



Facultad de Veterinaria
Universidad de la República
Uruguay



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA

**“OSTEÍTIS SÉPTICA SECUNDARIA A UNA HERIDA ACCIDENTAL EN PLANTAR
DE NUDO DEL MIEMBRO POSTERIOR EN UN EQUINO”**

por

Br. Gastón Maximiliano PÉREZ FONTAINE

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias

Orientación: Medicina Veterinaria.

MODALIDAD: CASO CLÍNICO

MONTEVIDEO
URUGUAY
2021

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:



Presidente de mesa:

Dra. Daniela Izquierdo



Segundo miembro (Tutor):

Dra. María del Carmen Cuns



Tercer Miembro:

Dr. Dietrich Pizzigatti



Cuarto miembro (Co-Tutor):

Dr. Sebastián Romano Sanabria

Fecha: 02/09/2021

Autor:



Br. Gastón Pérez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar cabe mencionar una enorme gratitud con mi familia quienes además de demostrar su apoyo incondicional en todo momento de mi carrera, hicieron hasta lo imposible para que pudiera culminar esta etapa.

A mis tutores la Dra. María del Carmen Cuns y el Dr. Sebastián Romano, quienes me guiaron durante este proceso demostrando gran interés en el caso y compromiso con la elaboración de todos los pasos y/o requisitos para la culminación de este protocolo.

Al Dr. Nicholas Bimson, y Dra. Valentina Di Sevo quienes han sido grandes referentes y apoyo durante toda la carrera; demostrando gran interés en esta etapa de formación como profesional.

A los Dres. Sebastián Romano, Mateo Pardie y Camila Nan, grandes amigos y compañeros de trabajo en el que hemos formado un gran equipo.

Al Dr. Juan Manuel Scarsi, quien colaboro en el caso dejando a total disposición y sin ningún interés sus equipos de imagenología.

A los propietarios de “Fiona”, quienes confiaron plenamente en nuestro trabajo y siempre estuvieron presentes con todo lo que se necesitó.

Agradecer también a la Facultad de Veterinaria UDELAR, la que además de formarnos profesional y académicamente dejó grandes amistades y anécdotas inolvidables.

Agradecer al personal de la Biblioteca de la Facultad de Veterinaria por su disposición y ayuda.

1. LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.

Lista de tablas y cuadros

- **Tabla 1.** Prevalencia de los diferentes microorganismos etiológicos en las Infecciones ortopédicas de los caballos.....28
- **Tabla 2.** Resultados obtenidos del cultivo y antibiograma, de la muestra tomada con hisopo estéril de zonas profundas de la herida..... 46

Lista de figuras

- **Fig. 1.** Ilustración de los efectos biomecánicos de laceraciones tanto del TFS y TFP (A) y solo el TFS (B) en caballos con laceraciones del tendón flexor. Las flechas indican las fuerzas de distracción en los extremos del tendón, que cae en el menudillo y la elevación del dedo.....11
- **Fig. 2.** Soluciones de continuidad que presentaba la yegua al ingreso a facultad. Donde se puede apreciar que la herida involucra piel, subcutáneo, vaina digital sinovial y la sección del tendón flexor digital profundo 44
- **Fig. 3.** Colocación de vendaje y yeso con vendas de acrílico.....45
- **Fig. 4** Radiografías articulación metatarso falangiana Dorso-Plantar (izquierda) y Latero-Medial (derecha). Se puede observar áreas de radiolucidez ósea en los huesos sesamoideos proximales, estrechamiento del espacio articular.....47
- **Fig. 5.** Radiografías articulación metatarso falangiana Dorso-Plantar (izquierda) y Latero-Medial (derecha). 3 meses aprox. de ingreso al hospital.....49
- **Fig. 6.** Radiografías articulación metatarso falangiana Dorso-Plantar (izquierda) y Latero-Medial (derecha). 7 meses aprox. de ingreso al hospital..... 49
- **Fig. 7.** Colocación de herradura ortopédica con prolongación en plantar. Y vendaje Robert-Jones.....51
- **Fig. 8.** Colocación herradura asimétrica.....51
- **Fig. 9.** Radiografías articulación metatarso falangiana Dorso-Plantar (izquierda) y Latero-Medial (derecha). 18 meses aprox. del traumatismo.....52

2. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue relatar el caso clínico y su posterior evolución de un equino con osteítis séptica en los huesos sesamoideos proximales en el miembro posterior derecho debido a una herida traumática. El paciente, una yegua tordilla, raza Pura Sangre de Carrera, de 8 años de edad, de actividad deportiva; fue admitida en el Centro Hospital Veterinario de la Facultad de Veterinaria en el año 2020, presentando una herida en plantar de la articulación metatarso falángica del miembro posterior derecho, producto de un traumatismo al realizar ejercicios de natación en un arroyo. En la evaluación clínica se determinó una herida con sección del tendón flexor digital superficial y profundo, evolucionando a tendosinovitis y artritis séptica con posterior osteítis séptica de los huesos sesamoideos proximales como complicación. El tratamiento consistió en un abordaje multimodal, con el propósito de controlar la infección y contaminación de la herida, su reparación y analgesia. Debido al tratamiento agresivo instaurado posterior a diagnosticar osteítis séptica el paciente evolucionó favorablemente disminuyendo el grado de dolor y claudicación, observándose en posteriores controles radiográficos infección ósea controlada y en proceso de remodelación ósea con anquilosis de la articulación metatarso falangiana; lo cual fue beneficioso en este caso debido a la disrupción del aparato de sostén del nudo.

2.2 SUMMARY

The objective of this work was to report the clinical case and its subsequent evolution of a horse with septic osteitis in the proximal sesamoid bones in a hind limb due to a traumatic injury. The patient, an 8-year-old Thoroughbred race mare, from a sporting activity; who was admitted to the Veterinary Hospital Center of the Veterinary School in 2020, presenting a plantar wound of the phalangeal metatarsal joint of the right hind limb, product of a trauma when performing swimming exercises in a stream. In the clinical evaluation, a wound with a section of the superficial and deep digital flexor tendon was determined, evolving to tendosynovitis and septic arthritis with subsequent septic osteitis of the proximal sesamoid bones as a complication. The treatment consisted of a multimodal approach, with the purpose of controlling the infection and contamination of the wound, its repair and analgesia. Due to the aggressive treatment established after diagnosing septic osteitis, the patient evolves favorably, decreasing the degree of pain and claudication, observing in subsequent radiographic controls controlled bone infection and in the process of bone remodeling with ankylosis of the metatarsal phalangeal joint; which was beneficial in this case due to the disruption of the knot support apparatus.

3. INTRODUCCIÓN

Los caballos parecen estar predispuestos a grandes lesiones traumáticas en cualquier parte del cuerpo, principalmente en las extremidades; siendo los miembros posteriores los que más se lesionan (Baxter, 2004). Dentro de estas lesiones, las heridas son la emergencia más común que enfrentan los veterinarios en la práctica equina (Clodagh, 2009). Un 60% de ellas afectan la parte distal del miembro, presentando más problemas que otras ya que por su proximidad con el suelo la probabilidad de contaminarse e infectarse es mayor. Otro factor importante es la alta probabilidad que se vean involucradas estructuras vitales como articulaciones, vainas sinoviales, ligamentos y tendones, esto debido a que numerosas estructuras musculoesqueléticas para la carga del peso y/o locomoción son relativamente superficiales en esta zona, y por lo tanto susceptibles de sufrir daños (Schummacher y Stashak, 2017).

Las infecciones sinoviales asociadas con heridas pueden involucrar cualquier articulación, vaina tendinosa o bolsa. Sin embargo, esas estructuras de la extremidad distal (incluyendo el carpo y el tarso) son las más comúnmente involucradas (Joyce, 2007). Estas frecuentemente causan artritis séptica, pudiendo llegar a producir discapacidad permanente (Gibson et al. 1989). Las heridas en la región de la articulación metacarpo/tarso falángica generalmente son causadas por atrapamiento entre objetos (metales, alambre, cercas de madera, puertas de tráilers, etc.) acompañado de trauma vascular provocando necrosis de tejidos y su posterior infección. Estas heridas generalmente involucran piel y tejidos blandos adyacentes; y dependiendo de la fuerza del trauma puede llegar a involucrar el hueso (Schummacher y Stashak, 2017). Su diagnóstico temprano y tratamiento agresivo es importante para prevenir las consecuencias negativas que las acompañan (Gibson et al. 1989).

Estas lesiones traumáticas generalmente involucran solo una estructura sinovial única, pero las heridas grandes particularmente de la región del pie pueden contaminar múltiples estructuras sinoviales. Las infecciones sinoviales pueden ser monomicrobianas o polimicrobianas, según el tipo de herida, la causa de la lesión y la duración de la lesión. La mayoría son polimicrobianas con bacterias ambientales como las enterobacterias Gram negativas, y Gram positivos como estreptococos y estafilococos comúnmente asociados con este tipo de infecciones. Aunque se pueden identificar anaerobios y cepas resistentes de *Staphylococcus aureus*, son mucho menos comunes que los que se ven con infecciones óseas o sinoviales. Si se trata adecuadamente, las heridas sinoviales agudas (6-8 horas) solo contaminan la estructura sinovial sin desarrollar una infección verdadera. Sin embargo, una infección sinovial puede desarrollarse rápidamente sin tratamiento y cualquier herida que afecte una estructura sinovial mayor de 6 a 8 horas debe considerarse que tiene una infección sinovial establecida (lesiones crónicas). En muchos casos, la gravedad de estas heridas aumenta debido al retraso en el diagnóstico y tratamiento adecuados de la infección (Baxter, 2004).

La osteomielitis es una secuela frecuente producto de las heridas que tienen una cobertura limitada de tejidos blandos (Swinebroad et al., 2003). Es causada por

bacterias que entran a la cavidad medular, por vía hematógena, inoculación directa o por extensión desde los tejidos blandos adyacentes, provocando un proceso inflamatorio acompañado por destrucción ósea (Carek, Dickerson y Sackier, 2001; Goodrich, 2006). La infección puede limitarse a una sola porción de hueso o puede involucrar varias regiones, como la médula, la corteza, el periostio y el tejido blando circundante, además de las estructuras sinoviales en los extremos del hueso. Si solo el hueso está infectado, se clasifica como osteítis, y si está involucrada la médula ósea, se denomina correctamente osteomielitis (Goodrich, 2006).

Las infecciones hematógenas se ven casi exclusivamente en los potros como resultado de la sepsis y, con mayor frecuencia, ocurren en una articulación, epífisis o fisis. Las infecciones traumáticas suelen ser secundarias a una herida por laceración o punción y pueden infectar el hueso, la articulación, o vaina del tendón. Finalmente, las infecciones iatrogénicas suelen ser secundarias a procedimientos quirúrgicos con o sin implantes. La osteomielitis asociada con implantes presenta los mayores desafíos de tratamiento (Goodrich, 2006).

Los factores etiológicos para la osteítis de los huesos sesamoideos son multifactoriales, con implicaciones vasculares, infecciosas y traumáticas, dividiéndose en causas no sépticas y sépticas. Esta patología es aparentemente rara en caballos, se sospecha que se puede desarrollar la afección como resultado de la sepsis de la articulación metacarpofalángica o metatarsofalángica o de la vaina sinovial digital (Dabareiner, Watkins, Carter, Honnas y Eastman, 2001).

Los hallazgos clínicos pueden variar según la gravedad o la duración de la infección. El caballo puede comenzar con una claudicación que puede empeorar rápidamente. La inflamación local a menudo aparece en el área de una herida o incisión quirúrgica. Además, generalmente se puede provocar una respuesta dolorosa a la palpación digital. La artritis séptica u/y osteomielitis casi siempre se asocia con claudicación moderada a severa (Goodrich y Nixon, 2004); por lo que se debe realizar un buen examen físico, prestando especial atención al área de interés para determinar si el calor, el dolor o la inflamación acompañan a la claudicación (Goodrich, 2006).

Muchas técnicas de imagen están disponibles para diagnosticar osteomielitis. El diagnóstico radiográfico sigue siendo la modalidad más utilizada para determinar su existencia. Aunque la radiología puede ser algo insensible a los cambios óseos que ocurren temprano en el proceso de la osteomielitis. La infección debe causar una desmineralización ósea del 50% al 70% para observar la lisis ósea en radiografías simples. Además, esta cantidad de pérdida ósea puede tardar hasta 21 días en detectarse (Goodrich, 2006).

Las infecciones de heridas que involucran e invaden los huesos pueden ser casos muy desafiantes, requiriendo para su tratamiento un enfoque multifacético y una terapia prolongada para un resultado positivo (Orsini, 2017).

La terapia sistémica tradicional para la osteomielitis involucra medicamentos antimicrobianos apropiados, junto con la mejora del ambiente de la herida. Los antimicrobianos sistémicos solos son a menudo ineficaces para tratar caballos con osteomielitis severa o crónica o infecciones sinoviales (Baxter, 1996). Sin embargo,

los antimicrobianos de amplio espectro como la penicilina y gentamicina deben usarse como profilaxis antes de la cirugía ortopédica o para tratar la osteomielitis hasta que se conozcan los resultados del cultivo y los patrones de sensibilidad. Los beneficios de la combinación son proporcionar un amplio espectro de actividad, no es prohibitivo y tiene efectos secundarios mínimos (DiPiro, Bivins, Record, Bell y Griffen, 1983). El uso de la perfusión regional de antimicrobianos en las extremidades de los caballos ha demostrado ser una ruta efectiva, accesible y conveniente (Goodrich, 2006).

El pronóstico para caballos con infecciones óseas ha mejorado sustancialmente con el uso rutinario de terapia local intensiva. Pero el costo del tratamiento es enorme, y aún puede haber consecuencias adversas significativas a largo plazo para un caballo, incluso con una resolución clínica exitosa de la infección (Richardson y Stewart, 2019).

Es por todo lo anteriormente citado, que tomamos la decisión de realizar este relato de caso que involucró el tratamiento no solo de la herida ocasionada en la región del nudo si no todas sus complicaciones, permitiendo resaltar la importancia de un tratamiento rápido y agresivo de los pacientes con el fin de lograr una recuperación funcional a largo plazo.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. HERIDAS

La piel es el órgano más grande del cuerpo y está compuesto por la dermis y epidermis. Los folículos pilosos, las glándulas sudoríparas y sebáceas, los vasos sanguíneos y linfáticos, y los nervios se encuentran incorporados a la dermis, la que nutre a la epidermis. Las funciones de la piel incluyen: proveer una barrera contra los microorganismos, mantener los líquidos corporales, proteger contra la radiación solar, termorregulación y proteger las estructuras subyacentes. Esta última función es muy importante en los caballos, para prevenir las lesiones hacia tendones, ligamentos y articulaciones en la porción distal de las extremidades (Barbet, 1998).

Un traumatismo en la extremidad distal tiene el potencial de interferir con la función del animal o incluso amenazar su vida. En efecto, numerosas estructuras musculoesqueléticas para la carga del peso y/o locomoción son relativamente superficiales en esta zona, y por lo tanto susceptibles de sufrir daños (Stashak, 2007). Esta predisposición se relaciona con la naturaleza del animal, el hábitat en el que reside y con el hecho que cuando se asustan, la mayoría de los caballos realizan movimientos súbitos sin tener en cuenta el ambiente que los rodea (Barbet, 1998).

Una herida es una solución de continuidad de tegumentos (piel y mucosas), producida por un agente traumático que actúa sobre los tejidos venciendo su resistencia y repara en tiempos normales. Existen varios métodos para clasificarlas, pudiendo basarse en su grado de contaminación, localización, profundidad o planos que afecta. La predisposición de las heridas a cicatrizar y la terapéutica por emplear dependen de estos factores (Baxter, 1998).

La mayor parte de las heridas traumáticas en los caballos se encuentra dentro del grupo de las contaminadas o infectadas. La clasificación basada en el grado de contaminación las divide en heridas quirúrgicas y heridas traumáticas. De acuerdo a lo antedicho se puede hablar de heridas limpias, limpias-contaminadas, contaminadas o infectadas y sucias, según el tiempo que transcurre desde que se produce la herida hasta que la vemos. La clasificación según la localización de las heridas es muy útil en los caballos porque la cicatrización está muy influenciada por la misma. En general, las heridas en la cara y el cuello cicatrizan mejor que las ubicadas en el tronco, pero, a su vez, estas cicatrizan más rápido que las de las extremidades. De acuerdo a los planos que afecta podemos clasificarlas en superficiales, aquellas que solo atraviesan la piel y tejido subcutáneo; profundas, las que atraviesan hasta músculo y aponeurosis; penetrantes, aquellas que ingresan a alguna cavidad, como pueden ser las articulaciones; y perforantes, generalmente producidas por armas de fuego, que son las que atraviesan el cuerpo. En relación al objeto que las produce, los distintos tipos de heridas incluyen: incisiones, laceraciones, avulsiones y heridas punzantes. Las incisiones son producidas por objetos incisos o cortantes, como pueden ser hojas de bisturí, vidrios o metal. Un punto importante a considerar en estas heridas es la profundidad de la incisión, y si las estructuras subyacentes, como tendones y cápsulas articulares, se encuentran comprometidas. Las laceraciones son las heridas más

comunes en los caballos y clásicamente se deben a alambres, puertas de metal, mordeduras o cualquier objeto cortante. A menudo, los bordes de la herida son irregulares y los tejidos blandos adyacentes están muy traumatizados. A causa de la naturaleza de la lesión y el hábitat del caballo, todas las laceraciones son contaminadas y deben considerarse potencialmente infectadas. En las avulsiones los tejidos blandos han sido “arrancados”. En general, son heridas traumáticas de gran energía que producen un extenso daño en los tejidos blandos y daño secundario a los tendones y hueso subyacente en la porción distal de las extremidades. La formación de secuestros es muy probable en estos casos. Y por último, las heridas punzantes que son el resultado de objetos aguzados que penetran en los tejidos a una profundidad variable, con mínimo daño superficial. Son producidas por objetos tales como agujas, clavos y astillas, y suelen ocurrir en el pie o en la porción distal del miembro (Baxter, 1998).

En la cara palmar de la extremidad hacia distal corren los tendones de los músculos flexores digitales superficial y profundo. De seccionarse solo el tendón digital superficial, clínicamente se aprecia el descenso del nudo. Si además de seccionarse el superficial conjuntamente se secciona el tendón profundo se observa no solo el descenso del nudo sino también que muestra la suela. Craneal a los tendones de los músculos flexores superficial y profundo, se encuentra el ligamento suspensor del nudo. Si sumado a la sección de los dos flexores se agrega la de dicho ligamento, el equino descenderá el nudo de manera tal que el mismo contacta con el suelo (Stashak, 2007) (Figura 1).

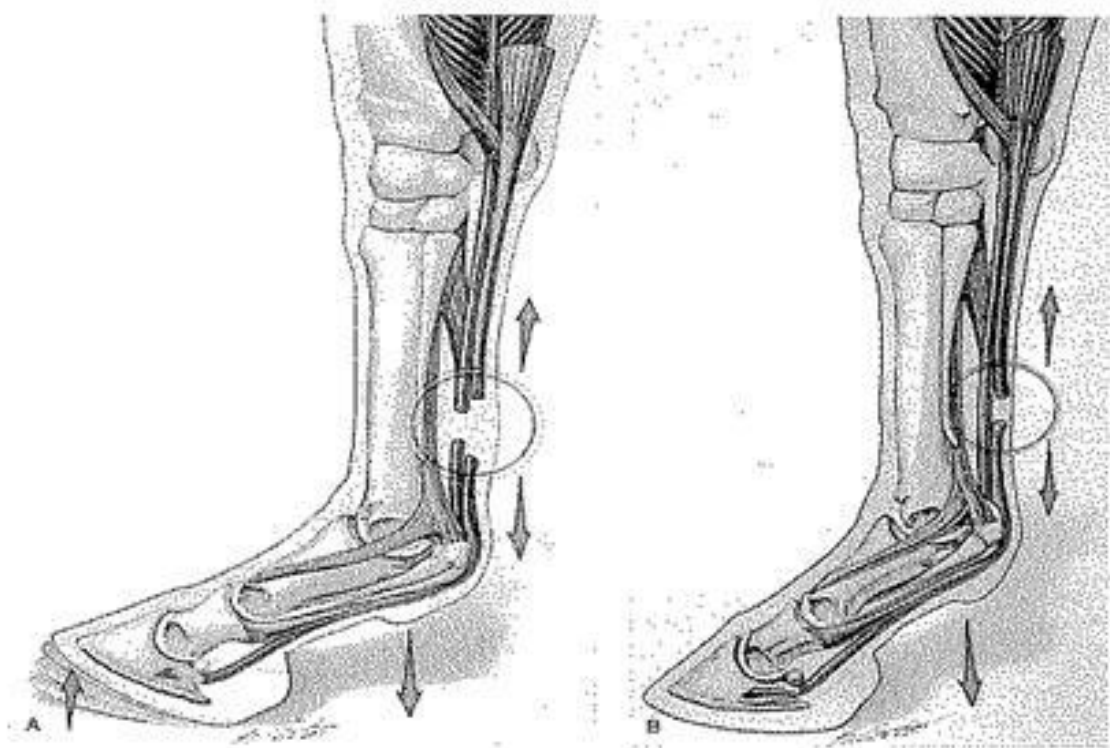


Fig. 1. Ilustración de los efectos biomecánicos de laceraciones tanto del TFS y TFP (A) y solo el TFS (B) en caballos con laceraciones del tendón flexor. Las flechas indican las fuerzas de distracción en los extremos del tendón, que cae en el menudillo y la elevación del dedo. (Fuente: Stashak, 2007).

