

**Corrección de Fractura Completa de Metatarso, mediante fijación interna con
técnica mínimamente invasiva de un Equino**

Trabajo de grado para optar por el título de Médico Veterinario

Eliana María Vásquez Correa

ASESOR

Camilo Jaramillo Morales

MVZ – ceMS

Corporación Universitaria Lasallista

Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias

Medicina Veterinaria

Caldas- Antioquia

2014

Tabla de contenido

Lista de Ilustraciones	4
Lista de tablas.....	6
Resumen	7
Justificación	11
Objetivos	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos.....	12
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	13
Causas de fractura de huesos largos.....	13
Tratamiento o eutanasia.....	14
Tratamiento de emergencia y transporte del equino fracturado	14
Sedación y posible anestesia.....	15
Tratamiento inicial de la herida	18
Terapia analgésica y antiinflamatoria	23
Terapia antimicrobiana	25
Terapia de fluidos intravenosa.....	26
Transporte a un centro de atención	26
Consideraciones generales en la selección de casos para la reparación de la fractura	28
Factores que determinan el pronóstico	29
Clasificación de la fractura	30
Configuración de la fractura	31
Consideraciones pre y post operativas	33
El día antes de la cirugía.....	33
El día de la cirugía	42
Principios básicos del tratamiento de fracturas de huesos largos.....	50
Abordaje quirúrgico.....	52
Reconstrucción anatómica precisa.....	54
Consideraciones del tejido blando	55
Fijación estable	56
Manejo de fracturas de tercer metatarsiano en potros	58

Técnica mínimamente invasiva	62
Fijaciones externas en potros	66
Fijaciones externas en adultos	69
Manejo de fracturas de tercer metatarsiano en caballos adultos.....	70
El día después de la cirugía.	74
Rehabilitación funcional	75
Cicatrización de las fracturas.....	77
Posibles complicaciones postquirúrgicas	77
Pronóstico	87
CAPÍTULO II: CASO CLÍNICO	89
Resumen	89
Abstract	90
Introducción	90
Evaluación del paciente.....	92
Examen clínico	93
Planes terapéuticos.....	95
Enfoque del tratamiento.....	95
Técnica quirúrgica	96
Evolución.....	102
Discusión.....	106
Conclusiones	108
Bibliografía	110

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Segmentos óseos expuestos a fracturas. 1. Espina de la escápula; 2. Tubérculo mayor del húmero; 3. Tuberosidad deltoidea; 4. Plano cutáneo del radio; 5. Metacarpo; 6. Metatarso; 7. Tuberosidad coxal; 8. Tercer trocánter; 9. Sustentaculum tali; 10. Calcáneo; 11. Tibia.	13
Ilustración 2. División por regiones anatómicas de los miembros anteriores y posteriores del caballo.	21
Ilustración 3. Aplicación de una férula del miembro anterior. A. El acolchado es aplicado de manera homogénea en varias capas sobre todo el miembro, y cada capa es tensionada de manera separada. B. Una férula de PVC se aplica en el aspecto caudal del vendaje y puede ir reforzada con un poste en el aspecto medial o lateral (no se muestra). C. La férula es incorporada al vendaje con cinta adhesiva.	23
Ilustración 4. Ambulancia con todo el equipo necesario para el transporte de un equino fracturado	27
Ilustración 5. Configuración de fracturas.....	31
Ilustración 6. El paciente en recumbencia sobre un colchón inflable.	43
Ilustración 7. Transporte de pie con acolchonamiento para prevenir en vaivén.	43
Ilustración 8. Sala de derribo totalmente acolchonada.....	45
Ilustración 9. Sala de derribo con puerta abatible	45
Ilustración 10. Ingreso a la sala de cirugía por medio de una grúa.....	47
Ilustración 12. Paciente en decúbito dorsal.....	48
Ilustración 11. Paciente en decúbito lateral.....	48
Ilustración 13. Placa de compresión y bloqueo con combinación de agujeros que permite el uso de tornillos convencionales.	62
Ilustración 14. (A) Una placa usada (B) Dispositivo formado por una pieza de acero inoxidable y un mango. Un dispositivo comercial.....	66
Ilustración 15. Sistema de recuperación anestésica con piscina y balsa	73
Ilustración 16. Sistema de recuperación anestésica. Arnés Anderson	73
Ilustración 17. Radiografía en vista dorso-plantar del MPD.....	94
Ilustración 18. Vista lateromedial del MPD. Con las imágenes radiográficas se confirma el diagnóstico de fractura entre la diáfisis y metafisis distal del hueso tercer metatarsiano derecho de tipo completa, no desplazada cerrada, transversa conminuta con fragmento óseo	94
Ilustración 19. Posicionamiento inicial de la placa.....	97
Ilustración 20. Tunelización subcutánea con un disector.....	97
Ilustración 21. Deslizamiento de la placa por el tejido subcutáneo	98
Ilustración 22. Primera placa contorneada. Ya se han fijado los tornillos cercanos al sitio de la fractura de ambos fragmentos óseos. El agarre es bicortical.....	98
Ilustración 23. Perforación de uno de los agujeros usando la guía céntrica para broca 3,2 y aplicando Solución Hartmann para lubricar y refrigerar en cada perforación. ..	99
Ilustración 24. Cierre de las incisiones con Corpalene® 2-0 CC/30 (Polipropileno Monofilamento) con puntos simples en U.	99

Ilustración 25. Vista dorsoplantar. Placa de compresión dinámica de contacto limitado LC-DCP en el aspecto dorsomedial del tercer metatarsiano del miembro posterior derecho completamente fijada	100
Ilustración 26. La misma vista después de aplicar la inmovilización con yeso	101
Ilustración 27. Zona radiolúcida (flecha) compatible con una infección.....	104
Ilustración 28. Posterior al retiro de la placa pequeña. Se observa formación importante de callo óseo.....	104
Ilustración 29. Vista dorsopalmar 5 meses después Se observa una adecuada cicatrización de la fractura.	105

Lista de tablas

Tabla 1. División por regiones anatómicas de los miembros anteriores y posteriores del caballo	21
Tabla 2. Dosis e indicaciones de antiinflamatorios no esteroideos en equinos.	24
Tabla 4. Antibióticos indicados para el uso profiláctico y terapéutico en casos de reparación de fracturas en equinos	39
Tabla 5. Régimen de medicamentos para anestesia/analgesia espinal (epidural/intratecal) y dosis reportadas.	40
Tabla 6. Resultados fuera de los rangos de referencia en la química sanguínea.	95
Tabla 7. Resultados fuera de los rangos de referencia en el hemograma	95

Resumen

Las fracturas son lesiones comunes en los potros, estas a menudo son el resultado de una lesión traumática directa, como ser pateado por otro caballo o una caída.

Muchas de las fracturas encontradas en los potros son susceptibles a reducción abierta y fijación interna. El objetivo de la fijación interna es llegar a proporcionar un implante óseo construido con la estabilidad y la resistencia adecuada para permitir la carga completa del miembro en el postoperatorio inmediato. La selección de casos para la reducción abierta y fijación interna debe basarse en una comprensión de las características mecánicas y el entorno biológico de la zona de fractura. Con pocas excepciones, la doble placa de fijación es el tratamiento de elección para asegurar una fijación con la estabilidad y la fuerza necesaria para permitir el apoyo de peso sin restricciones.

El caso clínico que se discute trata de un potro que presenta una fractura entre la diáfisis y metafisis distal del hueso tercer metatarsiano, completa, no desplazada cerrada, la cual fue corregida mediante fijación interna con una placa de compresión dinámica (PCD) con técnica mínimamente invasiva. En reporte de caso se describe la etiología, diagnóstico, tratamiento y resultados obtenidos. El objetivo de este trabajo es ampliar la información de los estudios que evalúen la reparación quirúrgica de fracturas de huesos largos en el caballo, sus complicaciones y resultados. Esta información es necesaria para aumentar los conocimientos y perfeccionar las técnicas quirúrgicas utilizadas en estos casos.

Palabras clave: compresión dinámica, fijación interna, fracturas de huesos largos, tercer metatarsiano, tratamiento de emergencia.

Las fracturas del tercer metatarsiano en equinos se producen a cualquier edad y en cualquier raza, pero son más comunes en los caballos jóvenes. Este hueso tiene especial susceptibilidad a la fractura debido a su localización distal y a la escasa cobertura de tejidos blandos que ayudan a absorber la energía del impacto ante un trauma romo. Es por esto que más de la mitad de las fracturas son de tipo abierto. (Medina, Velásquez, & Figoli, 2011)

Aunque las fracturas del hueso de la caña pueden sufrir una configuración variable, desde una fisura simple hasta una grave conminuta, los caballos más jóvenes parecen sufrir fracturas con menor fragilidad y una menor predisposición a astillarse y por lo general es frecuente la presencia de heridas en la zona del impacto (Baxter & Turner, 2004).

Los potros de talla relativamente pequeña por su capacidad de sanar, son buenos candidatos para el tratamiento de fracturas. La actividad perióstica y la rápida tasa de remodelación ósea permite que sanen más rápido que los adultos, las fuerzas que actúan en el sitio de la fracturas son menores que en un caballo de talla completa, por lo tanto los dispositivos usados para proveer estabilidad a las fracturas están bajo menos estrés (Watkins, 2006). Menor estrés sobre el dispositivo óseo nos permite proveer implantes que impartan fuerza sustancial, estabilidad y que provean una resistencia a la fatiga más duradera. Estas ventajas mecánicas se traducen en un mayor confort para el paciente y reducen la incidencia en las fallas del implante cuando son comparadas con caballos adultos.

Algunas ventajas adicionales de tratar fracturas en potros versus adultos incluyen mejor control de la recuperación anestésica reduciendo el riesgo de fallas

catastróficas en el implante óseo durante este periodo crítico, adicionalmente la laminitis no ocurre en potros, como consecuencia de sobre carga en el miembro de soporte y finalmente el costo de la terapia es en general menor. Las desventajas potenciales incluyen el desarrollo de deformidades angulares, especialmente varus y falla del aparato suspensorio del menudillo como consecuencia de sobre carga en el miembro de soporte. Las contracturas también son más comunes en los potros como consecuencia de una inadecuada sobrecarga en el miembro afectado (Management of Orthopedic Disorders in the Foal, 2012).

Para la corrección de fracturas de metatarso y metacarpo en potros como también en caballos adultos, se usa comúnmente la fijación interna y dependiendo del caso la reducción abierta o cerrada. Una fijación interna exitosa comienza por la reconstrucción anatómica de las superficies óseas y articulares que permiten el intercambio de cargas entre el hueso reconstruido y el implante. Una reconstrucción anatómica puede necesitar únicamente de tornillos o combinar placas y tornillos.

Con el transcurso del tiempo nuevas técnicas se han expandido, han mejorado las capacidades de los cirujanos y la experiencia con las técnicas ya establecidas han añadido una perspectiva que no estaba presente hace una década.

En el caballo un apoyo temprano o inmediato posterior a la reparación de una fractura es un requisito difícil o imposible de dejar a un lado. El uso de yesos y férulas para proteger las fijaciones internas y técnicas como la aplicación de cementos en las placas los cuales incrementan la resistencia a la fatiga de estos implantes pueden combinarse para mejorar los resultados significativamente (Fürst, 2012).

Justificación

La atención médica de fracturas en equinos consiste en una cadena de eventos, comenzando por el trabajo de urgencias en campo, siguiendo el diagnóstico y el pronóstico, la toma de decisiones por parte del propietario y el equipo médico, la intervención quirúrgica y finalmente la recuperación del paciente teniendo en cuenta sus posibles complicaciones. La existencia de pautas claras en el tratamiento de las fracturas brinda un mayor número de probabilidades de éxito en el logro de los objetivos establecidos por lo tanto cualquier falla por parte del profesional conducirá a un pronóstico menos favorable para el paciente.

El médico veterinario de nuestro país debe estar actualizado de cuáles son los avances en material ortopédico y en técnicas quirúrgicas pues la selección de casos para la reducción abierta y fijación interna debe basarse en una comprensión de las características mecánicas y el entorno biológico de la zona de fractura.

Objetivos

Objetivo general

- Describir cuál es la etiología, diagnóstico y tratamiento de fracturas óseas en huesos largos en equinos.

Objetivos específicos

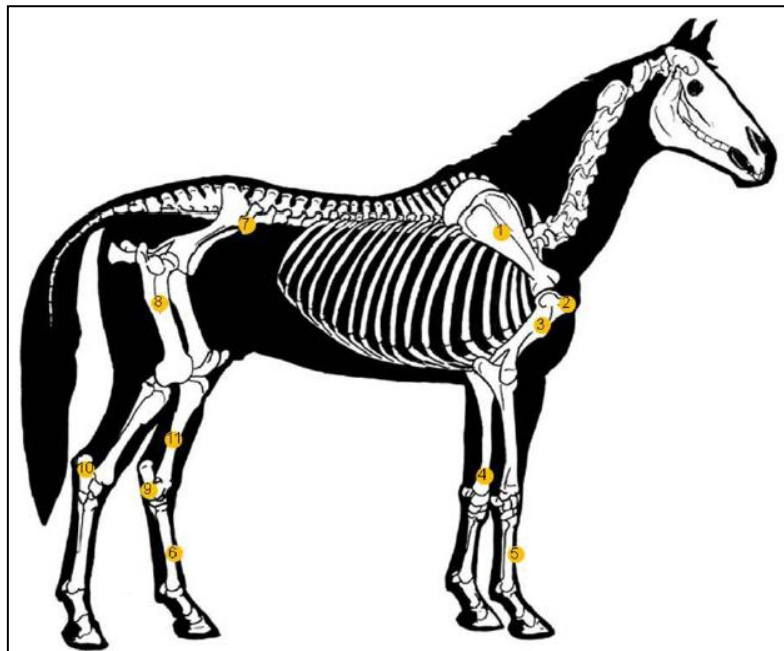
- Dar a conocer el trabajo de primeros auxilios en las fracturas en equinos a campo.
- Conocer los diagnósticos diferenciales y el manejo de las ayudas diagnósticas para el caso de fracturas en equinos.
- Detallar las diferentes configuraciones de fracturas en huesos largos en equinos.
- Comprender las diferentes técnicas quirúrgicas y aportes tecnológicos para reducir fracturas en equinos en medicina veterinaria en países de referencia.
- Comprender las características mecánicas y el entorno biológico de la zona de la fractura.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

Causas de fractura de huesos largos.

Las fracturas en huesos largos pueden deberse a traumas externos de cualquier tipo. Las lesiones descritas con frecuencia incluyen patadas de otros caballos, huecos en el suelo o pozos, guardaganados, durante los entrenamientos o las competencias entre otros (Méndez & Ernst, 2010). En los potros la causa más común es que la madre les pise el miembro (Baxter & Turner, 2004). Aunque generalmente la etiología es de tipo traumático, también puede ser producto de sepsis u osteomielitis (Rodgerson, 2010).

Ilustración 1. Segmentos óseos expuestos a fracturas. 1. Espina de la escápula; 2. Tubérculo mayor del húmero; 3. Tuberosidad deltoidea; 4. Plano cutáneo del radio; 5. Metacarpo; 6. Metatarso; 7. Tuberosidad coxal; 8. Tercer trocanter; 9. Sustentaculum tali; 10. Calcáneo; 11. Tibia.



Fuente: Fürst, 2012

Tratamiento o eutanasia

A pesar de los grandes avances en la cirugía ortopédica veterinaria y la anestesia, hay varias heridas y lesiones que en los equinos no pueden ser tratadas con éxito (López-Sanromán & Arco, 2012). Cuando el pronóstico es pobre la eutanasia debe ser sugerida al propietario. Una eutanasia realizada de manera suave y calmada es tan importante para el propietario como para los posibles espectadores del procedimiento (Ribota, 2010).

Cuando se va a tratar el caballo la atención de emergencia es el primer paso, posteriormente el caballo debe ser referido a un centro de atención que tenga los recursos para manejar este tipo de lesiones. Es frecuente que los caballos que sufren fracturas sean transportados sin un tratamiento previo adecuado disminuyendo así la posibilidad de un tratamiento quirúrgico exitoso y causando dolor en el animal (Fürst, 2012; Galuppo Larry, 2011)

Tratamiento de emergencia y transporte del equino fracturado

Las fracturas constituyen un problema que se diagnostica con frecuencia y requieren a menudo un tratamiento inicial de urgencia. En primera instancia se debe realizar una evaluación del estado del caballo y de la situación. En ocasiones especiales es necesario realizar una sedación o una anestesia de corta duración para lograr manipular el animal, por ejemplo en casos de rescate donde el punto de extracción del animal sea difícil, igualmente en casos donde el animal está asustado o sea de temperamento muy nervioso. Es imperativo recordar que el animal puede estar bajo dolor, lo que modifica tal vez los métodos de manipulación.

En estos casos de emergencia es obligatorio realizar un examen clínico tan completo como se pueda pero en el menor tiempo posible, obteniendo detalles del tipo de lesión, pues algunas lesiones que se pasan por alto pueden cambiar el diagnóstico y pronóstico considerablemente. Cuando existe pérdida de sangre activa o en fracturas inestables, el control de la hemorragia y la estabilización del paciente deben preceder al examen físico (Méndez & Ernst, 2010). En un paciente con una cojera severa y un inicio agudo de los síntomas debe considerarse el diagnóstico de fractura, ante la duda el paciente debe tratarse y manejarse como un paciente fracturado de igual manera. El grado de claudicación suele variar dependiendo de las características de la fractura y del hueso afectado, siendo las fracturas completas, desplazadas y/o conminutas de hueso largo las que presentan la máxima intensidad (grado 5/5 AAEP). En muchas ocasiones fracturas incompletas o fracturas no desplazadas son pasadas por alto, especialmente aquellas producidas por patadas de otros caballos en zonas poco protegidas por tejidos. Los signos clínicos más comunes son la inestabilidad ósea, las heridas y hematomas, la crepitación, y la presencia de inflamación y/o edema. (Fürst, 2012)

Sedación y posible anestesia

El uso de la sedación o una posible anestesia está dictado por las circunstancias presentes. Lo que está indicado para un caballo puede ser contraproducente para otro. El uso de sedantes está dictado por el tipo de fractura, el tipo de caballo y su carácter. En ocasiones el uso juicioso de sedantes facilita la realización del examen clínico, especialmente cuando el caballo está estresado o tiene

dolor. La repentina inhabilidad de descargar el peso en una extremidad por causa de una fractura de hueso largo causa ansiedad, lo que puede llevar a una reacción violenta repentina. Un axial puede llegar a ser útil para manejar un caballo ansioso o reacio, evitando la ataxia producida por la sedación. Los caballos normalmente no toleran bien la coaptación externa, especialmente si la fijación sobrepasa el carpo o el tarso. Para ello el uso de α_2 -agonistas es la mejor de elección, pues tienen menos efectos colaterales, en comparación con otras drogas poseen mínimos efectos cardiovasculares y proveen algo de analgesia y son seguros. El uso de xilacina (0,3-0,8 mg/kg, IV) puede ser usado en sedaciones cortas y clorhidrato detomidina 10-20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para sedaciones más prolongadas, lo cual es necesario en la mayoría de los casos, aunque es una desventaja tener que repetir dosis, esto no conlleva ningún efecto secundario (Méndez & Ernst, 2010).

Para sedación y analgesia adicional un derivado de la morfina puede ser administrado. El tartrato de butorfanol tiene una gran variedad de aplicaciones en caballos y se hace ideal para este escenario. La dosis de estas drogas varía de acuerdo al tipo de emergencia. Caballos agitados usualmente responden pobremente a los efectos sedativos y requieren dosis mayores a lo normal. Por el contrario dosis menores son requeridas cuando la condición del caballo se encuentra comprometida en casos de shock o en pérdida severa de sangre. Después de la administración IV se requiere menos de 5 minutos para obtener los efectos de la sedación, este periodo de tiempo parece ser mucho en un caso de emergencia pero es necesario esperar para evitar sobredosis que puede conducir a un grado de ataxia o comprometer el estatus cardiovascular del paciente. Debe recordarse que caballos de sangre fría requieren

menos mg por kilo y nunca se debe exceder la dosis de lo que necesitaría un caballo de 550kg. Los potros usualmente requieren sedaciones fuertes para facilitar una buena estabilización de la fractura y es ventajoso, además de necesario realizar la restricción en decúbito lateral mientras se pone el yeso o la férula. Una combinación recomendada para una buena sedación detomidina (0.005-0.02mg/kg) combinada con butorfanol (0.02-0.08mg/kg) vía IM en su defecto. La xilacina (0.2-1mg/kg) puede usarse en lugar de la detomidina (Nixon, 1996b). La adición de un agente neuroléptico como la acepromacina (0.02mg/kg), puede prolongar la duración de la sedación. Los tranquilizantes fenotiazínicos, como la acepromacina, deben ser evitados en caballos enteros o fisiológicamente muy comprometidos por sus efectos vasodilatadores lo que puede llevar a un shock neurogénico ya que son propensos a exacerbar la hipotensión atribuible a bloqueo α -adrenérgicos y puede causar desmayos en caballos excitados

(López-Sanromán & Arco, 2012; Mudge & Bramlage, 2007; Valverde, 2010).

