

***DESVIACIONES ANGULARES Y SU
CORRECCION EN EL POTRILLO
SANGRE PURA DE CARRERA***



Medicina Veterinaria

Autor: Rocío I. Vega

Tutora: M.V. Virginia Pitte

Informe Final de la Orientación Práctica Profesional en MEDICINA DE
GRANDES ANIMALES realizado como requisito para optar al título de
Médico Veterinario

Escuela de Medicina Veterinaria – UNRN

2019

AGRADECIMIENTOS

A las personas que hicieron realidad este sueño...

...A mi abuela Use y mi abuelo Pepe, quienes siempre velaron por mis estudios y me dieron el amor más puro.

... A mi papá Gustavo y mamá Liliana, ellos me hicieron la persona que soy y me enseñaron que nada es imposible.

... A mi hermana Eluney, mi compañera de vida, mi mejor amiga y mi pilar.

... A Lucas, quien me acompañó incondicionalmente estos 6 años.

... A mis abuelos Lina e Hilario, que a la distancia me hicieron sentir su presencia y amor infinito siempre.

... A mi tía Lore y Noni y mis primos Lauti y Mati, mis segundas madres y mis hermanos de diferentes mamás.

... A Barbi ,Belu, Beti, Giuli, Shai, las mejores amigas que me podría haber dado esta carrera y con quienes transite todo este camino.

... A Andi, Jula, Juli, Pauli y Romi, mis amigas de toda la vida, a quienes amo.

... A José y Virginia, los profesores que ayudaron a concretar este trabajo.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	_____	1
2. OBJETIVOS	_____	2
3. DESARROLLO	_____	3
3. 1. Conformación anatómica normal y anormal de los miembros	_____	4
3. 2. Histología del hueso y osificación endocondral	_____	11
3. 3. Enfermedades ortopédicas del desarrollo (DOD)	_____	19
3. 4. Desviaciones angulares del miembro (ALDs)	_____	19
3. 4. a. Etiología	_____	21
3. 4. b. Signos clínicos	_____	32
3. 4. c. Diagnóstico	_____	35
3. 4. d. Tratamiento	_____	40
3. 4. e. Pronóstico	_____	65
4. CONSIDERACIONES FINALES	_____	66
5. ANEXO I (DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE OPP)	_____	68
6. BIBLIOGRAFIA	_____	80

1. Introducción

En el siguiente trabajo se realizará una revisión bibliográfica sobre el tema “*Desviaciones angulares y su corrección en el potrillo SPC*”. La razón por la cual se escogió dicho tema es que resulta de gran impacto en la vida deportiva del equino, por lo tanto su conocimiento y corrección contribuirían a una mayor eficiencia en el futuro del animal deportista.

Para dar inicio a este trabajo se realizará una breve descripción de las desviaciones angulares. Éstas son anormalidades respecto de lo que se considera una correcta conformación anatómica de los miembros, tanto torácicos como pelvianos. Las ALDs pueden ser *varus* o *valgus*.

En segundo lugar se detalla el origen de dicha condición la cual puede ser causada por factores perinatales, es decir aquellos presentes inmediatamente luego del nacimiento o del desarrollo, aquellos que se manifiestan conforme el potrillo crece.

Luego se describirán los principios del diagnóstico de las ALDs. Este debe realizarse temprano, ya que esto determinará qué tratamiento será instaurado. Para realizar el mismo se hace uso de la historia clínica, el examen físico y exámenes radiológicos.

Dicho lo anterior y establecida la causa que da origen a esta patología, se instaura un tratamiento. El mismo puede ser conservador o quirúrgico, según corresponda.

Finalmente se explicará cuál es el pronóstico para aquellos potrillos que padecen esta condición y se hará una breve conclusión del tema desarrollado.

2. Objetivos

- Describir las desviaciones angulares de potrillos SPC, entre las principales alteraciones de aplomos que afectan al potrillo.
- Sintetizar sobre los avances en el conocimiento, en la última década respecto de detección y corrección de tales alteraciones.
- Emitir algunas consideraciones que destacan la importancia del tema en el ejercicio de la Especialidad.

3. Desarrollo

El tema seleccionado para dar cumplimiento a este apartado del Informe de OPP es:
Desviaciones Angulares y su corrección en el potrillo SPC.

La producción de caballos de deporte supone una gran inversión de tiempo y de recursos materiales para garantizar el máximo rendimiento atlético. Por ello, el cuidado del potro en crecimiento es uno de los principales objetivos a considerar en todas las yegudas. Se debe agregar que, la prevención de lesiones músculo esqueléticas es fundamental para evitar el retiro temprano en la carrera deportiva de nuestros pacientes, minimizando el impacto económico que conlleva. La correcta conformación del caballo es fundamental para que pueda expresar su potencial a lo largo de su carrera deportiva.

La expresión de la misma en cada animal viene determinada por varios componentes: el genotipo y los factores ambientales, que influyen ya a nivel uterino, tales como la nutrición y el manejo en los primeros meses de vida. (Cocetta, 2010)

Según datos obtenidos de SENASA (2015) en nuestro país existe un gran apego hacia el caballo ya que no sólo se encuentra arraigado a la historia sino que también cumple un gran rol en el trabajo cotidiano del campo, principalmente en la cría del ganado.

En la última década del siglo XX se incentivó la promoción y el desarrollo de la producción equina, lo que favoreció la cría de caballos de distintas actividades ecuestres y las exportaciones de productos cárnicos y subproductos a diversos mercados, principalmente a la Unión Europea.

La industria hípica asociada a la actividad deportiva le aportó al caballo argentino un alto valor agregado, ya que existen grandes cantidades de equinos criados en nuestro país que se han posicionado en los mejores podios del deporte ecuestre mundial. Por lo mismo, la cría de caballos Sangre Pura de Carrera y Polo se ganó un reconocido prestigio a nivel internacional, siendo Argentina el tercer productor de caballos de carrera y el primer productor de caballos de polo del mundo.

Los datos obtenidos en el último censo agropecuario realizado por el INDEC (2002) arrojaron una existencia de 1.517.143 cabezas equinas en el territorio argentino. Siendo Buenos Aires la provincia con mayor población equina, 288.603 cabezas, seguido de Corrientes con 184.675 cabezas y en tercer lugar Entre Ríos con 99.152. Se debe tener en cuenta que estos datos no están actualizados, y se está llevando a cabo un nuevo censo agropecuario, cuyas cifras serán más certeras.

Argentina no cuenta con datos estadísticos precisos ni actualizados respecto a la cantidad de criadores de cada raza, ni al uso de los mismos. Además en los censos realizados no se han tenido en cuenta los equinos salvajes presentes en el territorio nacional.

3.1 Conformación anatómica normal y anormal de los miembros

En el mundo occidental los caballos son criados principalmente, para actividades recreativas y como animales deportivos, objetivos que generalmente llevan a altas demandas respecto a la velocidad y la resistencia lo que expone sus miembros a una tensión continua y un riesgo repetido de lesión. Incluso una incapacidad relativamente menor puede imposibilitar a un caballo para este trabajo, y la importancia de la firmeza de la extremidad se manifiesta en el viejo dicho "*si no hay pie, no hay caballo*". Como las claudicaciones son responsables de gran parte del trabajo de los profesionales que se dedican a equinos, se considera que necesitan un conocimiento más detallado de la anatomía de las extremidades que el necesario para quienes tratan con otras especies. (Dyce, 2010)

Los miembros de los caballos Pura Sangre de Carrera poseen extrema adaptación para correr velozmente lo que conlleva a una pérdida de la versatilidad. Si bien tanto los miembros torácicos como pelvianos tienen su principal función y de hecho casi exclusiva en el soporte del cuerpo cuando están en reposo y en el avance cuando están en movimiento, poseen una distribución equilibrada del trabajo. Los miembros anteriores soportan la mayor parte del peso corporal (55% - 60%), además son los

primeros en amortiguar el impacto de los pasos rápidos y de la caída cuando se realiza un salto. Los miembros posteriores están menos involucrados en esta tarea, y son los encargados en producir el empuje propulsivo principal. Aunque esta distribución no es invariable, en especial cuando se deben compartir las cargas que son soportadas por cada miembro, las cuales pueden estar alteradas por variaciones de la postura al cambiar el centro de gravedad. La forma más evidente de esto es elevando la cabeza, y por lo tanto acortando el brazo y desplazando el centro caudalmente, el movimiento recíproco lleva el centro de gravedad cranealmente. Estas alteraciones en el transporte de la cabeza pueden ser más pronunciadas cuando el animal claudica. (Dyce, 2010)

El cuerpo se sostiene e impulsa mediante las extremidades, las cuales tienen una dirección determinada denominada "Aplomo", que corresponde a la dirección que sigue el eje de los miembros en relación con el plano medio del cuerpo (Toucedo, 1977). Un miembro torácico tiene una buena conformación, cuando visto desde un plano frontal y tirando una línea desde el hombro divide el miembro (pasando por el tercer metacarpiano en línea recta y el centro del casco) en dos partes iguales. (Fig N° 1)

También se debe mirar desde un costado para determinar si está derecho, se tira una línea desde el ángulo caudal de la espina de la escápula que debe dividir en partes iguales el miembro pasando por el nudo y luego cae justo detrás de los talones del casco (Fig. N° 1) (Dyce, 2010)

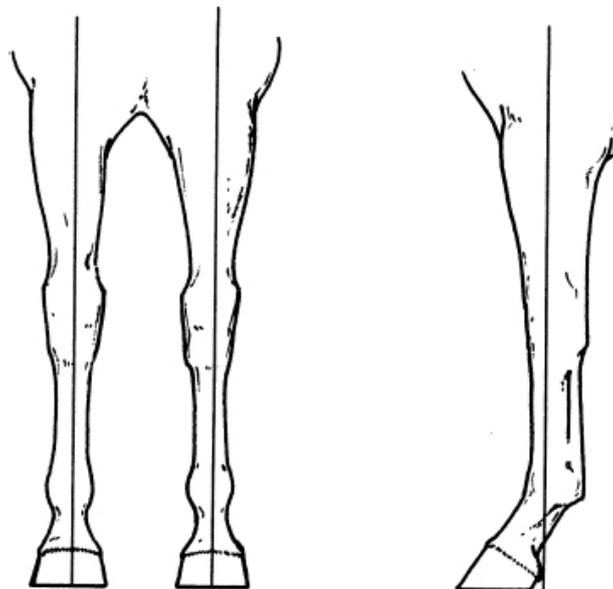


Figura. N° 1. Conformación normal de aplomos vistos de frontal y lateral. Baxter, 2011

Las anomalías en la conformación del miembro pueden terminar en movimientos anormales, que derivan en un desgaste anómalo y desigual del casco lo que conlleva a que el equino claudique. (Dyce, 2010)

Las desviaciones comúnmente observadas en el plano frontal son en “*base amplia*” o “*abierto de adelante*” cuando el miembro esta lateralizado (Fig. N° 2), y en “*base estrecha*” o “*cerrado de adelante*” (Fig. N° 2) cuando el miembro esta desplazado hacia medial. (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

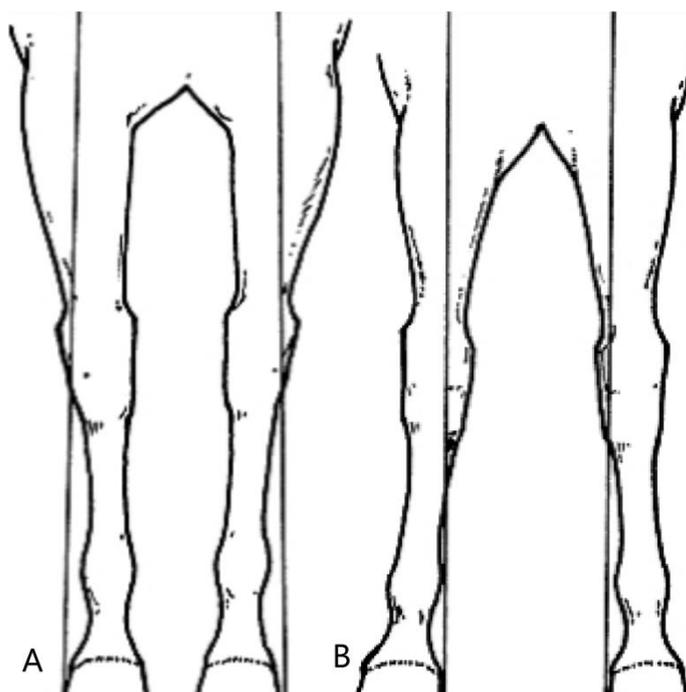


Figura N° 2. **A.** Conformación en “*base estrecha*” o “*cerrado de adelante*”. **B.** Conformación en “*base amplia*”. Baxter, 2011.

Las desviaciones vistas desde lateral son denominadas “*plantado de adelante*” (Fig. N° 3) cuando todo el miembro se encuentra por delante de la línea del aplomo, y “*remetido de adelante*” (Fig. N° 3) donde todo el miembro se encuentra por detrás de la línea de aplomo normal. (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

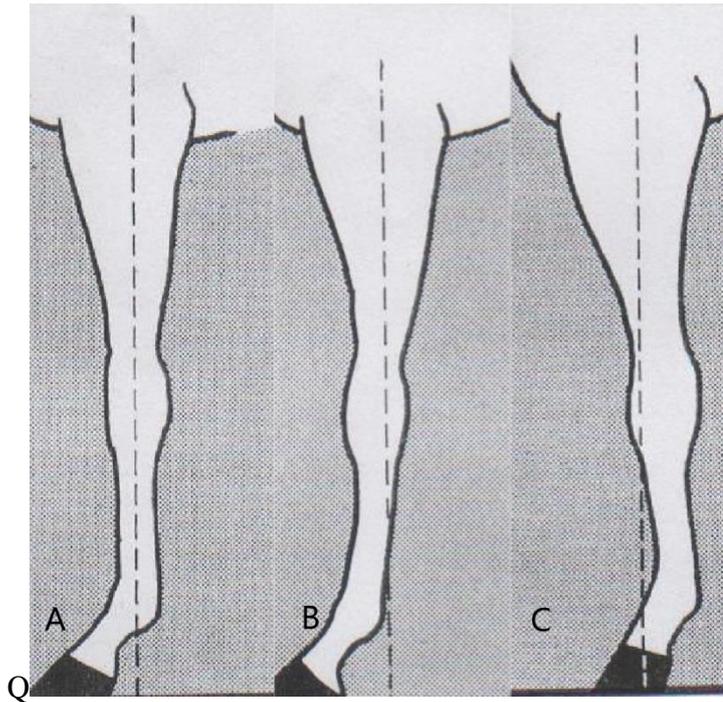


Figura N° 3. **A.** Aplomo normal visto de lateral. **B.** Conformación “*plantado de adelante*”. **C.** Conformación “*remetido de adelante*”. Manual de semiología FCV-UBA, 2016.

A demás podemos observar otras anormalidades del miembro anterior, en las cuales el miembro esta desviado distal de la región del carpo “*rodilla*” o distal a la articulación metacarpofalangeana “*nudo*”. (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

Las desviaciones observadas en el plano frontal que están por dentro de la línea de aplomo, se denominan “*patizambos*”, “*cerrados de rodillas*” o “*desviación hacia medial*” (Fig. N° 4). Cuando los carpos están por fuera de la línea de aplomo, se los denomina “*abiertos de rodillas*”, “*zambos*”, “*huecos de rodillas*”, o “*desviación hacia lateral del carpo*” (Fig. N° 4). (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

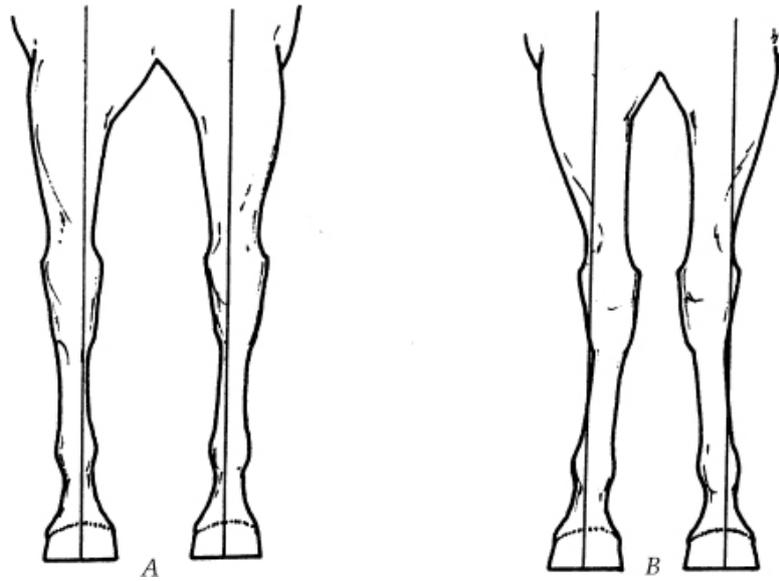


Figura N° 4. **A.** Conformación “abierto de rodillas”. **B.** Conformación “cerrado de rodillas”. Baxter, 2011.

Cuando el “nudo” se encuentra por fuera de la línea de aplomo, generalmente acompañado del casco rotado hacia fuera, se lo denomina “pie izquierdo”. En el caso inverso donde los “nudos” tienden a ir hacia fuera, y los cascos a rotar hacia adentro, se denominan “estevados”. (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

De perfil a nivel de la “rodilla” o carpo cuando el mismo está delante de la línea de aplomos se denomina “corvo” (Fig. N°5). Cuando el carpo por detrás de la línea de aplomo se denomina “trascorvo” (Fig. N°5). (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

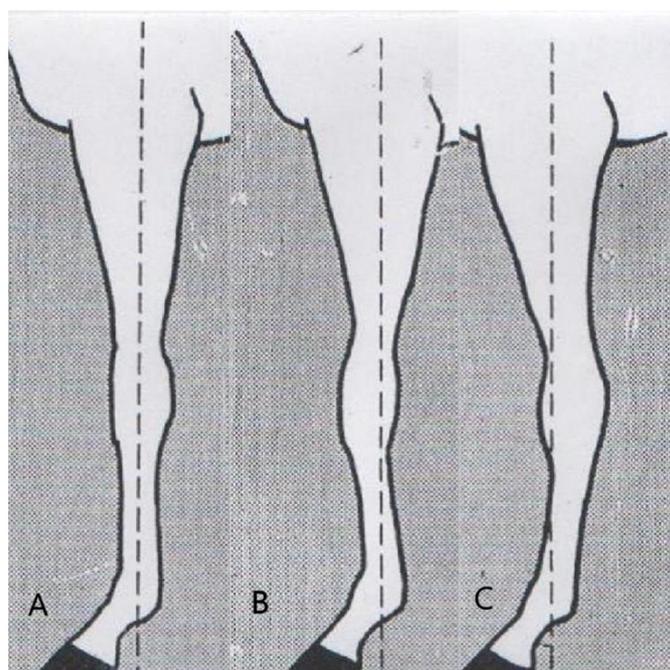


Figura N° 5. **A.** Aplomo normal de perfil. **B.** Conformación “corvo”. **C.** Conformación “trascorvo”. Manual de semiología FCV-UBA, 2016. 8

Cuando la línea de aplomos toca los talones y el “*nudo*” tiende a desplazarse hacia delante de la misma, se los denomina “*parados de nudos*”. En el caso inverso se lo denomina “*sentado de nudo*”. (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

Respecto al miembro pelviano visto desde atrás en conjunto la línea de aplomos se traza desde la tuberosidad isquiática (“*punta de nalga*”) hasta el suelo, dividiendo al miembro en dos partes iguales (Fig. N° 6). Para el miembro por regiones se utiliza la misma línea imaginaria. (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

Si los miembros están por dentro de la línea de aplomo, o sea que la distancia entre los cascos es menor que entre los muslos, se los denomina “*cerrados de atrás*” (Fig. N° 6). Si los miembros están por fuera de la línea de aplomo se los denomina “*abiertos de atrás*” (Fig. N° 6). (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

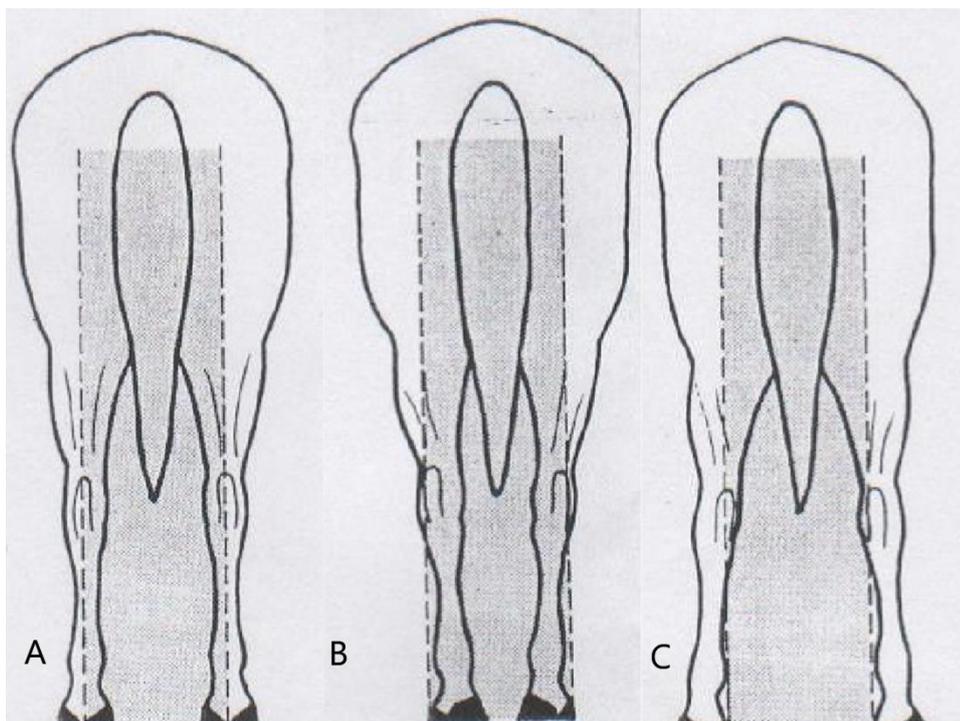


Figura N° 6. **A.** Aplomo normal. **B.** Conformación “*cerrado de atrás*”. **C.** Conformación “*abierto de atrás*”. Manual de semiología. FCV- UBA, 2016.

