

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**TECNICA DE ARTRODESIS PARA LA RESOLUCIÓN DE LAS
OSTEOARTROSIS TARSIANAS DISTALES EN *Equus ferus* (Caballo) A CAMPO**

por

Br. Damián DELGADO

Br. Ignacio NADAL

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

MODALIDAD: Estudio de caso

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2024**

1. PÁGINA DE APROBACIÓN

Presidente de mesa:



Dr. Hernán Guerrero
Unidad de Equinos
HV-FVet/UdelaR



Segundo miembro:



Tercer miembro:

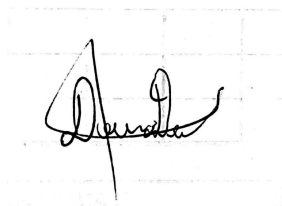
Cuarto miembro:



Dr. Richard Möller

Fecha:

_____17/12/2024_____



Autores : Br. Damián Delgado _____



Br. Ignacio Nadal _____

2. AGRADECIMIENTOS

A nuestra tutora Dra. Florencia Graglia

Al Dr. Federico Herrmann por la realización de las radiografías

Al Dr. Richard Möller por la realización de la técnica quirúrgica, la colaboración en la toma de radiografías y controles posoperatorios

Al Sr. Alejandro Toledo, propietario de la yegua, por su invaluable apoyo

A la Facultad de Veterinaria

A la Universidad de la República

A todos los profesores que nos han transmitido sus conocimientos durante estos años, a nuestras familias y amigos que sin su apoyo hubiese sido imposible llegar a esta instancia.

3. TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	5
RESUMEN	6
SUMMARY	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. ANTECEDENTES	9
2.1. Revisión Anatómica	9
2.2. Anatomía y fisiología articular	14
2.3. OSTEOARTROSIS CONCEPTO	17
2.3.1. Factores Predisponentes	18
2.3.2. Fisiopatogenia	18
2.3.3. Signos Clínicos	21
2.3.4. Diagnóstico	22
2.3.5. Tratamiento	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Examen clínico	29
4. RESULTADOS	38
5. DISCUSIÓN	39
6. CONCLUSIONES	42
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

4. LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las articulaciones.....	13
---	----

FIGURAS

Figura 1. Huesos del miembro pélvico izquierdo, vista lateral	10
Figura 2. Representación esquemática del esqueleto del tarso	11
Figura 3. Vista lateral del esqueleto del tarso izquierdo	12
Figura 4. Vista medial del esqueleto del tarso izquierdo	12
Figura 5. Radiografías día 0, tarso derecho	32
Figura 6. Radiografías día 0, tarso izquierdo	33
Figura 7. Radiografía día 20 postcirugía, tarso derecho	34
Figura 8. Radiografía día 20 postcirugía, tarso izquierdo	35
Figura 9. Radiografía día 45 post cirugía, tarso izquierdo	36
Figura 10. Radiografía día 45 post cirugía, tarso derecho	37

5. RESUMEN

La osteoartrosis de las articulaciones intertarsiana distal (ITD) y tarsometatarsiana (TMT) representan la causa más común de claudicación de los miembros posteriores en equinos. Esto resulta en un bajo rendimiento debido al dolor crónico, generalmente bilateral. Se han descrito varias técnicas quirúrgicas para producir la anquilosis de estas articulaciones y así aliviar el dolor crónico, sin embargo, representan actos quirúrgicos cruentos y dolorosos con tiempos de recuperación prolongados. En este contexto, se presentó un caso quirúrgico de osteoartritis tarsiana en una yegua cuarto de milla de cinco años de edad utilizada para competencias de barriles. El motivo de consulta fue una baja en el rendimiento. En el examen clínico, no presentaba claudicación evidente ni molestias a la palpación, pero las pruebas de flexión del tarso resultaron positivas. El examen no mostró datos concluyentes. Tomando en consideración los hallazgos clínicos, la negativa del dueño a trasladar el equino a un quirófano y la actividad del animal se decide realizar la artrodesis quirúrgica a campo en dos puntos en la superficie medial de las articulaciones ITD y TMT en ambos miembros pélvicos. En el post operatorio inmediato, la yegua no presentó claudicación ni otras complicaciones debido a la intervención. Además, la yegua presentó en la semana posterior a la cirugía, una mejora en el arco de vuelo de la extremidad posterior y un aumento de la fase craneal del paso, confirmando una excelente recuperación. Los cambios radiológicos a los 45 días posteriores a la cirugía presentaron grandes cambios, lo que permitió volver a una rutina de entrenamiento ligero al día 45 post cirugía. Se observó un mejor rendimiento definiendo en la primera competición después de la cirugía.

Palabras claves: osteoartrosis, equinos, técnica quirúrgica, artrodesis.

6. SUMMARY

Osteoarthritis of the intertarsal joint (ITD) and tarsometatarsian joint (TMT) is the most common cause of lameness of the hind limbs in horses. This results in poor performance due to chronic, usually bilateral pain. Several surgical techniques have been described to produce ankylosis of these joints and therefore, relieve chronic pain. However, they represent cruent and painful surgical acts with prolonged recovery periods. In this context, we present a surgical case of tarsal osteoarthritis in a five-year-old quarter-mile mare used for barrel competitions. The reason why the owner consulted was a drop in the performance. During the clinical examination, there was no obvious lameness or discomfort at palpation, but the tests for tarsus flexion were positive. Radiographic examination did not show radiological signs of degeneration in the distal tarsal joints. Taking into account clinical findings and the refusal of the owner to transport the mare to an operating room and the activity of the animal it was decided to perform the surgical arthrodesis in the field through a minimally invasive access in two points on the medial surface of the ITD and TMT joints in both pelvic limbs. In the immediate post-operative period, the mare presented no complications due to the intervention or claudication. In addition, the mare presented an improvement in the arch flight of the posterior limb and an increase in the cranial phase of the step, conferring an excellent recovery. Radiological changes at 45 days after surgery confirm improved bone density and periosteal reaction, which allowed a return to a light training routine on day 70 post-surgery. A better performance was evidenced. In fact, she ended up defining the first competition.

Keywords: osteoarthritis, equine, surgical technique, arthritis.

7. INTRODUCCIÓN

Los equinos fueron introducidos en nuestro país junto con la ganadería y desde entonces se han convertido en un elemento común del paisaje, siendo de gran utilidad para la producción agropecuaria y coprotagonistas para diferentes formas de esparcimiento (Ferrari, Mayid, Perez, Lopez & Recuero, 2012).

El stock equino a nivel mundial alcanza los 57 millones de cabezas. Los países con mayor población equina son Estados Unidos (USA), China y México, seguidos por Brasil y Argentina. Uruguay cuenta con aproximadamente 425 mil cabezas, ocupando el puesto 21 en este ranking y el 4to puesto en cuanto a la relación caballos por habitantes (Ferrari et al., 2012).

Estos números reflejan la importancia del equino en la historia y actualidad de nuestro país. Siendo clave su participación desde la gesta de nuestra república ya sea como medio de transporte, carga o en batalla. Hoy en día el equino ha dejado de ser solo un medio de transporte o de trabajo para pasar a realizar también otras actividades como ser deportivas, de esparcimiento y salud entre otras. En lo que respecta a las actividades deportivas, la hípica es la que nuclea la mayor cantidad de animales en actividad y competencia (39%) seguida por el Enduro (22%), Raid (11%), Polo (5%) y Razas funcionales (13%). Según el censo realizado por la Asociación de propietarios de PSC en 2009 el promedio de integrantes del núcleo familiar de trabajadores vinculados a la industria hípica es de 3,8 personas por trabajador. Se estima que 67.000 personas integrantes de núcleos familiares perciben ingresos derivados de la industria ecuestre por concepto de trabajo directo (Ferrari et al., 2012).

La salud de los caballos resulta de gran importancia por su bienestar, pero también para los propietarios y demás actores involucrados. Los diagnósticos y tratamientos de las diferentes patologías se han ido especializando cada vez más no solo con el fin de garantizar su salud física, sino que también su bienestar emocional.

El esparaván óseo u osteoartrosis (OA) tarsiana distal es de las patologías más frecuentes encontradas en miembros posteriores (Rose & Hodgson, 1993). Se define como una osteoartrosis que compromete las articulaciones intertarsianas distales (ITD), tarsometatarsianas (TMT) y en ocasiones la intertarsianas proximal (ITP) (Sullins, 2014).

Afecta a equinos de todas las razas, sin importar el sexo o la edad. Se caracteriza por no presentar signos clínicos en sus etapas iniciales o que estos sean casi imperceptibles. Esto genera un dolor crónico, pero de gran impacto no solo en su bienestar sino también en su performance. (Pabón, 2016)

Es característico en equinos deportivos la notoria reducción de la performance y la imposibilidad de realizar ciertos movimientos (Gallio, Azevedo, Brass, Corte & Lopez, 2014). La OA lleva a una anquilosis de la articulación de manera lenta, dolorosa e impredecible (Dechant et al., 2003).

Las opciones terapéuticas para esta condición son numerosas, desde médicas hasta quirúrgicas o mediante técnicas no tradicionales (Dabareiner, Carter

& Dyson, 2001). En cuanto a la recuperación post quirúrgica en un estudio realizado por Adkins, Yovich & Steel (2001) a 17 caballos el tiempo de recuperación fue de 9 meses y medio. Por otra parte, Dabareiner et al. (2001) citan que el regreso a la actividad deportiva se da entre 6 meses y un año.

En este contexto, en el cual los tratamientos quirúrgicos realizados para la OA del tarso en la actualidad son cruentos, dolorosos y con periodos de recuperación largos proponemos una nueva técnica. Esta presta especial atención al bienestar del animal presentando un periodo de recuperación más breve, además de la posibilidad de realizarla a campo sin la necesidad de un quirófano.

8. ANTECEDENTES

8.1. Revisión Anatómica

El aparato locomotor del equino tiene como función central desarrollar un trabajo mecánico. Está constituido por el esqueleto y los músculos, los cuales sirven para mantener la forma y para la locomoción. Dicho esqueleto está compuesto por huesos, cartílagos, ligamentos, y articulaciones (Konig & Liebich, 2021). Budras, Sack, Rock, Horowitz & Berg (2012) describieron el esqueleto del miembro pélvico, el cual comienza con el ilion, isquion y pubis, quienes conforman la pelvis. Esta articula con la cabeza del fémur, el cual, hacia distal, junto con la patela y la tibia forma la articulación femoro-tibio-patelar (articulación de la rodilla). Por su parte, la cabeza de la tibia articula con la fíbula, pieza rudimentaria, por lo que a esta altura todo el peso del miembro recae sobre la tibia.

Hacia distal, la tibia articula con el tarso, formando la articulación tibio-tarsiana. El tarso y sus articulaciones serán descritos en detalle en esta tesis más adelante. El tarso articula hacia distal con los huesos del metatarso II, III y IV, formando la articulación tarso-metatarsiana (Budras et al., 2012). La parte distal del metatarso articula hacia plantar con los huesos sesamoideos proximales y hacia distal con la falange proximal, formando la articulación metatarsofalangiana, más conocida como articulación del nudo (Kainer & Fails, 2014).

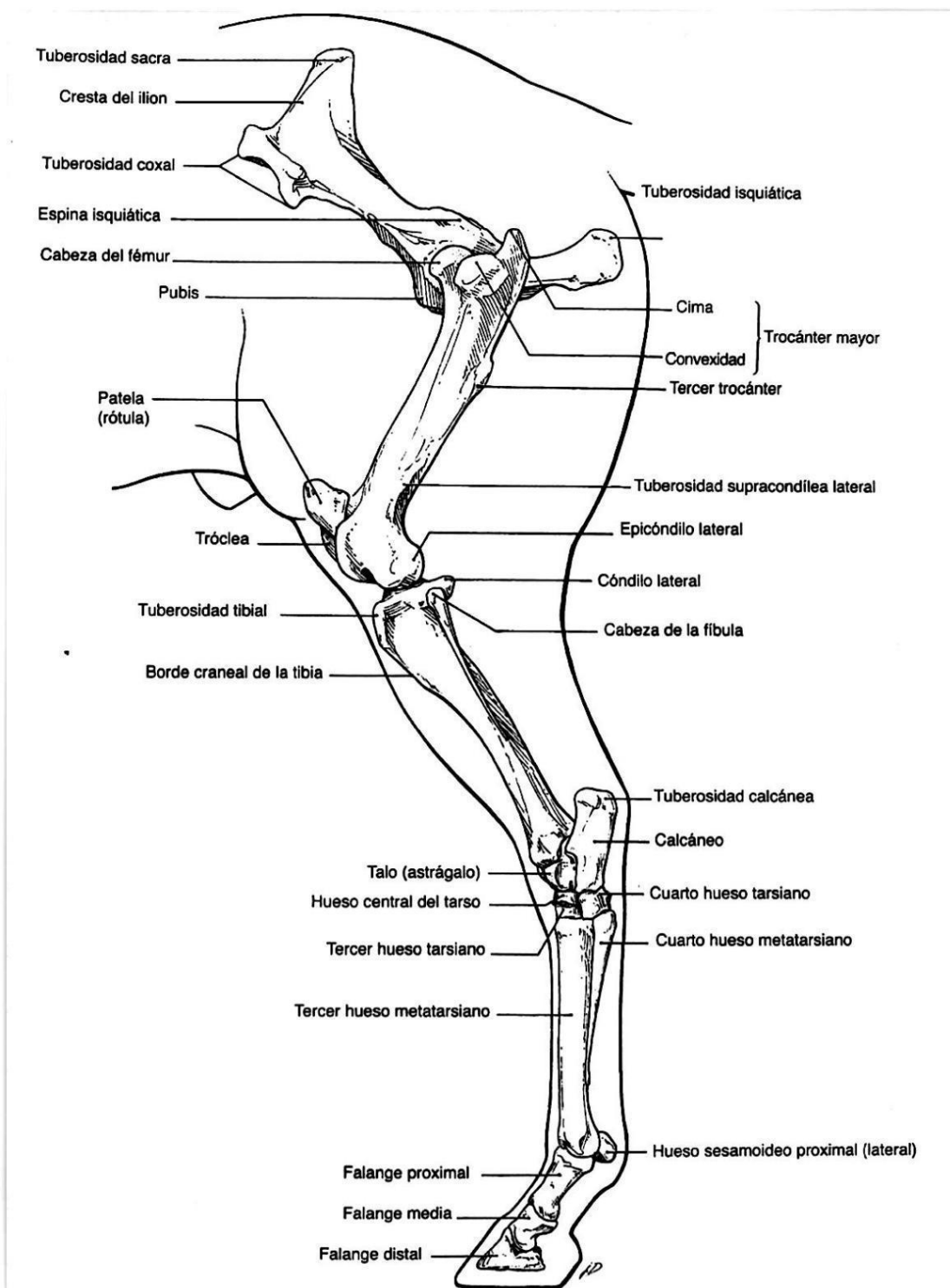


Figura 1. Huesos del miembro pélvico izquierdo vista lateral (Kainer & Fails, 2014)

Por último, se evidencia el llamado dedo equino, formado por las falanges, y los huesos sesamoideos proximales y el distal. La cuartilla es la zona ocupada por la falange proximal que se encuentra articulando hacia distal con la falange media. Esta última articula hacia distal con la falange distal (Kainer & Fails, 2014).