Para ciertos procedimientos de rescate una anestesia de corta duración puede llegar a ser necesaria. Varias combinaciones de drogas como xilacina-dizepam-ketamina, proveen una anestesia confiable inclusive en un caso de emergencia.

Otra alternativa más básica para un caballo ya estabilizado e inmovilizado es poner pequeñas cantidades de heno para que se mantenga tranquilizado, el ejercicio de aprehender el heno alivia la ansiedad del viaje (Baxter & Turner, 2004)

Tratamiento inicial de la herida

Las heridas de la piel deben ser tratadas con cuidado, el pelo alrededor de la herida debe ser retirado después de cubrir la herida con un ungüento soluble en agua, posteriormente se debe realizar una limpieza general alrededor de la herida con agua y jabón suave. La herida en si se limpia, desinfecta y se cubre con un ungüento antibiótico soluble en agua y un apósito estéril, seguido de un vendaje (López-Sanromán & Arco, 2012). En las fracturas abiertas el hueso también debe ser limpiado y cubierto con gasas estériles (Fürst, 2012).

Estabilización de la fractura:

En la estabilización de fracturas de los miembros es importante que estos conserven una posición anatómica. Esto le permite al paciente soportar algo de peso, sin daño excesivo a las partes terminales de la fractura y al tejido blando (López-Sanromán & Arco, 2012). Son tres los puntos a alcanzar con la estabilización de las fracturas.

1. *Reducción del dolor y ansiedad y facilitar el apoyo parcial en el miembro afectado.* Los caballos mueven el miembro fracturado constantemente en un esfuerzo por encontrar una posición estable. El dolor de estos movimientos y la inestabilidad son muy estresantes para el paciente fracturado y frecuentemente entran en pánico. Una pronta estabilización de la fractura por si misma mejora substancialmente el bienestar del animal. La reducción concomitante del dolor mantiene el paciente en mejor condición

fisiológica para la remisión y la reparación quirúrgica puede realizarse pronto (Fürst, 2012; Galuppo Larry, 2011).

2. *Prevención de mayor compromiso del paciente.* Los caballos no poseen buen balance con solo 3 miembros y repetidamente realizan intentos de usar el miembro fracturado, especialmente durante el transporte, lo que puede llevar a una lesión mayor (López-Sanromán & Arco, 2012). El continuo movimiento del hueso fracturado no solo traumatiza los extremos de los fragmentos, también puede dañar tejidos adyacentes, como los elementos vasculares del miembro provocando hemorragia en el sitio de la fractura. En los caballos es poco frecuente que se produzca una hemorragia grave en asociación con fracturas, pero el desarrollo de trombosis vascular por el continuo estiramiento y el trauma directo a menudo disminuye la vascularización de la porción distal del miembro (Baxter & Turner, 2004). También puede ocurrir penetración de la piel por los fragmentos de la fractura la cual puede llegar a ser una complicación grave, resultando en una infección del hueso fracturado, en especial si se realiza fijación interna. La piel del caballo es delgada y se perfora con facilidad por los fragmentos óseos agudos. Las fracturas de los metatarsos/carpos, tibia y radio en su aspecto medial tienen mayor probabilidad de ser abiertas en comparación de los huesos distales (falanges) y proximales (humeros, cubito y fémur) (Baxter & Turner, 2004). Caballos con fracturas abiertas de los huesos largos tienen un pronóstico pobre, y el uso de antibióticos modernos y costosos no cambia la

situación significativamente. Por lo tanto, se deben hacer todos los esfuerzos para evitar que una fractura cerrada se convierta en una abierta (Fürst, 2012).

3. *Inmovilización de la articulación adyacente.* Las articulaciones sobre o debajo de la fractura deben ser inmovilizadas usando algún tipo de coaptación externa, y la estabilización debe extenderse más allá de la línea de fractura. En ningún caso la coaptación debe terminar cerca de la línea de la fractura porque ayudara a desplazar más la fractura. El yeso no deberá terminar en la en la diáfisis, y cuando sea posible deberá incluir el casco (Fürst, 2012).

Principios de la inmovilización:

Es común que después de una fractura el tejido adyacente este inflamado, la estabilización puede incurrir en úlceras por presión y fricción, así como estrangulación del tejido si la férula o el yeso no están suficientemente acolchados. No deben utilizarse capas de más de 2-4 cm de espesor porque permiten el movimiento de los fragmentos de la fractura o el deslizamiento de la férula. Hay técnicas que se han establecido para inmovilizar fracturas de huesos largos. Los miembros pueden dividirse en 4 regiones diferentes. Ver ilustración 2.

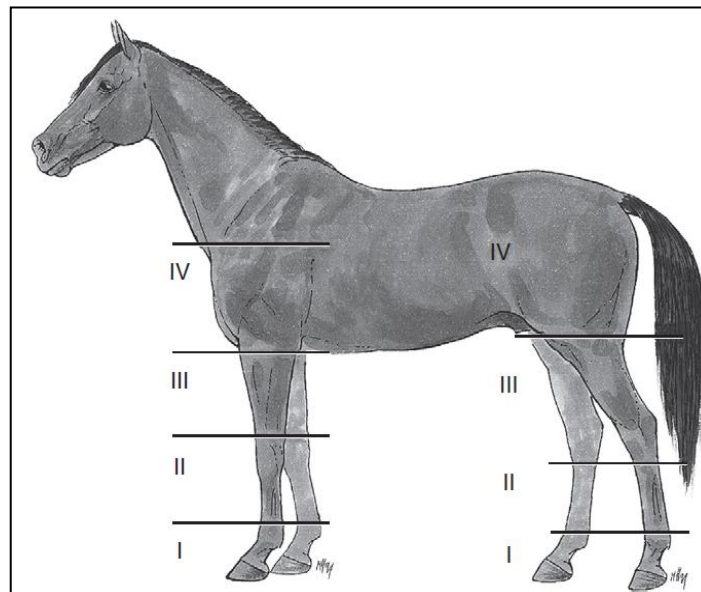
En las fracturas del III metacarpo o metatarso región (II), una férula es aplicada desde el casco hasta el codo o rodilla respectivamente. Dependiendo del temperamento del caballo y de la locación de la fractura la férula o el yeso podrían quedar por encima del calcáneo para fracturas del metatarso distal. Sin embargo esto no produce una estabilización óptima y debe ser visto como una excepción a la regla.

Extender la coaptación externa por encima del tarso debe ser siempre el objetivo (Fürst, 2012).

Tabla 1. División por regiones anatómicas de los miembros anteriores y posteriores del caballo

Región	Miembro anterior	Miembro posterior
I	El casco al metacarpo distal	El casco al metatarso distal
II	El metacarpo distal al radio distal	Del metatarso distal al tarso
III	El radio distal a la articulación del codo	Del tarso a la rodilla
IV	De la articulación del codo hasta la escapula distal	La región proximal de la rodilla

Ilustración 2. División por regiones anatómicas de los miembros anteriores y posteriores del caballo.



Fuente: Fürst, 2012

Tipos de estabilización:

Vendaje Robert Jones. El vendaje se debe poner en varios estratos; en cada uno de ellos se coloca un almohadillado (algodón) de no más de 2 cm de espesor el cual es comprimido por venda elástica o venda de gasa, para aumentar la rigidez.

Cada capa debe ser más apretada que la anterior. El diámetro total de un vendaje terminado debe ser de aproximadamente tres veces el diámetro del miembro en el lugar de la fractura (López-Sanromán & Arco, 2012). Para esto se puede llegar a utilizar unos 10 a 15 rollos de algodón. Este vendaje no es recomendado para periodos largos sin el uso de las férulas.

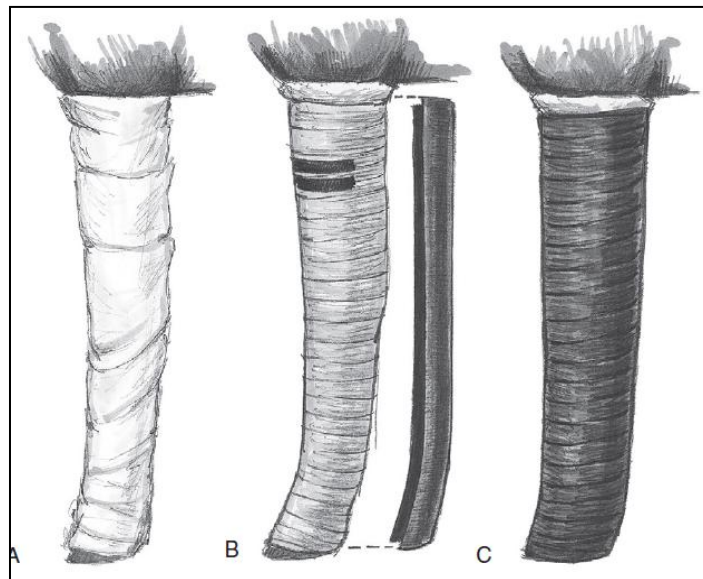
En caso de usar las férulas el vendaje no necesita ser tan grueso. Las férulas deben estar correctamente aseguradas al vendaje por medio de cinta no elástica (Fürst, 2012). Las férulas deben ubicarse en el aspecto craneal o caudal y en el lateral, para una estabilización óptima las férulas deben ubicarse en dos planos en ángulos de 90° una de la otra.

Férulas. Las férulas de PVC son muy estables y económicas, pero difíciles para moldear, a no ser que se utilice calor para darles forma. Si no se cuenta con material de PVC, cualquier material rígido y ligero (madera, aluminio o acero), puede ser utilizado con eficacia como férula. Debido a la escasa cantidad de tejidos blandos que cubren la región metatarsiana, las fracturas cerradas en esta localización pueden convertirse en abiertas con facilidad si no se inmovilizan de la manera adecuada. Esto es especialmente cierto en los potrillos, porque su delgada piel ofrece poca resistencia a la perforación por parte del hueso (Baxter & Turner, 2004).

Yesos. El yeso utilizado en los equinos (yeso sintético) está hecho de fibra de vidrio impregnado con resina de poliuretano. Este tipo de yesos es muy resistente, fácil de aplicar, liviano y se seca rápidamente. Mientras el yeso es aplicado el caballo debe estar muy quieto para evitar micro fracturas y dobleces en el yeso lo que puede reducir la fuerza y provocar úlceras por presión. En algunas situaciones

especialmente en fracturas muy inestables, puede ser difícil, así que las férulas pueden ser la primera opción. Para prevenir penetración de la piel por huesos afilados, se puede hacer una ventana en el yeso sobre estas zonas de peligro (Fürst, 2012).

Ilustración 3. Aplicación de una férula del miembro anterior. A. El acolchado es aplicado de manera homogénea en varias capas sobre todo el miembro, y cada capa es tensionada de manera separada. B. Una férula de PVC se aplica en el aspecto caudal del vendaje y puede ir reforzada con un poste en el aspecto medial o lateral (no se muestra). C. La férula es incorporada al vendaje con cinta adhesiva.



Fuente: Fürst, 2012

Terapia analgésica y antiinflamatoria

Analgésicos sistémicos deben ser administrados tan pronto la fractura sea estabilizada. AINE`s como la fenilbutazona, ketoprofeno o flunixin meglumine, son los más comúnmente utilizados en lesiones musculo esqueléticas en caballos, a diferencia de los corticoides no son inmunosupresores, reducen la adhesión plaquetaria, de este modo previenen la trombosis arterial de arterias vitales de las

caras palmar y plantar de los miembros distales, que es frecuente en lesiones con rotura del aparato suspensorio, lesiones muy extensas o lesiones en las que se produzca un significativo estiramiento y colapso por reducción de la luz de los vasos (López-Sanromán & Arco, 2012; Méndez & Ernst, 2010).

Tabla 2. Dosis e indicaciones de antiinflamatorios no esteroideos en equinos.

Antiinflamatorio no esteroideo	Indicación	Dosis	Vía de administración	Intervalo de la dosis.
Fenilbutazona	Anti-inflamatorio	2.2-4.4 mg/kg	IV, PO	SID-BID
Flunixin M.	Anti-inflamatorio Antiendotóxico	1.1 mg/kg 0.25 mg/kg	IV, PO, IM IV	SID-BID QID-TID
Ketoprofeno	Anti-inflamatorio	2.2 mg/kg	IV, IM	SID-BID
Aspirina	Anti-trombótico	17 mg/kg	PO	EOD
Carprofeno	Anti-inflamatorio	0.7 mg/kg	IV, PO	SID-BID
Meloxicam	Anti-inflamatorio	0.6 mg/kg	IV	SID-BID

PO= oral, IV= intravenoso, IM= intramuscular, BID= dos veces al día, TID= tres veces al día, SID= Una vez al día, QID= cuatro veces al día, EOD = día por medio

Fuente: (Moses & Bertone, 2002)

El control de la inflamación es un paso importante en la disminución de la trombosis, maximizando la perfusión del miembro, y preparando el miembro para la reparación quirúrgica. Sin embargo cuando la estabilización es incorrecta el uso de potentes analgésicos está contraindicado, porque esto lleva a una sobrecarga en el miembro afectado con complicaciones asociadas. El uso de cortico esteroides es generalmente innecesaria pues el nivel de corticoides endógenos estarán elevados después del trauma (Bramlage, 1996).

En medicina humana, la terapia sistémica con anticoagulantes ha llegado a incluirse en todo tratamiento de fracturas con daño vascular (cuando no existe hemorragia activa). En caballos, tenemos varias posibilidades farmacológicas para

este fin, siendo una de ellas el ácido acetilsalicílico que tiene propiedades antitrombóticas a dosis de 10-20 mg/kg, PO, cada 48 horas. También existen dos tipos de heparinas [heparina no fragmentada (HNF) y heparina de bajo peso molecular (HBPM)] que se pueden utilizar en la prevención de trombosis en caballos. La HBPM (40-80 UI/kg, IV inicialmente y a continuación 40 UI/kg, IV cada 12 horas) suele presentar menos efectos secundarios que la HNF (150 UI/kg, SC, como dosis inicial; 125 UI/kg, SC cada 12 horas durante 3 días; 100 UI/kg, SC cada 12 horas) pero su coste es mucho mayor. Esta medicación antitrombótica está contraindicada en fracturas donde se haya producido una hemorragia severa o exista sangrado activo (Méndez & Ernst, 2010; Mudge & Bramlage, 2007).

Terapia antimicrobiana

La administración de antibióticos inmediatamente está indicada en caballos con fracturas abiertas o heridas extensas. De otra manera la terapia antibiótica puede ser aplazada hasta el momento de la cirugía. Ver Tabla 3.

Cuando hay una herida abierta asociada a la fractura, la profilaxis antitetánica debe ser considerada. Para caballos con estatus reciente de la vacuna antitetánica (menos de 1 año antes de la lesión), se puede dar un refuerzo con toxoide tetánico. Si el estado de vacunación del caballo es desconocido o no está al día, se debe dar una dosis de antitoxina tetánica (1.500 UI por vía intramuscular) (Mudge & Bramlage, 2007).

Terapia de fluidos intravenosa

Las fracturas raramente son asociadas con hemorragias severas, sin embargo el dolor puede inducir shock neurológico, llevando a un cambio sustancial en los fluidos, el cual debe ser soportado por terapia de fluidos intravenosa. La administración de Ringer Lactato o alguna solución de electrolitos balanceada (a un mínimo de 10L-20ml/kg) suele ser adecuada en los primeros momentos para la estabilización y transporte del caballo al hospital. En potros neonatos, la adicción de dextrosa a los fluidos (a una concentración del 5%) es aconsejable para la prevención de hipoglucemia. El caballo que este al descubierto debe mantenerse abrigado (Méndez & Ernst, 2010).

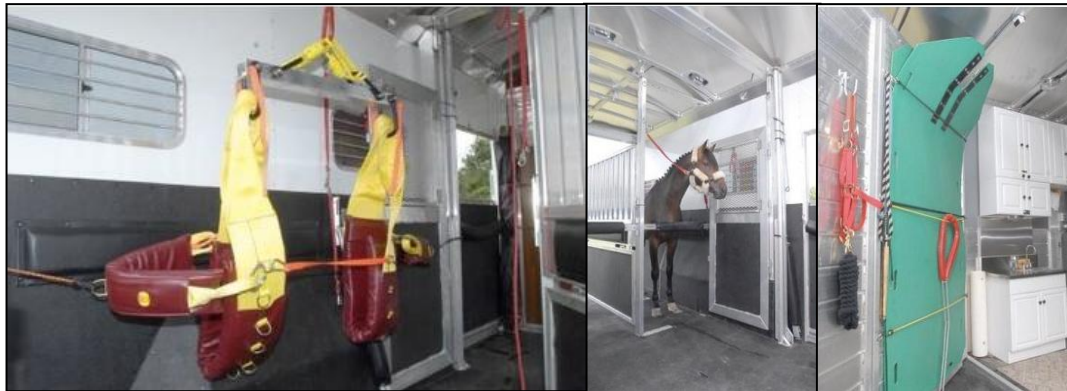
Transporte a un centro de atención

El caballo debe ser transportado con cuidado y lo más humanamente posible. Ojalá y en lo posible en un tráiler adaptado para transportar caballos heridos. Ver ilustración 4. Los medios de transporte que tenemos disponibles en el país no están adaptados para estos casos por lo cual se le debe asegurar la mayor comodidad posible al paciente (López-Sanromán & Arco, 2012). Si la fractura es en miembros anteriores el animal debe mirar hacia atrás y si es en los miembros posteriores debe mirar hacia adelante ya que el caballo tiene menos control durante el frenado q durante la aceleración, este sentido también indica la dirección en la cual debe ser bajado del medio de transporte y debe hacerlo siempre como regla general usando primero su miembro sano (Baxter & Turner, 2004; Galuppo Larry, 2011).

Los animales neonatos siempre deben de estar acompañados de un asistente y ser transportados en brazos. Cuando el potro es de mayor edad se debe colocar un separador entre éste y la yegua, y el asistente debe vigilar al potro durante el transporte (Méndez & Ernst, 2010).

Todos los caballos deben ser transportados de pie en lo posible, aquellos que se les hace imposible mantenerse de pie se transportan en decúbito lateral y la anestesia posiblemente deba ser inducida durante el viaje a la clínica. Este tipo de transportes es poco común y son necesarios más implementos para llevar a cabo con éxito el trayecto; una diferencial, un colchón, un protector para la cabeza. Los viajes a la clínica deben hacerse lo más rápido posible y siempre el médico veterinario debe ir a bordo acompañando el paciente.

Ilustración 4. Ambulancia con todo el equipo necesario para el transporte de un equino fracturado



Fuente: www.equineambulance.com

Aquellos caballos que no sean capaces de ponerse de pie por si solos se deben sedar y aquellos que si deben ser anestesiados e iniciar terapia de fluidos. Los cascos

deben envolverse para protegerlos y los miembros deben ser ensueltados. Los ojos y la cabeza se deben proteger bien y recordar remover el jaquimón o jáquima para proteger el nervio facial (Fürst, 2012).

Consideraciones generales en la selección de casos para la reparación de la fractura

Las fracturas ocurren en caballos de todas las edades y pueden involucrar casi cualquier hueso. El tratamiento de la mayoría de las fracturas requiere tanto la valoración clínica como quirúrgica y debe llevarse a cabo de una manera sistemática y exhaustiva. El examen clínico es importante para evaluar la complejidad y localización de la fractura. Un pronóstico inicial se puede desarrollar usando dos criterios simples: fractura completa o incompleta y fractura abierta o cerrada.

Heridas externas aunque son un posible factor al planear la cirugía, no son un gran problema comparado con un fragmento que lacera la piel. Sin embargo una pérdida masiva o desvitalización de tejido blando pueden exponer de una manera significativa huesos largos, incluso fracturas pequeñas pueden ser aún más serias, en términos de costos de la reparación y en la probabilidad de éxito.

La radiografía es el método más útil para determinar la extensión de la fractura y proveer un pronóstico más preciso de la recuperación y el proceso curativo. Por último la decisión para escoger el tratamiento se determinara después una valoración minuciosa de la fractura, la condición del miembro y del caballo, el costo de la reparación y el pronóstico (Bramlage, 1996).

Factores que determinan el pronóstico

- Tipo y localización de la fractura
- Fractura cerrada o abierta
- Grado del daño tisular o vascular
- Edad, raza y peso del caballo
- Cooperación del paciente
- Fractura única o múltiple
- Lapso de tiempo entre la fractura y la reparación
- Efectividad en la atención de primeros auxilios aplicados en campo. (Galuppo Larry, 2011)

El tipo y la localización de la fractura son los principales factores en determinar el éxito de la reparación. Una fractura estable de un hueso largo tiene más probabilidades de una reparación exitosa que una fractura completa e inestable. Similarmente, fracturas proximales al tercer metatarsiano o metacarpiano tienen un pronóstico pobre, en parte debido a la poca capacidad para implementar la fijación interna con coaptación externa. Las fracturas de tercer metatarsiano y metacarpiano son relativamente comunes y su reparación es usual. Esta reparación es el modelo de muchas fijaciones internas, y la forma aplanada del hueso hace que su aplicación sea sencilla (Galuppo Larry, 2011).