Con frecuencia se desarrollan infecciones a causa de heridas perforantes, laceraciones u otras formas de traumas (Baxter, 1998). Las heridas afectan la parte distal del miembro con frecuencia presentan más problemas que otras ya que por su proximidad con el suelo la probabilidad de contaminarse e infectarse es mayor. Es altamente probable que una herida distal de miembro involucre estructuras vitales como articulaciones, vainas sinoviales, ligamentos y tendones (Schummacher y Stashak, 2017); y cuando penetran las articulaciones frecuentemente causan artritis séptica (Gibson et al., 1989). Las heridas en la región de la articulación metacarpo / tarso falangiana generalmente son causadas por atrapamiento entre objetos (metales, alambre, cercas de madera, puertas de tráilers, etc.) acompañado de trauma vascular provocando necrosis de tejidos y su posterior infección. Generalmente involucran piel y tejidos blandos adyacentes; y dependiendo de la fuerza del trauma puede llegar a involucrar el hueso (Schummacher y Stashak, 2017).

El objetivo primario del tratamiento de heridas es minimizar la contaminación mediante la asepsia: limpiar, desbridar la herida y realizar tricotomía; evaluar el compromiso de estructuras anatómicas mayores en el área afectada y formular un plan para el manejo adecuado de la herida. La misma se debe proteger de la contaminación adicional. El lavado de la herida ayuda a remover los detritos y a reducir las bacterias. El éxito del lavado depende del volumen y la presión de la solución utilizada, siendo 15 - 30 psi la presión recomendada. El fluido de lavado ideal es la solución fisiológica estéril, debido a que es no irritante, e isotónica; y a la misma se le pueden agregar agentes antimicrobianos para reducir el conteo bacteriano como por ejemplo la povidona iodada o clorhexidina (Blackford, 2005).

El desbridamiento quirúrgico estéril se realiza para remover material extraño y tejido desvitalizado, es uno de los aspectos más importantes en el manejo de las heridas. La herida debe ser lavada continuamente durante el proceso. Este tratamiento puede variar en función del tipo y localización de la herida, tejidos y estructuras afectadas, tiempo de evolución de la misma, entre otros factores (Blackford, 2005).

4.2. INFECCIONES MÚSCULO ESQUELETICAS

Dentro de las alteraciones del sistema musculo esquelético en los equinos, los procesos infecciosos representan un problema clínico serio con consecuencias como la claudicación crónica la pérdida de funcionalidad del caballo o, en ocasiones, la muerte del animal (Schneider et al., 1992).

Debido a las características anatómo-funcionales de los caballos y al fin deportivo a que actualmente son destinados, estos procesos se localizan con frecuencia en la parte distal de las extremidades (Schummacher y Stashak, 2017).

En función de la estructura anatómica a la que afectan, las infecciones ortopédicas se pueden clasificar de la siguiente forma:

1. Si afectan a otras estructuras del sistema musculo esquelético.
 - a. Miosítis infecciosa o séptica: infección del tejido muscular.
 - b. Tendinítis infecciosa o séptica: infección de estructuras tendinosas.
 - c. Desmítis infecciosa o séptica: infección de estructuras ligamentosas.
2. Si afectan a una estructura sinovial: sinovitis infecciosa o séptica.
 - a. Artritis infecciosa o séptica: infección de una articulación.
 - b. Tenosinovítis infecciosa o séptica: infección de una vaina tendinosa.
 - c. Bursítis infecciosa o séptica: infección de una bolsa sinovial.
3. Si afectan a hueso.
 - a. Osteítis infecciosa o séptica: sólo el hueso cortical está afectado.
 - b. Osteomielítis infecciosa o séptica: tanto el hueso cortical como la médula ósea están afectados.

4.2.1. INFECCIONES MÚSCULO TENDINOSAS

Hasta donde se sabe, solo hay un reporte, de casos registrados de infección primaria del tendón, no asociada con sepsis sinovial, herida penetrante identificable o cuerpo extraño. La etiopatogenia de las lesiones en esta serie de casos es desconocida, estos casos se caracterizaron por un inicio agudo, claudicación severa, dolor severo a la palpación de la extremidad y progresión muy rápida de las lesiones ecográficas, no compatibles con la tendinitis típica (Kidd, Dyson y Barr, 2002).

La ruptura tendinosa secundaria a tenosinovitis séptica, ya fue descrita en dos casos, donde los autores presumieron que se debía a la degradación enzimática de las fibras tendinosas por bacterias y células inflamatorias (Honnas, Welch y Ford, 1992). Stashak (1987) describió la digestión de la sustancia tendinosa por enzimas lisosomales y la posterior ruptura del tendón como secuela de la tenosinovitis séptica no tratada, pero no describió las lesiones centrales infectadas.

Se han descrito infecciones de tendones en pacientes humanos, pero no se mencionaron las lesiones centrales asociadas (Feibel, Jackson, Lineweaver y Buncke, 1993; Webb, Hodgood, Meredith y Gristina, 1987). También se han reportado tendones infectados en el ganado bovino, aunque, entre los autores, la diferencia entre la infección de los tendones y la infección de la vaina del tendón es algo indistinta, ya que la tendosinovitis séptica se usa para describir las infecciones de ambos tendones y vainas (Greenough, MacCallum y Weaver, 1972).

4.2.2. INFECCIONES SINOVIALES

Los huesos se relacionan unos con otros en las articulaciones, algunas de las cuales están diseñadas para unir hueso firmemente y otras para permitir el movimiento libre. Las articulaciones son estructuras esenciales en el desplazamiento de cualquier animal, de especial importancia en los equinos. Su estructura e integridad física son la base de su normal funcionamiento. La estructura articular está bien adaptada para soportar el peso corporal. El sistema de clasificación actual reconoce tres categorías principales: articulaciones fibrosas, en las cuales los huesos están unidos por tejidos conectivos densos; articulaciones cartilaginosas, en las cuales los huesos están unidos por cartílago; y articulaciones sinoviales, en las cuales existe una cavidad llena de líquido entre los huesos. La mayoría de las articulaciones fibrosas y cartilaginosas son relativamente inmóviles o incluso rígidas. En contraste la mayoría de las articulaciones sinoviales son móviles (Dyce, Sack y Wensing, 2012).

Los límites de la cavidad articular están dados por un delicado tejido conectivo, la membrana sinovial, la cual se encuentra inserta en la periferia de las superficies articulares revestidas de capas delgadas de cartílago. Además, en la mayoría de las articulaciones sinoviales, la membrana sinovial está reforzada externamente por una cápsula fibrosa, y bandas fibrosas adicionales (ligamentos) están colocadas estratégicamente para unir los huesos y restringir el movimiento a las direcciones y extensiones requeridas. La superficie articular está revestida de cartílago articular, que es generalmente hialino, aunque a veces éste es sustituido por fibrocartílago o incluso tejido fibroso denso. El cartílago articular es insensible y avascular, y dicha insensibilidad explica porque las lesiones articulares pueden progresar antes que el paciente manifieste signos de dolor. Al ser avascular, el cartílago se nutre por difusión a través de la sinovia dentro de la cavidad articular, vasos sanguíneos de los tejidos peri cartilaginosos y vasos en los espacios medulares subyacentes. Dicha difusión es posible debido a la porosidad de la matriz cartilaginosa, la que absorbe y libera sinovia a medida que el cartílago se relaja y comprime durante los movimientos de la articulación. El cartílago es el componente de la articulación que permite la adaptación a cambios de presiones y amortigua las fuerzas compresivas a las que está sometido. Estas funciones se relacionan con las características de las macromoléculas, colágeno y proteoglicanos que constituyen la matriz extracelular del cartílago (Dyce et al., 2012).

Cualquier lesión que genere una infección próxima a una articulación puede desarrollar artritis séptica, la cual es el problema más grave encontrado en una articulación del caballo. Puede provocar una rápida destrucción del cartílago con pérdida irreversible de la superficie articular en el momento de la presentación. A su vez, se debe considerar el grado de movilidad de la articulación afectada, debido a que las articulaciones de alta movilidad presentan un peor pronóstico. Un animal que presente los signos clínicos característicos de una artritis séptica, principalmente claudicación grave, calor y dolor local, sumado a antecedentes de una herida, inyección o cirugía articular, nos estaría guiando hacia esta afección (Stashak, 2004).

Las infecciones de las vainas sinoviales comparten la mayor parte de las características epidemiológicas y etiológicas que las artritis sépticas. La principal diferencia fisiopatológica viene determinada por la ausencia de cartílago articular. La degeneración de éste representa una de las consecuencias más importantes de la infección articular, fenómeno que no se observa en el resto de estructuras sinoviales. Sin embargo, otros fenómenos como la fibrosis y la formación de adherencias a estructuras importantes como los tendones, suponen consecuencias de gran importancia (Honnas et al., 1992; Hardy, Bertone y Malemud, 1998).

Representa una enfermedad grave, de evolución rápida, que produce una rápida destrucción del cartílago articular y si afecta al tejido óseo (osteomielitis) subcondral, puede originar una pérdida irreparable de superficie articular (Goldenberg, 1998; Patti et al., 1994). La invasión de la cavidad articular, bien por vía hematógena, externa o iatrogénica, por microorganismos inicia una reacción articular; la colonización bacteriana causa la reacción inflamatoria más severa que ha sido descrita en una articulación (Bertone, 1996).

La inflamación puede variar desde cambios leves con infiltración celular hasta necrosis de la membrana sinovial y una extensa formación de exudado fibrino-purulento. La lesión vascular de la membrana sinovial, la necrosis y formación de pannus dan lugar a una importante disfunción de la articulación. De igual o mayor importancia es la liberación de mediadores potencialmente destructivos del cartílago articular (Stashak, 2004). La respuesta inflamatoria aguda que se observa en la mayoría de los casos de artritis séptica ocurre cuando el huésped reconoce al organismo como extraño e inicia la quimiotaxis de células inflamatorias, la mayoría neutrófilos, para eliminar la infección. Los neutrófilos son células que pueden eliminar las bacterias intracelularmente, así como también extracelularmente a través de la liberación de enzimas destructivas, que son liberadas luego de la muerte de los mismos, como son lisozimas, elastasas, catepsina G, gelatinasa y colagenasa (McIlwraith y Trotter, 1996).

Muchos mediadores inespecíficos de la inflamación entran a la cavidad articular debido a la disrupción de la barrera sinoviosanguínea y activan los sistemas de quininas, coagulación, complemento y fibrinolíticos; y contribuyen a la cascada de eventos que amplifican la inflamación y activan los sinoviocitos y condrocitos. Específicamente en el caballo la activación de neutrófilos con endotoxinas, demostró ser la mayor fuente de liberación de enzimas colagenasas y caseinasas, tanto en forma latentes como activadas. Con la activación de los sinoviocitos y neutrófilos, muchos mediadores inflamatorios activan subsecuentemente a los condrocitos, como la IL 1, factor de necrosis tumoral (TNF) y radicales libres. Los condrocitos responden así con la liberación de metaloproteinasas (MMP) de su propia matriz (estromalisina, colagenasa, gelatinasa) y disminución de la síntesis de proteoglicanos, con efecto catabólico en el cartílago (McIlwraith y Trotter, 1996).

La efusión articular, los niveles intra-articulares de fibrina y la biomecánica alterada del cartílago asociados con manifestaciones clínicas patológicas de la infección articular contribuyen a la patofisiología de la enfermedad articular. Debido a que la

nutrición del cartílago articular ocurre a través del líquido sinovial, la acumulación de fibrina en la superficie de la membrana sinovial y en el espacio intra-articular puede impedir dicho intercambio, particularmente de proteínas de alto peso molecular. A su vez, la fibrina provee un medio propicio para el crecimiento bacteriano y puede facilitar su adhesión a la membrana sinovial. La fibrina es producida en altas cantidades en la artritis séptica y puede permanecer por más de seis semanas si no se remueve (McIlwraith y Trotter, 1996).

El grado o la magnitud con que una articulación responde al estímulo bacteriano dependen del hospedador, del número de bacterias y de la virulencia de las mismas. En condiciones normales, la membrana sinovial es capaz de eliminar un número elevado de bacterias; en cambio, cuando el número es excesivo, el microorganismo es excesivamente virulento, o los mecanismos defensivos de la membrana sinovial están disminuidos, se produce la infección. La rapidez y facilidad con que el microorganismo es capaz de colonizar los tejidos y la habilidad del mismo para liberar toxinas y enzimas extracelulares definen su patogenicidad y virulencia (Hardy, Bertone y Malemud, 1993; McIlwraith y Trotter, 1996). Estos mismos factores, junto con el grado y la duración de la inflamación articular y la existencia de enfermedad articular previa, van a determinar el grado de destrucción articular y la respuesta al tratamiento (Goldenberg, 1998; Saraux et al., 1997). En este último caso, las características de la terapia instaurada y el período de tiempo transcurrido desde la instauración de la infección hasta el comienzo del tratamiento también son importantes (Gibson et al., 1989).

Diagnóstico y Tratamiento

En el caso de la artritis infecciosa, las causas más comunes en los caballos son: herida articular (24%), inyección articular previa (22%), infección postquirúrgica (13%), origen hematógeno (17 a 34%) y causas idiopáticas (6%) (Meijer, Van Weeren y Rijkenhuizen., 2000; Schneider et al., 1992). La incidencia de infección varía para cada articulación, siendo la articulación tarsocrural la más afectada (34%), seguida por la metacarpofalángica (20%), el carpo (18%) y la femorotibiorrotuliana (9%) (Schneider et al., 1992).

En la articulación metacarpo/tarso falángica la mayor causa de artritis séptica es por heridas, el carpo la más afectada por infección postquirúrgica y el tarso la más afectada por infección intrasinovial (Schneider et al., 1992). La infección de más de una articulación (poli artritis infecciosa) se sitúa alrededor del 15% de todos los casos de artritis sépticas en personas y del 20% en caballos (Schneider et al., 1992; Dubost et al., 1993). En los caballos adultos la incidencia se reduce al 1,5% siendo la mayoría de las veces procesos mono articulares; mientras que en los potros, representa el 50% de todas las artritis sépticas (Dubost et al., 1993; Firth, 1983; Platt, 1977; Schneider et al., 1992). En los caballos adultos, las causas principales son la inoculación iatrogénica de bacterias por artrocentesis (19,84-22%), por cirugía intrasinovial (19,8-22%) y heridas (36,5-55,5%) (Meijer et al., 2000; Schneider et al., 1992); en cambio,

en los potros, el origen más frecuente es la diseminación hematógica (Firth et al., 1980; Martens, Auer y Carter, 1986).

Si bien existen métodos de diagnóstico por imagen tales como la ultrasonografía, radiografía, artroscopia diagnóstica, resonancia magnética y centellografía nuclear; para el diagnóstico de la artritis séptica los parámetros más útiles son los conteos de células nucleadas, diferenciación celular y total de proteínas, aunque la evaluación macroscópica del líquido sinovial puede ser informativa. Por ello, es de suma importancia realizar la colecta de líquido sinovial y analizarlo cuando se sospecha de la existencia de una artritis séptica. En lo posible, antes de comenzar el tratamiento deberá cultivarse una muestra del líquido articular; si hay desarrollo bacteriano, está indicado hacer una prueba de sensibilidad, para determinar cuál será el antibiótico más adecuado a usar en el tratamiento (Stashak, 2004).

A pesar de lo antedicho, es bastante frecuente que la infección no pueda probarse por medio de cultivo, aunque la articulación presente todos los signos de artritis séptica; tales como calor, dolor, deformación y claudicación manifiesta. En estos casos, sea cual sea el resultado del cultivo, se debe instaurar una antibioticoterapia de amplio espectro preferentemente bactericida. Las combinaciones más comúnmente usadas incluyen penicilina con un aminoglucósido o una cefalosporina de tercera generación como ceftiofur sódico o cefotaxime; también se recomienda el uso de gentamicina o amikacina en etapas iniciales como combinación terapéutica inicial. La administración sistémica de drogas antimicrobianas de amplio espectro debe ser combinada con la aplicación local de agentes antimicrobianos. La droga debe tener excelente difusión en la articulación. La mayoría de las drogas antimicrobianas penetran la sinovial en concentraciones terapéuticas cuando son administradas sistemáticamente a las dosis recomendadas (Ross y Dyson, 2011).

Dentro de las terapias locales se incluyen la infusión directa en la articulación de drogas antimicrobianas, como gentamicina, amikacina, penicilina sódica, cefazolin, ceftiofur sódico. La inyección de la droga antimicrobiana al término del lavado articular es probablemente más eficiente. Uno de los métodos más prácticos para mantener la lenta y efectiva liberación de agentes antimicrobianos en articulaciones o huesos infectados es el uso de biomateriales impregnados en antimicrobianos como polimetilmetacrilato asociado con un aminoglucósido como amikacina o gentamicina, o cefazolin. Otro método es la perfusión regional que puede ser usada para liberar concentraciones terapéuticas de los agentes antimicrobianos en una región seleccionada del miembro, usualmente utilizando el sistema venoso para la administración de las drogas en caballos bajo anestesia o sedados, aunque también se puede usar la vía intraósea. En cualquiera de las vías se aplica un torniquete es aplicado proximal a la articulación o hueso infectado por aproximadamente treinta minutos. La ventaja de esta técnica es que se pueden repetir las inyecciones diariamente y la distribución alcanza a todo el miembro incluyendo el hueso. Las limitantes incluyen el desarrollo de vasculitis, la dificultad de identificar la vena, la incomodidad del torniquete e infusión de la droga (Ross y Dyson, 2011).

El lavado y drenaje articular son vitales para el manejo efectivo de la artritis infecciosa. Este puede ser realizado a través de la irrigación tidal (inyectar y aspirar), lavado articular, artroscopia y lavado, artrotomía abierta o drenaje de succión cerrada, estos últimos dos a menudo precedidos de artroscopia. La artroscopia ofrece como ventaja la posibilidad del desbridamiento quirúrgico de la articulación y una mayor visualización de la misma, el lavado copioso y la inspección del cartílago articular, así como la sinovectomía selectiva. La artrotomía abierta o el drenaje de succión cerrada permiten la remoción continua del líquido sinovial infectado, la descompresión articular y mantienen una vía para el lavado postoperatorio diario y la inyección de antibióticos intraarticulares. Usualmente, la artrotomía sana sin complicación y con mínima formación de cicatriz. Con infección continua la artrotomía permanecerá abierta y puede desarrollar excesiva granulación o tejido fibroso; pero ésta complicación también puede ocurrir con otros métodos de drenaje crónico (McIlwraith y Trotter, 1996).

Luego del desbridamiento, lavado y el establecimiento del drenaje, independientemente del método elegido, se debe hacer un último lavado con solución fisiológica estéril y administrar terapia antimicrobiana local diariamente, usualmente por 3 días. Si la mejora clínica es dramática, el lavado siguiente es opcional pero la inyección antimicrobiana local debe continuar por tres días. Se debe hacer un examen exhaustivo del animal evaluándolo clínicamente y a través del conteo de células nucleadas del líquido sinovial (Ross y Dyson, 2011).

