

El fijador esquelético externo: aplicación clínica en perros y gatos

Jorge Mario Cruz Amaya¹ / Aicardo Gaviria Colorado²

Resumen

Los fijadores externos son aparatos ortopédicos de gran versatilidad. Pueden reemplazar la función de las placas y los clavos intramedulares en gran número de situaciones. Son económicos, fáciles de aplicar y con frecuencia el tiempo quirúrgico requerido para instalarlos es muy inferior al que se necesita para colocar una placa o un clavo intramedular. Estos aparatos han demostrado una gran eficacia para contrarrestar las fuerzas mecánicas que se producen en el foco de fractura. El objetivo de este artículo es describir cinco casos que ilustran la utilidad de este aparato en cirugía ortopédica de pequeñas especies.

Palabras clave: fijadores externos, cirugía ortopédica, trauma, pequeñas especies.

External skeletal fixator: Clinical application in dogs and cats

Abstract

External fixators are highly versatile orthopedic devices. They can replace plates and intramedullary nails in many situations. They are inexpensive, easy to apply, and the surgical time required to install them is often much less than what is needed to place a plate or an intramedullary nail. These devices have proven to be very effective to counteract the mechanical forces produced in the focus of the fracture. This article aims to describe five cases that illustrate the usefulness of this device in orthopedic surgery of small species.

Keywords: external fixators, orthopedic surgery, trauma, smaller species.

O fixador esquelético externo: aplicação clínica em cachorros e gatos

Resumo

Os fixadores externos são aparelhos ortopédicos de grande versatilidade. Podem substituir a função das placas e as hastas intramedulares em grande número de situações. São econômicos, fáceis de aplicar e com frequência o tempo cirúrgico requerido para instalá-los é muito inferior ao que se necessita para colocar uma placa ou uma haste intramedular. Estes aparelhos têm demonstrado uma grande eficácia para combater as forças mecânicas que se produzem no foco de fratura. O objetivo deste artigo é descrever cinco casos que ilustram a utilidade deste aparelho em cirurgia ortopédica de pequenas espécies.

Palavras chave: fixadores externos, cirurgia ortopédica, trauma, pequenas espécies.

1 Médico veterinario, PhD. Docente, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

✉ jmcrusa@unal.edu.co

2 Médico veterinario, Centro Veterinario San Cayetano, Medellín, Colombia.

✉ aicardogaviria@hotmail.com

Cómo citar este artículo: Cruz Amaya JM, Gaviria Colorado A. El fijador esquelético externo: aplicación clínica en perros y gatos. Rev Med Vet. 2016;(32):109-120. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.3860>

INTRODUCCIÓN

Los fijadores externos son una forma versátil y práctica para tratar fracturas de huesos largos e inmovilizar osteotomías correctivas o artrodesis. No están indicados en caso de fracturas articulares y rara vez se utilizan para fracturas pélvicas (1).

Constituyen un método óptimo para inmovilizar un miembro luego de la reducción cerrada de fracturas de diverso tipo. Tradicionalmente han sido muy utilizados en fracturas de radio y tibia, debido a que estos huesos tienen poco recubrimiento muscular en el aspecto medial y esto facilita la inserción de los clavos. Su valor terapéutico es claro en fracturas conminutas o cuando la pérdida de tejidos blandos fue importante, debido a que es una técnica poco invasiva, si se la compara con los clavos intramedulares y las placas, y permite conservar la poca circulación presente en el área de este tipo de lesiones (2).

Los fijadores están contruidos básicamente con tres elementos: los clavos, que penetran en los fragmentos óseos; las barras, que conectan dichos clavos y dan rigidez al aparato, y los dispositivos (tornillos o rótulas), que unen las barras a los clavos, si bien con frecuencia esta función puede realizarla la masilla epóxica (3) o el cemento acrílico (4). El periodo funcional de los fijadores externos varía dependiendo del marco construido y está relacionado con el aflojamiento de los clavos, momento en el cual deben retirarse (2).

Las características del clavo (tipo, tamaño, número, localización y longitud), el material de la barra conectora y la conformación del marco (unilateral, bilateral) afecta la rigidez del fijador y su capacidad para resistir las cargas de compresión, de flexión y de rotación asociados al soporte del peso. El incremento en el diámetro del clavo aumenta su rigidez, pero no debe exceder el 25 % del diámetro óseo (1).

El número de clavos utilizados en los segmentos proximal y distal del hueso fracturado influyen en la rigidez del fijador. Un número mayor de clavos por fragmento óseo hacen más efectivo el sistema. Introduciendo dos clavos

en el fragmento proximal y otros dos en el fragmento distal y teniendo la precaución de ubicarlos cerca al foco de fractura, se incrementa la rigidez del aparato y disminuye la movilidad. Algunos autores recomiendan al menos tres clavos por fragmento (5).