Clasificación de la fractura

Para simplificar el enfoque del tratamiento y la formulación del pronóstico, las fracturas son clasificadas de acuerdo al siguiente criterio:

- I. Completa: la línea de fractura compromete ambas cortezas. Incompleta: la línea de fractura no abarca todo el espesor del hueso como las fisuras o fracturas en tallo verde
 - II. Estable: es la que no tienen tendencia a desplazarse tras conseguir la reducción. Son fracturas de trazo transversal u oblicuo, menor de 45°. Inestable: Son las que tienden a desplazarse tras la reducción. Son fracturas con un trazo oblicuo mayor de 45°, excepto las de trazo en espiral.
 - III. Abierta o cerrada
 - A. Abierta tipo I: cuando la perforación de la piel es menor a 1cm y fue causada momentáneamente por un extremo afilado de la fractura. No hay pérdida significativa de piel, exposición de tejido óseo y contaminación del tejido subyacente al hueso.
 - B. Abierta tipo II: cuando hay una gran laceración pero no hay gran pérdida de tejido blando, hay mínima exposición de tejido óseo y mínima contaminación del tejido óseo y subyacente.
 - C. Abierta tipo III: tienen laceraciones de gran extensión, defectos de piel grandes y gran contaminación del tejido óseo y blando.
- IIIA: Heridas grandes en la piel y tejido blando, los extremos óseos están expuestos y contaminados. Pero con suficiente tejido sano para cubrir la herida en cirugía.

IIIB: Tiene pérdida masiva de tejido blando, necesita cirugía plástica reconstructiva para cubrir el hueso.

IIIC: Además de lo anteriormente descrito tiene significativo daño vascular

IV. Configuración

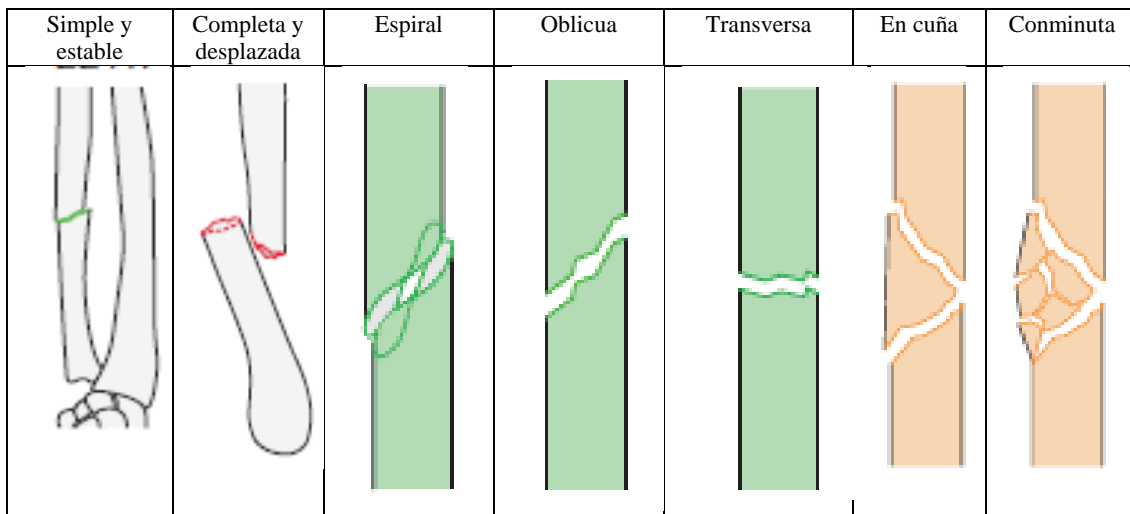
Tallo verde o fisura, transversa, oblicua, espiral

Conminuta: múltiple, impactada, avulsión

V. Diafisaria, metafisaria, fisiaria o epifisaria (incluye Salter Harris tipo I a VI)

VI. Otras (Nixon, 1996a).

Ilustración 5. Configuración de fracturas



Fuente: www.aofoundation.org

Configuración de la fractura

La configuración de la fractura es crítica para tomar la decisión de reparar o no la fractura. Fracturas incompletas en la mayoría de los huesos largos, particularmente los que se encuentran en la parte proximal de las extremidades,

usualmente son tratados en confinamiento en la pesebrera, usualmente atados para impedir que se acuesten durante unas tres semanas. Muchas fracturas incompletas de humero, tibia, fémur, radio y tercer metacarpiano o metatarsiano han sido tratadas exitosamente de esta manera. Adicionalmente fracturas con fisuras de las falanges y algunas de fracturas de los carpos o los tarsos pueden sanar satisfactoriamente con algo más que reposo en (pesebrera). Ocasionalmente una fractura con fisura de una falange o metacarpiana o una completa no desplazada puede ser manejada con una coaptación externa con yeso. Proximal al carpo o al tarso los yesos pueden causar detrimento de la fractura porque hay un esfuerzo de la torsión adicional por falta de inmovilización en la zona del codo o de la rodilla. El caso especial de una fractura incompleta que se abre en una articulación, por ejemplo una fractura condilar metacarpiana, se puede reparar mejor con una fijación interna para comprimir el hueso subcondral y el cartílago articular, lo cual optimizara la reconstrucción de la superficie articular y prevendrá una enfermedad degenerativa articular secundaria (Watkins, 2006).

Fracturas completas de las falanges y huesos largos en los caballos generalmente se desplazan algún grado. Fracturas oblicuas o en espiral del humero, radio, fémur y tibia pueden desplazarse marcadamente y cabalgarse debido a la tensión marcada por la musculatura adyacente y la insertada al hueso fracturado. En muchas instancias el hueso severamente desplazado en caballos adultos es muy difícil de reducir y mantener en posición mientras el implante es aplicado. No obstante, algunas fracturas oblicuas del humero y el fémur han sanado en una mala unión funcional después de periodos muy extensos de reposo en la pesebrera, debido al

soporte de la extensa musculatura que los rodea. La mayoría de las fracturas completas y desplazadas necesitan ser reparadas a través de fijación externa o interna o por coaptación externa. El bajo peso corporal de los potros los hace mejores candidatos para las fijaciones internas de todo tipo. La mayoría de las fracturas transversas, oblicuas, espirales o múltiples, incluyendo las Salter Harris fisiarias, pueden ser corregidas en los potros con fijación interna con placas, tornillos, clavos intramedulares o en fracturas distales selectivas por medio de fijación externa (Bramlage, 1996).

Consideraciones pre y post operativas

El día antes de la cirugía.

El paciente debe llegar a las instalaciones habiendo recibido primeros auxilios de manera apropiada y transportado de manera cuidadosa; porque el futuro éxito del tratamiento va a depender, en gran parte, de las medidas y procedimientos realizados en estos primeros momentos (López-Sanromán & Arco, 2012). La historia clínica y anamnesis deben ser revisadas y completadas cuidadosamente. El dueño debe estar al tanto de las alternativas quirúrgicas, los riesgos implicados en cualquier procedimiento quirúrgico y cualquier riesgo o peligro específico de la cirugía que se le intenta realizar a ese caballo en particular. (Fackelman, 2000)

Se debe realizar un examen físico completo y un hemoleucograma. Se debe concentrar en el sistema musculo esquelético, incluyendo predisposición a defectos de conformación. La valoración de la claudicación y cualquier lesión asociada debe

seguir un enfoque sistemático, en las llamadas fracturas inducidas por el ejercicio hay que poner especial atención en determinar si la lesión es bilateral, en estos casos el dolor en uno de los lados es mayor que en el otro y esto enmascara la existencia de la segunda fractura. Se deben tomar las vistas radiográficas que sean necesarias para saber con certeza la configuración de la fractura. Con base a ellas un diagrama preoperatorio se realiza detallando el tipo de materiales, locación y tamaño además de la técnica a seguir. Este plan es usado como una lista de verificación para la disponibilidad de los implantes en el tamaño indicado, y los instrumentos apropiados para su inserción, y posteriormente para guiar al cirujano durante la cirugía (Fackelman, 2000).

Es muy común tener que reparar fluidos ya que en heridas muy dolorosas el caballo pierde líquidos a través del sudor pudiendo generar cuadros de shock por mala distribución consecuencia de la vasoconstricción secundaria al dolor y teniendo en cuenta que el uso de tranquilizantes y analgésicos producen hipotensión especialmente los fenotiazinas. (López-Sanromán & Arco, 2012; Nixon, 1996b).

Se debe programar un ayuno al menos de 12 horas antes del procedimiento anestésico de ser posible, pero es inusual dada la urgencia de reparar la fractura. Muchos caballos con traumas graves no comen lo suficiente como para causar problemas durante la cirugía como una distensión gaseosa en colon. Sin embargo la motilidad disminuye en la fase preoperatoria, y combinado con periodos largos de anestesia, algunos casos de íleo son comunes. (Nixon, 1996b) El área alrededor de la cirugía es rasurada con una cuchilla fina (Nº 40). Para fracturas de los miembros distales al carpo o el corvejón, la rasurada se realiza de manera circunferencial para

facilitar cubrir la zona como paso siguiente. El animal debe ser bañado por completo para remover la suciedad, sudor y detritos de su cuerpo y la zona quirúrgica se enjabonara con un producto yodado o con clorhexidina. Posteriormente la zona se cubre con campos estériles (Fackelman, 2000).

En consulta con otros miembros del equipo se decide el tiempo de duración de la cirugía, asegurando la presencia de todo el equipamiento y personal a lo largo de la cirugía y fases de la recuperación. Los antibióticos preoperatorios son necesarios incluso en una cirugía electiva, cuando es profiláctico es de breve duración; más o menos del día antes de la cirugía hasta el día después (Fackelman, 2000), por ejemplo en fracturas de tipo cerrado para suprimir la proliferación de microorganismos exógenos depositados en los tejidos profundos y de los fómites aéreos presentes en la sala de operaciones (Nixon, 1996b).

Como regla el tratamiento debe ser programado a tiempo para garantizar niveles efectivos del medicamento cuando se realice la cirugía. La naturaleza de esta terapia será dictada por la condición del sitio de la cirugía, precauciones con interacciones con la anestesia, la presencia de infección en un lugar distante, la identificación de organismos nosocomiales o ciertos detalles de la cirugía en sí (Fackelman, 2000). Fracturas complejas donde usualmente los extremos del hueso son expuestos a microorganismos del ambiente durante periodos extensos, la irrigación local con antibiótico y soluciones poliiónicas es importante para reducir el número de bacterias. La presencia de bacterias en el ambiente del quirófano es imposible de prevenir, sin embargo el estatus del riego sanguíneo del hueso fracturado, y la extensión del trauma del tejido blando adyacente son determinantes

de una infección potencial. Fuentes endógenas de organismos son importantes en potros, en quienes organismos hematógenos pulmonares, gastrointestinales o umbilicales pueden llegar a desvitalizar el hueso y el tejido blando.

Los antibióticos utilizados con más frecuencia profilácticamente antes de reparar fracturas cerradas de huesos largos incluyen penicilinas (sódicas o potásicas) o una cefalosporina, como el ceftiofur o cefazolina, junto a un aminoglicósido como la gentamicina sulfato o la amikacina. Cuando la fractura se repara a través de artroscopia el uso de antibióticos es innecesario a no ser que se haya suministrado un corticoesteroide intra-articular previamente. Ver tabla 4. (Nixon, 1996b)

Las penicilinas, incluyendo las formas naturales como la penicilina G y las de amplio espectro como la ticarcilina son bactericidas y actúan directamente sobre la síntesis de la pared bacteriana. Son altamente activas ante organismos Gram positivos. Las sales acuosas de las penicilinas (potásicas o sódicas) son administradas vía intravenosa en cirugía, especialmente en fracturas abiertas para lograr concentraciones séricas rápidamente, cosa que no se logra con las formas de uso intramuscular como la penicilina G procaínica. Adicionalmente las formas de las penicilinas G son relativamente económicas. Adicionalmente de manera intraoperatoria dosis de penicilina G sódica pueden ser suministradas vía intravenosa durante procedimientos extensos; sin embargo la presión arterial sistémica puede influenciarse por el uso de la penicilina G sódica, y la inyección debe ser suministrada de manera lenta y monitorizar la presión sanguínea. La penicilina G potásica es arritmogénica y no debe ser administrada en caballos anestesiados. La actividad de amplio espectro puede obtenerse usando penicilinas semisintéticas como

la ticarsilina o en circunstancias excepcionales, combinaciones de penicilinas con ácido clavulánico (un inhibidor de betalactamasa). El costo se convierte en un problema con estas formas antibióticas, y su uso está reducido a casos de osteomielitis con el organismo identificado y confirmando su susceptibilidad. A pesar de todo, para profilaxis intraoperatorias y uso terapéutico en fracturas abiertas, las penicilinas usualmente son combinadas con aminoglicósidos y ocasionalmente con metronidazol (para ampliar la cobertura de anaerobios) (Nixon, 1996b)

Las cefalosporinas son bactericidas y también actúan inhibiendo la síntesis de la pared bacteriana. Poseen una actividad de amplio espectro mayor que las penicilinas, particularmente aquellas de segunda y tercera generación. A pesar de su costo las cefalosporinas se convirtieron en muchas instituciones en el tratamiento de primera elección para el manejo profiláctico perioperatorio en casos de fracturas en equinos. Las cefalosporinas deben ser consideradas en casos de fracturas abiertas, particularmente las de tercera generación, las cuales poseen actividad contra *Pseudomonas spp.* y anaerobios. (Nixon, 1996b)

Los aminoglicósidos son bactericidas y ejercen su efecto inhibiendo la síntesis proteica de la bacteria. Los dos medicamentos más utilizados son la gentamicina y la amikacina. La neomicina frecuentemente es utilizada combinada con otros antibióticos a nivel intraoperatorio en la solución de lavado. Los aminoglicósidos son más activos contra los organismos Gram negativos, y algunos son potentes inhibidores de *Stafilococcus aureus*. La mayoría también son nefrotóxicos y ototóxicos, y algunos son neurotóxicos. Estos factores influyen en su selección y la duración de su uso. Una enfermedad renal preexistente es a menudo una

contraindicación para su uso, y al menos indica un control de los niveles de creatinina durante la administración de estas drogas. El desarrollo de resistencia a la gentamicina ha incrementado el uso de la amikacina (Nixon, 1996b).

El control efectivo del dolor es muy importante, desde el momento de la atención a campo hasta la última fase posoperatoria. Uno de los procedimientos más tranquilizante y analgésico es el uso de un vendaje firme e incluir una férula. En dolor severo preoperatorio el uso de butorfanol a 0,01mg/kg/IV puede contemplarse. La administración de AINES 8 horas después de la primera aplicación es recomendada.

El control del dolor en artroscopias complejas es manejado con inyecciones asépticas de morfina (6 – 10mg intraarticular) tras la sutura en piel. La morfina posee un efecto analgésico potente por su unión directa a los receptores opioides en las estructuras sinoviales. También tienen un efecto en la liberación de sustancias neurotransmisoras nociceptivas, como la sustancia P. Niveles serológicos mínimos o ilegibles se han encontrado en personas y animales a los que se les ha aplicado morfina intraarticular. Esto generalmente excluye un mecanismo central para el control del dolor y previene los efectos secundarios gastrointestinales y efectos excitatorios ocasionalmente descritos con el uso sistémico de morfina en caballos (Clutton, 2010)

Tabla 3. Antibióticos indicados para el uso profiláctico y terapéutico en casos de reparación de fracturas en equinos

Agente antimicrobiano	Vía de admón.	Dosis	Espectro de actividad	Características
Penicilinas				
Acuosas penicilina G	IV	22,000 - 40,000UI/kg/6h	Gram-positivos incluye <i>Streptococos spp.</i> y <i>Pasteurella</i> .	Sales de Na ⁺ pueden administrarse intraoperatorias; sales de K ⁺ conllevan riesgo cardiaco.
Penicilina G procaínica	IM	22,000UI/kg/12h	Igual	Sinergismo con aminoglucósidos.
Ticarcilina	IV, IM	50 - 100mg/kg/6h	Igual, también antipsudomonal	Sinergismo con aminoglucósidos.
Cefalosporinas				
Cefazolin	IV, IM	20mg/kg/8h	<i>Streptococos spp</i> <i>Estafilococos</i> (incluidos los productores de penicilinas), <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Proteus mirabilis</i> .	1era generación. Sinergismo con aminoglucósidos.
Ceftiofur	IV, IM	2,2mg/kg/12h	Gram-positivos; pero se expande a Gram-negativos y anaerobios.	3ra generación.
Aminoglucósidos				
Gentamicina	IV, IM	2,2mg/kg/8h	Gram-negativos y aerobios.	Nefrotóxico
Amikacina	IV, IM	7mg/kg/8h	Amplio espectro contra Gram-negativos	Menos nefrotóxico que la gentamicina.
Sulfonamidas				
Trimetoprim sulfametoxazol	PO	15mg/kg/8 - 12h	Gram-positivos, Gram-negativos aerobios, algunos anaerobios.	Hay presentaciones IV
Varios				
Metronidazol	PO	25mg/kg/6h	La mayoría de anaerobios incluye <i>Bacterioides fragilis</i>	Menos costoso que la formula IV
Enrofloxacin	IV PO	7.5mg/kg/6h 2.5mg/kg/12h	Igual <i>Estafilococos</i> productores de penicilinas- Gram-negativos <i>Pseudomona</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Enterobacter</i>	Es costoso No tiene licencia para uso en equinos. Inefectivo contra anaerobios

Fuente: Nixon, 1996

Para un control anestésico más inmediato y completo, el uso de bupivacaina clorhidrato puede ser administrado, usando 200 a 350 mg para la mayoría de las articulaciones. En algunos caballos la combinación de bupivacaina y morfina se ha utilizado extendiendo el periodo de analgesia (Nixon, 1996b)

La morfina vía epidural (0.1mg/kg) has sido empleada frecuentemente en caballos pero su rol a aumentado en el uso posoperatorio en caballos con fracturas de miembros posteriores. Ver tabla Los niveles de analgesia subjetivamente han sido buenos y sin pérdida de la fuerza motora en los miembros posteriores. Sin embargo dosis excesivas de epidural con morfina tanto en humanos como en animales pueden resultar en depresión respiratoria.

Tabla 4. Régimen de medicamentos para anestesia/analgesia espinal (epidural/intratecal) y dosis reportadas.

Medicamento	Volumen (mL)	Sitio de inyección	Duración del efecto (Horas)	Comentario
Lidocaína 0.5%-2% ^a	5-8	Co ₁ -Co ₂ /L-S	0.75-1.5	E/I, inicio rápido
Mepivacaína 2%	5-8	Co ₁ -Co ₂ /L-S	1,5-3	E/I, inicio rápido
Ropivacaína 0.1%-0.5%	5-10	Co ₁ -Co ₂ /L-S	3-8	E/I, menos ataxia
Bupivacaina 0.1%-0.5%	5-8	Co ₁ -Co ₂ /L-S	3-8	E/I, mas ataxia
Xilazina 0.17mg/kg ^a	10	Co ₁ -Co ₂ /L-S	1.0-1.5	E/I, sedación, ataxia
Detomidina 20-40µg/kg	5-10	Co ₁ -Co ₂ /L-S	2-4	E/I, sedación, ataxia
Medetomidina 2-5µg/kg	10-30	Co ₁ -Co ₂ /L-S	4-6	E/I, sedación, ataxia
Morfina 0.05-0.2 mg/kg ^a	10-30	Co ₁ -Co ₂ /L-S	3-8	Únicamente E. útil en CRI mL/h, vía catéter epidural
Tramadol 1mg/kg	10-30	Co ₁ -Co ₂	4-5	E, similar a la morfina
Ketamina 0.5-2.0mg/kg ^b	10-30	Co ₁ -Co ₂	0,5-1.25	E, algo de ataxia
Combinaciones farmacológicas (Anestesia Regional Balanceada)				
Lidocaina 2% + Xilazina 0.17mg/kg	5-8	Co ₁ -Co ₂	4-6	
Lidocaina 2% + Morfina 0.1-0.2 mg/kg	5-8	Co ₁ -Co ₂	4-6	
Bupivacaina 0.125% + Morfina 0.1-0.2 mg/kg	10-30	Co ₁ -Co ₂ /L-S	8->12	Útil en CRI (0.5-2mL/h), vía catéter epidural
Xilazina 0.17mg/kg + Morfina 0.1-0.2 mg/kg	10-30	Co ₁ -Co ₂ /L-S	8-≥12	
Detomidina 10-30µg/kg + Morfina 0.1-0.2 mg/kg	5-10	Co ₁ -Co ₂ /L-S	24-48 6-8	E/I, dolor moderado E/I, dolor severo

Utilice bajas dosis/volumen de los fármacos menos concentrados para la inyección intratecal. La inyección Intratecal (subaracnoidea) aumenta potencialmente el riesgo de infecciones e inflamación de la médula espinal y las meninges.