La terapia intraarticular directa es también una modalidad relativamente reciente que debe considerarse seriamente como una alternativa en las infecciones sinoviales y se ha demostrado en algunos estudios que produce concentraciones en el hueso adyacente que son comparables a las obtenidas por perfusión regional (Lescun, Ward y Adams, 2006; Werner, Hardy y Bertone, 2003).

Se ha demostrado que la terapia intraarticular produce Concentración Inhibitoria Mínima (MIC) elevadas para medicamentos aminoglucósidos, eliminan eficazmente la infección en condiciones experimentales, y también puede resultar en una menor fuga del fármaco a la circulación sistémica. También se ha demostrado que los estudios clínicos que utilizan infusión intraarticular continua logran concentraciones elevadas y han informado buenas tasas de éxito cuando se usa junto con lavado y antimicrobianos sistémicos. Un estudio informó la resolución en el 93% de las infecciones, a pesar de un historial de infección antes del tratamiento de 4-66 días (Lescun et al., 2006; Meagher, Latimer, Sutter y Saville, 2006; Stewart, Goodrich, Byron, Evans y Stewart, 2010).

Otras terapias locales complementarias incluyen la administración intra-articular de hialuronato de sodio posterior al lavado articular, el cual si bien en algunos casos puede producir una sinovitis iatrogénica, ha demostrado ser efectivo en reducir la claudicación, el agrandamiento articular, el excedente del líquido sinovial y el conteo de células blancas en el mismo. El Dimetilsulfóxido (DMSO) es un eliminador de radicales libres, antiséptico, analgésico e inhibidor de la quimiotaxis de las células inflamatorias. Puede ser utilizado en el fluido de lavado, particularmente en el último litro. Por su alta solubilidad algún residuo de la droga es probablemente absorbido en la sinovial durante el lavado. El lavado se realiza con DMSO de 10 a 40% para el

tratamiento de artritis infecciosa. En soluciones superiores al 40% no se han visto efectos secundarios negativos. Tanto la medicación tópica de diclofenac como con DMSO pueden ser aplicadas directamente en articulaciones inflamadas y dolorosas. El vendaje compresivo aplicado para reducir la inflamación también puede reducir el dolor articular y debe ser estéril principalmente si cubre heridas (Ross y Dyson, 2011).

El uso de antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) está casi siempre indicado en el manejo de la artritis infecciosa equina. Aunque alguna de estas drogas puede tener efectos supresivos sobre el metabolismo del cartílago articular, pueden reducir significativamente el dolor y la inflamación mediante la disminución de la producción de PGE2 (McIlwraith y Trotter, 1996). Los AINEs son agentes antiinflamatorios que inhiben algunos componentes del sistema enzimático que convierte el ácido araquidónico en prostaglandinas y tromboxanos. La prostaglandina E2 es el producto asociado con la inflamación sinovial y el agotamiento de la matriz cartilaginosa. Los AINEs inhiben la actividad de la ciclooxigenasa (COX) en algún grado, pero más recientemente dos diferentes isoenzimas COX1 y COX2 han sido reportadas con potencial importancia en el caballo. La COX 1 es importante en el balance de la fisiología normal gastrointestinal y renal, pero juega un papel menor en la cascada inflamatoria; a diferencia de la COX 2 que está asociada con eventos inflamatorios especialmente aquellos mediados por macrófagos y células sinoviales, siendo menos importante en la fisiología normal (Ross y Dyson, 2011). Se ha propuesto que esta inhibición de la isoforma COX1 es responsable de muchos de los efectos adversos de los AINEs incluyendo úlceras gastrointestinales, deterioro de la función renal y disfunción plaquetaria (Kollias-Beker, 2005). En cambio los AINEs inhibidores de la COX 2 reducen selectivamente la producción de PGE2 inducible, sin suprimir la forma de ésta que protege la mucosa epitelial (Ross y Dyson, 2011).

En caballos adultos la administración de fenilbutazona se usa comúnmente usada para disminuir el dolor y la inflamación articular (Ross y Dyson, 2011). La reducción del dolor y de la claudicación son esenciales para un pronóstico satisfactorio por el riesgo de producirse laminitis en el miembro opuesto al afectado (McIlwraith y Trotter, 1996).

Si la infección no se controla en poco tiempo, el resultado más común es la Enfermedad Degenerativa Articular (EDA), que puede llevar a una anquilosis articular (McIlwraith y Trotter, 1996).

4.2.3. INFECCIONES ÓSEAS

El hueso es un tejido de sostén vivo compuesto por células óseas, matriz orgánica y matriz mineral. Al igual que otros tejidos de soporte, el hueso posee vasos sanguíneos, linfáticos y nervios, y una sustancia fundamental con proteoglicanos y fibras colágenas, similares a los encontrados en el tejido cartilaginoso. Sin embargo, la sustancia intersticial o matriz ósea, que se deposita en capas o "lamelas", está mineralizada. Las células (osteocitos), se localizan en lagunas situadas entre estas lamelas desde las que parten en todas las direcciones, unos túbulos estrechos que penetran en la sustancia intersticial lamelar y que reciben el nombre de canalículos. Estos canalículos se anastomosan con los de las lagunas adyacentes y se forma un sistema continuo de cavidades o pasajes que son esenciales para la nutrición de las células óseas, ya que el depósito de sales cálcicas en la sustancia intersticial la hace impermeable para los nutrientes (Bloom y Fawcett, 1975).

Por tanto, la nutrición de las células óseas es dependiente de los canales vasculares, no como en las células cartilaginosas cuyos nutrientes difunden a través de la matriz hialina. Aparte de estos canalículos, el espacio extracelular está formado por los canales haversianos y los canales de Volkmann, por los que se distribuyen los vasos sanguíneos también responsables de la nutrición de las células óseas. Por su parte, el hueso esponjoso está compuesto por un entramado de finas laminillas y espículas de hueso lamelar, que se entrecruzan en distintas direcciones. Los espacios existentes entre las laminillas se encuentran ocupados por la médula ósea y se denominan espacios medulares. El espacio extravascular en este hueso son canalículos diminutos que interconectan las lagunas y se extienden a la superficie (Bloom y Fawcett, 1975).

Esta red de canalículos anastomosados posee gran importancia en la infección ósea ya que constituyen las vías de expansión del proceso infeccioso en el tejido óseo. En las fases iniciales del proceso infeccioso, los tejidos afectados son los tejidos blandos conectivos del hueso, que incluyen el periostio, los canales de Havers y de Volkmann, el endostio y la cavidad medular. Los cambios en los componentes mineralizados del hueso son secundarios a los cambios inflamatorios en el tejido conjuntivo blando y consisten en procesos de degeneración, resorción y regeneración del tejido óseo (Owen, 1982).

La densidad ósea disminuye como resultado de una reducción del contenido de sales cálcicas. Sin embargo, estos cambios no son visibles radiográficamente hasta aproximadamente 7-10 días después del inicio de la infección, salvo en los potros que pueden desarrollar una osteolisis significativa en 3 días (Rudd, 1986). A medida que la infección progresa (10 a 14 días), se hacen evidentes reacciones periósticas irregulares, la densidad medular aumenta y se observan márgenes escleróticos alrededor de las regiones líticas debido a formación de nuevo hueso (Owen, 1982).

Para que las bacterias patógenas que alcanzan el tejido óseo produzcan osteomielitis séptica, deben existir factores que favorezcan su localización (ej. éstasis vascular) y un ambiente que permita el crecimiento bacteriano (hematomas, plasma, necrosis)

(Kahn y Pritzker, 1973). En ocasiones, el hospedador es capaz de controlar la infección, aunque normalmente, la virulencia del organismo supera la capacidad de respuesta del hospedador. En los animales jóvenes la destrucción del tejido óseo es más rápida (Rudd, 1986).

En el proceso de extensión de la infección a través del entramado de canalículos, el sistema de vascularización del hueso se ve seriamente alterado. Además, se producen fenómenos de trombosis vascular, que reducen aún más el aporte sanguíneo. Estas circunstancias originan la muerte de osteocitos adyacentes y representan un obstáculo para la llegada del antibiótico (Baxter, 1996; Turner, 1987).

En los casos de traumatismos en los que se produce una herida, quedando el periostio expuesto al exterior o dañado, las capas más externas de la cortical del hueso suelen morir por falta de aporte vascular desde el periostio; en cambio, las capas más profundas sobreviven gracias al aporte del endostio (Belknap, Baxter y Nickels, 1993; Booth y Feeney, 1982). Las bacterias acceden a través de la herida en la piel y se asientan en las capas superficiales del hueso, dando lugar a una porción o capa de tejido óseo muerto infectado. Este tejido muerto (secuestro óseo), es rodeado por un tejido de granulación (involucrum), cuyo tejido óseo de alrededor sufre un proceso de esclerosis. Este fenómeno también puede ocurrir como consecuencia de traumatismos en los que se mantiene la integridad de la piel, aunque la frecuencia es menor. En estos casos, el hematoma que se forma como consecuencia del traumatismo, suele ser infectado de forma secundaria por vía hematógena, desarrollándose el secuestro (Baxter y Turner, 2002).

El involucrum y la esclerosis ósea separan a la porción necrótica del hueso vivo. Sin embargo, a medida que las bacterias proliferan, el involucrum puede quedar necrótico, reiniciándose de nuevo el proceso. Aislado del sistema sanguíneo, el tejido óseo necrótico del interior del secuestro alberga bacterias y constituye una potencial fuente de reinfección. La curación requiere la extirpación quirúrgica del secuestro ya que ni los antibióticos, ni los anticuerpos producidos por el propio animal, pueden penetrarlos (Turner, 1987).

Un implante óseo infectado crea la misma situación de avascularidad que un secuestro, y la reacción frente a un implante infectado es similar a la reacción frente a una porción de hueso infectado (Bramlage, 1998).

Durante la osteomielitis, el proceso inflamatorio puede aumentar la presión intra-ósea, lo que afecta al aporte sanguíneo, produciendo el mismo resultado: necrosis ósea y posible formación de secuestro (Turner, 1987). A causa de ese incremento en la presión medular, las bacterias localizadas en la cavidad medular invaden los canales vasculares del hueso cortical y la infección se extiende (Bramlage, 1998).

4.2.3.1. Epidemiología de las infecciones ortopédicas:

Los microorganismos penetran en el tejido óseo de forma hematológica, inoculación directa o por extensión desde tejidos blandos adyacentes. Las áreas de hueso que están mínimamente protegidas por tejido blando son propensas a traumatismos y consecuentemente infecciones (Swinebroad et al., 2003).

4.2.3.2. Osteomielitis Hematológica

La osteomielitis hematológica se observa casi exclusivamente potros menores de 6 meses y se asocia con inmunocompromiso posterior al fracaso de la transferencia pasiva de inmunidad. Los animales afectados pueden haber tenido antecedentes de septicemia, y con frecuencia habrá un foco de infección asociado en un sitio como el ombligo. En muchos casos habrá múltiples sitios afectados. Existe una relación muy estrecha entre la osteomielitis neonatal y la sepsis articular, y aunque ambas sepsis articulares pueden progresar y causar osteomielitis en la epífisis adyacente, y de manera similar, la osteomielitis epifisaria puede estallar en la articulación adyacente, con mayor frecuencia son afecciones separadas. Se ha propuesto una clasificación para la sepsis neonatal en el caballo dependiendo de dónde se origine (tipo C, E, S, P y T) (Firth 1983; Firth y Goedegebuure, 1988).

La osteomielitis de tipo S deriva de la infección de la membrana sinovial que produce sepsis articular ocasionando infección ósea secundaria por extensión. Esto se ve más comúnmente en el recién nacido temprano en los primeros días de vida. La osteomielitis de tipo E ocurre en el hueso epifisario debajo del cartílago articular, y aunque puede extenderse a la cavidad articular en las primeras etapas, se limita al hueso epifisario. Esto se observa con mayor frecuencia en potros en un grupo de edad ligeramente mayor que la enfermedad de tipo S, con la condición que a menudo se identifica en potros de hasta unas pocas semanas de edad. Existen distintos sitios de predilección para la osteomielitis de tipo E (Firth y Goedegebuure 1988).

La osteomielitis de tipo P está asociada con la placa de crecimiento de la fosa, y puede extenderse a la epífisis o metáfisis adyacentes. Nuevamente, esto se ve en un grupo de potros de edad ligeramente mayor, y la condición se identifica en animales a menudo de algunas semanas a algunos meses de edad. Además, se han descrito síndromes específicos de osteomielitis en el recién nacido que afectan los pequeños huesos del tarso (tipo T) y los huesos del carpo (tipo C) (Firth et al. 1980).

Si bien la osteítis séptica de los huesos sesamoideos proximales en potros parece ser una afección poco común, el compromiso vascular o el flujo sanguíneo anormalmente lento pueden desempeñar un papel en su patogenia. Se ha propuesto que el compromiso del suministro vascular a los huesos sesamoideos proximales axiales (que puede ocurrir debido a un traumatismo en la inserción del ligamento intersesamoideo, o después de una trombosis) puede aumentar la susceptibilidad a la infección por bacterias hematológicas (Wisner et al. 1991).

El suministro de sangre a los huesos sesamoideos proximales de las extremidades se deriva de las arterias digitales palmar medial y lateral. Estos vasos entran en la superficie abaxial proximal del sesamoideo y luego se dirigen dorsal, axial y distalmente (Lawrence y Fraser, 2013). La ramificación de los vasos sanguíneos dentro de los huesos sesamoideos proximales hace que el flujo sanguíneo se ralentice, lo que posiblemente facilite la colonización bacteriana focal axialmente (Barr, Clegg, Mark Senior y Singer, 2005).

Otras presentaciones raras de osteomielitis en el potro incluyen la enfermedad que afecta las vértebras o las costillas (Boswinkel y Van der Lugt, 2006; Neil, Charman y Vasey, 2010).

La osteomielitis hematógena es rara en el caballo adulto, aunque se ha informado un síndrome de osteomielitis del hueso sesamoideo proximal posterior al cateterismo de la arteria metatarsiana dorsal con fines de control de la presión arterial bajo anestesia general (Barr et al., 2005).

4.2.3.3. Osteomielitis iatrogénica

La osteomielitis en el caballo es un problema importante posterior a la reparación de fractura, especialmente posterior a la fijación interna de fracturas. De lo contrario, la osteomielitis es una ocurrencia relativamente rara en el caballo. Se ha informado que la infección postoperatoria (IPO) ocurrió en el 8% de las cirugías ortopédicas equinas limpias y el 52% de las cirugías contaminadas limpias de 452 caballos. Las fracturas que involucran huesos largos tenían una probabilidad cinco veces mayor de infectarse, en comparación con las fracturas articulares simples (MacDonald, Morley, Bailey, Barber y Fretz, 1994).

Se ha demostrado que la cirugía artroscópica simple tiene una tasa de IPO de aproximadamente 1.5% en el caballo. Se ha visto que los factores de riesgo para IPO en el caballo incluyen el aumento de la edad, en hembras, procedimientos quirúrgicos contaminados, cirugías que duran más de 90 minutos y la administración de medicamentos antimicrobianos preoperatorios (MacDonald et al., 1994).

Un informe que detalla los factores de riesgo de IPO posteriores a la reparación quirúrgica de fracturas de huesos largos o artrodesis identificó que ocurrió en el 28% de los casos, y de los casos que se infectaron, el 59% sobrevivió para ser dado de alta del hospital. Las fracturas cerradas tenían 4,23 veces más probabilidades de permanecer sin infectar y 4,59 veces más probabilidades de ser dado de alta del hospital que las fracturas abiertas. Si una fractura se manejó mediante reducción cerrada seguida de fijación interna, hubo una reducción de 2.5 veces en la tasa de IPO y una probabilidad 5.9 veces mayor de ser dado de alta del hospital en comparación con las fracturas manejadas por reducción abierta y fijación interna (Ahern, Richardson, Boston y Schaer, 2010).

Si bien la prevención debe ser la intervención más importante para controlar la osteomielitis, mediante una adecuada antibioticoterapia y una técnica quirúrgica óptima, siempre es probable que ocurran casos de osteomielitis si la práctica realiza una fijación interna de fracturas mayores en el caballo. El tratamiento en casos establecidos incluye antibioticoterapia a largo plazo, así como la extracción de cualquier implante metálico una vez que se haya logrado la estabilidad ósea. Con frecuencia, el pronóstico es reservado en los casos en que ocurre osteomielitis frente a la fijación interna de una fractura (Ahern et al. 2010).

En los últimos años, se ha puesto mucho énfasis en el uso de técnicas para obtener altos niveles de antimicrobianos en las estructuras óseas relevantes. Esto ha llevado al uso de técnicas como la implantación de micro esferas de polimetilmetacrilato impregnadas de antibióticos en el sitio de la fractura, perfusión regional intravenosa y perfusión regional intra-ósea. Todas las técnicas tienen la capacidad de mantener una gran concentración de antibióticos en un sitio específico y pueden dar como resultado una resolución más rápida de la sepsis (Booth, Clegg, Butson, Schramme, y Smith, 2001; Butson, Schramme, Garlick, y Davies, 1996; Kettner, Parker, y Watrous, 2003; Pille et al., 2005; Rubio Martinez et al., 2006; Scheuch et al., 2002; Werner et al., 2003).

4.2.3.4. Osteomielitis secundaria a trauma

Los caballos tienen un alto riesgo de sufrir un traumatismo ortopédico que resulta en osteomielitis. Con frecuencia sufren lesiones traumáticas como resultado de heridas de objetos externos, por ejemplo, colisión con material de cercado. En particular, los caballos frecuentemente sufren lesiones por patadas, de otros caballos, que tienen el potencial de provocar traumatismos óseos, contaminación bacteriana del hueso y provocar osteítis u osteomielitis. El hallazgo más común es el de un secuestro óseo posterior a una fractura cortical o una interrupción perióstica y necrosis cortical (Harrison, May y Edwards, 1991).

Los signos clínicos generalmente se relacionan más obviamente con el fracaso de una herida para sanar y el drenaje purulento continuo del sitio de una herida anterior. Inicialmente, las imágenes radiográficas pueden no mostrar anormalidad o identificar fragmentación ósea cortical. Durante varias semanas, aparecen los cambios radiográficos clásicos de una formación de secuestro (fragmentos obvios de hueso radiopaco), rodeados por un involucro. Con frecuencia, se identificará un tracto o seno que conecta el secuestro con el exterior. Ciertos huesos, en particular el hueso del pie, pueden no mostrar cambios tan obvios como un secuestro, y generalmente mostrarán signos de evidencia de resorción y pérdida ósea (Cauvin y Munroe, 1998).

En raras ocasiones, tales lesiones traumáticas progresan a osteomielitis, aunque cada caso tiene este potencial. El tratamiento generalmente requiere una terapia antimicrobiana inicial para tratar cualquier infección secundaria de tejidos blandos. Algunos secuestros tienen la capacidad de resolverse sin el aporte veterinario, luego de la reabsorción osteoclástica de cualquier secuestro. Más comúnmente, se requiere

la extirpación quirúrgica del hueso secuestrado para resolver el problema, seguido de desbridamiento y lavado de cualquier involucro. La terapia antimicrobiana a largo plazo generalmente no se requiere para efectuar la recuperación a menos que haya una extensión de la infección en la cavidad medular. El pronóstico para la recuperación completa a menudo es excelente en el caso de secuestro óseo. Sin embargo, si se produce osteomielitis, el pronóstico a menudo será reservado (Clegg, 2011).

Las infecciones ortopédicas de origen traumático son las más frecuentes en los animales adultos. Normalmente se produce un traumatismo con herida, a través de la cual los microorganismos patógenos son capaces de penetrar de forma directa a la articulación o a la cavidad medular (fracturas abiertas, heridas penetrantes) (Schneider, Bramlage, Meckleburg, Moore y Gabel, 1992). Las heridas penetrantes representan la causa más común de infección en el caso de articulaciones más expuestas a traumatismos e inyectadas con menor frecuencia, como la articulación interfalángica distal (Honnas et al., 1992). No obstante, en casos en que no se ha producido una herida, la destrucción tisular, la celulitis, los hematomas y el tejido necrótico constituyen un buen medio de cultivo para la proliferación de bacterias que lleguen por vía hematógena y pueden producir la infección de una articulación o la osteomielitis (Edwards y Vaughan, 1978).