Según el método de implante que se utilice con los clavos, estos se categorizan en fijadores de medio clavo (unilaterales) o de clavo completo (bilaterales). En el primer caso el clavo se inserta hasta que penetra ambas corticales, pero involucra solo una superficie de la piel; por el contrario, el clavo de fijación completa penetra ambas corticales y ambas superficies cutáneas de la extremidad. Se han descrito numerosas modificaciones empleando diferentes sistemas de barras conectoras, siendo las configuraciones biplanares las de más resistencia mecánica (5).

Los clavos pueden insertarse en el hueso utilizando un taladro eléctrico de baja velocidad. Cuando se aplican con altas velocidades, se induce necrosis de la interfase hueso-clavo y es más probable que aparezca sepsis en dicha interfase en el postoperatorio (6). El taladro debe esterilizarse con gases como el óxido de etileno, ya que este método no deteriora los instrumentos eléctricos. Se recomienda practicar una pequeña incisión en la piel justo en el sitio donde el clavo será insertado para evitar que la piel se enrosque alrededor de él.

El objetivo de este artículo es describir cinco casos en los cuales se utilizó el fijador externo como método para inmovilizar el foco de fractura en pacientes caninos y felinos, y resaltar las posibilidades que brinda este método de tratamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

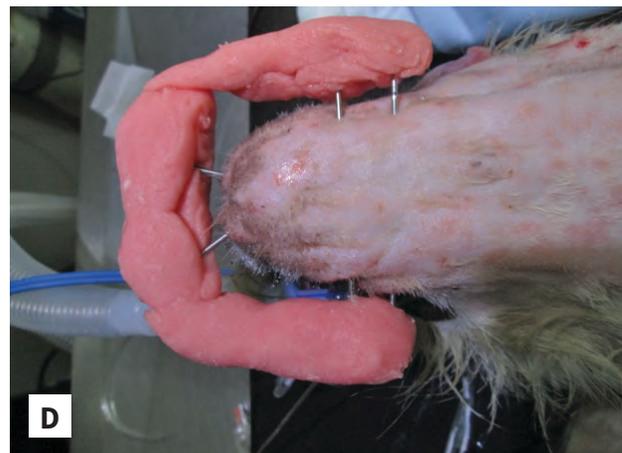
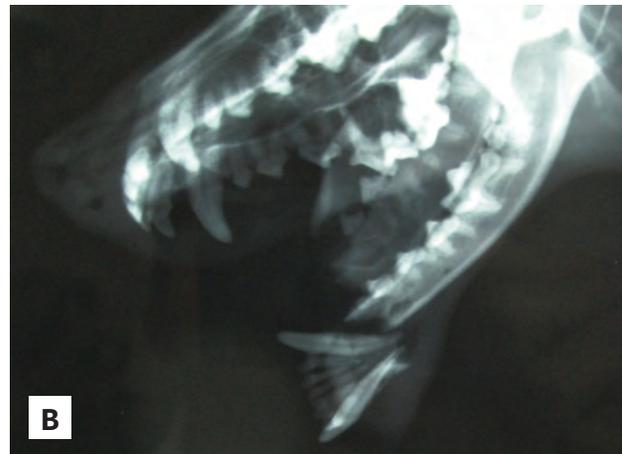
Caso 1: Mateo

Se presenta a consulta un canino de raza schnauzer de doce meses de edad y un peso de 14 kg, que fue atacado cinco días antes por un bull terrier; se observó una herida por mordedura grave que fracturó ambas ramas hori-

zontales de la mandíbula entre los caninos y los primeros premolares, las raíces de los caninos están expuestas (figura 1A). En la radiografía latero-lateral del cráneo puede evidenciarse el alcance de la lesión, con separación completa de los fragmentos óseos y exposición de las raíces dentales de ambos caninos (figura 1B). Se recomienda analítica prequirúrgica (hemograma, creatinina y ALT), y se encuentra normal. Se programa para cirugía al día siguiente. Desde el primer día de consulta se inicia tratamiento sistémico con cefalotina (22 mg/kg intravenosos cada 12 h) y aplicación tópica de clorhexidina 0,5 %, debido a la posibilidad de contaminación del hueso.

El día de la intervención se premedica e induce la anestesia general. Antes de intubar el paciente se realiza un bloqueo de los nervios mandibulares, como lo recomienda Otero (7), con la aplicación de 1 cm³ de lidocaína 2 % en ambos forámenes mandibulares, el procedimiento se realiza introduciendo el dedo índice en la boca para ubicar dicha depresión donde se encuentra la rama mandibular vertical y la horizontal; la aguja se introduce desde el exterior y penetra hasta el foramen usando el dedo índice presente en la boca como guía. Antes de proceder a tratar la fractura se desbrida el tejido desvitalizado que rodea la lesión y se lava con abundante suero fisiológico.