^a Preferencia del autor

^b Puede causar daño en medula espinal

E= Epidural

II= Intratecal

Fuente: (Natalini, 2010)

Anestesia perineural antes de poner en pie al caballo es generalmente innecesaria, y su uso debe ser confinado a la inervación del miembro distal, por ejemplo fracturas conminuta de las falanges, metatarso y metacarpo distales. La aplicación más común es seguida de la artrodesis del menudillo, donde el nivel de dolor es considerable. Bloqueos más proximales deben ser evitados para evitar la pérdida de propiocepción del miembro durante el periodo de recuperación.

La necesidad del manejo del dolor en el periodo de convalecencia generalmente refleja la estabilidad en la reparación de la fractura. Una fijación segura resulta en un soporte de peso tempranamente después de la cirugía, evitando las complicaciones asociadas con la sobrecarga del miembro contrario. Después de la cirugía es necesario un soporte adicional en la analgesia al menos durante las siguientes 72 horas. Dosis repetidas de detomidina 0.02mg/kg/IM son beneficiosas, sin embargo para obtener un alivio mayor de menor duración se puede bajar la dosis y administrarla endovenosa. La adición de butorfanol puede ser beneficiosa; sin embargo la combinación de ambas en dosis analgésicas puede provocar ataxia considerable lo que puede desfavorecer si el caballo se tambalea.

Agentes neurolíticos de corta acción también se han descrito y dan a lugar una cojera severa recalcitrante después de la reparación de la fractura. En esta situación, las opciones incluyen a menudo sólo el alivio del dolor o el daño en el pie opuesto por la tensión excesiva con la pérdida de subsecuente del caballo. Agentes neurolíticos temporales incluyen el alcohol, fenol, y sulfato de amonio. La administración perineural puede proveer anestesia periférica por dos semanas a 6

meses, dependiendo del agente y la cantidad suministrada. De los componentes neurolíticos el alcohol ha sido usado con mayor frecuencia (Nixon, 1996b).

El día de la cirugía

Se debe revisar el paciente por última vez antes de ingresar a la cirugía, cualquier cambio significativo desde su evaluación inicial debe ser documentado y comunicado al propietario o su representante (Fackelman, 2000).

En cuanto a la anestesia un caballo fracturado es difícil de introducir a esta de manera segura. Para esto se debe proporcionar un vendaje con férula o un yeso, lo cual resulta en menor número de lesiones en el sitio ya traumatizado. Algunos centros hospitalarios recomiendan el transporte en decúbito lateral utilizando bloqueadores musculares no despolarizantes, lo que minimiza la posibilidad de que el caballo exacerbe la fractura, se facilite la toma de radiografías preoperatorias, y permite la preparación quirúrgica antes de que el caballo sea puesto bajo anestesia general. Este tipo de transporte debe hacerse en ambulancias totalmente equipadas puesto que bajo la administración de los bloqueadores musculares el caballo debe ser intubado y recibir ventilación mecánica.

Es la preferencia del autor usar combinaciones anestésicas para la inducción xilacina (0.1mg/kg/IV) y ketamina (2mg/kg/IV), o xilacina – diazepam (0.05mg/kg/IV) – ketamina, o xilacina – guaifenesina – barbiturato. (Nixon, 1996b)

Ilustración 6. El paciente en recumbencia sobre un colchón inflable.



Fuente: Fürst, 2012

Ilustración 7. Transporte de pie con acolchonamiento para prevenir en vaivén.



Fuente: Fürst, 2012

El equipo para el derribo varia, pero se recomienda un cuarto acolchonado y el uso de una pared abatible para confinar y estabilizar el caballo o una combinación de un casco para la cabeza, cuerdas sujetadas a la cola y cabeza que van a unas argollas incrustadas en la pared, manteniendo el caballo recostado a la pared acolchada.

En la inducción el caballo debe ser sostenido de las cuerdas a medida que cae al suelo. Fracturas medias y proximales usualmente no se estabilizan totalmente con férulas y deben ser mantenidos en posición normal o en alineación extendida durante la inducción. Al caballo nunca se le debe permitir caer súbitamente sobre el miembro fracturado. Una pobre restricción, una inducción repentina y un mal entablillamiento, pueden exacerbar una fractura gravemente y pasar de una fractura cerrada a una abierta. El arnés pocas veces es usado o indicado para la inducción, sin embargo es muy útil para mover el caballo del sitio de inducción a la sala de cirugía (Eastman, 2007a)

En el mantenimiento anestésico es recomendable usar isofluorano. El gasto cardiaco y la perfusión periférica son mejores con el isofluorano, y en casos ortopédicos complicados, estos factores tienen mayor peso que el elevado costo del isofluorano. Sin embargo el isofluorano es arritmogénico lo cual se convierte en un factor importante a tener en cuenta ya que en el caballo se encuentran gran cantidad de catecolaminas circulando en ese momento. El tiempo de recuperación tras el cierre del isofluorano es menor; sin embargo esto requiere sedaciones para prevenir que el caballo haga intentos de ponerse en pie de manera prematura (Nixon, 1996b).

Ilustración 8. Sala de derribo totalmente acolchonada



Fuente: www.vet.utk.edu

Ilustración 9. Sala de derribo con puerta abatible



Fuente: www.ckequinehospital.com

El monitoreo intraoperatorio es crítico para el manejo óptimo de los casos ortopédicos. Durante cirugías extensas, la perfusión de los músculos comprimidos de los miembros es vital. Monitoreo con presión arterial invasiva, análisis de gases arteriales continuos, y lecturas del electrocardiograma son usados para mantener el gasto cardiaco, la perfusión a los tejidos e intercambio de gases. Un pulsoxímetro en

la lengua también es un buen indicador del intercambio de gases y la perfusión periférica. A pesar de lo acolchada que esta la mesa de cirugía y el tiempo gastado en cirugía con el caballo posicionado, lo profundo de la anestesia y la presión sanguínea son críticos para evitar las complicaciones asociadas con la miositis.

Normalmente el animal es ingresado a la sala de cirugía por una grúa o una diferencial, sin embargo estos elementos están implicados como fuente excesiva de fómites, polvo y suciedad. El posicionamiento cuidadoso y el acolchonamiento de la mesa de cirugía son de vital importancia para evitar las miopatías y neuropatías posoperatorias. Las superficies por debajo del cuerpo de un caballo que está en decúbito lateral, en especial el área de la cadera y del hombro, necesitan una superficie más acolchada y no deben protruir por fuera de los bordes de la mesa ni el acolchado. El acolchado ideal para la mesa de cirugía es controversial. Colchones gruesos de espuma parecen ser satisfactorios, pero algunas clínicas prefieren el colchón de aire, bolsas de aire o camas de agua. Estudios de presión en el grupo de músculos del bíceps, mostraron que el colchón de agua causa la menor elevación en la presión intracompartimental. El miembro anterior por debajo debe ser halado hacia adelante para minimizar la presión ejercida en el musculo tríceps y la presión en el nervio radial que cursa entre la primera costilla y el humero. Los miembros que quedan encima siempre deben estar elevados en el plano horizontal para prevenir la compresión del tórax y la parte medial del muslo. El cabezal debe ser removido para prevenir la presión en el nervio facial (Nixon, 1996b).

Ilustración 10. Ingreso a la sala de cirugía por medio de una grúa



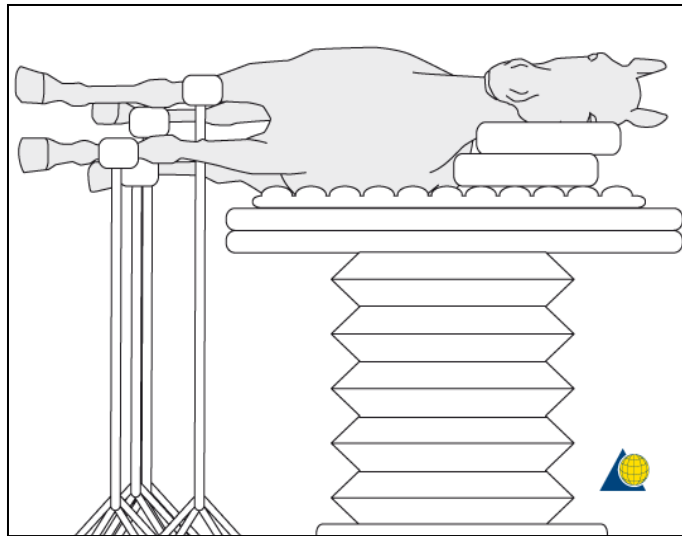
Fuente: www.Ashbrookequinehospital.co.uk

En muchos casos de fracturas, la reducción requiere algo de fuerza de tracción. Esto se logra por tracción axial aplicado en el aspecto distal del miembro. Sogas o correas anchas se pasan sobre las almohadillas alrededor del esternón y por delante de las patas traseras y son atadas a la mesa para evitar que el caballo se desplace mientras se realice la tracción durante la reducción de la fractura. Hay algunas ventajas de posicionar el caballo en decúbito dorsal (ver imagen 10) donde el miembro puede ser suspendido del techo o de una diferencial y el peso del animal es usado para realizar la reducción de la fractura. Esto también es de ayuda cuando son necesarios dos abordajes diferentes para la inserción de placas.

Cuando la fractura se repara con el caballo en decúbito lateral, la parte de la mesa se viste permitiendo una manipulación del miembro y ofreciendo una superficie blanda y provee una contrapresión para las perforaciones con el taladro y otros

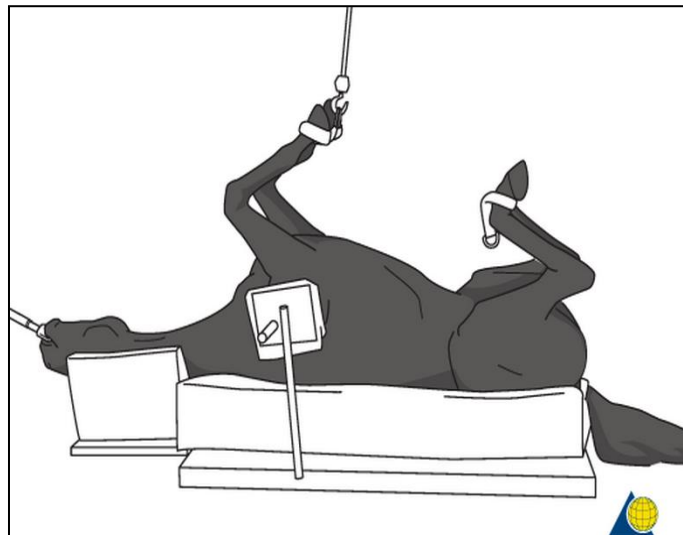
procedimientos. La parte distal del miembro debe permanecer libre para la manipulación con cadenas obstétricas y realizar la tracción para la reducción de la fractura (Nixon, 1996b).

Ilustración 11. Paciente en decúbito lateral



Fuente: www.aofoundation.org

Ilustración 12. Paciente en decúbito dorsal



Fuente: www.aofoundation.org

La preparación de la piel debe realizarse de manera cuidadosa por un personal bien entrenado para ello para minimizar el tiempo y no retrasar el inicio de la intervención. Con la preparación se busca remover toda la suciedad y eliminar la mayor cantidad de bacterias posibles. La esterilización completa de la piel es imposible, puesto que muchas bacterias se alojan en el folículo piloso. Muchas fracturas de huesos largos representan una emergencia y la oportunidad de realizar el rasurado de la zona antes de la inducción anestésica es inusual. El rasurado y una preparación preliminar de la piel son realizados la noche anterior en cirugías electivas como recomendación, pero puede ser perjudicial. Las micro laceraciones en la epidermis y en la dermis crean una oportunidad para ser colonizadas por la flora natural durante la noche, y estos organismos son inadecuadamente removidos durante la preparación aséptica de la piel. Muchos caballos son rasurados después de la inducción anestésica así que los beneficios de traer un yeso o una férula perduran hasta que son ingresados a la sala de cirugía y son posicionados. Un rasurado extensivo alrededor de la zona donde se pretende abordar es de vital importancia en casos de fracturas. Abordajes inesperados o extensiones de la incisión inicial son comunes, de manera que hay que tener un margen seguro. El miembro debe prepararse alrededor de toda su circunferencia. En caso de que se planea utilizar un injerto de hueso el esternón o la tuberosidad coxal se deben rasurar igualmente. Todo pelo debe ser aspirado antes de iniciar la limpieza del área. El casco de la extremidad fracturada debe ser lavado minuciosamente y recortado, es determinante en casos de fracturas en las falanges, como también en los casos donde se piensa instalar un yeso después de la fijación interna. Los productos que se han estudiado y son

recomendados para realizar la asepsia son la clorhexidina gluconato en jabón, más efectiva contra bacterias Gram-positivas que contra Gram-negativas y tiene buena actividad fungicida pero pobre antiviral y yodopovidona al 7.5%, es efectivo contra bacterias hongos virus y algunas esporas ambos se aplican con limpiezas alternadas de alcohol. (Nixon, 1996b).

Principios básicos del tratamiento de fracturas de huesos largos

Con el transcurso del tiempo nuevas técnicas se han expandido, han aumentado las capacidades de los cirujanos y la experiencia con las técnicas ya establecidas ha añadido una perspectiva que no estaba presente hace una década.

El soporte del peso inmediatamente después de una técnica de fijación de fractura continúa siendo una meta que no se alcanza en todos los casos en equinos. Un tratamiento funcional de las fracturas tiene como metas esperar una movilidad articular temprana, un aumento gradual en la carga de peso, y un progreso en sanar el tejido. (Baxter & Turner, 2004; D. M. Nunamaker, 2000).

A través del tiempo las técnicas para la fijación interna de las fracturas de los huesos largos se han superado mediante la mejora de los implantes que soportan fuerzas funcionales masivas, evitando de esta manera el fracaso causado por la sobrecarga mecánica. Estos implantes también deben ser lo suficientemente fuertes como para mantener su integridad hasta que el hueso se haya “unido”, sin romperse por fatiga. Sin embargo a pesar de las mejoras en el equipamiento para la fijación de las fracturas, los protocolos anestésicos y los métodos de recuperación, la reparación

con éxito de algunas de las fracturas de los huesos largos en los caballos sigue siendo difícil (Baxter & Turner, 2004).

La protección del estrés es un fenómeno observado cuando el hueso que ha sido sometido a una inmovilización rígida por medio de una placa sufre ciertos procesos histopatológicos, incluyendo la pérdida de masa ósea, sin una reducción correspondiente en el tamaño (osteopenia cuantitativa). La protección del estrés da lugar a la remodelación haversiana y ha generado un considerable interés en medicina humana y de pequeñas especies, debido al potencial del hueso para volver a fracturarse después de retirar la placa. Esta alteración es casi de presentación desconocida en los caballos, incluso en los potrillos, debido a las grandes cargas transmitidas sobre los implantes, en comparación con aquellas producidas en las personas y los pequeños animales. Aunque el énfasis de la actividad de investigación en personas y pequeños animales se ha enfocado al desarrollo de implantes más flexibles, en los caballos ha tenido una dirección contraria; crear implantes más fuertes en un intento de sobrellevar la carga masiva de los mismos. Una consideración importante en los caballos es la concentración del estrés que se origina cuando las cargas biomecánicas se concentran en una pequeña área de un hueso normal o debilitado, pudiendo conducir a un fallo completo del hueso. Esto se produce principalmente en la diáfisis de los huesos largos, pero también se puede desarrollar en otra parte del hueso. Ejemplos de concentración del estrés incluyen los orificios perforados que no son rellenados con implantes durante la fijación interna y los orificios que quedan vacíos después de retirar los implantes. Además, la concentración del estrés se produce en el extremo de las placas, en especial si estas

terminan en la región mediodiafisiaria del hueso y queda un orificio intermedular después de retirar los fijadores externos. Estos son lugares donde pequeñas áreas del hueso cortical están ausentes o han sido debilitadas, pudiendo fallar si son sometidos a cargas excesivas (Baxter & Turner, 2004).

La compresión interfragmentaria es absolutamente esencial para mantener contacto óseo entre los fragmentos para proteger de un implante relativamente débil. Los implantes ortopédicos por si solos no son capaces de resistir la fuerza completa del peso sin fallar (D. M. Nunamaker, 2000).

La elección del tratamiento para la fractura del MTIII depende del tipo de fractura (abierta o cerrada, simple o conminuta) localización, proximal o distal, edad del animal, función a la que está destinado, presencia de heridas o compromiso vascular y su costo. El tratamiento preferido es la fijación interna mediante placa de compresión dinámica (PCD), extendiéndose a todo lo largo del hueso y colocando tornillos adicionales donde se necesite. Esta misma técnica es recomendable para fracturas abiertas, en particular si las heridas son pequeñas (Baxter & Turner, 2004).

Abordaje quirúrgico

El alineamiento exacto de los fragmentos de la fractura y la reconstrucción perfecta de las superficies articulares es posible en abordajes quirúrgicos que permitan adecuada visualización. Una reducción perfecta no se puede asegurar si la superficie articular se reduce sin una visión directa y una inadecuada exposición de una fractura de la diáfisis puede no permitir reducción del fragmento predominante o la colocación apropiada de la placa o los tornillos.

Los abordajes quirúrgicos también deben ser diseñados para mantener la integridad vascular y evitar áreas que comprometen los tejidos blandos. La evaluación del compromiso de la piel puede ser difícil, y las decisiones deben ser modificadas con base al tiempo transcurrido desde el momento de la lesión. En general incisiones sobre la piel mal herida con hemorragias subcutáneas, conlleva un riesgo alto de infección. Piel desvitalizada puede significar retrasos en la reducción abierta y en la fijación interna.

Cuando se planea una reducción abierta y una fijación interna en una fractura de un equino, la incisión de la piel debe ser en lo posible lo más alejada del sitio del implante para asegurar suficiente de tejido blando que lo cubra. En general la línea de sutura nunca debe ir directamente sobre el implante. Para fijación de una fractura axialmente inestable de metacarpo III (MC III) o metatarso III (MT III), se realiza una incisión lineal de la piel sobre el tendón extensor, se secciona el tendón extensor digital común a lo largo para ayudar a la cobertura de la placa durante la síntesis (D. M. Nunamaker, 2000).

El tejido blando debe ser elevado como una envoltura conservando el periostio, tendones, tejido subcutáneo y la piel juntos sin hacer ningún plano de disección entre capas. Algunos cirujanos prefieren disecar entre el tejido subcutáneo y el periostio. La disección profunda en el tejido subcutáneo asegura un buen aporte sanguíneo al colgajo cutáneo (Baxter & Turner, 2004). Se incide el periostio y se eleva de tal manera que la placa quede en posición subperióstica, esto expone la superficie del hueso para obtener máxima fricción entre la placa y el hueso, y minimizar el daño del tejido blando cuando una gran exposición es necesaria.

Fracturas que fueron tratadas con largas incisiones curvilíneas “flap” y no incisiones lineales y planos de disección extraperiósticas y disecciones más superficiales resultan en más complicaciones en cuanto al sanado de la herida (Watkins, 2012).

Reconstrucción anatómica precisa

El funcionamiento normal del equino depende de la reconstrucción anatómica de la fractura y la superficie articular. Un leve mal alineamiento en la reconstrucción de la fractura puede llevar a una desviación significativa en la posición del miembro y en la conformación en estas especies animales de extremidades largas. Es importante que la alineación axial y rotacional se preserve al momento de la reducción de la fractura.

Las fracturas conminuta pueden requerir una reconstrucción anatómica más difícil desde que haya más fragmentos pequeños que no puedan ser reintegrados. El alineamiento longitudinal, axial y rotacional puede ser mantenido usando tornillos interfragmentarios. Los espacios vacíos en la corteza ósea pueden ser rellenados con injertos de hueso esponjoso. Los injertos son usados donde quiera que sea posible porque ellos causan la formación temprana de puentes estructurales. Esto puede ser importante para preservar la integridad de la fijación interna. Los injertos de hueso esponjoso pueden ser usados como un remplazo de callo óseo sobre áreas potencialmente débiles de la reconstrucción; una fijación interna estable puede limitar la formación natural de callo óseo (D. M. Nunamaker, 2000).

En ningún lugar la reconstrucción anatómica es tan importante que en caso de fractura articular. Aquí, incluso un pequeño desnivel o incongruencia en la superficie

puede llevar a una enfermedad articular degenerativa y pérdida de la función asociada. Imágenes intraoperatorias como monitoreo radiográfico puede ayudar a asegurar la reducción pero las imágenes obtenidas pueden ser engañosas. (López-Sanromán & Arco, 2012).

En fracturas que no son recientes la reducción no es tan perfecta como en una reciente debido a la eburnificación de los extremos de los fragmentos, la pulverización de pequeños fragmentos, lo que produce brechas entre los demás fragmentos y la contractura (que puede producirse con bastante rapidez). El objetivo es alcanzar la mayor reducción anatómica posible para minimizar la brecha de la fractura que tenga que rellenar el callo y para producir la mayor interdigitación posible para lograr la estabilidad inherente (Baxter & Turner, 2004).

