



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA



Facultad de Veterinaria
Universidad de la República
Uruguay

**“ARTRODESIS QUÍMICA CON ALCOHOL 70° EN UNA ARTICULACIÓN
INTERFALANGIANA PROXIMAL DE UN POTRILLO PURASANGRE DE
CARRERA”**

“por”

DUBINI LEMES, Aldo

FAGÚNDEZ OLIVENCIA, Cristian

**TESIS DE GRADO presentada como
uno de los requisitos para obtener el
título de Doctor en Ciencias Veterinarias
Orientación: Medicina Veterinaria**

MODALIDAD: Estudio de Caso

MONTEVIDEO

URUGUAY

2020

T6
980

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:

Dra. Maria del Carmen Cuns

Segundo miembro (tutor):

Dr. Gonzalo Marichal Camejo

Tercer miembro:

Dr. Bruno Inocente Clain

Cuarto miembro (co-tutor):

Dr. José Koci Charbonnier

Fecha:

21 de diciembre de 2020

Autores:

Br. Aldo Dubini Lemes

Br. Cristian Fagúndez Olivencia

1

FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobado con 12 (Doce)

520864 Donatelli comitech 10/10/2020

AGRADECIMIENTOS

A nuestro maestro y tutor el Dr. Gonzalo Marichal, quien fue importante en nuestra carrera universitaria, en nuestra formación profesional, y en especial en este trabajo, impulsándonos cuando lo necesitamos.

A Dr. José Koci por brindarnos el caso, por su ayuda, sus aportes y compromiso.

Al personal de biblioteca por su disponibilidad y paciencia, durante el transcurso de nuestra carrera y en este trabajo, en especial a Alejandra.

A los docentes que pasaron por nuestras vidas y que han transmitido su conocimiento, entusiasmo y pasión por esta profesión.

A la cocina de equinos y al Guille.

Aldo:

A mi familia que nunca me dejaron bajar los brazos, a mi compañera Joa y a Fran por darme esperanza.

A todos los amigos que coseche en estos años.

En especial a los Pingos De Carrera que mantienen viva la ilusión.

Cristian:

A mi Ceci, sos el motivo por el que estoy acá. A mi hijo, mi luz y mi amigo Felipe.

A toda mi familia, en especial a mis hermanos, no elegiría otras personas para recorrer el mismo camino. A mis padres, y con eso digo todo, Laura y Sergio. A Mario y Graciela por estar siempre.

A mis amigos de siempre y a los que coseche en esta institución.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	1
AGRADECIMIENTOS	2
LISTA DE FIGURAS Y CUADROS.....	5
1. RESUMEN.....	7
2. SUMMARY	8
3. INTRODUCCIÓN	9
4. MARCO TEÓRICO	10
4.1 ARTROLOGÍA	10
4.1.1 Introducción	10
4.1.2 Articulación Sinovial.....	12
4.1.3 Membrana Sinovial	14
4.1.4 Líquido Sinovial	15
4.1.5 Cartílago Articular.....	16
4.1.6 Colágeno	17
4.1.7 Proteoglicanos	18
4.1.8 Glucoproteínas	18
4.1.9 Biomecánica	18
4.1.10 Lubricación	19
4.1.11 Volumen y presión intraarticular	20
4.1.12 Condrocitos.....	20
4.1.13 Recambio de la Matriz.....	20
4.1.14 Hueso Subcondral	21
4.1.15 Articulación Interfalangiana Proximal y/o de la Cuartilla.....	21
4.2 OSTEOARTRITIS.....	24
4.2.1 Etiopatogenia.....	24
4.2.2 Sintomatología	27
4.2.3 Diagnóstico.....	29
4.2.4 Tratamiento.....	34
4.2.5 Pronóstico.....	38
4.3 ANQUILOSIS.....	39
4.4 ARTRODESIS.....	39

4.4.1 Artrodesis Química	40
4.4.2 Artrodesis quirúrgica con placas y/o tornillos	42
4.4.3 Artrodesis por energía a láser	44
4.4.4 Artrodesis por fuente hidrotermal	46
5. OBJETIVOS	48
5.1 OBJETIVO GENERAL	48
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	48
6. DESCRIPCIÓN DEL CASO.....	49
6.1 Datos del Paciente.....	49
6.2 Anamnesis	49
6.3 Exámenes Paraclínicos	50
6.4 Diagnóstico	51
6.5.1 Tratamiento	51
6.5.2 Preparación y Anestesia.....	51
6.5.3 Procedimiento quirúrgico	52
6.5.4 Posoperatorio	54
6.6 Evolución	54
7. RESULTADOS	58
8. DISCUSIÓN DEL CASO	60
9. CONCLUSIONES	63
10.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

FIGURAS:

Figura 1: Ilustración de los modelos de articulación.....	11
Figura 2: Ilustración de los modelos de articulación.....	11
Figura 3: Esquema de una articulación sinovial.....	13
Figura 4: Ilustración de la propiedad mecánica articular llamada redundancia	14
Figura 5: Secreción de hialuronato de los sinoviocitos de tipo B y su estrecha asociación con la membrana sinovial... ..	15
Figura 6: Esquema de cartílago articular adulto que describe sus distintos niveles.....	16
Figura 7: Falanges normales proximales y mediales del equino.....	22
Figura 8: Bloqueo alto de los nervios digitales plantares en la base de los huesos sesamoideos.....	30
Figura 9: Vista plantar. Ubicación anatómica de los nervios digitales plantares y su acceso para el bloqueo con anestésico local	30
Figura 10: Vista lateral. Ubicación anatómica y sitio de inserción de la aguja para los nervios plantar lateral, metatarso dorsal lateral y metatarso plantar lateral.....	31
Figura 11. Aguja mostrando los planos de ingreso a la articulación interfalangiana proximal (AIP).....	31
Figura 12. Pieza anatómica perteneciente a un equino del siglo XI, encontrada en una excavación arqueológica en Island, Polonia.....	39
Figura 13. Apertura de la AIP para realizar la extracción del cartílago y dejar en contacto el hueso subcondral de las falanges.....	43
Figura 14: Ilustración de una artrodesis de la AIP, utilizando placa y tornillos.	44
Figura 15: Representación de la colocación de las agujas de ventilación y de la fibra láser... ..	45
Figura 16: Radiografía lateromedial (LM) del miembro posterior derecho (MPD) como método diagnóstico tomada el día 15/6/2017	50

Figura 17: Radiografía dorsolateral en 45º/plantaromedial oblicua (D45L/PIMO) del MPD como método diagnóstico tomada el día 15/6/2017.....	50
Figura 18: Radiografía dorsomedial en 45º/plantarolateral oblicua (D45M/PILO) del MPD como método diagnóstico tomada el día 15/6/2017.....	51
Figura 19: Preparación del campo quirúrgico.....	52
Figura 20: Radiografía contrastada LM en la que se aprecia como el medio de contraste da forma a la cavidad articular	53
Figura 21: Paciente con el vendaje luego del procedimiento	54
Figura 22: Radiografía posintervención dorsoplanar (DPI) del MPD, tomada el día 19/07/2017	55
Figura 23: Radiografía posintervención DPI del miembro posterior izquierdo (MPI) tomada el día 19/07/2017	55
Figura 24: Radiografía posintervención LM del MPD tomada el día 19/07/2017.....	55
Figura 25: Radiografía posintervención LM del MPI tomada el día 19/07/2017.....	55
Figura 26: Radiografía control DPI del MPD tomada 13 meses posintervención.....	56
Figura 27: Radiografía control LM del MPD tomada 13 meses posintervención.....	56
Figura 28: Volvo con su domador realizando actividades de doma.....	57
Figura 29: Volvo luego de su entrenamiento diario	57
Figura 30: Radiografía DPI del MPD posintervención 28/06/2018	58
Figura 31: Radiografía dorsolateral en 30º/plantaromedial oblicua	58
Figura 32: Radiografía LM del MPD posintervención 28/06/2018	59
Figura 33: Radiografía dorsolateral/plantaromedial oblicua (DL/PIMO del MPD) posintervención 28/06/2018.....	59

CUADROS:

Cuadro 1: Antiinflamatorios no esteroideos.....	35
Cuadro 2: Antiinflamatorios esteroideos.....	36

1. RESUMEN

Si bien por el momento se considera que la artrodesis quirúrgica es la mejor opción como tratamiento de la osteoartritis de la articulación interfalangiana proximal (AIP), este trabajo trata de describir el caso de un paciente, el cual fue sometido a la artrodesis química como una alternativa más económica. Por lo que, evaluamos el tratamiento realizado en un potrillo macho Purasangre de Carreras, con un futuro destinado a la vida deportiva en carreras de velocidad. Este potrillo presentaba una claudicación de apoyo debido a una osteoartritis como patología de base en la AIP de su MPD. El diagnóstico fue en base a sus signos clínicos y radiológicos. El tratamiento de elección realizado a los 11 meses de edad fue la artrodesis química con alcohol 70º por medio de la inyección del mismo dentro de la articulación. El procedimiento se realizó en decúbito lateral, bajo anestesia general intravenosa. En la post intervención se realizó tratamiento con antibiótico y antiinflamatorios no esteroideos (AINES).

La evolución fue favorable, no presentando claudicación a los 45 días de la intervención. Posteriormente se comenzó la doma a los 22 meses de edad, llegando a competir en carreras de alta exigencia con su debut oficial a la edad 39 meses en el Hipódromo Real de San Carlos, Colonia del Sacramento, Uruguay.

2. SUMMARY

Despite the fact that surgical arthrodesis is considered to be the best option for the treatment of osteoarthritis of the proximal interphalangeal joint (PIPJ or PIJ), the present thesis is the case description of a patient that was treated with chemical arthrodesis as a more economical alternative, in which we evaluate the treatment given to a racing thoroughbred racing colt, destined for speed racing. This particular horse presented support claudication due to osteoarthritis in the PIJ of its right rear limb as underlying pathology. The diagnosis was based on its clinical and radiological signs. The chosen treatment carried out at 11 months of age was chemical arthrodesis by injecting the joint with 70° alcohol. The procedure was performed in the lateral decubitus position, under general intravenous anesthesia. After the intervention the patient underwent a treatment with antibiotics and non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs). Progress was favorable, not presenting claudication 45 days after the procedure. Subsequently, breaking started at 22 months of age, which led to high performance competitions after its official debut at the age of 39 months in Real De San Carlos Racetrack, in Colonia del Sacramento, Uruguay.

3. INTRODUCCIÓN

La osteoartritis es una enfermedad que resulta de la interacción de varios procesos mecánicos y biológicos complejos y afecta de manera predominante a las articulaciones diartrodiales, donde el resultado final es el deterioro progresivo del cartílago articular. Por otro lado, se ha reconocido a la sinovitis como un posible factor primario de esta patología, así como también procesos metabólicos normales exagerados (McIlwraith, 2014).

Cuando hablamos de esta patología en la AIP sabemos que es una causa muy común de claudicación crónica y progresiva.

Las terapias para controlar la claudicación, como antiinflamatorios no esteroideos e inyección intraarticular de corticosteroides y / o hialuronano, con frecuencia se emplean en un intento de disminuir la claudicación y permitir que los caballos puedan volver a ejercer su función habitual. Sin embargo, incluso cuando son efectivos, estos tratamientos son paliativos y la claudicación con frecuencia progresa hasta el punto de que los tratamientos ya no son eficientes. Si la terapia no tiene éxito o si no son más eficaces, la artrodesis de la articulación es el tratamiento de elección en esta articulación de baja movilidad. El objetivo de la artrodesis es eliminar el movimiento en la articulación, así como el dolor asociado. La anquilosis natural es lenta e impredecible, y la articulación sigue siendo dolorosa durante este proceso (Caston, 2013).

Las técnicas de artrodesis quirúrgica son muy efectivas; sin embargo, ellas son invasivas y costosas y tienen el potencial de serios problemas y complicaciones. Las técnicas menos invasivas para facilitar la anquilosis incluyen la eliminación del cartílago con técnicas de perforación, láser o inyecciones de sustancias químicas.

En este trabajo describiremos detalladamente la técnica de artrodesis química con alcohol 70º en la AIP del MPD de un potrillo Purasangre de Carreras, el cual fue diagnosticado con osteoartritis, así como también su evolución en el tiempo, con la evidencia clínica y radiográfica. También se pudo hacer un seguimiento de su actividad deportiva posterior.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 ARTROLOGÍA

4.1.1 Introducción

Los huesos se relacionan o asocian entre sí en las uniones o articulaciones, algunas de las cuales están diseñadas para unir huesos firmemente y otras para permitir el movimiento libre.

Se pueden reconocer tres categorías principales basados en sus características histológicas: articulaciones **fibrosas** con carencia de espacio permanente, en estas los huesos están unidos por tejido conectivo denso; articulaciones **cartilaginosas**, en las cuales los huesos están unidos por cartílago; y articulaciones **sinoviales**, en las cuales existe una cavidad que contiene líquido entre los huesos. La mayoría de las articulaciones fibrosas y cartilaginosas son relativamente inmóviles o incluso rígidas. En contraposición, la mayoría de las articulaciones sinoviales son móviles (Dyce, 2007; Liebich y König, 2011)

A las uniones **conjuntivas** la subdividimos en: 1) Sindesmosis, como por ejemplo lo son la unión entre los huesos segundos y cuartos con los terceros metatarsianos/metacarpianos. 2) Suturas óseas, como por ejemplo lo son los huesos del cráneo. 3) Gonfosis, son las articulaciones dentoalveolares.

A las uniones **cartilaginosas** la dividimos en: 1) Uniones mediante cartílago hialino o sincondrosis, por ejemplo, la base del cráneo y el hueso hioides. 2) Uniones mediante cartílago fibroso o sínfisis, por ejemplo, en la unión entre los cuerpos vertebrales. 3) Uniones óseas o sinóstosis, como lo es la unión entre radio y cúbito en el equino.

Las articulaciones **sinoviales** o también llamadas “verdaderas” se las puede diferenciar entre sí, por la cantidad de huesos que las forman, por su posibilidad de movimiento o por la forma de sus superficies articulares. (Liebich y König, 2011)

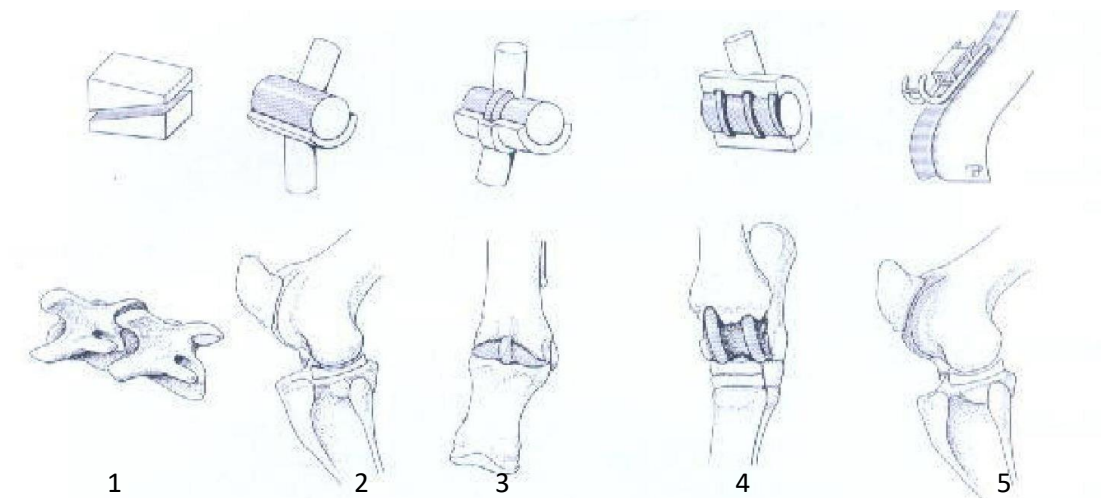


Figura 1. Ilustración de los modelos de articulación 1- Articulación plana. 2- Articulación condilar. 3- Articulación ginglymo. 4- Articulación coclear. 5- Articulación deslizante (Adaptado de Liebich y König, 2011).