Figura 1. A) Herida por mordedura en la mandíbula con fractura expuesta de ambas ramas; se observa algo de tejido de granulación debido a que el accidente tiene unos 6 días. B) Radiografía lateral oblicua del cráneo que pone en evidencia la extensión de la lesión. C) Los clavos del fijador se han insertado, doblado y cortado formando un marco. D) Se aplica el cemento acrílico para dar rigidez a las barras conectoras



En este paciente se decidió utilizar un fijador externo de clavo completo en los fragmentos caudales de la mandíbula y de medio clavo en el fragmento craneal, donde se encuentran los incisivos y los caninos. Se pasaron dos clavos de Steinmann (Instrumecol, Medellín, Colombia) de 1,5 mm lisos en las ramas mandibulares y dos clavos de Steinmann roscados de 1,5 mm en el fragmento craneal. Los clavos lisos se doblaron hacia la zona craneal; el más caudal se cortó justo cerca del más craneal, mientras que el más craneal se dobló formando un marco que contacta los clavos roscados (figura 1C). Luego se utilizó alambre ortopédico (Instrumecol, Medellín, Colombia) de 0,5 mm para mantener el marco unido a los clavos roscados. Los clavos roscados se colocaron perforando el hueso mandibular y a ambos lados de sínfisis, en el lugar donde están implantados los incisivos inferiores. En este momento se preparó la mezcla de polimetil metacrilato (Veracril®. New Stetic, Guarne, Colombia) y cuando la masa mostró consistencia semisólida se aplicó alrededor del marco para formar “las barras conectoras”; dicha mezcla se solidifica en 5 min y le da rigidez al fijador (figura 1D). Antes de que el cemento fragüe se verificó que la mordida del animal estuviera en una posición correcta, con los incisivos y caninos superiores por delante de los inferiores.

Se medicó con un analgésico (carprofeno 2,2 mg/kg cada 12 h vía oral durante 8 días), antibióticos (cefalexina 20 mg/kg cada 12 h durante 8 días, vía oral, y metronidazol 10 mg/kg cada 12 h, durante 8 días vía oral) y antiséptico (clorhexidina 0,5 %, aplicaciones tópicas cada 12 h durante 10 días en la herida, vía oral y durante 5 semanas, para limpiar la parte externa de los clavos), se le recomendó al propietario humedecer el concentrado para amasarlo y hacer pequeñas bolas para que se las introduzca en la boca del animal, ya que la barra conectora puede interferir con la toma de alimentos cuando este se acerque al plato. Durante el seguimiento se pudo constatar que el animal no presentó dificultades para ingerir alimentos y al retirar el fijador, seis semanas después, la función y la estética se habían restablecido plenamente.

Caso 2: Mono

Se presentó a consulta un perro de raza labrador, de cuatro años de edad y un peso de 25 kg, con historia de trauma cortopunzante en el miembro posterior. El paciente pisó una botella rota mientras jugaba con su propietario en un parque. El corte interesó el aspecto plantar de la extremidad posterior izquierda, justo en la articulación tarsometatarsal, seccionando los tendones de los músculos flexor digital profundo, superficial e interóseo y penetrando hasta la articulación. El animal fue atendido inicialmente por un colega que trató la herida y suturó los muñones de los tendones con nailon; el miembro fue inmovilizado con un vendaje, pero se presentó dehiscencia de las suturas, cuando el animal se llevó nuevamente a consulta mostraba una hiperextensión de la articulación tarso metatarsal y ausencia de flexión en la garra al apoyar la pata (figura 2A).

Se recomendó una analítica prequirúrgica (hemograma, creatinina y ALT) y se encontró normal; entonces se programó para cirugía el día siguiente. En este animal se recomendó practicar una artrodesis de la articulación tarsometatarsiana e inmovilización con un fijador de clavo completo trasarticular, con tres clavos lisos de Steinmann de 2 mm en la tibia distal y 3 clavos lisos de igual calibre en los huesos metatarsianos. La decisión de realizar una artrodesis se basó en el hecho de que ya no es posible suturar nuevamente los muñones de los tendones. Estos deben cicatrizar por segunda vez y para esto se requiere inmovilizar el área al menos unas cinco semanas.

