.
16. **Chamley John.** *El Tratamiento Incurto de Las Fracturas Frecuentes*. Editorial Paramericana. Buenos Aires Argentina, 1986.
17. **Crabber W.A.** *Manual de Ortopedia*. Editorial Científico Médica. España 1980.

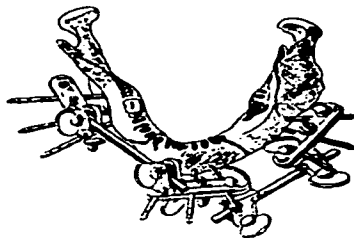
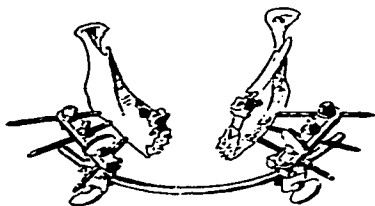
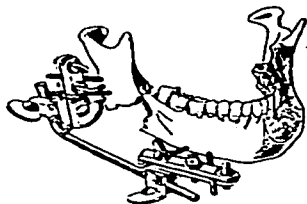
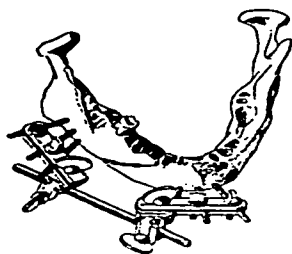
18. Cruess, R. And Dumont, J. *Healing Of Bone in Textbook of Small Animal Orthopedics*. Edit by Newton, Ch. and Nunamaker, D.J.B. Lippincot Co. Philadelphia.(1996).
19. Decante, F. Cas Clinique: *Utilization D'un Fixateu Externe*. Chez un Veau. Point. Veterinare, (1990). 22. 675-678.
20. De Palma. *Tratamiento de Fracturas y Luxaciones*. Editorial Panamericana. 3a. Impresion. Atlas Tomo I. Buenos Aires Argentina, 1991.
21. Drape J. And Latte Y. *Traitement Chirurgical des Fractures Diaphydaires du Femur Chien Par Plaques (Osteosynthese Semi-Rigide)*. Practiqua Medicale Et Chirurgical De'l Animal de Compagnie. 26. No. 3 1991; pp. 187-201.
22. Fernandez Dell' Oca Alberto A. *Fijación Externa Modular en la Urgencia con el Sistema Tubular A/O*. Intergraf S.A. Montevideo, Uruguay .1989.
23. Foland, M.A., Schwarz,P.D. *Biomechanical Evaluation of Half Pin (Type 1) External Skeletal Fixators in Combination with Intramedullary Pins*. Histand, M.B. *Veterinary Surgery* (1991) 20 (5) 336.
24. Fox, S.M. Machon, R.G. Burbidge H.M. *Allo-Implant Reconstruction of a Femoral Fracture Following Osteomyelitis*. New Zeland Veterinary Journal, (1991) 39. Department of Veterinary Clinical Sciences, Massey University, Palmerston North, New Zeland.

25. Harari Joseph, Dvm. Ms. *The Veterinary Clinics of North America*. Wb. Saunders Company. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. Volume 22. No. 1. Philadelphia, January 1992
26. Hoffmann Raoul. *Osteotaxis: Fixation Squeletique Externe Transcutané Et Rotules, en Traumatologie Et En Ortopédie*. Jaquet Frères. Geneve Suisse. (1992).
27. H.R.Denny. *Fracture Fixation In Small Animal Praticce*. In Practico. (1991) 13 (4) pp. 137-143.
28. H.R Denny. *Fundamentos de Cirugia Ortopedica Canina*. Editorial Acribia. 1a. Edición; Zaragoza España.(1991).
29. Hulse, D. and, D. *Advances in Small Animal Orthopedics*. Comp. Cont. Educ. Small Animal Practice. Vol. 15, No. 7 July 1994.
30. Johnson, A.: *Cone Haling With External Skeletal Fixation*. 3rd Annual Complete Course in External Skeletal Fixation. Austin, Texas. A. and M. University, October 2-4, 1994.
31. Junqueira, L. Y Carneiro, J. *Histología Básica*. Salvat Editores, Barcelona, 1983.
32. Latte Y.: *Clasificación des Montange de Fixation Externe*. Practique Medicale & Chirurgicale De'l Animal de Compagnie. Clinique Veterinaire De La Croix-Raige (5). 1993, 28/ 21-29.