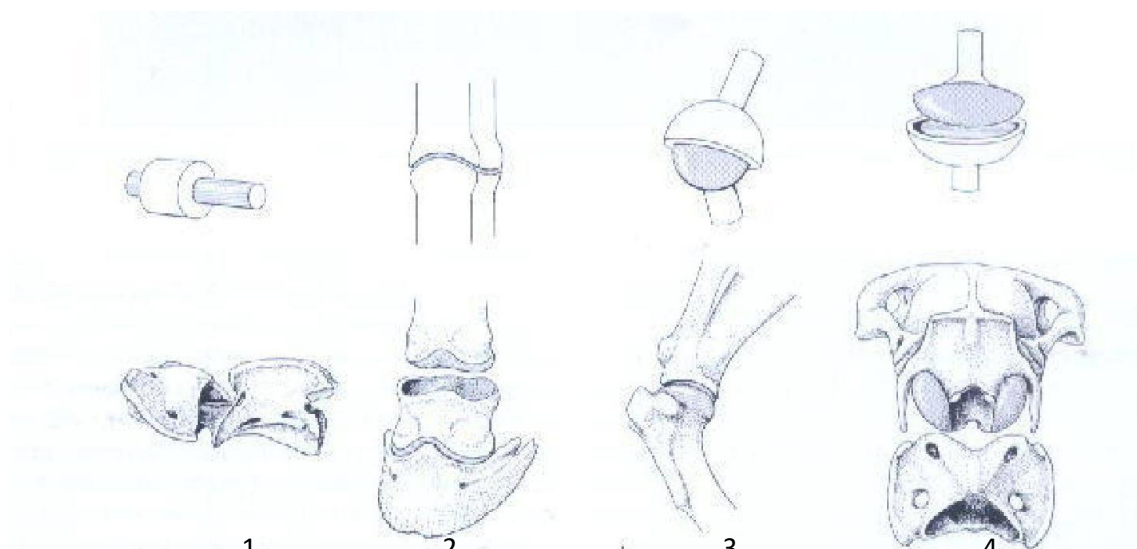


Figura 2. Ilustración de los modelos de articulación 1- Articulación trocoide. 2- Articulación en forma de silla de montar. 3- Articulación esférica. 4- Articulación elipsoidal (Adaptado de Liebich y König, 2011).

Algunos tipos de clasificación de las articulaciones sinoviales:

1) Por el número de huesos involucrados:

- Simple, en las que participan dos huesos (ej.: escapulo-humeral).
- Compuesta, participan más de dos huesos (ej.: carpo/tarso).

2) Por sus posibilidades de movimientos:

- Gínglimo, se asemeja a una bisagra (ej.: metacarpofalangiana).
- Trocoidea (ej.: atlantoaxial).

3) Articulación de dos ejes:

- En silla de montar (e.: interfalangiana proximal).
- Elipsoidea (ej.: atlantooccipital).

4) Articulaciones multiaxiales:

- Por ejemplo, la coxofemoral

5) Anfiartrosis:

- Por ejemplo, la sacroilíaca. (Liebich y König, 2011)

La mayoría de autores que son tomados como referencia para este trabajo simplifican la clasificación de las articulaciones según su rango de movimiento en tres grupos: **sinartosis** (articulaciones sin movimientos), **anfiartrosis** (articulaciones con leve movimiento) y **diartrosis** (articulaciones móviles). Tanto la anfiartrosis como la diartrosis tienen dos principales funciones: 1) permitir movimiento, y 2) transferir carga.

4.1.2 Articulación sinovial

La articulación sinovial es una estructura compleja, a veces llamada por algunos autores (David D. Frisbie) como un “órgano”, debido a que depende de la integridad, la anatomía normal y la función de cada uno de sus componentes que trabajan en unísono. Sus tejidos tienen una composición especializada y una anatomía tridimensional que básicamente se relaciona con las funciones biomecánicas específicas (Hinchcliff, 2007).

Estructuralmente en las articulaciones sinoviales los huesos están separados por un espacio lleno de líquido, la llamada cavidad articular (Dyce, 2012).

El hueso subcondral está cubierto por cartílago articular que actúa como una suave superficie de contacto, deslizante, casi sin fricción para el movimiento articular. Alrededor de la articulación hay una membrana sinovial, que es responsable de sintetizar líquido sinovial, hialuronato y proteoglicano 4, que provee viscosidad y lubricación. La cápsula articular está conectada a la membrana sinovial y tiene una porción fibrosa compuesta de denso tejido

conectivo, el cual se continúa con el periostio de los huesos circundantes. La cápsula articular, ligamentos colaterales, unidades musculotendinosas adyacentes y ligamentos intraarticulares proveen estabilidad a la articulación (Robinson y Sprayberry, 2015).

La membrana sinovial y la cápsula de la articulación ligamentosa rodean el cartílago y se unen al hueso a ambos lados de la articulación, proporcionando dicha estabilidad y un depósito para el líquido sinovial. Estas estructuras son extra capsulares en la mayoría de los casos. (Frisbie, 2012).

A todo esto, se le suma una presión hidrostática negativa dentro de la cavidad sinovial, que se considera induce succión y produce un efecto también estabilizador (McIlwraith, 2014).

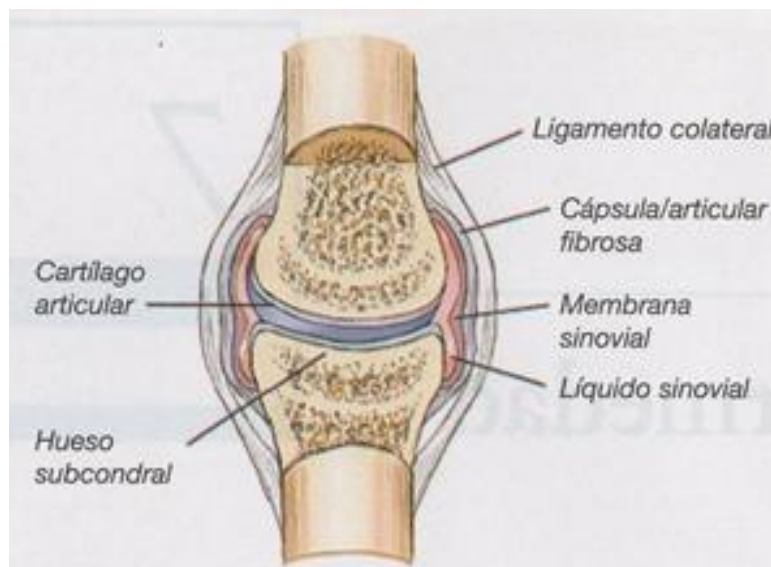


Figura 3. Esquema de una articulación sinovial (McIlwraith, 2014)

Mecánicamente, la cápsula articular tiene una propiedad llamada de “redundancia” que permite un rango de movimiento completo (Figura 4). La elasticidad es también importante por el papel en la absorción de las fuerzas de choque (McIlwraith, 2014).

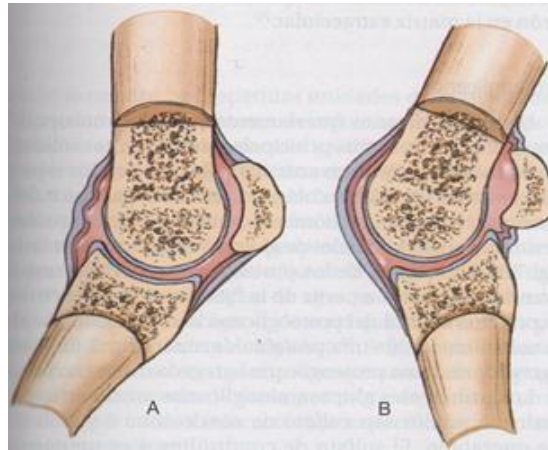


Figura 4. Ilustración de la propiedad mecánica llamada redundancia: A- la cara dorsal se pliega en extensión; B- la cara plantar en flexión. (Adaptado de McIlwraith, 2014).

4.1.3 Membrana sinovial

La membrana sinovial equina es de un aspecto liso y brillante en algunas regiones de la articulación y en otras zonas está formada por numerosas vellosidades. Estas vellosidades tienen localizaciones específicas y una morfología diversa, y aunque ya se presentan en la vida fetal y por ende en el nacimiento, la presencia de trauma puede determinar su proliferación.

Histológicamente es un tejido mesenquimático modificado con dos capas: la íntima, en gran parte responsable del contenido del líquido sinovial, que es un estrato cobertor celular incompleto que se encuentra próximo a la cavidad articular y se superpone a un estrato más profundo de tejido conectivo (fibroso, areolar o adiposo) denominado capa subsinovial o subíntima. El tejido de la subintima cuenta con un buen suministro de sangre y buena inervación. (Frisbie, 2012; McIlwraith, 2014).

Entre 1 y 4 células sinoviales, llamadas sinoviocitos forman el espesor de la íntima. Los sinoviocitos se diferencian meramente según su función y su estructura inmunohistoquímica en dos tipos celulares A y B, los de tipo A se parecen a macrófagos y están relacionados con la fagocitosis, mientras que los de tipo B se parecen a fibroblastos y están relacionados con la secreción de proteínas. También se han descrito otras células, llamadas sinoviocitos tipo C que sería la transición entre el sinoviocito A y B (Frisbie, 2012).

Esta membrana tiene tres principales funciones, las cuales son: la fagocitosis, la regulación del contenido de proteínas y ácido hialurónico en el líquido sinovial, y la regeneración (McIlwraith, 2014).

Otra de las funciones de esta membrana, es actuar como una barrera permeable, que, a su vez, controla la composición del líquido sinovial.

4.1.4 Líquido sinovial

El líquido sinovial es compuesto en la membrana sinovial, y esta composición es un proceso dinámico e interrelacionado con muchos factores, por ejemplo, tamaño de la molécula que deberá atravesar y su concentración, grado de inflamación si existiera y drenaje linfático. Los componentes del plasma, como la glucosa, el oxígeno, el dióxido de carbono y las proteínas, típicamente de menos de 10 kilodaltons de tamaño, se permiten el pasaje a través del endotelio de la subíntima y contribuyen a la composición del líquido sinovial, mientras que se excluyen las moléculas grandes. Las moléculas como el hialuronano y la lubricina son aportadas al líquido sinovial directamente por los sinoviocitos. (Frisbie, 2012)

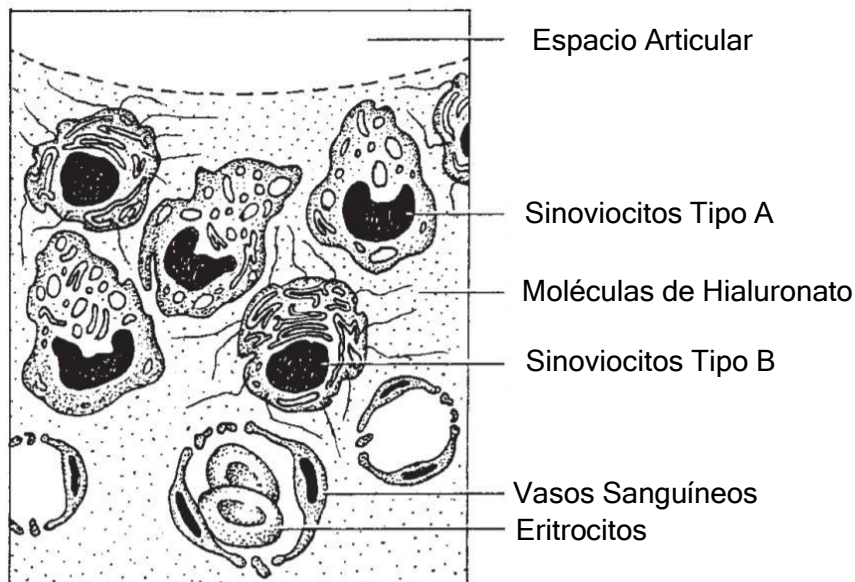


Figura 5. Secreción de hialuronato de los sinoviocitos de tipo B y su estrecha asociación con la membrana sinovial. (Adaptado de Frisbie, 2012).

4.1.5 Cartílago articular

La superficie articular está revestida de cartílago, que es generalmente hialino, aunque a veces éste es sustituido por fibrocartílago (Dyce, 2012). También se presenta fibrocartílago en la llamada zona de transición que se ubica en la unión del cartílago articular, la membrana sinovial y el periostio (McIlwraith, 2014).

La superficie de este cartílago no es lisa, presentando ondulaciones y depresiones irregulares, pero estas características son solo apreciables microscópicamente. Si se lo observa macroscópicamente el cartílago articular, se verá lechoso y opaco en las zonas más profundas, y translúcido con tinte azulado en zonas más delgadas.

McIlwraith (2014) hace una clasificación histológica del cartílago articular del adulto, comprendida por 4 capas:

1. Capa tangencial o superficial contiene condrocitos aplanados u ovoides y fibras de colágeno orientadas tangencialmente.
2. Capa intermedia contiene condrocitos más grandes que pueden estar solos o en pares y fibras de colágeno orientadas al azar.
3. Capa radiada o profunda contiene condrocitos orientados en columnas verticales, separados por fibras de colágeno que tienen un orden global radial.
4. Capa de cartílago calcificado y condrocitos en varios estadios de clasificación.

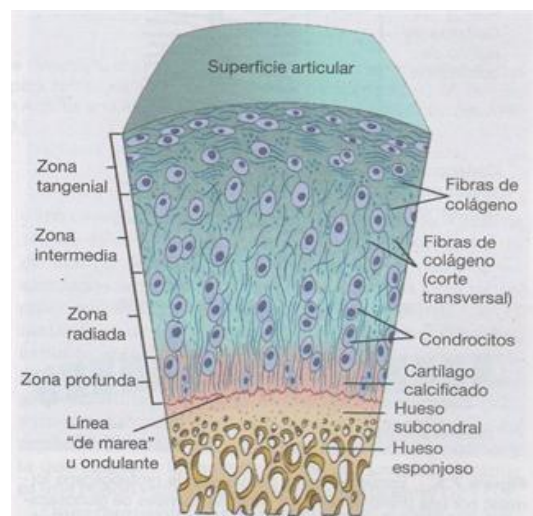


Figura 6 Esquema de cartílago articular adulto que describe sus distintos niveles. (McIlwraith, 2014)

El cartílago articular es insensible, no hay nervios que le lleguen a este, la apreciación del dolor y la propiocepción van a depender de la inervación presente en la cápsula articular, tendones, músculos y hueso subcondral. Por otra parte, también carece de vasos sanguíneos y linfáticos. Dichas características fisiológicas explican porque las lesiones articulares pueden progresar antes que el paciente se dé cuenta y manifieste signos de dolor. La oxigenación y la nutrición se llevan a cabo por difusión a través de la sinovia dentro de la cavidad articular, vasos sanguíneos de los tejidos pericartilaginosos 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 (Dyce, 2012).

La división entre la capa radiada y la capa de cartílago, está formada por láminas elásticas no mineralizadas de cartílago articular que tiene poca elasticidad. La matriz extracelular del cartílago articular es un complejo de fibrillas de colágeno, proteoglicanos, glucoproteínas y agua (McIlwraith, 2014).