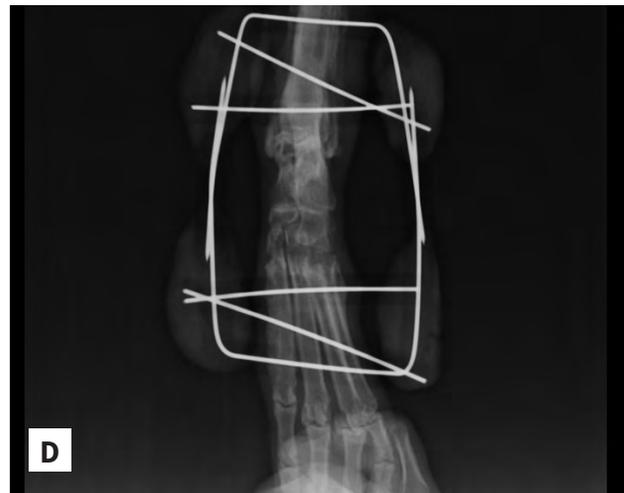
Luego de inducir la anestesia general y de preparar el campo quirúrgico, se abordó la articulación tarsometatarsiana; con un cincel y martillo ortopédico se procedió a retirar el cartílago articular del aspecto dorsal de los huesos metatarsianos y del aspecto distal de los huesos tarsianos 1, 2, 3 y 4 (figura 2B). Se lavó la articulación con suero fisiológico para retirar los fragmentos de hueso y cartílago. Se renunció a suturar los muñones de los tendones, ya que estos se habían retraído y resultaba difícil afrontarlos. Se practicó una sutura simple discontinua en la cápsula articular y el tejido subcutáneo con material

sintético absorbible de calibre 2-0 (Vicril®, Ethicon, Estados Unidos) y, por último, se suturó la piel con nailon de calibre 2-0 (Corpalon®, Corpaul, Medellín, Colombia).

La aplicación del fijador se inició colocando un clavo liso de Steinmann del calibre antes mencionado en el aspecto distal de la tibia. Este clavo se introdujo desde el aspecto medial del hueso y teniendo la precaución de dejar espacio suficiente en el mismo hueso para colocar dos clavos más distales a este primer clavo. Luego se puso un clavo

del mismo calibre en los huesos metatarsianos y también en este sitio se tomó la precaución de dejar espacio hacia proximal para colocar otros dos clavos. Los aplicados inicialmente se doblaron formando un marco; posteriormente, los clavos restantes se colocaron teniendo cuidado de que penetraran el hueso formando un ángulo y no de forma perpendicular a este (figura 2C). Los fragmentos que sobran se cortaron con una cizalla. Se preparó el cemento acrílico y se aplicó en los extremos del fijador (figura 2D).

Figura 2. A) Herida cortopunzante en el aspecto plantar de la extremidad que seccionó los tendones flexores digitales y el ligamento interóseo; puede observarse la hiperextensión. B) Con un cincel para hueso se retiran los cartílagos articulares. C) Fijador trasarticular de clavo completo, que involucra la tibia proximal y los huesos metatarsianos, antes de aplicar el cemento acrílico. D) Imagen de control en el postoperatorio donde se aprecia la posición de los clavos y del cemento óseo que da rigidez a las barras conectoras



El paciente se medicó con analgésico (carprofeno 2,2 mg/kg vía oral cada 12 h durante 8 días), antibiótico (cefalexina 20 mg/kg vía oral cada 12 h durante 8 días) y antiséptico tópico (clorhexidina 0,5%, durante 10 días para la herida quirúrgica y durante un mes para la limpieza externa de los clavos). El fijador se retiró a las cinco semanas y se pudo constatar que el animal recuperó su funcionalidad. Caminaba y corría sin cojera, pero se observó que la garra permanecía sin la flexión normal de los dedos, seguramente debido a la pérdida de la acción de los tendones flexores.

Caso 3: Rogelio

Se presentó a consulta un perro criollo de siete años de edad y un peso de 22 kg, que fue atropellado por un carro. Se observó deformidad del codo en el miembro anterior derecho. Se recomendaron radiografías bajo sedación de la zona, que evidenciaron luxación de la articulación del codo. Durante la toma de las placas se pudo constatar mediante palpación y manipulación del miembro que existía ruptura de los ligamentos colaterales de la articulación (figura 3A). Una vez realizada la analítica prequirúrgica (hemograma, creatinina y ALT), se recomendó una artrodesis de dicha articulación utilizando un fijador trasarticular. La decisión de realizar una artrodesis se tomó a causa de la imposibilidad de reparar los ligamentos colaterales.