El compromiso vascular aísla el área de los mecanismos de defensa del organismo y de los antimicrobianos circulantes; por eso, las fracturas con fragmentos óseos aislados de aporte sanguíneo poseen un alto riesgo de desarrollo de infección (Baxter, 1996). Los fragmentos avasculares deben ser extraídos o reincorporados en la resolución de la fractura para que sean revascularizados (McClure, Honnas, y Watkins, 1995; Turner, 1987). La retención de material extraño, y el retraso en la exploración y la instauración del tratamiento, son factores determinantes para el desarrollo de la infección (Gibson et al., 1989).

4.2.3.5. Osteítis séptica de los huesos sesamoideos proximales

Los factores etiológicos para la sesamoiditis axial han sido especulativos, con implicaciones vasculares, infecciosas y traumáticas implicadas. En general, los factores etiológicos pueden dividirse en causas no sépticas y sépticas (Dabareiner et al., 2001).

La osteítis séptica del borde axial de los huesos sesamoideos proximales es aparentemente rara en los caballos, se sospecha que se puede desarrollar la afección como resultado de la sepsis de la articulación o de la vaina sinovial digital. (Dabareiner et al., 2001). Uno de los primeros informes reportados que se encuentran en la literatura, detallan como hallazgo de necropsia, una osteítis supurativa del borde axial de los huesos sesamoideos, en un caballo eutanasiado por claudicación y dolor persistente (Formston y Serth, 1968).

En un estudio se determinó que diez articulaciones de siete caballos tenían osteomielitis que afectaba al borde axial de los huesos sesamoideos proximales y

desmítis séptica del ligamento intersesamoideo mediante examen microscópico. Se sospechó una extensión de desmítis séptica u osteomielitis en el espacio sinovial de la articulación del nudo y la vaina sinovial del tendón flexor profundo en los tres caballos que tenían sinovitis séptica de la vaina digital y artritis séptica del nudo (Wisner et al., 1991).

La osteomielitis de los bordes axiales de los huesos sesamoideos proximales puede considerarse como una extensión de una infección primaria de la vaina digital, o puede ser una condición primaria que lleva a la extensión de la infección a la vaina digital. De los 15 caballos reportados con osteomielitis de los bordes axiales de los huesos sesamoideos proximales, 6 tenían estructuras sinoviales infectadas y 5 tenían artritis séptica de una articulación y también tenían sepsis de la vaina digital (Sherman, Myhre y Heymann, 2006).

La osteomielitis fúngica de los huesos sesamoideos y la artritis erosiva deben considerarse como un diagnóstico diferencial para los caballos en los que se han administrado corticosteroides por vía intraarticular (Sherman et al., 2006).

4.2.3.6. Etiología

Existe una amplia gama de especies de bacterias identificadas en la osteomielitis, y las especies bacterianas identificadas pueden variar en diferentes regiones. Sin embargo, varios estudios han determinado la bacteriología en infecciones ortopédicas y osteomielitis. Si bien dichos estudios son útiles, es importante que en todos los casos sospechosos de osteomielitis se realicen cultivos y antibiograma para determinar el tratamiento antimicrobiano más apropiado (Goodrich, 2006).

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en los 3 trabajos (Moore et al., 1992; Schneider et al., 1992; Snyder, Pascoe y Hirsh, 1987) más extensos realizados sobre la etiología de las infecciones ortopédicas en los equinos. Las cifras indican el porcentaje de los caballos en los que cada tipo bacteriano fue aislado, dentro del total de caballos de los que se recogió muestra para cultivo bacteriano (Tabla 1).

Tipos de infección ortopédica (IO)	IO en caballos tras reparación de fractura		IO post-cirugía	Infecciones sinoviales de origen hematógico, traumático y iatrogénico
(Autores)	(Moore y col, 1992)		(Snyder y col, 1987)	(Schneider y col, 1992)
<i>Enterobacteriaceae</i>	28,8		24%	26,2
<i>Staphylococcus</i> C+	11,8	19,1	23	21,5
<i>Staphylococcus</i> C-	7,3			11,5
<i>Streptococcus</i> no-β-H	13	22,4	18	7,7
<i>Streptococcus</i> β-H	9,4			8,9
Otros G+	3,7			
Otros G-	15,8		16	6,4
Anaerobios			7	10,3
Miscellanea (<i>Pasteurella</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Corynebacterium</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Actinomyces</i>)			10	

Tabla 1. Prevalencia (%) de los diferentes microorganismos etiológicos en las infecciones ortopédicas de los caballos.

(C+: coagulasa positiva; C-: coagulasa negativa; β-H: β hemolíticos; G+: Gram positivo; G-: Gram negativo)

Fuente: Moore et al., 1992; Schneider et al., 1992; Snyder, Pascoe y Hirsh, 1987.

Estos resultados muestran que los microorganismos más frecuentemente aislados en las infecciones ortopédicas en los caballos se dividen en grupos de agentes Gram-negativos (G-) y Gram-positivos (G+), con frecuencias de aislamiento 44,54 y 44,6%, respectivamente. Los G- más aislados pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae*, con prevalencias de 24-28%. Los siguientes microorganismos más frecuentes son los G+, fundamentalmente representados por los géneros *Staphylococcus* spp. y *Streptococcus* spp. (Moore et al., 1992; Schneider et al., 1992; Snyder, Pascoe y Hirsh, 1987).

Las infecciones por heridas penetrantes suelen poseer una etiología mixta de gérmenes G+ y G-, siendo frecuente también la identificación de microorganismos anaerobios (Moore et al., 1992; Schneider et al., 1992). En caballos adultos, un estudio de 233 caballos con osteomielitis, artritis séptica y tenosinovitis determinó que el 91% de los aislamientos bacterianos eran aeróbicos o anaerobios facultativos y solo el 9% eran anaeróbicos. Las bacterias más comunes aisladas fueron *Enterobacteriaceae* (29%) estreptococos no hemolíticos b (13%), estafilococos coagulasa positivos (12%), estreptococos hemolíticos b (9,4%) y estafilococos coagulasa negativos (7,3%) (Moore et al., 1992).

Un informe de infecciones posteriores a la reparación de fracturas de huesos largos y artrodesis en el caballo identificó que el 32% de las infecciones fueron Gram-positivas, 28% fueron Gram-negativas y 40% fueron infecciones mixtas. *Enterobacter cloacae* (24.5%) fue la bacteria Gram-negativa cultivada más comúnmente, mientras que el

estafilococo coagulasa-negativo (21%) fue el aislado Gram-positivo más común (Ahern et al., 2010).

En potros más allá del período neonatal inmediato, la osteomielitis se ha asociado con infección por rodococos, particularmente en granjas donde dicha infección es endémica (Firth, Alley y Hodge, 1993). En estos, los organismos gramnegativos entéricos se aíslan con mayor frecuencia (Goodrich, 2006).

Tanto la prevalencia de los diferentes microorganismos como los patrones de sensibilidad de los microorganismos a los antibióticos, varían según el sistema orgánico, la edad, el uso, la localización geográfica y el tipo de instalación en la que vive el caballo (Rubio-Martínez, 2005; Wilson, 2001). Por lo tanto, la realización de pruebas de sensibilidad de los microorganismos aislados se considera fundamental en todas las ocasiones. Sin embargo, los estudios retrospectivos realizados sobre etiología de las infecciones ortopédicas pueden servir de referencia de los patógenos más probables en equinos (Rubio-Martínez, 2005; Wilson, 2001).

Las infecciones ortopédicas de origen traumático suelen poseer una etiología mixta que incluye microorganismos anaerobios. Por tanto, además de un aminoglucósido (amikacina es más efectivo que gentamicina), se debe administrar penicilina que suele abarcar la mayoría de los anaerobios (Rubio-Martínez, 2005). La administración oral de la combinación de Sulfa-trimetoprim, suele constituir la terapia de seguimiento después de que la infección haya sido controlada mediante la administración parenteral de antibióticos. Sin embargo, su espectro de acción es muy estrecho, por lo que se recomienda conocer siempre de forma previa los resultados de las pruebas de cultivo y sensibilidad (Moore et al., 1992). La administración conjunta de una cefalosporina junto con amikacina ofrece el mayor espectro frente a las bacterias aisladas en todos los tipos de infecciones ortopédicas equinas. Sin embargo, esta combinación no se debe administrar de forma general a todos los caballos si se quiere evitar el desarrollo de resistencias microbianas y la creación de bacterias que presentan multirresistencia antibiótica y suponen un riesgo para la salud animal y humana (Rubio-Martínez, 2005).

4.2.3.7. Fisiopatología

La colonización bacteriana requiere la adherencia de las bacterias al hueso o sustratos y su posterior fijación permanente. En la mayoría de los tejidos, los sistemas de defensa del huésped eliminan de forma natural la colonización bacteriana transitoria a menos que el inóculo supere los niveles de umbral, la defensa del huésped esté deteriorada, las superficies de los tejidos estén traumatizadas, haya un cuerpo extraño o la superficie o tejido tenga baja celularidad. Hueso o cartílago en estado traumatizado es un ejemplo en el que se aplican muchos de estos. La superficie articular lisa de las articulaciones y las superficies del hueso son únicas porque tienen baja celularidad. Además, estas superficies no tienen capa protectora. El tejido traumatizado y el hueso y cartílago normales tienen superficies que se asemejan a las superficies en la naturaleza que han desarrollado una afinidad por las bacterias. La presencia de un biomaterial aumenta la infectividad, disminuye la efectividad de los mecanismos de defensa del huésped y altera el comportamiento fenotípico bacteriano y la susceptibilidad a los antimicrobianos (Goodrich, 2006).

Las bacterias colonizan la superficie del hueso, cartílago o implantes por medio de la contaminación directa, la propagación de una infección local de la herida o la siembra hematógena. Una película de material glucoproteínico se forma espontáneamente cuando se expone a un ambiente biológico. Las bacterias se anclan al sustrato rico en nutrientes, se produce una proliferación dentro del limo de polisacáridos y se forma una capa de bio-película. La capa de "limo de bio-película" está formada por exopolisacáridos extra capsulares bacterianos que se unen a las superficies o participan en la agregación de célula a célula y promueven la adhesión de tejido y la formación de micro colonias dentro del tejido infectado. La formación de bio-películas sigue una progresión del desarrollo que consta de cuatro etapas principales: apego reversible, apego irreversible, crecimiento, diferenciación y diseminación (o desapego). El limo polimérico extracelular que forma la matriz de bio-película dentro de la cual viven las células individuales es la característica distintiva de las bio-películas. En la fase de diseminación, las células dentro del biofilm se liberan para colonizar nuevas superficies a través de varios procesos diferentes. Bacterias móviles, como *Pseudomonas aeruginosa*, se mueven desde microcolonias especializadas "parecidas a cuerpos fructíferos" hacia el fluido circundante o pueden moverse a lo largo de las superficies deslizándose o moviéndose con espasmos. Especies inmóviles, como *Staphylococcus aureus*, parecen usar dispersión a través de fluidos y se desprenden como grandes agregados multicelulares encerrados en limo o ruedan a lo largo de las superficies usando ataduras visco elásticas (Goodrich, 2006).

Estar adheridas a una superficie y encerrado dentro de una matriz proporciona a las bacterias ventajas obvias con respecto al mantenimiento de la homeostasis y la defensa. Otras ventajas incluyen llevar a cabo un metabolismo cooperativo basado en complejos sistemas de señalización intercelular y la capacidad de utilizar la transferencia horizontal de genes para proteger contra los desafíos ambientales (Goodrich, 2006).

Esta sustancia biológica, hace que el tratamiento de la osteomielitis sea un verdadero desafío. La promoción de una adherencia bacteriana adicional es probable y posiblemente dé lugar a interacciones sintrópicas. Desafortunadamente, la

colonización de la superficie en el biofilm es una estrategia de supervivencia que a menudo tiene éxito debido a su impenetrabilidad y, por lo tanto, a su resistencia a los antimicrobianos. Los estudios sugieren que el biofilm también previene que las moléculas inflamatorias y las células fagocíticas penetren efectivamente en la matriz del biofilm, y la respuesta inflamatoria es a menudo más dañina para el tejido del huésped que el biofilm. De hecho, la liberación de proteasas inflamatorias puede ser beneficiosa para las bacterias del biofilm al promover la lisis de la célula huésped y la posterior liberación de contenidos celulares como fuente de nutrientes para las bacterias. Desafortunadamente, la colonización de la superficie en el biofilm es una estrategia de supervivencia que a menudo tiene éxito, porque las bacterias pueden multiplicarse logarítmicamente y la infección puede convertirse en un "consorcio de bacterias multiespecíficas" dentro de la capa adhesiva de biofilm. Esto resulta en un desafío formidable para el médico para medicar y curar la infección antes de que los efectos devastadores de la osteomielitis conduzcan al fallecimiento del paciente (Goodrich, 2006).

4.2.3.8. Signos Clínicos

Los hallazgos clínicos pueden variar según la gravedad o la duración de la infección. El caballo puede comenzar con un ligero aumento de la claudicación en comparación con lo observado anteriormente, y esta puede empeorar rápidamente. La inflamación local a menudo aparece en el área de una herida o incisión quirúrgica. Además, generalmente se puede provocar una respuesta dolorosa a la palpación digital (Goodrich, 2006).

La línea de incisión, o herida puede producir un drenaje local y puede aparecer tejido de granulación a lo largo del sitio de drenaje. Pocos signos sistémicos se asocian con la osteomielitis, excepto una respuesta febril en algunos casos. Puede haber leucocitosis, junto con hiper-fibrinogenemia, pero estos síntomas nunca son diagnósticos de una infección ósea (Goodrich, 2006).

La artritis séptica u osteomielitis casi siempre se asocian con una claudicación y derrame articular de moderado a grave, excepto en el caso de una articulación con drenaje abierto (Goodrich y Nixon, 2004). Generalmente se asocian con claudicación moderada a severa. Se debe realizar un buen examen físico, prestando especial atención al área de interés para determinar si el calor, el dolor o la inflamación acompañan a la claudicación (Goodrich, 2006).

4.2.3.9. Diagnóstico

Se dispone de muchas técnicas de imagen están disponibles para diagnosticar osteomielitis. Varias modalidades, como la resonancia magnética, la tomografía computarizada y el análisis de biomarcadores, se han utilizado más recientemente y se han convertido en herramientas útiles en la tarea a veces difícil de establecer un diagnóstico de osteomielitis. La precisión diagnóstica general con las modalidades de imagen es de aproximadamente 80% a 90% (Wegener y Alavi, 1991).

El diagnóstico radiográfico sigue siendo la modalidad más utilizada para determinar si existe osteomielitis. Desafortunadamente, la radiología es algo insensible a los cambios óseos que ocurren temprano en el proceso de la enfermedad de la osteomielitis. La infección debe causar una desmineralización ósea del 50% al 70% para observar la lisis ósea en radiografías simples. Además, esta cantidad de pérdida ósea puede tardar hasta 21 días en detectarse (Goodrich, 2006; Wegener y Alavi, 1991). A medida que progresa la infección, la radiotransparencia asociadas con áreas de desmineralización y lisis ósea se vuelven más evidentes. Estas áreas pueden formar secuestro, y se puede formar una envoltura de hueso desmineralizado y proliferación perióstica llamada involucrum alrededor del secuestro. Si hay implantes, a menudo se observan radiotransparencias a lo largo de los márgenes (Goodrich, 2006).

La centellografía con tecnecio (^{99m}Tc) es una tecnología emergente utilizada para ayudar en el diagnóstico de osteomielitis. Aunque la centellografía es un indicador sensible del recambio óseo, no distingue entre el recambio óseo atribuible a infección, trauma reciente o desarrollo de fractura. Por lo tanto, no es útil en casos en los que se ha producido un implante reciente o un trauma (Schauwecker, Braunstein, y Wheat, 1990).

La tomografía computarizada (TC) se puede utilizar para determinar el grado de afectación ósea en la osteomielitis. La TC puede revelar material purulento dentro de la cavidad medular; abscesos adyacentes de tejidos blandos; gas intraóseo; disminución de la densidad del hueso; o la presencia de masas de tejidos blandos, abscesos o cuerpos extraños. La TC es una modalidad alternativa de imagen para diagnosticar la osteomielitis en el caballo, especialmente en áreas en las que la interpretación radiográfica es difícil, como la cabeza. La TC también se puede utilizar para identificar secuestro en casos de osteomielitis crónica. El material de contraste se puede usar para delinear abscesos en el tejido necrótico que no se delinear del tejido circundante (Cleveland, 2005).

La resonancia magnética (MRI) también se ha utilizado para evaluar infecciones de huesos y articulaciones. La MRI es un método de imagen complejo que alinea los protones dentro de los tejidos a lo largo del eje de un campo magnético y luego registra el movimiento de los protones a medida que vuelven a su estado natural (Cleveland, 2005). Cada tejido tiene sus propias características de señal únicas. La MRI es particularmente útil para diagnosticar áreas líticas dentro de la cavidad medular debido a los distintos cambios que puede revelar dentro de los tejidos blandos y la grasa. En

un estudio de pacientes humanos, la MRI fue superior en sensibilidad (97%) y especificidad (92%) a la exploración ósea de fosfato de 99m-Tc para la detección de osteomielitis. La MRI se puede utilizar para detectar cambios, como las áreas líticas, mucho antes en el curso de la enfermedad que otras modalidades de imágenes porque proporciona una mayor definición de la cavidad medular. Sin embargo, los cambios de señal observados en la MRI pueden ser inespecíficos, y cualquier cosa que cause edema o hiperemia, como fracturas, tumores y procesos inflamatorios, provoca cambios de señal similares a los observados con osteomielitis. Además, debido al fuerte campo magnético, la MRI no debe usarse con implantes metálicos (Cleveland, 2005). Aunque la MRI es buena para detallar la afectación medular, no revela la afectación del hueso cortical como la TC (Goodrich, 2006).

La ultrasonografía puede ser una herramienta extremadamente útil a otras modalidades de imagen. Puede ser más precisa que la radiografía para diagnosticar la infección, porque las pequeñas acumulaciones de líquido alrededor de los implantes son más fáciles de detectar. En un estudio, la ultrasonografía se usó para diagnosticar la osteomielitis correctamente en 30 de los 32 casos, mientras que la radiografía se usó con éxito en solo 10 de los 32 casos (Reef, Reimer y Reid, 1992).

En casos de artritis séptica u osteomielitis, se puede aspirar el líquido sinovial y medir el recuento de glóbulos blancos, la citología y el contenido total de proteínas. Si el recuento de glóbulos blancos en el líquido sinovial es mayor de 30,000 células/ml y la concentración de proteína total es más de 3.5 a 4.0 g/dL, la infección está presente. La citología consistente con sepsis generalmente revela principalmente neutrófilos; ocasionalmente, se observan bacterias en frotis directos y el líquido sinovial también puede cultivarse en un intento de determinar la causa bacteriana con precisión (Goodrich, 2006).

En los casos en que todavía se sospecha un diagnóstico de infección, pero no se confirma después de estos procedimientos de diagnóstico, se puede usar una trepano de Michelle para obtener una muestra de hueso para el examen histopatológico, así como para el cultivo y las pruebas de sensibilidad. Esto puede resultar en un diagnóstico preciso y un cultivo bacteriano definitivo, ayudando así al clínico a determinar el tratamiento antimicrobiano local y sistémico apropiado (Goodrich, 2006).