4.1.6 Colágeno

El colágeno actúa como una red, proporcionando sostén y estabilidad a los componentes de la matriz. La presentación y orientación, es decir, la arquitectura del colágeno va a variar según la zona y la profundidad en la que se encuentre dentro del cartílago. Como mencionamos anteriormente el cartílago se divide en 4 capas o zonas. La zona superficial comprende un 10 a 20 % de superficie, es donde se encuentra mayor concentración de colágeno, con la particularidad de ser el de menor tamaño de fibra, con un diámetro de 31 nm, y la disposición es en forma paralela a la superficie articular. Este patrón hace que actúe como una barrera de protección para el pasaje de moléculas. En la zona intermedia, que ocupa entre 40 a 60 % de la superficie, las fibras presentan una orientación más aleatoria, con un diámetro de 40 a 100 nm. En la zona profunda están las fibras de mayor diámetro, con una orientación perpendicular a la superficie articular, llegando a unirse al hueso subcondral luego de cruzar la zona calcificada.

Existen varios tipos de colágeno, en el cartílago articular del equino, el principal, es el colágeno tipo II que da cuenta del 90-95% del total, formando fibras y fibrillas entrelazadas en la matriz. Luego hay pequeñas cantidades de colágeno tipo VI, IX, XI, XII y XIV que ayudan a formar y a dar estabilidad el colágeno tipo II (Frisbie, 2012; McIlwraith, 2014).

4.1.7 Proteoglicanos

Otro de los componentes importantes en la matriz extracelular del cartílago articular son los proteoglicanos, ellos ocupan el espacio entre las fibrillas de colágeno. La molécula básica es un monómero, y como su nombre lo indica está formado por una proteína central y glucosaminoglicanos. Aproximadamente el 85% de los proteoglicanos, o sea, la mayoría, forman los llamados agregados o agreganos a partir de la fijación no covalente de la proteína al hialuronano. Existen otros proteoglicanos que cumplen funciones metabólicas e interactúan con el colágeno, pero están menos estudiados. En el cartílago articular inmaduro el condroitin 4 es un constituyente importante, pero a medida que madura, el porcentaje baja. Los principales glucosaminoglicanos en el cartílago articular maduro son el sulfato de condroitina 6 y sulfato de queratano (Frisbie, 2012; McIlwraith, 2014).

4.1.8 Glucoproteínas

Las glucoproteínas no constituidas por colágeno ni proteoglicanos constituyen una pequeña porción del cartílago articular. (Todhunter, 1996).

4.1.9 Biomecánica

El cartílago articular es un tejido compuesto por agreganos que son rígidos a la compresión, colágeno que es rígido y fuerte a la tracción y líquido intersticial con cierto grado de libertad en su movimiento que acarrea iones móviles. Cuando el individuo es sano estos componentes interactúan para darle las siguientes características mecánicas y físicas: 1) una matriz permeable que es rígida a la

compresión; 2) una estructura fibrosa que es capaz de resistir un alto esfuerzo de tensión; 3) Líquido que fluye bajo carga o deformación y ayuda a disipar el elevado estrés en el tejido; y 4) una alta presión de deformación que produce tumefacción de la matriz con agua.

Existen dos grandes momentos en la superficie articular. En uno de ellos la articulación se encuentra sin carga y las superficies articulares no están en completa congruencia. El otro es cuando están bajo cargas fisiológicas, y ocurre que, debido a que el cartílago es blando, la deformación causa un aumento del área de contacto (esto reduce los niveles de estrés tisular) y la congruencia articular (esto provee estabilidad adicional).

Durante la compresión, la concentración de material orgánico y la densidad de carga aumentan, porque el líquido intersticial es forzado a fluir desde la matriz. Un nuevo equilibrio se alcanza cuando la densidad de carga, la tensión del colágeno y la carga aplicada están en equilibrio. La deformación del cartílago en asociación con la exudación del líquido se llama “arrastre” o “llanto”.

Al interaccionar de forma intermitente las dos superficies articulares opuestas se genera un bombeo de líquido a través del cartílago para la nutrición y la eliminación de los productos de desecho metabólicos. El líquido exprimido desde el cartílago se parece al líquido sinovial por su bajo contenido en proteínas y su viscosidad (McIlwraith, 2014)

4.1.10 Lubricación

Las formas de lubricación de las articulaciones sinoviales se las puede clasificar en lubricación por **llenado con líquido**, y **lubricación lindante**. El modo en que dichas formas actuarán va a depender de las propiedades físicas que involucren el movimiento, estas son, la fuerza, velocidad, y el tiempo.

La **lubricación lindante** es la que lubrica la membrana sinovial y es importante para reducir el deslizamiento y el desgaste inducido. El hialuronano es el principal componente para cumplir esta función, esta molécula se adhiere a la superficie de la membrana sinovial y permite que esta se deslice sobre la superficie opuesta.

La lubricación mediada por **líquido** es hidrostática. Cuando se realiza la carga, el líquido intersticial dentro del cartílago se exprime y sale a la superficie, ocurriendo el ya mencionado fenómeno de “arrastre” o “llanto”. Se cree que este mecanismo proporciona un entorno de baja fricción para el cartílago articular con cargas fisiológicas, lo que se logra creando una cuña de fluido entre las dos superficies de apoyo.

En el caso de la **lubricación lindante**, la carga es soportada por el contacto de superficie contra superficie y la fricción asociada es determinada por las moléculas lubricantes presentes en la superficie (Frisbie, 2012; McIlwraith, 2014).

4.1.11 Volumen y presión intraarticular

La capacidad de volumen de la cavidad articular, va a variar, por supuesto según la ubicación anatómica de cada articulación, pero también según la elasticidad y factores como nivel de ejercicio o patologías.

Se conoce muy poco sobre los mecanismos por los cuales el volumen y la presión son regulados, por lo que el grado de distensión y el volumen normal o anormal de la cápsula articular es algo subjetivo. Muchos caballos que se ejercitan a gran nivel, presentan distensión de las articulaciones sin que exista patología (Frisbie, 2012).

4.1.12 Condrocitos

Los condrocitos constituyen sólo una pequeña porción del cartílago articular, pero son los encargados de sintetizar, organizar y regular la composición del complejo pericelular, territorial e interterritorial de la matriz, su remodelación y equilibrio.

4.1.13 Recambio de la matriz

El tiempo de recambio del cartílago articular normal ha sido estimado en 120 años en perro y 350 años en humano adulto. Sin embargo, la degradación del

colágeno puede acelerar con procesos de osteoartritis. El tiempo de recambio global de proteoglicanos en el perro y conejo es aproximadamente de 300 días. No se sabe con precisión cómo los condrocitos o el recambio de la matriz es llevado a cabo, pero dos factores que se ha demostrado que aceleran el recambio son la carga dinámica y las citocinas, como las interleucinas y el factor de necrosis tumoral, que son producidos por las células del revestimiento sinovial (Todhunter, 1996).

4.1.14 Hueso subcondral

La placa de hueso subcondral y hueso epifisario subyacente forman una parte integral de la superficie articular, pues dan soporte estructural al cartílago articular que se encuentra sobre ellos. La placa subcondral está compuesta por hueso cortical, cuyo espesor varía dependiendo de la articulación. Con el ejercicio se produce la remodelación y la cantidad de hueso cortical denso puede aumentar. Se ha demostrado que ocurren micro daños, como microfractura y muerte de osteocitos en el hueso subcondral como sucesos tempranos en caballos que realizan ejercicio (Kawcak, 2000).

En el hueso existen factores de crecimiento similares a los presentes en el cartílago articular. Podríamos mencionar al factor de crecimiento insulinomimético de tipo 1, factor transformador de crecimiento alfa, factor de crecimiento derivado de plaquetas y factor de crecimiento de fibroblastos. También podemos encontrar a la interleucina-1 (IL-1) y el factor de necrosis tumoral alfa (FNT- alfa) (McIlwraith, 2014).

4.1.15 Articulación interfalangiana proximal o de la cuartilla

La AIP es de tipo diartrodial, este tipo de articulación es la que se encuentra en mayor número en el cuerpo. (Frisbie, 2012). Está formada por el encuentro de dos estructuras óseas, la falange proximal y la falange media (Figura 7), por supuesto, cubiertas por su cartílago articular. En ellos se forman dos áreas convexas en la extremidad distal de la falange proximal y dos áreas cóncavas en

el extremo proximal de la falange media, las que son poco profundas y se corresponden a las contrapuestas (Baxter y Stashak, 2014).

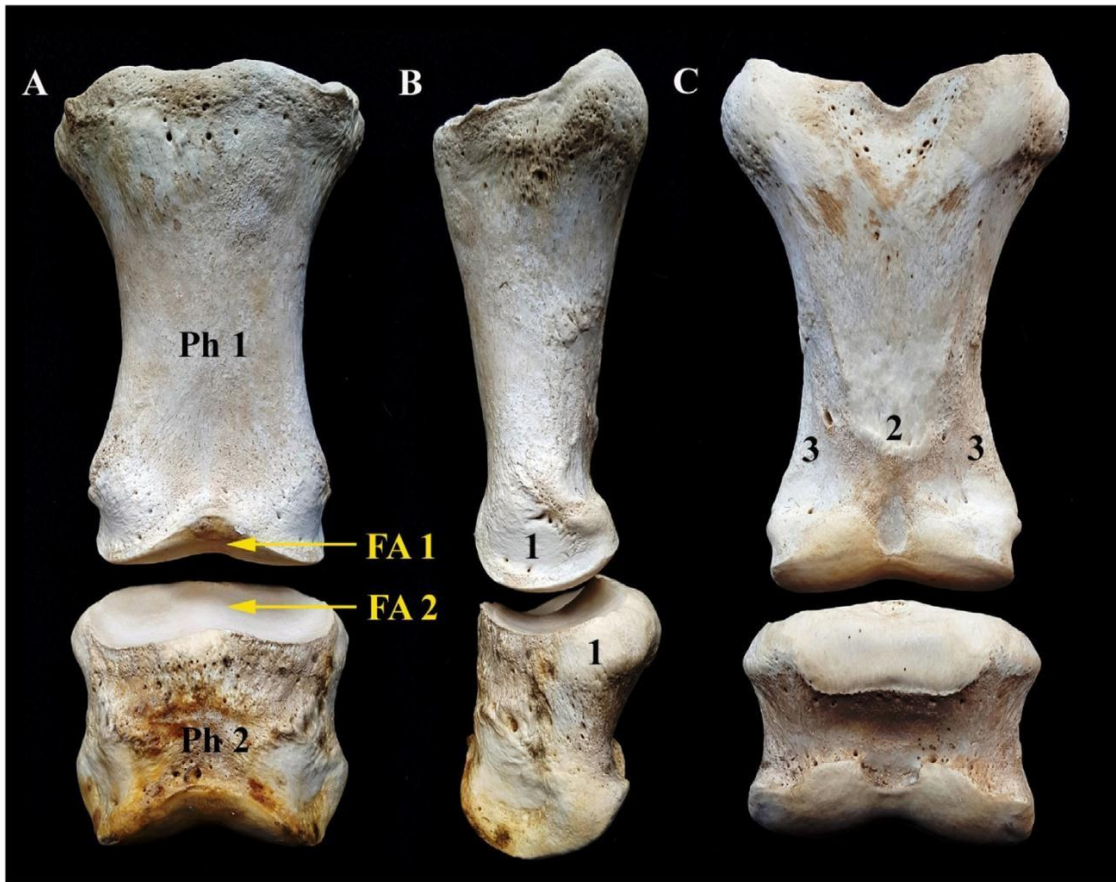


Figura 7. Falanges normales proximales (Ph 1) y mediales (Ph 2) del equino. (A) vista dorsal. (B) vista lateral. (C) vista palmar. FA1: superficie articular distal del hueso; FA2: superficie articular proximal del hueso. Ambas superficies crean la articulación interfalángica proximal. 1-áreas de unión de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica proximal; 2-triángulo de la falange proximal; 3-área de inserción de los ligamentos palmar abaxial y axial de la articulación interfalángica proximal, inserción distal del ligamento anular digital proximal, inserción proximal del ligamento anular digital distal y scutum medio. (Janeczek, 2017).

Los huesos se mantienen unidos gracias a dos ligamentos colaterales cortos y cuatro ligamentos plantares. Los ligamentos colaterales unen la porción distal de la falange proximal con la porción proximal de la falange media y están orientados en forma vertical, no respetando el eje del dedo. Un par de ligamentos plantares centrales se extienden desde la superficie rugosa triangular de la falange proximal hasta el borde plantar del extremo proximal de la falange media; Los ligamentos plantares medial y lateral pasan desde la falange proximal hasta

la superficie plantar del extremo proximal de la falange media. Los ligamentos centrales se unen en parte con las ramas del tendón flexor digital superficial y el ligamento sesamoideo recto, y puede ser difícil de separarlos como estructuras individuales.

En el miembro posterior la falange media es más estrecha y larga y la falange proximal es más corta en comparación con las del miembro anterior (Kainer y Dee Fails, 2014).

Dorsalmente la región de la cuartilla se limita por ramas dorsales del ligamento suspensor y por el tendón extensor digital largo que se inserta en las superficies dorsales de las falanges, proximal y media y en la apófisis extensora de la falange distal. Las estructuras de soporte plantar comprenden los ligamentos sesamoideos distales (recto, oblicuo, cruzado y corto), el tendón flexor digital superficial, el tendón flexor digital profundo y los ligamentos anulares proximal y distal dentro de la gran vaina sesamoidea (Baxter y Stashak, 2014).

Los movimientos son muy limitados, solo de flexión y extensión. El eje del movimiento pasa transversalmente a través del extremo distal de la falange proximal. En la posición estática, la articulación se encuentra extendida. Es posible una pequeña flexión plantar y en esta posición se puede producir, por manipulación, una ligera flexión lateral y medial de rotación. La flexión dorsal es limitada por ligamentos sesamoideos lateral, palmar y recto. En la superficie plantar, los ligamentos evitan la sobre extensión de la articulación (Sisson y Grossman, 2001)

La cápsula articular en cuestión se une con la superficie profunda del tendón del extensor digital largo dorsalmente, este punto es importante porque nos permite el acceso en una eventual artrocentesis. También se une con los ligamentos colaterales de la articulación. La cara plantar de la articulación se extiende hacia proximal, quedando comprimida entre la falange proximal y las ramas terminales del tendón flexor digital superficial y el ligamento sesamoideo recto. Este tendón y ligamento, subdividen la cápsula en los sacos medial y lateral, también accesibles para artrocentesis (Kainer y Dee Fails, 2014).

En cuanto al desarrollo óseo, se sabe que el cierre radiográfico de la fisis proximal de las falanges proximales y medias ocurre entre los 6 y los 9 meses

de edad, pero el cierre funcional es antes, generalmente a las 8 semanas de edad. El cierre radiográfico de la fisis distal de la falange proximal ocurre al mes de edad. El cierre radiográfico de la fisis distal de la falange media ocurre en el momento del nacimiento. (Ruggles, 2002)

4.2 OSTEOARTRITIS

4.2.1 Etiopatogenia

La osteoartritis o enfermedad degenerativa o artrosis de la AIP es una causa importante, común y de gran impacto en el rendimiento atlético del equino. Es causa de distintos grados de claudicación en casi todas las razas y edades (Baxter y Stashak, 2014). Se caracteriza por el deterioro bioquímico del cartílago articular, acompañado de cambios en huesos y tejidos blandos de la articulación. Su diagnóstico suele basarse en signos clínicos y exámenes paraclínicos (Jouglin y col., 2000).

Según Bertone (2007), es una condición articular degenerativa crónica con un criterio distintivo de dolor articular, degeneración del cartílago articular, alteración del hueso subcondral, una producción de osteofitos y pérdida de movilidad de la estructura.