Después de inducir la anestesia general y preparar el campo quirúrgico, se abordó la articulación del codo por el aspecto lateral como lo recomienda Piermatei (8). Utilizando un cincel y martillo ortopédico, y una gubia ósea, se retiró el cartílago de la epífisis proximal de radio, los cóndilos del húmero y la escotadura troclear de la ulna (figura 3B). Se lavó con abundante suero fisiológico la articulación para eliminar los fragmentos de hueso y cartílago. La cápsula articular se cerró utilizando una sutura simple continua de material sintético absorbible del calibre 2-0 (Vicril®, Ethicon); el tejido subcutáneo se cerró con puntos simples del mismo material y, por último, se suturó la piel en un patrón simple continuo utilizando nailon (Corpalene®, Corpaul).

La aplicación del fijador se inició colocando tres clavos roscados de Steinmann del calibre 2,5 mm en el húmero de forma unilateral (medio clavo). Estos se dispusieron formando ángulos con el hueso y no de manera perpendicular a este. Penetraron desde el aspecto dorsolateral del hueso, utilizando como guía el surco músculo-espinal y la tuberosidad deltoidea del húmero. Posteriormente, se colocaron dos clavos de Steinmann lisos de 2 mm en un patrón bilateral en el radio proximal. Estos clavos penetraron el hueso desde el aspecto lateral. El clavo más proximal penetró el hueso formando un ángulo de 45°; mientras que el clavo distal penetró de forma perpendicular a él. Estos clavos se doblaron formando un marco. El clavo distal se dobló de forma tal que no solo contacta con el clavo liso más cercano, sino que se aproxima a los clavos roscados para formar la barra conectora (figura 3C). Se preparó el cemento acrílico y se aplicó envolviendo el aparato en el aspecto lateral y medial (figura 3D). Antes de que el cemento fraguara se extendió la extremidad hasta una posición fisiológica formando un ángulo de aproximadamente 145° entre el húmero y el radio.

El paciente fue medicado igual al caso 2, el fijador se retiró siete semanas después. Se observó funcionalidad del miembro casi normal, el animal puede correr y caminar con una alteración mínima debido a la artrodesis.

Caso 4: Katy

Se presenta a consulta un felino de cuatro meses de edad aproximadamente y 2,5 kg de peso. El animal fue recogido de la calle con una lesión en el miembro anterior derecho en el carpo. El propietario no tenía conocimiento de cómo se produjo la lesión. Se practicó una radiografía craneocaudal de la extremidad y se encontró una fractura en Salter Harris tipo I del radio (figura 4A). El fragmento óseo distal es muy pequeño. Se realiza analítica prequirúrgica (hemograma, creatinina y ALT), y está normal. Se programa para cirugía al siguiente día y se recomienda un fijador de clavo completo trasarticular desde el radio distal hasta los metacarpianos. Después de inducir la anestesia general se prepara el campo quirúrgico. Se eligen

Figura 3. A) Radiografía caudocraneal oblicua del codo derecho que evidencia la luxación articular. B) Abordaje lateral a la articulación para retirar el cartílago articular del radio, ulna y húmero. C) Aplicación de los clavos en húmero y radio para formar el fijador trasarticular. D) Unión de las barras conectoras con el cemento acrílico



clavos lisos de Steinmann de 1,2 mm de diámetro. Antes de iniciar la postura de los clavos, la fractura se reduce manualmente. Se coloca un clavo en el radio entrando por el aspecto medial del hueso y teniendo la precaución de dejar tejido óseo en el mismo hueso para poner otro clavo distal al primero. Luego se coloca otro clavo en los metacarpianos, teniendo la precaución de dejar espacio entre este clavo y el carpo para poner más tarde otro cla-

vo. Estos clavos se doblan formando un marco. Se colocan otros dos clavos en ángulo con el hueso, uno distal al primer clavo del radio y otro proximal al primer clavo de los metatarsianos. Se cortan los extremos que sobran de los clavos con una cizalla. Se prepara el cemento acrílico y se aplica sobre las barras conectoras, teniendo cuidado de mantener la fractura reducida mientras el cemento fragua (figura 4B).

Figura 4. A) Radiografía craneocaudal del carpo derecho, donde se observa una fractura en Salter Harris. B) Fijador de clavo completo trasarticular de radio a huesos metacarpianos, que se aplicó luego de afrontar la fractura



Se medican para el postoperatorio, analgésicos (meloxicam 0,1 mg/kg cada 24 h durante 3 días; tramadol 1 mg/kg vía oral cada 12 h durante 8 días), antibióticos (cefalexina, 20 mg/kg vía oral cada 12 h durante 8 días) y antiséptico (clorhexidina 0,5%, para limpieza diaria de los clavos). Se retira el fijador a las cuatro semanas y se encuentra una funcionalidad completa de la extremidad.