Para el miembro pelviano visto de perfil, en conjunto y por regiones, corresponden las mismas líneas de aplomos. Se trazan desde tuberosidad isquiática hasta el suelo, rozando la punta del calcáneo (“*punta del garrón*”), tocando la cara posterior del tercer

metatarciano “caña”, y llegando al suelo 7 cm por detrás de los talones. Puede trazarse otra línea que va desde la articulación coxofemoral, pasa por delante de la “caña”, llega al suelo y divide el casco en dos partes simétricas. (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

Si los talones se alejan más de 7 cm de la línea de aplomo hacia adelante, denominaremos a este animal “remetido de atrás”. Cuando los miembros están por detrás de la línea de aplomo se los denomina “plantado de atrás” (Fig. N° 7). (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

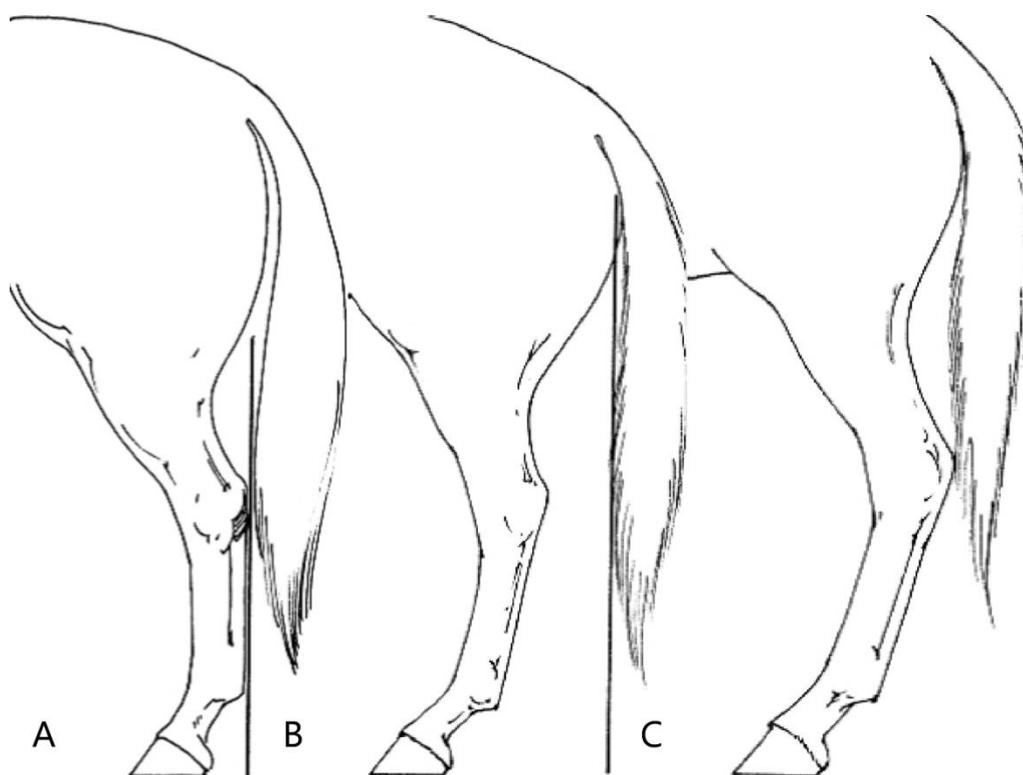


Figura N° 7. **A.** Conformación normal. **B.** Conformación “Plantado de atrás”. **C.** Conformación “Remetido de atrás”. Baxter, 2011.

De atrás por regiones a nivel del tarso (“garrón”) pueden estar por dentro de la línea de aplomo, a estos se los denomina “cerrados de garrón” o “desviación hacia medial de los garrones”. Generalmente estos animales presentan el casco desviado hacia fuera, lo que se denomina “pie izquierdo”. Cuando los garrones están por fuera de la línea de aplomo, en este caso se los denomina “abierto de garrones”. (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

De perfil por regiones a nivel del tarso una angulación extremadamente cerrada de la articulación del garrón, se denomina “*sentado de garrón*”. La angulación extremadamente abierta de la articulación del garrón se denomina, “*abierto de garrón*”, “*parado de garrón*” o “*derecho de garrón*”. (Manual de Prod. Equina, UNRC, 2009)

Como menciona Giliberti (2016) apoyándose en diferentes autores, concluye que en el caso de los potrillos, las líneas de aplomos tienen particularidades que lo hacen diferente al adulto. La caja torácica de los potrillos es más estrecha debido a que no está totalmente desarrollada. Por ello, los codos se cierran y el miembro rota en abducción dando un característico “*base ancha*”. Es común que la parte distal de la articulación metacarpo falangiana rote hacia afuera formando lo que se denomina “*pie izquierdo*” (Stashak, 2001). El carpo de un potrillo recién nacido es considerado normal si tiene un ángulo de 2 a 5 grados de desvío lateral distal, valgus (Greet, 2015). Esta conformación se modifica a medida que el tórax se ensancha durante el curso del primer año de vida (Smith, 2010).

3.2 Histología del hueso y osificación endocondral

El hueso es una forma especializada de tejido conectivo en donde los componentes extracelulares están calcificados, este hecho confiere al hueso una marcada rigidez a la vez que mantiene cierto grado de elasticidad. Además de sus funciones protectoras y de soporte, el hueso constituye una reserva de calcio movilizable, participando así en el mantenimiento de la homeostasis cálcica en el organismo. Para acomodarse a la variabilidad de las tensiones mecánicas y a las demandas de la homeostasis de calcio, todos los huesos del cuerpo se encuentran en una fase dinámica de crecimiento y reabsorción durante toda la vida. Como sucede en todos los tejidos conectivos y de soporte, el hueso también está formado de células, fibras (colágeno) y matriz orgánica extracelular (proteoglicanos, glicosaminoglicanos y fluido intersticial). Las sales

inorgánicas, predominantemente los cristales cálcicos de hidroxiapatita, forman el componente mineral de la matriz ósea. (Wheater, 1980)

El hueso o tejido óseo es un tejido rígido que constituye la mayor parte del esqueleto de los vertebrados superiores. Está formado por una matriz extracelular calcificada o matriz ósea, y cuatro tipos diferentes de células. Las células que se encuentran en el hueso son: osteoprogenitoras, osteoblastos, osteocitos y osteoclastos. Las células osteoprogenitoras son células indiferenciadas que tienen la capacidad de dividirse y dar origen a las células óseas. (Cepeda, 2002)

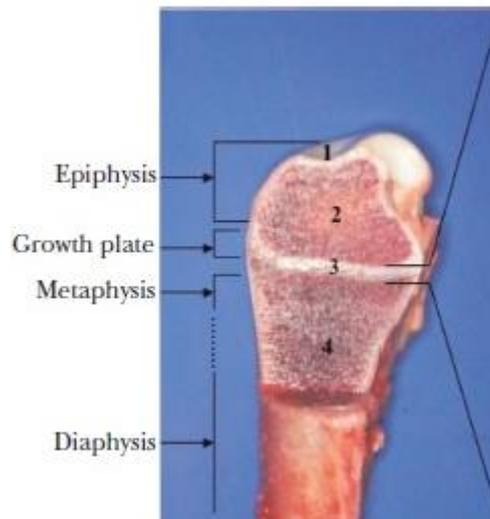
Cepeda (2002) continúa, explicando que los osteoblastos son las células inmaduras cuya función es la formación de la matriz del hueso. Estas células sintetizan y secretan componentes orgánicos de la matriz (colágeno I, proteoglicanos y glicoproteínas), sustancia conocida como osteoide. Una vez rodeados por la matriz extracelular recién sintetizada, los osteoblastos pasan a llamarse osteocitos. Los osteocitos son las principales células maduras del hueso y los responsables del mantenimiento de la matriz. La muerte de los osteocitos es seguida de la resorción de la matriz. Los osteoclastos son células grandes, multinucleadas cuya función es participar en forma activa en los procesos de reabsorción secretando ácido, colagenasa y otras enzimas proteolíticas que atacan la matriz ósea y destruyen la matriz calcificada, lo que permite un remodelamiento continuo del hueso.

La Matriz Ósea, está constituida por matriz orgánica y sales inorgánicas. La materia inorgánica representa el 50% de la matriz ósea, sus principales componentes son calcio y fósforo, pero también contiene bicarbonato, citrato, potasio, magnesio y sodio. El calcio y fósforo se encuentran formando fosfato de calcio en forma de cristales de hidroxiapatita y también fosfato de calcio amorfo. La materia orgánica corresponde en un 95% a colágeno tipo I y a matriz extracelular amorfa que contiene glicosaminoglicanos asociados con proteínas. La sialoproteína y la osteocalcina unen calcio con mucha avidéz y podrían ser responsables de promover la calcificación de la matriz, esto se deduce, ya que otros tejidos de similar composición, que no poseen estas glicoproteínas, no se calcifican. Entre los glicosaminoglicanos del hueso se encuentran el condroitín-4-sulfato, condroitín-6-sulfato y queratán sulfato. El periostio es el tejido conectivo que se encuentra recubriendo externamente al hueso. Se le distinguen dos regiones: una externa con predominio de fibras colágenas y fibroblastos; y una región

interna, más celular, en la que se encuentran células planas con potencial para dividirse por mitosis y diferenciarse a osteoblastos. La unión del periostio al hueso es muy firme y está dada por bandas de fibras de colágeno conocidas como fibras de Sharpey. (Cepeda, 2002).

El autor (Cepeda, 2002), desarrolla “el endostio tapiza la cavidad interna del hueso y está compuesto por una capa de células osteoprogenitoras y una pequeña cantidad de tejido conectivo. La principal función del periostio y el endostio es la nutrición del tejido óseo y la provisión de nuevos osteoblastos para la reparación y crecimiento del hueso”. Agrega que microscópicamente se distinguen dos tipos de hueso: el hueso compacto, que presenta áreas densas sin cavidades, y el hueso esponjoso, que presenta áreas intercomunicadas por cavidades; sin embargo, ambos huesos tienen la misma estructura histológica básica. En los huesos largos, las epífisis están constituidas por hueso esponjoso recubierto por una delgada capa de hueso compacto; mientras la diáfisis está formada casi exclusivamente por hueso compacto, con una pequeña capa de hueso esponjoso en la superficie interna, alrededor de la cavidad medular.

La estructura macroscópica de un hueso largo está constituida por dos extremos ensanchados llamados epífisis (Fotografía N° 1) que se encuentran unidos entre sí por un cilindro, la diáfisis (Fotografía N° 1); entre la diáfisis y las epífisis se encuentran las metáfisis (Fotografía N° 1). Los extremos de las epífisis se encuentran recubiertos por una fina lámina de cartílago hialino correspondiente al cartílago articular; la superficie externa del resto del hueso se encuentra recubierta de una membrana vascular fibrosa que corresponde al periostio, lugar donde se insertan los tendones y ligamentos. Cepeda, (2002).



Fotografía N° 1. **1 y 2**, Epífisis. **3**, Placa de crecimiento. **4**, Metáfisis. Vidal, 2010.

La microestructura del hueso compacto está constituida básicamente por columnas paralelas de capas óseas o laminillas dispuestas alrededor de canales que contienen los vasos sanguíneos, linfáticos y nervios. Los canales vasculares longitudinales son conocidos por el nombre de Conductos de Havers o conductos haversianos, y conjuntamente con sus láminas concéntricas forman los llamados sistemas haversianos u osteonas; entre estos sistemas existen numerosas formaciones irregulares de laminillas llamados sistemas intersticiales. Los paquetes neurovasculares se conectan entre sí, y también con el endostio y el periostio por canales perpendiculares llamados conductos de Volkmann. (Wheater, 1980)

El hueso esponjoso, presenta una estructura en base a trabéculas o espículas, que carecen de sistemas de Havers y no tienen vasos sanguíneos en su interior, sino que están rodeadas por espacios medulares vasculares. Existen dos diferentes formas de osificación en el feto, la osificación intramembranosa y la endocondral. La osificación intramembranosa es el proceso por el cual los huesos se forman directamente a partir de tejido mesenquimático, esto ocurre en la formación de huesos planos y en el engrosamiento de los huesos largos. (Cepeda, 2002)

La osificación endocondral o indirecta, es el proceso donde el hueso se forma a partir de un modelo de cartílago hialino; esta osificación ocurre en los huesos largos y cortos. En el momento del nacimiento del potrillo, prácticamente todo el cartílago original ha sido reemplazado por hueso. Sólo hay dos sitios de cartílago en crecimiento al nacer, la

fisis (metáfisis) y el cartílago articular. La fisis, forma el límite entre la epífisis y la diáfisis y es la responsable de permitir el crecimiento de los huesos largos posterior al nacimiento. En los huesos largos, el primer tejido óseo que se forma aparece a través de osificación intramembranosa a partir del pericondrio, formando un manguito óseo alrededor de la diáfisis, el collar óseo. (Hopper, 2002)

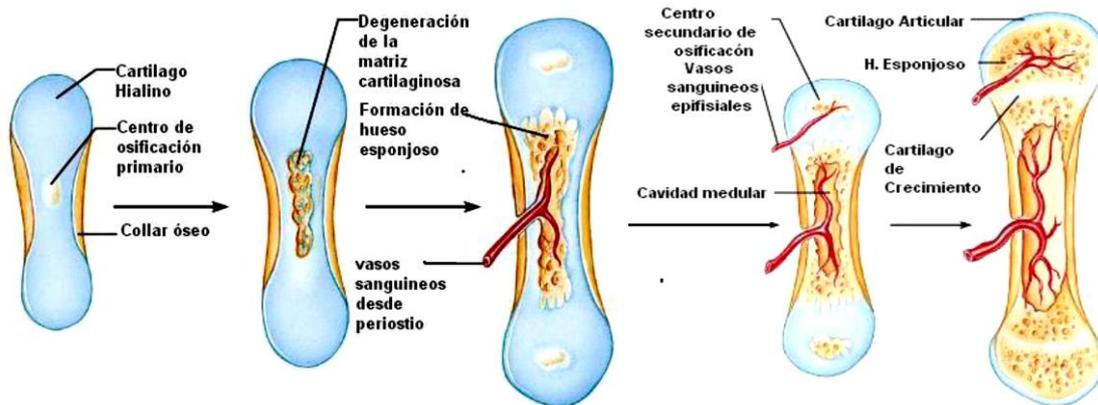


Figura N°8. Proceso de osificación endocondral. Thompson, 1995.

El molde de cartílago hialino que se encuentra por debajo de él, se va reemplazando por hueso durante el desarrollo del embrión; los condrocitos que se encuentran en el interior de la diáfisis cartilaginosa, se van diferenciando e hipertrofiando, con esto, la sustancia entre estas células hipertrofiadas se vuelve muy delgada, reabsorbiéndose el cartílago que les rodea hasta dejar delgadas trabéculas perforadas de matriz cartilaginosa que luego se calcifica. La calcificación evita que los condrocitos hipertrofiados reciban los nutrientes necesarios, lo que da como resultado la degeneración y muerte de éstos. (Eurell, 1998)

Explica el autor, Eurell (1998) que durante este período, el pericondrio es invadido por numerosos capilares, cambiando el microambiente alrededor del cartílago, y pasa a ser periostio. Luego, vasos sanguíneos del periostio ingresan a la zona de los condrocitos hipertrofiados en degeneración, aumentando el nivel de oxígeno disponible, y generando luego, el centro de osificación primaria, cuyo rápido crecimiento en longitud, hace que en poco tiempo ocupe toda la diáfisis. Esta expansión del centro de osificación primaria es acompañada por el crecimiento del collar o manguito óseo que se va expandiendo en dirección de las epífisis.

Mientras el centro primario de osificación se está formando, el cartílago a cada lado del modelo óseo continúa proliferando y así aumenta el largo del hueso. Cuando el centro primario no es necesario para el soporte, la mayoría del hueso formado en el centro es reabsorbido por los osteoclastos formando así la cavidad medular. En los centros de las epífisis de los huesos largos se desarrollan centros adicionales de osificación, llamados centros de osificación secundarios, que a diferencia del primario presentan un crecimiento radial en vez de longitudinal. Esta osificación no reemplaza todo el cartílago epífisiario, se mantiene la cantidad suficiente de cartílago para la existencia de los cartílagos articulares y para mantener el crecimiento longitudinal del hueso posterior al nacimiento, para esto, queda un disco transversal de cartílago entre la diáfisis y cada epífisis: la fisis o cartílago epífisiario, en los animales domésticos éste persiste hasta la pubertad, y luego también será reemplazada por hueso. (Eurell, 1998)

El proceso de crecimiento requiere de la formación de cartílago, lo que generará un aumento en el tamaño en la longitud de los huesos largos explica Hopper (2002). Este crecimiento es posible gracias a la existencia del cartílago de crecimiento, el cual posee una arquitectura celular característica desde el nacimiento hasta la madurez. Las células cartilaginosas se disponen en zonas, las cuales varían entre sí según ubicación y función.

Desde el extremo epífisiario se distinguen 5 zonas (Figura N° 9):

1. Zona de reserva cartilaginosa o también llamada zona de Ranvier, la que está constituida por cartílago hialino sin cambios morfológicos en sus células.
2. Zona de proliferación temprana y tardía, lugar donde la división celular ocurre, las células cartilaginosas sufren mitosis sucesivas hasta formar columnas de condrocitos; las células de esta zona van aumentando su actividad metabólica lo que lleva a una hipertrofia celular y a un cese de la capacidad de división; dando origen a la zona de hipertrofia.
3. Zona de hipertrofia, es un segmento estructuralmente débil, contiene condrocitos que han aumentado su volumen; la matriz extracelular se restringe a delgados tabiques entre los condrocitos.
4. Zona de calcificación, en esta región la matriz intercelular gradualmente se va calcificando y se produce muerte de los condrocitos.

5. Zona de penetración vascular, donde los capilares invaden las columnas de cartílago en calcificación. Estos vasos también proveen de componentes celulares (osteoblastos, condroblastos), ya que es aquí, en las columnas de cartílago en calcificación donde los osteoblastos elaboran la matriz osteoide, la porción orgánica del hueso.

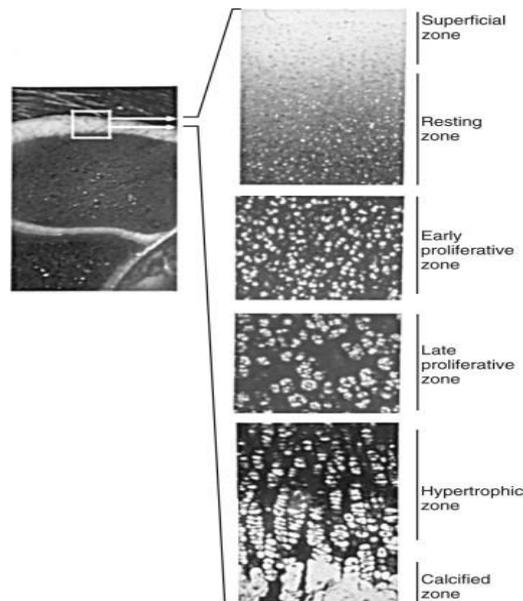


Figura N° 9. Regiones epífisarias. Douglas, 2011.

El aporte sanguíneo hacia el cartílago de crecimiento proviene desde la circulación epífisaria, metáfisaria y pericondral, explica Turner, (1987). Cuando el crecimiento cesa, la fisis se va haciendo cada vez más delgada y finalmente la epífisis y la metáfisis se fusionan. La edad de cierre del cartílago de crecimiento y por lo tanto, de calcificación completa depende del hueso e incluso del miembro. Así lo confirma un estudio donde el tercer metacarpiano izquierdo, presentó una mayor madurez ósea, estimada por medio de la densidad radiográfica, que el metacarpo derecho en potrillos. (Warren, 1997)

La mayor parte de los datos existentes sobre el cierre de los cartílagos epífisarios están basados en interpretaciones radiográficas, pero es bien sabido que el cierre funcional del cartílago de crecimiento ocurre antes que lo demostrado por las radiografías. (Turner, 1987)

Baxter (2011) describe que la tensión y compresión en la fisis son esenciales para el desarrollo continuo y ordenado del hueso. Cada placa de crecimiento tiene un rango biológico al cual responden tanto de tensión como de compresión. Dependiendo de si este rango de tensión y/o compresión aumentan, se acelera el crecimiento fisisal mientras que si decrece la tensión y/o compresión se detiene. Independiente de las fuerzas de compresión o tensión el crecimiento fisisal puede disminuir o incluso detenerse, esto se debe a la ley de Heuter - Volkmann y tiene una aplicación importante en el manejo de potrillos con desviación angulares.