Consideraciones del tejido blando

La adecuada vascularización del tejido blando y el hueso es importante en la reparación de la fractura. Muchas fracturas en equinos son eventos de alta energía donde literalmente el hueso explota dentro del tejido blando circundante. Este trauma inicial puede desvitalizar el tejido blando así como el hueso. El hueso recibe su suministro de sangre a través de sus vasos nutricios y del tejido blando al que está ligado. Muchos de estos vasos sanguíneos se rompen al momento de la fractura. Mientras los vasos nutricios casi siempre se encuentran comprometidos, la integridad del suministro de sangre del periostio puede ser difícil de evaluar antes del procedimiento quirúrgico. Esto hace que una reducción abierta y una fijación interna sean técnicas riesgosas ya que el tejido avascular tendrá un riesgo más alto de sufrir

necrosis e infección. Además la pérdida de flujo sanguíneo puede darse al llevar a cabo la reducción abierta o la fijación interna. La apropiada evaluación de la viabilidad del tejido blando influenciara en el resultado del las complicaciones postoperatorias, como la infección, y dehiscencia de la herida. Adecuados primeros auxilios y cuidados preoperatorios son esenciales para preservar el flujo sanguíneo restante luego del trauma. Siempre que sea posible, las fijaciones internas que usan tornillos de compresión deben ser acompañadas por control radiográfico y a través de incisiones para minimizar el daño adicional al tejido blando. Esta técnica usualmente se maneja en fracturas no desplazadas. En algunos casos incisiones adicionales se pueden usar para la inserción de tornillos aun si se tiene un abordaje abierto para la visualización y reducción. Como una alternativa a la extensión de la incisión primaria, esta técnica sirve para limitar la exposición necesaria. El tejido blando siempre debe estar protegido durante la perforación y la elaboración de la rosca con el uso de las guías apropiadas (D. M. Nunamaker, 2000).

Fijación estable

La compresión interfragmentaria es el alma de la fijación interna usando tornillos y placas. La compresión interfragmentaria crea grandes fuerzas normales (fuerzas perpendiculares al plano de la fractura) que impiden el movimiento de los fragmentos individuales. Estas grandes fuerzas a su vez, crean grandes fuerzas de fricción que impiden el deslizamiento de los fragmentos de la fractura uno sobre el otro. Aunque generalmente se puede lograr sólo con el uso de los tornillos, la compresión interfragmentaria se produce siempre que dos superficies de las fracturas

estén comprimidas fuertemente entre sí. Por ejemplo, ocurre cuando se usa placas para comprimir las superficies de una fractura transversa en osteotomía. Esta compresión axial es combinada con frecuencia con compresión interfragmentaria producida por tornillos en fracturas que tengan componentes transversos u oblicuos. Cuando las fracturas han sido tratadas con yesos o férulas, la sanación ocurre con movimiento y formación de callo. El movimiento relativo entre los fragmentos individuales fijados con tornillos o con tornillos mas placas puede ser perjudicial para la sanación de la fractura. Grandes grietas parecen ser menos sensibles a pequeñas cantidades de movimiento que las pequeñas. Esta observación puede ser explicada por el hecho que igual cantidad de movimiento en grietas pequeñas y grandes representan un porcentaje diferente de la grieta.

Bajo condiciones estables se reconoce que tanto el hueso esponjoso como el cortical cicatrizan por unión primaria, sin formación de callo, esta cicatrización es el resultado de la proliferación de nuevos osteones que crecieron paralelos al eje longitudinal del hueso, primero a través de los extremos óseos necróticos y luego a través de la fractura. Esto se denomina “cicatrización primaria” y es el objetivo perseguido en la reparación de las fracturas intraarticulares en los caballos y en cualquier otra especie (Baxter & Turner, 2004).

Un tejido de reparación puede llegar a extenderse mucho antes romperse. Mientras decrece el proceso de reparación y movimiento, la habilidad del tejido para extenderse disminuye también, ej; de tejido de granulación a cartílago a hueso. Estudios teóricos y experimentales han estudiado este fenómeno el cual ha sido nombrado tensión interfragmentaria. Desde que la tensión interfragmentaria a

influenciado en el proceso curativo, el movimiento relativo debe ser controlado por la fijación interna y se debe prestar especial atención a las grietas pequeñas que pueden ir sujetas al retraso de la curación o al proceso de no unión debido a micro movimientos. Estas grietas pequeñas también pueden incrementar el riesgo de que falle el implante, durante la carga que ocurre durante el soporte de peso (D. M. Nunamaker, 2000).

Manejo de fracturas de tercer metatarsiano en potros

En potros la mayoría de las fracturas metacarpianas y metatarsianas pueden ser reparadas. Algunas fracturas oblicuas o múltiples con fragmentos tipo mariposa de gran tamaño pueden ser candidatos ideales para placas. En potros jóvenes una simple placa de compresión dinámica y unos tornillos adicionales para comprimir el fragmento mariposa al hueso puede resultar en una unión primaria con una formación de callo mínima (Bramlage, 1996; Watkins, 2006).

Si la fractura incluye una fragmentación con extensas fisuras, grandes heridas o compromiso vascular, la fijación interna por sí sola no es el método ideal de reparación. Puede ser necesario incluir una artrodesis o una fijación externa. Estas fracturas graves pueden cicatrizar con clavos de transfijación y fijadores externos o yeso. Estos métodos dan mejor resultado en potrillos por rápida cicatrización y su bajo peso corporal que en adultos (Watkins, 2012).

Fracturas fisiarias representan una situación especial, y a pesar del peso corporal limitado de los potros permite una fijación interna rígida, la región epifisaria es generalmente más pequeña y puede contener una cantidad limitada de tornillos.

El uso de una placa de compresión dinámica condilar o una cabeza de cobra puede asistir la fijación en algunos lugares, sin embargo la debilidad estructural y la separación de la epífisis puede ser el resultado de tratar de poner muchos tornillos. Varios tornillos de esponjosa de 5,5mm bien colocados en la metáfisis frecuentemente son suficientes, sin embargo unir la línea fisiaria con un mecanismo de fijación necesitara posteriormente retirar el implante. Las heridas a las capas del cartílago fisiario también son frecuentes, ambas durante y después de la fracturas y durante la reparación pueden inducir un cierre prematuro. Las consecuencias dependen entonces de la edad del potro, el crecimiento de la placa en cuestión, y si solo cierra una parte o toda la línea fisiaria (Bramlage, 1996).

En la reducción abierta y la fijación interna (ORIF) deben ser consideradas las técnicas de elección para potros con fracturas con inestabilidad axial de huesos largos. Aunque un abordaje abierto incrementa el riesgo de infección en el sitio de la fractura, un apoyo completo más temprano del miembro afectado después de una reducción anatómica y una fijación compresiva es altamente ventajoso comparado con métodos alternativos en el manejo de las fracturas. En general se prefiere un agarre bicortical con un mínimo de siete tornillos en el segmento mayor proximal y distal de la fractura, en su mayoría pueden ser tornillos corticales o de bloqueo de 5.5mm. El estado del arte actual incorpora la fijación de placas de compresión y bloqueo (LCP) y a continuación se nombran sus características más importantes. Es de notar que la LCP ha remplazado a la DCP en los Estados Unidos desde el año 2005 (Watkins, 2006).

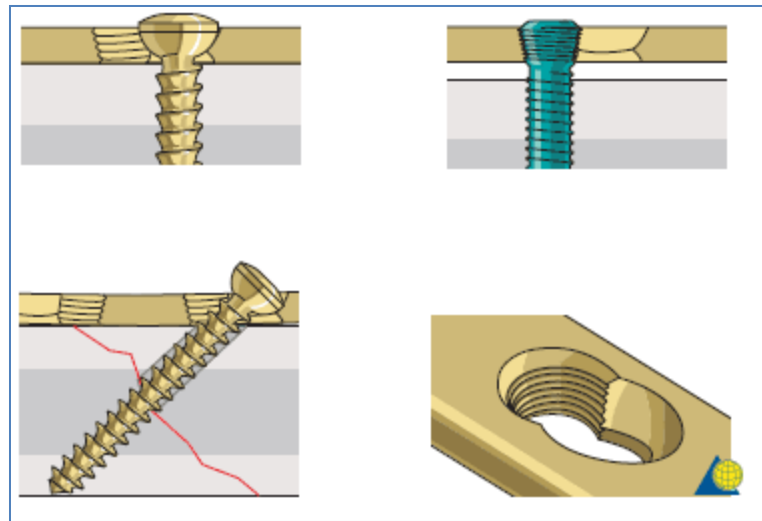
- Usada con tornillos convencionales tiene todas las propiedades de las placas tradicionales como la reducción mediante la placa, compresión interfragmentaria mediante los tornillos de tracción de la placa o mediante compresión dinámica. Ver imagen 12.
- Es indicada para reparar fracturas yuxta-articulares y huesos osteoporosos, así como para el uso de técnicas percutáneas.
- En el uso de la placa con tornillos tradicionales la estabilidad primaria se consigue por la compresión entre la placa y el hueso. Las cargas cíclicas ponen en peligro los implantes primero por la inclinación axial en ausencia de apoyo óseo medial o porque los tornillos se aflojan en hueso osteoporótico, cosa que se evita usando tornillos de bloqueo.
- En la técnica convencional se comprime la placa al hueso con el tornillo, la presión de contacto crea una fricción que mejora significativamente la estabilidad primaria el tornillo con de bloqueo queda bloqueado en la placa evitando que la placa se presione contra el hueso, esto protege el periostio y preserva el aporte sanguíneo al hueso. Por lo que queda claro que la placa puede ser fijada sobre el periostio sin retrasar el proceso de curación, mejorando el balance mecánico y biológico.
- Las fuerzas se transmiten del hueso al tornillo luego a la placa luego a los tornillos del lado contrario, a la placa y al hueso nuevamente. En este caso no es necesaria la fricción entre la placa y el hueso.

- Cuando se usan tornillos convencionales es necesario adaptar la placa al contorno del hueso para evitar la pérdida de reducción primaria, cuando se usan los tornillos de bloqueo no es necesario porque los tornillos de bloqueo no provoca una fuerza que tire del hueso a la placa. En ausencia de hueso soporte, una fractura estabilizada de manera tradicional puede sufrir un desplazamiento secundario cuando se somete a una carga cíclica dado que ya no existe una compresión absoluta entre la placa y el hueso. Esto se debe evitar con la LCP y tornillos de bloqueo.
- En huesos osteoporóticos el anclaje no es satisfactorio y pueden aflojarse mediante cargas cíclicas lo que también implica una pérdida de reducción. La conexión estable entre la cabeza del tornillo de bloqueo y la placa puede evitar que esto suceda (D. Nunamaker, 2002; Ruggles, 2011).

Comparado con un tornillo estándar el tornillo de bloqueo tiene las siguientes características:

- La cabeza posee doble rosca, el paso de rosca del eje es igual.
- Tiene un diámetro mayor que el tornillo estándar y resiste momentos de flexión más elevados. El tornillo más grande disponible tiene un diámetro externo de 5.0mm y un diámetro interno de 4.3mm (Watkins, 2012).

Ilustración 13. Placa de compresión y bloqueo con combinación de agujeros que permite el uso de tornillos convencionales.



Fuente: www.aofoundation.org

Técnica mínimamente invasiva

Los cirujanos equinos tienden naturalmente hacia la reparación de la fractura abierta abordajes agresivos para minimizar errores mecánicos que podrían reducir la estabilidad. (Richardson, 2008b).

Una gran proporción de fracturas se producen en las extremidades distales, donde la cobertura de tejidos blandos es pobre. Exposiciones abiertas agresivas y los métodos de fijación interna afectan negativamente a la vascularización local. La reducción quirúrgica abierta generalmente interrumpe el hematoma de la fractura, los elementos medulares, y la integridad del periostio, los cuales hacen una contribución importante a la consolidación de la fractura. La evolución natural de la técnica quirúrgica es hacer procedimientos menos invasivo para restringir el riesgo de infección y disminuir el dolor postoperatorio. Una interrupción menos agresiva del

tejido blando y la piel debería causar menos cicatrices, menos defectos cosméticos, y generalmente interferir menos con los procesos de curación. Las desventajas de las técnicas menos invasivas incluyen la necesidad de modalidades accesorias de imágenes, tales como endoscopia (en artroscopia) y la fluoroscopia. (Richardson, 2008b).

Es más fácil cometer errores cuando se utilizan técnicas menos invasivas. Las LCP más recientes parecen ser considerablemente más estables y puede permitir reconstrucciones corticales menos meticulosas. La estabilidad de las placas óseas tradicionales depende de la fricción entre la cara inferior de la placa y la superficie del hueso, que es generado por los tornillos quedando la placa contra la superficie del hueso. Si las cargas experimentadas por la fractura reparada superan esas fuerzas, la placa puede deslizarse a lo largo de la superficie del hueso y la estabilidad se pierde completamente. Este deslizamiento es posible debido a que las cabezas de los tornillos tradicionales son redondeadas y se deslizan con facilidad y rotan dentro de la placa si las fuerzas son lo suficientemente altas. En las placas de bloqueo, la colocación mínimamente invasiva de las placas es más factible.

Hay ciertos casos que no tienen ninguna otra posibilidad de reparar a parte de una reducción abierta con fijación interna.

La fuerza y estabilidad de las LCP les permiten a los cirujanos intentar técnicas mínimamente invasiva en huesos largos distales con serias fracturas conminuta en potro. Aún es prematuro asegurar que la mayoría de las fracturas de tercer metatarsiano/carpiano pueden ser tratadas de esta manera, pero las

complicaciones con exposiciones abiertas agresivas en dichas fracturas son lo suficientemente altas que los esfuerzos parecen justificados.

El metacarpo/tarso están particularmente bien adecuados para colocación de la placa mínimamente invasiva debido al poco tejido blando que los recubre, y la relativa forma plana. Si el perióstio, los fragmentos contenidos en él y el hematoma de la fractura no se ven afectadas por dos placas extraperiósticas, es muy probable que la progresión normal de curación de la fractura sea irreprochable. Debido a que una meticulosa reconstrucción no es factible con un abordaje mínimamente invasivo, la carga compartida por cortezas re alineadas con precisión es imposible. El aspecto más difícil de la doble placa con la técnica mínimamente invasiva es la dificultad de mantener la orientación de los implantes y la alineación de los fragmentos, pero los detalles pequeños, como ser incapaz de ver con facilidad la superficie de la placa, puede ser problemático. Cuando se utiliza una placa de bloqueo, es esencial que la guía de broca y el tornillo enrosquen con precisión en la placa para obtener un bloqueo adecuado de la cabeza del tornillo a la placa. Se pierde fuerza considerable si el tornillo no está bien conectado. Se puede utilizar una placa ya usada con los bordes afilados atada a un mango para hacer un túnel subcutáneo para la placa y más recientemente una pieza de acero inoxidable de dimensiones similares a la placa amplia. Ver ilustración 14. Dispositivos comerciales para tunelizar también están disponibles (retractor extensible de tejido blando)

El caballo se posiciona en decúbito lateral con el miembro afectado por encima. Se realiza una incisión de 2cm aproximadamente por la cara lateral entre en tendón extensor digital lateral y el tendón extensor digital común en la parte proximal

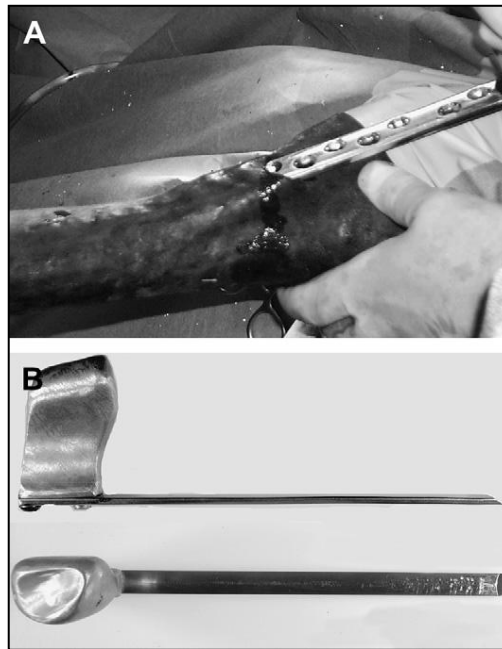
del tercer metatarsiano. Posteriormente se desliza una placa de compresión dinámica amplia de contacto limitado o de bloqueo de los agujeros necesarios a través del túnel. La función mecánica de las placas tradicionales demandan una fricción considerable entre la placa y el hueso, pero la función de la LCP se mantiene incluso sin entrar en contacto con el hueso. La LCP tiene los extremos cónicos para facilitar el deslizamiento por el túnel y se puede atornillar un dispositivo en el último agujero de la placa para empujar la placa más fácilmente. Después el ajuste de la placa se mide a través de la palpación y la fluoroscopia. Se contornea la placa y se reubica. Los agujeros de la placa son palpados con facilidad. Se realizan pequeñas incisiones sobre los agujeros de la placa y se insertan los tornillos de manera rutinaria. Se realiza la sutura de cada incisión (Richardson, 2008b).

Precauciones específicas que deben ser tomadas con esta técnica:

1. Se debe evitar perforar el hueso metatarsiano contra lateral con la broca y con los tornillos.
2. Medir con precisión la profundidad de los agujeros. Es sorprendentemente difícil medir a través de las incisiones punzantes, por lo que siempre se debe comprobar las longitudes de los tornillos.
3. Comprobar cuidadosamente que cada tornillo está completamente insertado en la placa. Si la superficie de la placa no se puede ver claramente, es posible apretar el tornillo muy firme y aun no poder insertarlo plenamente. Esto es potencialmente un problema en caballos de carreras con huesos metatarsianos/carpianos muy densos. Aunque el diseño de tornillo autoterrajante de bloqueo ha funcionado bien

en este tipo de huesos, de vez en cuando es necesario invertir el tornillo varias veces para cortar la segunda cortical. La inserción completa de un tornillo de bloqueo es esencial para la función de la placa. (Richardson, 2008b).

Ilustración 14. (A) Una placa usada (B) Dispositivo formado por una pieza de acero inoxidable y un mango. Un dispositivo comercial



Fuente: Richardson, 2008b

Fijaciones externas en potros

Se deben tener consideraciones frente a los métodos externos en el manejo de la fractura cuando hay una disrupción substancial del tejido blando subyacente a esta fractura con daño en el periostio y/o considerable contaminación o una infección establecida. En estas instancias el abordaje ampliamente invasivo usado para reducción directa y fijación interna comprometerán el futuro el riego sanguíneo del

hueso fracturado como también extenderá la contaminación al sitio quirúrgico. Adicionalmente fracturas con características que imposibilitan la reducción abierta y fijación interna pueden ser candidatas para los métodos externos incluyendo fracturas conminutas excesivas que no permiten reconstrucción anatómica o cuando la fractura es localizada cerca del extremo de un hueso previniendo un agarre adecuado del implante en el fragmento corto de la fractura (Watkins, 2006, 2012).

Otros métodos para la reparación de las fracturas de los huesos largos incluyen la colocación de placas, alambres en grupo de tensión, clavijas intramedulares, clavos intramedulares entrelazados (“interlocking”) y fijadores externos. Las placas producen la fijación más rígida para las fracturas pero no pueden ser utilizadas en todos los casos debido a las características específicas de la fractura y el costo. Como otra alternativa para las fracturas abiertas asociadas con una contaminación de moderada a grave y una gran inflamación de tejidos blandos, pueden tratarse mediante la colocación temporal de un yeso, solo o con clavos de transfijación, durante un periodo de 7 a 10 días y después se puede poner una placa.

En fracturas que se han extendido hacia la placa de crecimiento, puede ser necesario efectuar un puenteo de esta con un implante para lograr la estabilidad de la fractura. En los potrillos muy jóvenes, desde el nacimiento hasta las 6 semanas de edad, esto puede alterar el crecimiento del miembro en grado suficiente como para producir un acortamiento o una deformación angular del miembro. Debido a que la mayor parte del crecimiento derivado de la fisis se produce antes de los 2,5 – 3 meses de edad, hay pocas posibilidades de alterar o detener el crecimiento después de esta edad. El alineamiento del miembro es crítico durante la reconstrucción, y el cierre de

la placa de crecimiento distal (para evitar un crecimiento asimétrico), puede ser un objetivo terapéutico. A menudo, un ligero acortamiento del hueso de la caña se compensa con la angulación del menudillo y el crecimiento del casco (Baxter & Turner, 2004).

Una desventaja mayor del método externo en el manejo de las fracturas es la necesidad de incorporar el dígito dentro de un yeso o yeso de transfijación, aunque el dígito puede ser recuperado en algunas fracturas empleando fijación esquelética externa, dichos dispositivos no tienen los requisitos mecánicos necesarios para el manejo de fracturas incluso para potros. Actualmente la técnica de elección para fracturas que no se pueden someter a la aplicación de yeso es el yeso de transfijación. Sin embargo cualquiera de los dos métodos resulta en laxitud substancial de las estructuras ligamentosas y tendinosas que soportan el peso. Convalecencias complicadas y dolorosas donde el proceso de recuperación resulta en un número de complicaciones tanto en el miembro afectado como en el de soporte estas se discutirán en el tema de riesgos postquirúrgicos (Watkins, 2012).