33. Latte Y.: *Use of The Ilizarov External Fixation Apparatus for Treatment of Curved Radius*. *Practique Medicale & Chirurgicale De'l Animal de Compagne* (1991) 26. 227-235.
34. Lea & Febiger. *Canine Orthopaedics*. Whittick, W.G. (Editor) Philadelphia, Pennsylvania, USA: (1990) pp.936. ISBN Animal Orthopedic Hospital, Miami, F.L. 33156, USA.
35. Lea & Febiger. *Orthopedic Basic Sciences*. Newton C.D. In *Small Animal Surgery*. Edited by Bujrab, M.J. Philadelphia, Pennsylvania, USA; Lea and Febiger, (1990) ISBN.
36. Legeard F. *Surgery of Dogs and Cats*. Orthopaedic Surgery. Legeard, F. *Autour de la Chirurgicale de Carnivores*. (1991) 13-17.
37. Palmer R.; Hulse D., Hyman, W, And Palmer D.: *Principies of Bone Healing and Biomechanics of External Skeletal Fixation*. *The Veterinary Clinics of North America* Vol. 22, No. 1, January 1992.
38. Pous I. Barral Josep. *Atlas Anatomotopográfico de las Extremidades y Fijación Externa Anular*. Editorial Jims S,A, Barcelona España. 1988.
39. Ramirez Flores I. Gabriel. *Técnica AO/ASIF para la Osteosíntesis en Pequeñas Especies*. (Estudio Recapitulativo). Facultad De Medicina, Veterinaria y Zootécnia, UNAM. México D.F. 1986.

40. Reyes Díaz M.M. *Fracturas Complejas de Radio y Cubito Tratadas con Fijación Esquelética*. Hospital de Traumatología y Ortopedia. Lomas Verdes IMSS. México 1993.
41. Santosooy Mejia Carlos. *Memorias del Segundo Curso de Ortopedia en Pequeñas Especies*. Abril de 1995. pp.16-17
42. Schwartz P. D. *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery*. (Small Animal) Biomechanics of Fractures and Fracturo Fixation (1991) 6 (1) 3-15. Department of Clinical Science. Colorado State University, Fort Collins. USA.
43. Slater H. Douglas.: *Texto de Cirugía en Pequeños Animales*. Vol.II. Editorial Salvat. Barcelona España. 1996
44. Summer-Smith G.: *Delayed Unions and Nonunions. Diagnosis, Pathophysiology, and Treatment*. The Veterinary Clinics of North America. Vol 22, No. 4 July 1991.
45. Willer, R. L. Egger,: *Le Comparison of Stainless Steel versus Acrylic for the Connecting Bar of External Skeletal Fixators*. Histand. M. B. Journal of the American Animal. Hospital Association (1991) 27 (5) 541- 548. Department of Veterinary Clinical Sciences, Colorado State; University, Fort Collins, CO. 80523, USA.

APENDICE A



APENDICE B

TIPO	SIMBOLO	CARACTERÍSTICA (ABREVIATURA)
A	[Hemifijación (HF)
B	■	Cuadro (Cu)
C	●	Circular (Ci)
D	⊥	Cuadro y Hemifijación
E	▩	Cuadro y circular
F	⊞	Hemifijación + Circular
G	⊕	Cuadro+ Hemifijación+ Circular

28 Montajes diferentes a partir de 3 elementos de base y 7 tipos