Además, la porción distal de la falange central y la articulación interfalangiana distal se encuentran protegidas por el casco. Este corresponde a un estuche córneo compuesto externamente por tejido epidermal e internamente por la dermis denominada corion (Kainer & Fails, 2014). Además de disipar fuerzas y brindar amortiguación para las estructuras antes mencionadas, también aloja y brinda protección a la falange distal, los cartílagos alares, la almohadilla plantar y el hueso navicular, con su bolsa podotroclear. Por último, también contiene ligamentos, tendones, como el extensor digital común y el flexor profundo, así como vasos sanguíneos y nervios (Kainer & Fails, 2014).

En cuanto a la anatomía del tarso, los huesos que lo componen están dispuestos en tres filas, y forman la articulación tarsiana (Budras et al., 2012). Dichos huesos son siete, el talus y calcáneo en la fila proximal. Un hueso central del tarso en la fila media, huesos del tarso primero y segundo fusionados en la fila distal al igual que el tercero. El cuarto hueso tarsiano se ubica en las fila distal y medial (Konig & Liebich, 2021).



Figura 2. Representación esquemática de la articulación del tarso (König & Liebich, 2021).

La tróclea del talus articula con la tibia hacia proximal, formando la articulación tarsocrural (Kainer & Fails, 2014). Esta es la principal responsable del movimiento en la articulación del tarso (Budras et al., 2012). Esta es una articulación coclear y su cápsula articular es amplia, comunicándose con la articulación ITP con la cual articula hacia distal (König & Liebich, 2021). Siempre hay una comunicación de la articulación tarsocrural con la articulación ITP. (Budras et al., 2012)

La articulación ITP, involucra proximalmente en la articulación talocalcanea central y distalmente en la articulación del hueso central con el tarsal 4to. En esta prácticamente no existen movimientos (König & Liebich, 2021). La articulación ITD

está formada por el central del tarso proximalmente, y por el 1er y 2º tarsiano. que se encuentran fusionados, el 3er tarsiano y el cuarto tarsiano (Kainer & Fails, 2014). La articulación vertical entre los huesos de la misma hilera se llama articulaciones intertarsianas, y debido a su proximidad posicional, permiten muy poco movimiento (König & Liebich, 2021).

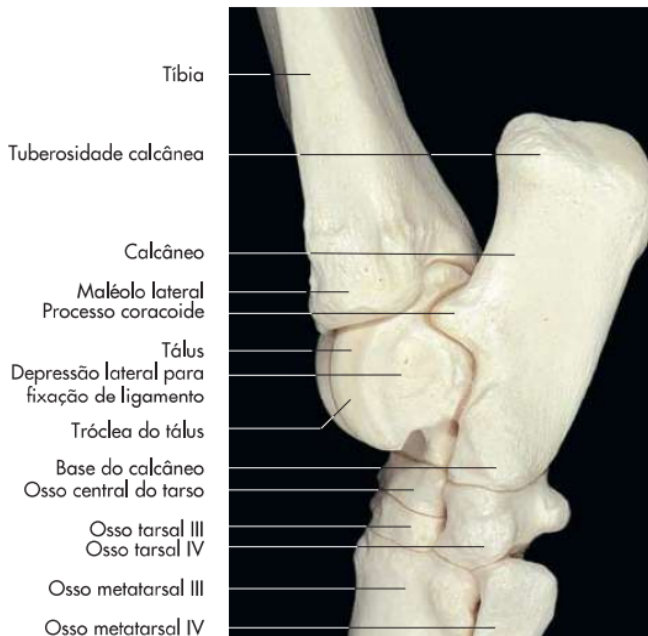


Figura 3. Vista lateral de articulación del tarso izquierdo (Liebich & König, 2021)

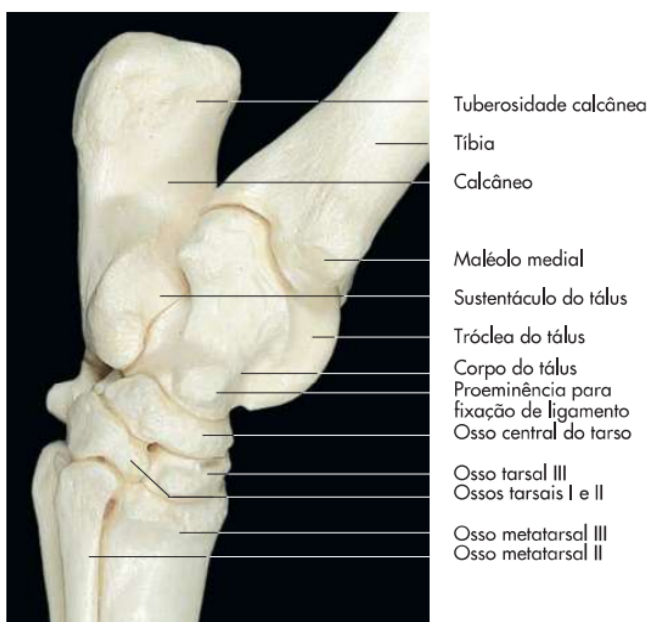


Figura 4. Vista medial de articulación del tarso izquierdo (Liebich & König,

2021).

Los ligamentos colaterales medial y lateral están formados por un ligamento corto y otro largo, estos se unen desde los maléolos de la tibia hasta el metatarsiano rudimentario y huesos cuboidales del tarso adyacentes. Además, entre los huesos tarsianos se encuentran numerosos ligamentos intertarsianos, los cuales generalmente se aprecian como engrosamientos locales de la cápsula articular fibrosa (Baxter et al., 2003). Los ligamentos tienen como función la unión de huesos entre sí y otorgarles estabilidad (Baxter et al., 2003).

El ligamento plantar largo se extiende desde la parte distal del hueso calcáneo hasta la superficie proximal-plantar del hueso del metatarso y se conecta también con los huesos intermedios del tarso (Budras et al., 2012). La cápsula articular fibrosa se extiende desde la tibia hasta los huesos del metatarso, y se encuentra firmemente adherida a varias partes del esqueleto tarsal (Budras et al., 2012).

Sin embargo, la membrana sinovial está dividida dentro de las cuatro cavidades de la articulación, pudiendo estar algunas veces comunicada entre ellas, como la articulación tarsocrural con la ITP y algunas veces la TMT con la ITD. La cápsula de la articulación tarsocrural posee gran capacidad y presenta un receso dorso medial y dos plantares. En estas áreas la cápsula fibrosa es débil y se encuentra libre para dilatarse cuando la cavidad articular está distendida por líquido sinovial (Budras et al., 2012).

La articulación del tarso, así como todas las articulaciones, es movilizada gracias a su musculatura (Delgado et al., 2010). Para lograr esto hay músculos extensores y flexores (Franson et al., 2003). Con respecto al movimiento, el principal componente de la articulación tarsiana es la articulación tarsocrural, en cuanto a las articulaciones intertarsianas y TMT son planas y solo son capaces de efectuar un mínimo movimiento de deslizamiento (Kainer & Fails, 2014).

Los músculos extensores del tarso son el músculo gastrocnemio y el flexor digital superficial, estos se originan hacia distal del fémur, en la cara caudal, los tendones de estos músculos forman el tendón calcáneo común que se une a la punta del hueso calcáneo (Franson et al., 2003). Además, algunas porciones de estos músculos se ven acompañados en su extensión por el músculo bíceps femoral, el músculo gracilis y el músculo semitendinoso, los cuales también cumplen un rol asistiendo los movimientos de extensión del tarso y la cadera, también intervienen en los movimientos de flexión de la articulación femoro-tibio-rotuliana.

Otro músculo que interviene para lograr la extensión del tarso es el músculo flexor digital profundo (Franson et al., 2003). Dentro de los músculos flexores del tarso se encuentran el músculo tibialis cranialis y los diversos músculos peroneos,

cuyos tendones pasan sobre la superficie proximal dorsal del tarso para insertar en el tarso distal y metatarso. Particularmente en el equino, el único músculo peroneo que lleva un nombre es el músculo peroneo tercero. Por último, otro músculo que participa de la flexión del tarso es el músculo extensor digital, ya que sus tendones pasan sobre su superficie flexora (Franson et al., 2003).

Los dos músculos tendinosos de función pasiva son el músculo flexor digital superficial y el músculo peroneo tercero, que constituyen el denominado aparato recíproco (Kainer & Fails, 2014), la acción en conjunto de estos músculos lleva a una relación de interdependencia. Teniendo como resultado ante la flexión o extensión de la articulación femoro-tibio-rotuliana también ocurre lo mismo con la articulación tarsiana y viceversa (Peña, 2011).

En cuanto a la irrigación de la articulación tarsiana, se evidencia como principal responsable de su irrigación a la arteria tibial craneal, la cual cambia su nombre a arteria pedal dorsal a nivel de la articulación tarsocrural. Las arterias tarsiana medial y lateral son pequeños vasos derivados de la arteria pedal dorsal que irrigan sus respectivos lados de la articulación, la arteria pedal dorsal antes de continuar su recorrido da origen a la rama perforante proximal, la cual pasa por un canal formado por el hueso tarsiano central, tercer y cuarto tarsiano irrigando parte plantar de la articulación. Venas satélites acompañan a cada arteria (Kainer & Fails, 2014).

En la inervación de la articulación del tarso se encuentran dos nervios como principales encargados de la inervación de esa zona, el nervio tibial en la cara caudal de la articulación, el nervio peroneo en la parte craneal del tarso (Budras et al., 2012).

8.2. Anatomía y fisiología articular

Las articulaciones son las estructuras del aparato músculo-esquelético que permiten la movilidad de un componente óseo respecto a otro (Barrachina, 2017). Para llevar a cabo esta función, precisan tener un alto grado de resistencia, para soportar la fuerza ejercida por el movimiento (Barrachina, 2017). Las articulaciones pueden clasificarse de diferentes maneras, según los descrito por König y Liebich, (2021) se clasifican según el tejido de conexión entre los extremos óseos y por el grado de movilidad.

Como se describe en la Tabla 1 podemos clasificar las articulaciones en fibrosas, cartilaginosas y sinoviales (König & Liebich , 2021). Estas últimas son las que producen más patologías locomotoras en los equinos (Caron, 2011).

Tabla 1. Clasificación de las articulaciones

Tipo de Articulación	Conexión	Grado de Movilidad	Ejemplos en el caballo
Fibrosa	Tejido conectivo denso	Generalmente sinartrosis (grado de movilidad muy bajo)	Suturas que conectan los huesos del cráneo
		Algunas anfiartrosis (movilidad reducida)	Articulaciones intervertebrales (excepto C1-C2)
Cartilaginosa	Cartílago	Generalmente anfiartrosis	Sínfisis huesos púbicos
Sinovial	No conexión estructural entre extremos óseos: cavidad sinovial	Siempre diartrosis (amplio grado de movilidad)	Articulaciones del esqueleto apendicular (coxofemoral, húmero-radial, carpo-radial, interfalángicas, etc.)

Fuente: (Liebich & König 2021).

Las articulaciones sinoviales se diferencian según el número de huesos que las forman, por el grado de movimiento o por la forma de sus superficies articulares (König & Liebich, 2021). Están formadas por los elementos óseos que se encuentran recubiertos por una capa de cartílago hialino (cartílago articular), bajo la cual se encuentra el hueso subcondral. Ellos forman el continente de la cavidad articular que contiene el líquido sinovial y la cápsula articular, la cual envuelve la articulación (König & Liebich, 2021).

A su vez, hay estructuras ligamentosas y tendinosas que dan estabilidad a la articulación (Baxter & Stashak, 2014). Para lograr la estabilidad de las cuatro articulaciones del tarso, existe un tejido conectivo denso y un sistema de ligamentos (Baxter et al., 2003). Dicho tejido conectivo denso forma las cápsulas articulares fibrosas, estas se unen a los márgenes de la cara distal de la tibia, el astrágalo (talus), los huesos cuboidales del tarso y la cara proximal de los huesos metatarsianos, fusionándose con los ligamentos supradadyacentes (Baxter et al., 2003).