Los caballos más viejos parecen tener un mayor riesgo, y los miembros anteriores son afectados con mayor frecuencia que los posteriores. La osteoartritis secundaria a fracturas de segunda falange y la osteocondrosis son más comunes en los miembros posteriores (Baxter y Stashak, 2014).

El reconocimiento y el tratamiento temprano dan lugar al resultado más satisfactorio, pero la identificación a tiempo de los signos clínicos iniciales puede ser difícil (Robinson y Sprayberry, 2012).

En la osteoartritis el balance anabólico y catabólico del cartílago articular se encuentra comprometido y la degradación predomina por sobre la capacidad de reparación (McIlwraith, 2015).

El cartílago hialino de las superficies articulares es avascular y no cicatriza ni se regenera de manera espontánea. Una vez presentes, los defectos cartilaginosos

permanecen y aquellos de espesor completo solo se llenan en forma parcial con fibrocartílago, un reemplazo menos que deseable para las articulaciones de alta demanda y elevada carga de fuerzas (Robinson y Sprayberry, 2012).

Debido a que la AIP es considerada una articulación de bajo movimiento / alta carga, el cartílago articular y el hueso subcondral están bajo una gran carga de trabajo, haciendo que estas estructuras sean más susceptibles a las lesiones de carga no fisiológicas. El término “exostosis altas” suele ser utilizado como sinónimo de osteoartritis de esta articulación. (Baxter y Stashak, 2014).

Aunque la osteoartritis de la cuartilla puede ser más atípica que la osteoartritis del menudillo, esta es progresiva y produce un mayor grado de claudicación en casi el 100% de los caballos afectados. Una osteopenia grave de la extremidad afectada y una laminitis del miembro contralateral son complicaciones de un “sobrepíe” crónico (Bertone, 2007).

Hay numerosos factores que pueden iniciar una osteoartritis y conducir a su progresión, por lo que la enfermedad se transforma en una compleja cascada de sucesos que conducen a un punto final común de degeneración o destrucción articular (Robinson y Sparayberry, 2012).

La membrana sinovial se considera en sí misma mecánicamente débil, pero se reconoce que las lesiones sinoviales pueden tener un papel importante en la fisiopatología articular. Algunas lesiones pueden afectar la permeabilidad de la membrana, y otras afectar directamente a los condrocitos. Los sinoviocitos ante el daño mecánico pueden liberar enzimas y citoquinas, las cuales alteran el ambiente intraarticular. La sinovitis y la capsulitis son importantes en el desarrollo de la patología articular, ya que auspician varios factores dañinos, como promover la microinestabilidad, a través de la eliminación de la presión negativa causada por la efusión sinovial, producir dolor, y producir sustancias que dañan la salud articular. Los mediadores considerados importantes para la enfermedad articular son las metaloproteinasas y agreganasas, las prostaglandinas, los radicales libres, las citoquinas, la IL-1 y el FNT-alfa.

Las metaloproteinasas de la matriz (MPM) son subdivididas en colagenasa, gelatinasa y estromelisina y tienen un papel importante en la degradación del cartílago articular.

Las prostaglandinas son producidas en las articulaciones inflamadas y pueden ser responsables por una disminución del contenido de proteoglicanos en la matriz del cartílago. Las acciones de esta en las articulaciones incluyen vasodilatación, aumento de la percepción del dolor, desmineralización del hueso, estimulación de la secreción del activador de plasminogeno y disminución del contenido de proteoglicano.

A sido demostrado el aumento de radicales libres en el líquido sinovial de equinos con enfermedad articular. Estos incluyen los derivados del oxígeno, el superóxido, los de hidroxilo y peróxido de hidrogeno.

Las citoquinas son péptidos solubles producidos por una célula, que afecta la actividad de otros tipos de células. La IL-1 y el FNT-alfa son mediadores importantes en la enfermedad articular, debido a que modulan la síntesis de metaloproteasas por parte de los condrocitos y células sinoviales. El recambio normal de la matriz extracelular del cartílago articular es regulado por los condrocitos, bajo el control y los estímulos de las citoquinas, por lo que la exacerbación de los estímulos normales determina una degradación articular. Por otro lado, la IL-1, también puede actuar en la disminución del contenido de proteoglicano, por aumento de la degradación o disminución de la síntesis de este (McIlwraith, 2014).

La osteoartritis o enfermedad articular degenerativa de la AIP es una causa de significativa pérdida de capacidad de trabajo, particularmente en caballos de alto rendimiento (Walker, 2011). Esta condición es más frecuentemente diagnosticada en caballos utilizados para disciplinas que requieren de paradas y giros de alta energía (Rocconi y col., 2015). Caston, S.S. (2010) menciona que esto deriva en una cojera crónica y progresiva. Este carácter progresivo hace que el manejo médico a largo plazo a menudo no tenga éxito. La osteoartritis crónica de la AIP a menudo es debilitante y puede causar una reducción en la calidad de vida en casos avanzados (Rocconi y col., 2015).

En los caballos jóvenes la osteoartritis puede ser secundaria a osteocondrosis o cualquier trauma que desestabilice la articulación, como el daño de ligamentos colaterales. Con el tiempo los caballos pueden desarrollar osteoartritis a

consecuencia del “trauma por uso”. La mala conformación puede acelerar los cambios degenerativos (Redding, 2008).

El sobreuso crónico o el trauma repetido son las causas más comunes de osteoartritis de la AIP. La mala conformación puede predisponer a la tracción / desgarro o a la incongruencia en las superficies articulares.

La sobrecarga ejercida sobre la AIP puede causar daño directo del cartílago articular y / o una contusión del hueso subcondral, lo que puede contribuir al desarrollo de lesiones quísticas subcondrales. El trauma puede también causar tracciones, desgarros o distensiones de las inserciones periósticas de los tendones extensores, los ligamentos y la cápsula articular, y llevar al desarrollo de periostitis y proliferación de hueso.

Estas lesiones pueden generar inestabilidad o subluxación articular, que se traducen en daño cartilaginoso secundario y osteocondritis.

La osteoartritis de la AIP puede desarrollarse de manera secundaria a alteraciones intraarticulares como la osteocondrosis, fracturas de segunda falange, golpes o laceraciones, artritis séptica y apoyo selectivo en caballos jóvenes.

Según un informe, el excesivo apoyo sobre el miembro de soporte contralateral después de una claudicación grave del miembro posterior pudo ser la causa del desarrollo de osteoartritis en la AIP de 6 caballos (Baxter y Stashak, 2014).

4.2.2 Sintomatología

Los caballos habitualmente presentan una claudicación con una manifestación espontánea que a menudo infiere una etiología traumática (Bertone, 2007).

En la osteoartritis temprana puede haber una claudicación leve e intermitente, cuando la enfermedad está avanzada la claudicación puede ser grave. Mediante el examen clínico en esta articulación se ve fácilmente las alteraciones del contorno ya que tiene muy poca cobertura de tejidos blandos (Redding, 2008).

A la exploración física tiene una clásica apariencia externa de una articulación con agrandamiento y engrosamiento (Bertone, 2007).

La prueba de flexión del miembro distal suele ser positiva (Redding, 2008).

El calor y el dolor producidos por la presión digital firme pueden ser apreciados, dependiendo de la duración de la lesión. La región de la cuartilla puede percibirse más grande, en particular a nivel de la superficie dorsolateral y dorsomedial.

En la mayoría se evidencia dolor ante la prueba de flexión y rotación de la región de la cuartilla, a menos que la articulación haya sufrido anquilosis.

La claudicación es, a menudo, de grado variable y se correlaciona, en la mayoría de los casos, con la gravedad de la osteoartritis de la AIP.

La sinovitis/capsulitis es identificada con menos frecuencia en otras articulaciones del caballo. Los caballos con claudicación que es abolida con un bloqueo intraarticular de la AIP y no tienen anomalías radiográficas pueden padecer sinovitis/capsulitis de la AIP. Sin embargo, también pueden tener una contusión en el hueso subcondral u otro daño óseo no identificado, que solo podría ser reconocido con técnicas de imagen avanzadas, tales como tomografía computarizada o resonancia magnética (Baxter y Stashak, 2014).

La presencia de los signos clínicos de la osteoartritis y el deterioro del cartílago articular se pueden explicar, desde el punto de vista bioquímico, por la presencia exagerada de citoquinas catabólicas (especialmente interleucina-1), en el espacio articular que incita la producción secundaria de enzimas proteolíticas: metaloproteinasas de matriz, eicosanoides (prostaglandina E2 y leucotrieno E4) y radicales libres (óxido nítrico).

Produciendo un desequilibrio entre los péptidos que estimulan la producción y remodelación de los componentes de la matriz extracelular del cartílago articular (Platt, 1996).

Los daños al cartílago articular y el hueso subcondral causan un influjo de líquido hacia la luz articular, que provoca efusión clínicamente evidente. Aunque pueden estar presentes otros signos clásicos de inflamación, como calor, deformación, enrojecimiento de la piel y dolor, la efusión suele ser el signo más obvio.

En los estadios iniciales de esta efusión, la articulación puede estar caliente y algo dolorosa. Con el tiempo, y cuando pasa la respuesta innata a la lesión

incitante, la efusión puede permanecer, aunque la articulación se vuelve menos dolorosa y caliente, la gravedad de la claudicación también puede ser variable.

Las efusiones inflamatorias agudas pueden asociarse con un dolor bastante grave y producen una claudicación más evidente, grados 3 - 5/5 (clasificación según la American Association of Equine Practitioners (AAEP) del 0 a 5). A medida que la inflamación articular se vuelve crónica, la claudicación evidente asociada con la osteoartritis puede ser menos grave, 1-2/5 (clasificación de la AAEP), siendo una consecuencia de los cambios anatómicos en la capsula, el cartílago y el hueso subcondral, como una consecuencia de un ambiente intraarticular constantemente inflamado.

Los cambios subcondral y óseos periféricos, tales como lisis, producción y esclerosis, están asociados con osteoartritis avanzada (Robinson y Sprayberry, 2012).

4.2.3 Diagnóstico

El diagnóstico presuntivo de la osteoartritis de la AIP, a menudo, se basa en los hallazgos del examen físico combinados con la respuesta al anestésico local (Baxter y Stashak, 2014). En la mayoría de las ocasiones hay dolor a la flexión y la rotación de la región de la cuartilla, a menos que la articulación haya sufrido anquilosis (Stashak, 2004).

El bloqueo de los nervios digitales plantares frecuentemente alivia la claudicación asociada a la articulación de la cuartilla. Otra alternativa al método anterior es el bloqueo alto de los nervios plantares (Figura 8). Más a menudo se necesita el bloqueo del sesamoideo abaxial (plantar inferior) (Figura 9) o un regional 6 puntos bajos (Figura 10).

La anestesia intraarticular es más precisa y es el método que se debe utilizar para una mejor aproximación al diagnóstico (Figura 11) (Redding, 2008).

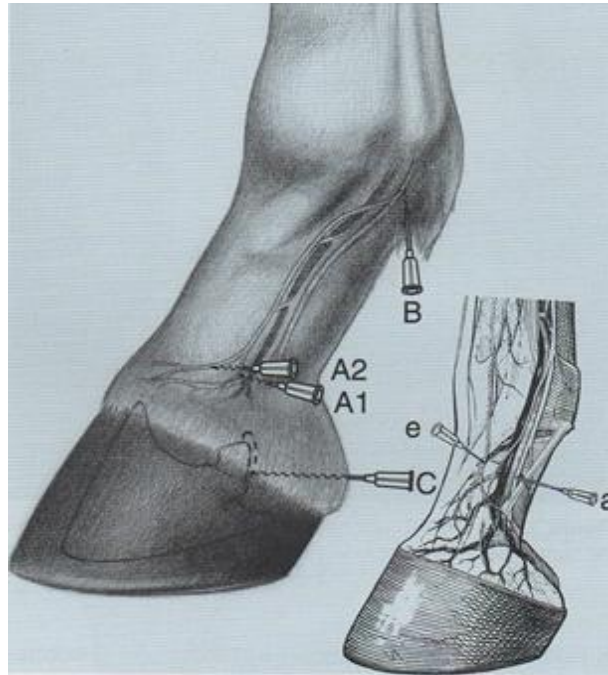


Figura 8. B- Bloqueo alto de los nervios digitales plantares en la base de los huesos sesamoideos (Baxter y Stashak, 2014).

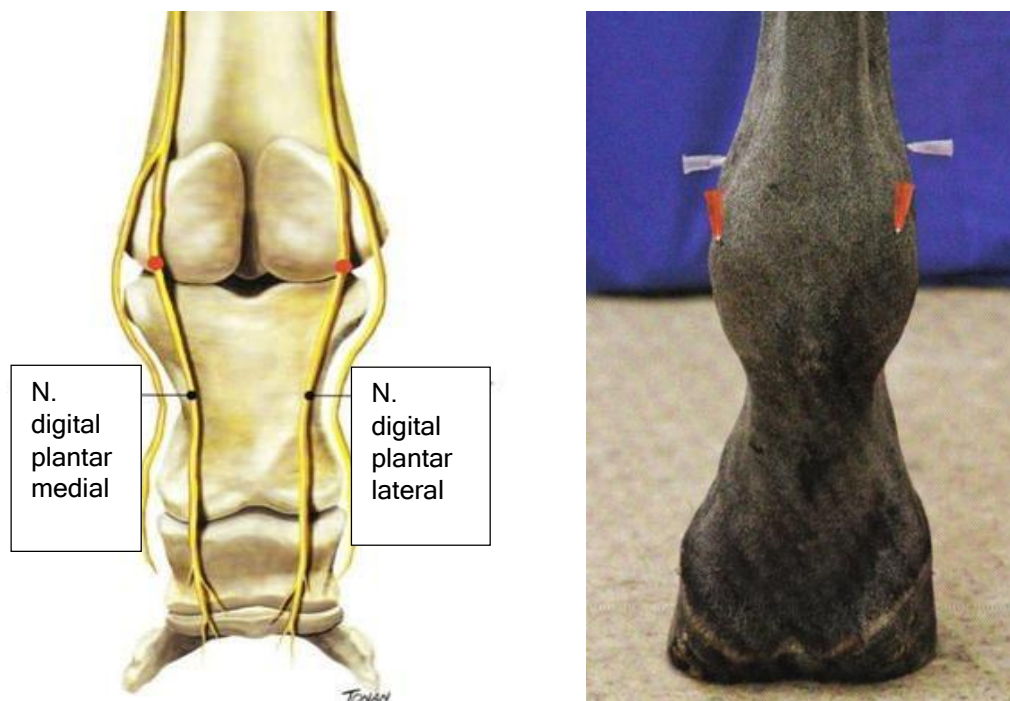


Figura 9. Ilustración y fotografía de la vista plantar, mostrando la ubicación anatómica de los nervios digitales plantares y su acceso para el bloqueo con anestésico local (agujas naranjas) (Arantes, RY y col., 2015).