Caso 5 (Tony)

Se presenta a consulta un canino criollo de tres años de edad y 5 kg de peso que fue atropellado por un automóvil. Es visible una deformidad del codo en la extremidad izquierda (figura 5). Se practica radiografía, a partir de la cual se observa en la placa craneocaudal una fractura supracondílea e intercondílea del húmero distal. Se toman muestras de sangre para la analítica prequirúrgica (hemograma, creatinina, ALT) y se encuentra normal. Los propietarios tienen dificultades económicas y piden una solución poco costosa. Se recomienda un fijador trasarticular de húmero a radio. En este paciente no se aborda la articulación para retirar el cartílago articular con el fin

de promover la artrodesis. Se ubican 2 clavos de Steinmann lisos de 2 mm en el húmero, utilizando como referencia anatómica de entrada la tuberosidad deltoidea y el surco músculo-espinal; estos clavos penetran el hueso formando un ángulo. Luego se ponen otros dos clavos lisos de Steinmann de 1,5 mm en el radio, que penetran por su aspecto lateral; posteriormente, se doblan formando un marco el clavo más distal ubicado en el radio, que al doblarse se extiende hasta los clavos del húmero para formar su barra conectora. Se prepara el cemento acrílico y se aplica sobre las barras conectoras, antes de que este fragüe se pone un clavo de Steinmann de 1,5 mm conectando los extremos del fijador. Se tiene la precaución de mantener la extremidad extendida en un ángulo de unos 145° mientras el cemento fragua.

El animal se medica igual que en el caso 2, con el respectivo cálculo de las dosis según su peso y se programa para retirar el fijador en seis semanas. El seguimiento de este animal reportó funcionalidad al retirar el fijador, el paciente puede caminar y correr con alteraciones mínimas.

Figura 5. A) Radiografía craneocaudal donde se aprecia una fractura supracondílea e intercondílea del húmero. B) La intervención inicia con la ubicación de los clavos de Steinmann en el húmero. C) Una vez colocado el cemento acrílico en las barras conectoras, se inserta otro clavo más antes de que el cemento fragüe, que une las barras de los lados opuestos. D) Imagen del paciente una vez despierta de la anestesia



DISCUSIÓN

El fijador externo es una alternativa que presenta ventajas considerables cuando se compara con otros métodos de aplicación interna que pueden sustituirlo en su función, como serían las placas con tornillos y los clavos intramedulares. En un estudio retrospectivo que describió 47 casos de fracturas conminutas en tibia, se menciona un menor número de complicaciones al compararlo con las placas (9).

Los fijadores externos son baratos, aspecto muy importante en nuestro medio, donde no todos los propietarios de mascotas pueden costear una cirugía ortopédica de alto nivel. Una de las ventajas de más peso consiste en que estos aparatos se pueden aplicar en poco tiempo quirúrgico (2,9) y no requieren abordar la fractura, lo que implica menos morbilidad para el paciente. Este es un aspecto de gran valor cuando se trata de fracturas conminutas en las cuales se perdió tejido blando y es imprescindible conservar la circulación del hueso aportada por los músculos en su unión al periostio.

En esta serie de casos se utilizaron fijadores externos para inmovilizar diversas lesiones. En el caso 1 se presentó una fractura de ambas ramas mandibulares. La literatura reporta diferentes métodos para tratar esta lesión; no obstante el fijador es una de las preferidas (1), debido a la facilidad y rapidez de su aplicación. Slatter (10) no recomienda que los clavos de Steinmann utilizados en este tipo de fijador atraviesen las ramas mandibulares de un lado a otro, ya que pueden interferir con el movimiento de la lengua; en este caso los clavos se aplicaron atravesando las ramas mandibulares, pero teniendo en cuenta que pasaron por el hueso mandibular rostral a la carúncula sublingual y, por lo tanto, sin posibilidad de interferir con los músculos de la lengua. Una desventaja en este paciente en particular reside en el hecho de que los clavos roscados se tuvieron que ubicar en el hueso mandibular donde están los incisivos y es inevitable algún daño en estas estructuras; sin embargo, al considerar el costo-beneficio, puede asumirse ese pequeño daño. También se tendrá cuidado al insertar los clavos en las ramas de la mandíbula para evitar dañar las raíces dentales de los premolares. Es de gran importancia tener la precaución de ajustar bien la mordida antes de que el cemento acrílico fragüe, para que la fractura no cicatrice de manera que impida los movimientos mandibulares normales y la masticación.

Los casos 2, 3 y 5 son un claro ejemplo de que los fijadores pueden actuar de manera eficiente cuando se requiere inmovilidad para que una artrodesis cicatrice correctamente. En el caso 2, el tratamiento inicial con sutura de los tendones flexores y vendaje no logró inmovilizar suficientemente la zona para tener una cicatrización adecuada y se produjo dehiscencia de las suturas. La retracción de los muñones tendinosos obligó a renunciar a una nueva sutura de estas estructuras y la garra perdió entonces la posibilidad de flexionar los dedos, si bien la funcionalidad del paciente no se afectó mayormente, ya que podía correr y caminar luego de la intervención.