En los casos de fracturas donde se permita el uso de los yesos como único tratamiento, se debe utilizar siempre un yeso de fibra de vidrio, el cual permite que la piel respire, también este material tiene un peso menor lo que permite que el caballo se sienta más cómodo. El yeso debe ser evaluado diariamente en busca de puntos de calor, edemas en la parte proximal del yeso, puntos húmedos, malos olores, pues estos son signos de daño en el tejido y una posible necrosis bajo el yeso (Richardson, 2008a). El primer yeso debe ser cambiado a los 3 o 4 días, pues la inflamación ya ha cedido y el yeso no ofrecerá la estabilidad necesaria además puede

crear problemas de laceraciones en la piel. En los potros los intervalos entre los cambios deben ser de 10 a 14 días. En los adultos intervalos más prolongados son aceptables, si el apoyo del miembro y las condiciones bajo el yeso están bien, un lapso de 4 a 6 semanas es el indicado. (Watkins, 2006)

Fijaciones externas en adultos

En adultos las fracturas graves tienen un pronóstico reservado, sin embargo, el uso de fijación externa o placas ante heridas abiertas y compromiso vascular rara vez tiene éxito. Por este motivo no suele ser un método empleado debido a que los dispositivos de fijación externa contruidos con clavos de Steinmann de 6mm no presentan la suficiente rigidez como para reparar una fractura inestable de este tipo en un adulto (Baxter & Turner, 2004).

En algunos casos la fijación externa por si sola se ha utilizado con éxito como parte del tratamiento de las fracturas no desplazadas del hueso de la caña, pero no es un procedimiento óptimo para las fracturas completas. En estas, es probable que el resultado de la cicatrización sea una mala unión, siempre que el caballo sobreviva al tiempo de cicatrización prolongado y a las molestias. Los yesos estándares no disminuyen lo suficiente las cargas axiales o el movimiento de los extremos de la fractura, aun cuando se coloquen hasta el codo o la rodilla (Ribota, 2010). El alineamiento axial será mejor que si se utiliza un vendaje, pero es probable que haya no unión o fallos a causa de las complicaciones secundarias debidas a un prolongado tiempo de cicatrización y claudicación. La colocación de un yeso es a menudo tan cara como la fijación interna, por los múltiples cambios y el prolongado tiempo de

cicatrización. Un yeso que abarque todo el miembro produce una reducción significativa del esfuerzo soportado por el metacarpo (del 7 al 84%). El uso de un yeso en todo el miembro para caminar reduce más dicho esfuerzo (a un 11% del nivel basal) y neutraliza las fuerzas de angulación y de torsión. Un yeso que abarque medio miembro o los clavos de transfijación asociados con este tipo de yeso, no reducen demasiado el esfuerzo del metacarpo y, por ende, de las falanges, por lo tanto, es probable que no proporcione una inmovilización ni una desviación de cargas adecuadas para las fracturas metacarpianas. (Watkins, 2012)

Según (Lescun et al., 2007), en un estudio retrospectivo, realizado en Estados Unidos se evaluaron 37 casos de caballos con fracturas de tercer metacarpiano/metatarsiano y falange, tratados con yeso de transfijación, se encontró que de 35 caballos sometidos a transfijación externa con yeso, 27 casos fueron exitosos. Dos caballos del estudio fueron sacrificados o murieron por motivos no relacionados a la fractura o el tratamiento. Los resultados de este estudio reportan que la fijación externa con yeso puede ser un método exitoso en fracturas de tercer metatarsiano/carpiano, primera y segunda falange en caballos con una tasa de éxito del 77%.

Manejo de fracturas de tercer metatarsiano en caballos adultos

Una vez conseguida la reducción, se le da forma a la placa. Por lo general se coloca una placa sobre la cara dorsolateral y otra sobre dorsomedial, pero las combinaciones dorsal y medial o dorsal y lateral también son aceptables y pueden ser necesarias, dependiendo de la configuración de la fractura. Si un tornillo tiene que

cruzar la línea de la fractura, es mejor que su ángulo sea perpendicular a ella y que se coloque bajo compresión interfragmentaria. Es importante que los tornillos de la primera placa no se interpongan con los de la segunda. La compresión de la fractura puede no ser necesaria cuando la reducción ha sido difícil y una vez lograda esta ya tiene compresión. Una sobre compresión puede desplazar los fragmentos de la fractura. Si existe una brecha, se puede utilizar la placa de compresión dinámica para lograr la compresión entre los fragmentos. Primero hay que asegurar la placa al fragmento más proximal y luego asegurar el tornillo más distal sobre el fragmento distal de la fractura (Watkins, 2006). Después de haber colocado todos los tornillos, se pueden aflojar las placas una por una para colocar un relleno en las hendiduras por debajo de la placa y en las cabezas de los tornillos. Esto aumenta 3 veces la resistencia de la construcción placa-tornillo, si los tornillos se aflojan durante la colocación de la placa, se pueden emplear tornillos de 5,5mm para obtener resistencia en la construcción. Se pueden poner tornillos para esponjosa de 6,5 mm a través de la placa, pero no deben estar angulados, lo que limitaría su colocación. En general no se eligen tornillos canulados debido a su poca resistencia a aflojarse. Después de cementar la placa, se puede colocar injerto de hueso esponjoso autólogo, obtenido con anterioridad, en las hendiduras y alrededor de la zona de fractura. El injerto se puede obtener a partir de la medula ósea de una esternebra en el esternón en los caballos que están en decúbito dorsal o desde la tuberosidad coxal en aquellos que se encuentran en decúbito lateral. Es de esperar que el injerto aumente la densidad ósea en los orificios de los tornillos durante la cicatrización. Estas células progenitoras tienen la capacidad de autorenovarse (formar células idénticas a las originarias),

diferenciarse (generan uno o más tipos celulares especializados). Su función biológica es la creación de estructuras orgánicas durante el desarrollo del individuo y la regeneración de tejidos dañados, enfermos o envejecidos. Las células de tipo mesenquimales son pluripotentes (pueden originar células de al menos dos linajes embrionarios distintos (mesodermo y ectodermo) (Vázquez, Romero, & Rodellar, 2012).

El miembro se lava y se obtienen las imágenes radiográficas, para asegurarse que se ha logrado una reconstrucción apropiada y que la longitud de los tornillos es la correcta. Se sutura la incisión con rapidez cubriendo la placa con seguridad y luego se coloca un yeso. Por lo general los drenajes por succión no se utilizan en las fracturas metacarpianas, debido a que la disección de los tejidos blandos y la hemorragia no son tan grandes como las fracturas en otros huesos largos, tales como el humero o el fémur.

Debido a los accidentes catastróficos durante la recuperación anestésica o el postoperatorio temprano, recientemente, la fijación con tornillos en fracturas condilares de tercer metatarsiano/carpiano y de primera falange se han venido implementando con el caballo de pie. A parte de ofrecer una solución más segura también es más económica (O'Brien & Hunt, 2014)

La recuperación anestésica es tan importante como el derribo. Hay diferentes métodos de acolchonamiento, como colchones de agua, de inflar y desinflar o colchonetas gruesas en las salas de recuperación igualmente hay varios métodos de

recuperación como es el uso de arnés o piscinas con balsa o piscinas con suelos elevadizos. Ver ilustraciones 15 y 16.

Ilustración 15. Sistema de recuperación anestésica con piscina y balsa



Fuente: www.vet.upenn.edu

Ilustración 16. Sistema de recuperación anestésica. Arnés Anderson



Fuente: www.ucd.ie

La ventajas que ofrecen estos métodos son el control de los movimientos del caballo desde una posición de recumbencia a estar de pie, mejor balance en el apoyo de miembro afectado. Las desventajas son la intolerancia del caballo al artefacto, los costos de los equipos y la disposición de espacio para su instalación en los centros de referencia, los equipos pueden fallar, se puede herir el sitio de la cirugía y es necesario más personal entrenado. Hay una variedad de sistemas para elevación y arnés (large animal vertical lift system, the sling-shell system, the Liftex large animal sling, and the Anderson sling) (Clark-Price, 2013).

El día después de la cirugía.

Normalmente se aplican antibióticos profilácticos las 24 horas después de la intervención, luego después de 5 días como mínimo son suspendidos. Los signos vitales del caballo son tomados dos veces por día y se documentan en la historia clínica. El reporte de la cirugía generalmente se le es enviado al propietario, al veterinario remitente, y demás partes interesadas. El reporte debe contener cualquier cambio en el diagnóstico o pronóstico generado en la mesa de cirugía y debe describir en detalle las responsabilidades de sus cuidadores en el corto y largo plazo del postoperatorio.

La terapia física y el ejercicio controlado deben comenzar tan pronto sea posible durante la fase de recuperación y continuarla en casa. Este compromiso con el bienestar final del animal es extremadamente importante para resultado final de cualquier procedimiento quirúrgico. El uso de AINES en la fase temprana del postoperatorio permite una manipulación pasiva de las articulaciones, limitando el

desarrollo de edema capsular o subcutáneo. El movimiento reduce la formación de adherencias, promueve la nutrición del tejido articular, y evita el progreso de cambios degenerativos. Se realiza un plan para la toma de radiografías para seguimiento (Fackelman, 2000).

Rehabilitación funcional

Si la fractura es estable y el animal es joven o de pequeño tamaño, el yeso se puede quitar a los 10-14 días de haber anticipado la cicatrización incisional. Los caballos estarán cómodos con el yeso después de 72h post cirugía, si no es que algunos lo están inmediatamente después de esta. Es común que los caballos parezcan sentir dolor (se muestran tensos, estacionarios, manotean) durante 24 a 72 horas; una vez transcurrido este tiempo se observa una relajación espectacular y por lo general comienzan con la función del miembro. La cicatrización del hueso necesita 2 o 3 meses en los potrillos y de 4 a 12 meses en los adultos, dependiendo de las complicaciones y de la gravedad de la fractura. El reposo en la pesebrera será de unos 4 meses para los potrillos y de 6 meses para los adultos, aunque los paseos con cabestro pueden comenzar tan pronto como el cayo haya puenteado la brecha de la fractura y si no se han producido otras complicaciones por fracaso de los implantes.

Como ya se ha mencionado en este trabajo, la reconstrucción anatómica, la fijación interna con una buena evaluación del tejido blando, y un cuidadoso manejo quirúrgico, permitirá que el caballo comience a cargar peso lo más pronto posible y se preservara la función articular. Para lograr este objetivo, yesos o férulas deben ser colocados en algunas ocasiones en el periodo posoperativo o al menos en la

recuperación anestésica. La recuperación anestésica puede ser un momento crítico y la protección con yeso es a veces necesaria para asegurar una recuperación exitosa. Además de esto en ocasiones es necesario utilizar diferentes técnicas especializadas como una piscina con balsa para la recuperación anestésica (Baxter & Turner, 2004).

Que el hueso sane completamente no asegura una completa rehabilitación funcional. Sin embargo fallas en la curación del hueso no aseguran la falla de la rehabilitación funcional. Por lo tanto la curación del hueso es el primer criterio para la rehabilitación de un animal afligido. El éxito de un tratamiento de fractura se mide de acuerdo a las expectativas. Algunas heridas son tan severas que amenazan la vida del paciente. En tales casos, solo salvar la vida del animal para permitirle simplemente estar en el potrero puede ser ya un éxito. En otros casos, el animal que se espera que pueda recuperar su condición deportiva o superarla, acá la fijación interna y la curación ósea solo constituyen una pequeña parte del proceso de rehabilitación. Esfuerzos adicionales se requerirán para devolverle al caballo su capacidad atlética. Un tratamiento realmente exitoso debe involucrar a todo el animal y llegar más allá de los logros alcanzados en la sala de operaciones (Fackelman, 2000).

La decisión de extraer las placas depende de la edad del animal, la función que se le quiere dar y si se presentan fistulas de drenaje. En general, en los caballos destinados a competiciones deportivas, las placas deberán extraerse en estadios, con un intervalo de 3 meses entre una y otra. Muchos caballos andarán bien con las placas colocadas y la disponibilidad económica y la función del caballo determinaran si se extraen o no. Una vez retiradas las placas, se coloca una escayola durante un corto periodo de tiempo y el ejercicio tiene que comenzar poco a poco. Si se presentan

fistulas de drenaje, la cicatrización de la fractura deberá completarse antes de que se extraiga la placa. La extracción de todas las placas y tornillos resolverá a menudo la infección. (Auer, 2000)

Cicatrización de las fracturas

Se puede considerar que la cicatrización de las fracturas es una serie de procesos que se producen en secuencia, pero a menudo se superponen. Se puede dividir en tres fases: inflamatoria, reparadora y de remodelación. Durante la cicatrización el hueso se unirá por una de las dos siguientes formas posibles.

Cicatrización primaria o directa. Los extremos óseos cicatrizarán directamente por medio de la remodelación haversiana en áreas con y, sin contacto, sin la formación de callo óseo. Para que esta se produzca es necesario realizar una estabilización rígida y una correcta reducción anatómica de la fractura.

Secundaria o indirecta. Se forma en un primer momento tejido fibroso o fibrocartilaginoso entre los fragmentos de la fractura; este es sustituido más tarde por tejido óseo nuevo. La formación de callos periósticos y endósticos une los fragmentos óseos (Baxter & Turner, 2004).

Posibles complicaciones postquirúrgicas

Las consecuencias de la cicatrización de las fracturas pueden conducir a claudicación. En las personas esto se denomina “enfermedad de la fractura” y se lo

puede observar bajo ciertas circunstancias en los caballos. En un estudio retrospectivo de 25 caballos con fracturas Oseas no-condilares de tercer metacarpiano o metatarsiano, (McClure, Watkins, Glickman, Hawkins, & Glickman, 1998) la mayoría de las fracturas de MC-MT eran de presentación abierta. Mientras que esto es una complicación en la reparación de fracturas, muchos caballos pueden ser tratados con éxito. En este estudio, de las 12 fracturas que fueron reparadas con reducción abierta y fijación interna y que se infectaron, seis sanaron con éxito. Las fracturas pueden curarse en presencia de la infección, siempre y cuando la fijación se mantenga estable, pero la mayoría de los fracasos en este estudio fueron infecciones, y mala unión de las fracturas. Para aumentar el éxito de la reparación de fracturas MC-MT, deben ser evaluados métodos para aumentar la estabilidad de la reparación y la prevención y control de la infección. En otro estudio retrospectivo (Bischofberger, Fürst, Auer, & Lischer, 2009) de manejo quirúrgico de fracturas diafisarias completas de III MC-MT en 21 equinos el 63% de los casos fueron exitosos (3adultos/10 potros).

Contracturas:

Esto rara vez pasa en los caballos y no debe confundirse con la rigidez resultante de la anquilosis de las articulaciones, asociada con el desarrollo de una enfermedad articular degenerativa. De hecho la laxitud articular, en especial en los caballos jóvenes con fracturas tratadas con yeso, parece producirse con más frecuencia que la rigidez articular en esta especie. Pueden ocurrir en ambos miembros pero son más comunes en el miembro afectado como resultado de la falta de soporte

de peso. Las contracturas más comunes ocurren en las articulaciones interfalángicas y de menudillo. El carpo también se afecta comúnmente, en muchos casos esto puede ser manejado una vez la causa este resuelta; por ejemplo el dolor. La transección de los ligamentos accesorios del tendón flexor digital superficial (check ligaments) está indicada para la contractura de los dígitos. Cuando ocurre contractura del carpo la transección del check ligament en conjunto con la tenotomía del ulnar lateral y el flexor carpoulnar, es usualmente curativo (Baxter & Turner, 2004; Watkins, 2012).

Flacidez tendinosa y muscular:

En el caso de los métodos externos utilizados en potros como son el uso de yesos o yeso de transfijación y fijación esquelética externa cualquiera de estos métodos resulta en laxitud substancial de las estructuras ligamentosas y tendinosas que soportan el peso. La laxitud de los tejidos blandos en los potros después de la coaptación con yeso puede ser una complicación tan grave que muchos cirujanos evitan yesos en potros jóvenes, incluso a riesgo de perder la estabilidad de la fractura. Los puntos clave son reducir progresivamente la rigidez de la coaptación con vendas cada vez más delgadas y extensiones de talón simples pueden hacer una enorme diferencia. Sin embargo puede haber un momento inclusive con la propiedad de rehabilitación donde puede resultar una incapacidad a largo plazo. (Richardson, 2008b; Watkins, 2012)

Mala unión de la fractura:

Hoy en día es reconocido por los cirujanos de todo el mundo que el retraso de consolidación es una complicación grave debido al fracaso del implante y a problemas en las extremidades contralateral (es decir, laminitis en caballos adultos y deformidades angulares en los caballos jóvenes). (Richardson, 2008b)

Se espera que las fracturas de huesos largos sanen en un plazo aproximado de 4 meses en los caballos adultos y 3 meses en los potros, pero no hay un lapso definitivo para definir un retraso de consolidación o pseudoartrosis. La curación avanza, pero a un ritmo más lento de lo normal en los casos de retraso de consolidación. Los signos radiográficos pueden incluir una línea de fractura persistente, un callo mínimo, y la esclerosis intramedular. El tratamiento depende de la causa probable de la respuesta de curación inadecuada. Mecanismos no invasivos para estimular la respuesta de curación tienen éxito variable. Mejorar la estabilización, dinamización de la fractura, y/o desbridamiento quirúrgico con la implantación de sustancias osteogénicas, pueden emplearse para estimular el proceso de curación. La falta de unión se produce cuando la reparación de fracturas cesa antes de que se restablezca la estructura ósea. Los hallazgos radiológicos pueden incluir falta de puente óseo o callos a través del sitio de la fractura; bordes de fracturas romas escleróticas; líneas de fractura persistentes, y falta de cambio progresivo hacia la unión en las radiografías seriadas. Hay muchos tipos de falta de unión entre ellos hipervascular, oligotrófico, avascular y conminuta. Las pseudoartrosis hipertróficas, en contraste con los otros tipos, tienen abundante suministro de sangre y callo exuberante. Se tratan por lo general con una mejor estabilización. Las otras formas de

falta de unión requieren medidas para abordar el tejido no viable y/o desaparecido. El tratamiento típico consiste en el desbridamiento y la adición de injerto o de otras sustancias para estimular la osteogénesis y proporcionar una plantilla ósea para el crecimiento del hueso en su caso. Además, la consideración cuidadosa de estabilidad de la fractura es necesaria.(Lopez & Markel, 2012).

Dolor asociado a los implantes de las placas óseas o de los tornillos:

Puede causar claudicación crónica o mal rendimiento en los caballos de deporte. En algunos casos es posible que surja la necesidad de retirar los implantes utilizados para el uso de fijación interna en los caballos de alto rendimiento para evitar estos problemas (Baxter & Turner, 2004).

Desviaciones flexurales:

Se generan desviaciones flexurales del miembro no fracturado por una excesiva carga axial sobre las placas de crecimiento activas. Parece que esto resulta en el potro por adoptar posición de trípode, donde el miembro de soporte es posicionado cerca de la línea media. En este alineamiento, ellos comúnmente rotan el dígito internamente, y colocan fuerzas ténsiles excesivas en el aspecto lateral del menudillo y el carpo/tarso. Esta postura pone las estructuras de soporte periarticulares laterales bajo constante tensión causándoles elongación como consecuencia del estrés-relajación y ocurre el arqueamiento de la extremidad. Con el arqueamiento las estructuras de soporte laterales se ponen bajo tensión adicional, exacerbando el problema, el aspecto medial de la físis se comprime excesivamente, disminuyendo el

crecimiento agravando la deformidad. Aunque muchos potros se disponen en varus como resultado de sobre carga, algunos potros que asumen la postura de trípede pero rotan el dígito externamente, desarrollan arqueamiento hacia el interior. El resultado de la deformidad de valgus ocurre bajo la misma secuencia de eventos, pero está acompañada de tensión excesiva en las estructuras de soporte medial y compresión en el aspecto lateral de la físis. La aplicación de una placa de soporte para el casco la cual extienda lateralmente para varus o medialmente para valgus, puede ser beneficiosa para prevenir estas deformidades. Si la deformidad ocurre, y un adecuado crecimiento continúa, una placa para retardar el crecimiento puede añadirse y corregir la angulación (Watkins, 2012).

Laminitis del miembro de soporte:

La laminitis inducida por el estrés es un factor agravante en muchas reparaciones de fracturas. La causa básica de la enfermedad está relacionada con la continuación de la cojera severa después de la fijación de la fractura. El objetivo principal de cualquier forma de estabilización de la fractura es alcanzar el apoyo del peso en la extremidad afectada lo más rápido posible. A pesar de una reducción estable, de la administración de analgésicos, la continuación del dolor en algunas extremidades fracturadas resulta en el aumento de la carga de peso sobre la extremidad contralateral. La laminitis inducida por el estrés en general no tiene un componente metabólico. Puede dar lugar a la rotación e incluso hundimiento de la falange distal pues las capas germinales se separan de los tejidos córneos dentro de la cápsula del casco. En contraste con los caballos adultos, potros son raramente

afectados por la laminitis (Lopez & Markel, 2012; Richardson, 2008a). Esta alteración relacionada con la rotación de la falange distal es única del caballo y es una complicación potencialmente devastadora de la reparación de las fracturas (Baxter & Turner, 2004; Redden, 2004).