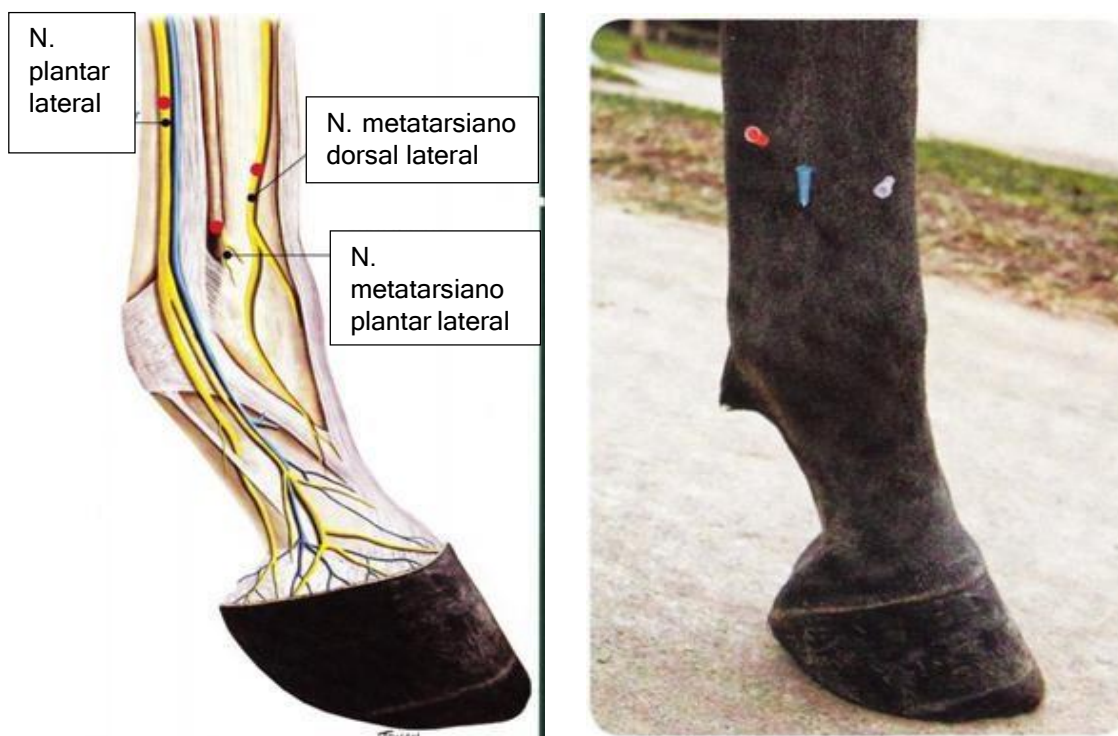


Figura 10. Vista lateral. a) Ubicación anatómica y sitio de inserción de la aguja de los nervios plantar lateral, metatarso dorsal lateral y metatarso plantar lateral (puntos rojos). b) Aguja roja n. plantar lateral, aguja azul n. metatarsiano plantar lateral, aguja violeta n. metatarsiano dorsal lateral (Arantes, RY y col., 2015)

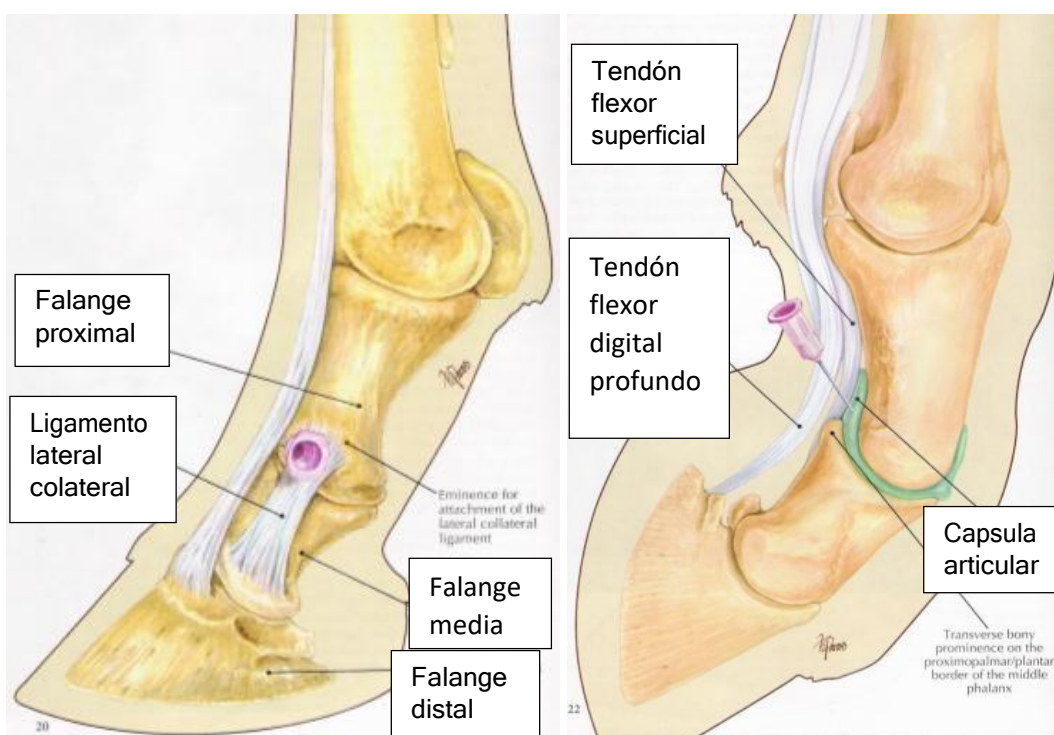


Figura 11. Aguja mostrando los planos de ingreso laterodorsal y plantar de la AIP. (Moyer, Shumacher y Shumacher, 2007)

La evaluación de líquido sinovial puede ser de utilidad para evidenciar un proceso inflamatorio. El líquido sinovial normal es claro con una coloración levemente amarilla, y viscoso. Los recuentos de células blancas en el fluido normal son típicamente menores a 500 leucocitos por microlitro, con más de 90% de células mononucleares y menos de 10% de neutrófilos. La concentración total de proteínas es menor a 2.5 gramos por decilitro. La osteoartritis causa recuentos medianamente elevados de leucocitos (<1000 por microlitro) y proteínas totales (<3.5 gramos por decilitro), pero las poblaciones de células no cambian, comparados con los cambios vistos en las artritis sépticas (Robinson y Sprayberry, 2015).

Un diagnóstico de enfermedad articular degenerativa de la AIP puede confirmarse, por lo general, con un examen radiográfico. Sin embargo, en la etapa inicial de los casos agudos solo puede estar presente la tumefacción de los tejidos blandos y la evaluación radiográfica puede ser normal. En estos casos, se recomienda la repetición del examen radiográfico de 3 a 4 semanas después (Trotter y col, 1982). Además, es importante evaluar la región de la cuartilla opuesta mediante radiografías para permitir su comparación (Stashak, 2004).

Los signos radiográficos de osteoartritis incluyen cambios tanto en los tejidos blandos como en los duros. La distensión articular por efusión e inflamación de la región articular (incluidas la membrana sinovial, la cápsula fibrosa y la región subcutánea) es compatible con osteoartritis (Robinson y Sprayberry, 2012).

La osteoartritis de la cuartilla se asocia generalmente con la neoformación ósea en la cara dorsomedial y dorsolateral de la articulación. Con el posicionamiento adecuado las radiografías pueden revelar fracturas en las tuberosidades palmares o plantares medial o proximal de la FM.

Las lesiones quísticas en los cóndilos medial o lateral son relevantes desde el punto de vista clínico, en especial si la cavidad de la formación se comunica con el espacio articular. Muchos de estos quistes no son diagnosticados hasta que hay osteoartritis avanzada. Algunos no se comunican con el espacio articular, pero aun así pueden causar claudicación (Redding, 2008).

Según Baxter y Stashak (2014), los hallazgos radiológicos más comunes en un estudio efectuado con 196 caballos con osteoartritis de la AIP fueron:

- 1- Estrechamiento o colapso del espacio articular.
- 2- Formación de osteofitos.
- 3- Esclerosis del hueso subcondral.
- 4- Proliferación ósea perióstica / periarticular.
- 5- Deformación / colapso del espacio articular.

La lisis del hueso subcondral asociada a trauma puede o no ser radiográficamente visible durante 3 a 4 meses después de la lesión. Como alternativa, se puede realizar una centellografía nuclear o una resonancia magnética.

La tomografía computarizada y la resonancia magnética pueden producir imágenes con mayor resolución del hueso y la interfase cartilaginosa, así como también de los tejidos blandos cartilaginosos y las estructuras de soporte articular, como la cápsula, la membrana sinovial y los ligamentos (Robinson y Sprayberry, 2012).

La termografía representa gráficamente la temperatura de la superficie de un objeto, es un método no invasivo que permite detectar inflamación superficial. Es una modalidad de imagen fisiológica, por lo que tiene una tasa de reproducibilidad menor que modalidades de reproducción anatómica como la radiografía y la ultrasonografía. Las articulaciones tienden a ser más frías en comparación con los tejidos adyacentes excepto donde hay vasos superficiales. La inflamación aguda puede ocasionalmente dar un incremento en el patrón térmico, pero patologías crónicas normalmente no son detectables (Ross y Dyson, 2011).

La ecografía puede también ser utilizada para evaluar la AIP y otros tejidos blandos de soporte localizados en la cuartilla. Este método puede revelar efusión sinovial, osteofitos periarticulares, sinovitis, capsulitis, daño a las estructuras de tejidos blandos de alrededor, y en algunas instancias, afinamiento de cartílago o defectos del hueso subcondral (Robinson y Sprayberry, 2015)

4.2.4 Tratamiento

Los mejores resultados en el tratamiento de la osteoartritis se obtienen cuando se diagnostica a tiempo la enfermedad (Robinson y Sprayberry, 2012).

La meta de la terapia consiste en reducir el dolor y la inflamación. Para lograr la recuperación atlética la articulación se debe fusionar (Bertone, 2007).

La decisión respecto al tratamiento de los caballos con osteoartritis de la AIP depende de la gravedad de la enfermedad, el grado de claudicación, la edad y el uso que se le da al animal, y las expectativas y limitaciones financieras del propietario.

La anquilosis natural de esta articulación puede ocurrir, pero a menudo es un proceso largo y doloroso con resultados variables.

El reposo prolongado durante 3 a 7 meses en los potrillos y animales en destete menores de 7 meses con signos tempranos de osteoartritis puede permitir que algunos caballos cicatricen por completo y cumplan con su actividad (Baxter y Stashak, 2014).

El principal factor de significancia en la cascada de inflamación en la osteoartritis equina es la interleuquina-1. Es fundamental en las terapias la inhibición de esta molécula (McIlwraith, 2013).

Antiinflamatorios

Los tratamientos antiinflamatorios a menudo son solo paliativos, pero pueden permitir la función continua durante algún tiempo (Ross y Dyson, 2011).

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, 1997).

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. 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).

Cuadro 1. Antiinflamatorios no esteroideos (Modificado de Ernst y Trumble, 2014).

AINE	Dosis	Vía	Frecuencia	Acción inhibitoria primaria
Fenilbutazona	2,2-4,4 mg/kg	Oral o intravenosa	SID o BID	COX1 y 2
Flunixin de Meglumina	1,1 mg/kg	Intravenosa	SID O BID	COX 1 y 2
Ácido Meclofenámico	2,2 mg/kg	Intravenosa	BID	COX 1 y 2
Naproxeno	10 mg/kg	Oral o intravenosa	SID o BID	COX 1 y 2
Carprofeno	0,7 mg/kg	Oral o intravenosa	BID	COX 2> COX 1
Meloxicam	0,6 mg/kg	Oral o inyectable	SID	COX 2> COX 1
Firocoxib	0,09- 0,1 mg/kg	Oral o inyectable	SID	COX 2

SID, 1 vez por día; BID, 2 veces por día; COX: enzima ciclooxigenasa.

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).

Según Restrepo y col, (2012) en relación al riesgo de desarrollar ulceración gastrointestinal se debería contemplar el tratamiento con antiinflamatorios no esteroideos con la administración concomitante de bloqueadores de la secreción gástrica.

La inyección intraarticular de corticosteroides o glicosaminoglicanos polisulfatados (GAGPS) o ambos pueden ayudar a corto plazo, pero aun así algunos progresan a osteoartritis grave. Los pacientes refractarios son candidatos a la artrodesis (Redding, 2008). El cuadro 2 describe los corticosteroides de uso más común.

Cuadro 2. Antiinflamatorios esteroideos:(Robinson y Sprayberry, 2012)

Corticosteroide	Dosis	Observaciones
Acetonida de triamcinolona	6 - 12 mg por espacio articular	No exceder la dosis total de 18 mg
Acetato de metilprednisolona	40- 100 mg por espacio articular	No exceder la dosis total de 200 mg
Betametasona	6-15 mg por espacio articular	No exceder la dosis total de 30 mg

Plasma rico en plaquetas (PRP)

El plasma rico en plaquetas (PRP) se obtiene de la separación selectiva de sangre entera anticoagulada por medio de centrifugación (McIlwraith, 2015). El producto final contiene células madres, mediadores anabólicos y otras proteínas mitogénicas que atraen otros componentes participantes en la reparación articular (Robinson y Sprayberry, 2012). Las plaquetas son una fuente de factores de crecimiento y otras proteínas que estimulan la reparación tisular, reducen la inflamación, inducen quimiotaxis en células mesenquimales, causan proliferación celular y diferenciación celular y favorecen la neo vascularización (Sandoval y col, 2013).

Células madre

Las células madre mesenquimales están presentes en el estroma de diferentes tejidos adultos y extraembrionarios, y participan en la regeneración celular y en la modulación de señales bioquímicas implicadas en la correcta reparación de los tejidos y órganos (Talavera y col., 2017). Además de ser capaces de dividirse y su progenie diferenciarse en uno de varios fenotipos mesenquimales como osteoblastos y condrocitos, estas células mesenquimales también secretan una variedad de citoquinas y factores de crecimiento que tienen actividades parácrinas y autócrinas (Caplan y Dennis, 2006). Estos factores bioactivos secretados, suprimen la respuesta local inmunes, inhiben la fibrosis (formación

de cicatriz) y apoptosis, promueven la angiogénesis, y estimulan la mitosis y diferenciación de células reparadoras intrínsecas al tejido (McIlwraith, 2014).

Suero autólogo

El suero autólogo condicionado (SAC), también conocido como IRAP por sus siglas en inglés (Interleukin-1 Receptor Antagonist Protein), inhibe la actividad de la interleucina 1, que ha sido demostrada como la principal citoquina inflamatoria en la osteoartritis en caballos. Para preparar el SAC, la muestra de sangre es colectada del caballo a ser tratado e incubada. En caballos tratados con SAC posteriormente a la inducción de osteoartritis, se vio una mejoría clínica significativa respecto a la claudicación, y también se observó disminución en el daño al cartílago y membrana sinovial. Aunque algunos caballos reciben SAC como tratamiento primario, debido al alto costo normalmente se reserva para tratamientos de caballos que no responden a corticosteroides. La recolección de sangre normalmente resulta en cinco jeringas de 4 ml c/u. La dosis es administrada una vez a la semana por tres o cuatro semanas, y cualquier jeringa no utilizada puede congelarse. Aunque la preparación es realizada bajo condiciones asépticas, se recomienda filtrarlo por un filtro de 0.22- μ m previo a la inyección (Robinson y Sprayberry, 2014).

Técnicas quirúrgicas

Numerosas técnicas quirúrgicas han sido propuestas con los años a los efectos de promover la artrodesis de la articulación de la cuartilla. La técnica de la colocación de implantes no parece afectar el resultado funcional en la mayoría de los caballos. Algunos caballos pueden estar listos para el retorno a la actividad en unos 6 meses, otros pueden necesitar un periodo de recuperación de hasta 1 año (Baxter y Stashak, 2014).

Por lo general la artrodesis quirúrgica se considera la mejor opción como tratamiento y entre otros tipos de artrodesis. Otras técnicas para inducir la anquilosis incluyen la inyección intraarticular de sustancias químicas, por ejemplo, monoyodoacetato y alcohol etílico, la aplicación directa de energía láser, el método electroquirúrgico o, como se investigó recientemente in vitro, un procedimiento hidrotermal de lavado intraarticular. (Lischer y Auer, 1012). Todas

estas técnicas serán desarrolladas más extensamente en el punto 4.4 de este trabajo.