El cartílago articular transmite y atenúa las fuerzas generadas por la locomoción (Weeren, 2014). Está compuesto de agua en un 65% a 80%, colágeno 10% a 30% y proteoglicanos 5% a 10 % de su peso (Caron, 2011), mientras que el contenido de condrocitos del cartílago articular se encuentra entre un 1 a 12% del volumen del

cartilago. El cartilago hialino es avascular, aneural y alinfático, dependiendo nutricionalmente del líquido sinovial por difusión. Gracias a esto las lesiones referidas al cartilago únicamente son indoloras siendo la inervación de hueso subyacente y tejidos peri articulares los encargados de transmitir la información dolorosa. Es liso, resistente al desgaste lo que permite el movimiento casi sin fricción proporcionando un método por el cual la compresión y fuerzas se transmiten al hueso subcondral (Johnston, 1997). El colágeno tipo II es la forma predominante en el cartilago articular, presente en un 90% de la red fibrilar y la mitad del peso seco del cartilago, este es producido por los condrocitos el cual durante el crecimiento sufre una significativa degradación y síntesis de fibras la cual va disminuyendo a medida que el animal envejece (Caron, 2011). Los condrocitos se originan de la diferenciación de células mesenquimales progenitoras (que se originan a partir del mesodermo parieto-lateral) (McIlwraith et al., 2015). Los condrocitos articulares son el único tipo celular presente en el cartilago, célula responsable de realizar la síntesis y degradación de los diferentes componentes de la matriz. La carga mecánica es el principal regulador de dicha síntesis de matriz (Sánchez, 2008). Los proteoglicanos son moléculas consistentes de proteína y glucosaminoglicanos (GAGs) (Caron, 2011). Comprende la mayoría de la matriz extracelular que no es colágeno. Los más comunes son el condroitin-6-sulfato y el keratan-sulfato (McIlwraith, 2004). Poseen propiedades hidrofílicas, por la combinación de polímeros naturales de los GAGs y el exceso de moléculas en la matriz del cartilago en comparación con la solución externa resultando en un gradiente osmótico que contribuye a esto. Esto crea una presión de tumefacción y turgencia que es integral a la función normal del cartilago haciéndolo compresible, pudiendo así disipar cargas (Johnston, 1997)

La cavidad sinovial es definida por una capsula articular que involucra toda la articulación. Se divide en 3 capas: íntima o sinovial, subíntima y fibrosa. Las células de la capa íntima tienen 2 funciones básicas: fagocitosis y secreción de proteínas (Frisbie, 2012). Esta capa íntima o sinovial tiene 3 tipos celulares: A de origen macrófago, B de origen fibroblástico y C, que son una mezcla de las dos anteriores. Las más importantes son el tipo B que forman varias macromoléculas entre ellas el hialuronato y colágeno (Caron, 2011). Los sinoviocitos secretan una gran gama de proteínas que dan las propiedades al líquido sinovial como ser hialuronato, colágeno, lubricina, pro-matriz-metaloproteinasa, interleucinas y eicosanoides como Prostaglandina E2 (Frisbie, 2012).

En cuanto al líquido sinovial, su constitución base es plasma sanguíneo, tiene un color amarillento y una viscosidad alta debido a sus altos niveles de ácido hialurónico (McIlwraith et al., 2015), otro componente importante que se encarga de la lubricación es la lubricina ambos son aportados al líquido sinovial directamente por las células sinoviales (McIlwraith et al., 2012), los cuales están presentes en la membrana sinovial, el líquido también contiene prostaglandinas, proteasas y colagenasas (Delgado et al., 2010). Los componentes celulares del líquido son limitados no superando las 500 células/mm³ siendo principalmente linfocitos

(McIlwraith et al., 2015). A su vez las articulaciones sinoviales se encuentran recubiertas por una cápsula articular fibrosa la misma está conectada a la antes mencionada membrana sinovial, la cápsula está reforzada por ligamentos, pueden presentar también estructuras interarticulares, y permiten un amplio rango de movimiento, con baja fricción (Delgado et al., 2010). Dicha membrana sinovial puede presentar aumento de tamaño, efusión sinovial y presencia de bandas de fibrina en casos de inflamación y lesiones articulares (Adármes et al., 2006).

8.3. OSTEOARTROSIS CONCEPTO

La OMS (1995) definió la osteoartrosis como un proceso degenerativo articular producido como consecuencia de trastornos mecánicos y biológicos que desestabilizan el equilibrio entre la síntesis y la degradación del cartílago articular, estimulando el crecimiento del hueso subcondral, con la presencia de sinovitis crónica de intensidad leve (Garriga, 2014).

Según la OARSI (Osteoarthritis Research Society International), la osteoartrosis en humanos se define como un desorden que involucra articulaciones móviles caracterizados por estrés celular y degradación de la matriz extracelular iniciada por micro y macro daño que activa respuestas reparativas que incluyen vías pro inflamatorias de la inmunidad innata. La enfermedad se manifiesta por un metabolismo anormal de tejido articular lo cual produce una degeneración molecular, seguido por una delegación anatómica y fisiológica caracterizada por degradación del cartílago, remodelación ósea, formación de osteofitos, inflamación articular y pérdida de la función. (Kraus et al., 2015)

En equinos, la osteoartrosis distal de tarso también llamada esparaván óseo es una afección que se caracteriza por periostitis y osteoartrosis, principalmente de las articulaciones TMT, ITD y ocasionalmente la ITP siendo una de las causas más comunes de claudicación del tarso (Varaschin, 2015). Las articulaciones distales del tarso, son estructuras anatómicas complejas, las cuales absorben las fuerzas de propulsión y torsión aplicadas al miembro en movimiento (Baxter et al., 2003).

Según Baxter et al. (2003) existen tres síndromes relacionados con la osteoartrosis distal:

Tarsitis: se refiere a la claudicación proveniente de estructuras blandas peri articulares de las articulaciones tarsianas distales en caballos de competencia. Los animales presentan claudicación al examen clínico y resultan positivos a pruebas de flexión o anestesia intraarticular. Sin embargo, no presentan anomalías en el estudio radiológico consistentes con osteoartrosis tarsiana.

OA tarsiana distal juvenil: Se les atribuye a potrillos jóvenes por anomalías en el desarrollo de los huesos cuboideos como puede ser en los casos de osteocondrosis o fallas en la osificación de dichos huesos. Sin embargo,

hay casos de osteoartrosis tarsiana distal juvenil que presentan anomalías radiográficas evidentes como ser la lisis del hueso sub condral que no presentan estas patologías asociadas. En estos casos no se la asocia a traumas articulares repetidos durante el ejercicio ya que se da en animales jóvenes los cuales muchos no están domados.

OA tarsiana distal en adultos: es el más común. El daño repetido producido por el ejercicio produce daño tanto en estructuras articulares como peri articulares llevando a una degeneración articular. La progresión de esta enfermedad depende del tipo y cantidad de ejercicio que el animal realice, la conformación del caballo, el herrado y los tratamientos que se usan.

8.3.1. Factores Predisponentes

Los factores que predisponen a esta patología son todos los que aumenten la excesiva compresión y rotación tanto de los huesos tarsianos distales como de las inserciones de los ligamentos dorsales mayores (Sullins, 2014), estas pueden ser actividades de salto, malas prácticas de herrado, un mal balance del casco debido a un mal herrado o desvasado, defectos de conformación, ciertos defectos de aplomos tales como valgus o varus pueden resultar en OA, a su vez también se origina la OA tarsiana distal por artritis sépticas, fracturas tarsianas y mal desarrollo óseo. La progresión de la OA tarsal distal depende en el tipo y cantidad de trabajo que haya realizado, la conformación del equino, prácticas de herrado y también la susceptibilidad de cada individuo (Baxter et al., 2003; Weeren, 2014)

8.3.2. Fisiopatogenia

La osteoartrosis es un trastorno crónico caracterizado por el deterioro progresivo del cartílago, acompañado por cambios en las demás estructuras articulares, tejidos blandos y hueso subcondral (Carmona & Murillo 2007). La salud articular está determinada por la expresión de factores de crecimiento (GFs), citoquinas y enzimas remodeladoras del cartílago de la matriz extracelular (Platt, 1996).

Su etiología puede ser clasificada en base a factores que contribuyen a desbalancear la homeostasis articular contribuyendo a cambios degenerativos de esta (Mc Donald, 2010). Según Caron (2011) existen tres mecanismos patogénicos para su desarrollo:

- Cartílago normal sometido a fuerzas biomecánicas anormales: como ser traumas, malos aplomos, desbalance de cascos, displasia articular o elevada condición corporal. Esto lleva a una alteración en el metabolismo de los condrocitos, llevando a la liberación de enzimas proteolíticas causando la fibrilación del cartílago y ruptura de la red de proteoglicanos.

- Cambios físicos del hueso subcondral: el estrés mecánico normal resulta en micro fracturas del hueso subcondral y epífisis trabecular, terminando en remodelación del hueso subcondral con esclerosis del plato subcondral, quedando el hueso trabecular con una reducción en la capacidad de absorber cargas fisiológicas.

- Defecto de cartílago articular frente a fuerzas biomecánicas anormales: cuando una matriz de cartílago biomecánicamente defectuoso falla bajo cualquier carga incluso normal. Este tipo no ha sido identificado en equinos, pero sí en anomalías genéticas en humanos.

. Como se mencionó anteriormente, los condrocitos son responsables de mantener la homeostasis mediante complejas interacciones entre mediadores catabólicos y anabólicos como resultado del estímulo mecánico (McIlwraith et al., 2012). Se ha demostrado la importancia que tienen los sinoviocitos como fuente abundante de mediadores inflamatorios y enzimas de degradación incluyendo prostaglandinas, citoquinas e inflamadores de la matriz (Caron, 2011).

En la osteoartritis este balance se encuentra comprometido haciendo que predominan los procesos catabólicos (McIlwraith et al., 2015). Esto provoca la depleción de la matriz, pérdida progresiva de la masa cartilaginosa e ineficiencia para soportar una carga normal llevando a la fisura y separación del cartílago, remodelación del hueso y tejidos blandos articulares (Caron, 2011).

Disminuye la concentración de proteoglicanos en la matriz cartilaginosa, ya que los condrocitos no pueden compensar la degradación del cartílago con su síntesis. La degradación del colágeno acompaña este proceso produciendo la fibrilación superficial del cartílago (Jara & Correa, 2016). Se cree que enzimas proteolíticas sintetizadas por los condrocitos son los mayores mediadores de la depleción de la matriz, enzimas como la proteinasa aspártica, proteinasa sérica, proteinasa cisteína y metaloproteinasas contribuyen a esta degradación del cartílago (Caron, 2011)

8.3.2.1. La sinovitis puede resultar de traumas continuos y repetitivos de forma discreta (Jara & Correa, 2016). Aunque este incremento de líquido sinovial puede iniciarse por un evento inflamatorio articular, se debe en gran parte a la permeabilidad vascular incrementada (fenómeno de ingreso) y a un disminuido drenaje linfático (fenómeno de egreso) (McIlwraith et al., 2012). La membrana sinovial no posee de por sí propiedades biomecánicas estabilizadoras, pero responde al daño a través de vías celulares y enzimáticas. Algunas lesiones pueden afectar la difusión a través de la membrana sinovial y otras tendrán un efecto primario en el metabolismo de los condrocitos (McIlwraith & Trotter, 1996). Como consecuencia a esto es que el daño a los sinoviocitos produce la liberación de mediadores involucrados en la

enfermedad articular los cuales describimos a continuación.

- Enzimas degradadoras de la matriz: las metaloproteinasas (MMP) son capaces de digerir la mayoría de los componentes de la matriz extracelular (Caron, 2011) por eso juegan un rol muy importante en esta patología siendo secretadas por los sinoviocitos, condrocitos, macrófagos y neutrófilos (Carmona & Murillo, 2007). Las MMP están presentes en altas concentraciones en el cartílago enfermo y su distribución topográfica está relacionada con la severidad histológica de la lesión (Caron, 2011).

- Citoquinas: existe un gran número de citoquinas catabólicas que están en el desarrollo de la OA, de importancia son las proteínas pro inflamatorias como la IL-1 o el TNF α . Los receptores para estos, están aumentados en los condrocitos de articulaciones con OA y su activación tiene efectos deletéreos sobre estos condrocitos induciéndolos a producir otras citoquinas como IL-8 y IL-6 (Caron, 2011, Fernández, Martel-Pelletier & Pelletier, 2002).

- Prostaglandinas: se ha observado que la prostaglandina E2 causa inflamación sinovial y puede contribuir a la degradación de la matriz del cartílago y erosión del cartílago y hueso. Promueve la dilatación vascular, reduce umbral del estímulo doloroso, facilita la regulación de activador de plasminógeno y promueve la degradación de proteoglicanos (Carmona et al., 2009). Es liberada por los condrocitos a partir de la estimulación de la IL-1 y TNF α (McIlwraith & Trotter, 1996).

- Neuropéptidos: se ha señalado que el sistema nervioso tiene un posible rol en la patogénesis de la enfermedad. La percepción sensitiva de los nervios articulares no solo entrega información del dolor, sino que da lugar a la liberación de neurotransmisores con un potencial inflamatorio dado que la exposición a la sustancia P y otros neuropéptidos causan la liberación de citoquinas tales como la IL-1, IL-6 y TNF α (McIlwraith & Trotter, 1996).

A su vez, la alta presión intraarticular de las articulaciones lesionadas debido a la efusión sinovial podría impedir el flujo a través de los capilares sinoviales, disminuyendo la tensión de oxígeno y causando un daño por isquemia (McIlwraith & Trotter, 1996).

A su vez, se produce un segundo proceso patológico de proliferación de nuevo hueso en la periferia de las articulaciones denominado osteofitosis (McIlwraith & Trotter, 1996). Según Hashimoto et al. (2002) la formación de osteofitos se interpreta como una adaptación de la articulación a biomecanismos alterados, siendo responsables de limitar el movimiento y ser una fuente de dolor articular.

En modelos humanos y animales la formación de osteofitos puede ocurrir sin el daño al cartílago indicando que la formación de los mismos está relacionada directamente con la OA. Sin embargo, la confirmación de un cartílago dañado mediante la reducción del espacio articular se ha reportado como altamente

relacionada con la presencia de osteofitos (Van & Van, 2007).