Cuando cesa el crecimiento del hueso, la fisis se vuelve progresivamente más delgada y finalmente la epífisis y la metáfisis se fusionan. La placa de crecimiento es reemplazada por hueso trabecular, imposibilitando al mismo corregir una Desviación Angular del Miembro. El tiempo de cierre fisisal depende del hueso específico. Algunas cierran temprano y otras permanecen abiertas durante varios años. El cierre funcional (potencial remanente de crecimiento) de la placa ocurre antes del cierre radiográficamente visible, lo que es de importancia para determinar si se está a tiempo de realizar una cirugía para corregir una ALD. En general mientras más distal sea la fisis, más temprano se vuelve funcionalmente inactiva. Por ejemplo el metacarpo/metatarso distal cierra antes que la tibia o radio distal, haciendo que la corrección de las ALDs de estos huesos deban ser corregidas antes que aquellos en el tarso o el carpo. Además, cualquier lesión en la fisis como una excesiva presión, traumatismos, isquemia, tracciones, fuerzas de corte pueden llevar a un cierre prematuro de las placas o a un crecimiento asincrónico. (Baxter, 2011)

Hueso	Finalización de crecimiento rápido (meses)
Metacarpo/Metatarso III	2 – 3
Carpo/Tarso	4 – 6
Radio (distal)	6
Tibia (distal)	6 – 10

Tabla N° 1. Finalización de crecimiento rápido de Huesos.

3.3 Enfermedades Ortopédicas del Desarrollo (DOD)

Es un grupo de enfermedades que afectan a los potrillos y el equino en desarrollo. Lepeule (2009) explica que estas enfermedades son multifactoriales, pudiendo tener origen genético y estar asociado asimismo a prácticas alimenticias, de crecimiento y al ejercicio pero que aún no está claro de qué forma contribuye al desarrollo de las mismas cada causa.

Baxter (2011) expone que dentro de este grupo se encuentran la epífisis, las desviaciones angulares, la osificación incompleta y el colapso de los huesos cuboidales, artritis juvenil o el esparaván juvenil y las deformidades flexurales. Todas estas enfermedades a excepción de las deformaciones flexurales, son atribuidas a alteraciones en el crecimiento o el desarrollo del hueso en la placa de crecimiento metafisiario o articular-epífisiario (osificación endocondral). La osteocondrosis tiene una patogénesis similar a las DOD, se produce una alteración focal de la osificación endocondral, con etiología multifactorial. Los agentes comúnmente citados pueden ser de origen hereditario, crecimiento acelerado, conformación anatómica, traumatismos y desbalances nutricionales.

La formación de cartílago frágil, la falla en la diferenciación de los condrocitos, la necrosis subcondral y la falla en el suministro sanguíneo han sido descritas como el punto de inicio de la patogénesis.

3.4 Desviaciones angulares del miembro (ALDs)

Las ALDs son una desviación del miembro en el plano sagital y una DOD muy común en recién nacidos (McCarrel, 2017). Los animales con ALD presentan ya sea

una desviación valga (Fotografía N° 2) donde hay una desviación lateral del miembro, distal al lugar donde asienta la lesión o una desviación vara, el miembro se desvía medialmente distal a la lesión (Fotografía N° 2). Cualquiera de las dos desviaciones está asociada con cierto grado de rotación del eje normal del miembro. En el caso de los potrillos con una desviación valga, esta rotación del eje se produce hacia afuera (“*splay foot*”), y en los casos de la desviación vara se produce una rotación del eje hacia medial (“*pigeon toes*”). En la mayoría de los casos estas desviaciones son inicialmente solo posturales, aunque con el tiempo, el hueso se adapta a una carga anormal y se produce un crecimiento metafisiario anómalo resultando en la rotación permanente del miembro, de acuerdo a la ley de Wolff’s. (Auer, 2011)



Fotografía N° 2. **A.** Desviación valga de carpo derecho. **B.** Desviación vara bilateral de carpo.
Fotografías cortesía de Betiana B. Tschering.

Dependiendo de la articulación donde asienta la lesión se podrá denominar por ejemplo valgo carpal, en el cual el lugar de lesión es el carpo y el miembro a distal de

esta articulación esta desviado hacia lateral de la línea media del cuerpo. Un varo carpal indica que el tercer metacarpiano y el nudo están desviados hacia medial de la línea media. (Baxter, 2011)

Trumble (2005) señala que la desviación valga carpal es la ALD más común en potrillos, seguido de varo de la articulación metacarpofalangeana (nudo) y valgo tarsal. La desviación vara tarsal es rara como lo son desviaciones en otras articulaciones. Cuando se examina a los potrillos por sospecha de desviación angular, es importante tener en cuenta que la conformación en ellos no es igual que en el caballo adulto. En otras palabras, el potrillo estará bajo cambios madurativos durante el crecimiento lo que puede cambiar rápidamente la conformación. Por ejemplo una conformación valga carpal de 2 a 5° para un recién nacido es considerada normal y se mantiene hasta la edad de destete aproximadamente. El caballo generalmente crece de forma exponencial entre los 8 a 10 meses de vida, a este punto el miembro tiende a enderezarse. De acuerdo a Watson (2010), los recién nacidos aparentan tener desviaciones angulares y debilidad al nacer pero cuando el pecho se expande esta apariencia se corrige.

3.4. a. Etiología

Las desviaciones angulares en potrillos, están asociadas a causas congénitas, como una posición intrauterina anormal o suministro de sustancias tóxicas durante la gestación, así como desbalances hormonales y nutricionales. Aunque también pueden ser resultado de otra patología. Los potrillos que deben soportar mayor peso en un miembro debido a la lesión del miembro contralateral tienen mayores probabilidades de desarrollar una ALD en el miembro que soporta el peso. Además las heridas o inflamación fisiaria puede resultar en el crecimiento asincrónico o cierre temprano de la fisis, dando asimismo como resultado una ALD. (Bernard, 2011)

Smith (2015) afirma que las causas pueden ser clasificadas como perinatales haciendo referencia a aquellas que se presentan desde el nacimiento o adquiridas a las que se manifiestan más tarde en la vida del potrillo.

Diversos agentes etiológicos son responsables del desarrollo de ALD y pueden ser agrupados en dos categorías. Auer (2011) por su parte describe a las causas como factores perinatales, que incluyen condiciones que están presentes tanto en las etapas tardías de gestación o el periodo perinatal inmediato y factores del desarrollo que alteran los ejes normales de los miembros en etapas tardías. Las ALD pueden originarse en diferentes localizaciones del esqueleto apendicular, dentro de los huesos cuboidales del carpo o el tarso, en la zona epífisiaria de los huesos largos (epífisis, fisis y metáfisis) y ocasionalmente en las diáfisis de los huesos largos. Las desviaciones se desencadenan frecuentemente debido a un crecimiento desproporcional a nivel de las placas de crecimiento metafisiaria.

3.4.b.a Factores perinatales

Osificación incompleta de los huesos cuboidales.

Luego de un período normal de gestación, un potrillo debe nacer con adecuada osificación de los huesos carpales y tarsales. Una diversidad de eventos que afecten a la yegua, incluyendo la placentitis durante la gestación, enfermedades metabólicas severas y crónicas, parasitosis masiva y cólicos pueden afectar el medio intrauterino del potrillo provocando osificación incompleta al momento del nacimiento. Debido a que la placenta de la yegua no proporciona un intrincado intercambio de sangre entre el feto y la yegua, por ser una placenta gruesa de tipo epitelio – corial, el desarrollo de más de un feto es complicado. Por lo mismo los potrillos mellizos siempre tienen osificación incompleta al nacimiento de acuerdo a lo señalado por Auer (2011).

Baxter (2011) agrega que afecta principalmente potrillos prematuros, mellizos o subdesarrollados. La osificación de los huesos cuboidales ocurre durante las últimas dos a tres semanas de gestación, estos potrillos al momento del nacimiento no tienen huesos suficientemente osificados para soportar las fuerzas de peso y sostén normales, predisponiendo a grados variables de colapso de los huesos cuboidales tarsales y carpales. Los caballos que padecen esta enfermedad desarrollan osteoatrofia de las articulaciones distales al tarso y al carpo, provocando una claudicación.

Desarrolla Auer (2011) que la presión desigual sobre el estrato de cartílago articular y precursor puede deformar estas estructuras blandas, especialmente en un potrillo inmaduro. La osificación incompleta per se no representa una ALD, pero la carga desigual del esqueleto inmaduro conduce a ella. Una vez que la osificación alcanza la periferia, el precursor del cartílago se osifica de forma anormal, resultando en una ALD permanente.

En potrillos severamente inmaduros, pueden ocurrir fracturas osteocondrales, lo que provoca una claudicación permanente como consecuencia de una osteoartrosis. Esto sucede, principalmente, en el miembro posterior, donde las fuerzas de sostén y peso cambian de dirección en la región tarsal de cráneoproximal - caudodistal a vertical. La zona más afectada es el aspecto dorsal de los huesos tarsales. Si estos huesos están osificados de forma incompleta, la sobrecarga causa la reducción de los precursores de cartílago y eventualmente lleva a una fractura y dislocación del fragmento dorsal. Este problema resulta en el colapso parcial de los aspectos dorsales del tarso y la inclinación del miembro proximal en una dirección craneal. Los potrillos no trotan si no que dan “saltitos de conejo”, con sus miembros afectados.

En casos crónicos puede resultar en una deformidad flexural de los miembros posteriores secundaria a una sobrecarga crónica. Si no se trata el colapso de la placa de cartílago de los huesos cuboidales en los potrillos inmaduros, las desviaciones empeoran y, finalmente, los pequeños huesos del tarso se fusionan en un solo hueso de forma irregular e incorregible. Por lo tanto, la intervención temprana y el tratamiento agresivo son necesarios para asegurar un desarrollo normal. (Auer, 2011)



Fotografía N° 3. **A.** Radiografía de carpos de potrillo con hipoplasia de huesos cuboidales. Fruto, 2012.**B.** Corte transversal de articulación del tarso con colapso parcial del tercer metatarsiano. Stashak, 2001.

Laxitud de las estructuras periarticulares

En la bibliografía consultada se destaca que algunos potrillos nacen con ALDs severas en varias regiones, lo que lleva a un oscilación entre desviaciones valgus y varas dependiendo de la posición del miembro cuando el potrillo se mantiene de pie. Las desviaciones rotacionales de varios grados también pueden encontrarse durante los primeros días de vida.

Estos potrillos probablemente sufran de laxitud de los tejidos periarticulares o de un traumatismo de los tejidos blandos, ambos desencadenan una inestabilidad articular. Estas alteraciones llevan a una carga anómala de las superficies articulares y puede, en presencia de una osificación incompleta de los huesos cuboidales, y conducir a una ALD. Se cree que esto se produce por un desarrollo aberrante de los huesos largos y las

estructuras blandas asociadas debido a un desbalance hormonal o una posición anómala intrauterina. (Auer, 2011)

Osificación intrauterina aberrante

A veces los potrillos nacen con una desviación de los huesos largos. La osificación del tercer metatarsiano empieza a los 150 días aproximadamente. La etiología es desconocida pero se cree que hay influencia de un factor de tipo mecánico, este lleva a la deformación pasiva de los precursores del cartílago del hueso involucrados durante este periodo de gestación, y representa la explicación más probable de esta deformación. En la mayoría de los casos, la región fisal distal del tercer metatarsiano, está comprometido y forma una epífisis triangular. Curiosamente, una desviación vara es más frecuentemente diagnosticada. Debido a la osificación aberrante el miembro no puede ser enderezado manualmente. (Auer, 2011)

3.4.b.b Factores del desarrollo

Nutrición desbalanceada

La práctica común de “*crib feeding*” la cual consiste en la suplementación diferencial del potrillo al pie de la madre a menudo lleva a una excesiva ingesta de grano. Es importante que la nutrición sea balanceada, especialmente cuando se trata de minerales. Si la dieta no es balanceada, el desarrollo de las ALDs puede desencadenarse, y comprometer el potencial atlético del potrillo. Los niveles de minerales ingeridos pueden estar disminuidos por el agotamiento de las pasturas y la falta de una fertilización apropiada. Los problemas asociados a las dietas no balanceadas incluyen osteocondrosis, deformidades flexurales y ALDs. La enfermedad se desencadena por el crecimiento desproporcionado al nivel de las fisis. Las osteocondrosis generalizadas resultantes de la intoxicación con zinc o cobre o la deficiencia de las mismas pueden llevar a ALDs. (Auer, 2011)

Los niveles altos de insulina producto de dietas ricas en energía han sido sugeridos como contribuyentes para el metabolismo alterado y deficiente de mineralización.

Los desbalances nutricionales incluyen exceso de energía y fosforo, y deficiencia de cobre, calcio y fosforo. Al evaluar deficiencia de minerales, el cobre principalmente, ha demostrado causar signos clínicos y patologías articulares que se corresponden con osteocondrosis en potrillos.

El déficit de cobre se traduce en un ensamble de colágeno defectuoso debido a una deficiencia de lisina oxidasa, provocando un síndrome de hueso blando, principalmente en las regiones metafisiarias. (Baxter, 2011)

Ejercicio excesivo y traumatismo

Cuando fuerzas excesivas son aplicadas a una articulación y es cercana a la fisis, se puede producir una lesión en la fisis o el cartílago de la epífisis debido a que la placa de crecimiento es más débil que el hueso, los ligamentos y la capsula articular que la rodea. Las lesiones que en el caballo adulto provocan la ruptura de los ligamentos o dislocación de la articulación, en el potrillo pueden producir la separación traumática de la fisis.

El traumatismo induce a microfracturas y aplastamiento de la zona proliferativa en la base de la fisis, alterando la proliferación celular y la maduración, y en casos severos lleva al cierre temprano de la placa de crecimiento. Se produce un retraso de la calcificación de los condrocitos maduros e hipertróficos, resultando en el engrosamiento de la placa y en un mayor número de condrocitos hipertrofiados en el estrato celular. Si la compresión es excesiva, los condrocitos pueden sufrir necrosis y la fisis puede cerrarse de forma prematura o el crecimiento ser más lento. Cualquier factor que cause asimetría en la placa de crecimiento puede llevar a esta seguidilla de eventos resultando en ALDs. (Baxter, 2011).

Los autores Baxter (2011) y Levine (2017) señalan que la clasificación comúnmente utilizada es la de Salters, que las divide en seis tipos. Este sistema ha sido aplicado a todos los animales domésticos incluidos los equinos. El principal objetivo es el de permitir al clínico describir una lesión de forma apropiada y precisa. Aunque Levine

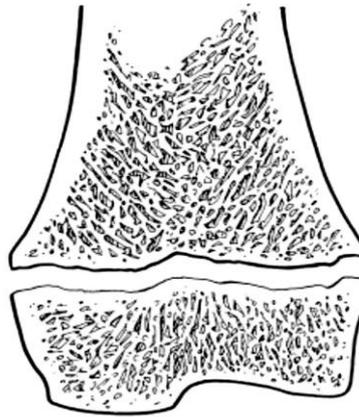
(2017) expone que aunque muchas de las fisis en el caballo están bajo cargas compresivas, hay algunas fisis en los sitios de unión a tejidos blandos (como por ejemplo el olecranon) que están bajo cargas de tracción (fuerzas de tensión). El sistema Salter - Harris no es preciso para describir fracturas de la fisis por fuerzas de tensión y, por lo tanto, los autores prefieren la descripción anatómica simple de estas fracturas.

Las fracturas fisiales son relativamente comunes en potrillos (20% de las fracturas) y son consideradas más graves que las diáfisiarias debido al riesgo de alterar el crecimiento normal del miembro y el compromiso articular que conlleva.

Los tipos I y II son las más comunes en equinos según reporta Baxter (2011). Las localizaciones comunes de las fracturas fisiales son en distal del metacarpo/metatarso, distal y proximal del radio, proximal del humero, proximal de la tibia y distal y proximal del fémur. Estas fracturas tienden a sanar rápidamente pero reducen el potencial de crecimiento de la fisis. Aunque el pronóstico puede ser muy bueno, un estudio (Embertson, 1986), indica que solo un 25 % de los potrillos con fracturas fisarias, alcanzan la recuperación completa.

Podemos entonces clasificarlas en:

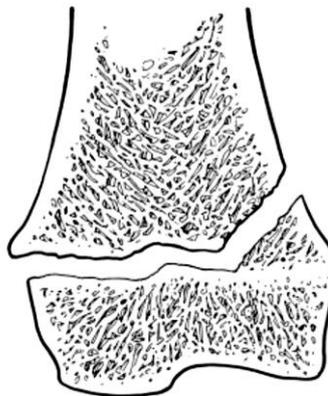
- Tipo I: Se limita a la zona de células hipertrofiadas, sin compromiso de la metáfisis y epífisis circundante. Hay separación completa de la fisis pero sin fractura que atraviese el hueso. Generalmente se debe a una fuerza de corte a través de la fisis, como sucede en potrillos con fracturas fisiales en proximal del fémur. Esto también se puede ver proximal al radio o al humero por un traumatismo externo. El tratamiento y el pronóstico varía dependiendo de la localización y las características de la fractura.



Type 1

Figura N° 10. Fractura fisal tipo I, según la clasificación de Salter – Harris. Baxter, 2011.

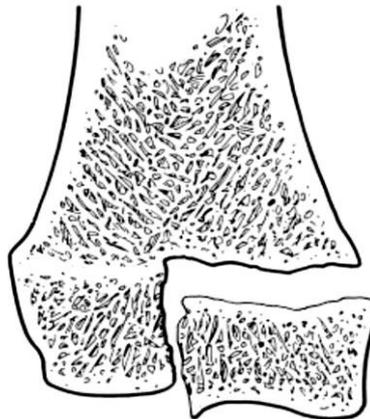
- Tipo II: Es la más común en potrillos. La línea de fractura se extiende a través de la fisis por una distancia variable y luego se abre camino a través de una porción de la metáfisis. Produciendo un fragmento triangular y afilado. Las células germinales permanecen en la fisis. Este tipo de lesión es comúnmente el resultado de fuerzas de corte y flexión. El periostio se tuerce en el aspecto convexo pero está intacto en el cóncavo. Así el periostio intacto está en el lado del fragmento metafisiario.



Type 2

Figura N° 11. Fractura fisal tipo II, según la clasificación de Salter – Harris. Baxter, 2011.

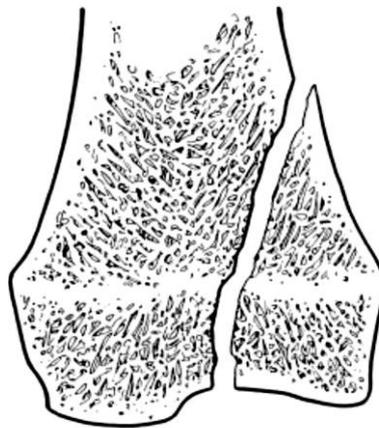
- Tipo III: Es una fractura intraarticular y se extiende desde la superficie de la articulación hacia la profundidad de la placa de crecimiento y luego a través de la fisis a la periferia. Este tipo de lesión es poco común en potrillos y usualmente es causada por fuerzas de corte o secundario a una infección de la fisis. La reducción abierta y la fijación interna son necesarias para reconstruir la superficie articular y prevenir la osteoartrosis.



Type 3

Figura N° 12. Fractura fisal tipo III, según la clasificación de Salter – Harris. Baxter, 2011.

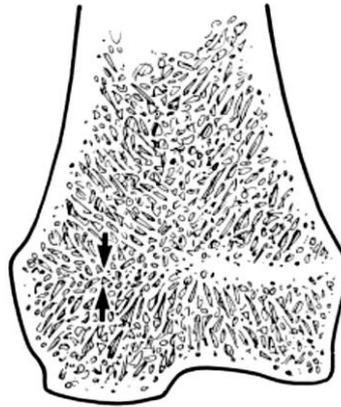
- Tipo IV: Son fracturas intraarticulares y se extienden desde la superficie articular a través de la epífisis, por toda la placa de crecimiento hacia una porción de la metáfisis. Este tipo de fractura es rara en potrillos. También es necesaria una reducción abierta y una fijación interna para su corrección.



Type 4

Figura N° 13. Fractura fisal tipo IV, según la clasificación de Salter – Harris. Baxter, 2011.

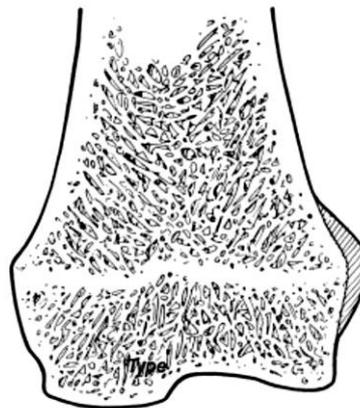
- Tipo V: Se produce por fuerzas de aplastamiento severas aplicadas sobre la epífisis en una región de la placa de crecimiento. Puede estar asociada con desviaciones angulares severas, como varus metacarpofalangeal, estando afectado en distal del tercer metacarpiano/tarsiano o en distal del radio en valgos carpales severos.



Type 5

Figura N° 14. Fractura fisal tipo V, según la clasificación de Salter – Harris. Baxter, 2011.

- Tipo VI: Se desarrolla un puente periostial entre la metáfisis y la epífisis. El hueso nuevo restringe el crecimiento del lado afectado de la fisis y tiene el mismo efecto que una grapa transfisal o tornillos y alambre. Esta lesión puede ocurrir como consecuencia de un traumatismo severo durante la colocación o remoción de grapas, tornillos y alambre, secundario a una periostitis o espontaneo por un traumatismo externo.