4.2.5 Pronóstico

El pronóstico de osteoartritis de la AIP es generalmente de reservado a desfavorable (Munroe y Weese, 2011).

Según la experiencia de Bertone (2007) es malo para la recuperación o la fusión de la articulación sin una intervención quirúrgica. La articulación no se fusiona por sí misma, incluso al dejar pasar el tiempo.

El pronóstico para la normalidad después de la artrodesis y es mejor para los miembros traseros que para los delanteros (Redding, 2008).

Después de la artrodesis quirúrgica, aproximadamente el 89 a 95 % de los caballos con artrodesis en el miembro posterior y el 70 a 85 % de aquellos con artrodesis en el miembro anterior retornan a su actividad, mientras que el 85 % desarrolla una actividad deportiva normal (Baxter y Stashak, 2014).

El retorno a la plenitud puede llevar hasta 1 año después de la operación (Redding, 2008).

4.3. ANQUILOSIS

Se puede definir a una anquilosis (Figura 12) como la consecución de inmovilidad y consolidación de una articulación dañada a causa de una enfermedad, o procedimiento quirúrgico (López-Sanromán y col. 1999).

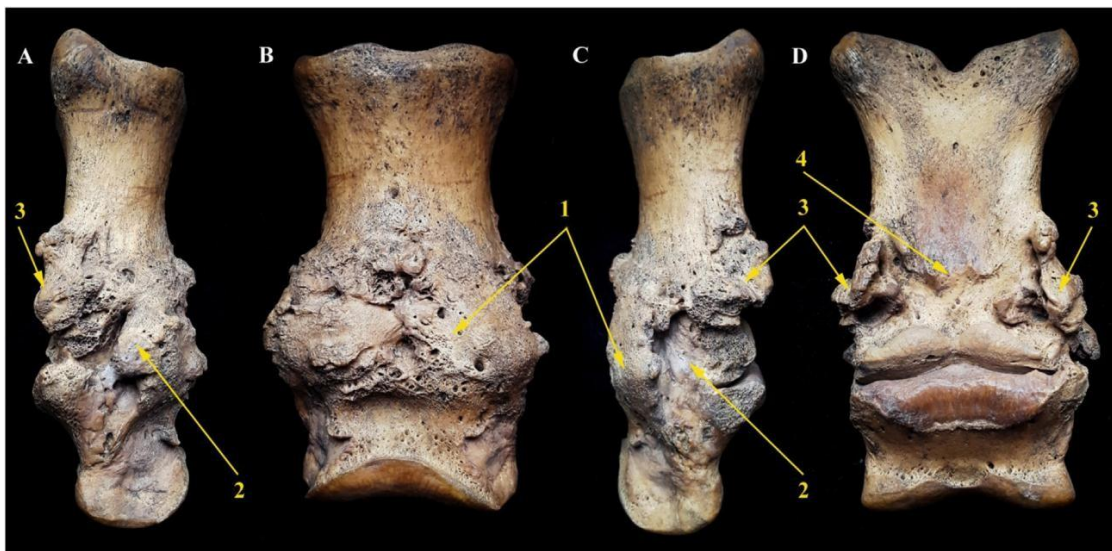


Figura 12. Pieza anatómica perteneciente a un equino del siglo XI, encontrada en una excavación arqueológica en Island, Polonia. (A) vista medial. (B) vista dorsal. (C) vista lateral. (D) vista palmar. 1 – neoformación ósea en la cara dorsal de la articulación interfalangiana proximal; 2 - entesofitos en los sitios de unión de los ligamentos colaterales de la articulación y los ligamentos colaterales sesamoideos; 3 – neoformación ósea en los sitios de inserción de los ligamentos palmar abaxial y axial de la articulación interfalangiana proximal, inserción distal del ligamento anular digital proximal, inserción proximal del ligamento anular digital distal y scutum medio; 4 - espolones óseos en el sitio de inserción de los ligamentos sesamoideos oblicuos (triángulo de la falange proximal) (Janeczek, 2017).

4.4 ARTRODESIS

La artrodesis es un procedimiento médico o quirúrgico de rescate realizado para inducir la fusión de las articulaciones, para el alivio del dolor asociado con enfermedades degenerativas graves, enfermedad articular o estabilización de una extremidad después de la pérdida de soporte de estructuras de tejidos blandos, y/o tratamiento de fracturas complicadas (Jenner y col., 2005).

Promoviendo así la proliferación de las células óseas, haciendo que se genere de esta manera una anquilosis (López-Sanromán y col., 1999).

Las indicaciones para la artrodesis de la AIP incluyen la osteoartritis (exostosis alta, o su nombre en inglés *“high ring-bone”*), fracturas conminutas de la parte proximal o falange media, y luxación o subluxación (Lischer y Auer, 2012).

A diferencia de la artrodesis de las articulaciones de alto movimiento, el objetivo en la AIP es devolver el caballo al rendimiento deportivo. (Lischer y Auer, 2012).

La técnica más comúnmente utilizada es la eliminación mecánica de cartílago, que se puede lograr mediante la perforación a través del espacio común o eliminar el cartílago con una cureta o una rebaba motorizada. Otras técnicas para inducir la anquilosis incluyen la inyección intraarticular de sustancias químicas, por ejemplo, monoyodo acetato (MIA, por su sigla en inglés) y alcohol etílico, la aplicación directa de energía láser, el método electroquirúrgico o, como se investigó recientemente in vitro, un procedimiento hidrotermal de lavado intraarticular (Lischer y Auer, 2012).

Para cualquier artrodesis, se debe eliminar tanto cartílago como sea posible, lo que permite un contacto máximo de hueso con hueso ya que el cartílago articular inhibe la invasión vascular y osificación. Lischer, C.J.; Auer, J.A., (2012) también mencionan que puede ser un proceso demorado, ya que pueden quedar islas de cartílago en medio de las uniones.

4.4.1 Artrodesis química

La artrodesis inducida químicamente mediante la aplicación de MIA o alcohol han sido usadas para inducir necrosis cartilaginosa y conducir, presumiblemente, a la anquilosis de las articulaciones tarsometatarsiana e intertarsiana distal (Sullins, 2014). El MIA de sodio, un agente que bloquea una vía enzimática en el metabolismo de los condrocitos, se ha utilizado con éxito en las articulaciones tarsales distales químicamente anquilosadas y sin éxito para anquilosar la AIP. Los efectos no deseables del MIA de sodio incluyen la inducción de una respuesta inflamatoria local dolorosa, tejido blando con marcada inflamación y riesgo concomitante de necrosis de tejido periarticular, tendinitis necrótica y sepsis articular (Rocconi y col. 2015; Jenner y col., 2005).

Sullins, K.E, (2014) menciona que se ha descrito el efecto del etanol intraarticular (al 70º y 90º) sobre articulaciones tarsometatarsianas normales, así como también en caballos clínicamente afectados con osteoartritis tarsiana distal. El alcohol 70º solubiliza los lípidos e induce desnaturalización inespecífica de las proteínas, deshidratación celular y precipitación del protoplasma (Rocconi y col., 2015). No solo causa la destrucción de los condrocitos, también se teoriza que causa neurolisis y destrucción de la innervación sensorial de la membrana sinovial, la cápsula articular y, quizás, el hueso subcondral. La neurolisis química con alcohol suele producir un bloqueo que dura de 3 a 6 meses y se ha empleado para bloqueos de plexos y nervios periféricos. El efecto secundario más comúnmente informado de la neurolisis por alcohol es dolor en el lugar de la inyección durante 24 a 48 h; otros efectos secundarios reportados incluyen dolor disestésico, hinchazón, dolor e infección (Caston, 2013).

El alcohol etílico es económico y de fácil acceso para la mayoría de los médicos.

En los caballos normales, no promovió reacciones locales postinyección significativas (Sullins, 2014), o si lo hizo, no fue por más de 24 horas (Lischer y Auer, 2012), no indujo una claudicación persistente o malestar evidente. Después de 12 meses, las articulaciones tarsometatarsianas estaban totalmente anquilosadas y los caballos no claudicaban. Once caballos con osteoartritis tarsiana distal fueron tratados con 3 ml de etanol al 70%. No hubo reacciones locales significativas y todos los caballos mostraron una disminución de la claudicación. Ninguna articulación parecía estar totalmente anquilosadas en las radiografías (Sullins, 2014; Lischer & Auer, 2012).

Según autores como Carmalt, Shoemaker y Wolker que han realizado trabajos experimentales utilizando alcohol etílico en búsqueda de la anquilosis de articulaciones tarsales y metatarsales, describen que es posible que esta técnica química facilite dicha anquilosis en estas articulaciones. Pero cuando hablamos de la AIP, los trabajos de Rocconi y col. (2015) y de Wolker y col. (2011) concluyen que el alcohol etílico al 70% intraarticular cuando se usa solo o en conjunción con 2 tornillos transarticulares paralelos de 5.5mm, colocados percutáneamente, no era confiable para la artrodesis de la articulación AIP en caballos normales. Estos mismos mencionan que es factible el éxito de la anquilosis tarsometatarsiana gracias a los puentes periarticulares, y al puente

intraarticular provocado gracias a la calcificación del ligamento interóseo tarsometatarsal. Concluye este pensamiento con la teoría de que el lugar más factible para la anquilosis es en el puente periarticular formado por la fibrosis y luego osificación de los tejidos periarticulares, dada la falta de ligamentos intraarticulares.

Hay que tener en consideración que los estudios de Shoemaker y Wolker fueron realizados en articulaciones sanas, sin presencia de signos de cualquier patología osteoarticular, en contraposición a los estudios de Caston, quien utilizó equinos con diagnóstico de osteoartritis en las AIP sometidas a prueba.

Caston y col. (2013) obtuvieron resultados alentadores cuando realizaron la artrodesis química con alcohol 70º en la AIP. De los 34 equinos estudiados en su trabajo, 50% mejoraron completamente, sin presentar claudicación y logrando volver a su actividad anterior o superior, y 38 % obtuvieron algún grado de mejoría. Abriendo la posibilidad a que esta técnica sea considerada como una opción para aquellos propietarios que no cuenten con los recursos para costear los gastos de una intervención mayor. Este autor también menciona que debería repetirse la inyección de alcohol intraarticular (total de 2 o 3), para mejorar o acelerar el resultado de anquilosis. En su estudio tiene una mediana de 3 inyecciones en la AIP con un rango de 1 a 5.

Algunos de los principales determinantes para el éxito de la anquilosis es la inmovilización de la articulación, junto con la eliminación de cartílago y exposición del hueso. Los efectos de este último aún son desconocidos en la especie equina (Rocconi y col. 2015).

4.4.2 Artrodesis quirúrgica con placas y/o tornillos

Por lo general, la artrodesis quirúrgica es el método de artrodesis más aceptado, por la constancia en resultados positivos.

Los principios básicos constan en la extracción del cartílago articular; la fijación interna de la falange proximal y media con tornillos y placas por separado o combinados; la compresión a través de la superficie articular; el alineamiento correcto de las falanges; y periodos 2 a 3 semanas de inmovilización externa con

un yeso o mediante vendaje conformado por fibra de vidrio (Baxter y Satshak, 2014).

Por lo general la técnica se realiza con un abordaje dorsal, a través de una incisión cutánea en T invertida que comienza justo distal a la articulación metacarpofalángica o metatarsofalángica y termina en una incisión cutánea horizontal realizada 2 cm proximal a la banda coronaria. La incisión horizontal se extiende 4 cm a cada lado de la línea media. El tendón extensor digital común o largo se secciona con una tenotomía en forma de V invertida al nivel de la inserción de las ramas extensoras del aparato suspensorio (Lischer y Auer, 2012). Los ligamentos colaterales deben ser incididos solo lo suficiente para lograr una exposición adecuada de las superficies articulares, para poder extraer el cartílago (Figura 13). Como alternativa a la apertura de la articulación se pueden realizar perforaciones en la superficie o tratamiento con láser, seguido de la colocación de implantes.



Figura 13. Apertura de la AIP para realizar la extracción del cartílago y dejar en contacto el hueso subcondral de las falanges (Baxter y Stashak, 2014).

Las técnicas recomendadas en la actualidad incluyen una placa de 4.5 mm con 3 a 4 orificios, preferiblemente 2 agujeros para falange proximal y 1 agujero para falange media, más la colocación de 2 tornillos transarticulares de 5.5 mm

(Figura 14). De otra manera se pueden colocar dos placas con tornillos transarticulares o sin ellos. Se pueden utilizar tornillos de 4.5 mm, pero los de 5.5mm son más fuertes y sin duda más recomendados para caballos de más de 500 kg.

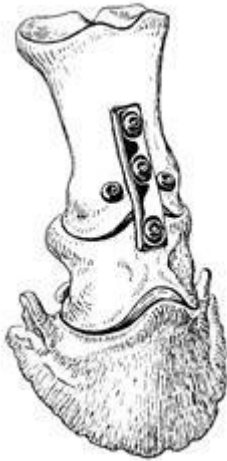


Figura 14. Ilustración gráfica de una artrodesis de la articulación interfalangiana proximal, utilizando una placa de 3 orificios y 2 tornillos transarticulares de 5,5 mm aplicados a cada lado de la placa. (Lischer y Auer, 2012).

Luego de la cirugía el miembro se inmoviliza con un vendaje conformado por fibra de vidrio que incorpora el pie y llega hasta distal de tarso/carpo. Luego de 2 a 3 semanas se retira la venda y permanecerá en confinamiento en box por unas 6 a 8 semanas, en este periodo se pueden realizar paseos graduales. El regreso a la actividad deportiva se da entre 6 meses y un año (Baxter y Stashak, 2014)

4.4.3 Artrodesis por energía láser

El objetivo de la artrodesis facilitada por láser es calentar el cartílago y el colágeno en la cápsula articular circundante hirviendo el líquido sinovial hasta que se evapora. Los condrocitos calentados a 50 ° morirán y el colágeno calentado a 60 ° C se contraerá.

Se han descrito anquilosis facilitada por láser utilizando un láser de neodimio: itrio-aluminio-granate (Nd: YAG) o diodo para destruir el cartílago articular por sobrecalentamiento y evaporación de la sinovial (Figura 15) (Lischer y Auer, 2012).

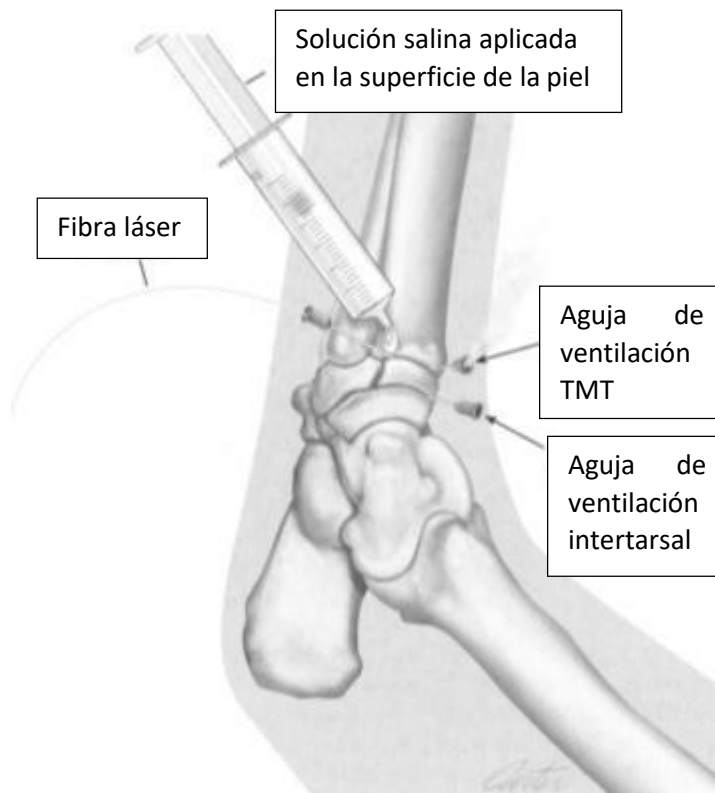


Figura 15. Representación de la colocación de las agujas de ventilación y de la fibra láser. (Hague y Guccione, 2002)

Esta técnica permite una intervención mínimamente invasiva y con un periodo de convalecencia menor que las técnicas quirúrgicas, llegando a tener un porcentaje de éxito mayor en la fusión articular (Hague y Guccione, 2002).