8.3.3. Signos Clínicos

Bajas en la performance deportiva, así como rigidez en miembros posteriores son muchas veces el motivo por el cual los propietarios consultan y no una claudicación en sí (Gough & Munroe, 1998). También algunas veces su propietario o entrenador percibe que el caballo se niega o tiene falta de voluntad a galopar en determinadas pistas, a realizar giros o cambios de velocidad (Dabarenier et al., 2001). Frecuentemente un caballo con osteoartrosis subclínica o en etapas iniciales las articulaciones tienen rigidez de bajo grado o claudicaciones leves las cuales mejoran o desaparecen al calentar con el ejercicio (Sullins, 2014).

Por otro lado, cuando la OA es crónica o avanzada la claudicación con frecuencia mejora o se resuelve con el descanso, pero reaparece si se somete nuevamente a trabajo el equino. (Dabareiner et al., 2001). Los caballos afectados generalmente presentan una historia de claudicación crónica, intermitente y de bajo grado que empeora con ejercicio según la intensidad y duración (Baxter et al., 2003). Dicha claudicación puede mejorar con el reposo únicamente para volver a agravarse durante el ejercicio. Aunque la claudicación asociada a OA tarsiana generalmente es bilateral, al comienzo puede ser unilateral.

Esta claudicación se puede deber a: dolor articular, disminución del rango de movimiento de la articulación, efusión articular o inflamación sin efectos sistémicos (Kidd, Fuller & Barr, 2001). El dolor articular se manifiesta generalmente como una claudicación; resultado de una inflamación articular, exposición del hueso sub condral, neo vascularización, neo inervación y el incremento de la presión intramedular ósea (Carmona & Murillo, 2007).

A la inspección física se puede no encontrar ninguna particularidad en muchos caballos que padecen OA tarsiana distal. Sin embargo, algunos caballos pueden presentar una deformación firme y localizada en el aspecto medial del tarso distal. Esta deformación se puede localizar por inspección o palpación digital posicionándose por detrás del equino (Baxter et al., 2003).

La efusión sinovial es frecuente de ver en la OA y se manifiesta en el receso dorsal medial del tarso equino visible y palpable (Caron, 2011). Raramente se puede encontrar atrofia del músculo glúteo y dolor. Un aumento en la altura de los talones y el desgaste de las pinzas es un hallazgo común debido al arrastre de la extremidad en los casos más crónicos.

Durante la observación estática se evidencia la presencia de posturas antiálgicas, mostrándose plantado de miembros posteriores, también se evidencia efusión a nivel de la articulación tibio-tarsiana (Caron, 2011).

Durante su observación dinámica los equinos tienden a balancear la extremidad afectada hacia la línea media durante la fase de vuelo del paso (Platt, 1996). También se observó una marcada hiperflexión del miembro en observación, así como un marcado acortamiento de la fase anterior del paso. Esta última observación concuerda con lo publicado por Baxter et al. en 2003 donde indica que es común el desgaste exagerado de las pinzas de los miembros afectados.

La amplitud de flexión se ve disminuida, esta reducción del movimiento articular puede deberse a dolor, efusión sinovial, espasmo y contractura de estructuras periarticulares o anquilosis o fibrosis ósea (Jara & Correa, 2016).

8.3.4. Diagnóstico

El diagnóstico de la OA debe basarse en la información disponible y/o brindada por el propietario sumado a un completo examen clínico y exámenes complementarios (Llorca Miravet, 2016). En lo que refiere a datos de anamnesis como edad, sexo, raza, actividad del equino no hay una relación directa con la presencia de la patología según Baxter (2003), pero por otro lado Gough y Munroe (1998) afirman que es más frecuente encontrar caballos afectados de edad madura y/o añosos, particularmente aquellos que han tenido una vida de entrenamiento o trabajo activo.

Se suele observar una claudicación de moderada a severa hasta cambios sutiles en el desempeño sin claudicación manifiesta (Dabareiner, Carter & Dyson, 2003). Ross (2003), describe el test de Churchill como la aplicación de presión digital en la cresta ósea formada entre la cabeza del metatarsiano 2 y el tarsiano 1 y 2 que están fusionados. Se debe mantener la extremidad flexionada quedando el casco a unos 30 cm del suelo aproximadamente. La presión se aplica en incremento gradual tres veces con un segundo de descanso entre aplicaciones, considerándose la respuesta positiva cuando el equino intenta la abducción de la extremidad. Según Baxter et al. (2003) el llamado test de Churchill puede ser usado para evaluar el dolor en la zona media y distal del tarso, haciéndolo en varias ocasiones para determinar un resultado positivo o negativo.

Otra prueba utilizada para el diagnóstico de osteoartrosis distal del tarso es el test de esparaván o test de flexión del tarso. A pesar de que el mismo no es específico, se usa para detectar problemas en la región distal del tarso ya que también están incluidas en la flexión las articulaciones femorotibio rotuliana y la coxofemoral, además cierta flexión de la articulación metatarso-falangiana es inevitable debido al aparato recíproco (Gough & Monroe, 1998). Dicho test consiste en sostener flexionada durante 1 minuto la articulación tarsiana y luego se hace trotar el equino en línea recta siendo positiva la prueba si se observa un incremento en la claudicación (Ross, 2003a).

El bloqueo perineural es utilizado para bloquear la fuente del dolor, debe de

ser realizada de forma sistémica iniciando en la parte distal de la extremidad continuando los bloqueos hacia proximal. Se deben utilizar pequeñas cantidades de anestésico para evitar desensibilizar nervios cercanos (Ross, 2003). Para la anestesia perineural del tarso, la cual bloquea la fuente de dolor, tres nervios deben de ser bloqueados simultáneamente, uno ubicado en la cara lateral y dos en la cara medial del miembro (Ross, 2003b). Nervio tibial se localiza en la cara medial del tercio medio de la tibia por 10-15 cm encima de la articulación del tarso entre el músculo gastrocnemio y el tendón flexor digital profundo. Nervio safeno se sitúa en la cara medial del miembro también y por encima de la articulación femorotibiorotuliana, dorsal y paralelo a la vena safena. Por último, el nervio fibular debe de ser bloqueado en dos puntos. Una rama superficial (1-2 cm de profundidad) y otra profunda (5 cm de profundidad), este nervio se ubica en la cara lateral del miembro entre el músculo extensor digital lateral y extensor digital común y a 10 cm proximal al maléolo lateral de la tibia (Lunas,1998).

Los bloqueos anestésicos en las articulaciones del tarso, con mepivacaina y lidocaína ambas al 2%, son comunes para el tratamiento de OA tarsiana. Siendo la primera la más utilizada ya que su acción es más duradera y menos irritante. (Viu y Prades, s/f). La mayoría de los clínicos piensan que una anestesia en la articulación ITD es adecuada para diagnosticar una OA distal a pesar del bajo porcentaje de comunicación entre la articulación TMT e ITD que se observa in vitro. Un estudio publicado demostró que el 93% de caballos con OA distal mejoraron con solo una inyección en la articulación ITD, esto sugiere que la difusión de la anestesia local ocurre en la clínica (Baxter, 2003). Gough y Monroe (1998) confirman dicha suposición clínica reportando que la difusión de mepivacaina entre las articulaciones ITD Y TMT ocurre en un 80% en articulaciones de cadáveres frescos.

Las radiografías digitales, son consideradas el método más confiable en el diagnóstico de la OA del tarso, siendo las proyecciones lateromedial, dorsoplantar, dorsolateral plantaromedial oblicua y la plantarolateral oblicua, las de mayor relevancia para dicho diagnostico (Lizarazo, 2017). Estas son utilizadas de forma rutinaria para demostrar y monitorear cambios en casos de OA clínica. Los típicos hallazgos radiográficos incluyen formación de osteofitos peri articulares, esclerosis del hueso subcondral y estrechamiento de la articulación, con algunas articulaciones demostrando progresos hacia la anquilosis (Pabon,2016). Las radiografías en conjunto con los signos clínicos e historia clínica son de gran valor para llegar a un diagnóstico confirmatorio (Baxter, 2003). Sin embargo, no se cree que haya una correlación entre la severidad de la claudicación y la apariencia radiográfica del tarso afectado. (Byam-Cook & Singer, 2009). Según Caron (2011) los cambios radiológicos comienzan por una reducción del espacio articular, esclerosis del hueso subcondral y formación de osteofitos. Más adelante se observan defectos radiolúcidos en el hueso sub condral (lisis), fragmentos osteocondrales y anquilosis articular. Sin embargo, no hay asociación entre la duración, grado de claudicación, la respuesta a anestesia intraarticular y hallazgos radiográficos encontrados (Byam,

Cook & Singer, 2009

La resonancia magnética (RM) es una técnica de imagen que no emplea radiaciones ionizantes, dicha técnica durante la última década en Europa, EE.UU. ha pasado a ser el método de diagnóstico por imágenes que más promete en cuanto al diagnóstico y monitoreo de OA tempranas (Ley Charles, 2014). La resonancia nos permite valorar el estado del cartílago articular y hueso subcondral. Tiene un gran valor diagnóstico en la detección de distensión en cavidades sinoviales (vainas tendinosas, bursas o cavidades articulares), ya que permite valorar no solo su tamaño, sino también el grosor de sus paredes o el tipo de fluido que contiene (García & Cuervo, 2016). Todavía no poseemos este recurso a nivel nacional.

8.3.5. Tratamiento

Existen diferentes tratamientos para esta patología que buscan acelerar el proceso de anquilosis y aliviar el dolor, pudiendo ser métodos quirúrgicos y no quirúrgicos.

8.3.5.1. Tratamientos no quirúrgicos

Los tratamientos no quirúrgicos utilizados más comúnmente son la combinación de antiinflamatorios no esteroideos, herrado correctivo, medicaciones sistémicas o intra articulares, como hialuronato, corticoides, fisioterapia, técnicas de artrodesis química, entre otros.

La osteoartrosis de las articulaciones ITD y TMT puede tratarse con analgésicos y antiinflamatorios, sin embargo, el tratamiento médico puede ser también decepcionante y la claudicación puede persistir en un 25 a 50% de los casos (Baxter, Southwood & Dechant, 2003). Algunos caballos no responden a inyecciones de antiinflamatorios o la respuesta es de corta duración (Gutierrez-Nibeyro, 2015). Si bien esto ha permitido a la mayoría de los equinos seguir con su entrenamiento y performance en etapas iniciales de la enfermedad. La desventaja es que requieren de tratamientos repetidos, sin brindar una solución definitiva (Dechant et al., 2003).

En cuanto al herrado correctivo autores como Gough y Munroe (1998) mencionan el uso de una extensión lateral de la herradura con un Rolling o desgaste en la parte delantera exterior. Esta extensión lateral ayudaría de soporte a la banda coronaria cuando el pie apoya lateralmente y tiende a detener la aducción pronunciada del miembro afectado debajo del cuerpo del caballo. Sin embargo, según Dabareiner et al., 2003 esta extensión puede estar contraindicada en caballos que tengan que parar y arrancar rápidamente, ya que esta puede detenerse de forma abrupta pudiendo causar torsión en articulaciones más distales del tarso. El Rolling de la herradura ayudaría a prevenir desgastes en las pinzas al facilitar la

ruptura del paso. Caballos con el eje del casco quebrado hacia atrás y talones bajos pueden beneficiarse con una elevación de talones.

El ácido hialurónico vía intraarticular o intravenosa, glicosaminoglicanos polisulfatados por vía intraarticular o intramuscular y pentosan polisulfato vía intramuscular, mejoran el anabolismo del condrocito y favorecen la síntesis de su matriz extracelular. Otras sustancias como el inhibidor de osteolisis subcondral y el tiludronato parecen prometedoras para esta enfermedad (Carmona & Murillo, 2007).

Porcar en su tesis de doctorado define a las células madres o progenitoras como un grupo de células indiferenciadas con la capacidad de auto renovarse a partir de tejidos funcionales ya maduros, transformándose luego en células especializadas. Teniendo una vez diferenciadas funciones de regeneración, reparación de tejidos, homeostasis. Los tratamientos con este tipo de células especialmente con células madres mesenquimales se basa principalmente en el trasplante de células madre a la articulación afectada. Se busca promover la regeneración y funcionalidad de las estructuras afectadas, pero, sobre todo, del cartílago articular y poder obtener un tejido con propiedades semejantes al original y no un tejido de tipo cicatricial (Porcar, 2017).

García en una publicación de (2016) resume los efectos de la terapia de choque radiales como analgésicos y resolutivos. El efecto de la terapia sobre los tejidos consiste en: 1) aumento del metabolismo local, 2)- reabsorción de los depósitos de calcio en las áreas tendinosas, 3) disminución de la inflamación y sus consecuencias disminución de la percepción del dolor, 4) aumento de la carga mecánica local, situación que conduce a la rehabilitación. Las enfermedades articulares degenerativas y osteoartrosis las ubica dentro de las principales indicaciones traumatológicas del equino deportivo en las cuales la aplicación de sesiones de ondas de choque ha arrojado buenos resultados.

Otra técnica utilizada en la búsqueda de la anquilosis es la facilitada por láser de diodo consiste en introducir y disparar la fibra láser dentro de las articulaciones intertarsianas y TMT distales para dañar el cartílago articular al calentar y vaporizar el líquido sinovial/intraarticular. Se ha reportado un éxito con esta técnica de hasta el 90% y una morbilidad postoperatoria muy baja. Desafortunadamente, tiene como principal desventaja que no siempre da como resultado una fusión completa de las articulaciones intertarsianas y TMT (Gutierrez-Nibeyro, 2015).