Osteítis infecciosa y secuestro óseo:

Es una complicación importante, y puede finalmente, conducir a una claudicación permanente o a una no unión de la fractura. La infección es más probable que se produzca en las fracturas abiertas y en aquellas reparadas con fijación interna. Las infecciones graves pueden requerir la eutanasia del animal, mientras que las más leves y crónicas pueden necesitar la eliminación de los implantes o del hueso necrótico, a efectos de poder resolver la infección (Watkins, 2006). Las fracturas abiertas e infectadas que finalmente cicatrizan se acompañan, a menudo, de una considerable mayor cantidad de fibrosis con una mayor posibilidad de pérdida de la función de las estructuras adyacentes, en comparación con las fracturas cerradas no infectadas. El miembro puede quedar con engrosamiento permanente como resultado del tejido cicatrizal y la formación del callo, lo que puede conducir al deterioro de la función del miembro. La osteítis u osteoperiostitis y la osteomielitis son términos utilizados para describir la inflamación del hueso que implica al periostio y al tejido conectivo haversiano y los canales de Volkmann, junto con la cavidad medular. El pronóstico y el tratamiento de ambos cuadros son bastante diferentes, y es importante diferenciar estas dos categorías de infección ósea (Baxter & Turner, 2004).

Por lo general, la osteítis se produce en las extremidades del caballo (en la mayoría de los casos en la región metacarpiana/metatarsiana) debido a la escasez de la cobertura de tejidos blandos en esa localización. Es común el desarrollo de infección como resultado de un proceso séptico cercano o por el desarrollo de una solución de continuidad en la piel. La osteítis se observa con frecuencia cuando un caballo es golpeado pero la cobertura cutánea no se abre y puede ser similar a una contusión ósea sin desarrollo de secuestro. Si la piel está abierta, exponiendo el periostio, los estratos externos corticales pueden, finalmente, morir pero los estratos corticales más profundos del hueso sobreviven debido a la irrigación brindada por los vasos endósticos. Por ejemplo las heridas por avulsión con exposición del hueso de la cara dorsal de las regiones metacarpianas/tarsianas desarrollan con frecuencia osteítis y secuestro. Las bacterias que logran entrar al hueso alojándose en los estratos superficiales, dan lugar a una delgada capa de hueso muerto (secuestro óseo) dentro de la herida. Aunque el tejido de granulación puede avanzar sobre el secuestro óseo, la velocidad de avance suele ser lenta. En ocasiones, el tejido de granulación avanza por debajo del secuestro y lo expulsa a través de la herida. La velocidad de cicatrización de una herida con frecuencia puede acelerarse por una precoz remoción del secuestro. Por definición, los dos requerimientos para la formación de un secuestro son la falta de vascularización y la infección (Baxter & Turner, 2004).

Estudios recientes muestran que las fracturas cerradas tienen un 4.3% más de probabilidad de permanecer sin una infección y estos pacientes tienen un 4.95% más de posibilidad de que se les dé el alta del hospital que aquellos que sufren fractura abierta. Además, la reducción cerrada y fijación interna se asocia con una reducción

de 2,5 veces en la tasa de infección postoperatoria y un 5,9 veces mayor oportunidad para el alta del hospital en comparación con la reducción abierta y fijación interna.

El tratamiento de la osteomielitis después de la estabilización de la fractura requiere una evaluación individualizada y terapia (Goodrich, 2006; Lopez & Markel, 2012).

Las infecciones en el sitio de la incisión quirúrgica también son comunes. *Staphylococcus aureus* es el patógeno musculoesquelético más común en humanos y animales, y ha sido reportado como el responsable del 19% de las infecciones ortopédicas en equinos. La adherencia bacteriana a material extraño en el tejido hace su eliminación más difícil así que todo material extraño representa una fuente potencial de infección (Adam & Southwood, 2006).

Pérdida de la estabilidad de la reparación:

El uso de un dispositivo de fijación esquelética externa para equinos, diseñado específicamente para que los caballos soporten todo el peso de inmediato en casos de fracturas conminutas del aspecto distal del miembro se ha descrito. Los nuevos diseños de dispositivos han reducido significativamente las complicaciones de las fracturas, pero la fijación externa se aplica a menudo después de que el dispositivo es removido. Fijadores externos híbridos se utilizan en ocasiones para estabilizar las fracturas en los potros y ponis. La fijación externa no se utiliza rutinariamente sola para la estabilización de la fractura pero se utiliza más a menudo para proteger los implantes quirúrgicos en el postoperatorio o para proteger las fracturas después de la extracción del implante. Los yesos de transfijación se utilizan de vez en cuando, pero por lo general son reservados para los potros o fracturas distales al carpo o tarso

cuando se complican en caballos adultos. Algunas complicaciones de los yesos son las infecciones, ruptura de pines o aflojamiento, fractura y lisis del agujero del pin e infecciones de las clavijas se reportan. Complicaciones quirúrgicas del implante se asocian a menudo con rigidez insuficiente de la fijación en comparación con las demandas mecánicas impuestas a la reparación. Fallos en la construcción pueden ocurrir cuando se experimentan fuerzas que superan la fuerza del implante, tales como durante la recuperación, o cuando el período de curación del hueso es más larga que la vida de fatiga del implante. El aflojamiento del implante como resultado de la localización o de una falla ósea puede resultar en una fractura inestable y en el retraso de la cicatrización. La inestabilidad de la fractura relacionada con la técnica inadecuada de fijación de la fractura se asocia a menudo con un éxito. Aunque ningún nivel de precaución puede evitar todos los problemas asociados de la fijación, una planificación preoperatoria adecuada, óptima estabilización de la fractura, y los cuidados postoperatorios de apoyo mejoran las posibilidades de éxito considerablemente (Lopez & Markel, 2012; Richardson, 2008a).

Lesiones de piel:

El trauma de la piel a partir de yesos y férulas puede ser lo suficientemente grave como para poner en peligro los resultados de curación de la fractura. Es importante que la piel permanezca seca y saludable. El desarrollo de las úlceras debe impedirse siempre que sea posible. De vez en cuando se produce daño en la piel en el momento de la lesión o durante el transporte a la clínica de referencia, este último como resultado de los primeros auxilios inapropiados. En estos casos, se debe poner

atención especial durante la aplicación del yeso. Si se desarrollan las úlceras por presión, se debe cambiar el yeso frecuentemente y acolchonarlo para que la presión se distribuya. Si se desarrolla una infección debajo del yeso, la inflamación causara una inflamación aumentando la presión contra el tejido. Como la piel no puede expandirse más allá de las limitaciones del yeso y se desarrolla un síndrome compartimental, llevando rápidamente a una necrosis. Adicionalmente el drenaje del miembro se acumula dentro del yeso y la piel se ve dañada por las enzimas. Durante el tiempo que el miembro es mantenido dentro del yeso, las articulaciones permanecen sin movimiento y el cartílago articular es pobremente nutrido. Lo que conlleva más adelante a pérdida de proteoglicanos y subsecuente degeneración del cartílago. Si el miembro se mantiene dentro del yeso mientras se le permite sanar la fractura, se le impide la expansión a las estructuras dentro de la pared del casco mientras se apoya el peso del miembro. Después de que el yeso es removido y el miembro vuelve a apoyar una vez más, el casco se expande, lo que causa dolor por varios días (Lopez & Markel, 2012).

Problemas adicionales que se producen con mayor frecuencia en los potros son trastornos de los sistemas respiratorio y gastrointestinal, así como problemas incisionales secundarias a decúbito.

Pronóstico

El pronóstico para un tratamiento de éxito ante fracturas del tercer metatarsiano depende del temperamento, la edad y el tamaño del animal, además por supuesto de las características específicas de la fractura (abierta, simple, conminuta,

desplazada etc.), experiencia del cirujano, estabilización apropiada de la fractura para el transporte; por lo que es necesario efectuar una evaluación de cada caso en particular. A pesar de importantes avances en la reparación de fracturas, las abiertas y fracturas de huesos largos severamente desplazadas en caballos adultos todavía tienen un pronóstico malo. Las fracturas abiertas del radio y la tibia, en particular, tienen un mal pronóstico; en general las fracturas transversas, ligeramente oblicuas y aquellas con pocos fragmentos (un fragmento en mariposa) en la región mediodiafisaria de la caña de potros de menos de 7 meses de edad, tienen un pronóstico de bueno a excelente con la fijación interna. Los caballos adultos con fracturas similares presentaran un pronóstico reservado debido a su tamaño y al riesgo de desarrollar infosura contralateral; sin embargo, en general tienen un pronóstico de regular a bueno (Baxter & Turner, 2004). Los caballos más ligeros de peso (200-300 kilos) y los que tienen un temperamento tranquilo tiene un mejor pronóstico (Eastman, 2007b; Mudge & Bramlage, 2007). El éxito reportado en fracturas diafisarias de tercer metatarsiano es de un 60% en potros (Ruggles, 2012).

CAPÍTULO II: CASO CLÍNICO

Corrección de Fractura Completa de Metatarso, mediante fijación interna con técnica mínimamente invasiva de un Equino

Complete Metatarsal Fracture Correction, using internal fixation whit Minimally Invasive Technique in an Equine

Diego Duque Betancur, MV, eMS; Eliana María Vásquez Correa Estudiante MV
Universidad CES. Medellín, Colombia. E-mail: diegoduque77@gmail.com

Estudiante Medicina Veterinaria, Corporación Universitaria Lasallista, SIVET,
Caldas-Ant, Colombia.

Resumen

El artículo reporta un caso clínico de un potro que llega a la clínica veterinaria de la Corporación Universitaria Lasallista cruce de caballo criollo colombiano y árabe, de 5 días de edad que presenta una fractura entre la diáfisis y metáfisis distal del hueso tercer metatarsiano derecho de tipo completa, no desplazada cerrada, transversa conminuta la cual fue corregida mediante fijación interna con placas de compresión dinámica con técnica mínimamente invasiva. En el artículo se describe la etiología, diagnóstico, tratamiento y resultados obtenidos. El objetivo de

este artículo es ampliar la información de los estudios que evalúen la reparación quirúrgica de fracturas de huesos largos en el caballo, sus complicaciones y resultados. Esta información es necesaria para aumentar los conocimientos y perfeccionar las técnicas quirúrgicas utilizadas en estos casos.

Palabras claves: fracturas de huesos largos, compresión dinámica, fijación interna, tercer metatarsiano, tratamiento de emergencia.

Abstract

The article reports the case of a 5 day old Arabian and Colombian Criollo horse mixed foal received at the Corporación Universitaria Lasallista Veterinary Clinic with a complete, non-displaced, closed and transverse comminute fracture between distal metaphysis and diaphysis of the third right metatarsal bone, repaired with a minimally invasive DCP internal fixation. This article describes etiology, diagnosis, treatment and results. The objective of this article is increase the information of all the studies that evaluate the surgical repair of long bones fractures in the horse, possible complications and results. This information is needed to increase knowledge and improve the surgical techniques used in these cases

Keywords: Long bone fractures, dynamic compression, internal fixation, third metatarsal, emergency treatment.

Introducción

Las fracturas del hueso tercer metatarsiano en equinos se producen a cualquier edad y en cualquier raza, pero son más comunes en los caballos jóvenes. Este hueso

tiene especial susceptibilidad a la fractura debido a su localización distal y a la escasa cobertura de tejidos blandos que ayudan a absorber la energía del impacto ante un trauma romo.(Medina et al., 2011) Es por esto que más de la mitad de las fracturas son de tipo abierto. Aunque las fracturas del tercer metatarsiano (Mt III) pueden sufrir una configuración variable, desde una fisura simple hasta una grave conminuta, los caballos más jóvenes parecen sufrir fracturas con menor fragilidad y una menor predisposición a astillarse.(Baxter & Turner, 2004)

Los potros de talla relativamente pequeña sumada su capacidad de sanar, son buenos candidatos para el tratamiento de fracturas en general. La actividad perióstica y la rápida tasa de remodelación ósea permite que sanen más rápido que los adultos. Las fuerzas que actúan en el sitio de la fracturas son menores que en un caballo de talla completa, por lo tanto los dispositivos usados para proveer estabilidad a las fracturas están bajo menos estrés.(Watkins, 2006)

Las desventajas potenciales incluyen el desarrollo de deformidades angulares, especialmente varus e como consecuencia a la sobre carga en el miembro de soporte, hiperextensión de la articulación metatarso falangica y contracturas como consecuencia de una inadecuada sobrecarga en el miembro afectado (Watkins, 2012)

Para la corrección de fracturas de metatarso y metacarpo en potros como en caballos adultos, se usa comúnmente la fijación interna. Una fijación interna exitosa comienza por la reconstrucción anatómica de las superficies óseas y articulares que permiten el intercambio de cargas entre el hueso reconstruido y el implante. Una reconstrucción anatómica puede necesitar únicamente de tornillos o combinar placas y tornillos. La compresión interfragmentaria es absolutamente esencial para mantener

contacto óseo entre los fragmentos y evitar un implante relativamente débil. Los implantes ortopédicos por si solos no son capaces de resistir la fuerza completa del peso sin fallar. Con el transcurso del tiempo nuevas técnicas se han expandido, han aumentado las capacidades de los cirujanos y la experiencia con las técnicas ya establecidas. Esto ha añadido una perspectiva que no estaba presente hace una década. El soporte del peso inmediatamente después de una técnica de fijación de fractura continúa siendo una meta que no se alcanza en todos los casos en equinos.

Un tratamiento funcional de las fracturas con movilidad articular temprana y el aumento gradual en la carga de peso, como el progreso en sanar el tejido son las metas a alcanzar.(Watkins, 2006) En el caballo un apoyo temprano o inmediato es un requisito difícil o imposible de dejar a un lado. El uso de yesos y férulas para proteger las fijaciones internas de que fallen, y técnicas como la aplicación de cementos en las placas, que incrementan la resistencia a la fatiga de estos implantes pueden combinarse para mejorar los resultados significativamente.(Fürst, 2012)

Evaluación del paciente

El día 20 de abril de 2012 llega a la clínica veterinaria de la Corporación Universitaria Lasallista un equino cruce entre caballo criollo colombiano y árabe, color castaño, sexo macho, de 5 días de edad, con un peso de 34Kg. El motivo de consulta fue una claudicación de miembro posterior derecho, sin apoyo y presentaba una herida en miembro posterior derecho.

Según la anamnesis se sospechaba de un trauma infringido por la madre al pararse sobre el miembro. En la atención de primeros auxilios se realizó un vendaje

con férula bajo sedación con diazepam, con la finalidad de estabilizar la fractura y no generan daños mayores. El paciente fue transportado en un camión, en decúbito lateral sobre una colchoneta.

Examen clínico

Temperamento dócil, actitud deprimido, temperatura rectal 38.3°C, F.C 100ppm, F.R 60rpm, C.C 5/9, TLLC 2”, mucosas rosadas húmedas brillantes, hematocrito: 33% (valor de referencia 35–47) proteínas plasmáticas totales: 4g/dL. (Valor de referencia 6.8–8.4) (Castillo Franz et al., 2011).

Se describió presencia de mucho dolor y crepitación a nivel distal del metatarso a la palpación, se encontró inestabilidad el miembro distal durante la manipulación, deformación angular con miembro sin apoyo (claudicación 5/5. AAEP [American Association of Equine Practitioners]). Presencia de una herida a nivel proximal lateral del metatarso derecho de 0,5cm de diámetro.

Los planes diagnósticos fueron: química sanguínea, IgG, hemograma, radiografías dorsoplantar y latero medial de metatarso derecho.

Ilustración 17. Radiografía en vista dorso-plantar del MPD



Ilustración 18. Vista lateromedial del MPD. Con las imágenes radiográficas se confirma el diagnóstico de fractura entre la diáfisis y metáfisis distal del hueso tercer metatarsiano derecho de tipo completa, no desplazada cerrada, transversa conminuta con fragmento óseo



Tabla 5. Resultados fuera de los rangos de referencia en la química sanguínea.

QUIMICA SANGUINEA		
ANALITO	VALOR	VALOR REFERENCIA
AST	605 U/l	226 -366
Creatinina	0.8 mg/dl	1.2 – 1.9
IgG	145 mg/dl	400 - 800

Tabla 6. Resultados fuera de los rangos de referencia en el hemograma

HEMOGRAMA		
	VALOR	VALOR REFERENCIA
Hematocrito	26.3 %	35 - 47
Hemoglobina	9.9 g/dl	11.2 – 16.4
V.C.M	34 Fl	40 - 61
H.C.M	12.8 Pg	15 – 19
Plaquetas	324 X10 ³ /ul	90 -210
Proteínas P	44 g/l	68 – 84

Planes terapéuticos

Se realizó un vendaje Robert Jones con férula de PVC en el aspecto plantar del miembro mientras se entraba el paciente a la sala de cirugía. Se estableció monitoreo cada 4h. Se medicó con ranitidina (1,5mg/kg/IV/8h), penicilina G sódica (1millonUI/IV/6h), gentamicina (6,6mg/kg/IV/24h), fenilbutazona (8,8mg/kg/IV/24h), leche de vaca deslactosada tibia (250ml/ PO/1h) con tetero.

Enfoque del tratamiento

La inducción anestésica xilazina (0,8mg/kg/IV), diazepam (0.05mg/kg/IV), ketamina (2,5mg/kg/IV). Se realizó intubación endotraqueal y se mantuvo con anestesia inhalada con isofluorano en un sistema cerrado.

Técnica quirúrgica

Inicialmente se ubicó la primera placa LC-DCP (placa de compresión dinámica de contacto limitado) estrecha de 4,5 mm de 10 agujeros sobre la piel para determinar su posición. Ver ilustración 19. Posteriormente se realizaron dos incisiones transversales de aproximadamente 1,5 cm en los extremos proximal y distal del aspecto dorsomedial del tercer hueso metatarsiano. Se realizó una disección roma para separar el tejido subcutáneo del periostio mediante un disector. Ver ilustración 20. Por la incisión proximal se introdujo la placa LC-DCP a lo largo del periostio, y se ubicó en el lugar correspondiente (dorso-medial). Para verificar su adaptación al periostio y su posición se tomó una placa radiográfica (DPMPD). Ver ilustración 21. Se contorneó la placa a la forma del hueso utilizando un doblador de placas y se introdujo nuevamente

Una vez ubicada la placa se realizó una pequeña incisión sobre el primer agujero del fragmento óseo proximal cercano al sitio de la fractura. Se realizó una perforación con broca de 3.2 mm y la guía excéntrica, para luego insertar un tornillo cortical de 4,5 mm, posteriormente se realizó el mismo procedimiento en el agujero más cercano a la fractura del fragmento óseo distal realizando en ese momento la compresión dinámica. Ver ilustraciones 23 y 24. El cierre de las incisiones fue puntos simples en U utilizando con Corpalene® 2-0 CC/30 (Polipropileno Monofilamento)

Ilustración 19. Posicionamiento inicial de la placa



Ilustración 20. Tunelización subcutánea con un disector

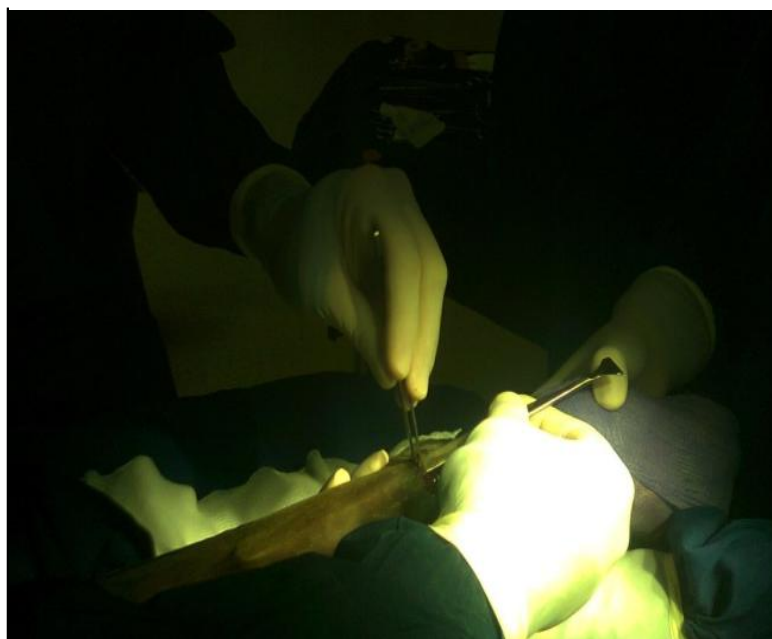


Ilustración 21. Deslizamiento de la placa por el tejido subcutáneo



Ilustración 22. Primera placa contorneada. Ya se han fijado los tornillos cercanos al sitio de la fractura de ambos fragmentos óseos. El agarre es bicortical.



Ilustración 23. Perforación de uno de los agujeros usando la guía céntrica para broca 3,2 y aplicando Solución Hartmann para lubricar y refrigerar en cada perforación.



Ilustración 24. Cierre de las incisiones con Corpalene® 2-0 CC/30 (Polipropileno Monofilamento) con puntos simples en U.