Type 6

Figura N° 15. Fractura fisal tipo VI, según la clasificación de Salter – Harris Baxter, 2011.

Epifisitis, fisitis o displasia fisiaria

La fisitis es la inflamación de la región fisal (placa de crecimiento) o hueso inmaduro, causando remodelación ósea. Esta inflamación se produce debido a que el

hueso recién formado no es capaz de soportar las cargas a las que se somete. Generalmente, la fisis distal del metacarpo/metatarso y la fisis proximal de la falange proximal son las más afectadas en potrillos ya que son las que mantienen un crecimiento activo durante los primeros tres meses de vida. (Bernard, 2011).

De acuerdo a lo reportado por Baxter (2011) la epifisitis o fisitis es una enfermedad generalizada que afecta el hueso de los caballos jóvenes con una incidencia entre los 4 a 8 meses de edad, aunque hasta los 2 años de edad pueden desarrollar esta condición. En el metacarpo/metatarso se produce a una edad más temprana (3 y 4 meses) y en radio o tibia al destete. Esta caracterizado por un engrosamiento de las placas de crecimiento de ciertos huesos largos. Puede afectar a una sola placa o a múltiples pero generalmente es bilateral y simétrica.

La displacia fisiaria puede ser un término más apropiado ya que la condición se cree que esta dada por una disrupción de la osificación endocondral en el cartílago de crecimiento.

Generalmente los casos de epifisitis se deben a una etiología nutricional, los animales afectados tienen músculos pesados, sobrepeso y son sobre alimentados para un rápido crecimiento manifiesta Baxter (2011). En potrillos, la inflamación alrededor de la fisis tiende a ocurrir cuando el hueso recientemente formado no soporta la carga a la que se lo ha expuesto. En los casos en los que la fisitis se debe a un exceso de ejercicio o un exceso de peso, la misma es simétrica (compromete la fisis en lateral y medial). Mientras que aquellas asociadas a la conformación o a retención de cartílago, son asimétricas (involucra solo una parte de la fisis, medial o lateral). Además, uno de los ejemplos más comunes en potrillos que desarrollan fisitis es debido a una falta de ejercicio debido a una enfermedad de base.

Si un potrillo pasa su primera semana de vida en decúbito, el hueso necesita adaptarse a las cargas que son aplicadas sobre el cuándo está de pie. Si el ejercicio aumenta dramáticamente en este periodo de adaptación, se produce un grado de fisitis. Por lo tanto, el control del ejercicio es especialmente importante en potrillos. (Bernard, 2011)

Cuando se aplica una compresión sobre la fisis, se produce un aumento del grosor de la misma debido al retraso de la calcificación y al aumento de la supervivencia de los condrocitos. Este es un fenómeno de autocorrección en el cual se corrigen las desviaciones menores. Aunque si la compresión es mayor a los límites fisiológicos, se produce un detenimiento permanente de la osificación, el resultado final es un

crecimiento fisial asincrónico y el desarrollo de ALD junto con la epifisitis. Según Baxter (2011) esto es comúnmente visto en distal del radio acompañado de un varo carpal.

Son procesos autolimitantes y si no presenta complicaciones, se resuelve con la maduración del esqueleto.

3.4. b. Signos Clínicos

Laxitud de los tejidos periarticulares

Los potrillos con laxitud ligamentosa son denominados “*azotados por el viento*” (*windswept*, Fotografía N° 4) debido a que sus miembros son muy flácidos y tienden a desviarse en la misma dirección. Estas lesiones afectan generalmente el carpo y el tarso, un miembro tiene una desviación valga y el otro vara.

Según lo señalado por Baxter (2011) si los miembros pueden ser enderezados manualmente indica un problema de los tejidos blandos y no una desviación de los huesos. Al paso la articulación puede desviarse hacia afuera o hacia adentro cuando se aplica peso sobre el miembro como consecuencia de la debilidad del tejido blando de soporte.



Fotografía N° 4. Conformación “windswept”. Auer, 2011.

Osificación incompleta de los huesos tarsales y carpales

Los potrillos afectados generalmente son prematuros e inmaduros y pueden tener también laxitud de los ligamentos. Al nacimiento los miembros están derechos, pero luego comienzan a deformarse debido al colapso de los huesos cuboidales. La desviación valga carpal y tarsal son las más comunes. (Baxter, 2011)

Los signos clínicos asociados al colapso de los huesos cuboidales pueden ser evidentes en potrillos recién nacidos como en las ADLs del carpo o tarso. La laxitud de los tejidos blandos concurrente es común. El miembro afectado puede ser enderezado manualmente pero generalmente hay un retroceso hacia adentro o hacia afuera cuando se expone a fuerzas de peso y soporte. (Baxter, 2011)

Suele ser bilateral y simétrico. Pueden estar afectados al mismo tiempo el carpo y el tarso.

El colapso o el aplastamiento de los huesos tarsales ocurren más comúnmente que la de los huesos carpales. El tarso puede aparecer como si estuviera curvo. Generalmente no hay renguera inicial pero la misma es inevitable si el colapso de los huesos cuboidales no es reconocido e inaparente clínicamente. (Baxter, 2011)



Fotografía N° 5. Osificación incompleta de huesos carpales. Greet, 2015.

Traumatismo/fractura de la fisis articular

La desviación se produce como consecuencia del traumatismo. Incluye la lesión de un solo miembro, claudicación y efusión articular. Estos signos y el dolor son los más significativos clínicamente. (Baxter, 2011)



Fotografía N° 6. **A.** Desviación valga carpal, resultado de fractura fisal del radio. **B.** Radiografía de carpo donde se observa una fractura tipo III de la fisis distal del radio. Hunt, 2016.

Crecimiento longitudinal asincrónico

Clínicamente son normales excepto por los miembros torcidos. No hay anormalidades palpables y los miembros no pueden ser enderezados manualmente. Dependiendo del grado de rotación del miembro, se acompaña de valgo carpal. Múltiples tipos de ALD pueden estar presentes en el mismo potrillo, especialmente si no ha sido tratado. El valgo carpal y el varo de la articulación metacarpofalangeana pueden ser concurrentes y la corrección de uno corrige la otra. (Baxter, 2011)

3.4.c. Diagnóstico

Caron (1988) menciona que el examen a distancia es útil para determinar la severidad de la desviación la cual puede variar dependiendo del grado de peso que es soportado y de la postura del potrillo. También es útil observar al potrillo en movimiento debido a que en casos sin complicaciones, los mismos no renguean. Si un potrillo con ALDs muestra signos de claudicación, además de temperatura e hinchazón debe realizarse un examen más exhaustivo en busca de la patología de origen.

La autora McCarrel (2017) coincide con lo anteriormente expuesto por el autor y agrega que la evaluación dinámica es de suma importancia debido a que el miembro con ALDs no tiene un vuelo normal durante el movimiento, esto se puede observar en las desviaciones varas de la articulación metacarpofalangiiana, donde el pie se desvía medialmente durante la fase de vuelo del mismo. Además agrega que se debe observar cuidadosamente para advertir desviaciones concurrentes, un ejemplo de esto es un valgo carpal y varo de la articulación metacarpofalangiiana.

Se consultó autores, tales como Auer (2011), Baxter (2011), Levine (2017), y existe concordancia de los mismos en que el diagnóstico está basado en la inspección, la manipulación del miembro y las técnicas de imagenología.

El potrillo es observado desde varios ángulos, principalmente desde adelante y desde atrás. Para evaluar el miembro el clínico debe posicionarse perpendicular al plano frontal del miembro a examinar. Los potrillos con conformación “izquierdo” (“*Splay-footed*”) (Figura N° 16), con o sin ALD, son evaluados desde una posición craneolateral, permitiendo una observación del carpo o tarso con una alineación apropiada del pie, respectivamente. Es muy importante que el pie apunte en la misma dirección que el carpo. Los potrillos recién nacidos son débiles, de pecho pequeño y en relación con su tamaño tienen miembros largos. (Auer, 2011)

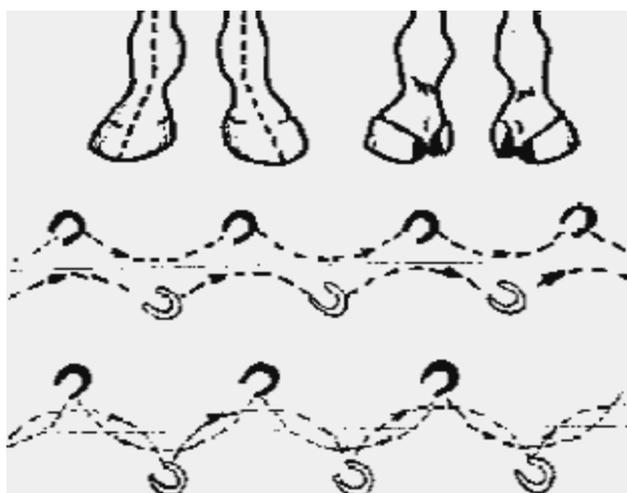


Figura N° 16. Conformación “izquierdo” y su podograma. Manual de Semiología FCV- UBA 2016.

Lo explicado anteriormente por el autor Auer (2011) resulta en una rotación hacia afuera de todo el miembro, incluyendo el pie debido a la posición del codo respecto del pecho. Con el aumento de la edad se produce el enderezamiento de los miembros, ya que el pecho se rellena y los músculos que unen el mismo al miembro se vuelven más fuertes, llevando a una rotación hacia adentro del miembro y una corrección de la posición. Distal al MCIII/MTIII, estos huesos experimentan un crecimiento longitudinal, solo por 3 a 4 meses, después de los cuales la fisis cierra. A menudo, aquí es cuando se detecta el problema.

La palpación y la manipulación del miembro ayuda a diferenciar entre desviaciones perinatales o del desarrollo. Si se aplica presión manual al miembro y se logra enderezarlo entonces la desviación se debe a una osificación incompleta o flacidez de las estructuras de soporte periarticulares. Si el miembro no puede ser enderezado por manipulación manual entonces hay alteración de las estructuras óseas. (Auer, 2011)

Auer (2011) retoma la idea previamente explicada por McCarrell (2017), respecto de la importancia del examen clínico en movimiento. Expone que la observación del potrillo mientras camina también provee información importante para el clínico. En condiciones normales si las articulaciones están alineadas paralelas al suelo, todos los movimientos articulares ocurren en el mismo plano y no hay rotación hacia afuera o hacia adentro de la articulación. Pero por ejemplo en los potrillos con el pie hacia adentro denominados “estevados” (“*pigeon-toed*”) (Figura N° 17) frecuentemente sufren rotación de las articulaciones metacarpofalangiana y metatarsofalangiana hacia afuera. Esto es producto de una mala orientación de las articulaciones respecto del eje largo de los huesos largos en el plano frontal o paralelo al suelo.

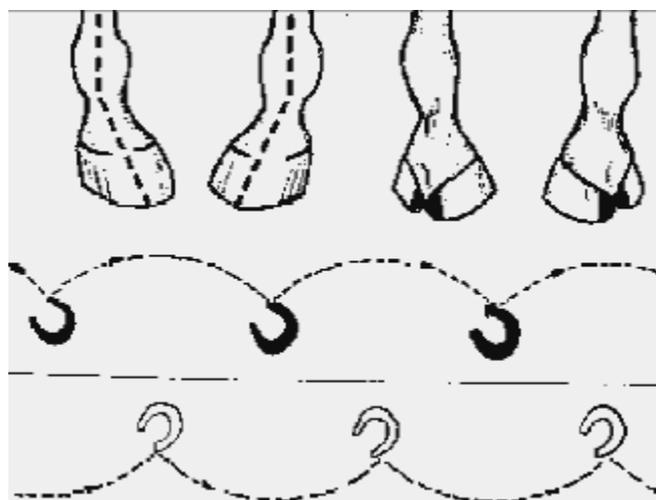
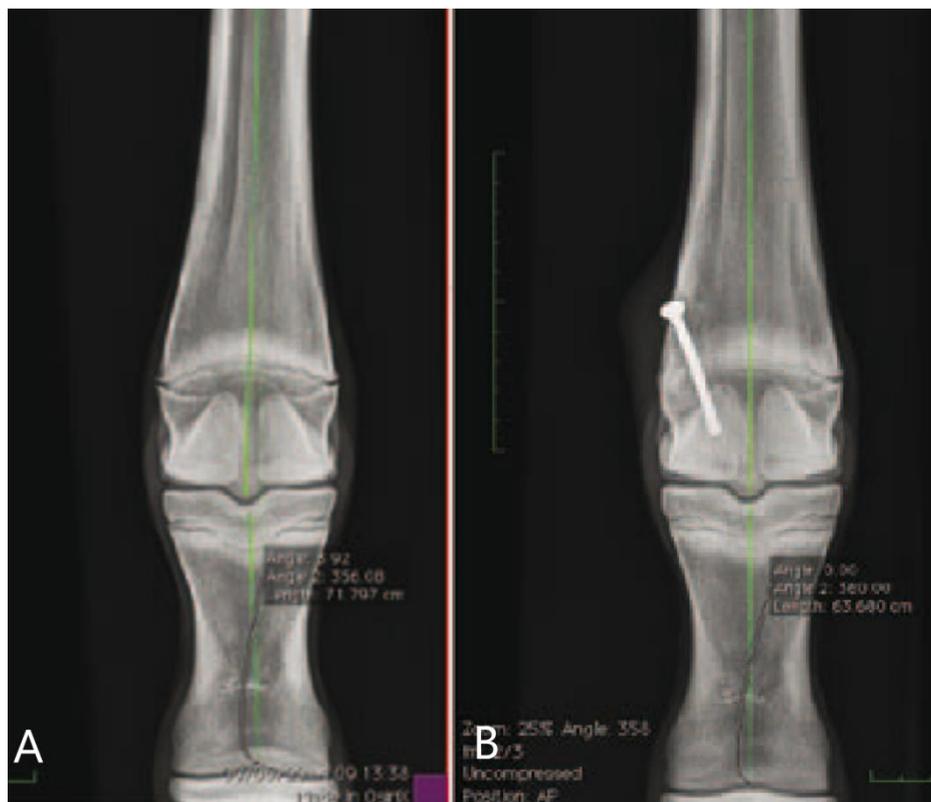


Figura N° 17. Conformación “estevado” y su podograma. Manual de Semiología Veterinaria FCV – UBA, 2016.

Auer (2011) explica que el único diagnóstico que ayuda y permite determinar de forma exacta la locación y el grado de desviación es la radiografía. Es importante usar *cassettes* largos y estrechos para tomar la placa e incluir la mayor parte posible de huesos distales y proximales a la desviación. Las vistas dorsopalmares y dorsoplantares son las más importantes, excepto en el tarso, donde se prefieren las vistas latero

mediales. Los huesos que constituyen la región distal del MCIII/MTIII y la primera falange deben ser alineados en un mismo plano para tomar las placas radiográficas, permitiendo interpretar la orientación articular y diferenciarla de las desviaciones.

Del mismo modo Smith (2015) explica la importancia del diagnóstico por imágenes y apoya la idea de Auer respecto al uso de *cassettes* largos para determinar el origen de la lesión y remarca la importancia de rotar el generador de rayos x para asegurarse que este dorsal al plano frontal o perpendicular al plano frontal ya sea en la articulación metacarpofalangiana o el carpo. Esto minimiza el riesgo de que una desviación rotacional sea confundida con una desviación angular. Una vez que se obtienen las placas radiográficas, es útil trazar una línea que divida en dos los huesos largos (Fotografía N° 7). El ángulo entre estas dos líneas puede ser medido para determinar el grado de desviación angular de la articulación.

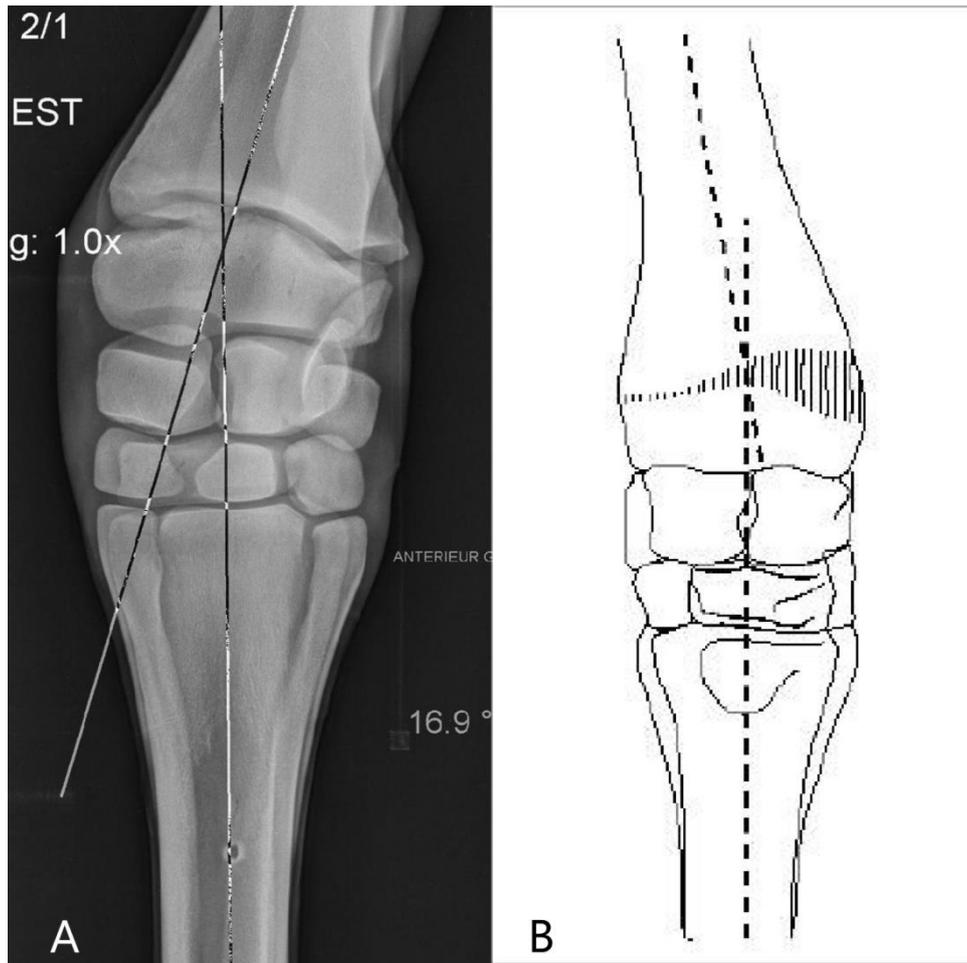


Fotografía N° 7. **A.** Radiografía Dorsopalmar de la articulación metacarpofalangeana derecha, en la misma se observa una desviación vara grado 4. **B.** Se observa la corrección de la desviación luego de la colocación de un tornillo. Smith, 2015.

Baxter (2011) se refiere al tema y expone que en el caso del crecimiento asincrónico en distal de la fisis radial, la desviación surge desde la región metafisiaria en lugar del carpo. Esto puede ser verificado trazando dos directrices a través del eje longitudinal de los huesos. El lugar donde se unen las directrices es donde asienta la lesión que da origen a la desviación.

La necesidad de un diagnóstico temprano no puede ser soslayado, especialmente en potrillos con osificación incompleta. Los precursores blandos de cartílago se deforman por cargas desiguales, combinadas con la progresión rápida de la osificación endocondral, pudiendo resultar en una desviación permanente dentro de las dos semanas de vida. (Auer, 2011)

El autor Brauer (1999) realizó un análisis retrospectivo en el cual compara dos métodos de análisis geométricos para determinar el ángulo total de la desviación. Estos métodos son el método del punto de pivote, ángulo y ubicación de la deformidad determinado en base a la intersección de la línea trazada a través del radio y metacarpo y el método de ángulo articular individual, ángulo de deformidad medido a nivel de la fisis radial distal y de cada articulación del carpo para determinar la desviación final.



Fotografía N° 8 (A) . Punto de intersección, utilizando método de pivote. (Jansson, 2005).Figura N° 18 (B). El punto de pivote de la desviación valga está localizada cercana a la placa de crecimiento del radio distal. El punto de pivote corresponde a la causa de la desviación angular. (Bussy, 2013)

3.4.d. Tratamiento

Baxter (2011) manifiesta que el mismo varía dependiendo de la causa que le da origen, la localización y la severidad de la ALD, así como de la edad del potrillo. Se sabe que la desviación vara es peor para la salud del potrillo que la valga. Los potrillos con desviación vara de la articulación metacarpofalangiana tienden a manifestar claudicaciones. La mayoría de los potrillos tienen un grado leve a moderado de conformación valga carpal que tiende a remitir conforme el mismo madura. En

contraste las desviaciones varas tienden a empeorar hasta los 6 meses. Caron (1988) agrega que debido a lo complejo y la naturaleza multifactorial de esta patología es necesario que cada caso sea considerado de forma individual.

Por su parte Trumble (2015) señala que el tratamiento de ALDs que se originan en la articulación, como osificación incompleta de huesos cuboidales o laxitud periarticular de los tejidos blandos, es diferente del tratamiento requerido cuando la ALD se origina en la región fisial. En potrillos con laxitud de los tejidos blandos y osificación normal, un aumento gradual del ejercicio (5-10 minutos diarios) es suficiente para fortalecer los músculos y tejidos blandos. Aunque, para aquellos potrillos con osificación incompleta, es necesario el confinamiento estricto para impedir el desarrollo de osteoartrosis y para evitar un mayor daño en los huesos cuboidales. Asimismo estos potrillos pueden ser tratados utilizando férulas o yesos.