La anquilosis química es otro método con gran aceptación entre los profesionales, inyecciones con alcohol etílico el cual tiene propiedades neurolíticas y también propiedades destructivas no selectivas para proteínas que aceleran de cierta manera el daño del cartílago articular. Su uso prolongado se ha demostrado que tiene un éxito en la promoción de la anquilosis articular que varía entre un 70-95 %. Estos caballos tienen una rápida mejora de la renguera (generalmente de 3 meses) y se evidencia en las radiografías la reducción del espacio interarticular

(Gutierrez-Nibeyro, 2015).

En un estudio realizado por Caston et al. (2013) el 50% de los pacientes que tenían osteoartritis obtuvieron mejorías totales. Los efectos secundarios más reportados son dolor disestesico, hinchazón e infección en el lugar de inyección del alcohol. En los últimos 10-15 años se ha demostrado en un gran número de estudios que el monoyodoacetato de sodio es exitoso para promover la anquilosis de las articulaciones tarsianas con el 60- 70 % retornando a la actividad atlética. El sodio monoyodoacetato es considerado una toxina metabólica que en los condrocitos inhibe específicamente la glucólisis. A pesar de tener una alta efectividad en la promoción de la anquilosis tiene algunos inconvenientes como ser un intenso dolor durante varios días post tratamiento. Este método ha caído en desuso entre los veterinarios por la razón que no siempre existe comunicación entre las articulaciones que involucra el tarso. (Gutierrez-Nibeyro, 2015).

8.3.5.2. Tratamientos quirúrgicos

En general, los caballos con OA tarsiana distal avanzada no suelen responder favorablemente a las terapias conservadoras como único tratamiento debido a la gravedad de la patología y el dolor (Baxter, 2004). La tenotomía del tendón cuneano resulta una opción para el tratamiento de la osteoartritis del tarso cuando no se ha obtenido una buena respuesta a tratamientos conservadores (Oliveira, 2019). En un estudio realizado por Eastman et al. (1997) sobre 285 caballos, se registró una tasa de éxito alrededor de 83 % basado en un formulario realizado por dueños y entrenadores post cirugía. Sin embargo, en un estudio de caso realizado por Oliveira (2019) el equino no tuvo mejoras en relación a su estado pre-cirugía. Dicho procedimiento quirúrgico se realiza con el animal sedado y con anestesia local. Se realiza una incisión vertical en la parte inferior de la cara medial del tarso, exponiendo al tendón cuneano y removiendo de éste una porción de 1,5-2 cm (Eastman et al., 1997; Oliveira 2019).

Dechant et al., (2003), y Adkins et al., (2001) describieron la técnica de perforación de la articulación, como aquella que consiste en perforar 3 partes de la articulación TMT, ITD o ambas. Taladrar quirúrgicamente la articulación ha demostrado ser efectiva en promover la anquilosis de la articulación (Sullins, 2014), para perforar el tarso Dechant et al., (2003), planteo en su estudio que el uso de diferentes diámetros de broca de 3,2 mm a 4,5 mm no interfiere con los resultados. Esta variación en el diámetro de la broca puede darse debido al tamaño del animal y a la diferencia entre cirujanos. En cuanto a la técnica propiamente dicha se realiza una incisión vertical en la piel de 5 cm inmediatamente caudal a la rama craneal de la vena safena medial para exponer el tendón cuneano. El tendón cuneano se secciona y extrae del mismo un segmento de 1 cm. Se colocan agujas de calibre 20 debajo del tendón para localizar las articulaciones TMT y la ITD. Una vez localizadas, se toma una radiografía dorsoplantar para confirmar la colocación de la aguja. La aguja es retirada y reemplazada por una broca de 3.2 mm, que se avanza

en dirección lateral aproximadamente 3 cm dentro de la articulación. Luego se toma una segunda radiografía para confirmar la colocación de la broca dentro de la articulación. Cuando la broca está taladrando correctamente a lo largo del plano de la articulación, se avanza más fácilmente que si no se sigue el contorno de la articulación. Se realizan dos agujeros adicionales desde el punto de entrada inicial en dirección dorsolateral y plantarolateral. Este procedimiento se lleva a cabo en ambas articulaciones TMT y ITD, independientemente de si los hallazgos clínicos o radiográficos sugerían que solo una articulación está afectada. Posteriormente, las trayectorias de la broca y el sitio quirúrgico son lavadas con solución salina estéril al 0.9% para eliminar los residuos de la perforación, por último, el tejido subcutáneo se cerró utilizando poliglactina 2/0 en un patrón continuo simple y la piel se cerró con polipropileno 2/0 en un patrón interrumpido simple. Este estudio fue realizado sobre 17 caballos (6 puros de carrera, 8 raza standard, 2 dressage y 1 hacking), donde tuvieron como media un tiempo de 9 meses y medio entre la cirugía y el retorno al ejercicio. De los seis caballos de carrera cinco de ellos volvieron a correr entre 2 y 28 carreras luego de la intervención. (Adkins et al., 2001).

Zubrod y Schneider (2005) describen una técnica similar la cual comienza por identificar el tendón cuneano mediante palpación, al cual se le realiza una incisión vertical de 3 cm en la piel sobre las dos articulaciones distales del tarso en un punto medio entre la fila distal del tarso y el tendón cuneano. Luego una aguja de 0,9mm por 25mm se inserta dentro de la DIT y la TMT, confirmando su posición por radiografías intra-operatorias. Después de ubicar las articulaciones se introduce una broca de 3,2 mm en cada articulación, luego se utiliza otra broca de 4,5 mm para crear 3 agujeros que atraviesen cada articulación en un patrón divergente, cada una de estas perforaciones cuentan con una profundidad entre 2 a 3 centímetros, en cuanto al tejido subcutáneo y piel se cierran de manera rutinaria, luego a la parte distal del tarso se le realiza un vendaje para proteger las incisiones quirúrgicas.

Por otro lado, Edwards (1982) en un estudio con 20 caballos realizó una técnica quirúrgica que consistía en realizar una incisión vertical de 5 cm a través de la piel, exponiendo el tendón cuneano del cual se extrajo un segmento de 2.5 cm para permitir un mejor acceso a las articulaciones TMT y ITD. Después de verificar la posición de la articulación TMT, utilizaron una broca de 4.7 mm en un taladro manual para destruir la mayor parte posible de las superficies articulares. La longitud de cada perforación se determinó mediante la extracción periódica de la broca la cual se enfriaba mediante inmersión en solución salina estéril. El procedimiento se realizó en ambas articulaciones tarsianas. En cuanto al tiempo de recuperación. obtuvieron los siguientes resultados: el caballo con recuperación más corta volvió al ejercicio a los tres meses y medio, el que más demoró volvió a los 10 meses y la media que se obtuvo fue de cinco meses y medios para el retorno al ejercicio.

Una de las acciones que se pueden realizar cuando se realiza la artrodesis quirúrgica puede ser la reintroducción del material óseo, como lo realizado por

(Archer et al. 1988). Luego de realizar la perforación, se introdujo cilindros de acero inoxidable perforados llenos de hueso esponjoso obtenido de él ilion de la cadera de los propios equinos en las articulaciones tarsales distales de cuatro caballos. Se observó una pobre supervivencia celular del injerto dos semanas después de la cirugía en uno de los caballos. Sin embargo, en dos caballos se evidenció que estaban sanos 9 meses después del procedimiento y se vio una artrodesis parcial de las articulaciones con la incorporación de los implantes en la unión ósea a los 10 meses de la cirugía cuando se le realizó una necropsia, otro de los caballos sufrió una fractura del tercer tarsiano debido a la cirugía por lo que no se pudo evaluar.

Los cuidados post operatorios sugeridos generalmente incluyen reposo en box hasta la extracción de los puntos de la piel, luego caminatas suaves y sin montar durante 15 días que son seguidas por ligeras cabalgatas (Sullins, 2014).

HIPÓTESIS

Es posible realizar una técnica quirúrgica novedosa para la generación de artrodesis en las articulaciones distales del tarso que promueva la resolución de la osteoartrosis allí localizada en equinos a campo.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir con el conocimiento de tratamientos para la resolución de la osteoartrosis tarsiana distal equina.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Evaluar la posibilidad de realizar una cirugía ortopédica a campo en equinos.
- Ofrecer un tratamiento quirúrgico adicional para casos de osteoartrosis tarsiana con menores costos económicos asociados y un periodo de recuperación posoperatorio más breve.

9. MATERIALES Y MÉTODOS

9.1. Examen clínico

Se presentó un equino cuarto de milla hembra, alazán de 5 años de edad utilizado en competencia de barriles. Según la anamnesis brindada por el propietario, los signos clínicos iniciaron hace un año. Poseía historia de baja en su performance y negación a realizar giros cerrados sobre los miembros, así como cambios de velocidad en su carrera. Dichos signos clínicos se presentaban al inicio de la competencia tendiendo a disminuir con el transcurso de la misma.

Se procede a realizar una revisión completa del animal. Se realizó el examen del miembro afectado, primero estático, no observando grandes signos, y luego se observó su desplazamiento en línea recta al paso y al trote constatando una leve claudicación 1/5 (AAEP). Al observar al equino marchar en círculos se observó cambios en la marcha, una reducción en el arco de vuelo del pie, y también se notó que el equino arrastraba la pinza o parte anterior del casco. Se realizó la palpación articular, no evidenciándose dolor a la presión.

Se procedió a la prueba de flexión en ambos miembros, la cual no arrojó resultado positivo. Debido a la sospecha de osteoartritis distal se sometió al paciente a estudios de rayos X (con proyecciones craneocaudal y lateromedial) en ambos miembros, las cuales fueron evaluadas por 2 observadores experimentados de manera independiente. Las radiografías no arrojaron signos radiológicos concluyentes (Figura 5 y 6). Sin embargo, como la radiografía no siempre tiene relación con la clínica (Byam-Cook & Singer, 2009) y el dueño no podía costear su manutención y la yegua iba a ser enviada a faena, se decidió realizar un procedimiento quirúrgico mínimamente invasivo según lo descrito por Moller et al. (2021) para la resolución de esparaván óseo a campo.

3.2. Procedimiento Quirúrgico y cuidados post operatorios.

Con el consentimiento del propietario, se procede a la realización de la técnica quirúrgica a campo, que consistió en la promoción de la anquilosis en la articulación ITD y TMT mediante perforación con taladro y reintroducción de material óseo. El procedimiento fue realizado a campo bajo anestesia intravenosa (TIVA). El protocolo TIVA consistió en una triple anestesia con xilacina (1,1 mg/kg), ketamina (2,2 mg/kg) y guaifenesina 5% en infusión continua con una dosis 2,2ml/kg por hora. Para el procedimiento se mantuvo al animal en decúbito lateral derecho y las dos articulaciones traseras del tarso fueron preparadas mediante tricotomía y embrocadas con una solución de alcohol y gluconato de clorhexidina.

La técnica quirúrgica se realizó como describen Moller et al. (2021). Comenzó con una incisión de 4 cm en la piel y cápsula articular del lado medial en caso de ser en el miembro posterior derecho y lado lateral en el miembro posterior

izquierdo en la porción craneal de los respectivos espacios articulares. Posteriormente se introdujo el taladro con una mecha de 4.5mm (Bosch® Battery GSR 18V-535CN 3000rpm) en ambos espacios articulares (entre 3 y 4 cm de profundidad) donde se recuperó y reintrodujo todo el material óseo obtenido durante la perforación. Cabe destacar que se respetó tanto el tendón cuneano como el haz nervioso vascular y ligamentos interóseos (importantes en la estabilidad de la articulación). Además, se le otorgó gran importancia a la recuperación y reintroducción de todo el material óseo obtenido durante la perforación. La sutura se realizó con puntos simples de la cápsula articular y la de piel con material absorbible (ácido poliglicólico, n2 Poliglyd® 2, Surgikal, Argentina) y no-absorbible (nylon, n4, Supralon® 4, Surgikal, Argentina) respectivamente.

Las bandas de compresión local con gasas y algodón fueron colocadas por las primeras 48 horas, posteriormente se cambiaron y se quitaron a los 5 días. El tiempo entre que se sometió a la anestesia y la recuperación completa del animal fue de 70 minutos aproximadamente, mientras que el total del tiempo de la cirugía fue de 45 min.

El manejo y tratamiento postquirúrgico consistió en la administración de antibióticos (penicilina procaínica 20000 UI/KG, IM, 2 veces al día por 4 días) y una asociación de antiinflamatorios (dexametasona hidrocortada 0,15% y fenilbutazona 20% (Artralgin dexta® Ripoll Laboratorios, Montevideo/Uy.), 2 veces al día, IV, por 3 días). La primera semana el animal hizo reposo en un box, para luego pasar a un potrero cerrado más grande donde podía moverse libremente.

3.3 Evolución clínica

El animal se controló diariamente por una semana, luego fue controlada cada 5 días hasta su recuperación completa. En dicho seguimiento post quirúrgico se realizó análisis de confort del animal medido a través del tiempo de descanso y de apoyo del miembro intervenido, tiempo que permanece acostado y tiempo de ingesta de comida medidas en minutos.

A su vez se realizó el análisis de claudicación según la escala de la AAEP. Esta escala tiene 5 grados.

-Grado 1: Claudicación difícil de observar en cualquier situación.

-Grado 2: Claudicación difícil de observar al trote o al paso pero que se evidencia en determinadas situaciones.

-Grado 3: Claudicación permanente al trote

-Grado 4: La claudicación es evidente con acortamiento de paso y/o asintiendo con movimiento de la cabeza.

-Grado 5: Claudicación permanente y muy evidente y la manifiesta en reposo

o en movimiento. (Ma et al., 2017).