En este paciente (caso 2) se colocaron tres clavos en la tibia y tres en los matatarsianos; en general, la literatura recomienda que sean mínimo tres en cada fragmento óseo para las fracturas o las artrodesis. Como norma, los auto-

res solo aplican tres clavos cuando los caninos superan los 20 kg de peso y prefieren aplicar solo dos en los pacientes más pequeños. Por otra parte, se recomienda que la barra conectora de acrílico tenga un grosor de mínimo de 9,5 mm en los fijadores pequeños, mientras que los fijadores medianos y grandes deben construirse con barras conectoras de 16 y 32 mm de diámetro, respectivamente (4). Está demostrado que la barra conectora fabricada con acrílico es más resistente a las fuerzas de compresión y flexión que las rótulas (11).

El caso 5 es el más controvertido, debido a que los fijadores no están indicados en este tipo de fracturas, que suelen tratarse con placa y tornillos para intentar reconstruir los fragmentos óseos, o placa y tornillos con artrodesis; ambas técnicas presentan dificultades quirúrgicas importantes y requieren experiencia. Uno de los autores (Jorge Mario Cruz) ha tratado otros dos caninos pequeños (5 kg en promedio) con fracturas del mismo tipo, utilizando la misma técnica del fijador trasarticular de húmero a radio, obteniendo resultados satisfactorios en el aspecto funcional. El fijador aplicado de esta manera, inmoviliza la zona donde se produce una gran fibrosis inicialmente y luego formación de callo óseo, que inmoviliza el codo, logrando la artrodesis de la extremidad, lo que recupera la función a un nivel aceptable.

Existen diversas formas de reparar una fractura, dos vertientes en ortopedia de pequeñas especies se han consolidado: la reconstructiva (del carpintero), donde la placa y los tornillos son la elección, y la biológica (del jardinero), que crea las condiciones para que el organismo se repare sin utilizar métodos invasivos (12). El paciente del caso 5 es un ejemplo de cómo los métodos biológicos pueden lograr resultados favorables.

El caso 4, en el cual se presenta una fractura en Salter Harris tipo I del radio, puede observarse que el fragmento distal es muy pequeño. Típicamente esta fractura se ha resuelto utilizando una placa en forma de T (10), que se ajusta con tornillos; dicha placa se coloca invertida de tal forma que la parte corta de la T se ajusta a la epífisis distal del radio. Es una técnica exigente debido al tamaño tan pequeño de los huesos. También se ha descrito la repara-

ción de este tipo de fractura utilizando un fijador externo híbrido (13). La aplicación de un fijador trasarticular del radio a los metatarsianos logró inmovilizar el foco de fractura para favorecer la reparación. En este animal ningún clavo interesó el fragmento distal de la fractura, sino que se aplicaron en la diáfisis distal del radio y el aspecto proximal de los metatarsianos, diferente a lo reportado por otros autores que han utilizado fijadores externos híbridos en este tipo de fractura, pero los clavos se implantan solo en la tibia incluyendo el fragmento distal que es muy pequeño (13).

En los fijadores externos se utilizan clavos de Steinmann que pueden ser lisos, parcial o totalmente roscados. Los autores suelen utilizar clavos lisos en los extremos, es decir, para el clavo más proximal o más distal al foco de fractura. Estos se doblan formando un marco, y luego se insertan los clavos roscados en el área distal al clavo más proximal y proximal al clavo más distal. Experimentalmente ya se comprobó que los clavos roscados son más difíciles de desalojar de su interfase con el hueso (14). Los clavos roscados no permiten ser doblados, y debido a su rigidez tienden a romperse. Esta forma de aplicar los clavos lisos permite utilizarlos como barra conectora, ya que este tipo de clavo admite ser doblado sin perder fuerza. Conviene utilizar clavos roscados en el resto del fijador porque este tipo de clavo tiende a permanecer anclado al hueso más tiempo que el liso, dándole mayor estabilidad al aparato.

Al reducir la distancia entre el hueso y la barra conectora también se incrementa la rigidez y la fuerza del fijador (5), aspecto que debe tenerse en mente al doblar los clavos lisos que formarán las barras conectoras. Lo ideal es un equilibrio en dicha distancia, ya que debe dejarse espacio para aplicar el cemento acrílico con comodidad.