En el caso de desviaciones de origen fisial, es de suma importancia que el clínico sepa cuáles son las opciones para el tratamiento del potrillo. Entre las opciones para este tipo de ALDs se encuentra el tratamiento quirúrgico y el desvasado correctivo o extensiones que son aplicadas en casco, dependiendo de la severidad del caso.

Levine (2017) explica que el tratamiento quirúrgico se puede dividir en tres categorías principales: aceleración del crecimiento, retraso del crecimiento y osteotomía / osteoctomía correctiva. Se debe utilizar manejo quirúrgico para potros con deformidades graves o para potrillos que no han respondido a un tratamiento conservador.

3.4.d.a Tratamiento Conservador

Está indicada para ALDs leves a moderadas. Implica la combinación de restricción de ejercicio, tiempo y cuidado del casco del potrillo. En condiciones normales la mayoría de los potrillos se corrigen de forma independiente ya que el hueso crece más rápido del lado cóncavo y más lento del lado convexo (Ley de Wolff's). Esto solo ocurre bajo cargas fisiológicas, por lo que el confinamiento es necesario para evitar la

sobrecarga de la fisis. Una hiperactividad puede perpetuar o provocar un traumatismo fisiario e impedir o empeorar la autocorrección del miembro. (Baxter, 2011)

Confinamiento

Baxter (2011) sugiere restringir el ejercicio del potrillo, confinándolo a él y a la yegua a un box o a un pequeño potrero.

Es apropiado en potrillos recién nacidos con los siguientes tipos de ALD:

- Potrillos con osificación incompleta y miembros derechos al momento del nacimiento. Estos potrillos nunca deben ser enviados al campo. El efecto del ejercicio sobre los huesos tarsales y carpales parcialmente osificados y débiles lleva a una subsecuente osteoartrosis. Los potrillos y la yegua deben ser restringidos a un establo por un máximo de 1 mes. Durante este periodo se deben realizar radiografías cada dos semanas para evaluar el progreso de la osificación. Un mayor confinamiento es poco recomendable ya que interviene con el normal desarrollo del potencial atlético del potrillo.
- Potrillos con osificación adecuada y ALD producto de un crecimiento desproporcional a nivel de la fisis y potrillos con desviaciones diáfisarias. Se recomienda confinamiento durante 4 a 6 semanas. Si no se corrigen durante este periodo se recomienda el tratamiento quirúrgico.
- Potrillos con laxitud de las estructuras blandas de soporte periarticulares y con correcto grado de osificación. Estos animales deben ser ejercitados diariamente por 10 a 20 minutos realizando una caminata con la yegua, estimulando a que el músculo trabaje y se fortalezca produciendo el enderezamiento de los tejidos blandos involucrados. Además 3 a 5 minutos de nado diario es el mejor ejercicio si las instalaciones lo permiten. El crecimiento del potrillo generalmente resuelve el problema.

Predecir si el problema se resolverá solo con reposo no es posible, y se puede perder tiempo valioso esperando. Esta es la razón principal para no prolongar el confinamiento

más de 4 a 6 semanas. Es crítico observar al potrillo continuamente durante el período de confinamiento. (Auer, 2011)

Yesos y férulas

Auer (2011) explica que los potrillos con osificación incompleta de los huesos carpales y tarsales deben ser tratados con férulas o yesos. El propósito de los mismos es mantener el miembro en una correcta alineación y permitir que se osifique de forma correcta, impidiendo que las fuerzas de soporte y peso no empeoren la condición. Paradis (2006) agrega que este tratamiento también es indicado para potrillos con laxitud periarticular de los tejidos blandos moderada a severa durante dos semanas aproximadamente. Es muy importante que el yeso o férula termine en la articulación metacarpofalangiana. Si se incorpora el pie se debilitan los músculos flexores, resultando en un nudo caído. En la mayoría de los casos este problema es temporario, pero se debe tener en cuenta debido a que puede llevar a problemas ortopédicos adicionales.

Caron (1988) expresa que el objetivo del uso de yesos es mantener un alineamiento axial de la articulación afectada y proporcionar una carga equilibrada sobre la articulación hasta que las placas de cartílago en crecimiento estén lo suficientemente desarrolladas para soportar las fuerzas de peso y soporte sin que las mismas se deformen. Usualmente aunque la desviación sea unilateral, ambos miembros son enyesados para evitar una sobrecarga en el miembro sano y una consecuente desviación.

Caron (1988) y Auer (2011) coinciden en que el yeso debe colocarse desde proximal al radio o la tibia hasta la articulación metacarpofalangiana. El miembro debe ser bien protegido antes de colocar la férula o el yeso. El mismo se cambia cada 3 a 4 días y se coloca relleno seco contra el miembro. Los yesos deben ser cambiados cada 10 a 14 días ya que dejar el yeso demasiado tiempo puede provocar daño en la piel debido al rápido crecimiento de los potrillos. Leitch (1985) indica que la tuberosidad radial distal y el hueso carpal accesorio son regiones predispuestas a la formación de excoriaciones.

La evaluación radiográfica se repite cada dos semanas y se determina el grado de osificación. Tanto las férulas como los yesos se mantienen hasta que se completa la osificación. Esto puede llevar dos a cuatro semanas, dependiendo del grado de osificación al momento del nacimiento. Mientras está puesto el yeso o la férula el flexor carpal y extensor ulnar lateral se debilitan por estar inmovilizados. Con tiempo, los defectos producto de esta debilidad se corrigen con el fortalecimiento y enderezamiento de los músculos. La terapia diaria de nadar es beneficiosa y ayuda a superar rápidamente dicha condición. Es importante mantener el miembro vendado por unos 4 a 5 días adicionales luego que se remueven el yeso o férula. Se debe tener cuidado con una excesiva presión para evitar la necrosis de la piel sobre el hueso carpal accesorio, como se mencionó con anterioridad.

Si las radiografías demuestran que la desviación está localizada en distal del radio o la tibia y no está causada por laxitud de los tejidos de soporte periarticulares u osificación incompleta, los yesos y las férulas son inútiles y están contraindicados, ya que provocan la excoiación de la piel y no corrigen la desviación. Se pueden hacer medias férulas con policloruro de vinilo (PVC), férulas adaptadas hechas de fibra de vidrio e incluso de madera, explica Auer (2011).

Watts (2017) considera que es de suma importancia que el tratamiento con yesos sea acompañado del confinamiento del potrillo. El potrillo debe ser sedado y colocado decúbito lateral; un guante de tacto rectal se coloca sobre el miembro para protegerlo del contacto con el agua y el poliuretano. El material debe ser remojado en agua tibia (21° a 23° C) hasta que este suave y maleable. Se escurre el exceso de agua y la tablilla es suavemente aplicada al miembro con el fieltro hacia la piel y cubriendo la mitad de forma circunferencial la mitad del miembro. Se asegura con venda de gasa y se deja secar con el cuidado que no se flexione el miembro.

La tablilla se retira y se deja reposar 5 a 7 minutos antes de volver a colocarlo en la extremidad. Debido a que la férula está acolchada y moldeada al contorno de la extremidad, es fácil colocarlo, y solo un rollo de cinta elástica autoadhesiva es necesaria para asegurarlo, haciéndolo conveniente para el uso diario. En el entorno hospitalario, se recomienda dejar la férula 12 horas para evitar ampollas por presión, dejándola puesta durante la noche donde el potrillo es menos activo.



Fotografía N° 9. Colocación de férulas. Auer, 2011.

Esto es especialmente importante si las cuatro extremidades están entablilladas, ya que hace engorroso para el potro acostarse y levantarse. Entablillar dos miembros por 12 horas e ir alternando extremidades durante las siguientes 12 horas puede ayudar al potro a hacer frente a esta situación. Ayudarlo manualmente a acostarse y levantarse varias veces al día es otra opción.

También hay férulas adaptadas (Fotografía N° 10) que permiten la movilización del tarso y carpo manteniendo la correcta alineación de los ejes. Los potrillos con osificación incompleta o laxitud de las estructuras de soporte periarticulares pueden ser tratadas de forma éxitos con estas férulas. Debido a que permiten el movimiento articular. Este tratamiento es de elección sobre las férulas fijas o los yesos pero es más cara. (Auer, 2011)



Fotografía N° 10. A. Férula articulada “RedBoot”.B. Férula articulada “Redboot” en flexión.
Página online “RedBoot”.

Desvasado correctivo

El desvasado correctivo es un tratamiento conservador para las desviaciones angulares. El objetivo del mismo, según Curtis (2002) es reducir las fuerzas compresivas de la placa de crecimiento, y por lo tanto estimular el crecimiento fisiológico.

Baxter (2011) señala que el desvasado minimiza las fuerzas compresivas en la fisis. En potrillos con ALDs varas no se desgasta lo suficiente en el aspecto medial del casco por lo que se vuelve compresivo en el lado lateral. Lo opuesto sucede con las desviaciones valgus. El objetivo del desvasado es quitar la parte del casco sobrecrecido, para equilibrar las fuerzas. Esto debe realizarse solo con una escofina para evitar un excesivo desgaste.

En potrillos, este tipo de tratamiento puede ser benéfico acompañando al tratamiento quirúrgico y debe ser utilizado solo por algunas semanas debido al peligro de desarrollar una forma anómala del casco y osteoartrosis de la articulación interfalangeal. También se pueden colocar herraduras con extensiones internas o externas respectivamente para corregir la desviación (Auer, 2011). Curtis (2002) explica que las extensiones laterales o mediales (dependiendo del tipo de ALD) pueden ser aplicadas al casco para inducir un soporte de peso equilibrado. Las extensiones utilizadas son de 3 a 5 cm.

Las herraduras terapéuticas “*glue-on*” “*babyglue*” con extensiones en medial o lateral respectivamente también son una buena opción, ya que minimizan del mismo modo las cargas asimétricas sobre la fisis. Se recomienda que cada dos semanas se hagan radiografías para evaluar el progreso del tratamiento. (Baxter, 2011)



Fotografía N° 11. Extensión Lateral para casco. Greet, 2003.

El desvasado correctivo no debe ser usado como único tratamiento para una ALD significativa en distal de la región falangiana en potrillos mayores. Forzar el pie a una posición anómala e incómoda crea fuerzas de torsión y *stress* que provocan cambios degenerativos tempranos del cartílago y las estructuras periarticulares. Por lo tanto es mejor optar por procedimientos quirúrgicos en la localización de la lesión antes que

intentar corregir con desvasado ya que altera las condiciones de carga sobre todo el miembro por encima de la localización de la desviación. (Auer, 2011)

3.4.d.b Tratamiento Quirúrgico

El tratamiento quirúrgico se puede dividir en tres categorías principales: aceleración del crecimiento, retraso del crecimiento y osteotomía / osteotomía correctiva. La intervención quirúrgica se debe utilizar para potrillos con desviaciones severas o para potrillos que no han respondido al tratamiento conservador. La siguiente tabla muestra una guía general sobre cuándo tratar.

Articulación Involucrada	Elevación de Periostio	Puente Transfisial
Metacarpofalangiana	< 4 semanas	4 semanas
Carpo/ Tarso	< 4 meses	4 meses

Tabla N° 2. Guía general para la elección del tratamiento a instaurar

La transección hemicircunferencial del periostio y el elevamiento periostial (HCTP + PS), se utiliza para estimular el crecimiento. Por otra parte varias formas de puente transfisial son utilizadas para retrasar el crecimiento. (Baxter, 2011)

Técnicas quirúrgicas

El tratamiento quirúrgico para las desviaciones angulares está indicado para casos severos, cuando el tiempo de cierre fisal funcional es corto y cuando han fracasado otros tratamientos. Dicha intervención quirúrgica debe discutirse a fondo con el propietario, ya que las cicatrices o las posibles complicaciones, no son siempre estéticas, reduciendo el valor del potrero en la subasta. (Smith, 2015)

Auer (2011) describe las técnicas quirúrgicas para la corrección de ALDs de la región carpal. Mientras varias técnicas son discutidas, se les ha dado consideración para ser llevadas a la práctica en otras regiones anatómicas.

Aceleración del crecimiento

Auer (2011) señala que, desde que ha sido introducida a la cirugía equina, la transección y elevación de periostio ha ganado aceptación universal. La técnica descrita por el autor, también ha sido desarrollada por otros como Jansson (1995) y consiste en la manipulación del periostio la cual se realiza en el aspecto cóncavo del miembro (por ejemplo en un potrillo con desviación valga de la región carpal, se realiza del lado lateral). La técnica original describe una incisión vertical de 3 cm, entre los tendones del extensor digital lateral y el extensor digital común, empezando desde un punto a 4-5 cm distal a la fisis del radio y continuando en la misma dirección. La incisión es realizada hasta el periostio. Con *forceps* hemostáticas curvas se separa el tejido subcutáneo y tendones del periostio, paralelo a la fisis y perpendicular a la incisión cutánea en el borde distal. La pinza hemostática está abducida, con sus mandíbulas ligeramente extendidas haciendo presión sobre el hueso. Debajo de esta protección, un bisturí curvo (nº 12) es introducido en craneal, entre las dos mandíbulas del *forceps*. Aplicando moderada presión, el bisturí es retirado hacia atrás, hacia la incisión cutánea, transectando el periostio. Una vez que el bisturí ha alcanzado el aspecto lateral del hueso, se deja de incidir. El mismo procedimiento es repetido en el

aspecto caudal y distal del radio. Primero se separa el tendón del extensor digital lateral de la ulna rudimentaria y luego es redirigido hacia el plano frontal para alcanzar el aspecto caudal del radio distal. Se inserta el bisturí entre la *fórceps* y el periostio, incluyendo la ulna rudimentaria y se transecta como se describió previamente. Las incisiones craneales y caudales quedan conectadas.

Debido a que se secciona la "*rete carpi volaris*" se produce un marcado sangrado. El periostio es entonces incidido paralelo a la piel en posición proximal de una longitud de 2 cm, la primera incisión periostial crea una T invertida. El elevador de periostio se coloca a 45° de las incisiones periostiales debajo del periostio para elevar dos *flaps* triangulares. Una vez elevado, el periostio es suavemente colocado de nuevo sobre el hueso para evitar que se ondule el extremo, ya que puede terminar en una formación ósea anormal. Los tejidos subcutáneos se suturan con un patrón simple y continuo usando material absorbible de 2-0, seguido de una sutura intradérmica simple y continúa. Esta resulta estéticamente óptima. (Auer, 2011)

El fundamento de esta técnica explica Colahan (1998), es que se cree que la sección y desnudamiento del periostio, descomprimen la fisis, produciendo un aceleramiento del crecimiento del periostio en la región quirúrgica, el mismo remarca que otros investigadores sugieren que esta aceleración del crecimiento está asociada con un aumento de la irrigación sanguínea epífisaria luego del acto quirúrgico. En un 20 % de los casos, la ulna rudimentaria se osifica y debe ser removida. Es importante que la ulna rudimentaria sea transectada, debido a que puede actuar como un mecanismo de traba y enlentecer el crecimiento del aspecto cóncavo del radio.

Cuanto antes se realice la cirugía, más rápido ocurre la corrección. Aunque, cuando se opta por una cirugía en potrillos que son muy jóvenes puede llevar a que se intervengan potrillos que podrían haber corregido la desviación de forma espontánea si se los mantiene en confinamiento. Por lo tanto los potrillos deben ser seleccionados para esta cirugía luego de las 4 semanas de vida, a menos que la ALD sea severa (más de 10°), expone Auer (2011).

El punto de referencia para la transección del periostio para el MCIII/MTIII es el aspecto más distal de la metáfisis de los mismos o del MCIV/MTIV dependiendo de la localización de la concavidad del hueso deformado, medial o lateral. Se debe tener cuidado de no ingresar por la cara palmar o plantar para evitar la articulación

MCF/MTF. Estas intervenciones quirúrgicas deben ser realizadas antes de los 3 meses de edad, debido a que luego de este periodo hay solo un crecimiento limitado en la fisis distal del MCIII/MTIII. El periostio en el sitio de la cirugía del MCIII/MTIII es marcadamente más delgado que en distal del radio o la tibia.

La cirugía en la falange proximal debe ser llevada a cabo en el nivel donde la rama extensora del ligamento suspensorio se curva sobre el aspecto lateral o medial. En este hueso, las incisiones periostiales tienen forma de T, con la incisión horizontal a 1 cm distal de la fisis y la vertical en una dirección distal. En el aspecto palmar o plantar de la incisión horizontal, se seccionaran algunas uniones de los ligamentos sesamoideanos oblicuos distales. Esto no representa consecuencias graves, pero puede resultar en la formación de tejido óseo nuevo que se resuelve con el tiempo. (Auer, 2011)

El abordaje quirúrgico para el aspecto distal de la tibia puede ser craneal o caudal al tendón del extensor digital lateral. El resto del procedimiento se lleva a cabo de manera análoga a la descrita para el radio distal. Es interesante notar que el periostio en esa área es más grueso que en cualquier otra área descrita previamente. (Auer, 2011)

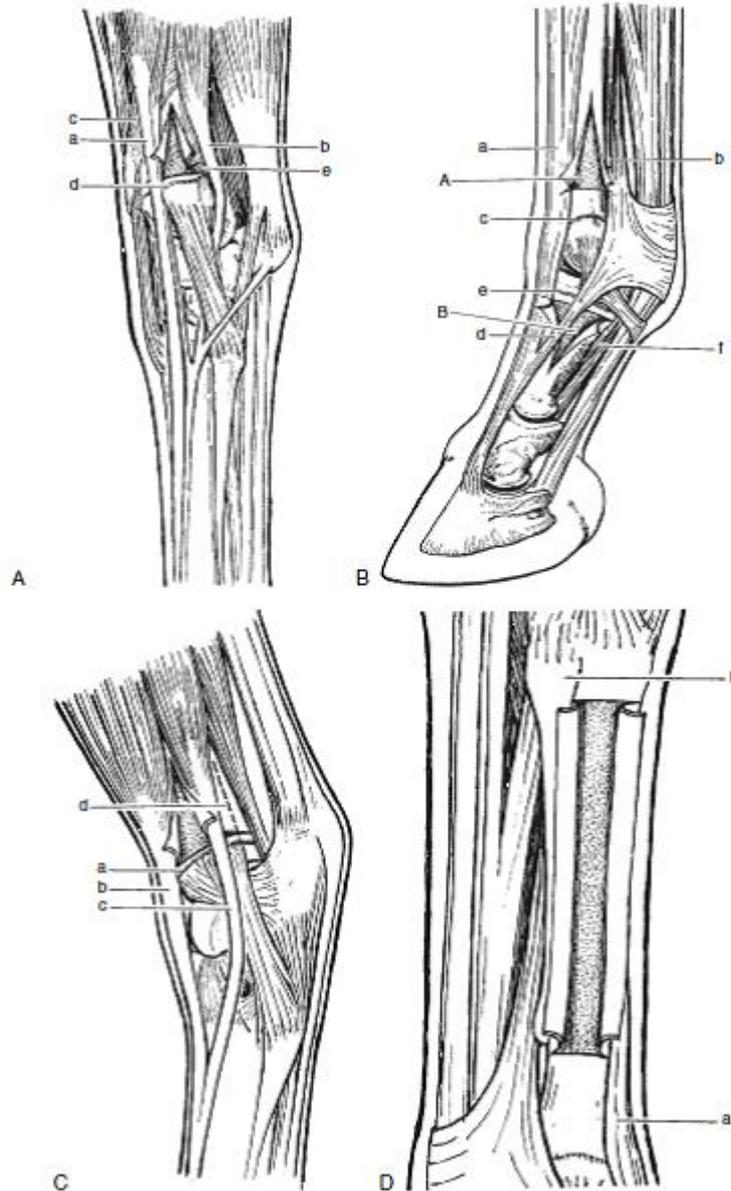


Figura N° 19. Lugares donde se puede realizar la técnica de aceleración de crecimiento, en las mismas se ilustraron las incisiones en T y los *flaps* triangulares elevados. **A.** *a* Tendón extensor digital común; *b* Tendón extensor digital lateral; *c* Abductor *pollicis longus*; *d* Fisis radial distal; *e* Ulna rudimentaria transectada. **B** (A) Metacarpo/ metatarso distal; (B) Falange proximal; *a* Tendón extensor digital común y lateral a este el tendón extensor digital lateral; *b* Porción distal del MCIII/MTIII; *c* Fisis distal del MCIII/MTIII; *d* Rama extensora del ligamento suspensorio; *e* Epífisis proximal de la falange proximal; *f* Ligamentos sesamoideanos oblicuos distales. **C.** *a* Fisis distal de la tibia; *b* Tendón de extensor digital largo; *c* Tendón del extensor digital lateral; *d* Incisión periostica vertical, caudal al tendón del extensor digital lateral. **D.** *a* Extensor digital común; *b* Aspecto proximal del MCII/MTII. Dos *flaps* periosticos fueron elevados. (Auer, 2011)

La transección del periostio tiene su efecto durante aproximadamente 2 meses, lo que corresponde al tiempo necesario para rellenar el defecto entre los extremos del periostio transectados. Un efecto prolongado se logra a través de una escisión de los *flap* triangulares. La transección perióstica puede ser repetida si la corrección completa no es

lograda. Auer (2011) y Jansson (1995) no reportan casos de sobre corrección utilizando esta técnica.