Los demás tornillos se insertan de manera transcutánea a través de más incisiones en posición neutra para un total de 7 tornillos en el fragmento óseo proximal y dos en el distal. Se utilizó el medidor de profundidad en cada uno de los agujeros, para seleccionar el largo de los tornillos. Se usó un perforador eléctrico.

La placa de compresión dinámica estrecha de 4,5 de 5 agujeros. Se fijó en posición dorsolateral formando un ángulo de 90° con respecto a la primera placa evitando interferir con los tornillos previamente insertados. Se realizó el mismo proceso con esta placa. En esta placa se insertaron dos tornillos excéntricos para generar compresión dinámica y dos en posición neutra.

Ilustración 25. Vista dorsoplantar. Placa de compresión dinámica de contacto limitado LC-DCP en el aspecto dorsomedial del tercer metatarsiano del miembro posterior derecho completamente fijada

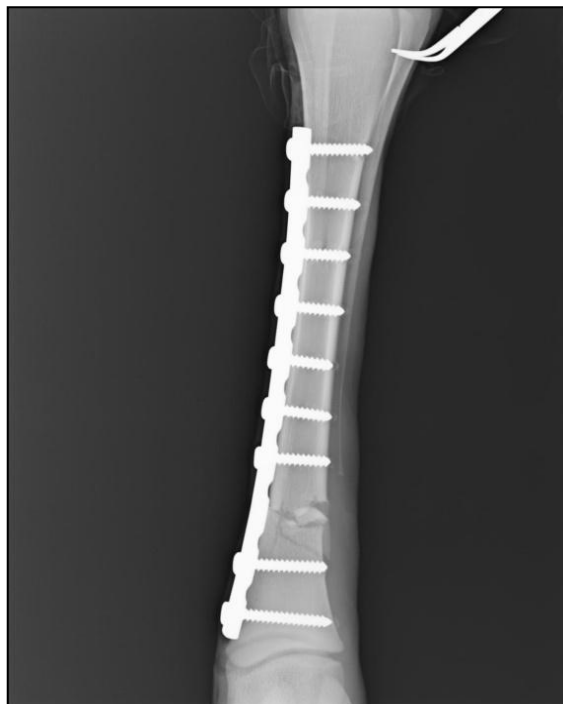
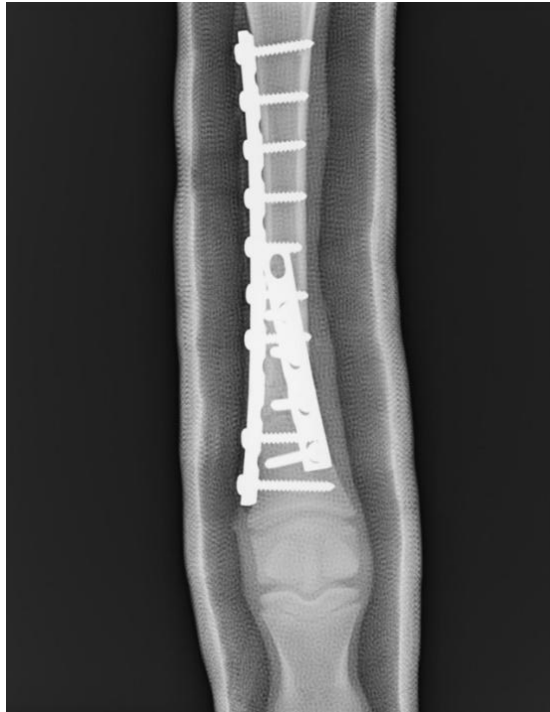


Ilustración 26. La misma vista después de aplicar la inmovilización con yeso



Una vez terminado el procedimiento quirúrgico se puso un yeso acrílico marca Scotch Cast® para inmovilizar el miembro y en su extremo proximal se realizó vendaje con venda Coban® para evitar que entrara suciedad al yeso y en su extremo distal se protegió con una empaque plástico para evitar la retención de humedad del ambiente externo. Este iba desde el aspecto proximal de la tibia hasta el casco.

Evolución

Posterior al procedimiento quirúrgico el paciente se acopló rápidamente al yeso aunque presentó una claudicación 4/5. Se realizó un corte en la parte superior del yeso de unos 5cm de largo en todo el contorno, pues se notó que estaba siendo maltratada la zona caudal de la tibia. La madre llega a las instalaciones de la clínica veterinaria, y el potro se alimenta correctamente. Se tomaron 2 litros de sangre de la madre y se realizó transfusión de plasma sanguíneo. Se realizó desinfección del ombligo con solución yodada al 10% cada 12 horas de manera profiláctica. La dosis de la fenilbutazona se modifica (4.4mg/kg/IV/24h)

Para el día 5to de evolución se observó un absceso en el sitio de la cateterización en la vena yugular izquierda. Se retiró el catéter. Se reformuló tratamiento: flunixin meglumine (1.1mg/kg/PO/24h), ranitidina (8mg/kg/PO/12h), penicilina procaínica (22.000UI/kg/IM/12h), Redcell® (5ml/PO/24h), mezcla de nitrofurazona en crema mas DMSO solución, hielo y paños calientes de sulfato de magnesio para la vena yugular/cada 8h.

El día 8vo el paciente presentó temperaturas de 39.5°C En la evaluación de la inmovilización se observaron unas laceraciones en el aspecto caudal de la tibia. Se tomaron radiografías de control. Se retiró el yeso y posteriormente se observó otra laceración en el tarso sobre el aspecto medial. Además se evidenció una dermatitis de gran extensión a nivel lateral y medial. Que se relacionó con la asepsia del sitio de la cirugía con clorhexidina gluconato Se realizó una inmovilización dejando el yeso bivalvo.

Debido al desarrollo de tromboflebitis se instauró tratamiento con rifampicina (10mg/kg/PO/24h) y sulfa trimetoprim (20mg/kg/PO/24h).

Se retiró el yeso bivalvo al día 15 y se observó ligera hiperextensión de la articulación metatarso-falangica del miembro afectado y se realizó un vendaje Robert Jones con férula de PVC en el aspecto plantar y lateral del miembro. Se observa buena formación de cayo óseo y dos puntos de radio lucidez cerca a 2 tornillos de la placa pequeña. Ver Ilustración 27

Se realizó cambio del vendaje el día 31 y se notó un aumento en el grado de hiperextensión de la articulación metatarso-falángica. Se medicó con doxiciclina (10mg/kg/PO/12h)

El día 36 de evolución se observó una herida infectada de 0.5 cm de diámetro en la caña en el aspecto dorsolateral distal. Esta era compatible con la ubicación de uno de los tornillos de la placa pequeña. Se realizan radiografías de control. Se aploman los cascos de los 4 miembros. Se instaura tratamiento con ceftazidima 1g/IV/SID en perfusiones regionales alternándolos con amikacina 1g/IV/SID.

Se retiró la placa pequeña bajo anestesia general. Ver ilustración 28. Se retiró parte del callo óseo Y se inmovilizó el miembro con yeso acrílico nuevamente el día 41. Posteriormente el día 56 se realizó el retiro de puntos bajo sedación. La laxitud en los tendones disminuyó sustancialmente. Se suspendió la doxiciclina. En los días siguientes presentó claudicación 3/5 con inflamación del tarso. Se trató con flunixin meglumine vía oral, terapia de frío y vendajes de sudor.

Ilustración 27. Zona radiolúcida (flecha) compatible con una infección.



Ilustración 28. Posterior al retiro de la placa pequeña. Se observa formación importante de callo óseo



Se dio de alta el paciente sin ningún inconveniente el día 60 de hospitalización. Aproximadamente un año después el paciente fue remitido a la clínica veterinaria pues presentaba una claudicación muy leve en el miembro de la intervención quirúrgica y tras una evaluación ortopédica se decide retirar la placa larga. Después de unos días de hospitalización el paciente fue dado de alta sin claudicación.

Ilustración 29. Vista dorsopalmar 5 meses después Se observa una adecuada cicatrización de la fractura.



Discusión

El soporte del peso inmediatamente después de una técnica de fijación de fractura continúa siendo una meta que no se alcanza en todos los casos en equinos. Un tratamiento funcional de las fracturas con movilidad articular temprana y aumento gradual en la carga de peso, como el progreso en sanar el tejido son metas admirables (Watkins, 2006).

Una placa debe ser puesta de manera óptima directamente en la tensión superficial del hueso y siempre que sea posible, las placas deben ser colocados en ángulos rectos entre sí (es decir, lateral y dorsal o dorsolateral y dorsomedial). Cuando se usan dos placas, estas deben estar escalonadas exactamente por la mitad de los agujeros, de modo que los tornillos de una placa no interferirán con los tornillos de la otra. Esto es absolutamente crítico en placas donde los tornillos deben insertarse exactamente a 90 grados respecto a la placa como los de bloqueo. La colocación incorrecta de las placas puede conducir rápidamente al fracaso. (Richardson, 2008a).

Es ideal utilizar todos los orificios disponibles en una placa de osteosíntesis, para generar una mayor estabilidad. En este caso en particular no se utilizó el orificio mas proximal de la placa corta debido a que se posicionó ligeramente oblicua y no fue posible insertar el tornillo sin interferir con la placa contralateral; una de las desventajas de este tipo de cirugías con técnica menos invasiva es que no se puede visualizar la placa directamente y los elementos anatómicos a su alrededor. Para obtener la mejor alineación de los segmentos óseos y la mejor posición del material de osteosíntesis es importante entonces utilizar ayudas diagnosticas como radiología e idealmente fluoroscopia (Richardson, 2008b).

En las fracturas complicadas de huesos largos, las placas más largas son mejores porque aumentan la fuerza total de la reparación y disminuyen la concentración de esfuerzos en la región diafisaria (Richardson, 2008a). En este caso en particular no se contaba con material de osteosíntesis de mayor tamaño por lo que no fue posible abarcar el largo total del tercer metatarsiano.

Estudios recientes muestran que las fracturas cerradas tienen un 4.3% más de probabilidad de permanecer sin una infección y estos pacientes tienen un 4.95% más de posibilidad de que se les dé el alta del hospital que aquellos que sufren fractura abierta. Además, la reducción cerrada y fijación interna se asocia con una reducción de 2,5 veces en la tasa de infección postoperatoria y un 5,9 veces mayor oportunidad para el alta del hospital en comparación con la reducción abierta y fijación interna (Goodrich, 2006; Lopez & Markel, 2012).

Son complicaciones de presentación común en cirugías ortopédicas en los potros la laxitud de las estructuras ligamentosas y tendinosas que soportan el peso del equino y la infección. La laxitud se desarrolla posterior a la coaptación externa con yeso o yeso de transfijación. Dos puntos clave son reducir progresivamente la rigidez de la coaptación con vendas cada vez más delgadas y extensiones de talón simples, ambos pueden hacer una enorme diferencia (Richardson, 2008a; Watkins, 2012). En el caso no se tuvieron que realizar extensiones de talón pues la hiperextensión de la articulación metacarpo-falángica no fue severa.

Las correcciones con fijación interna corren un riesgo más elevado de desarrollar infección. La reducción cerrada y fijación interna se asocia con una reducción de 2,5 veces en la tasa de infección postoperatoria y un 5,9 veces mayor

oportunidad para el alta del hospital en comparación con la reducción abierta y fijación interna (Goodrich, 2006; Lopez & Markel, 2012).

Las infecciones en el sitio de la incisión quirúrgica también son comunes. *Staphylococcus aureus* es el patógeno musculo esquelético más común en humanos y animales, y ha sido reportado como el responsable del 19% de las infecciones ortopédicas en equinos. La adherencia bacteriana a material extraño en el tejido hace su eliminación más difícil así que todo material extraño representa una fuente potencial de infección (Adam & Southwood, 2006). En el caso clínico uno de los diagnósticos diferenciales fue la osteomielitis al presentar dos puntos radiolúcidos cerca a dos tornillos de la placa corta.

Conclusiones

El objetivo de toda fijación interna es llegar a proporcionar un implante óseo construido con la estabilidad y la resistencia adecuada para permitir la carga completa del miembro en el postoperatorio inmediato y en el caso tratado se logro este objetivo.

Cada paso del tratamiento, empezando inmediatamente después del incidente es crítico para mejorar las posibilidades de un resultado exitoso. Sin primeros auxilios y una inmovilización apropiados el pronóstico general puede ser pobre. Sin embargo si los primeros auxilios se realizan de manera adecuada las probabilidades de éxito en ocasiones pueden aumentar significativamente.

A pesar que la literatura recomienda realizar la técnica mínimamente preferiblemente con LCP, los resultados obtenidos con la LC-DCP fueron satisfactorios ya que el futuro atlético del caballo no se vio comprometido.

La osteosíntesis de fracturas óseas del tercer metacarpiano (McIII) y tercer metatarsiano (MtIII) en los caballos es un desafío quirúrgico y las complicaciones que rodea a la reparación son comunes.

Los estudios retrospectivos que evalúen la reparación quirúrgica, las complicaciones y los resultados son necesarios para aumentar los conocimientos y mejorar el éxito de la reparación de fracturas de huesos largos en el caballo

Bibliografía

- Adam, E. N., & Southwood, L. L. (2006). Surgical and traumatic wound infections, cellulitis, and myositis in horses. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 22(2), 335-361, viii. doi:10.1016/j.cveq.2006.04.003
- Auer, J. A. (2000). Metacarpal (-tarsal) shaft. En *AO Principles of Equine Osteosynthesis* (pp. 5-10). New York: Thieme.
- Baxter, G. M., & Turner, S. A. (2004). Enfermedades de los huesos y las estructuras relacionadas. En *ADAMS Claudicaciones en equinos* (5.^a ed., pp. 407-466). Buenos Aires: Intermedica.
- Bischofberger, A. S., Fürst, A., Auer, J., & Lischer, C. (2009). Surgical management of complete diaphyseal third metacarpal and metatarsal bone fractures: Clinical outcome in 10 mature horses and 11 foals. *Equine Veterinary Journal*, 41(5), 465–473. doi:10.2746/042516409X389388
- Bramlage, L. . (1996). First aid and transportation of fracture patients. En *Equine Fracture Repair* (pp. 36-342). Philadelphia: W. B. Saunders.
- Castillo Franz, C. A., Tobón Restrepo, M., Cano Benjumea, C. A., Mira Hernández, J., Suárez Ortega, A. P., & Vásquez Correa, E. M. (2011). Valores hematológicos en caballos criollos colombianos del Valle de Aburrá. Corporación Universitaria Lasallista. Recuperado a partir de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace//handle/10567/73>
- Clark-Price, S. C. (2013). Recovery of Horses from Anesthesia. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 29(1), 223-242. doi:10.1016/j.cveq.2012.11.001

- Clutton, R. E. (2010). Opioid analgesia in horses. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 26(3), 493-514. doi:10.1016/j.cveq.2010.07.002
- Eastman, T. G. (2007a). Fractures in Horses: The Good, The Bad, and The Ugly. *Des Moines Equine Veterinary Services*. Recuperado a partir de <http://desmoinesequinevet.wordpress.com/2011/07/05/fractures-in-horses-the-good-the-bad-and-the-ugly/>
- Eastman, T. G. (2007b). Fractures in Horses: The Good, The Bad, and The Ugly | Des Moines Equine Veterinary Services. Recuperado a partir de <http://desmoinesequinevet.wordpress.com/category/fractures-in-horses-the-good-the-bad-and-the-ugly/>
- Fackelman, G. E. (2000). Pre-and posoperative considerations. En *AO Principles of Equine Osteosynthesis* (pp. 27-33). Thieme.
- Fürst, A. E. (2012). Emergency treatment and transportation of equine fracture patients. En *Equin surgery* (4.^a ed., pp. 1015-1025). St. Louis, Missouri: Elsevier.
- Galuppo Larry. (2011, octubre). Emergency First Aid and Stabilization Techniques. *Center for Equine Health*, 29(3), 1-13.
- Goodrich, L. R. (2006). Osteomyelitis in Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 22(2), 389-417. doi:10.1016/j.cveq.2006.04.001
- Lescun, T. B., McClure, S. R., Ward, M. P., Downs, C., Wilson, D. A., Adams, S. B., ... Reinertson, E. L. (2007). Evaluation of transfixation casting for treatment of third metacarpal, third metatarsal, and phalangeal fractures in horses: 37

- cases (1994–2004). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 230(9), 1340-1349. doi:10.2460/javma.230.9.1340
- Lopez, M. J., & Markel, M. D. (2012). Bone biology and fracture healing. En *Equine surgery* (4.^a ed., pp. 1025-1040). St. Louis, Missouri: Elsevier.
- López-Sanromán, J., & Arco, M. V. del. (2012). Primeros auxilios e inmovilizaciones del caballo fracturado. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 6(2), 48-58. doi:-
- McClure, S. R., Watkins, J. P., Glickman, N. W., Hawkins, J. F., & Glickman, L. T. (1998). Retrospective Study of 25 Complete, Noncondylar, Third Metacarpal or Metatarsal Bone Fractures in Horses (1980-1996) (pp. 216-217). Presentado en Proceedings of the Annual Convention-American Association of Equine Practitioners. Recuperado a partir de <http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/1998/Mcclure2.pdf>
- Medina, L., Velásquez, C., & Figoli, M. (2011). Tratamiento de fractura transversa del hueso tercer metatarsiano en un potrillo mediante la técnica de fijación interna. *Revista Científica*, 21(2). Recuperado a partir de <http://revistas.luz.edu.ve/index.php/rc/article/view/7735>
- Méndez, A. J., & Ernst, N. . (2010). Tratamiento de urgencia y estabilizacion de fracturas en caballos. 2, 3, 213-225.
- Moses, V. S., & Bertone, A. L. (2002). Nonsteroidal anti-inflammatory drugs. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 18(1), 21-37. doi:10.1016/S0749-0739(01)00002-5

- Mudge, M. C., & Bramlage, L. R. (2007). Field Fracture Management. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 23(1), 117-133. doi:10.1016/j.cveq.2006.11.008
- Natalini, C. C. (2010). Spinal Anesthetics and Analgesics in the Horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 26(3), 551-564. doi:10.1016/j.cveq.2010.07.005
- Nixon, A. J. (1996a). General considerations in selecting cases for fracture repair. En *Equine Fracture Repair* (pp. 30-34). Philadelphia: W. B. Saunders.
- Nixon, A. J. (1996b). Perioperative considerations. En *Equine Fracture Repair* (pp. 30-34). Philadelphia: W. B. Saunders.
- Nunamaker, D. (2002). On bone and fracture treatment in the horse. Presentado en Proceedings of the 48th AAEP Annual Convention, Orlando, Florida. Recuperado a partir de <http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/2002/contents.pdf>
- Nunamaker, D. M. (2000). Basic principles of fracture treatment. En *AO Principles of Equine Osteosynthesis* (pp. 5-10). New York: Thieme.
- O'Brien, T., & Hunt, R. J. (2014). Recent Advances in Standing Equine Orthopedic Surgery. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 30(1), 221-237. doi:10.1016/j.cveq.2013.11.006
- Redden, R. F. (2004). Preventing laminitis in the contralateral limb of horses with nonweight-bearing lameness. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 3(1), 57-63. doi:10.1053/j.ctep.2004.07.005

- Ribota, F. (2010). Fracturas en metatarso en equinos. Resolución quirúrgica un caso clínico. REI Editorial. Recuperado a partir de http://www.reivet.com.ar/archivos/fracturas_distales_equinos._mar_10.pdf
- Richardson, D. W. (2008a). Complications of Orthopaedic Surgery in Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 24(3), 591-610. doi:10.1016/j.cveq.2008.11.001
- Richardson, D. W. (2008b). Less Invasive Techniques for Equine Fracture Repair and Arthrodesis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 24(1), 177-189. doi:10.1016/j.cveq.2007.11.004
- Rodgers, D. (2010). Internal fixation in foals (pp. 57-59). Presentado en ACVS Symposium Equine and Small Animal Proceedings, Washington. Recuperado a partir de <http://www.iknowledgenow.com/search.cfm?documentID=7819>
- Ruggles, A. J. (2011). Advances in the treatment of equine orthopedic injury. Presentado en Proceedings of the 17th Congress of the Italian Association of Equine Veterinarians, Montesilvano, Italia. Recuperado a partir de <http://www.ivis.org/proceedings/sive/2011/lectures/Ruggles4.pdf>
- Ruggles, A. J. (2012). Management of fracture of the forearm and digit in the foal. Presentado en ACVS Veterinary Symposium, Maryland, USA. Recuperado a partir de MANAGEMENT OF FRACTURES OF THE FOREARM AND DIGIT IN THE FOAL
- Valverde, A. (2010). Alpha-2 Agonists as Pain Therapy in Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 26(3), 515-532. doi:10.1016/j.cveq.2010.07.003

- Vázquez, F. J., Romero, A., & Rodellar, C. (2012). Medicina regenerativa: aplicación en la clínica equina. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 6(2), 38-47. doi:-
- Watkins, J. P. (2006). Etiology, Diagnosis, and Treatment of Long Bone Fractures in Foals. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 5(4), 296-308. doi:10.1053/j.ctep.2006.09.004
- Watkins, J. P. (2012). Principles of managing orthopedic injury in the foal. Presentado en AO Equine Masters Course – Management of Orthopedic Disorders in the Foal., La Jolla, California.