Inmediatamente después de la cirugía se deben limpiar con solución antiséptica los puntos de inserción de los clavos en la piel, y las incisiones pueden ser ampliadas si la piel alrededor de los clavos se tensa al extender o flexionar el miembro. La desinfección de estos puntos de inserción debe realizarse todos los días; además, es importante observar si hay presencia de trasudados sero

sanguinolentos. La complicación postoperatoria más común de los fijadores externos está relacionada con sepsis en la interfase clavo piel o clavo hueso (15,16). Se debe restringir la actividad a caminatas controladas con trailla, teniendo cuidado de evitar vallas u otras estructuras similares en las que el fijador pueda quedar enganchado.

Los fijadores externos han demostrado una gran capacidad para soportar y contrarrestar las cargas mecánicas en el foco de fractura, estos aparatos se han utilizado con éxito en fracturas de extremidades en equinos (17) y bovinos (18). Especies donde el peso impone una gran demanda mecánica al aparato.

La rehabilitación física fomenta el uso controlado del miembro y la recuperación óptima de la función luego de la consolidación de la fractura. En promedio, los autores suelen retirar los fijadores seis semanas después de aplicarlos. Con frecuencia se observa que el animal utiliza la extremidad normalmente a los dos o tres días de haber sido operado, lo que promueve el uso temprano del miembro y mejora las posibilidades de cicatrización ósea sin osteoporosis por falta de carga.

CONCLUSIONES

Los fijadores externos son aparatos muy versátiles, económicos, fáciles de aplicar y no inducen trauma adicional importante en la zona lesionada. En esta serie de pacientes que pertenecían a propietarios con dificultades económicas fue posible brindar una alternativa razonable para llevar a buen término la funcionalidad biomecánica de las mascotas.

REFERENCIAS

1. Fossum T. Small Animal Surgery. St. Louis: Elsevier; 2012.
2. Cruz J, Osorio J, Arias J. Atlas de cirugía general en caninos. Manizales: Editorial Universidad de Caldas; 2012.
3. Roes S, Keo T. Epoxy putty for free-from external skeletal fixators. Vet Surg. 1997;(26):472-7.

4. Shahr R. Relative stiffness and stress of type I and type II external fixators: acrylic versus stainless-steel connecting bars-A theoretical approach. *Vet Surg.* 2000;(69):25-59.
5. Bouvy B, Markel M, Chelikani S, Egger E, Piermatei D, Vanderby R. Ex vivo Biomechanics of Kirschner-Ehmer external skeletal fixation applied to canine tibiae. *Vet Surg.* 1993;(22):194-207.
6. Denis A, Curtis D. Application and postoperative management of external skeletal fixations. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1992;(22):67-9.
7. Otero P. Dolor, evaluación y tratamiento en pequeños animales. Buenos Aires: Intermédica; 2004.
8. Piermatei D. Atlas de abordajes quirúrgicos de huesos y articulaciones en perros y gatos. México: McGraw-Hill; 1996.
9. Dudley M, Olmstead M, Schaeffer D, Johnson A, Smith C, Abbuel V. Open reduction and bone plate stabilization, compared with closed reduction and external fixation, for treatment of comminuted tibial fractures: 47 cases (1980-1995) in dogs. *J Am Vet Med Assoc.* 1997;(21):1008-12.
10. Slatter D. *Text Book of Small Animal Surgery.* 3a ed. Philadelphia: Saunders; 2003.
11. Okrasinski E, Pardo A, Graenler R. Biomechanical evaluation of acrylic external skeletal fixation in dogs and cats. *J Am Vet Med Assoc.* 1991(11):1590-3.
12. Onca J, Lourenco P. Osteosíntese biológica-II parte. *O Med Vet.* 2004;(79):4-12.
13. Audisio S, Vaquero P, Torres P, Verna P. Tratamiento de una fractura Salte-Harris de tibia distal mediante el empleo de un fijador esquelético externo híbrido. *Cienc Vet.* 2010;(12):26-32.
14. Anderson M, Mann F, Wagner-Mann C, Hann A, Jiang B, Tomlinson J. A comparison of nonthreaded, enhanced threaded, and Ellis fixation pins used in type I external skeletal fixators in dogs. *Vet Surg.* 1993;(22):482-9.
15. Harari J. Complications of external skeletal fixation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1992;(22):99-107.
16. Grenn S. Complications of external skeletal fixation. *Clin Orthop Relat R.* 1983;(180):56-61.
17. Ferro de Gudoy, Figueiras R, Gontijo L, Ximenes F, Gouvea L, Pereira C et al. Treatment of a periarticular tibial fracture in a foal with a hybrid external fixator. *Vet Surg.* 2009;(38):650-3.
18. Singh G, Aithal H, Amarpal L, Kinjardekar P, Maiti S, Hoque M et al. Evaluation of two dynamic axial fixators for large ruminants. *Vet Surg.* 2007;(36):88-97.