Scruton y col. (2005) plantearon su hipótesis que parecerían estar a favor del tratamiento con láser, estas fueron: resultaría en una mayor muerte inmediata de condrocitos, reduciría tempranamente el dolor postoperatorio y promovería una artrodesis más rápida de articulaciones tarsales distales que la técnica de perforación intraarticular. Pero llegaron a la conclusión de que no habría diferencias significativas entre estas dos técnicas, salvo en que la artrodesis con láser lograría una fusión más completa, pero en mayor tiempo. Por otro lado, Zubrod y col. (2005), con hipótesis similares a las de Scruton y col.(2005) probaron realizar la artrodesis por tres técnicas distintas utilizando MIA, láser y perforación intraarticular en articulaciones tarsal distal y tarsometatarsal. Concluyeron en que, si bien se presentó menor fusión, los caballos estudiados presentaron menor dolor y menor grado de claudicación.

La técnica con láser puede causar daño térmico a las terminaciones nerviosas en el subcondral hueso, membrana sinovial y cápsula articular, lo que resulta en una disminución percepción del dolor en los caballos después del tratamiento (Zubrod y col. 2005)

Actualmente no se dispone de estudios clínicos, pero los estudios experimentales en caballos sanos demostraron que la aplicación de láser promueve la anquilosis parcial de la articulación distal intertarsal (DIT) en 5 a 12 meses. Sin embargo, la anquilosis facilitada por láser de diodo resultó en una fusión significativamente menor de las articulaciones tarsales distales en comparación con la inyección MIA o la perforación transarticular. (Lischer y Auer, 2012).

4.4.4 Artrodesis por fuente hidrotermal

El lavado con solución salina (0.9% NaCl) a 80°C en articulaciones metacarpofalángicas y metatarsofalángicas en equinos postmortem resultó en la muerte de casi todos los condrocitos en la articulación. La energía hidrotermal provoca daños irreparables en los tejidos por transferencia térmica directa. Algunas de las ventajas de esta técnica son un método satisfactorio para ablación extensa del cartílago al realizar artrodesis por técnicas mínimamente invasivas, y en articulaciones que pueden ser de difícil acceso.

Se han realizado ensayos en los que se observa que los efectos del calor sobre la viabilidad de los condrocitos son el tiempo y la temperatura dependiente.

Se ha descrito también, que posiblemente el tratamiento hidrotermal con temperaturas entre 75°C y 80°C cause la neurolisis con el respectivo bloqueo sensitivo del área intervenida. En el principio existía la teoría que el hecho de que este tratamiento solo provocara la muerte y necrosis del tejido, sin que se eliminen los desechos podría ser perjudicial, retrasando o impidiendo la recuperación. Pero estudios en otras especies (gatos perros y conejos) están demostrando que es posible que exista una rápida absorción y eliminación de esos desechos.

En esta técnica se encontró que el punto de equilibrio en el lavado a una temperatura de 80°C durante 10 minutos, causando la muerte de celular sin afectar significativamente los tejidos blandos o el hueso subcondral. Si el tiempo es menor, 5 minutos, no se logra la muerte de los condrocitos de manera

significativa. Si el tiempo es mayor, 15 minutos, se lograría una mayor muerte de condrocitos, pero también se comprometería los tejidos blandos y hueso subcondral de tal manera que lo haría no recomendable para uso clínico. (Jenner y col., 2005).

Esta técnica, aún requiere una mayor evaluación de los efectos in vivo de varias combinaciones de tratamiento de tiempo-temperatura para su uso en ablación hidrotermal que podría ayudar a limitar los efectos adversos indeseables.

5. OBJETIVOS

5. 1 Objetivo general

1. Se busca realizar la anquilosis de la articulación interfalangiana proximal en el miembro posterior derecho de un potrillo pura sangre de carreras a través de la inyección intraarticular de alcohol 70°.

5.2. Objetivos específicos

1. Lograr la funcionalidad deportiva de dicho equino.
2. Analizar en detalle el caso clínico, su diagnóstico, la técnica empleada como tratamiento, su evolución en el tiempo, así como otras técnicas existentes para la artrodesis y alternativas terapéuticas para su patología.
3. Dejar registrado un antecedente sobre la realización de esta técnica en un ejemplar equino con osteoartritis, para el acervo de la comunidad científica de Uruguay y el mundo.

6. DESCRIPCIÓN DEL CASO

6.1 Datos del paciente

Nuestro paciente es un equino (*Equus caballus*), de raza Purasangre de Carrera, sexo macho, de nombre Volvo, nacido el 17 de julio de 2016, pelaje alazán, y de un peso aproximado de 300 kg.

Se encuentra ubicado en el paraje San Juan del departamento de Colonia.

6.2 Anamnesis

A los 4 meses de edad, luego de un traslado, el potrillo sufre una fractura en el casco del miembro posterior izquierdo, por lo que es confinado a un box junto con su madre.

El hecho de estar confinado 24 horas en el box generó mucha inquietud en el joven equino, por lo que se cree que, algún movimiento brusco terminó en una distensión articular. Debido a esta, se presentaron signos clínicos de efusión, calor y dolor a la palpación en la zona de la cuartilla del miembro posterior derecho.

Para este hecho, como tratamiento, se le realizó una terapia antiinflamatoria con 4.4 mg/kg de fenilbutazona IV cada 24 horas conjuntamente con la aplicación tópica en la zona de la cuartilla de fenilbutazona en gel durante 3 días, posterior a esto el animal dejó de claudicar.

A los 7 meses de edad se retira la madre del box para ser destetado. Y a los 10 meses de edad sale del box al campo con los demás potrillos destetados. Luego de un mes a campo (11 meses de edad), el personal responsable constata una nueva claudicación en el miembro posterior derecho, por lo que deciden llamar al médico veterinario.

En el examen clínico del profesional, se encuentra una claudicación grado 4/5 según la clasificación de la American Association of Equine Practitioners (AAEP), deformación en más en la zona más distal de la cuartilla. A la palpación se constata aumento de la temperatura respecto a su miembro homólogo, y a la palpación presión manifestación de dolor.

6.3 Exámenes paraclínicos

Como método paraclínico, para confirmar el diagnóstico se le indicó radiografías. Las que fueron tomadas el día 15/6/2017. Las incidencias tomadas fueron 3: 1 perfil LM (figura 16) y 2 oblicuas D45L/PIMO (figura 17) y D45M/PILO (figura 18). En estas se observan los cambios patológicos ya presentes.



Figura 16. Radiografía LM del MPD con notoria reacción perióstica (flecha) (Foto cortesía del Dr. Koci).



Figura 17. Radiografía D45L/PIMO del MPD. Se aprecia colapso del espacio articular y osteófitos (flechas) (Foto cortesía del Dr. Koci).



Figura 18. Radiografía D45M/PILO del MPD. Nuevamente colapso articular y reacción perióstica. (Foto cortesía del Dr. Koci)

6.4 Diagnóstico

El diagnóstico definitivo que se concluyó fue de osteoartritis por distensión en la AIP del miembro posterior derecho y se basó en los hallazgos clínicos y radiográficos.

6.5.1 Tratamiento

Como tratamiento, se optó por el método quirúrgico de artrodesis química con alcohol 70°, con el objetivo de llegar a la anquilosis de la AIP del miembro posterior derecho, para evitar el movimiento de la misma, y el consiguiente dolor generado.

6.5.2 Preparación y anestesia:

Se colocó un catéter de 14 Gauge (G) en la vena yugular para realizar el derribo farmacológico y la inmovilización del paciente mediante anestesia total intravenosa. La técnica consiste en administrar un sedante, en este caso xilacina 1.1 mg/kg intravenosa, y luego de 3 minutos se administra el éter gliceril guayacolato 100 mg/kg intravenoso que proporciona miorelajación, seguido de esto, para el derribo se administra ketamina 2.2 mg/kg intravenoso que brinda la inducción, disociación y analgesia. Luego de efectuado el derribo farmacológico,

el potrillo es colocado en decúbito lateral izquierdo, lo que nos permite el fácil acceso y trabajo al aspecto del miembro que nos interesa.

En la cara lateral de la cuartilla desde la articulación metatarsofalangiana hasta la corona del casco, se realiza la tricotomía y un lavado intenso con agua y jabón con clorhexidina. Seguido de esto se realizó el embrocado con una solución de yodo al 1% y luego alcohol. Se cubrió el casco con un guante de látex para evitar la contaminación del campo quirúrgico (Figura 19).



Figura 19. Preparación del campo quirúrgico, tricotomía, embrocado con yodo y alcohol, y cubierta del casco con guante de látex para evitar la contaminación (Foto cortesía del Dr. Koci)

6.5.3 Procedimiento quirúrgico:

Cuando realizamos la artrodesis con alcohol 70º debemos estar seguros de que estamos inyectando este químico en el lugar correcto, y el modo de hacerlo es utilizando un medio de contraste que mediante radiografía nos revelará si nos encontramos en el sitio indicado. De lo contrario podríamos obtener pobres resultados y/o complicaciones en tejidos vecinos.

Para ingresar a la AIP utilizamos una aguja de calibre 20 G, la cual ingresa a la articulación con una dirección plantar lateral/ dorsal medial. Una vez colocada la aguja, por esta, se inyectó 2 ml del medio de contraste (Iohexol 600 mg) para corroborar mediante radiografía que la aguja fue colocada en el lugar correcto, o sea, que se encuentra dentro de la AIP (Figura 20).



Figura 20. En esta radiografía LM se aprecia como el medio de contraste da forma a la cavidad articular, y se logra ver la jeringa y aguja por la cual fue inyectado. (Foto cortesía del Dr. Koci).

Luego de verificar que la aguja estaba en el lugar indicado, se retiró el medio de contraste hacia el exterior de la cavidad articular. A continuación, mediante la misma aguja se inyectaron 2 ml de alcohol 70°. En este caso se inyectaron estas cantidades de contraste y de alcohol 70°, porque fue el volumen de líquido sinovial que se logró retirar de dentro de la cápsula en primer momento. El procedimiento puede verse dificultado por la posible proliferación de nuevo hueso, lo que dificulta el acceso a la articulación.

6.5.4 Postoperatorio:

Culminada la técnica se realiza un vendaje sobre la articulación utilizando gasas estériles, algodón y una venda adhesiva de papel, el cual retiramos luego de 3 días (Figura 21).



Figura 21. Paciente con el vendaje luego del procedimiento (Foto cortesía del Dr. Kocci).

A modo de prevenir una posible infección por algún patógeno que pudiera haber ingresado a la cavidad articular se administra Penicilina Procaínica 22.000 UI/kg combinado con dihidroestreptomicina por vía intramuscular cada 24 horas durante 5 días comenzando el día de la cirugía y gentamicina 6.6 mg/kg intravenosa cada 24 horas durante los primeros 3 días. Y como analgesia se administrará 1 g cada 12 horas de fenilbutazona oral durante los primeros 3 días y 1 g cada 24 horas de fenilbutazona oral durante los próximos 7 días.

6.6 Evolución

En el postoperatorio inmediato y mediato el paciente no presentó claudicación, pero sí un notable dolor disestésico. A los 11 días postoperatorio, cuando se quitaron los antiinflamatorios presentó una claudicación grado 4/5, por lo que se decide mantenerlo confinado a box.

El día 19/07/2017 se le realizan radiografías de control tanto del miembro afectado (Figura 22 y 23) como del homólogo sano (Figura 24 y 25) para poder comparar. En el correr de un mes luego de la intervención la claudicación fue

desapareciendo gradualmente, hasta no manifestarse más a los 45 días (12/08/17).

En la radiografía del MPD se observan cambios más evidentes, en comparación con las primeras radiografías tomadas, con pérdida de las formas óseas normales, con aumento de la radiopacidad en zona distal de FP y zona proximal de la FM. Disminución del espacio intraarticular, osteofitos, y deformación en más de la zona anatómica de la cuartilla.



Figura 22. Radiografía DPI del MPD
(Foto cortesía del Dr. Kocci).



Figura 23. Radiografía DPI del MPI.
(Foto cortesía del Dr. Kocci).



Figura 24. Radiografía LM del MPD
(Foto cortesía del Dr. Kocci).



Figura 25. Radiografía LM del MPI
(Foto cortesía del Dr. Kocci).

Se le realizan caminatas controladas durante 15 días ya que presentaba retracción de los tendones flexores del miembro intervenido, apoyando su casco en pinza con los talones sin contactar con el suelo. A los 13 meses se lo suelta al campo con los demás potrillos sin presentar claudicación y apoyando el miembro de forma normal, aunque sus radiografías mostraron una anquilosis parcial (Figura 26 y 27).



Figura 26. Radiografía DPI del MPD (Foto cortesía del Dr. Kocci).



Figura 27. Radiografía LM del MPD (Foto cortesía del Dr. Kocci).

El 30 de mayo de 2018 a la edad de 22 meses se da comienzo a la doma (Figura 28), llegando a debutar en una carrera de 1000 metros en el Hipódromo de Colonia el 26 de octubre de 2019 a la edad de 39 meses.

Actualmente continúa con su entrenamiento en el stud donde habita (Figura 29).



Figura 28. Volvo con su domador realizando actividades de doma.



Figura 29. Volvo luego de su entrenamiento diario.

7. RESULTADOS

El resultado del tratamiento realizado fue exitoso ya que se logró que el equino no manifestarse más la claudicación en su miembro afectado. Se logró llegar a la etapa de doma, entrenamiento, y lo principal, logró competir en carreras de velocidad de alta exigencia.

Por otro lado, los signos radiográficos hasta sus últimas radiografías tomadas el 28/06/2018 (1 año luego de la intervención) (Figuras 30, 31, 32 y 33), nos muestran signos netos de que la AIP se anquilosó, o que continúa en proceso de anquilosis. Estos son, la pérdida del límite visual entre la parte distal de la FP y la parte proximal de la FM, el estrechamiento y deformación del espacio articular, la formación de osteófitos, entesofitos, la proliferación ósea perióstica y periarticular.



Figura 30. Radiografía DPI del MPD.
Deformación marcada de tejidos blandos (flechas) (Foto cortesía del Dr.Kocci).



Figura 31. Radiografía D30L/PIMO del MPD. Osteófitos (flecha) (Foto cortesía del Dr. Kocci).



Figura 32. Radiografía LM del MPD.
Notorio colapso y desaparición del espacio articular. (Foto cortesía del Dr. Kocci).



Figura 33. Radiografía DL /PIMO del MPD. Importante reacción perióstica y periarticular. (Foto cortesía del Dr. Kocci).

En la inspección MPD se logra ver una deformación en forma de anillo que rodea la zona de la cuartilla dejando ver que allí se generó algún tipo de proceso proliferativo, y más si lo comparamos con su miembro homólogo. Cosméticamente no es muy atractivo, pero lo cosmético no es lo primordial en este caso, sino lo funcional.