La transección y elevación de perióstio son llevadas a cabo de forma rutinaria y ambulatoria. El lugar más crítico para el diagnóstico temprano y la cirugía es distal al MCIII/MTIII, debido a que el crecimiento longitudinal ocurre durante los primeros 3 meses de vida. Luego hay crecimiento pero muy lento y por lo tanto la cirugía en este momento lleva una corrección incompleta de la desviación. Además las cargas anormales sobre la articulación metacarpofalangeana llevan al desarrollo de desviaciones compensatorias en la falange proximal. A pesar de que el miembro puede parecer derecho, cuando el potrillo camina hay una rotación hacia afuera que puede ser observada. Esto está causado por la orientación de las superficies articulares, que no están paralelas al suelo. (Auer, 2011)

La efectividad de la transección hemicircuferencial perióstica y elevación del periostio para tratar ALDs han sido cuestionadas luego de que se realizara un estudio por Bertone (1985), donde puentes transfisiales temporarios fueron efectuados en el aspecto lateral del radio distal, para corregir potrillos con desviaciones valgas carpales de 15°. Al momento que se retiró el implante, los potrillos fueron divididos en dos grupos; un grupo fue sometido a una transección hemicircuferencial perióstica y elevación del periostio inmediata en el mismo aspecto lateral del radio distal mientras el otro grupo se sometió a un procedimiento quirúrgico “falso” en el mismo lugar para imitar la transección hemicircunferencial perióstica y elevación del periostio. En ambos grupos la desviación se corrigió, llevando a la conclusión errónea de que la transección del periostio no era efectiva. Explica Auer (2011) que tres factores pueden explicar los resultados: Que la desviación fue inducida de forma artificial por manipulación de la fisis, un caso de valgo carpal de 15° no se corrigió sin cirugía y en tercer lugar el crecimiento fisial fue influenciado por la carga mecánica que a su vez desencadena señales moleculares en una cascada de retroalimentación entre las células de las diferentes zonas de cartílago y el pericondrio o periostio de la extremidad afectada.

Este mecanismo regulatorio de moléculas de señalización fue desencadenado al momento inicial de la cirugía, cuando se alteró el periostio, y fue acentuado por una segunda cirugía necesaria para quitar los implantes. La transección perióstica no pudo desencadenar más esta cascada. Por lo tanto la suposición era incorrecta. (Auer, 2011)

Estudios recientes indican que la resección perióstica causada por una regularización positiva de Ihh en la temprana zona prehipertrófica e hipertrófica de la placa de crecimiento, es seguida por el aumento de PTHrP principalmente en el pericondrio. En contraste, un aumento de los receptores de la hormona paratiroidea fue observada en todas las zonas, aunque la mayor parte estaba en el pericondrio y zonas hipertróficas. Los FGF y TGFs sufrieron una regularización positiva en todas las zonas, pero el FGF en respuesta de la resección perióstica fue intensamente expresado en la zona proliferativa, y el pico más grande de TGF fue encontrado en el pericondrio. Las medidas longitudinales de varias zonas revelaron correlaciones negativas significativas entre las zonas proliferativas y prehipertróficas y la zona hipertrófica, esto indica que hay una retroalimentación negativa cuando se realiza *stripping* periostial combinado con la cascada de Ihh/ PTHrP/PTHR. La hipótesis de que este procedimiento tiene un efecto en el circuito de retroalimentación en el crecimiento epifisial fue confirmado en un estudio experimental con corderos. Como estos mecanismos son básicos y similares en la mayoría de las especies, puede asumirse que los efectos en potrillos son similares. De hecho la carga mecánica asimétrica en animales que sufren desviaciones en el miembro puede incluso incrementar el efecto de corrección longitudinal. El trabajo adicional es necesario en potrillos para dejar de poner en duda la efectividad de una vez por todas. (Auer, 2011)

Se han descrito modificaciones de la técnica por Wu (2001). Una de ellas implica la minimización del abordaje quirúrgico en la misma localización que la descrita de forma original. La incisión en la piel se realiza horizontal y por debajo del hueso a 1 cm, seguida de una incisión vertical de 1 cm. Esta reducción de la incisión mejora la apariencia estética de la cirugía.

En un estudio realizado por Bramlage (2009) se realizaron diferentes abordajes al periostio además de manipulación del casco en potrillos jóvenes. Diez potrillos con un total de 3 desviaciones, principalmente en distal del MCIII/MTIII fueron asignados a uno de ocho grupos al azar. Cada grupo se trató con una técnica diferente, variando de la técnica descrita previamente, a una incisión transcutánea conducida a través de un pliegue en la piel desde el aspecto dorso medial hacia palmarolateral/plantarolateral y seccionando el periostio de forma simultánea con un bisturí nº 12, para ligar un vaso aferente epifisial, y colocar una inyección yuxtaepifisial de PTH contenida en hidrogel. Todas las desviaciones se corrigieron dentro de los dos meses. Otro estudio llevado a

cabo por Auer (2011) reveló que múltiples inserciones de una aguja hipodérmica dentro de la fisis en el aspecto cóncavo lleva a la corrección de la desviación.

Baxter (2011) ha reportado, que el crecimiento fisial ocurre estimulando la fisis con incisiones en forma de abanico y la colocación de agujas directamente en la fisis. Estas técnicas también han sido logrados como un método para tratar ALDs y como alternativa para HCTP + PS.

Debido a estos resultados Auer (2011) afirma que la manipulación del periostio es efectiva para corregir desviaciones angulares y que el abordaje menos traumático también lleva a la corrección de la ALD. El gel de PTH es una opción interesante, y se utiliza en cirugía humana. Representa la técnica menos invasiva pero tiene dos contras: es muy cara, y una vida media limitada.

Retraso del crecimiento

Esta técnica está indicada según McCarrel (2017) para desviaciones severas que no se corregirán antes del cierre fisial fisiológico, desviaciones severas que son producto o resultado de una complicación de una ALDs en otra región, desviaciones medias a moderadas que empeoraron y no tienen suficiente tiempo para la corrección fisiológica y desviaciones localizadas en la región fisial.

Se realiza ya sea en potrillos jóvenes menores de 3 meses de edad con ALD severas o en potrillos con una ALD significativa luego de que la fase de crecimiento rápido ha terminado. Para el MCIII/MTIII y la falange proximal luego de los dos meses, la tibia a los 4 meses y el radio luego de los 6 meses. La mayoría de las técnicas descriptas para el retraso del crecimiento utiliza el mismo principio. Se aplican implantes sobre el aspecto convexo del hueso, tendiendo un puente fisial temporalmente, permitiendo que el aspecto más corto del hueso continúe creciendo y eventualmente corrigiendo la desviación. (Auer, 2011)

Varios estudios, Anderson (2004); Campbell (1981); Thompson (1995), han llegado a la conclusión que el crecimiento óseo distal al carpo y tarso cesa entre los 140 y 210 días de vida. Desarrolla Fretz (1984) que el crecimiento del radio distal cesa a las 60

semanas de vida. Por lo tanto los procedimientos son habitualmente realizados luego de que la fase de crecimiento rápido de la región de interés haya terminado, permitiendo suficiente tiempo para que la corrección por técnicas de retraso de crecimiento sea lograda, comenta McCarrel (2017).

Fretz (1984) explica que las técnicas de retraso de crecimiento incluyen, grapas transfisiales, puente transfisial con alambres y tonillos, y un solo tornillo transfisial. Los miembros del caballo tienen un crecimiento longitudinal inicial rápido hasta las 10 semanas de vida después de las cuales el crecimiento disminuye dramáticamente.

El engrapado fue la primera técnica de retraso del crecimiento descrita en potrillos. La cirugía es llevada a cabo en algunas clínicas con resultados favorables pero no será desarrollada aquí debido a su poca aplicación. Las complicaciones incluyen fallo del implante y de la corrección de la desviación. A pesar de estos inconvenientes, ha sido publicado un reporte de cómo preparar, colocar y remover grapas, comenta Auer (2011). El autor Colahan (1998) agrega que se debe tener precaución de no colocar las grapas muy cercanas al hueso ya que esto dificulta su futura extracción y puede provocar un puente óseo sobre la fisis, llevando a la sobre corrección aun después de haber extraído el implante.

Estudios más recientes como Brauer (1999) reportaron el resultado de esta técnica utilizando “pins” de una pulgada “Steinmann” para realizar las grapas. Los sujetos de estudio fueron caballos entre 1 una semana y dos años de edad con una desviación valga carpal. Se encontró mejora a través del examen radiográfico al momento de la remoción de los implantes en el 76 % de los caballos. Los investigadores (Mitten, 1994 y Roberts, 2009) sugirieron que la mayor edad en algunos sujetos influyó en los resultados. Solo 55 % de las grapas estaban intactas al momento de la extracción. Las complicaciones incluyeron una mala conformación del miembro donde se colocó el implante (34 %), grapas fragmentadas, y migración del implante. Otras complicaciones reportadas fueron dificultad para colocar de forma correcta la grapa, incisiones antiestéticas y dificultad para remover las grapas.

Por lo previamente explicado, los tornillos y el alambre quirúrgico son los implantes comúnmente utilizados comenta Auer (2011). Los implantes son insertados a través de

dos incisiones, una en el centro de la epífisis y la otra proximal a la fisis. Los tejidos blandos entre estas incisiones son elevadas con una tijera de disección. Un tornillo cortical de 4.5 mm se inserta a través de cada incisión pero no completamente ajustado. Un tramo de alambre quirúrgico es insertado a través de la incisión proximal y enganchado sobre la cabeza del tornillo distal. Los extremos de los alambres son enroscados juntos y ajustados sobre la cabeza del tornillo proximal.

Se debe enroscar el extremo del alambre sobre el tornillo proximal en vez de sobre el distal ya que de esta manera resulta en una menor irritación del tejido blando aledaño y queda estéticamente mejor. Se puede considerar de ser necesario un segundo tramo de alambre en forma de 8. Los tornillos se ajustan completamente, lo que aumenta la tensión del alambre. Las incisiones de la piel están cercanas por lo que se cierran con dos suturas simples, y el área es protegida por un vendaje liviano durante 10 días. Las suturas se pueden remover entonces. La cirugía debe ser demorada por algún tiempo en potrillos con ALDs menores y con los miembros anteriores rotados lateralmente.

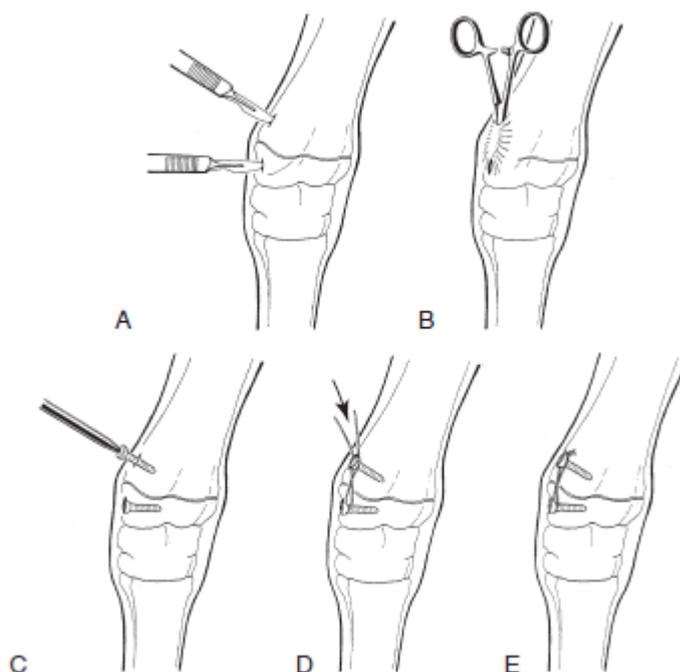


Figura N° 20. **A**, A incisiones del hueso realizadas en el aspecto convexo de la epífisis y metáfisis distal. **B**, el tejido blando entre las dos incisiones es elevado. **C**, un tornillo de 4,5 mm es colocado en cada incisión. **D**, un alambre es introducido a través de la incisión proximal, llevado hasta la cabeza del tornillo distal y ajustado en forma de 8. **E**, los tornillos son ajustados. Auer, 2011.

Los potrillos con una desviación valga del carpo y con una desviación vara en la articulación metacarpofalangiana deben ser tratados inmediatamente, haciendo uso de alguna técnica de retraso del crecimiento en el aspecto lateral distal del MCIII/MTIII para prevenir el desarrollo de una conformación “*estevada*”. La inserción del implante se realiza a través de dos incisiones cutáneas, esto mejora la estética de la misma considerablemente, comparada con la gran incisión que se realizaba en un comienzo. (Auer, 2011)

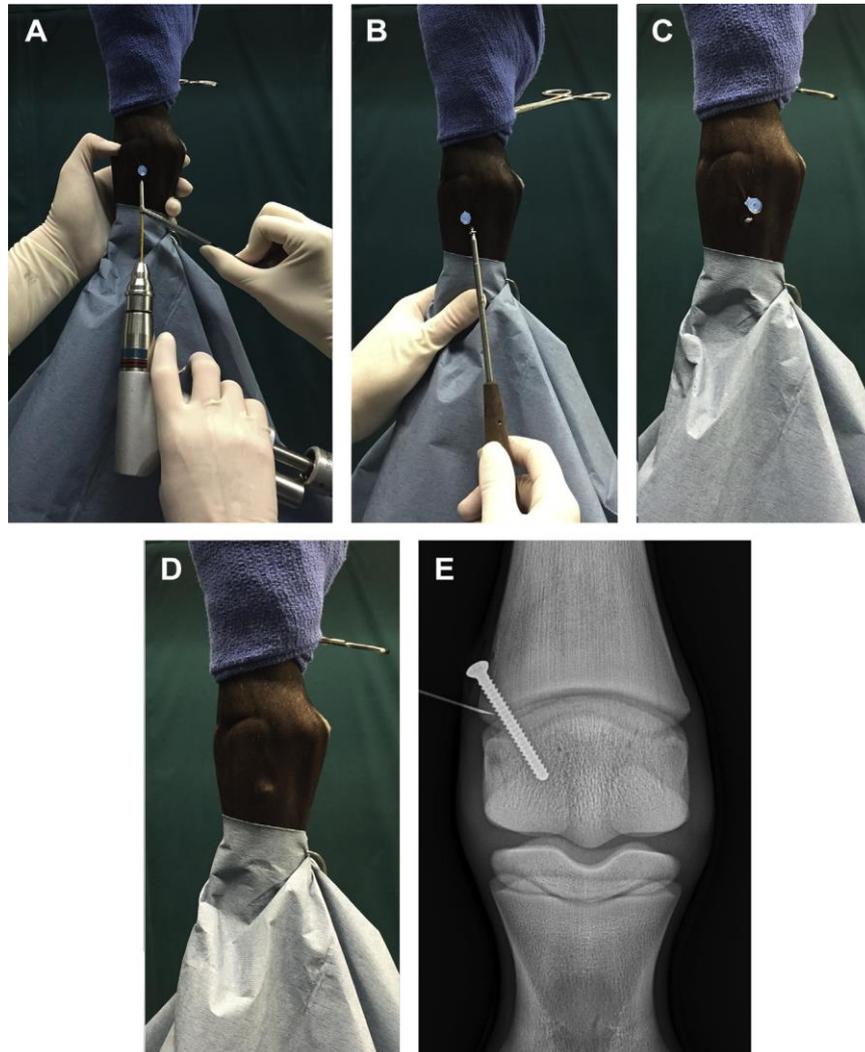
McCarrel (2017) desarrolla la misma técnica quirúrgica y agrega que es necesario aplicar antimicrobianos de amplio espectro de forma sistémica. Además se administran antiinflamatorios durante 5 a 7 días postoperatorio. El potrillo debe permanecer confinado durante 10 días y luego ser colocado en un potrero durante dos semanas más. El progreso debe ser evaluado cada dos semanas y los implantes deben ser removidos cuando se alcance la corrección esperada.

La colocación de un tornillo transfisial ha sido descrita como método de retraso del crecimiento y difiere respecto de la técnica de tornillo y alambre en que está en lugar de crear un puente fisiario, atraviesa la fisis revela McCarrel (2017).

Esta técnica es especialmente útil en el tarso, menciona Baxter (2011) debido a lo fácil que se puede colocar y también es de elección para la articulación metacarpofalangiana. El implante crea una compresión estática a través de un lado de la fisis para que se retrase el crecimiento. El retraso de crecimiento de un lado de la fisis y el crecimiento del lado opuesto equilibra la longitud relativa de los aspectos laterales y mediales de la metáfisis distal y por lo mismo endereza el miembro.

El tornillo paracortical se inserta usando la técnica del tornillo posicional desde la metáfisis a través de la fisis para limitar el crecimiento en esa región. La mayor aplicación para esta técnica es en distal del MCIII/MTIII, explica Auer (2011). Se recomienda tomar algunas precauciones cuando se coloca el tornillo en distal de la tibia y el radio, debido a que se corre el riesgo que se produzca una fisitis. La razón de que el MCIII/MTIII no se afecte se le atribuye al cierre temprano de las fisis (4 meses). La ventaja de un solo tornillo transfisial es su fácil inserción y que resulta más estética. Un estudio (Witte, 2004) comparó los resultados de las técnicas del puente transfisial usando tornillos y alambres quirúrgicos y otra usando un solo tornillo transfisial, revelando que ambas técnicas son viables. Aunque los potrillos tratados con un solo

tornillo transfisial tienen un riesgo significativo de desarrollar fisitis o colapso metafisiario comparado con aquellos que fueron tratados con tornillos y alambre. Otro estudio (Carlson, 2012) reveló que no perjudica las ventas o la “*performance*” en pista de los SPC de 2 a 3 años luego del uso de un solo tornillo transarticular en el aspecto lateral en distal del radio para el tratamiento de desviaciones varas del carpo.



Fotografía N° 12. **A**, A colocación de aguja en la fisia y utilización de taladro para realizar agujero de guía. **B**, Último ajuste del tornillo con el destornillador. **C**, El tornillo se ajusta hasta que haga tope con el hueso. **D**, La aguja es removida. **E**, Radiografía intraoperatoria para confirmar posición del tornillo. McCarrel, 2017.

Las desviaciones varas que son reconocidas tarde en la vida, cuando el potencial de crecimiento ya está reducido, disminuye el riesgo de desarrollar fisitis. El autor (Auer,

2011) prefiere la técnica de tornillos y alambre quirúrgico por sobre la técnica de un solo tornillo para retardar el crecimiento de la desviación valga carpal.

Gray (2018) reporta pocas complicaciones utilizando la técnica del tornillo transfisial y no reporta sobrecorrección de las desviaciones. El uso de este procedimiento fue efectivo para tratar desviaciones de la articulación metacarpofalangiana y del carpo. Mientras que el tornillo transfisial es muy utilizado para tratar desviaciones de la articulación metacarpofalangiana en potrillos jóvenes, muchos cirujanos permanecen reacios a utilizar dicha técnica para las desviaciones en la articulación del carpo. Por otro lado, aunque se lograron resultados favorables en el radio distal de potrillos jóvenes, se debe incluir un mayor número de sujetos que respondan de forma favorable para que tenga significancia.

El uso de un tornillo absorbible ha sido descrito por Baker (2011) para el MCIII/MTIII. Debido a que este tornillo es permanente, se realiza una pequeña modificación en la técnica de colocación. Se eleva el periostio a 15 mm aproximadamente de la fisis lateral. Una mecha de 5.5 mm se utiliza para crear una guía de 5 mm de profundidad. Una mecha de 3.5 mm se coloca luego en la guía previamente creada en un ángulo de 70° respecto de la fisis para preparar el agujero a rosca de 40 a 45 mm de profundidad. Se utiliza una fresa para asegurar que el tornillo pueda ser colocado sin que se realicen fuerzas de torsión durante la inserción del tornillo. El periostio, los tejidos subcutáneos y la piel se suturan como ya se describió. Las ALD fueron corregidas en los 6 potrillos tratados y ninguno desarrollo complicaciones, como una reacción a cuerpo extraño o infección. El hecho que el tornillo no necesitara ser removido se considera una gran ventaja. El precio de un solo tornillo es considerablemente mayor que por un tornillo cortical, pero debido a que el tornillo no necesita remoción, el costo final es parecido.

Una placa ósea de 2.7 mm se utiliza para corregir las ALD en potrillos más grandes. El ultimo agujero en cada lado de la placa es agrandado para que se adapte al tornillo cortical de 3.5 mm. Es una técnica muy estética. El abordaje quirúrgico consiste en ya sea un pequeña incisión curvada sobre la fisis o una incisión alargada en un lado de la fisis. La incisión alargada distal se realiza paralela a las fibras del ligamento colateral. Un agujero de 2.5 mm es realizado con el taladro en la fisis paralelo a la superficie articular. Una placa ósea de 2.7 mm de longitud adecuada es manualmente adaptada a la

forma del hueso y se desliza a través de la incisión distal, donde el tornillo de 3.5 mm de unos 26 mm de longitud es insertado a través del agujero de la placa. Se realiza un agujero adicional del mismo diámetro, 1 mm proximal del último agujero de la placa en la metáfisis radial y se coloca el segundo tornillo en el mismo. Ambos tornillos son ajustados de forma alterna hasta que estén completamente insertos en el hueso. Es importante que el tornillo distal sea ajustado por completo para evitar la protrusión dentro del ligamento colateral. La incisión cutánea se cierra con suturas simples – interrumpidas. Se deben realizar radiografías todos los meses para determinar cuándo se deben retirar los tornillos y evitar la sobre corrección del miembro. (Auer, 2011)

Los procesos de retraso del crecimiento también pueden realizarse distal al MCIII/MTIII, la falange proximal, y distal a la tibia. Es importante evaluar la situación anatómica de cada localización. Esto es especialmente importante distal a la tibia, donde la epífisis tiene una conformación ondulada y el tornillo distal debe ser insertado en una dirección medialdistal a lateroproximal para evitar la penetración de la articulación. El tornillo proximal se coloca como se describió previamente. Wall (2010) realizó un estudio retrospectivo, en 39 potrillos y evaluó la respuesta a varios tratamientos con recuperación larga en potrillos valgos tarsales, revelando que 22 potrillos (56%) tenían una osificación incompleta de los huesos cuboidales tarsales. Además 8 de 19 potrillos con desviación valga tarsal fueron tratados con extracción del periostio respondiendo favorablemente. Los potrillos más jóvenes (60 días) respondieron mejor a extracción del periostio que los mayores. Debido a que los potrillos con osificación incompleta de los huesos del tarso más severa respondieron mal a la extracción del periostio solo, se recomendó el tratamiento por retraso del crecimiento.