Actualmente, los biomarcadores séricos están siendo evaluados para su uso en el diagnóstico de osteomielitis. Se han evaluado varios marcadores bioquímicos del metabolismo óseo, incluida la osteocalcina (OC), la fosfatasa alcalina específica del hueso (BS-ALP) y la desoxipiridinolina (DPYR). OC es un producto específico de osteoblastos y se asocia con mineralización ósea (Southwood, Frisbie, Kawcak, y McIlwraith, 2003). Una fracción de una molécula de OC se libera en la sangre durante la incorporación de OC en el hueso durante la formación del hueso. BS-ALP es una enzima osteoblástica que se cree que juega un papel en la formación y mineralización de la matriz ósea. DPYR es una molécula asociada con la resorción ósea. Cuando el hueso se reabsorbe, el colágeno se degrada y DPYR se libera en la sangre. En un estudio reciente que evaluó estos marcadores bioquímicos en conejos con y sin osteomielitis, la medición de las concentraciones séricas de OC, BS-ALP y DPYR

podría predecir la presencia de osteomielitis con una precisión del 96% a las 4 semanas. El uso de estos biomarcadores para determinar la presencia de infección en el caballo puede ser extremadamente útil, económico y preciso. Los estudios futuros en el caballo están indicados para determinar si su precisión en el diagnóstico de osteomielitis es similar a la del conejo (Ohishi et al., 1998; Southwood et al., 2003).

Una tendencia en el estudio de la infección de implantes ortopédicos es el uso de ensayos moleculares, como la microscopía confocal y las técnicas basadas en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en tiempo real, para examinar las características bacterianas del biofilm (Stoodley et al., 2005). Los autores de algunos informes afirman que los análisis basados en PCR para bacterias pueden usarse para identificar microorganismos en muestras en las que las técnicas estándar de cultivo microbiológico han fallado. Sin embargo, existe cierta crítica de que la PCR puede ser un ensayo demasiado sensible y puede arrojar resultados falsos positivos cuando no persiste una infección activa pero el ADN de bacterias no viables aún puede estar presente. Actualmente se están desarrollando pruebas de PCR en tiempo real para detectar ARN bacteriano que solo existe en bacterias vivas, eliminando así resultados falsos positivos. (Mariani, Martin, Levine, Booth Jr, y Tuan, 1996; Trampuz, Osmon, Hanssen, Steckelberg, y Patel, 2003; Stoodley et al., 2005).

4.2.3.10. Tratamiento

La precocidad en la instauración del tratamiento está directamente relacionada con el pronóstico. Los mejores resultados se obtienen mediante la identificación temprana del problema y la instauración inmediata de una terapia agresiva (Gibson et al., 1989); mientras que el retraso en el diagnóstico y en el tratamiento empeora el pronóstico (Morris, 1980). Si la infección se elimina antes de que tengan lugar cambios irreversibles, los caballos pueden recuperar la función atlética completa (Schneider et al., 1992).

El tratamiento de las infecciones ortopédicas posee dos objetivos fundamentales, la eliminación de los microorganismos infecciosos y la eliminación de los detritos celulares, productos derivados de la inflamación sinovial, fibrina y tejidos necróticos. Además, de realizar una terapia complementaria y de soporte que, dependiendo del caso clínico, consistirá en la administración de antiinflamatorios, inmovilización y reposo (Rubio-Martínez, 2005).

El tratamiento de la osteomielitis en el caballo, sin importar la edad, implicará una terapia antimicrobiana a largo plazo durante al menos 4 semanas, con la selección del antibiótico en función del cultivo y las pruebas de sensibilidad. Comúnmente, el tratamiento implicará lavado quirúrgico y desbridamiento del área afectada. Como en el recién nacido existe una estrecha relación entre la osteomielitis y la artritis séptica, la terapia de las estructuras sinoviales infectadas es vital, por lo general implica desbridamiento artroscópico y lavado de la articulación afectada. Los datos han indicado que los potros de pura sangre afectados con sepsis neonatal tienen menos probabilidades de comenzar una carrera que los animales de control no afectados y

también eran mayores cuando comenzaron a competir en comparación con los controles (Smith, Marr, Payne, Stoneham, y Reid, 2004).

En osteomielitis asociadas a fracturas cuya estabilización resulte imposible, la amputación o la eutanasia pueden ser las únicas alternativas, ya que la probabilidad de que la infección se resuelva es muy baja (Turner, 1987).

4.2.3.10.1. Terapia Antimicrobiana

Antes de la disponibilidad de agentes antimicrobianos, la osteomielitis bacteriana tenía una tasa de mortalidad del 50% en el hombre, y aunque el pronóstico ha mejorado considerablemente con el advenimiento de tales medicamentos, el tratamiento a menudo puede ser extremadamente problemático (Goodrich, 2006; Joyner y Smith 1936). La terapia sistémica tradicional involucra medicamentos antimicrobianos apropiados, junto con la mejora del ambiente de la herida, ya que los antimicrobianos sistémicos solos son a menudo ineficaces para tratar caballos con osteomielitis severa o crónica o infecciones sinoviales (Baxter, 1996).

Los antimicrobianos de amplio espectro deben usarse como profilaxis antes de la cirugía ortopédica o para tratar la osteomielitis hasta que se conozcan los resultados del cultivo y los patrones de sensibilidad. La penicilina y la gentamicina en combinación se usan comúnmente para tratar la osteomielitis hasta que se conozcan los resultados definitivos del cultivo y la sensibilidad. Los beneficios de la combinación son que proporciona un amplio espectro de actividad, no tiene un costo prohibitivo y tiene efectos secundarios mínimos (DiPiro et al., 1983). Además, el aumento de la destrucción de bacterias y la reducción de la toxicidad renal de la administración de gentamicina una vez al día la hacen más eficaz que la administración de dosis dos o tres veces al día (Godber, Walker, Stein, Hauptman, y Derksen, 1995). Los estudios que analizan los patrones de sensibilidad de bacterias comunes cultivadas en caballos con osteomielitis revelaron que la combinación de cefalosporina y amikacina proporciona la cobertura más amplia (Moore et al., 1992; Snyder et al., 1987).

Debido a que la incidencia de reagudizaciones es alta para la osteomielitis, se recomiendan utilizar sustancias bactericidas hasta 4 – 6 semanas después de la curación clínica (Rubio-Martínez, 2005).

Los antimicrobianos orales pueden ser utilizados como terapia de seguimiento después de que la infección se haya controlado con antimicrobianos parenterales. En general, los antimicrobianos parenterales se recomiendan durante un mínimo de 7 a 10 días o hasta que se controle la osteomielitis. Para prevenir las recaídas, los antimicrobianos orales se instalan comúnmente después de ese tiempo debido a su facilidad de administración, costo y eficacia relativa después de que la infección ha disminuido. Los antimicrobianos orales generalmente se continúan durante aproximadamente 1 mes o más, según la respuesta al tratamiento, las técnicas específicas de drenaje y la gravedad de la infección. Se necesitan más estudios para

determinar el momento adecuado para la interrupción de los antibióticos después de la resolución de la infección (Goodrich, 2006).

La duración de la administración profiláctica de antimicrobianos sigue siendo controvertida. Para procedimientos ortopédicos de rutina, los antimicrobianos profilácticos solo deben administrarse 1 hora antes de la cirugía y hasta 24 horas después de la cirugía (Goodrich, 2006). No obstante, no se ha observado ninguna diferencia si los antimicrobianos se continúan durante 3 días o se suspenden 24 horas después de la cirugía. Sin embargo, la terapia antimicrobiana se extiende si se utilizan implantes o la cirugía se considera limpia-contaminada (DiPiro et al., 1983).

Antes del advenimiento de las terapias locales y más innovadoras, los antimicrobianos sistémicos eran la piedra angular de la terapia para la osteomielitis. La terapia local puede eventualmente suplantar la terapia sistémica (Goodrich, 2006). Un gran número de fármacos antimicrobianos poseen adecuada llegada a la membrana sinovial por vía sistémica. No obstante, las concentraciones a nivel sinovial no siempre acompañan a las concentraciones plasmáticas (Rubio-Martínez, 2005).

En la fase aguda de la inflamación, la permeabilidad de los vasos está aumentada, lo que puede producir niveles sinoviales de antibiótico superiores a los alcanzados en articulaciones sanas; sin embargo, también es más rápida la eliminación (Firth y Goedegebuure, 1988). No obstante, en un estudio posterior sobre perfusión regional, los niveles sinoviales de gentamicina en articulaciones con inflamación aguda experimental fueron inferiores que en las articulaciones sanas. A medida que el proceso infeccioso avanza, las alteraciones patogénicas que se producen a nivel local afectan de forma negativa a la difusión desde el compartimento intravascular y por tanto, a la efectividad de los antibióticos (Hardy et al., 1988; Smith, Eng, y Cherubin, 1988; Stengel, Bauwens, Sehouli, Ekkernkamp, y Porzolt, 2001).

La administración local y regional de antimicrobianos permite obtener niveles superiores de concentración en el sitio de infección, frente a la administración sistémica y disminuir los efectos adversos que pueden originar. Además posibilita la utilización de fármacos que por vía sistémica serían económicamente inviables (Rubio-Martínez, 2005).

La perfusión regional (PR) de las extremidades se utilizó por primera vez para administrar fármacos antineoplásicos que producían efectos secundarios tóxicos cuando se administraban por vía sistémica. La extrapolación de ese principio para tratar las infecciones ortopédicas ha dado como resultado un tejido antimicrobiano con concentraciones muy por encima de la concentración inhibitoria mínima (MIC) (Biasutti, Cox, Jeffcott, y Dart, 2021). Esto es imperativo cuando se tratan tejidos infectados, como los huesos, donde el proceso inflamatorio causa trombosis vascular, necrosis y una capa de biofilm que inhibe el suministro de antimicrobianos administrados sistémicamente (Goodrich y Nixon, 2004).

El uso de la PR de las extremidades para tratar la osteomielitis ha demostrado ser una vía eficaz, accesible y conveniente de administración de fármacos antimicrobianos (Goodrich y Nixon, 2004). Ha sido más eficaz que la administración sistémica para el

tratamiento de infecciones articulares experimentales, y ha conseguido la eliminación de la infección en casos clínicos de artritis infecciosa y osteomielitis (Rubio-Martínez, 2005; Whitehair, Adams, Parker, Blevins, y Fessler, 1992; Whitehair Et al., 1992).

La PR de antimicrobianos es una técnica ampliamente utilizada para el tratamiento de infecciones de extremidades en caballos. El objetivo es administrar altas concentraciones de un antimicrobiano a una región focal para optimizar la destrucción bacteriana con efectos sistémicos mínimos. Existen muchas variaciones en la técnica, incluido el fármaco utilizado, la dosis, el volumen y la concentración del antimicrobiano perfundido, el intervalo de dosificación, el tipo, el método y la duración de la aplicación del torniquete y si el procedimiento se realiza de pie o bajo anestesia general (Biasutti et al., 2021).

Este procedimiento ha sido utilizado cada vez más por cirujanos ortopédicos equinos para tratar y prevenir infecciones óseas y sinoviales. La técnica utiliza un circuito extracorpóreo, como una arteria o vena aislada, que irriga un área de tejido en la que se administra el antimicrobiano. Alternativamente, el espacio medular en el hueso se puede utilizar utilizando un tornillo óseo canulado o un dispositivo comercial fabricado especialmente para administrar líquidos a neonatos humanos (Goodrich y Nixon, 2004).

Se aplica un torniquete de Esmarch o neumático a la extremidad afectada proximal al sitio de la infección para ocluir el sistema vascular superficial. Luego, la solución antimicrobiana se inyecta a través de un catéter o una aguja tipo mariposa bajo presión. El antimicrobiano debe diluirse en solución salina (30 a 60 ml) para facilitar un aumento de la presión a través de un efecto de volumen y minimizar la toxicidad tisular local. La inyección a presión distiende la vasculatura venosa, lo que promueve la difusión del antimicrobiano en los tejidos locales distal al torniquete (Goodrich, 2006). Clínicamente, a menudo se ha utilizado un tiempo arbitrario de 30 minutos de mantención del torniquete; sin embargo, según los datos disponibles, parece que una duración de 15 a 20 minutos probablemente sea apropiada en la mayoría de las circunstancias (Biasutti et al., 2021).

La selección de un antimicrobiano para usar en PR debe considerar los resultados del cultivo y la sensibilidad en cada paciente individual. En ausencia de un cultivo positivo o al comenzar la terapia empírica para la sepsis sinovial, la literatura sugiere que el uso de gentamicina o amikacina son opciones adecuadas basadas en las bacterias comúnmente involucradas (Hepworth-Warren, Wong, Fulkerson, Wang, y Sun, 2015; Robinson, Timofte, Singer, Rimmington, y Rubio-Martínez, 2016).

Se ha descrito la administración de vancomicina por PR a caballos sanos. La vancomicina, un glicopéptido bactericida altamente activo contra organismos estafilococos como MRSA, ha sido reportada para el control de infecciones ortopédicas en caballos. Se describieron altas concentraciones de vancomicina en articulaciones sinoviales regionales después de perfusión regional (Rubio-Martínez et al., 2005). Sin embargo, no se recomienda su uso de manera intraarticular, debido a su acidez y capacidad irritante (Orsini et al., 1992). Otras patologías equinas que han sido tratadas con resultados satisfactorios son la laminitis séptica, la osteítis séptica de la tercera falange y de los huesos sesamoideos proximales, la artritis séptica de

las articulaciones del pie, la tenosinovitis séptica, la sepsis de la bursa del navicular, la fisitis séptica y heridas en el casco (Rubio-Martínez, 2005).

La eficacia de la PR probablemente depende de varios factores como el número de perfusiones, las características de la infección que se está tratando, la realización de desbridamiento del tejido infectado, la sensibilidad del organismo, la dosis y la concentración del antibiótico, su mecanismo de acción y, posiblemente, la técnica de perfusión utilizada. No se conoce el número ni la frecuencia de PR que se deben realizar para conseguir la curación de infecciones ortopédicas. Para el tratamiento de infecciones ortopédicas clínicas en caballos se han realizado perfusiones únicas, dobles, triples y hasta cuatro veces. Sin embargo, las características patológicas de cada caso son diferentes, y la combinación de tratamientos aplicada también, por lo que resulta muy complicado sacar conclusiones generales (Rubio-Martínez, 2005).

Por tanto, la PR con antibióticos representa un arma muy conveniente para combatir las infecciones ortopédicas. Sin embargo, el tratamiento adecuado debe incluir otros aspectos como la terapia sistémica y el desbridamiento y el lavado quirúrgicos (Rubio-Martínez, 2005).

4.2.3.10.2. Tratamiento Quirúrgico

El hueso necrótico actúa como un foco crónico de inflamación y estimula el drenaje purulento hasta que se elimina. El tejido de granulación a menudo se forma alrededor del hueso necrótico, evita la reabsorción al aislar el hueso de un suministro vascular saludable e impide la regeneración (Kahn y Pritzker, 1973).

El desbridamiento completo del hueso y los tejidos blandos para eliminar los restos necróticos, el material purulento y el hueso avascular es imprescindible para un tratamiento exitoso (Dernell, 1999). Este debe combinarse con la estabilización adecuada de las fracturas inestables o la extracción de implantes metálicos. Las fracturas estables pueden curar frente a una infección. Determinar si el hueso es viable puede ser un desafío. La decisión de retener o descartar un fragmento óseo debe basarse en su tamaño, importancia para la estabilidad y grado de desprendimiento del periostio y los tejidos blandos circundantes (Trotter, 1996). En este momento, se debe obtener tejido afectado para cultivo y pruebas de sensibilidad para ayudar al médico a elegir el fármaco antimicrobiano más apropiado (Goodrich y Nixon, 2004).

Los injertos óseos se han utilizado en cirugía ósea durante varias décadas para aumentar la reparación ósea, acelerar la curación de fracturas complicadas y promover la curación de pseudo-artrosis. Los injertos óseos autógenos pueden cumplir dos funciones principales en el tratamiento de la osteomielitis: tienen potencial osteogénico y pueden proporcionar soporte mecánico (Goodrich, 2006).

Estos actúan mediante tres mecanismos diferentes: osteogénesis, osteoinducción y osteoconducción. Las capacidades osteoconductoras del hueso esponjoso incluyen crecimiento de capilares, formación de tejido perivascular y migración de células osteoprogenitoras (Goodrich, 2006). Además tiene potencial osteogénico porque tiene un volumen mucho mayor de células viables en comparación con el hueso cortical. Estas células comienzan a formar hueso nuevo cuando se implantan en defectos

desbridados. Las capacidades de osteoinducción del hueso esponjoso son atribuibles a las células precursoras mesenquimales que se diferencian en preosteoblastos y luego en osteoblastos (Urist, 1965). Proteínas, como la proteína morfogenética ósea (BMP) y el factor de crecimiento transformante B (TGF B), son secretadas por el injerto e inducen la migración de células adicionales, así como la diferenciación de células mesénquimales dentro del injerto. Esta osteoinducción ocurre dentro de las primeras semanas de injerto óseo (Markel, 1996). El hueso esponjoso proporciona una costra que sostiene mecánicamente el tejido. A diferencia de la osteoinducción, la osteoconducción dura varios meses con injertos de tejido esponjoso y puede durar muchos meses o años con injertos de hueso cortical, dependiendo de su tamaño (Markel, 1996).

Los beneficios de los injertos de hueso esponjoso en el tratamiento de la osteomielitis son numerosos y, en el caballo, existen abundantes fuentes de hueso autógeno en el ilion, el esternón y la tibia proximal (Markel, 1996). Recientemente, se ha informado de la cuarta vértebra coccígea como un sitio alternativo de recolección de injerto óseo en el caballo (McDuffee y Anderson, 2003). En un estudio también cuantifico la cantidad de células osteogénicas y el porcentaje de células osteoprogenitoras dentro de la población osteogénica de la cuarta vértebra coccígea, tibia proximal, el esternón y tuberosidad coxal. La tuberosidad coxal, la vértebra coccígea y tibia proximal fueron los mejores sitios para la recolección osteogénica; y la tuberosidad coxal y la tibia proximal tenían la mayor población de células osteoprogenitoras (McDuffee y Anderson, 2003). Otro informe describió la técnica de extraer hueso esponjoso del húmero proximal en caballos; sin embargo, uno de los ocho caballos, sufrió una fractura catastrófica en la recuperación, por lo que se podría considerar este sitio inadecuado para la recolección de hueso esponjoso (Harriss, Galuppo, Decock, McDuffee, y Macdonald, 2004).

En la década de 1980, muchos estudios informaron sobre la prevención y el tratamiento exitoso de la osteomielitis utilizando implantes de polimetilmetacrilato (PMMA). Desde entonces, se ha producido un aumento constante en el uso de estos en pacientes humanos y animales. El uso de PMMA impregnados con antimicrobianos para la prevención y el tratamiento de la osteomielitis en caballos han mejorado drásticamente la tasa de éxito. Varios informes de casos en caballos dan testimonio de los avances que se han logrado en el manejo de la osteomielitis (Goodrich, 2006).

La implantación de PMMA da como resultado altas concentraciones locales de antimicrobianos durante períodos prolongados (Buchholz, Elson, y Heinert, 1984; Calhoun y Mader, 1989). La liberación local lenta de los antimicrobianos puede dar lugar a concentraciones en el sitio de la herida de hasta 200 veces las que se pueden obtener con la administración sistémica del mismo antimicrobiano. Las concentraciones de antimicrobianos por encima de la MIC pueden durar hasta 80 días después de la implantación (Goodrich y Nixon, 2004).

La clara ventaja de esta forma de prevención y tratamiento es que las concentraciones séricas no alcanzan niveles tóxicos, a pesar de las altas concentraciones de antimicrobianos en la herida después de la implantación de la micro esfera (Goodrich y Nixon, 2004). Además, este método de tratamiento reduce, y en ocasiones elimina, la necesidad de terapia sistémica. Es de destacar la consiguiente disminución del

riesgo de toxicidad por fármacos y la drástica disminución de los costos incurridos por esta enfermedad en el caballo (Goodrich, 2006).

Aunque ha sido de manera variable, se han reportado respuestas exitosas de hasta un 80% para el tratamiento de caballos con osteomielitis con terapia antimicrobiana local, que es una mejora sustancial en comparación con las respuestas al tratamiento sistémico (Goodrich, 2006).