8. DISCUSIÓN

Sabemos que el método de elección para la artrodesis sería el quirúrgico, a través de la colocación de placas y/o tornillos, con un pronóstico favorable del 89-98% en miembros posteriores y 70-85% en miembros anteriores (Baxter y Stashak, 2014). Hasta el momento existen relativamente pocos estudios documentados sobre la artrodesis química con alcohol 70° en la AIP y los pocos que existen no llegan a un porcentaje de éxito tan favorable en comparación con la técnica quirúrgica en la misma articulación.

En nuestro país, donde la mayoría de los equinos no tienen un valor económico tan elevado como si lo tienen en países más desarrollados, donde los recursos son limitados (instalaciones, instrumentales, equipos y profesionales especialistas), y donde los propietarios no pueden costear los gastos de procedimientos quirúrgicos mayores, este método sería una opción más viable y accesible antes de que el propietario piense en el no tratamiento, venta o eutanasia.

El diagnóstico de la ubicación anatómica de la patología se llegó mediante los signos clínicos, el examen físico y las radiografías. Se pudo haber realizado el bloqueo perineural como es recomendado (Baxter y Stashak, 2014), o la anestesia intraarticular, la cual es considerada como mejor método de aproximación diagnóstica (Redding, 2008), también la evaluación de líquido sinovial puede ser de utilidad para evidenciar un proceso inflamatorio (Robinson y Sprayberry, 2015). En este caso se saltaron algunos pasos que comúnmente son realizados antes de las radiografías. Esto se debió a que los signos clínicos y la zona afectada fueron reconocidos rápidamente por el veterinario a cargo y a que se contaba con la rápida accesibilidad al equipo radiográfico. La mayoría de los autores concuerdan en que uno de los mejores métodos diagnósticos es la radiografía, aunque si esta es realizada muy pronto en la evolución de la enfermedad, puede que no aparezcan signos de osteoartritis, por lo que se recomienda volver a realizarlas unas 2 o 3 semanas luego. (Trotter, 1982). Con nuestro paciente se logró identificar el proceso morboso con las primeras radiografías.

En nuestro caso utilizamos medio de contraste radiopaco, el Iohexol (OMNIPAQUE™), el cual por medio de la radiografía nos permite estar seguros

de que la aguja se encontraba dentro de la articulación, y así poder inyectar con tranquilidad el alcohol. Pero hay autores (Wolker y col. (2013); Shoemaker y col. (2006)) que no utilizaron el contraste, simplemente determinaron la entrada a la articulación por la salida del líquido sinovial a través del colector de la aguja, o por nada más que la no resistencia al pasaje de solución salina por la aguja.

Es posible que se necesiten múltiples inyecciones para lograr el mismo resultado en la AIP en comparación con las articulaciones tarsometatarsianas o intertarsianas distales debido a la mayor superficie y movimiento. Wolker y col (2013) describieron que parecía muy difícil lograr la anquilosis de la AIP con alcohol 70º, pero hay que tener en cuenta dos factores que consideramos importantes, 1) su estudio fue realizado en equinos con la articulación sana, 2) se realizó una sola inyección en cada articulación. Por otra parte, en el estudio de Caston y col. (2013), el cual utilizó equinos con un historial de claudicación y diagnóstico de osteoartritis, y realizó entre 1 y 5 inyecciones, obtuvo un mejor porcentaje de éxito en la fusión de las articulaciones sometidas a prueba. Sullins (2014), nos dice “Los caballos tratados, que presentan osteoartritis tarsiana distal activa nunca serán iguales a los caballos normales sometidos a tratamiento”, y aunque se trata de una articulación distinta a la que estudiamos en nuestro caso, estas palabras sirven para traernos una idea de que el químico no actuará de forma igual en una articulación sana como en una patológica.

La recomendación actual es la reevaluación y reinyección mensual, por lo menos 2 a 3 veces. No se conocen intervalos o números óptimos de inyección; se debe tener en consideración variantes de gravedad y la voluntad del propietario de regresar para recibir inyecciones adicionales. Intervalos de un mes fueron elegidos para minimizar potencialmente la destrucción excesiva de tejido o colapso articular antes de que se produjeran cambios estabilizadores (Caston y col. 2013).

En nuestro caso, al tratarse de un caso de estudio clínico vamos a contar solo con los estudios radiográficos y la evolución clínica, que en ambos casos nos brindaron resultados satisfactorios.

Creemos que para llegar a la mejor conclusión de si la anquilosis se realizó completamente o parcialmente se deberían realizar estudios anatomopatológicos e histológicos post mortem. Estos nos permiten observar la

fusión ósea, los puentes óseos que se forman, los espacios articulares que no se fusionaron, cartílago necrótico o sano. La evidencia radiográfica, si bien nos da una aproximación bastante acertada, no llega tan profundamente al detalle como lo hacen las otras técnicas diagnósticas mencionadas anteriormente.

9. CONCLUSIONES

La osteoartritis es una enfermedad muy importante y prevalente en la población de equinos deportivos y los tratamientos médicos conservadores no logran una resolución definitiva, sino que solamente retrasan el progreso del proceso patológico. Por este motivo se opta por tratamientos quirúrgicos en las articulaciones candidatas para los mismos. Para ser candidata se debe cumplir con ciertos requisitos, entre los cuales se encuentran: 1) ser de baja movilidad, 2) tener una superficie no muy grande para concentrar los esfuerzos en el menor espacio posible, 3) que cuenten con un puente de ligamentos, los cuales son importantes en el proceso de osificación, y 4) que existan previamente procesos patológicos de degeneración articular, los cuales permiten una exposición del tejido óseo, favoreciendo y acelerando todo el proceso de anquilosis. En la AIP de nuestro paciente se encuentran todos estos requisitos, salvo la existencia de ligamentos internos en esta articulación, pero en compensación tiene un fuerte sistema de ligamentos que rodean a la misma. Creemos que logramos cumplir con los objetivos planteados en este trabajo, de manera que se logró realizar una técnica quirúrgica más económica, más rápida y menos invasiva, que la que se utiliza de primera elección con placas y tornillos. La evolución clínica fue favorable, eliminado la claudicación, y logrando que el potrillo inicie su entrenamiento deportivo en un plazo aproximado de 1 año, el cual está dentro de lo citado en la bibliografía.

La evidencia radiográfica, de los distintos períodos de tiempo, demuestran que existe un proceso de anquilosis evolucionando en la articulación, el cual cumple con las expectativas.

Se logró que el paciente superara este proceso morboso, dejándolo a disposición de llevar una vida deportiva, lo cual logró hacer, compitiendo en distintas carreras de velocidad.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arantes, R.Y.; Monaco, P.; da Silva, L.C. (2015) Guía ilustrado para injeção perineural em membros locomotores de equinos. São Paulo, Ed. Quirom comunicação & conteúdo S/E; pp 34-39
2. Baxter, G.M; Stashak T.S (2014) Adams y Stashak: claudicación en el caballo. 6ª ed. Buenos Aires, Ed. Inter-Médica; pp. 600-639.
3. Bertone, A.L. (2007) Región distal: nudo y cuartilla. En: Hinchiclyff, K.W; Kaneps, A.J; Geor, R.J; Bayly, W. Medicina y cirugía en equinos del deporte: ciencias básicas y clínicas de los equinos de deporte. Buenos Aires, Ed. Inter-Médica; pp. 334-366.
4. Caplan A.I.; Dennis J.E. (2006) Mesenchymal stem cells as trophic mediators. J Cell Biochem 98:1076-1084.
5. 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.
6. Dyce, K.M.; Sack,W.O.; Wensing, C.J.G. (2007) Anatomía Veterinaria. 3ª ed. México, Ed. El Manual Moderno, 938 p.
7. Ernst, N; Trumble, T. (2014). Principios del tratamiento de la claudicación: Tratamiento oral/nutricional. En: Baxter GM. Adams y Stashak: Claudicación en el Caballo. 6ª ed. Buenos Aires, Ed. Inter-Médica, p. 1068-1079.
8. Frisbie, DD. (2012). Synovial Joint Biology and Pathobiology. En: Auer, JA and Stick, JA. Auer & Stick Equine Surgery. 4a ed. Missouri, Ed. Elsevier, pp. 1096-1114.
9. Hague, BA; Guccione, A. (2002): Laser-facilitated arthrodesis of the distal tarsal joints. Clin Tech Equine. 1:32-35.
10. Hinchiclyff, K.W.; Kaneps, A.J.; Geor, R.J.; Bayly, W. (2007) Medicina y cirugía en équidos del deporte: ciencias básicas y clínicas de los équidos del deporte. Buenos Aires, Ed. Inter-Médica, 1912 p.
11. Jenner, F; Edwards III, RB; Voss, JR; Southwood, L; Markel MD; Richardson, DW; (2005): Ex vivo investigation of the use of hydrothermal energy to induce chondrocyte necrosis in articular cartilage of the

- metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joints of horses. Am J Vet Res; 66:36-42.
12. Jouglin M., Robert C., Valette JP., Gavard F., Quintin-Colonnan F., Denoix JM. (2000) Metalloproteinases and tumor necrosis factor-alpha activities in synovial fluids of horses: correlation with articular cartilage alterations. Vet. Res. 31:507-515.
 13. Kainer, RA.; Dee Fails, A. (2014). Anatomía funcional del aparato musculoesquelético del equino. En: Baxter GM. Adams y Stashak: Claudicación en el Caballo. 6ªed. Buenos Aires, Ed. Inter-Médica, pp. 3-74.
 14. Kawcak CE, McIlwraith CW, Norridin RW, Park RD, Steyn PS(2000). Clinical effect of exercise on subcondral bone of carpal and metacarpophalangeal joints in horses. Am J Vet Res; 61: 1252-1258.
 15. Kollias-Baker, C. (2005) NSAIDs. Equine Medicine: Best Practices. Proceeding of the NAVC North American Veterinary Conference. Disponible en: <https://foco.timbo.org.uy/home> Fecha de búsqueda: Octubre 2020.
 16. Lischer, CJ.; Auer, JA. (2012) Arthrodesis Techniques. En: Auer & Stick: Equine Surgery. 4ª ed. St. Louis, Ed. Elsevier. pp. 1130-1147.
 17. López-Sanromán, J.; Herrán, R.; Goyoaga, J.; Alonso, M.; Romá, S. (1999) Artrodesis de la articulación interfalángica proximal en el caballo. Med Vet. 16:413-419.
 18. McIlwraith, C. (2015). Traumatic Arthritis and Posttraumatic Osteoarthritis in the horse. In: McIlwraith, C.W.; Frisbie, D.; Kawcak, C.; Weeren R., Joint Disease in the Horse. 2a. ed. St Louis. Saunders Elsevier, pp. 33-49.
 19. McIlwraith, C. (2014). Principios de la enfermedad musculoesquelética: Lesiones, Enfermedades y Osteoartritis de las Articulaciones. En: Baxter GM. Adams y Stashak: Claudicación en el Caballo. 6ªed. Buenos Aires, Ed. Inter-Médica, pp. 951-971.
 20. McIlwraith, C. (2013) Managing Joint Disease in the Racehorse in the Face of Stricter Drug Restrictions. American Association of Equine Practitioners. 59: 436-442

21. McIlwraith, C.W.; Trotter, G. W. (1997) Joint Disease in the Horse, Philadelphia, Saunders, p. 505
22. Moyer, W.; Shumacher, J; Shumacher, J. (2007) A guide to equine joint injection and regional anesthesia. USA, Ed. Veterinary Learning System, a division of Medi Media. pp. 20-13
23. Platt, D. (1996) Articular cartilage homeostasis and the role of growth factors and cytokines in regulating matrix composition. En: McIlwraith C.W.; Trotter G.W. Joint disease in the horse. Philadelphia: WB Saunders, pp. 29-40.
24. Redding, W.R (2008). condiciones patológicas que involucran las estructuras internas del pie. En: Floyd, A.E, Mansmann, R.A. Podiatría Equina. Buenos Aires, Ed. Inter-Médica, pp. 279-322.
25. Restrepo J.G.; Gervasini G.; Alberola J. (2010). Fundamentos de Medicina Veterinaria - Terapéutica y Farmacología, Practica Veterinaria. Barcelona, Ed Multimédica, p. 388.
26. Robinson, N.E.; Sprayberry, K.A. (2012). Terapéutica Actual en Medicina Equina, 6ª ed, Buenos Aires, Ed Intermedica. pp. 568-572.
27. Robinson, N.E.; Sprayberry, K.A. (2015). Robinsons current therapy in equine medicine 7a ed. St. Louis. Ed. Elsevier., pp. 798-804.
28. Rocconi, R.A.; Carmalt, J.L.; Sampson, S.N.; Elder, S.H.; Gilbert, E.E. (2015) Comparison of limited-contact dynamic compression plate and locking compression plate constructs for proximal interphalangeal joint arthrodesis in the horse. Canadian Veterinary Journal 56:615-619.
29. Ruggles AJ., (2002). The proximal and middle phalanges and the proximal interphalanges joint. En: Ross, M.W. & Dyson, S.J., Diagnoses and Management of Lameness in the Horse. 2ª ed, Philadelphia, WB Saunders, pp. 342- 348.
30. Ross, M.W.; Dyson, S.J. (2011). Diagnosis and management of lameness in the horse, 2a. ed. Pensilvania, Ed. Elsevier. 1396 p.
31. Sandoval, J.; López, C.; Carmona, J. (2013) Therapies Intended for Joint Regeneration in the Horse. Archivos de Medicina Veterinaria 45:229- 236.
32. Scruton, C; Baxter, GM; Cross, MW; Frisbie, DD; (2005) Comparison of intra-articular drilling and diode laser treatment for arthrodesis of the distal tarsal joints in normal horses. Equine Vet. J. 37 (1): 81-86.

33. Sullins, KE (2014) Claudicación originada en las extremidades: El Tarso y la Tibia. En: Baxter GM. Adams y Stashak: Claudicación en el caballo. 6ª ed. Buenos Aires, Ed. Inter-Médica, pp.785-850.
34. Stashak, T.S. (2004). La Cuartilla. En: Stashak, T.S., Adams Claudicaciones en equinos. 5ª ed. Buenos Aires, Ed. Inter-Médica, pp. 783-792.
35. Sisson, S. (2001). Sindesmosis en los Equinos. En: Sisson, S.; Grossman, J.D.; Getty, R. Anatomía de los animales domésticos. 5ª. ed. Barcelona, Ed. Masson, pp. 404-406.
36. Talavera, J.; Gil-Chinchilla, J.I.; García, D.; Castellanos, G.; López-Lucas, M.D.; Atucha, N.M.; Moraleda, J.M. (2017). Terapia con células madre en medicina veterinaria: conceptos generales y evidencias clínicas. Disponible en el URL: <http://www.clinvetpeqanim.com/index.php?pag=articulo&art=65>. Fecha de consulta: 25 de octubre del 2020.
37. Todhunter, RJ. (1996) Anatomy and physiology of synovial joints. En: McIlwraith CW, Trotter GW. Joint Disease in the Horse. Philadelphia, Ed. W.B Saunders, pp.1-28.
38. Trotter, G.W.; McIlwraith, C.W.; Norrdin, R.W.; Turner AS (1982). Degenerative joint in young horses. J Am Vet Med Assoc; 180:1312-1318.
39. Wolker, R.R.E; Wilson, D.G.; Allen, A.L.; Carmalt, J.L. (2011) Evaluation of Ethyl Alcohol for Use in a Minimally Invasive Technique for Equine Proximal Interphalangeal Joint Arthrodesis. Veterinary Surgery 40:291-298.