Una vez que la corrección esta completada y se verificó radiográficamente, los implantes deben ser removidos a través de incisiones realizadas sobre la cabeza de los tornillos. La localización exacta de los tornillos se determina radiográficamente. Es importante estar seguro que el destornillador está correctamente colocado en la cabeza hexagonal del tornillo, de otra manera el destornillador puede estropear la cabeza del tornillo, dificultando o inclusive imposibilitando la remoción del mismo. Luego se remueve la placa y el alambre a través de la incisión proximal utilizando una pinza hemostática curva dentro del agujero conduciéndola hasta el borde del hueco en el hueso, se engancha el implante y se retira. La incisión cutánea se sutura utilizando hilo absorbible 2-0 en un patrón simple- ininterrumpido explica Auer, 2011. Colahan (1998)

agrega que para lograr un mejor asentamiento del destornillador es necesario retirar todo el tejido blando que pueda haber sobre la cabeza del tornillo.

Si los implantes son colocados en ambos miembros anteriores, es importante removerlos cuando cada miembro este enderezado. Si se espera que ambos estén derechos puede ocurrir la sobrecorrección del otro miembro. Al igual que con la aceleración del crecimiento, las moléculas de señalización de la zona de proliferación y prehipertrófica en relación con el pericondrio están involucradas en el retraso de la placa de crecimiento. Dutton (1999) demostró que en ratas, la compresión de la placa de crecimiento utilizando grapas quirúrgicas cambió el circuito de retroalimentación de PTHrP e Ihh, de modo que los condrocitos prehipertróficos se empujaron hacia la línea osteogénica, mejorando la osificación osteocondral. Después del engrapado, las moléculas Ihh y Ptc1 se modificaron discretamente a los 3 días, mientras que BMP-2 y BMP-6 fueron inhibidos.

Una alternativa no quirúrgica para el retraso del crecimiento ha sido propuesta por Shao (2005), utilizando shock radial con un generador de onda de 3 Bar, 15 Hz y 2000 ciclos con un aplicador de 15 mm. El tratamiento se realiza semanalmente y se aplica en el aspecto convexo de la lesión del hueso en potrillos sedados. El enderezamiento del miembro ocurre aproximadamente a los 25 días (15 a 76). (Auer, 2011)

Combinación de aceleración y retraso del crecimiento

En ALD severas, se combinan estas técnicas para acelerar y lograr mayor corrección. Utilizando esta técnica, existe una posibilidad de que la desviación sea corregida definitivamente. La ventaja de usar estos implantes es que pueden quedar colocados por el tiempo que sea necesario en contraste la transección perióstica tiene un efecto limitado. En los caballos en miniatura, las ALD se diagnostican con frecuencia. La presencia de ulnas y fémurs completas es la causa predominante de ALD en estas razas y se puede considera un atavismo. El reconocimiento temprano del problema es fundamental en estos animales. Es importante tener esto en cuenta ya que un potrillo de

5 meses de edad con una ALD moderada no será corregido, aunque se combinen las dos técnicas. Es importante remover la porción de ulna y de fibula al mismo tiempo cuando se realiza la transección. Aunque la epífisis distal de la fibula y la tibia no estén unidas, y que el continuo movimiento resulte en un desarrollo anormal del borde troclear lateral del talo, y se pueda producir una osteoartritis. Este problema no se observa en la región carpal debido a la arquitectura del radio distal. En algunos casos, la transfixión del proceso estiloide fibular distal a la epífisis o metafisis de la tibia distal o ambos para restringir el movimiento a nivel de la articulación. Para colocar los tornillos a través de la metafisis de la fibula distal dentro de la tibia, se realiza la técnica del tornillo posicional para prevenir la alteración de la disposición articular. (Auer, 2011)

Osteotomía/Osteotomía correctiva

La literatura, Shamis (1985) y Fretz (1984) describen dos tipos, el cierre por defecto luego de la osteotomía en cuña o en escalonada. El cierre por defecto luego de la osteotomía en cuña ha sido usada para la corrección diáfisiaria, metafisiaria/epífisiaria de ALD en potrillos donde las placas de crecimiento estaban cerradas. Aunque la osteotomía escalonada llevada a cabo en el plano sagital y en el plano frontal son actualmente las técnicas de elección y las discutidas aquí. La incisión en la piel se realiza sobre el tendón del flexor digital lateral desde proximal del MCIII/MTIII hasta la fisis distal. En ese punto, la incisión se lleva medialmente (en una desviación vara) o lateralmente (en una desviación valga) hacia la articulación metacarpofalangeana. El tendón del extensor digital lateral se separa longitudinalmente del periostio. La disección subperiostica se lleva a cabo para poder acceder al aspecto dorsal del MCIII/MTIII. Se realiza una osteotomía en “Z”, el periostio es elevado circunferencialmente alrededor del hueso. La osteotomía escalonada en el plano sagital remueve una cuña vertical del centro del hueso. El punto de pivote, que es previamente establecido por radiografías, dibujando líneas longitudinales que dividen en dos el MCIII/MTIII y las falanges respectivamente, es identificado relativamente cercano a las marcas, y se realiza un agujero de 3.2 mm a través del hueso. Un segundo agujero se realiza paralelo al primero, aproximadamente 4 cm más proximal. La cierra oscilante se usa para seccionar entre los dos agujeros y a través del hueso. (Auer, 2011)

La plantilla de aluminio previamente preparada y esterilizada con el ángulo apropiado de la cuña que se va a quitar se coloca con una extremidad paralela al corte de sierra y se compara con las líneas de bisección en la radiografía. Un segundo corte con la sierra es realizado a lo largo de la segunda extremidad de la plantilla y paralela a la primera en el plano sagital. La osteotomía en “Z” es completada con un corte en proximal a través de la porción más delgada de MCIII/MTIII (lateral en una desviación vara) y el corte distal a través del lado opuesto del hueso en el plano horizontal, paralelo a la fisis. La cuña es removida, y los dos fragmentos óseos se giran para alinearlos. Los últimos ajustes son realizados para asegurar la corrección completa de la desviación y se asegura el contacto entre hueso – hueso en el aspecto palmar/plantar. Si se presenta una desviación rotacional adicional, puede ser corregida removiendo una cuña adicional del aspecto palmar o dorsal. Los tornillos corticales se aplican en forma de retardo en la sección vertical del corte para acercar los dos fragmentos del hueso. Una placa ósea es subsecuentemente aplicada medialmente (en desviaciones varas) o lateralmente (en desviaciones valgus) y a lo largo del corte vertical se insertan los tornillos en forma de retraso. (Auer, 2011)

La grieta en el aspecto distal de la osteotomía puede llenarse con un poco de hueso de la cuña extraída como un injerto óseo cortical. La primera fila de suturas se coloca en el tendón extensor digital lateral seccionado usando material de sutura absorbible 2-0 en un patrón simple y continuo. El tejido subcutáneo se sutura, seguido del cierre de la piel con una sutura intradérmica, como se describió previamente. Para el postoperatorio, el miembro se venda y se coloca un yeso o férula por algunas semanas. (Auer, 2011)

Los huecos hechos con el taladro en proximal y distal terminan en el corte vertical realizado con sierra, los mismos reducen el *stress* de esa localización y evita que se produzca una fractura postoperación. La osteotomía escalonada en el plano frontal se lleva a cabo de la misma manera. Una osteotomía en forma de “Z” se realiza a través del hueso pero esta vez el corte vertical se realiza en el plano frontal. En este tipo de osteotomía, ninguna cuña ósea es removida. Una vez que la osteotomía es completada, los dos fragmentos se rotan y alinean. En ese punto, los tornillos de retraso son insertados y la placa aplicada en la cara dorsal del hueso. Realizar los cortes es más difícil con esta técnica, y la manipulación cuidadosa del periostio no garantiza que no se produzcan daños accidentales a otra estructura. La osteotomía escalonada es la que se realiza más frecuentemente en el MCIII/MTIII, desarrolla White (1983). Aunque en

algunos casos puede realizarse, en la falange proximal o el radio. La mayor ventaja de la misma sobre la osteotomía en cuña es el mantenimiento de la longitud del hueso y la capacidad de crear un efecto retractor a través del aspecto vertical del corte hecho con cierra y produce una buena comprensión interfragmentaria. Esto no puede ser llevado a cabo con la otra técnica.

3.4.e Pronóstico

Los potrillos con ALDs medio o moderado tienen un excelente pronóstico si son tratados a tiempo y correctamente. Las desviaciones varas suelen ser más complicadas. Las ALDs severas contribuyen a una sobrecarga asimétrica de los huesos tarsales y carpales, contribuyendo al colapso, destrucción del cartílago articular y claudicación. Por ello la importancia de la corrección temprana de estas lesiones, desarrolla Baxter (2011).

4. Consideraciones Finales

Las desviaciones angulares (ALD) representan una enfermedad ósea del desarrollo relativamente común que afecta a los potrillos. Si bien esta enfermedad aqueja a todas las razas, es especialmente importante para aquellos equinos que dependen de una buena conformación anatómica para destacarse como deportistas como los son los equinos Sangre Pura de Carrera. Los informes han estimado una prevalencia de hasta el 11% en las poblaciones de pura sangre.

Las regiones más afectadas son el carpo y en menor medida la articulación metacarpofalangiana/ metatarsofalangiana.

Por esta razón los practicantes de la medicina veterinaria orientada a los Equinos, y dentro de ellos más específicamente, aquellos dedicados a la medicina deportiva son consultados a menudo para examinar potrillos con ALDs congénitas o adquiridas.

A lo largo de este trabajo se han identificado diversos factores como agentes etiológicos de las Desviaciones Angulares de los Miembros. Se los puede clasificar como perinatales y del desarrollo. Dentro del primer grupo se encuentran la osificación incompleta de los huesos cuboidales, la laxitud de los tejidos blandos periarticulares y la osificación intrauterina aberrante. Incluidos en los factores del desarrollo están las dietas desbalanceadas las cuales pueden conducir a un crecimiento anómalo del cartílago epífisial, el ejercicio excesivo o la sobrecarga del miembro, traumatismo externo el cual puede ser consecuencia de múltiples factores y la epífisitis que puede llevar al cierre temprano del cartílago de crecimiento.

Por otra parte se arribó a la conclusión que todos los potrillos nacen con una leve ALD, la cual puede ser observada en el plano frontal. El trabajo del Médico Veterinario es determinar si la misma es patológica o “fisiológica”, lo cual supone una tarea compleja. Aquí radica la importancia de un buen diagnóstico.

De modo que para lograr un correcto diagnóstico se debe realizar una historia clínica completa y un examen clínico metódico a todo potrillo con ALD. El veterinario debe examinar la conformación y el (los) miembro(s) afectado(s) a distancia en primera instancia. El examen se debe realizar en un terreno parejo. Se observan los aplomos en el plano frontal, lateral y posterior. Cualquier evidencia de traumatismo o inflamación debe tenerse en cuenta. Además el potrillo debe ser

observado mientras camina, esto permite observar la posición del miembro o los miembros implicados durante la fase de vuelo y la fase de apoyo.

Luego cada miembro debe ser sostenido con cuidado, palpase y flexionarse con la mano del examinador agarrando el metacarpo/metatarso III, intentando mantenerlo paralelo al radio o tibia flexionando suavemente el carpo o el tarso. Es importante que la extremidad no se sostenga con fuerza y que la porción distal permanezca relativamente relajada. Una evaluación visual de la extensión de la desviación de la alineación axial y el origen de la deformidad puede ser lograrse de esta manera. Al mismo tiempo el examinador debe tener en cuenta que en caso de laxitud periarticular de los tejidos blandos el miembro puede ser enderezado manualmente, mientras que casos de crecimiento óseo asincrónico esto no es posible.

Para completar el diagnóstico está recomendado utilizar el examen radiológico como método complementario, ya que este permite determinar de forma exacta la localización y el grado de desviación. Las vistas realizadas son las dorsopalmar/plantar y además la lateromedial para el tarso. El *cassete* a utilizar debe ser largo para permitir una correcta apreciación hacia proximal y distal de la lesión.

Una vez realizado el diagnóstico y esclarecida la causa de la Desviación Angular, el Médico Veterinario está en condiciones de optar por el tratamiento correcto. El tratamiento puede ser conservador o quirúrgico. El tratamiento conservador incluye el ejercicio restringido y confinamiento (crucial para los casos de osificación incompleta), el desvasado y herraje correctivo de los cascos, las férulas y yesos, y una dieta balanceada. Las opciones quirúrgicas incluyen las técnicas de aceleración de crecimiento, las técnicas de retraso de crecimiento, la combinación de estos últimos y la osteotomía correctiva.

Por consiguiente la pauta respecto al tratamiento a instaurar estará determinado por la causa que da origen a la ALD, la localización, la severidad y la edad del paciente.

Por último, el pronóstico para las ALD es generalmente bueno si la desviación se identifica y cuantifica a tiempo además de establecer un manejo apropiado dentro de la ventana de tiempo para esa articulación en particular. En la mayoría de los casos, el tratamiento conservador solo es exitoso.

5. Anexo I (Desarrollo de actividades de OPP)

La Orientación y Práctica pre Profesional (OPP), está integrada por diversas Asignaturas y constituye el último requisito que el estudiante de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) debe cumplimentar para optar al título de Médico Veterinario.

Según el Plan de Estudios vigente, el estudiante puede escoger la OPP que prefiera para complementar su formación en una de las disciplinas que se ofrecen. En la actualidad las opciones de OPP son:

- Producción Animal.
- Medicina de Grandes Animales (Equinos o Bovinos).
- Medicina de Pequeños Animales.
- Salud Pública.

Dentro de cada una de ellas, se deben completar 368 horas de las cuales un 80% consisten en actividades prácticas destinadas a adquirir destreza y aplicar aspectos cognoscitivos incorporados durante el desarrollo de la carrera. El resto se orienta a la revisión de determinadas áreas del conocimiento de la OPP elegida, y se traduce en la presentación de Seminarios para el debate y enriquecimiento de los participantes.

En este caso se optó por la OPP Medicina de Grandes Animales seleccionando a la especie Equina para la práctica. La razón fue la particular atracción generada durante el desarrollo de la carrera de Médica Veterinaria, en especial por el potencial de avances que se registran en la Medicina Equina en las últimas décadas. Constituyendo esta especialidad una gran oportunidad para el desempeño del ejercicio profesional en alguna de las tantas áreas que en la actualidad el avance del conocimiento médico ofrece.

Se realiza, a continuación, una descripción resumida de las actividades desarrollada durante la práctica.

5.1 Descripción de actividades

La Práctica se desarrolló en diferentes lugares del Valle Medio y Alto Valle de la provincia de Río Negro, según se detalla:

- Haras “*Lef Kawell*” ubicada en la localidad de Comandante General Guerrico, distante a 200 km de la Escuela de Medicina Veterinaria. Bajo la conducción de la Auxiliar Docente (AYP) MV Florencia Cubitto Teruel responsable del manejo veterinario del establecimiento.
- Hospital Escuela de Medicina Veterinaria (HEMEVE) de la Universidad Nacional de Río Negro, ubicado en la ciudad de Choele Choel. Bajo la conducción de la Auxiliar Docente (AYP) MV Erika Gisela Moscovakis.
- Diversos “*Stud*” de las localidades cercanas al HEMEVE, entre ellas: Hipódromo de Lamarque, Club Ecuestre de Luis Beltrán, y otros de Darwin, Coronel Belisle y Chimpay. Bajo la Instrucción del Auxiliar Docente (AYP) MV José María Gorriti.
- Harás La Tana del Lupo ubicada en la localidad de Valle Azul, distante a 140 km de la Escuela de Medicina Veterinaria. Bajo la conducción MV Steffanía Reydet responsable del manejo veterinario del establecimiento
- Artroscopia para extracción de chip en cara dorsal de primera falange realizada por MV José Mathurin .

Todas las actividades, tanto prácticas como teóricas, fueron coordinadas por el Responsable de la OPP, Profesor Titular Regular, MVMSc José Francisco Daffner Sueldo. La instrucción y supervisión médica fue responsabilidad de la Profesora Adjunta (PAD) MV Mariela Heredia. En algunos temas y técnicas especiales se contó con el apoyo de otros docentes, ayudantes y profesores, de la Escuela; según se detalla más adelante.

Prácticas en Harás “*Lef Kawell*”.

Durante la pasantía se realizaron las siguientes prácticas:

- Manejo y tratamiento de Heridas.
- Diagnostico de preñez, determinación de fase del ciclo estral de la yegua y diagnostico de patologías reproductivas mediante tacto rectal y ultrasonografía.
- Monitoreo diario de neonatos y potrillos.
- Evaluación de placenta para determinar patologías de la gestación.
- Ejecución de cirugía Caslick, para prevenir patologías reproductivas y lograr preñez.



Fotografía N° 12. **A.** Monitoreo de potrillos. **B.** Evaluación de placenta

Prácticas en Haras “La Tana del Lupo”

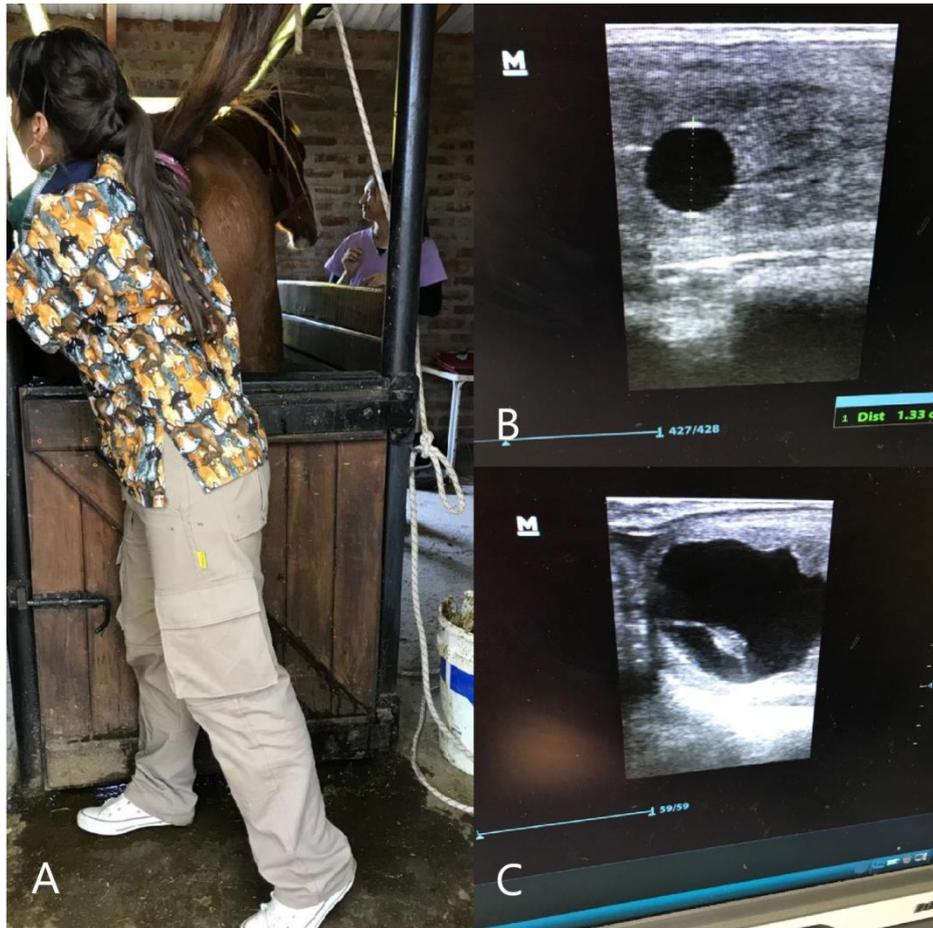
El establecimiento mencionado cuenta con una superficie de 200 hectáreas. Las instalaciones constan de un box destinado a partos y tres para el alojamiento de sementales. Existen ocho corrales para las yeguas, 12 para los potrillos en cuida y un brete para el manejo de los equinos, además de piquetes para los potrillos en cuida.

La población equina total es de 76 animales, la raza es Sangre Pura de Carrera (SPC) y Cuarto de Milla, distribuidos en las categorías y cantidades que siguen:

- Madres: 50
- Sementales: 3
- Potrillos lactantes: 8
- Potrillos entre 1 y 2 años: 23

Las actividades que se realizaron fueron:

- Diagnostico de preñez, determinación de fase del ciclo estral de la yegua y diagnostico de patologías reproductivas mediante tacto rectal y ultrasonografía.
- Tratamiento de queloides.
- Exploración clínica y citológica de lesión nodular encontrada en la base de la cola de un padrillo.
- Examen odontológico.



Fotografía N° 13. **A.** Práctica de tacto rectal y ecografía ginecológica en yegua. **B.** Embrión de 18 días aproximadamente. **C.** Embrión de 28 días aproximadamente.