Con respecto a la evaluación de edema en el miembro afectado se usó una escala de cuatro grados: Grado 1 (+) donde hay una leve depresión al ejercer presión con el dedo, no hay distorsión visible del contorno y la desaparición de la marca ejercida por la presión del dedo es casi instantánea, Grado 2 (++) donde se forma una depresión de hasta 4 milímetros con la presión del dedo sobre el edema y la marca producida por la misma desaparece en 15 segundos, Grado 3 (+++) donde se marca una depresión de hasta 6 milímetros por la presión y dicha depresión permanece por 1 minuto aproximadamente y Grado 4 (+++++) donde se impresiona una depresión profunda al ejercer presión que puede llegar hasta 1 centímetro y la misma queda marcada de 2 a 5 minutos (Llanio y Perdomo, 2003). Se realizaron radiografías a los 20 y 45 días luego de la intervención quirúrgica.

3.4 Evaluación radiológica subjetiva.

Se tomaron radiografías en el día 0, 20 y 45 post quirúrgicos (Figuras 5,6,7,8,9,10). A través de estas se evaluó de manera subjetiva la formación de osteofitos en la articulación ITD y TMT, cambios en la densidad de los huesos subcondrales y reacciones periólicas.

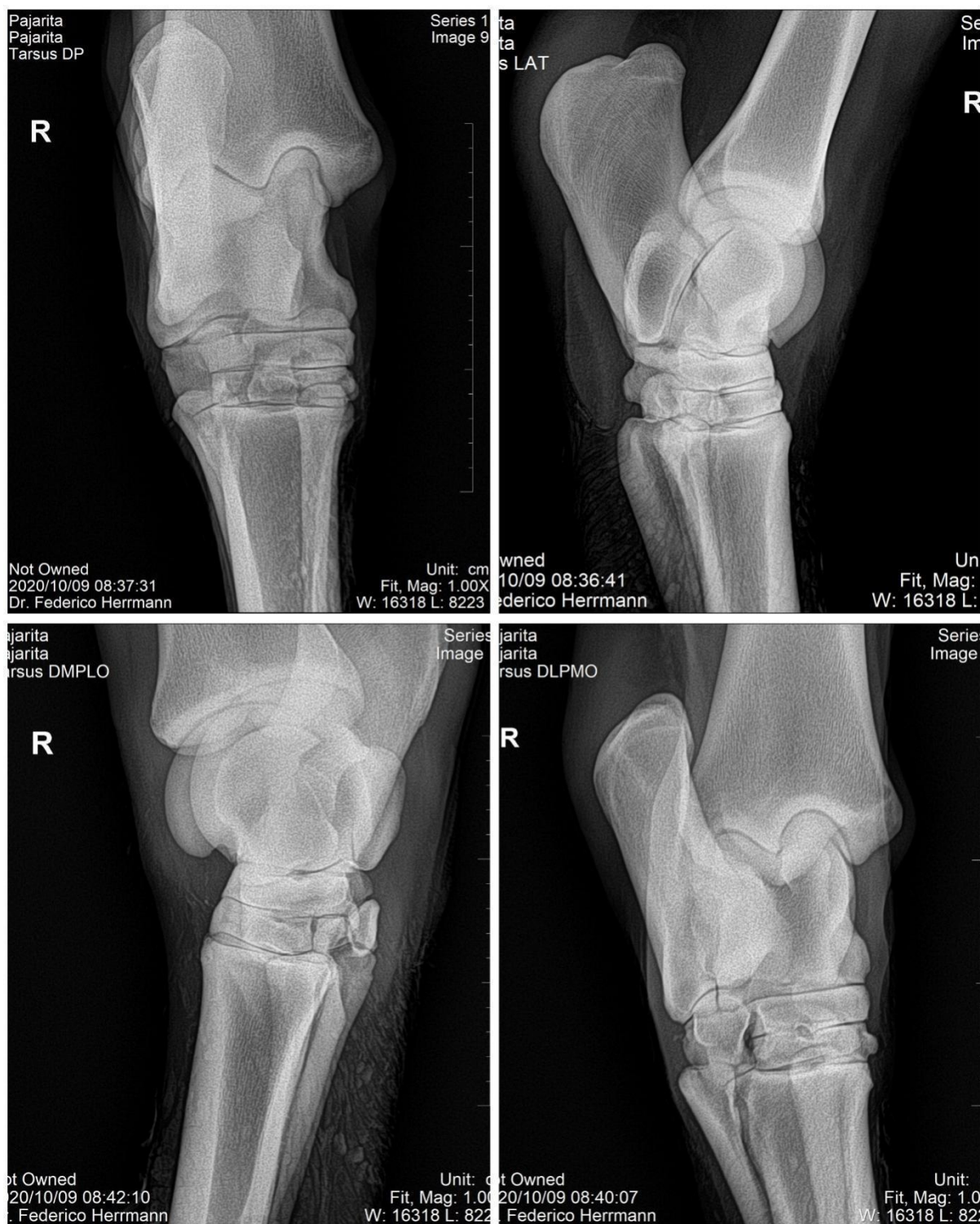


Figura 5. Radiografías día 0 del tarso derecho proyecciones dorso-plantar, Lateral, dorsomedial plantarolateral oblicua y dorsolateral plantaromedial oblicua



Figura 6 . Radiografía día 0 tarso izquierdo proyecciones Dorso-plantar, Lateral, dorsomedial plantarolateral oblicua y dorsolateral plantaromedial oblicua.

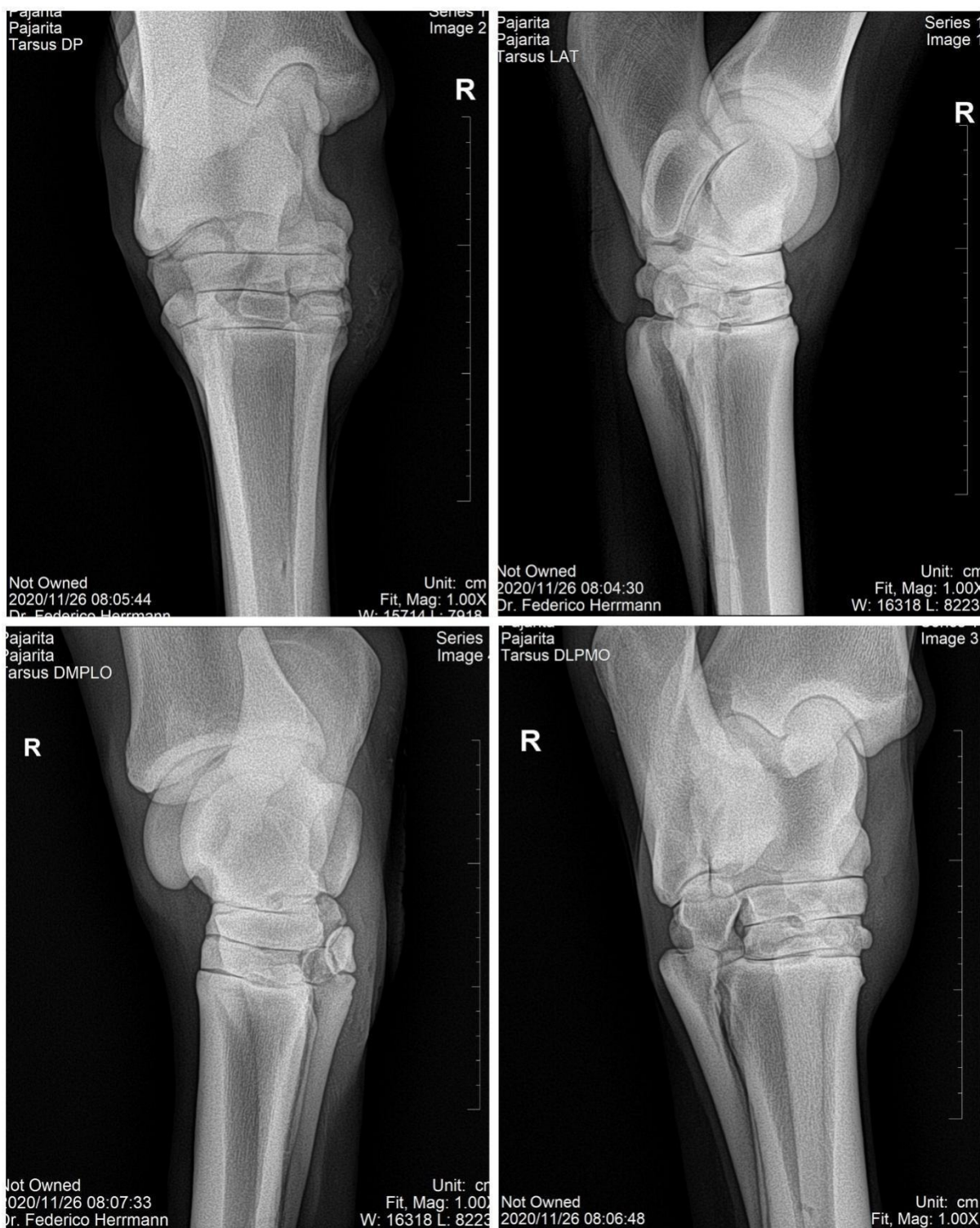


Figura 7 . Radiografía día 20 post cirugía tarso derecho proyecciones Dorso-plantar, Lateral, dorsomedial plantarolateral oblicua y dorsolateral plantaromedial oblicua.



Figura 8 . Radiografía día 20 post.cirugía tarso izquierdo proyecciones Dorso-plantar, Lateral, dorsomedial plantarolateral oblicua y dorsolateral plantaromedial oblicua.

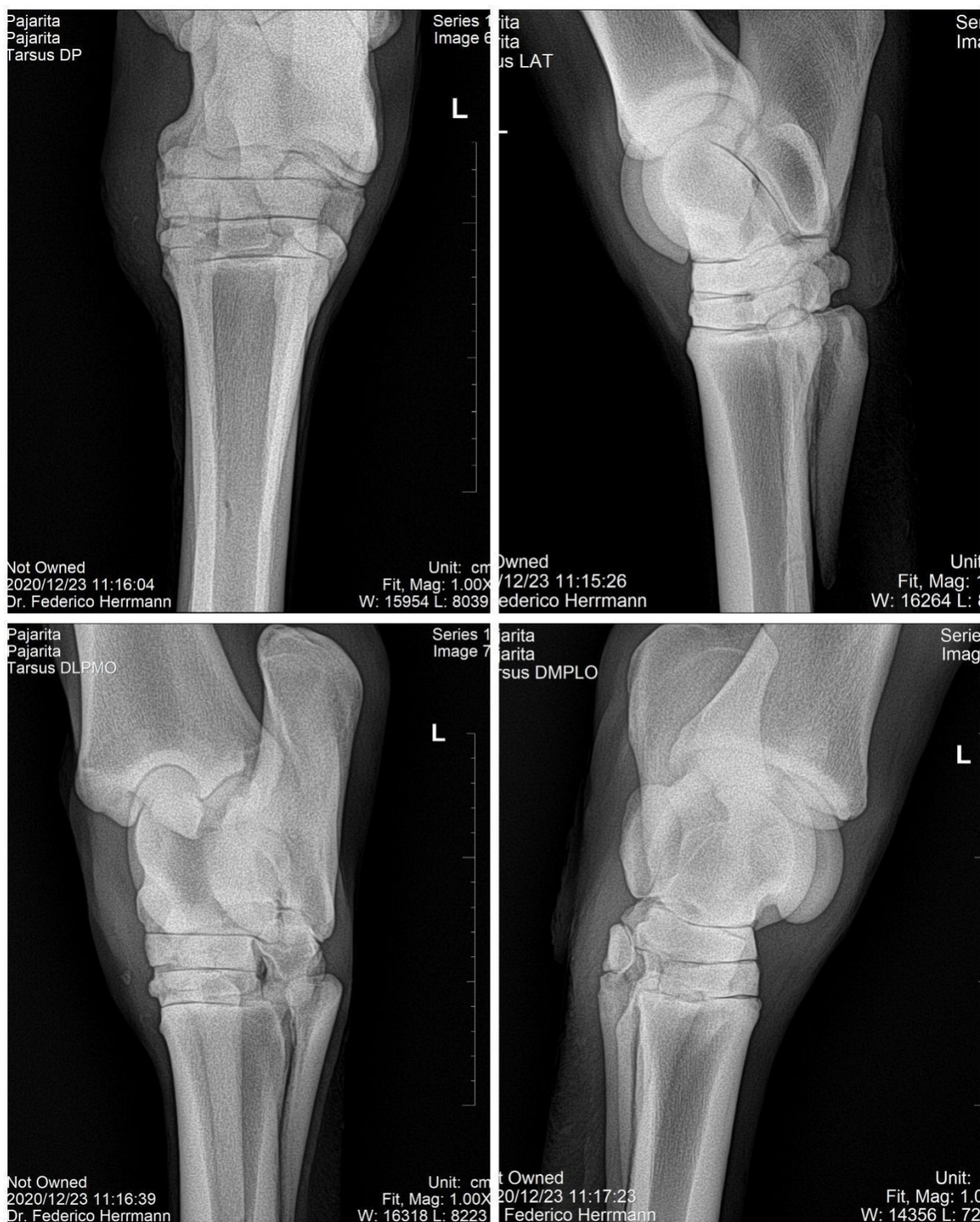


Figura 9 . Radiografía día 45 tarso izquierdo proyecciones Dorso-plantar, Lateral, dorsomedial plantarolateral oblicua y dorsolateral plantaromedial oblicua