Los antimicrobianos son liberados del polimetilmetacrilato (PMMA) en un patrón bimodal (Tobias, Schneider, y Besser, 1996). La liberación rápida del antimicrobiano suele tener lugar dentro de las primeras 24 horas. La velocidad de liberación posterior es más lenta y, según el cemento antimicrobiano y óseo utilizado, pueden liberarse cantidades detectables de fármaco semanas o meses después de la implantación (Calhoun y Mader, 1989; Henry, Seligson, Mangino, y Popham, 1991; Tobias et al., 1996). Hay muchos factores que afectan la tasa de liberación de los antimicrobianos del PMMA. Esos factores incluyen el tipo y la porosidad del PMMA, el área de la superficie del implante, el volumen de líquido que rodea el cemento, la concentración de antimicrobianos colocados en el PMMA y las propiedades de difusión de cada antimicrobiano. Las tasas de liberación antimicrobiana de PMMA son directamente proporcionales al área de superficie. Por lo tanto, se prefiere colocar pequeñas perlas rugosas en las heridas a las perlas lisas, porque las perlas pequeñas rugosas tienen una gran área de superficie por volumen y una esfera tiene la mayor área de superficie por volumen (Calhoun y Mader, 1989; Henry et al., 1991; Tobias et al., 1996).

La cantidad de antimicrobiano colocada en el cemento óseo es directamente proporcional a la cantidad liberada. Por lo tanto, se debe usar la concentración máxima de antimicrobiano en los implantes para lograr las concentraciones más altas de antimicrobiano local. Si la concentración máxima "indefinida" de un antimicrobiano se supera durante la preparación de PMMA, parece prolongar o inhibir el tiempo de "preparación" y reducir la calidad del cemento óseo. Por lo tanto, es mejor usar las concentraciones previamente reportadas para que la liberación se realice con éxito. Una regla empírica que se utiliza actualmente es el 5% del peso del PMMA (es decir, amikacina, 0,5 g, para PMMA, 10 g) (Goodrich y Nixon, 2004).

La combinación de antimicrobianos en PMMA también puede mejorar o inhibir la liberación del antimicrobiano. Por ejemplo, en un estudio en el que se combinaron tobramicina y oxacilina en PMMA, la liberación de oxacilina aumentó, pero la de tobramicina disminuyó en comparación con cuando se usaron por separado. Este no es el caso de todas las combinaciones de antimicrobianos. Por lo tanto, el médico que comienza a utilizar PMMA debe estar familiarizado con las combinaciones de antimicrobianos documentadas para que la liberación se produzca con éxito (Goodrich y Nixon, 2004).

En ocasiones, los resultados de los cultivos se utilizan para determinar la selección de antimicrobianos, pero los organismos a menudo aún no se han cultivado o se está utilizando PMMA de forma profiláctica. En estas situaciones, se elige un antimicrobiano de amplio espectro que tenga alta solubilidad en agua, baja toxicidad tisular y sea estable a temperaturas de hasta 100 ° C (Adams, Couch, Cierny, Calhoun y Mader, 1992).

El PMMA impregnado con gentamicina ha sido el centro de atención en gran parte de la literatura debido a la actividad bactericida de amplio espectro, así como a sus características solubles en agua y termoestables. Aunque esta sigue siendo una buena opción antimicrobiana, ahora hay muchos antimicrobianos diferentes que, según se informa, que tienen buenas tasas de liberación en PMMA (Goodrich, 2006).

La cobertura más amplia de la amikacina y su eficacia en el tratamiento de infecciones ortopédicas equinas en comparación con la gentamicina la han convertido en una opción antimicrobiana popular (Moore et al., 1992).

Existe cierta controversia con respecto a la extracción de implantes PMMA. Algunos cirujanos prefieren retirar los implantes, mientras que otros sugieren que las perlas solo se extraigan si se infectan. Se han asociado pocas complicaciones con el uso de PMMA. No se han informado reacciones alérgicas y las complicaciones más significativas que se vieron son daños en los tejidos blandos durante la extracción y la formación de tejido conectivo fibroso que complica la extracción. El uso generalizado de PMMA por los cirujanos ortopédicos representa la creencia general de que los beneficios de los altos niveles locales de antimicrobianos y los efectos secundarios sistémicos mínimos superan el riesgo mínimo de complicaciones asociadas con estos implantes (Goodrich y Nixon, 2004).

En conclusión, PMMA es invaluable para tratar y prevenir infecciones óseas. Las tasas de infección en personas con fracturas abiertas de grado III disminuyeron del 42,9% al 8,7% con la adición de PMMA. Los implantes PMMA nunca deben usarse como el único tratamiento de infecciones óseas, sino que siempre deben usarse además de un desbridamiento quirúrgico adecuado. El uso adecuado de PMMA puede significar un mayor éxito quirúrgico en la prevención y el manejo de la osteomielitis, un menor costo y menos episodios de toxicidad sistémica (Goodrich, 2006).

4.2.3.11. Pronóstico

Las infecciones de heridas que involucran e invaden los huesos pueden ser casos muy desafiantes, que a menudo requieren un enfoque multifacético y una terapia prolongada para un resultado positivo (Orsini, 2017).

El pronóstico para caballos con infecciones óseas ha mejorado sustancialmente con el uso rutinario de terapia local intensiva. Pero el costo del tratamiento es enorme, y aún puede haber consecuencias adversas significativas a largo plazo para un caballo, incluso con una resolución clínica exitosa de la infección (Ahern et al., 2010).

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Reportar la resolución de un caso de osteítis séptica de los huesos sesamoideos proximales secundaria a una herida lacerante, mediante tratamiento médico.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Documentar hallazgos clínicos, manejo, tratamiento médico, complicaciones y evolución de una yegua que ingresó al Centro Hospital Veterinario de la Facultad de Veterinaria presentando sección de tendón flexor digital superficial y profundo secundaria a una herida traumática, involucrando el aspecto plantar del miembro posterior derecho.

Detallar la realización de un tratamiento agresivo con el fin de salvar la vida del paciente, ya que debido a la complejidad del caso según lo cita la literatura, son eutanasiados en la mayoría de los casos; y permitirle a éste mantener condiciones de bienestar animal.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

Un equino hembra Pura Sangre de Carrera, de 8 años de edad y 420 kg aproximadamente, fue admitido en la Unidad de Clínica y Cirugía de Equinos del Centro Hospital Veterinario de la Facultad de Veterinaria en el año 2020, con el motivo de consulta de presentar una herida en el miembro posterior derecho, producto de un traumatismo al realizar ejercicios de natación en un arroyo.

En cuanto a los datos de anamnesis más relevantes, la yegua se encontraba con la sanidad al día (vacunas antitetánicas, rinoneumonitis e influenza), desparasitada hace 21 días. Al momento del ingreso al hospital la herida tenía una evolución de 18 horas aproximadamente; como tratamiento los propietarios administraron una dosis de 4.4 mg/kg de fenilbutazona y realizaron un vendaje simple con una venda de papel autoadhesiva.

Al momento del examen objetivo general, la yegua presentaba una temperatura corporal de 37.8 °C, frecuencia cardíaca de 40 lpm, frecuencia respiratoria de 12 rpm, mucosas rosadas, tiempo de llenado capilar 2" y prueba de pliegue cutáneo de 2", ganglios linfáticos sin particularidades. El estado de carnes era bueno, sensorio alerta, como actitudes anómalas el miembro posterior derecho se mantenía en flexión con apoyo en pinzas.

Se realizó un examen objetivo particular de piel y subcutáneo y aparato locomotor. A la inspección primaria presentaba claudicación grado 4 (Sistema de puntuación de la AAEP), con descenso de nudo y elevación de pinzas al apoyar el miembro. Se observan dos soluciones de continuidad localizadas en plantar de la articulación metatarso-falangiana del miembro posterior derecho. La herida de mayor dimensión se encontraba en la región plantar hacia medial de la articulación metatarso falangiana, la cual involucraba piel, subcutáneo, vaina digital de los tendones flexores, lóbulo medial tendón flexor digital superficial. La herida de menor dimensión se localizaba en la región plantar de la cuartilla hacia lateral, en zona basilar de los huesos sesamoideos, la cual involucraba piel, subcutáneo, vaina digital de los tendones flexores y sección completa del tendón flexor digital profundo. La región se encontraba con calor, edema, tumefacción y dolor marcado a la palpación (Figura 2).

Se determinó como diagnostico presuntivo herida lacerante que involucra la vaina digital y articulación metatarso falangiana con sección del tendón flexor digital superficial y profundo.



Fig. 2. Soluciones de continuidad que presentaba la yegua al ingreso a facultad. Se puede apreciar que la herida involucra piel, subcutáneo, vaina digital sinovial y la sección del tendón flexor digital profundo.

En primera instancia el tratamiento consistió en realizar la toilette y desbridamiento de la herida; se tomó una muestra con hisopo estéril para realizar cultivo y antibiograma. Se procedió a realizar un vendaje Robert-Jones modificado con elevación de talones y férula de PVC, con una frecuencia de cambios cada 24 hs.

Se comenzó con una antibioticoterapia sistémica con Penicilina-Estreptomicina 25.000 UI/kg IM cada 12 hs. en combinación con Gentamicina 6.6 mg/kg IV cada 24 hs. Antibioticoterapia regional intravenosa cada 48 hs. con 1000 mg de Gentamicina en 60 ml de solución salina fisiológica, dejando el torniquete por 30 min. Mientras se esperaban los resultados del cultivo y antibiograma.

La analgesia inicial consistió en fenilbutazona 4.4 mg/kg IV seguido de 2.2 mg/kg IV cada 12 hs. También se administró omeprazol 2 mg/kg cada 24 hs como tratamiento preventivo ante úlceras gástricas.

Se complementó el examen clínico con estudios de imagen (Rx y Ultrasonografía), para evaluar el daño en tejidos blandos, óseo y descartar la presencia de cuerpos extraños. Observándose sección del tendón flexor digital superficial y profundo, edema de tejidos blandos; sin cambios radiológicos evidentes.

Transcurridos 5 cambios de vendajes, observando que la herida no presenta demasiado exudado y un ambiente controlado, se decide realizar un yeso con vendas de acrílico sin retirarlo por 7 días (Figura 3). Luego se corta por medial y lateral para realizar cambios de vendaje cada 48 hs. volviendo a utilizar la fibra de vidrio como férula.



Fig. 3. Colocación de vendaje y yeso con vendas de acrílico. Primero se realiza un vendaje Robert – Jones con elevación de talones (imagen izquierda) y posterior se aplica un vendaje con vendas de acrílico y se aplica una goma o resina de PMMA para evitar el desgaste contra el suelo (imagen derecha).

Obtenidos los resultados del cultivo y antibiograma, se confirma crecimiento bacteriano de *Proteus spp.* (Tabla 2).

CULTIVO BACTERIOLÓGICO	
Muestra: Hisopado de herida en región plantar del nudo.	
Cultivo: En los medios especiales de cultivo sembrados, la muestra estudiada ha desarrollado <i>Proteus Spp.</i>	
ANTIBIOGRAMA	
Sensible:	Resistente:
Cloranfenicol	Penicilina
Ceftiofur	Ciprofloxacina
Gentamicina	Clindamicina
Tetraciclina	Enrofloxacin
Sulfatrimetroprim - metoxazol	Ertapenem

Tabla 2. Resultados obtenidos del cultivo y antibiograma, de la muestra tomada con hisopo estéril de zonas profundas de la herida.

Con la evaluación clínica, estudios de imagen y los resultados de laboratorio se puede decir que la herida tuvo una evolución hacia una tendosinovitis séptica con posterior osteítis séptica de los huesos sesamoideos como diagnóstico definitivo.

7. RESULTADOS

A los 20 días de haber ingresado al hospital, se realiza un nuevo estudio radiológico (Figura 4), evidenciándose radiolucencia debido a la pérdida de densidad ósea en los huesos sesamoideos, disminución del espacio articular metatarso falangiano y asimetría en la posición de los huesos sesamoideos, sugerentes de lisis ósea y desmítis séptica del ligamento suspensor del nudo y ligamento intersesamoideo.

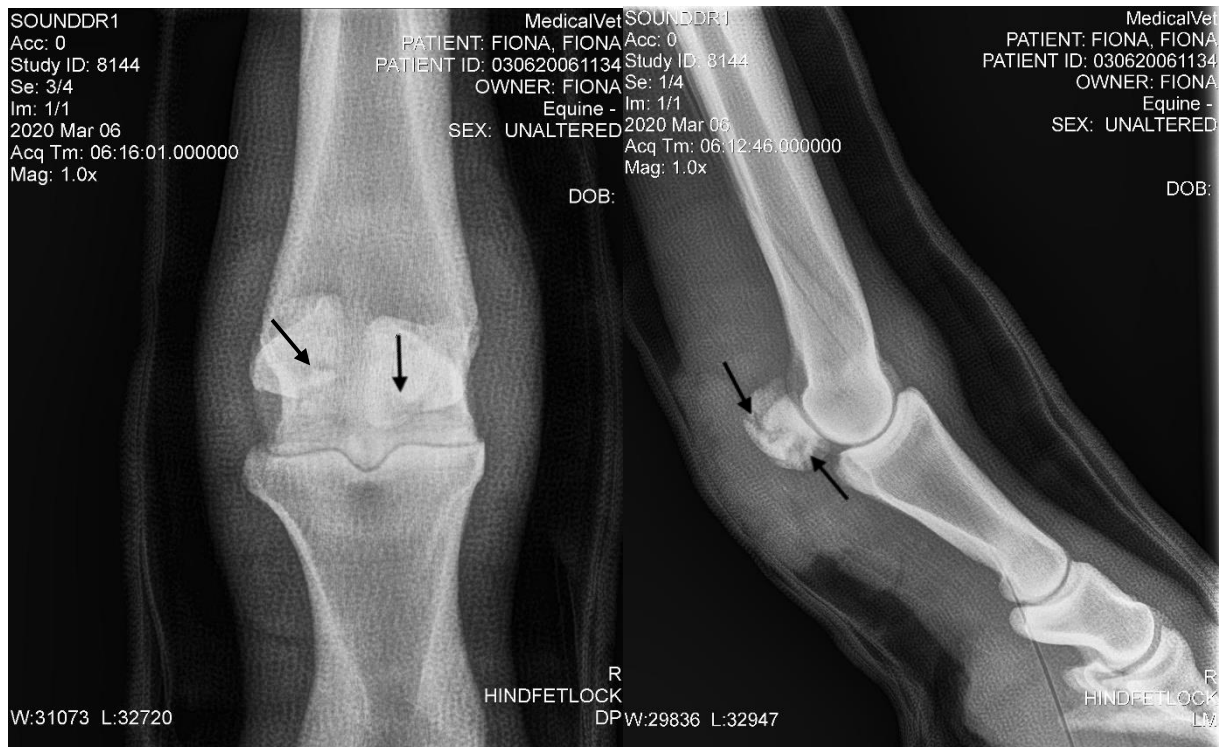


Fig. 4. Radiografías articulación metatarso falangiana Dorso-Plantar (izquierda) y Latero-Medial (derecha). Se puede observar zonas radiolúcidas en los huesos sesamoideos proximales (flechas), estrechamiento del espacio articular, aumento de tamaño y opacidad de tejidos blandos.

En base a los resultados obtenidos se modificó la antibioticoterapia, suspendiendo la penicilina-estreptomicina y Gentamicina, por Cefotiofur 5 mg/kg IV cada 12 hs. durante 30 días ambos. Mientras que la antibioticoterapia regional intravenosa se sustituyó la Gentamicina por Amikacina 500 mg en 60 ml de solución salina fisiológica cada 48 hs. por 15 días y luego se reemplazó la amikacina por Vancomicina 300 mg en 60 ml de solución salina fisiológica cada 72 hs. con una duración de 3 aplicaciones. Además se realizaron lavados de la articulación metatarso falangiana con solución salina fisiológica, agregando en el último litro de solución 250 mg de amikacina cada 48 hs. días alternos a la perfusión regional intravenosa.

La analgesia continuó siendo fenilbutazona hasta los 15 días y luego fue modificada por Firocoxib 0.1 mg/kg cada 24 PO.

Se planteó la realización de estudios radiográficos de control cada 21-28 días para evaluar y documentar el proceso de regeneración ósea (Figuras 5 y 6).

Debido al uso repetido de la vena safena para realizar las perfusiones regionales se desarrolló tromboflebitis, la cual fue solucionada dejando sin utilizar dicho acceso y aplicando una pomada tópica a base de diclofenac. Mientras se mantuvo en reposo la vena safena, el acceso utilizado para las perfusiones regionales fue a través de la vena tibial craneal guiado por ultrasonografía.

El manejo de las heridas se continuó realizando en base a la evolución clínica que estas presentaban, pasando a tener una frecuencia de cambios cada 72 hs. una vez finalizada la antibioticoterapia.

El miembro contralateral se lo vendaba con una venda de descanso para disminuir el peso que cargaba y se lo evaluaba todos los días para evitar un desarrollo de laminitis por sobrecarga.

Una vez finalizado los tratamientos y teniendo controlada el proceso séptico la yegua permaneció internada en el hospital con vendajes para restringir el movimiento de la articulación metatarso falangiana, finalizar la cicatrización de la herida y contribuir con el proceso de remodelación ósea y anquilosis de la articulación.

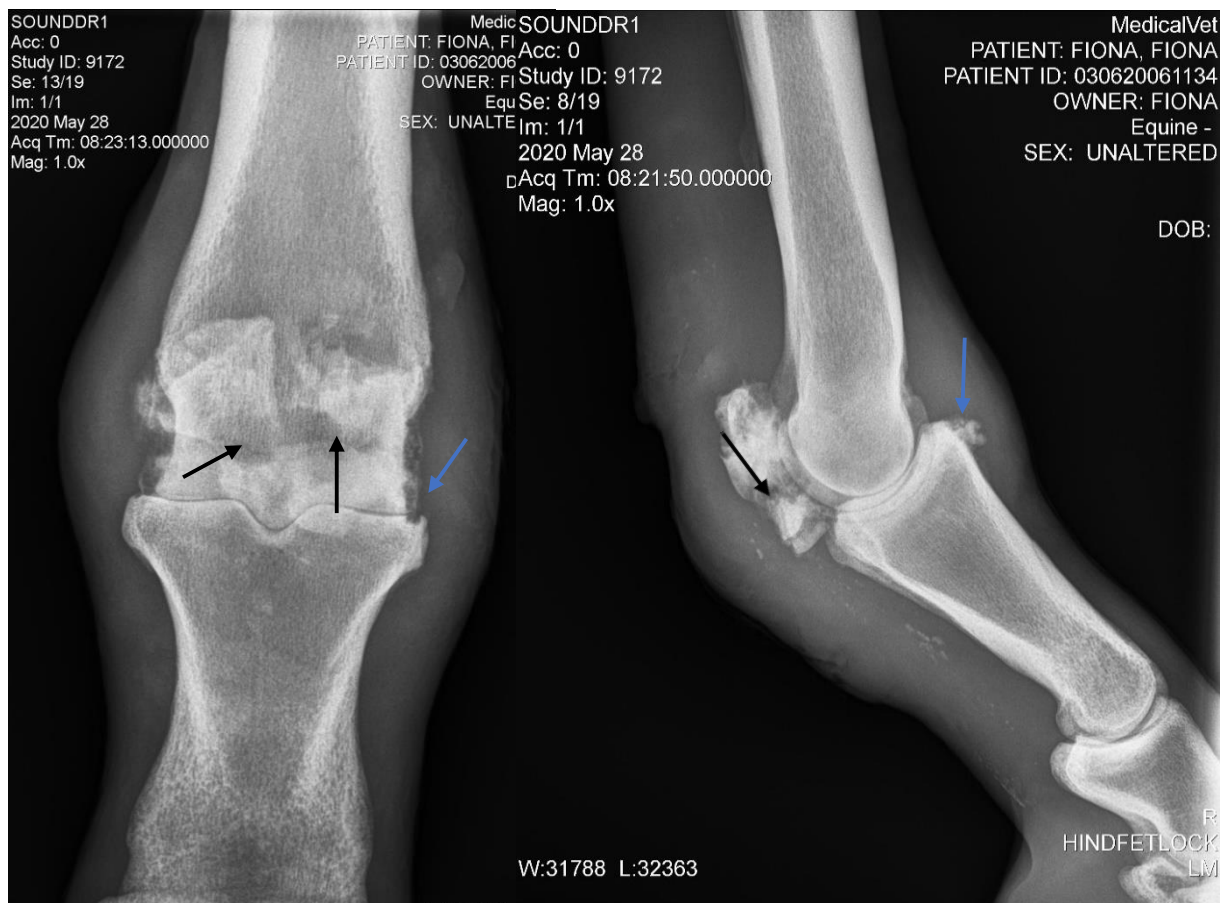


Fig. 5. Radiografías articulación metatarso falangiana Dorso-Plantar (izquierda) y Latero-Medial (derecha). 3 meses aprox. de ingreso al hospital. Se puede observar osteopenia, zonas extensas de radiolucidez ósea en los huesos sesamoideos proximales correspondientes con osteólisis (flechas negras) con áreas de remodelación, colapso del espacio articular y comienzo de neo formación ósea en la articulación metatarso falangiana (flecha azules). También puede verse áreas de mineralización en el tendón flexor digital profundo y subluxación de la articulación Interfalangeana proximal.