Prácticas en el HEMEVE

Fueron atendidos, en diferentes momentos, los equinos allí alojados, los que pertenecen al grupo de Equinoterapia, en ellos se detectaron las siguientes patologías:

- Infección Urinaria, donde se realizó el diagnóstico de una Infección de Vías Urinarias bajas, luego de efectuar los análisis complementarios de rutina como urea, creatinina, sedimento urinario, densidad urinaria.



Fotografía N° 14. **A.** Cristales de carbonato de calcio. **B.** Muestra de orina obtenida por sondaje uretral. **C** Uso de refractómetro. **D.** Práctica de Laboratorio en HEMEVE.

- Se presentó un caso de diarrea por presunta parasitosis provocada por endoparásitos de la familia *Strongyloides* y *Gasterophilus Intestinallis*.
- Herida Traumática, causada por un objeto punzante en la punta de la ranilla del vaso en la cual se procedió a extraer el mismo y se instauró un tratamiento adecuado.

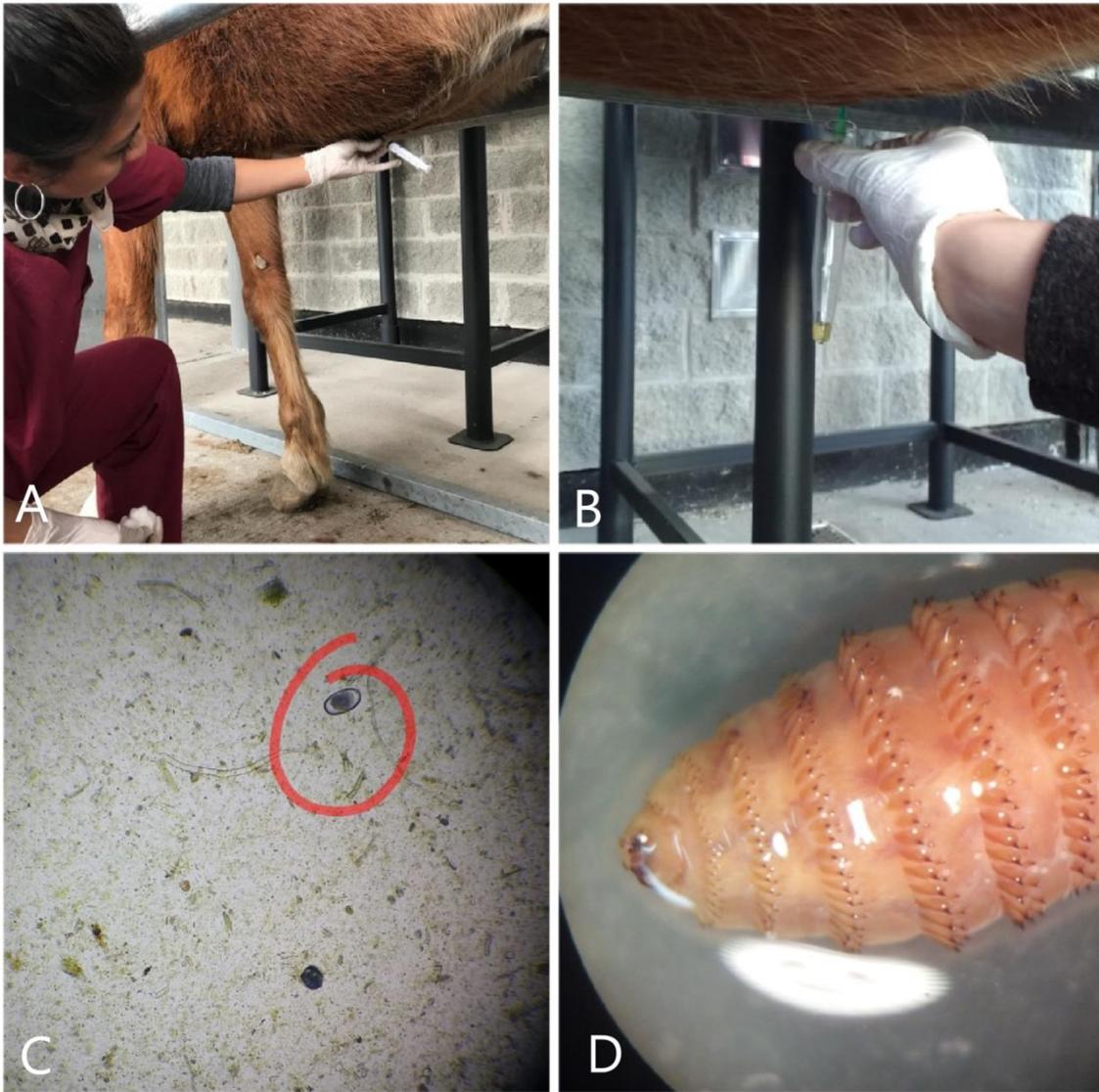
Para complementar destrezas se realizaron prácticas de diferentes técnicas semiológicas como:

- Exploración Semiológica bajo la conducción del Profesor de la Asignatura Semiología, MV Ariel Kowloszky.
- Ecografías de miembro anterior, aparato suspensorio. Bajo la conducción de la MV Sheila Piacentini AYP de Semiología.
- Perfusiones regionales bajo la conducción de la AYP MV Erika Moscovakis.
- Anestésias regionales, donde se practicó Anestesia epidural y bloqueos en miembros, bajo la conducción de la AYP MV Erika Moscovakis.



Fotografía N° 14. **A.** Perfusión regional. **B.** Objeto punzante en la punta de la ranilla. **C.** Ecografía de tendones.

- Electrocardiograma con el propósito de conocer manejo del aparato, colocación de electrodos e interpretación de lecturas. El Instructor fue el Profesor Adjunto de Patología Médica MV Andrés Sosa.
- Radiografías de miembros anteriores y posteriores, con la asistencia de la Técnica Radióloga Milagros Agüero, perteneciente al personal técnico del HEMEVE.
- Práctica de Sondaje Naso-Gástrico, se realizó sobre un equino alojado en el Hospital con el objetivo de efectuarle Transfaunación.
- Práctica de Abdomino-Centésis, seguida de observación citológica del líquido peritoneal obtenido.
- Laboratorio de Diagnóstico Clínico mediante la obtención de muestras y su procesamiento por Hemograma, Bioquímica sanguínea y Análisis de Orina, además de coproparasitológicos. El Instructor fue el encargado de Laboratorio del HEMEVE, Técnico Sergio Castañeda.



Fotografía N° 15. **A.** Abdominocentesis. **B.** Recolección de líquido peritoneal. **C.** Huevo de parásito de familia *Strongylidae*. **D.** L3 de *Gasterophilus Intestinalis*.

En el HEMEVE también se desarrollaron las actividades teóricas, las que consistieron en Seminarios, sobre los temas:

- Cólico en Equinos. (Cuatro horas)
- Patologías del Sistema Respiratorio del Equino. (Seis horas)
- Causas de Intoxicación en Equinos. (Cuatro horas)

Casos Clínicos en la zona

Se visitaron los “*stud*” de Lamarque, Beltran y Choele Choel, donde se observaron los siguientes Casos, bajo la dirección del MV José M. Gorriti (AyP de Clínica Deportiva de Equinos):

Casos de medicina deportiva.

- Endoscopia a una yegua con sintomatología de tos y mala performance.
- Examen semiológico musculoesquelético.
- Exploración clínica y Examen Radiográfico de tercer metacarpiano izquierdo ante la sospecha de una posible epífisitis.
- Examen odontológico y corrección de puntas de muela.

También en el área de influencia de la Escuela de Medicina Veterinaria de la UNRN se realizaron dos sesiones de Castraciones de Potros, donde cada estudiante pudo desplegar la técnica completa siguiendo las indicaciones correspondientes a la denominada Técnica Cerrada.

El protocolo anestésico utilizado fue:

- Pre anestesia: Xilacina 20% a una dosis de 1mg/kg.
- Inducción: Ketamina al 100 % y al 50% a una dosis de 2,4 mg/kg + Diazepam al 5 % 0,2 mg/kg.
- Analgesia local: Se aplicó un volumen de 10 ml en cada testículo de Lidocaína. Esto no solo favorece la analgesia si no que proporciona una turgencia al testículo que permite una mejor manipulación.
- Mantenimiento: Ketamina al 100 % y al 50% a una dosis de 1,2 + Diazepam 0,1 mg/kg. Es decir a mitad de dosis.

Técnica quirúrgica

Después de la inducción los caballos se colocaron en decúbito dorsal con sus cuatro miembros firmemente sujetos. Se realiza la asepsia de la zona con solución yodada al 10 % y alcohol, se procede a hacer 3 lavados colocando primero la solución yodada y luego el alcohol, siempre de forma centrifuga al lugar donde se realiza la incisión.

La técnica quirúrgica se realizó siguiendo las indicaciones del autor Colahan (1998). El cuello del escroto se toma con la mano izquierda y se identifican ambos testículos para luego inmovilizarlos comprimiendo la base del escroto. Se realiza una incisión escrotal larga sobre cada testículo, 1 a 2 cm lateral y paralelo respecto del rafe medio. La incisión abarca la piel, la túnica dartos y la fascia escrotal subyacente. En este caso se utilizó la técnica cerrada donde la túnica vaginal común no se incide, excepto en el punto en el que se secciona el cordón espermático. La túnica vaginal común, su contenido (testículo, epidídimo, cordón espermático) y el musculo cremáster externo se liberan la fascia escrotal adyacente por medio de disección roma y se seccionan en un punto cercano al anillo inguinal superficial primero se liga el cordón espermático y luego el musculo cremáster con un hilo de nylon de 0,40 mm. A 2 cm se coloca el emasculador el cual permanece allí durante 5 minutos (mínimo). Antes de realizar la sección con el bisturí, se libera la tensión ejercida sobre el cordón espermático. Este último se secciona en forma transversal más que oblicua. El corte tangencial de los vasos interfiere con el mecanismo hemostático natural del vasoespasmo segmentario. (Colahan, 1998)

Luego de la extracción de los testículos, puede eliminarse la piel entre las dos incisiones escrotales. Cualquier porción de fascia que protruya a través de las incisiones debe eliminarse. Las incisiones no se suturan para permitir un buen drenaje.

Una vez terminado el acto quirúrgico, se aplicó “curabichera” sobre las incisiones y las zonas adyacentes. Además se administró triamcinolona 12 mg/kg IM, un antiinflamatorio de depósito y una formulación comercial de penicilina y estreptomicina 10.000 a 20.000 UI/Kg IM como antimicrobiano. (Colahan, 1998)



Fotografía N° 16. **A.** Inducción de paciente con ketamina y diazepam. **B.** Mantenimiento de paciente con mismos fármacos. **C.** Incisión del rafe medio. **D.** Extracción de testículo.

6. Bibliografía

- Anderson, T. M., & McIlwraith, C. W. (2004). Longitudinal development of equine conformation from weanling to age 3 years in the Thoroughbred. *Equine veterinary journal*. <https://doi.org/10.2746/0425164044864507>.
- Auer, J. A., & Stick, J. A. (2011). *Equine surgery*. Philadelphia, United States: WB Saunders.
- Baker, W. T., Slone, D. E., Lynch, T. M., Johnson, C. R., & Baker, W. A. (2011). Racing and sales performance after unilateral or bilateral single transphyseal screw insertion for varus angular limb deformities of the carpus in 53 thoroughbreds. *Veterinary surgery*, 40(1), 124-128.
- Baxter, G. M. (2011). *Adams and Stashak's lameness in horses*. New Jersey, United States: John Wiley & Sons.
- Bernard, W. V., & Barr, B. (2011). *Equine pediatric medicine*. Florida, United States: CRC Press.
- Bertone, A. L., Turner, A. S., & Park, R. D. (1985). Periosteal transection and stripping for treatment of angular limb deformities in foals: clinical observations. *J Am Vet Med Assoc*, 187(2), 145-152.
- Bramlage, L. R. (2009). Part I: Operative orthopedics of the fetlock joint of the horse: traumatic and developmental diseases of the equine fetlock joint. In *Proceedings of 55th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, American Association of Equine Practitioners, Las Vegas* (pp. 96-143).
- Brauer, T. S., Booth, T. S., & Riedesel, E. (1999). Physeal growth retardation leads to correction of intracarpal angular deviations as well as physeal valgus deformity. *Equine veterinary journal*, 31(3), 193-196.
- Bussy, C., Auzas, F., & Muñoz, J. A. (2013). Clinical Use of Extracorporeal Shockwave Therapy (ESWT) for the Treatment of Carpus Valgus Deformities in Young Foals: A Retrospective Study of 64 Cases (2006-2009). *Open Journal of Veterinary Medicine*, 3(01), 46.

- Campbell, J. R., & Lee, R. (1981). Radiological estimation of differential growth rates of the long bones of foals. *Equine veterinary journal*, 13(4), 247-250..
- Carlson ER, Embertson RM, Ruggles AJ, et al. (2010). Transphyseal bridging techniques in the treatment of angular limb deformities of the Thoroughbred distal radius. *Proc Am Assoc Equine Pract*, 56:401.
- Caron, J. P. (1988). Angular limb deformities in foals. *Equine veterinary journal*, 20(3), 225-228.
- Catedra de Semiología. FCV-UBA. (2016). *Manual de Semiología Veterinaria*. Recuperado de: <http://www.fvet.uba.ar/fcvanterior/areas/semiologia/03082016/SEMIO-TOMO-1.pdf>.
- Cepeda, R.; Fernandez, S.; Orostegui, C. (2002). *Lecciones de Histología Veterinaria*, U.Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias, Depto de Cs. Biológicas Animales. Santiago, Chile.
- Cocetta, M. (2010). Problemas angulares y flexurales del potro en crecimiento. Recuperado de: <http://www.equisan.com/images/pdf/problemasangulares.pdf>.
- Colahan, P. T., Mayhew, I. G., Merritt, A. M., & Moore, J. N. (1998). *Medicina y cirugía equina*. Buenos Aires, Argentina: Inter - medica.
- Curtis, S. (2002). *Corrective Farriery. A Textbook of Remedial Horseshoeing, I*.
- Douglas, J. (2011). Pathogenesis of Osteochondrosis. *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/topics/veterinary-science-and-veterinary-medicine/endochondral-ossification>.
- Dutton, D. M., Watkins, J. P., Honnas, C. M., & Hague, B. A. (1999). Treatment response and athletic outcome of foals with tarsal valgus deformities: 39 cases. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 215(10), 1481-1484.
- Dyce, K. M. (2010). *Textbook of Veterinary Anatomy*. Missouri, United States: Saunders.

- Embertson, R. M., Bramlage, L. R., Herring, D. S., & Gabel, A. A. (1986). Physeal fractures in the horse: I. classification and incidence. *Veterinary surgery*, 15(3), 223-229.
- Eurell, J.A.; Van Sickle, D. (1998). *Connective and Supportive Tissues. Veterinary Histology*. Pennsylvania, United States: Williams & Wilkins.
- Fretz, P. B., Cymbaluk, N. F., & Pharr, J. W. (1984). Quantitative analysis of long-bone growth in the horse. *American Journal of Veterinary Research*, 45(8), 1602-1609.
- Fretz, P. B., & Donecker, J. M. (1983). Surgical correction of angular limb deformities in foals: a retrospective study. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 183(5), 529-532.
- Fruto, J. M. (2012). Veterinaria: Deformidades angulares en potros. *ExtremaduraPRE: la revista de la Asociación Extremeña de Criadores de Caballos de Pura Raza Española*, (11), 45-49.
- Giliberti, S. N. (2016). *Prevalencia de alteraciones de aplomos relacionados a la edad, en potrillos de raza polo argentino* (Tesis de maestría). Buenos Aires, Argentina.
- Gray, A., Randleff-Rasmussen, P., & Lepage, O. M. (2018). Single transphyseal screws for the correction of moderate to severe angular limb deformities in 28 Thoroughbred foals. *Equine Veterinary Education*, 30(2), 88-93.
- Greet, T. (2015). Angular and flexural limb deformities in foals and yearlings: Part 1: Angular limb deformities. *Veterinary Nursing Journal*, 30(12), 352-355.
- Greet, T. R., & Curtis, S. J. (2003). Foot management in the foal and weanling. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 19(2), 501-517.
- Hopper, S. (2002). *Normal and Abnormal Bone Responses to Nutrition and Exercise in the Young Horse*. Recuperado de: <http://www.kemi.org/stuff/bone.htm>.
- Hunt, R. J. (2016). Lameness in Foals. Recuperado de: <https://veteriankey.com/lameness-in-foals/>.
- INDEC (2002). *Censo Agropecuario, Explotaciones agropecuarias con ganado, por tipo de delimitación; y cabezas, por especie, según provincia*. Recuperado de: https://www.indec.gob.ar/cna_index.asp.

- Jansson, N. (1995). Angular limb deformities in 4 foals: treatment by periosteal transection and stripping. *Equine Veterinary Education*, 7(2), 70-74.
- Jansson, N., & Ducharme, N. G. (2005). Angular limb deformities in foals: treatment and prognosis. *Comp Cont Educ Pract*, 27, 134-146.
- Leitch, M. (1985). Musculoskeletal disorders in neonatal foals. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 1(1), 189-208.
- Lepeule, J., Bareille, N., Robert, C., Ezanno, P., Valette, J. P., Jacquet, S., ... & Seegers, H. (2009). Association of growth, feeding practices and exercise conditions with the prevalence of Developmental Orthopaedic Disease in limbs of French foals at weaning. *Preventive veterinary medicine*, 89(3-4), 167-177.
- Levine, D. G., & Aitken, M. R. (2017). Physeal Fractures in Foals. *The Veterinary clinics of North America. Equine practice*, 33(2), 417-430.
- Manual de Producción Equina, UNRC. (2009). *Guía de Trabajos Prácticos, Apломos del Caballo*. Recuperado de: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_equinos/curso_equinos_I/20-Guia_APLOMOS_2009.pdf.
- McCarrel, T. M. (2017). Angular Limb Deformities: Growth Retardation. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 33(2), 353-366.
- Mitten, L. A., & Bertone, A. L. (1994). Angular limb deformities in foals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 204(5), 717-720.
- Paradis, M. R. (2006). *Equine Neonatal Medicine E-Book: A Case-Based Approach*. Recuperado de: <https://books.google.com.ar>.
- Redboot. Recuperado de: <https://www.redboot.com.ar/>.
- Roberts, B. L., Railton, D., & Adkins, A. R. (2009). A single screw technique compared to a two screw and wire technique as a temporary transphyseal bridge for correction of fetlock varus deformities. *Equine Veterinary Education*, 21(12), 666-670.
- SENASA (2015). *Cadena Animal, Equinos*. Recuperado de: <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/equinos>.

- Shamis, L. D., & Auer, J. (1985). Complete ulnas and fibulas in a pony foal. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 186(8), 802-804.
- Shao, Y. Y., Wang, L., & Ballock, R. T. (2005). The molecular basis of the Heuter-Volkman Principle of physal growth. In *Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society, Washington DC* (Vol. 1054).
- Smith, L. (2010). Treatment of angular limb deformities in foals. *In Practice*, 32(4), 156. DOI:10.1136/inp.c1435.
- Stashak, T. S. (2001). *Adams' lameness in horses*. New Jersey, United States: Wiley-Blackwell.
- Thompson, K. N. (1995). Skeletal growth rates of weanling and yearling Thoroughbred horses. *Journal of Animal Science*, 73(9), 2513-2517.
- Toucedo, G. A. (1977). *El arte de herrar*. Buenos Aires. Argentina: Hemisferio Sur.
- Trumble, T. N. (2005). Orthopedic disorders in neonatal foals. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 21(2), 357-385.
- Turner, S. (1987). *Diseases of Bones and Related Structures*. Philadelphia, United States: Lea & Febiger.
- Vidal H, G., Mora Valdez, F. A., Rodríguez Tovar, L. E., & Ramírez Romero, R. (2010). Etiología, patogénesis, diagnóstico y tratamiento de osteocondrosis (OC). *Veterinaria México*, 42(4), 311-329.
- Wall, R. A., Robinson, P., & Adkins, A. R. (2010). The use of an absorbable bone screw as a transphyseal bridge for the correction of fetlock varus deviations in six foals. *Equine Veterinary Education*, 22(11), 571-575.
- Warren, L.K. (1997) *The effect of weaning age on foal growth and radiographic bone density*. Recuperado de: <http://www.ker.com/library/archive/proceedings/sc97/07/>.
- Watson, R. (2010). An overview of limb deformities in foals. *Equine Health*. Recuperado de: [http:// www.magonlinelibrary.com](http://www.magonlinelibrary.com).
- Watts, A. (2017). *Orthopedic Disorders of the Foal, An Issue of Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. Recuperado de: <https://books.google.com.ar>.

- Wheater, P.R.; Burkitt, H.G.; Daniels, V.G. (1980). *Los Tejidos Esqueléticos, Histología Funcional*. Barcelona, España: JIMS.
- White, K. K. (1983). Diaphyseal angular deformities in three foals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 182(3), 272-279.
- Witte, S., Thorpe, P. E., Hunt, R. J., Spirito, M. A., & Rodgerson, D. H. (2004). Growth retardation at the distal tibial physis through single screw placement. *Proceedings of the 50th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*.
- Wu, Q. Q., Zhang, Y., & Chen, Q. (2001). Indian hedgehog: an essential component of mechanotransduction complex to stimulate chondrocyte proliferation. *Journal of Biological Chemistry*. Recuperado de: <http://www.jbc.org/content/early/2001/07/20/jbc.M101055200.full.pdf>.