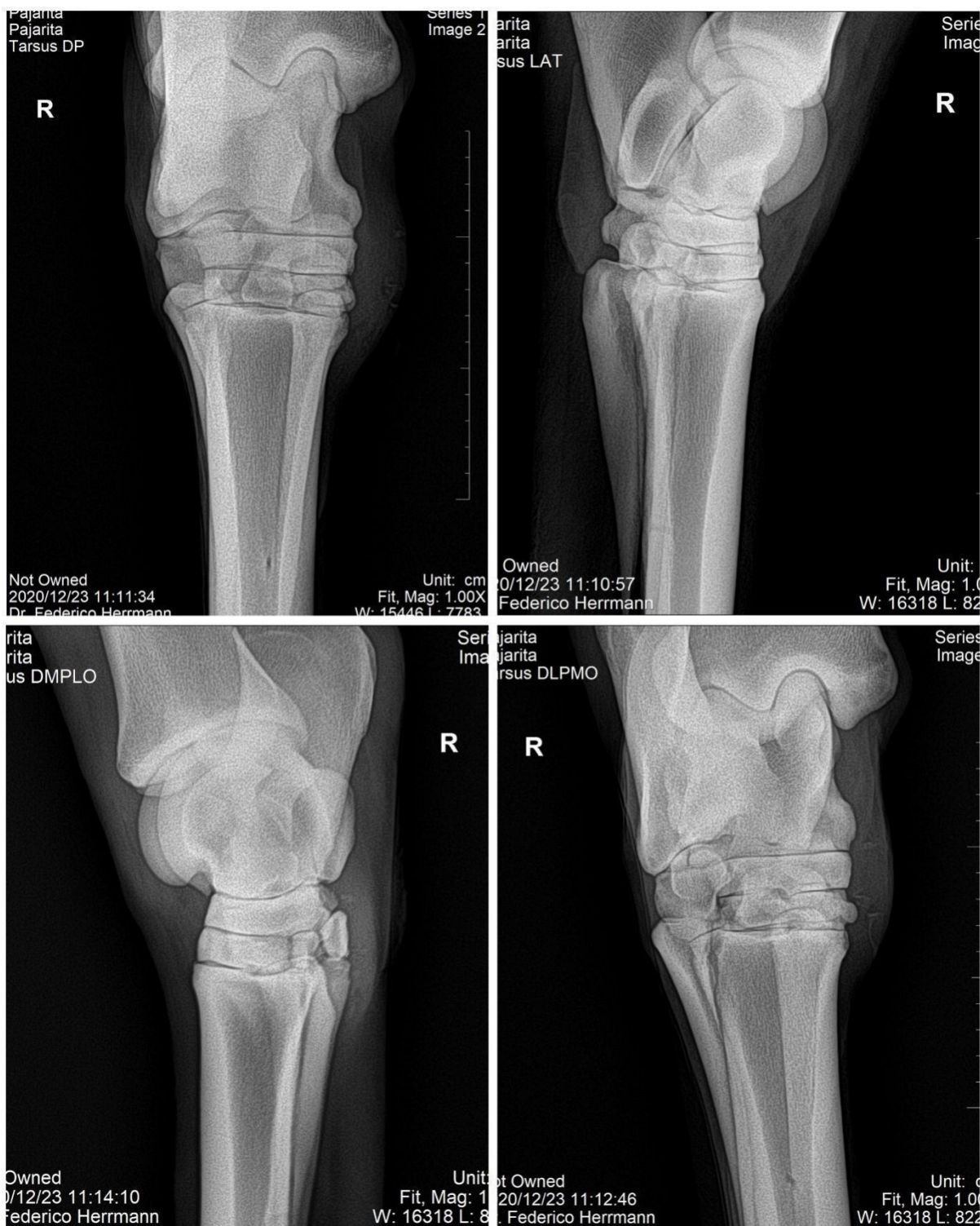


Figura 10 . Radiografía día 45 tarso derecho proyecciones Dorso-plantar, Lateral, dorsomedial plantarolateral oblicua y dorsolateral plantaromedial oblicua.

10. RESULTADOS

Fue posible la realización de una cirugía a campo para la artrodesis de las articulaciones intertarsianas distales. Con una duración de 1hs y 20 minutos para la intervención de ambos miembros y una duración total de 2 horas aproximadamente. No existieron complicaciones durante la cirugía ni durante el derribo o la recuperación anestésica.

Con respecto a la evolución clínica del animal, en relación al apoyo del miembro afectado, se observó que el día 1 post-cirugía el equino apoyaba de manera intermitente el miembro que fue intervenido, al igual que en los siguientes 3 días post quirúrgicos. En los siguientes días en los que se estudió al animal o sea día 5, 6, 10, y 15 post-cirugía se notó que el paciente soportaba su peso sobre el miembro sin dificultad.

En cuanto a la permanencia en decúbito del animal post cirugía el dueño relato que lo encontró en decúbito, no observándose esta postura durante el periodo de observación el día 1 después de la intervención, en los días restantes de evaluación no se notó que el paciente adoptara el decúbito.

El paciente presentó los días 1, 2, 3 y 4 post intervención un grado 3 (+++) de edema, los días 5 y 6 post cirugía presentó un edema de grado 2 (++) y al día 10 siguiente a la cirugía ya no presentaba formación de edema.

El equino el día 1 post cirugía presentó una claudicación de grado 2, al siguiente día la mejoría ya era notoria y presentaba una claudicación de grado 1. El resto de los días en los que el animal fue evaluado no presentó claudicación.

Con respecto a la evaluación radiológica, no encontramos grandes cambios que indicaran anquilosis articular (osteofitos, esclerosis, etc). Sin embargo, la yegua retomo entrenamiento leve a los 45 días de realizada la cirugía y comenzó el entrenamiento normal para competencia de barriles a los 70 días. No se observó negación a pivotear sobre sus miembros posteriores y su performance mejoró en gran forma llegando a definir la competencia luego de la cirugía.

11. DISCUSIÓN

La cirugía a campo para la resolución del esparaván equino se pudo llevar a cabo sin presentar grandes complicaciones post quirúrgicas, con tiempos de recuperación satisfactorios y por el alivio en el dolor de manera definitiva.

Las cirugías llevadas a cabo en el campo deben tener algunas consideraciones, frente a cirugías realizadas en condiciones hospitalarias. El tipo de cirugía a realizar, que tan invasiva es y el tiempo que requiera, así como las posibles complicaciones que pueden presentarse durante la operación y en el periodo postoperatorio, son factores de gran importancia que deben ser tomados en cuenta previo a la realización de la cirugía a campo (Staffiere & Driessen, 2007). En este caso se tuvieron estas apreciaciones pre quirúrgicas y resultaron en una cirugía sin complicaciones ni durante la cirugía ni post quirúrgicas. Para lograr la correcta ejecución de las cirugías a campo es de suma importancia contar con un lugar adecuado, este debe ser plano, con bastante pasto, para lograr un efecto acolchado y sin piedras, también deben considerarse la presencia de luz y agua potable (Staffiere & Driessen, 2007). En este caso se utilizó el terreno con mayor cantidad de pasto disponible y se acolchonó la zona del nervio radial. Otro factor a tener en cuenta fueron las condiciones climáticas (temperatura ambiente, lluvias, humedad, granizos, tormentas eléctricas, etc.), siendo que pueden representar una complicación. Sin embargo, en nuestra cirugía se eligió un día cálido, de poco viento y sin pronósticos climáticos desfavorables.

En tanto, durante la cirugía, muchas veces no se cuenta con equipos de monitoreo para los signos vitales (Frecuencia cardiaca, presión arterial, oximetría, frecuencia respiratoria, temperatura), por lo que sin importar que la cirugía sea corta y sencilla, siempre hay que prestarle especial atención al estado del paciente, así como también contar con medidas de rescate para sobrellevar cualquier inconveniente.

Actualmente en Uruguay solo se cuenta con cuatro blocks quirúrgicos, estos se ubican, tres de ellos en la capital del país y en las proximidades de esta, a su vez los traslados de los equinos son complejos, no solo por los riesgos que supone la movilización de un equino recientemente operado, sino también desde el punto de vista económico, ya que se asocian costos de flete y pensión del paciente.

Considerando lo mencionado anteriormente y sin desestimar que las cirugías siempre deben realizarse con todas las precauciones y cuidados adecuados, la posibilidad de llevar a cabo esta técnica a campo representa una enorme ventaja, ya que los costos asociados (flete y pensión) se ven muy disminuidos o desaparecen, así como también los riesgos del traslado, teniendo en cuenta que de otra manera estos animales no serían sometidos a la cirugía ya que los propietarios no podrían asumir los costos más elevados.

Con respecto a la técnica quirúrgica relatada en esta investigación, se destaca que se tuvo especial cuidado con las estructuras que dan soporte a la articulación como los ligamentos colaterales, tejidos que la rodean, además de mantener el paquete vascular y nervioso intacto. Estas consideraciones se piensan que fueron clave para que el paciente tenga una muy buena evolución y recuperación post-quirúrgica. Esto va en línea con lo descrito por Adkins et al. (2001) donde afirman que un abordaje mínimamente invasivo tiende a producir menor ruptura de los tejidos cercanos a la articulación. Evidenciándose esto en una menor inflamación y menor inestabilidad que resulta menos doloroso para el paciente. Sin embargo, no se observaron grandes cambios radiológicos que indicaran una anquilosis inducida por la cirugía puesta a punto por lo que se podría pensar que no se fue lo suficientemente agresivo en el uso del taladro.

La yegua retorno a los 45 días a realizar un entrenamiento leve, y en 70 días entrenaba normalmente, por lo que el tiempo de recuperación fue de menor en comparación con otros estudios que realizaron la artrodesis de forma convencional. Adkins et al. (2001) obtuvieron un tiempo de recuperación promedio de 9 meses y medio en su estudio sobre 17 caballos. Por otro lado, Edwards (1982) con la misma técnica reporta que el tiempo medio de recuperación fue de 5 meses y medio siendo que el animal que se recuperó más rápido lo hizo en 3 meses y medio y el que más demoro le llevo 10 meses.

Cabe destacar que otro aspecto que puede colaborar a que el proceso de artrodesis se dé más rápido es la reintroducción del material óseo recuperado durante las perforaciones. Esto había sido descrito anteriormente por Dechant et al. (2003) que en solo 2 de los 54 animales operados en sus estudios se reintrodujo el material óseo recuperado. En el estudio realizado por Archer et al. (1988) donde se introdujo hueso esponjoso obtenido de la cadera, mediante implantes de acero con forma de cilindros rellenos del mismo en las articulaciones distales del tarso se observó que en de los cuatros caballos a los que se le realizo estaban recuperados a los 9 meses post cirugía. En nuestro estudio, no pudimos comprobar que la reintroducción de este material óseo acelerara la anquilosis.

Con respecto a la broca utilizada para la intervención, Dechant et al. (2003) reporta en sus estudios que no se encontraron diferencias en los resultados sobre el uso de diferentes medidas de diámetro de brocas entre 3,2 y 4,5 mm. En este caso la broca utilizada fue de 4,5 mm lo que aporoto un correcto raspaje de las superficies articulares de la articulación TMT y DIT. Esto da como conclusión que la variabilidad ha estado sujeta al tamaño de los pacientes y preferencias de los cirujanos actuantes.

Acerca de la terapia postoperatoria instaurada, en este caso proporciono una excelente recuperación evidenciándose solo un pequeño edema (grado 2) cinco días después del procedimiento. En la literatura se evidencia una tasa de éxito de este abordaje de un 80% aproximadamente, en un lapso de 6 a 12 meses (Sullins,

2014).

Creemos que, para poder evaluar mejor los resultados obtenidos en la radiografía, deberíamos de poder medir cambios sutiles de manera objetiva, por lo que sería de utilidad poder contar con software que midiera densidad ósea o con un equipo de resonancia magnética.

12. CONCLUSIONES

La cirugía de artrodesis quirúrgica mínimamente invasiva de las articulaciones ITD y TMT se pudo llevar a cabo sin grandes complicaciones en el post quirúrgico, resultando en un mínimo discomfort para el animal y rápida recuperación. A esto se le suma a la ventaja de costos de traslado y operativos con intervenciones realizadas en quirófano. Sin embargo, se debería sostener un diagnostico más certero y estudiar la posibilidad de generar más daño con el taladro en las articulaciones y también probar la técnica en casos de OA más avanzados para poder comprobar la anquilosis real de estas articulaciones. Aumentar el número de intervenciones de este tipo y contar con mediciones precisas de cambios radiológicos degenerativos permitirán validar la técnica en un futuro.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adármes, H., Croxatto, A., Galleguillos, M., & González, E. (2006). Contenido de glicosaminoglicanos, aldehídos y proteínas en el líquido sinovial de la articulación metacarpofalángica equina normal y alterada. *Archivos De Medicina Veterinaria*, 38, 47-52.
- Adkins, A., Yovich, J., & Steel, C. (2001) Surgical arthrodesis of distal tarsal joints in 17 horses clinically affected with osteoarthritis. *Australian Veterinary Journal*, 79, 26-9.
- Agudelo, F. (2018). Trabajo de grado modalidad práctica empresarial "un reporte de caso de tenosinovitis de la vaina tarsal en un equino" (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Medicina Veterinaria Corporación Universitaria Lasallista, Caldas
- Archer, R., Schneider, R., Lindsay, W., & Wilson, J. (1988). Arthrodesis of the equine distal tarsal joints by perforated stainless steel cylinders. *Equine Veterinary Journal*, 20, 125-130.
- Audisio, S., Merlassino, J., Ocampo, L., Torres, P., Vaquero, P., & Verna, E. (2013). *Biomecánica de la locomoción del caballo*. Santa Rosa: Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de la Pampa.
- Barrachina, L. (2017). *Medicina regenerativa aplicada al tratamiento de patologías articulares equinas: capacidad inmunomoduladora in vitro e in vivo de las células madre mesenquimales de médula ósea (BM-MSCs) en un modelo de artritis inducida* (Tesis Doctoral). Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.
- Baxter, G. (2004). Review of methods to manage horses with advanced distal tarsal osteoarthritis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 224(6), 817-821.
- Baxter, G., Dechant, J., & Southwood, L. (2003). Diagnosis of distal tarsal osteoarthritis in horses. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian-North American*, 25(2), 138-147.
- Baxter, G., Southwood, L., & Dechant, J.E. (2003). Treatment of horses with distal tarsal osteoarthritis. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 25, 148-156.
- Baxter, G., & Stashak, T. (2014). *Adams y Stashak: claudicación en el caballo* (6ª ed., pp. 600-639). Buenos Aires: Inter-Médica.
- Budras, K., Sack, W., Rock, S., Horowitz, A., & Berg, R. (2012). *Anatomy of the Horse* (6ª ed.). London: Schluetersche.