Fig. 6. Radiografías articulación metatarso falangiana Dorso-Plantar (izquierda) y Latero-Medial (derecha). 7 meses aprox. de ingreso al hospital. Donde se observa el extenso proceso de remodelación ósea (asterisco), y neo formación de hueso en toda la articulación. El espacio articular ya casi no es apreciable, hay mayor radioopacidad que en la figura 5.

Una vez lograda la anquilosis de la articulación se retiraron los vendajes rígidos, manteniendo solo vendajes simples para la herida y se procedió a realizar un desvasado correctivo del casco y un herraje ortopédico con una herradura con prolongación en plantar con el objetivo de darle soporte a la articulación metatarso falangiana (Figura 7). A los 30 días del primer herraje se vuelve a realizar un desvasado correctivo y colocación de una herradura asimétrica, con la rama medial más ancha y *rolling*, para contribuir a un mejor despegue del paso y una mejor distribución de las presiones en el apoyo (Figura 8).

Luego de unos días de evaluación y viendo la buena respuesta de la yegua, al no tener dolor, ni problemas para desplazarse por sus medios y poder realizar vida normal, es dada de alta.



Fig. 7. Colocación de herradura ortopédica con prolongación en plantar. Y vendaje Robert-Jones, con el propósito de seguir contribuyendo a la estabilización de la articulación.



Fig. 8. Colocación herradura asimétrica, para contribuir a un mejor despegue del paso y distribución de las presiones en el apoyo.

Durante los siete meses que estuvo internada la yegua aproximadamente, se realizaba todos los días un examen objetivo general tomando parámetros de frecuencia cardíaca, respiratoria, temperatura, motilidad intestinal, mucosas, tiempo de llenado capilar y pliegue cutáneo. Al igual que un examen objetivo particular del miembro afectado y el contralateral evaluando pulso digital aumentado, calor, tumefacción o algún indicio de dolor.

El contacto con los propietarios, para estar informados sobre el bienestar de la yegua fue permanente y transcurridos 18 meses del traumatismo, se realiza una visita para realizar una evaluación clínica, y realizar estudios radiográficos de control del paciente (Figura 9).



Fig. 9. Radiografías articulación metatarso falangiana Dorso-Plantar (izquierda) y Latero-Medial (derecha). Transcurridos 18 meses aprox. del traumatismo. Se observa esclerosis y regeneración ósea en los huesos sesamoideos proximales y articulación metatarso falángica (asterisco). Hay mayor radioopacidad que en la figuras 5 y 6.

8. DISCUSIÓN

Las heridas constituyen la patología de mayor incidencia en todos los equinos sin previo predisponente y son la emergencia más común que enfrentan los veterinarios en la práctica equina como lo mencionado por Clodagh (2009) y Owen, Singer, Clegg, Ireland, y Pinchbeck (2012) en donde en un estudio realizado en el norte de Gran Bretaña se concluyó que cada caballo recibe en promedio, por año la visita de 0,88 Veterinario para el tratamiento de heridas traumáticas. Por ende estas, terminaron siendo la patología que solicitó la mayor asistencia de veterinarios. En el Centro Hospital Veterinario de la Facultad de Veterinaria la casuística se desconoce exactamente pero no somos ajenos a esta realidad mundial por lo que se decidió relatar este caso clínico para crear un precedente de tratamiento.

Debido a que es una patología muy frecuente resulta trascendente que el veterinario realice un buen manejo de la herida que favorezca no solo la vida del animal, sino también la performance deportiva como lo menciono Schneider et al. (1992). Ya que no solo la gravedad de la herida sino la rápida asistencia veterinaria condicionan el pronóstico tanto vital como funcional, como lo reportado por Gibson et al. (1989). En nuestro caso fue posible salvar la vida del animal, sin tener un pronóstico funcional deportivo favorable a pesar del tratamiento agresivo instaurado.

Los equinos son la especie cuyas heridas en distal de miembros cicatrizan más frecuentemente por segunda intención, además de ser las que presentan mayor predisposición a la formación de tejido de granulación exuberante, lo que conlleva a una resolución a largo plazo (Jacobs, Leach, Fretz, y Townsend, 1984). Sumado a esto, como menciona Stashak (2004), los traumatismos tienen el potencial de interferir con la función del animal o incluso amenazar su vida. En efecto, numerosas estructuras musculo esqueléticas para la carga del peso y/o locomoción son relativamente superficiales en esta zona, y por lo tanto susceptibles de sufrir daños. Basados en esta información de la literatura es que se decidió desde el primer momento de la atención clínica procurando mejorar el ambiente de la herida y controlar la infección, pudiendo cicatrizar por segunda intención de manera favorable.

Las infecciones sinoviales asociadas con una herida pueden involucrar cualquier articulación, vaina tendinosa o bursa en el caballo. Sin embargo, estas estructuras de la extremidad distal (distales e incluyendo el carpo y el tarso) son las más comúnmente involucradas (Joyce, 2007). Estas lesiones traumáticas generalmente involucran solo una estructura sinovial única, pero las heridas grandes particularmente de la región del pie pueden contaminar múltiples estructuras sinoviales (Baxter, 2004); siendo lo sucedido en nuestro caso, donde se vieron involucradas tanto la vaina sinovial digital y la articulación metatarso falangiana.

Otro motivo interesante para realizar este trabajo fue que posterior a diagnosticar osteítis séptica de los huesos sesamoideos, consultando en la literatura existente hay muy pocos casos descritos de osteítis séptica de los huesos sesamoideos; siendo la mayoría de los reportes osteítis séptica del borde axial de los huesos sesamoideos con participación del ligamento intersesamoideo como lo describió Dabareiner et al.

(2001), Sherman et al. (2006) y Wisner et al. (1991). Y ningún caso reportado de osteítis séptica posterior a un traumatismo, con disrupción total del aparato de sostén de la articulación metacarpo/tarso falangiana, como lo es este caso.

La osteomielitis de los bordes axiales de los huesos sesamoideos proximales puede considerarse como una extensión de una infección primaria de la vaina digital, o puede ser una condición primaria que lleva a la extensión de la infección a la vaina digital. Dabareiner et al. (2001) informaron que 3 de cada 8 caballos afectados tenían artritis séptica de la articulación del nudo y tendosinovitis del tendón flexor digital profundo asociada; solo uno de estos caballos volvió a su nivel anterior de actividad. De los 15 caballos reportados con osteomielitis de los bordes axiales de los huesos sesamoideos proximales en el trabajo de Sherman et al. (2006), 6 tenían estructuras sinoviales infectadas y 5 tenían artritis séptica de una articulación y también tenían sepsis de la vaina digital. El estudio realizado por Wisner et al. (1991), determinó que diez articulaciones de siete caballos tenían osteomielitis que afectaba al borde axial de los huesos sesamoideos proximales y desmítis séptica del ligamento interseesamoideo mediante examen microscópico. Se sospechó una extensión de desmítis séptica u osteomielitis en el espacio sinovial de la articulación del nudo y la vaina sinovial del tendón flexor profundo en los tres caballos que tenían sinovitis séptica de la vaina digital y artritis séptica del nudo. Esto es coincidente con nuestro caso ya que la osteítis séptica fue secundaria a la infección de la vaina sinovial digital y artritis séptica de la articulación del nudo; coincidiendo además el pronóstico funcional malo, ya que la yegua tampoco pudo volver a su nivel de actividad anterior.

Hasta el momento pocos informes se han publicado en la literatura presentando resultados exitosos con el tratamiento médico de la osteítis axial de los huesos sesamoideos proximales. Dabareiner et al. (2001) documentaron un tratamiento exitoso (retorno al nivel original de actividad) de 6/8 caballos mediante el desbridamiento artroscópico del sesamoideo afectado y el ligamento interseesamoideo (que generalmente está involucrado en estos casos), seguido de un ciclo corto de antibióticos de amplio espectro. De estos 6 caballos, 5 no tenían evidencia de artritis séptica o tenosinovitis. Los 7 caballos del informe de Wisner et al. (1991) fueron sometidos a la eutanasia, independientemente del tratamiento elegido (quirúrgico, médico o ninguno). El tratamiento quirúrgico de un solo caballo descrito por Sedrish, Burba y Williams (1994) no tuvo éxito. Tampoco parece haber casos publicados en la literatura sobre el tratamiento de la osteítis axial de los huesos sesamoideos proximales en potros. En caballos maduros, esta condición ha tenido previamente un mal pronóstico como lo planteo Wisner et al. (1991). A pesar de estos reportes y que nuestro trabajo involucra un solo paciente, podemos decir que el tratamiento médico realizado en este caso fue exitoso.

Los resultados del caso reportado por Lawrence y Fraser (2013) sugieren que el tratamiento con doxiciclina oral puede ser una alternativa viable a la terapia quirúrgica en situaciones en las que no hay afectación de la articulación del nudo o del tendón flexor digital profundo. Si bien esto no coincide con nuestro caso ya que tuvimos afección de la articulación, vaina y tendones, podría ser tenido en cuenta como

tratamiento, siempre y cuando los resultados de cultivo y antibiograma muestren sensibilidad a dicho fármaco.

La limitada literatura reportado casos similares puede deberse a en gran parte a que muchos de estos casos son eutanasiados debido a la complejidad del mismo, la limitante de recursos económicos en muchas situaciones por requerir un gran periodo de tratamiento, el pronóstico deportivo negativo y no retorno a la actividad y sobre todo por las complicaciones secundarias asociadas a la laminitis contralateral por sobrecarga de peso en el miembro sano.

La artrodesis de la articulación metacarpo/tarso falángica es la técnica padrón oro para manejar caballos con rotura traumática del aparato de sostén. Chapman, Richardson, y Ortvad (2019) informaron el pronóstico para caballos con rotura traumática del aparato de sostén como reservado a malo, con un 25 - 67% de los caballos que sobreviven. Clínicamente, los caballos tienen hiperextensión (caída) de la articulación del nudo durante el intento de carga de peso debido a la pérdida de integridad del aparato de sostén. La incapacidad para soportar peso de la extremidad afectada predispone a la carga de peso la extremidad opuesta, pudiendo originar laminitis por sobrecarga. Carpenter, Galuppo, Simpson y Dowd (2008) mencionan que la estabilización quirúrgica de la articulación del nudo con implantes ortopédicos es la opción más viable para que puedan desempeñar una vida saludable en el campo y actividad reproductiva; pero debido a presentar infección en este caso la artrodesis quirúrgica no fue una opción viable en las terapéuticas planteadas.

En el trabajo presentado por Panizzi, Barber, Lang, Allen y Woodbury (2011), mencionan que la artrodesis química mediante inyecciones intraarticulares de monoyodoacetato o alcohol etílico se ha utilizado con éxito en las articulaciones de bajo movimiento. Sin embargo, no existen reportes en articulaciones de alto movimiento y también se ha descrito inflamación, irritación y necrosis de tejidos blandos por inyecciones peri articulares como lo expresan Dowling, Dart y Matthews (2004); por lo que la artrodesis química no represento una opción de tratamiento viable para este caso.

En este caso el tratamiento médico fue posible llevarlo a cabo y tener una resolución favorable para el paciente, en primera instancia porque desde el primer momento el objetivo del propietario era tener un pronóstico vital favorable salvando la vida del animal, sin importarle el pronóstico deportivo o el retorno a la actividad. A su vez la gran colaboración y docilidad de la yegua, permitió realizar todos los tratamientos sin complicaciones mayores. También fueron un factor clave para la resolución del caso las habilidades que esta desarrolló para realizar sus hábitos normales como alimentarse, y echarse a descansar protegiendo su miembro lesionado; y sin tener complicaciones del miembro contralateral en ningún momento.

9. CONCLUSIONES

La osteítis séptica de los huesos sesamoideos proximales, es una afección poco frecuente en caballos y generalmente se atribuye a extensiones de las infecciones de la articulación o infecciones de la vaina digital y los tendones flexores como lo mencionó Dabareiner et al. (2001).

Su pronóstico vital y funcional suele ser reservado a grave, dependiendo de la rapidez con la que se diagnostica el problema y se instaura un tratamiento. Sin embargo, mismo con un rápido diagnóstico y terapia instaurada, muchos casos desarrollan complicaciones secundarias como claudicación crónica con dolor o laminitis contralateral, donde puede ser necesario realizar la eutanasia por cuestiones humanitarias. Los tratamientos para la osteomielitis suelen ser agresivos y mantenidos durante un tiempo prudente en base a la respuesta clínica del paciente; por lo que los costos de los mismos también muchas veces también son una limitante a estas patologías.

En casos como el relatado en este trabajo donde, asociado a la osteítis séptica presenta una disrupción total del aparato de sostén de la articulación metatarso/carpo falangiana, la anquilosis de la articulación es fundamental para poder pensar en un pronóstico vital favorable, siendo claramente el pronóstico deportivo nulo.

El resultado en este caso fue exitoso, debido al tratamiento agresivo instaurado posterior a diagnosticar osteítis séptica. La respuesta al tratamiento fue favorable, disminuyendo el grado de claudicación, cicatrización de la herida y observándose en posteriores controles radiográficos infección ósea controlada y en proceso de remodelación ósea con anquilosis de la articulación; lo cual es beneficioso en este caso debido a la disrupción total del aparato de sostén del nudo que presentaba. El miembro contralateral a pesar de estar sumamente exigido soportando peso, no presentó en ningún momento complicaciones.

La yegua pudo ser dada de alta en óptimas condiciones, lo cual le permiten realizar una vida normal en condiciones de campo y tener una actividad reproductiva sin complicaciones.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, K., Couch, L. Cierny, G., Calhoun, J. y Mader, J. T. (1992). In vitro and in vivo evaluation of antibiotic diffusion from antibiotic-impregnated polymethylmethacrylate beads. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (278), 244-252.
- Ahern, B. J., Richardson, D. W., Boston, R. C., y Schaer, T. P. (2010). Orthopedic infections in equine long bone fractures and arthrodeses treated by internal fixation: 192 cases (1990–2006). *Veterinary Surgery*, 39(5), 588-593.
- Barbet, J. L. (1998). Enfermedades de la piel. En P. W., Pratt (Ed.) *Medicina y Cirugía Equina* (4^{ta} ed., vol., II., pp. 1447 – 1452). Buenos Aires: Inter-Médica.
- Barr, E. D., Clegg, P. D., Mark Senior, J., y Singer, E. R. (2005). Destructive lesions of the proximal sesamoid bones as a complication of dorsal metatarsal artery catheterization in three horses. *Veterinary Surgery*, 34(2), 159-166.
- Baxter, G. M. (1996). Instrumentation and Techniques for Treating Orthopedic Infections in Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 12(2), 303–335.
- Baxter, G. M. (1998). Enfermedades de la piel. En P. W., Pratt. *Medicina y Cirugía Equina*. (4^{ta} Ed., vol., II., pp. 1461 – 1505).
- Baxter, G. M. (2004). Management of Wounds Involving Synovial Structures in Horses. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 3(2), 204-214.
- Baxter, G. M. y Turner, A. S. (2002). Diseases of bone and related structures. En T. S. Stashack (Ed.), *Adams' lameness in horses* (5^a ed., pp. 401 – 450). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Belknap, J. K., Baxter, G. M., y Nickels, F. A. (1993). Extensor tendon lacerations in horses: 50 cases (1982-1988). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 203(3), 428-431.
- Bertone, A.L. (1996). Infectious arthritis. En C. W. McIlwraith, y G. W. Trotter. *Joint disease in the horse* (pp. 397 – 409). Philadelphia: Saunders.
- Biasutti, S. A., Cox, E., Jeffcott, L. B., y Dart, A. J. (2021). A review of regional limb perfusion for distal limb infections in the horse. *Equine Veterinary Education*, 33(5), 263-277.
- Blackford, J.T. (2005). Initial evaluation and treatment of wounds in horses. En *The North American Veterinary Conference* (pp.104-105). Orlando: NAVC.
- Bloom, W. y Fawcett, D.W. (1975). Bone. En W. Bloom, y D. W. Fawcett, *A Textbook of Histology*, (10^{ma} ed., pp. 244 – 250). Philadelphia: Saunders.
- Booth, L. C., y Feeney, D. A. (1982). Superficial osteitis and sequestrum formation as a result of skin avulsion in the horse. *Veterinary Surgery*, 11(1), 2-8.

- Booth, T. M., Clegg, P. D., Butson, R. J., Schramme, M. C., y Smith, R. K. (2001). Treatment of sepsis in the small tarsal joints of 11 horses with gentamicin-impregnated polymethylmethacrylate beads. *Veterinary Record*, 148(12), 376-380.
- Boswinkel, M., y van der Lugt, J. J. (2006). Vertebral osteomyelitis caused by *Rhodococcus equi* in a three-and-half-month-old Dutch Warmblood foal. *Tijdschrift voor diergeneeskunde*, 131(17), 612-616.
- Bramlage, L. R. (1998). Infection of bones and joints. *American Association of Equine Practitioners*, 44, 148-151.
- Buchholz, H. W., Elson, R. A., y Heinert, K. (1984). Antibiotic-loaded acrylic cement: current concepts. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (190), 96-108.
- Butson, R. J., Schramme, M. C., Garlick, M. H., y Davies, J. V. (1996). Treatment of intrasynovial infection with gentamicin-impregnated polymethylmethacrylate beads. *Veterinary Record*, 138(19), 460-464.
- Calhoun, J. H., y Mader, J. T. (1989). Antibiotic beads in the management of surgical infections. *The American Journal of Surgery*, 157(4), 443-449.
- Carek, P. J., Dickerson, L. M., y Sackier, J. M. (2001). Diagnosis and management of osteomyelitis. *American Family Physician*, 63(12), 2413-2420.
- Carpenter, R. S., Galuppo, L. D., Simpson, E. L., y Dowd, J. P. (2008). Clinical evaluation of the locking compression plate for fetlock arthrodesis in six thoroughbred racehorses. *Veterinary Surgery*, 37(3), 263-268.
- Cauvin, E. R. J., y Munroe, G. A. (1998). Septic osteitis of the distal phalanx: findings and surgical treatment in 18 cases. *Equine veterinary journal*, 30(6), 512-519.
- Chapman, H. S., Richardson, D. W., y Orved, K. F. (2019). Arthrodesis of the metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joints to treat osteoarthritis in 17 horses. *Veterinary Surgery*, 48(5), 850-857.
- Ciampolini, J., y Harding, K. G. (2000). Pathophysiology of chronic bacterial osteomyelitis. Why do antibiotics fail so often?. *Postgraduate Medical Journal*, 76(898), 479-483.
- Clegg, P. D. (2011). Osteomyelitis in the veterinary species. En S. L. Percival, D. C. Knottenbelt, y C. A. Cochrane (Eds.), *Biofilms and Veterinary Medicine* (pp, 175-190). Berlin: Springer.
- Cleveland, K. B. (2005). General principles of infection. En S. T. Canale, y J. H. Beaty (Eds.), *Operative orthopaedics* (12^a ed., vol. 4, pp, 643 – 659). Philadelphia: Mosby.
- Clodagh, K. (2009). Management of Wounds in horses. *Irish Veterinary Journal*, 62 (7): 477-482.
- Dabareiner, R. M., Watkins, J. P., Carter, G. K., Honnas, C. M., y Eastman, T. (2001). Osteitis of the axial border of the proximal sesamoid bones in horses: eight cases (1993-1999). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 219(1), 82–86.