- Byam-Cook, K., & Singer, E. (2009). Is there a relationship between clinical presentation, diagnostic and radiographic findings and outcome in horses with osteoarthritis of the small tarsal joints? *Equine Veterinary Journal*, 41(Suppl. 35), 118-123.
- Carmona, J., & Murillo, C. (2007). Fisiopatología y tratamiento convencional de la osteoartrosis en el caballo. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 1(1), 60-73. Recuperado de <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/vetzoot>
- Caron, J. (2011). Arthritis: Osteoarthritis. En *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse* (2^a ed., pp. 572-590). St Louis: Saunders Elsevier.
- Caston, S., McClure, S., Beug, J., Kersh, K., Reinertson, E., & Wang, C. (2013). Retrospective evaluation of facilitated pastern ankylosis using intra articular ethanol injections: 34 cases (2006–2012). *Equine Veterinary Journal*, 45, 442-447.
- Dabareiner, R., Carter, G., & Dyson, S. (2003). The tarsus. En M.W. Ross, y S. Dyson (Eds.), *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse* (pp. 440-449). St Louis: Saunders.
- Dechant, J., Baxter, G., Southwood, L., Crawford, W., Jackman, B., Stashak, T., & Hendrickson, D.A. (2003). Use of a three-drill-tract technique for arthrodesis of the distal tarsal joints in horses with distal tarsal osteoarthritis: 54 cases (1990-1999). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223,1800-1805.
- Delgado, A., García, D., García, J., & Vázquez, G. (2010). *Anatomofisiología de las articulaciones. Traumatismos articulares. Complicaciones de los traumatismos. Rigideces, anquilosis*. Recuperado de http://www.drgarciagerman.com/arch/publicaciones/publicacion_24.pdf
- Eastman, T. G., Bohanon, T. C., Beeman, G. M., & Swanson, T. D. (1997). Owner survey on cunean tenectomy as a treatment for bone spavin in performance horses. *Proceedings American Association of Equine Practitioners*, 43, 121-122.
- Edwards, G. S. (1982). Surgical arthrodesis for the treatment of bone spavin in 20 horses. *Equine Veterinary Journal*, 14(2), 117-121. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1982.tb02362.x>
- Fernandes, J. C., Martel-Pelletier, J., & Pelletier, J. P. (2002). The role of cytokines in osteoarthritis pathophysiology. *Biorheology*, 39(1-2), 237-246.
- Ferrari, A., Mayid, S., Pérez, F., López, D., & Recuero, M. (2012). *Caracterización y potencialidades del sector ecuestre en Uruguay*. Recuperado de <https://docplayer.es/11022234-Characterizacion-y-potencialidades-del-sector-ec>

uestre-en-uruguay-1.html.

- Fierro, C.G. (1997). *Manual de bloqueo perineural e intrasínovial para el diagnóstico de las claudicaciones en el equino* (Tesis de Grado). Universidad de Guadalajara, México.
- Frandsen, R. D., Wilke, W. L., & Fails, A. D. (2003). *Anatomy and physiology of farm animals* (6^a ed.). Philadelphia: Lippincott Williams y Wilkins.
- Gallio, M., Azevedo, M. D. S., Brass, K. E., Corte, F. D. D. L., & Lopes, L. F. D. (2014). Prevalência de alterações ósseas no tarso de potros Crioulos de até vinte e seis meses de idade. *Ciência Rural*, 44, 1442-1447.
- Garcia, J.A. (2016). *Rehabilitación deportiva del atleta equino (-fisiokinesioterapia en equinos-)*. Recuperado de <https://silo.tips/download/rehabilitacion-deportiva-del-atleta-equino-fisiokinesioterapia-en-equinos-autor#modals>
- García, G. C., & Cuervo, M. M. (2016). Técnicas avanzadas de diagnóstico por imagen en clínica equina. *Extremadura PRE: la revista de la Asociación Extremeña de Criadores de Caballos de Pura Raza Española*, (23), 51-57.
- Garriga, X. (2014). Definición, etiopatogenia, clasificación y formas de presentación. *Atención Primaria*, 46, 3-10. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/s0212-6567\(14\)70037-x](https://doi.org/10.1016/s0212-6567(14)70037-x)
- Gough, M. R., Munroe, G. A., & Mayhew, I. G. (2010). Diffusion of mepivacaine between adjacent synovial structures in the horse. Part 2: tarsus and stifle. *Equine Veterinary Journal*, 34(1), 85-90.
- Gough, M., & Munroe, G. (1998). Decision making in the diagnosis and management of bone spavin in horses. *In Practice*, 20(5), 252-259. <https://doi.org/10.1136/inpract.20.5.252>
- Gutierrez-Nibeyro, S.D. (2015). *Current treatment options for refractory osteoarthritis of low motion joints in horses*. Recuperado de <https://vetmed.illinois.edu/wp-content/uploads/2015/08/14.-Current-Treatment-Options-for-Refractory-Osteoarthritis-of-Low-Motion-Joints.pdf>
- Hashimoto, S., Creighton-Achermann, L., Takahashi, K., Amiel, D., Coutts, R. D., & Lotz, M. (2002). Development and regulation of osteophyte formation during experimental osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 10(3), 180-187.
- Hayami, T., Pickarski, M., Wesolowski, G. A., McLane, J., Bone, A., Destefano, J., & Duong, L. T. (2004). The role of subchondral bone remodeling in osteoarthritis: reduction of cartilage degeneration and prevention of osteophyte formation by alendronate in the rat anterior cruciate ligament transection model. *Arthritis & Rheumatism*, 50(4), 1193-1206.

- Jara, E., & Correa, F. (2016). Osteoartrosis en equinos: descripción, diagnóstico y alternativas terapéuticas. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 4(3), 16-39.
- Kainer, R. A., & Fails, A. D. (2014). Anatomía funcional del aparato musculoesquelético del equino. En G. M. Baxter, *Adams and Stashak's claudicación en el caballo* (pp. 40-50). Buenos Aires: Inter-Médica.
- Kawcak, C. E., McIlwraith, C. W., Norrدين, R. W., Park, R. D., & James, S. P. (2001). The role of subchondral bone in joint disease: a review. *Equine Veterinary Journal*, 33(2), 120-126.
- Kidd, J. A., Fuller, C., & Barr, A. R. S. (2001). Osteoarthritis in the horse. *Equine Veterinary Education*, 13(3), 160-168.
- Konig, H.E., & Liebich, H.G. (2011). *Anatomia dos Animais Domésticos: texto e atlas colorido* (4ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Konig, H.E., & Liebich, H.G. (2021). *Anatomia dos Animais Domésticos: texto e atlas colorido* (6ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Kraus, V. B., Blanco, F. J., Englund, M., Karsdal, M. A., & Lohmander, L. S. (2015). Call for standardized definitions of osteoarthritis and risk stratification for clinical trials and clinical use. *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(8), 1233-1241.
- Ley, C. J. (2014). *Imaging of early distal tarsal osteoarthritis in icelandic horses* (Tesis de doctorado). Swedish University of Agricultural Sciences, Estocolmo.
- Li, G., Yin, J., Gao, J., Cheng, T. S., Pavlos, N. J., Zhang, C., & Zheng, M. H. (2013). Subchondral bone in osteoarthritis: insight into risk factors and microstructural changes. *Arthritis Research & Therapy*, 15, 1-12.
- Llanio Navarro, R., & Perdomo Gonzáles, G. (2003). Examen de tejido celular subcutáneo. En *Propedéutica Clínica y Semiología Médica* (Vol. 1, pp. 377-386) La Habana: Ecimed.
- Llorca, M. C., Blas Giral, I. D., & Vázquez Bringas, F. J. (2016). *Influencia del ángulo tarsal en el esparaván del caballo pre de tres años* (Tesis doctoral). Universidad de Zaragoza.
- Luna, S. (1998). Anestésias perineurais e regionais em equinos. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia Do CRMV-SP*, 1(1), 24-30. Recuperado de <https://doi.org/10.36440/recmvz.v1i1.3392>
- Malone, E. (2002). Managing chronic arthritis. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 18(3), 411-437.
- Ma, T. W., Li, Y., Wang, G. Y., Li, X. R., Jiang, R. L., Song, X. P., & Gao, L. (2017).

- Changes in synovial fluid biomarkers after experimental equine osteoarthritis. *Journal of Veterinary Research (Poland)*, 61(4), 503–508. <https://doi.org/10.1515/jvetres-2017-0056>
- Mc Donald, L. (2010). Osteoartrosis. En B. Smith (Ed.), *Medicina interna de grandes animales* (4ª ed., pp. 1207-1210). Barcelona: Elsevier.
- McIlwraith, C. W., Frisbie, D. D., & Kawcak, C. E. (2012). The horse as a model of naturally occurring osteoarthritis. *Bone and Joint Research*, 1(11), 297-309.
- McIlwraith, C. W. Frisbie, D., Kawcak, C., & van Weeren, R. (2015). *Joint Disease in the Horse*. Amsterdam: Elsevier.
- McIlwraith, C.W., & Trotter, G.W. (Eds.). (1996). *Joint disease in the horse*. Philadelphia: WB Saunders.
- Moller, R. , Graglia, F., & Pizzigatti, D. Artrodese tarsica bilateral em equinos com uso de técnica minimamente invasiva. En: Anais do XXI Conferencia Anual ABRAVEQ, 2021. (Vol. 19. p. 127).
- Morgan, J. P. (1972). *Radiology in veterinary orthopedics*. Philadelphia: Lea y Febiger.
- Murray, R. C., Branch, M. V., Dyson, S. J., Parkin, T. D., & Goodship, A. E. (2007). How does exercise intensity and type affect equine distal tarsal subchondral bone thickness? *Journal of Applied Physiology*, 102(6), 2194-2200.
- Oliveira, A. (2019). *Tenotomía do cuneano em equino* (Graduação em Medicina Veterinária). Universidade Federal de Uberlândia.
- Pabón, G. C. (2016). *Resolución de osteoartrosis degenerativa de la articulación tarsometatarsiana e intertarsiana distal en yegua de Polo Argentino* (Trabajo de Grado). Universidad de Pamplona.
- Peña, F. J. (2011). *Alteraciones morfológicas de las extremidades de los equinos; diagnóstico, incidencia y estudio de las correlaciones entre éstas y las enfermedades del aparato locomotor* (Tesis de Grado). Facultad de Veterinaria, Universidad de León.
- Platt, D. (1996). Articular cartilage homeostasis and the role of growth factors and cytokines in regulating matrix composition. En C.W. McIlwraith, y G.W. Trotter, *Joint disease in the horse* (pp. 29-40). Philadelphia: WB Saunders.
- Pool, R. (1996). Pathologic manifestations of joint disease in the athletic horse. En C.W. Mcilwraith y G.W. Trotter (Eds.), *Joint Disease in the Horse* (pp. 98-99). Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Porcar, L. (2017). *Medicina regenerativa aplicada al tratamiento de patologías*

articulares equinas: capacidad inmuno-moduladora in vitro e in vivo de las células madre mesenquimales de médula ósea (bm-mscs) en un modelo de artritis inducida (Doctoral dissertation). Universidad de Zaragoza.

Riggs, C. (2006). Osteochondral injury and joint disease in the athletic horse. *Equine Veterinary Education*, 18(2), 100-112.

Rose, R., & Hodgson, D. (Eds) (1993). Bone spavin. En *Manual of equine practice* (pp. 113-114). Philadelphia: W.B. Saunders.

Ross, M. (2003a). Manipulation. En M.W. Ross, y S. Dyson, *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse* (pp. 74-81). St Louis: Saunders.

Ross, M. (2003b). Movement. En M.W. Ross, y S. Dyson, *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse* (pp. 59-73). St Louis: Saunders.

Sánchez, J. C. (2008). Fisiología del condrocito articular. *Revista Colombiana de Reumatología*, 15(1), 21-33.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-81232008000100003&lng=en&tlng=es

Schamhardt, H. C., Hartman, W., & Lammertink, J. L. (1989). Forces loading the tarsal joint in the hind limb of the horse, determined from in vivo strain measurements of the third metatarsal bone. *American Journal of Veterinary Research*, 50(5), 728-733.

Sneider, R., Leysner, J., Lujan-Giraldo, J.D., & Hernández-González, S. (2019). Osteoartrosis en equinos: Una revisión bibliográfica. *Revista Sinergia*, (6), 125-142.

Staffieri, F., & Driessen, B. (2007). Field anesthesia in the equine. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 6(2), 111-119.

Sullins, K.E. (2014). The tarsus and tibia. En *Adams and Stashak's, Lameness in Horses* (6ª ed., pp. 725-782). Ames: Wiley-Blackwell.

Van Der Kraan, P. M., & Van Den Berg, W. B. (2007). Osteophytes: relevance and biology. *Osteoarthritis and Cartilage*, 15(3), 237-244.

Varaschin, M. (2015). *Estudio astrográfico sobre comunicación entre articulaciones tarsianas en caballos de la raza criolla* (Programa de posgrado). Universidad Federal do Pampa, Rio Grande Do Sul.

Viu, J., y Prades, M. (s/f). *Anestésias perineurales en caballos*. Barcelona: Esteve. Recuperado de https://www.ecuphar.es/getfile.php?file=Ar_1_8_166_APR_1.pdf

Weeren, R. (2014). Joint physiology: responses to exercise and training. En K. W.

Hinchcliff, A.J. Kaneps, y R. J. Geor, *Equine Sports Medicine & Surgery* (2^a ed., pp. 213-222). Philadelphia: Saunders.

Zubrod, C. J., & Schneider, R. K. (2005). Arthrodesis techniques in horses. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 21(3), 691-711