- Dernell, W. S. (1999). Treatment of severe orthopedic infections. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 29(5), 1261-1274.
- DiPiro, J. T., Bivins, B. A., Record, K. E., Bell, R. M., y Griffen, W. O. (1983). The prophylactic use of antimicrobials in surgery. *Current Problems in Surgery*, 20(2), 69–132.
- Dowling, B. A., Dart, A. J., y Matthews, S. M. (2004). Chemical arthrodesis of the distal tarsal joints using sodium monoiodoacetate in 104 horses. *Australian Veterinary Journal*, 82(1-2), 38-42.
- Dubost, J. J., Fis, I., Denis, P., Lopitiaux, R., Soubrier, M., Ristori, J. M., ... y Sauvezie, B. (1993). Polyarticular septic arthritis. *Medicine*, 72(5), 296-310.
- Dyce, K. M., Sack, W. O., y Wensing, C. J. G. (2012). *Anatomía Veterinaria* (4^{ta} Ed.). México: El Manual Moderno.
- Edwards, G. B., y Vaughan, L. C. (1978). Infective arthritis of the elbow joint in horses. *The Veterinary Record*, 103(11), 227-229.
- Feibel, R., Jackson, R., Lineaweaver, W., y Buncke, H. (1993). Management of Chronic Achilles Tendon Infection with Musculotendinous Gracius Interposition Free-Flap Coverage. *Journal of Reconstructive Microsurgery*, 9(05), 321–325.
- Firth, E. C. (1983). Current concepts of infectious polyarthritis in foals. *Equine Veterinary Journal*, 15(1), 5-9.
- Firth, E. C., Alley, M. R., y Hodge, H. (1993). Rhodococcus equi-associated osteomyelitis in foals. *Australian Veterinary Journal*, 70(8), 304-307.
- Firth, E. C., Dik, K. J., Goedegebuure, S. A., Hagens, F. M., Verberne, L. R. M., Merkens, H. A., y Kersjes, A. W. (1980). Polyarthritis and bone infection in foals. *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe B*, 27(2), 102-124.
- Firth, E. C., y Goedegebuure, S. A. (1988). The site of focal osteomyelitis lesions in foals. *Veterinary Quarterly*, 10(2), 99-108.
- Formston, C., y Serth, G. W. (1968). Short Clinical Communications: Suppurative Osteomyelitis of a Sesamoid Bone. *Equine Veterinary Journal*, 1(1), 44-46.
- Gibson, K. T., McIlwraith, C. W., Turner, A. S., Stashak, T. S., Aanes, W. A., y Trotter, G. W. (1989). Open joint injuries in horses: 58 cases (1980-1986). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 194(3), 398-404.
- Godber, L. M., Walker, R. D., Stein, G. E., Hauptman, J. G., y Derksen, F. J. (1995). Pharmacokinetics, nephrotoxicosis, and in vitro antibacterial activity associated with single versus multiple (three times) daily gentamicin treatments in horses. *American Journal of Veterinary Research*, 56(5), 613-618.
- Goldenberg, D. L. (1998). Septic arthritis. *The Lancet*, 351(9097), 197-202.
- Goodrich L. R., y Nixon A.J. (2004). Treatment options for osteomyelitis. *Equine Veterinary Education*, 16, 267–80.

- Goodrich, L. R. (2006). Osteomyelitis in horses. *Veterinary Clinics of North America. Equine Practice.*, 22, 389-417.
- Greenough, P.R., MacCallum, F.J., y Weaver, A.D. (1972). Infectious diseases of deep structures, En P. R. Greenough, F. J. MacCallum, y A. D. Weaver, *Lameness in Cattle* (3^{ra} ed., pp,176 – 196), Philadelphia: Oliver and Boyd.
- Hardy, J., Bertone, A. L., y Malemud, C. J. (1993). Effect of bacterial infection on hyaluronate synthesis by equine synovium in vitro. *Proceedings of the Annual Meeting of the Veterinary Orthopedic Society*, 21, 6.
- Hardy, J., Bertone, A.L. y Malemud, C.J. (1998). Effect of synovial membrane infection in vitro on equine synoviocytes and chondrocytes. *American Journal of Veterinary*, 59, 293 - 299.
- Harrison, L. J., May, S. A., y Edwards, G. B. (1991). Surgical treatment of open splint bone fractures in 26 horses. *The Veterinary Record*, 128(26), 606-610.
- Harriss, F. K., Galuppo, L. D., Decock, H. E., McDuffee, L. A., y Macdonald, M. H. (2004). Evaluation of a technique for collection of cancellous bone graft from the proximal humerus in horses. *Veterinary Surgery*, 33(3), 293-300.
- Henry, S. L., Seligson, D., Mangino, P., y Popham, G. J. (1991). Antibiotic-impregnated beads. Part I: Bead implantation versus systemic therapy. *Orthopaedic Review*, 20(3), 242-247.
- Hepworth-Warren, K. L., Wong, D. M., Fulkerson, C. V., Wang, C., y Sun, Y. (2015). Bacterial isolates, antimicrobial susceptibility patterns, and factors associated with infection and outcome in foals with septic arthritis: 83 cases (1998–2013). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 246(7), 785-793.
- Honnas, C.M., Welch, R.D. y Ford, T.S. (1992). Septic Arthritis of the Distal Interphalangeal joint in 12 horses. *Veterinary Surgery*, 21 (4) ,261-268.
- Jacobs, K. A., Leach, D. H., Fretz, P. B., y Townsend, H. G. G. (1984). Comparative aspects of the healing of excisional wounds on the leg and body of horses. *Veterinary Surgery*, 13(2), 83-90.
- Joyce, J. (2007). Injury to synovial structures. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 23(1), 103-116.
- Joyner, A. L., y Smith, D. T. (1936). Acute staphylococcus osteomyelitis. *Surgery, Gynecology and Obstetrics*, 63, 1-6.
- Kahn, D. S., y Pritzker, K. P. H. (1973). The pathophysiology of bone infection. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 96, 12-19.
- Kettner, N. U., Parker, J. E., y Watrous, B. J. (2003). Intraosseous regional perfusion for treatment of septic physitis in a two-week-old foal. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 222(3), 346-350.

- Kidd, J. A., Dyson, S. J., y Barr, R. S. (2002). Septic flexor tendon core lesions in five horses. *Equine Veterinary Journal*, 34(2), 213 – 216.
- Kollias-Baker, C. (2005). NSAIDS in equine medicine: Best practices. *Proceeding of the NAVC North American Veterinary Conference*. Recuperado de <http://www.ivas.org/proceedings/navc/2005/LA/093.pdf>.
- Lawrence, C. P., y Fraser, B. S. L. (2013). Septic osteitis of the axial border of the proximal sesamoid bones in two foals. *Equine Veterinary Education*, 25(2), 63-66.
- Lescun, T. B., Ward, M. P., y Adams, S. B. (2006). Gentamicin concentrations in synovial fluid and joint tissues during intravenous administration or continuous intra-articular infusion of the tarsocrural joint of clinically normal horses. *American Journal of Veterinary Research*, 67(3), 409-416.
- MacDonald, D. G., Morley, P. S., Bailey, J. V., Barber, S. M., y Fretz, P. B. (1994). An examination of the occurrence of surgical wound infection following equine orthopaedic surgery (1981–1990). *Equine Veterinary Journal*, 26(4), 323-326.
- Mariani, B. D., Martin, D. S., Levine, M. J., Booth Jr, R. E., y Tuan, R. S. (1996). Polymerase Chain Reaction Detection of Bacterial Infection in Total Knee Arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 331, 11 -22.
- Markel, M. D. (1996). Bone grafts and bone substitutes. En A. J. Nixon (Ed.), *Equine fracture repair* (pp, 87 – 92). Philadelphia: Saunders.
- Martens, R. J., Auer, J. A., y Carter, G. K. (1986). Equine pediatrics: septic arthritis and osteomyelitis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 188(6), 582-585.
- McClure, S. R., Honnas, C. M., y Watkins, J. P. (1995). Managing equine fractures with external skeletal fixation. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 17, 1054–1063
- McDuffee, L. A., y Anderson, G. I. (2003). In vitro comparison of equine cancellous bone graft donor sites and tibial periosteum as sources of viable osteoprogenitors. *Veterinary Surgery*, 32(5), 455-463.
- McIlwraith, C.W., y Trotter, G. W. (1996). *Joint Disease in the Horse*, Filadelfia: Saunders.
- Meagher, D. T., Latimer, F. G., Sutter, W. W., y Saville, W. J. (2006). Evaluation of a balloon constant rate infusion system for treatment of septic arthritis, septic tenosynovitis, and contaminated synovial wounds: 23 cases (2002–2005). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 228(12), 1930-1934.
- Meijer, M. C., Van Weeren, P. R., y Rijkenhuizen, A. B. M. (2000). Clinical experiences of treating septic arthritis in the equine by repeated joint lavage: a series of 39 cases. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 47(6), 351-365.
- Moore, R. M., Schneider, R. K., Kowalski, J., Bramlage, L. R., Mecklenburg, L. M., y Kohn, C. W. (1992). Antimicrobial susceptibility of bacterial isolates from 233 horses with

- musculoskeletal infection during 1979–1989. *Equine Veterinary Journal*, 24(6), 450-456.
- Neil, K. M., Charman, R. E., y Vasey, J. R. (2010). Rib osteomyelitis in three foals. *Australian Veterinary Journal*, 88(3), 96-100.
- Ohishi, T., Takahashi, M., Kushida, K., Hoshino, H., Tsuchikawa, T., Naitoh, K., y Inoue, T. (1998). Changes of biochemical markers during fracture healing. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 118(3), 126-130.
- Orsini, J. A. (2017). Update on Managing Serious Wound Infections in Horses: Wounds Involving Bone. *Journal of Equine Veterinary Science*, 55, 123–138.
- Orsini, J. A., Ramberg Jr, C. F., Benson, C. E., Dreyfuss, D. J., Vecchione, J. A., y Kunz, C. C. (1992). Vancomycin kinetics in plasma and synovial fluid following intravenous administration in horses. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 15(4), 351-363.
- Owen L.N. (1982). The pathology of bone infection. En G. Summer-Smith (Ed.). *Bone in Clinical Orthopedics*. Philadelphia: Saunders.
- Owen, K. R., Singer, E. R., Clegg, P. D., Ireland, J. L., y Pinchbeck, G. L. (2012). Identification of risk factors for traumatic injury in the general horse population of north-west England, Midlands and north Wales. *Equine Veterinary Journal*, 44(2), 143-148.
- Panizzi, L., Barber, S. M., Lang, H. M., Allen, A. L., y Woodbury, M. R. (2011). Evaluation of a minimally invasive arthrodesis technique for the carpometacarpal joint in horses. *Veterinary Surgery*, 40(4), 464-472.
- Patti, J. M., Bremell, T., Krajewska-Pietrasik, D., Abdelnour, A., Tarkowski, A., Rydén, C., y Höök, M. (1994). The Staphylococcus aureus collagen adhesin is a virulence determinant in experimental septic arthritis. *Infection and Immunity*, 62(1), 152-161.
- Pille, F., De Baere, S., Ceelen, L., Dewulf, J., Croubels, S., Gasthuys, F., ... y Martens, A. (2005). Synovial fluid and plasma concentrations of ceftiofur after regional intravenous perfusion in the horse. *Veterinary Surgery*, 34(6), 610-617.
- Platt, H. (1977). Joint-III and other Bacterial Infections on Thoroughbred Studs. *Equine Veterinary Journal*, 9(3), 141-145.
- Reef, V. B., Reimer, J. M., y Reid, C.F. (1992). Ultrasonographic findings in horses with osteomyelitis. En L. Blake-Caddel (Ed.), *Proceedings of the 37th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners* (pp. 381–391). San Francisco: AAEP.
- Richardson, D. W. y Stewart, S. (2019). Synovial and Osseous Infections. En J. Auer, *Equine Surgery* (5^{ta} ed., pp. 1189–1201). St. Louis: Elsevier.
- Robinson, C. S., Timofte, D., Singer, E. R., Rimmington, L., y Rubio-Martinez, L. M. (2016). Prevalence and antimicrobial susceptibility of bacterial isolates from horses with synovial sepsis: a cross-sectional study of 95 cases. *Veterinary Journal*, 216, 117-121.

- Ross, M.W. y Dyson, S.J. (2011). *Diagnosis and Management of Lameness in the horse* (2^{da} ed.). St. Louis: Elsevier-Saunders.
- Rubio-Martínez, L. M. (2005). *Valoración de la perfusión regional de la porción distal de la extremidad anterior del caballo con vancomicina: estudio experimental* (Tesis de Doctorado). Universidad Complutense, Madrid.
- Rubio-Martínez, L. M., López-Sanromán, J., Cruz, A. M., Santos, M., Andrés, M. S., y Román, F. S. (2005). Evaluation of safety and pharmacokinetics of vancomycin after intravenous regional limb perfusion in horses. *American Journal of Veterinary Research*, 66(12), 2107-2113.
- Rubio-Martínez, L. M., López-Sanromán, J., Cruz, A. M., Tendillo, F., Rioja, E., y Román, F. S. (2006). Evaluation of safety and pharmacokinetics of vancomycin after intraosseous regional limb perfusion and comparison of results with those obtained after intravenous regional limb perfusion in horses. *American Journal of Veterinary Research*, 67(10), 1701-1707.
- Rudd, R. G. (1986). A rational approach to the diagnosis and treatment of osteomyelitis. *The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 8, 225 – 233.
- Saraux, A., Taelman, H., Blanche, P., Batungwanayo, J., Clerinx, J., Kagame, A., ... y Bogaerts, J. (1997). HIV infection as a risk factor for septic arthritis. *British Journal of Rheumatology*, 36(3), 333-337.
- Schauwecker, D. S., Braunstein, E. M., y Wheat, L. J. (1990). Diagnostic imaging of osteomyelitis. *Infectious Disease Clinics of North America*, 4(3), 441-463.
- Scheuch, B. C., Van Hoogmoed, L. M., Wilson, W. D., Snyder, J. R., MacDonald, M. H., Watson, Z. E., y Steffey, E. P. (2002). Comparison of intraosseous or intravenous infusion for delivery of amikacin sulfate to the tibiotarsal joint of horses. *American Journal of Veterinary Research*, 63(3), 374-380.
- Schneider, R. K., Bramlage, L. R., Meckleburg, L. M., Moore, R. M., y Gabel, A. A. (1992). Open drainage, intra-articular and systemic antibiotics in the treatment of septic arthritis/tenosynovitis in horses. *Equine Veterinary Journal*, 24(6), 443-449.
- Schneider, R. K., Bramlage, L. R., Moore, R. M., Meckleburg, L. M., Kohn, C. W., y Gabel, A. A. (1992). A retrospective study of 192 horses affected with septic arthritis/tenosynovitis. *Equine Veterinary Journal*, 24(6), 436-442.
- Schumacher, J., Stashak, T. S., (2017). Management of wounds of the distal extremities. En C. Theoret, y J. Schumacher (Ed.). *Equine wound management* (3^{ra} ed., pp. 312-351). Ames: Wiley.
- Sedrish, S., Burba, D., y Williams, J. (1996). Radiographic diagnosis: axial sesamoid osteomyelitis in a horse. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 37(6), 417-418.
- Sherman, K. M., Myhre, G. D., y Heymann, E. I. (2006). Fungal osteomyelitis of the axial border of the proximal sesamoid bones in a horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 229(10), 1607-1611.

- Smith, L. J., Marr, C. M., Payne, R. J., Stoneham, S. J., y Reid, S. W. J. (2004). What is the likelihood that Thoroughbred foals treated for septic arthritis will race?. *Equine Veterinary Journal*, 36(5), 452-456.
- Smith, S. M., Eng, R. H., y Cherubin, C. E. (1988). Conditions affecting the results of susceptibility testing for the quinolone compounds. *Chemotherapy*, 34(4), 308-314.
- Snyder, J. R., Pascoe, J. R., y Hirsh, D. C. (1987). Antimicrobial susceptibility of microorganisms isolated from equine orthopedic patients. *Veterinary Surgery*, 16, 197–201.
- Southwood, L. L., Frisbie, D. D., Kawcak, C. E., y McIlwraith, C. W. (2003). Evaluation of serum biochemical markers of bone metabolism for early diagnosis of nonunion and infected nonunion fractures in rabbits. *American Journal of Veterinary Research*, 64(6), 727-735.
- Stashak, T. (1987). *Adams' Lameness in horses* (4^a ed.). Maryland: Lea & Febiger.
- Stashak, T. (2004). *Adams: Claudicación en el caballo* (5^{ta} ed.) Buenos Aires: Inter-Medica.
- Stashak, T. (2007) *Management of Tendon Laceration*. Recuperado de <http://www.ivis.org>.
- Stengel, D., Bauwens, K., Sehouli, J., Ekkernkamp, A., y Porzolt, F. (2001). Systematic review and meta-analysis of antibiotic therapy for bone and joint infections. *Lancet Infectious Diseases*, 1(3), 175-188.
- Stewart, A. A., Goodrich, L. R., Byron, C. R., Evans, R. B., y Stewart, M. C. (2010). Antimicrobial delivery by intrasynovial catheterisation with systemic administration for equine synovial trauma and sepsis. *Australian Veterinary Journal*, 88(4), 115-123.
- Stoodley, P., Kathju, S., Hu, F. Z., Erdos, G., Levenson, J. E., Mehta, N., ... y Ehrlich, G. D. (2005). Molecular and imaging techniques for bacterial biofilms in joint arthroplasty infections. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 437, 31-40.
- Swinebroad, E. L., Dabareiner, R. M., Swor, T. M., Carter, G. K., Watkins, J. P., Walker, M., ... Honnas, C. M. (2003). Osteomyelitis secondary to trauma involving the proximal end of the radius in horses: five cases (1987-2001). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223(4), 486–491.
- Tobias, K. M., Schneider, R. K., y Besser, T. E. (1996). Use of antimicrobial-impregnated polymethyl methacrylate. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 208(6), 841-845.
- Trampuz, A., Osmon, D. R., Hanssen, A. D., Steckelberg, J. M., y Patel, R. (2003). Molecular and antibiofilm approaches to prosthetic joint infection. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 414, 69-88.
- Trotter, G.T. (1996). Osteomyelitis. En A. J. Nixon (Ed.), *Equine fracture repair* (pp, 359 – 366). Philadelphia: Saunders.
- Turner, A. S. (1987). Diseases of bone and related structures. En T. S. Stashak (Ed.), *Adams' Lameness in Horses* (4^{ta} ed., pp, 293 – 338). Philadelphia: Lea & Febiger.

- Urist, M. R. (1965). Bone: formation by autoinduction. *Science*, 150(3698), 893-899.
- Webb, L. X., Hobgood, C. D., Meredith, J.W., y Gristina, A. G. (1987). Adhesive bacterial colonization of exposed traumatized tendon. *Orthopaedic Review*, 16 (5), 304 – 309.
- Wegener, W. A., y Alavi, A. (1991). Diagnostic imaging of musculoskeletal infection: roentgenography; gallium, indium-labeled white blood cell, gammaglobulin, bone scintigraphy; and MRI. *Orthopedic Clinics of North America*, 22(3), 401-418.
- Werner, L. A., Hardy, J., y Bertone, A. L. (2003). Bone gentamicin concentration after intra-articular injection or regional intravenous perfusion in the horse. *Veterinary Surgery*, 32(6), 559-565.
- Whitehair, K. J., Adams, S. B., Parker, J. E., Blevins, W. E., y Fessler, J. F. (1992). Regional limb perfusion with antibiotics in three horses. *Veterinary Surgery*, 21(4), 286 - 292.
- Whitehair, K. J., Bowersock, T. L., Blevins, W. E., Fessler, J. F., White, M. R., y Van Sickle, D. (1992). Regional perfusion for antibiotic treatment of experimentally induced septic arthritis. *Veterinary Surgery*, 21(5), 367 - 373.
- Wilson, W. D. (2001). Rational selection of antimicrobials for use in horses. *American Association of Equine Practitioners*, 47, 75-93.
- Wisner, E. R., O'Brien, T. R., Pool, R. R., Pascoe, J. R., Koblick, P. D., Hornoff, W. J., y Poulos Jr, P. W. (1991). Osteomyelitis of the axial border of the proximal sesamoid bones in seven horses. *Equine veterinary journal*, 23(5), 383-389.