



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

Índice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | RESUMEN..... | 1 |
| 2 | INTRODUCCIÓN | 3 |
| 3 | JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS | 4 |
| 4 | MATERIALES Y MÉTODOS | 5 |
| 5 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 5 |
| 5.1 | Evaluación de la conformación del potro postparto | 5 |
| 5.1.1 | Vitalidad del potro..... | 5 |
| 5.1.2 | Examen visual en estación y en movimiento | 6 |
| 5.1.3 | Confirmación del diagnóstico..... | 9 |
| 5.2 | Deformaciones angulares y flexurales | 10 |
| 5.2.1 | Etiología..... | 10 |
| 5.2.2 | Prevalencia | 13 |
| 5.2.3 | Tipos de deformaciones angulares | 15 |
| 5.2.3.1 | Valgus | 16 |
| 5.2.3.2 | Varus..... | 16 |
| 5.2.4 | Tipos de deformaciones flexurales | 17 |
| 5.2.4.1 | Acortamiento de la unidad musculotendinosa | 18 |
| 5.2.4.2 | Laxitud del tejido blando | 19 |
| 5.3 | Plan de tratamiento..... | 21 |
| 5.3.1 | Herraje terapéutico: corrección de los aplomos..... | 21 |
| 5.3.1.1 | Recorte de cascos | 21 |
| 5.3.1.2 | Extensión de cascos..... | 22 |
| 5.3.1.3 | Otras herramientas..... | 24 |
| 5.3.2 | Otros tratamientos..... | 25 |
| 5.3.2.1 | Conservador | 25 |
| 5.3.2.2 | Médico..... | 26 |
| 5.3.2.3 | Quirúrgico..... | 27 |
| 5.4 | Presentación de casos clínicos | 32 |
| 5.4.1 | Caso 1 | 32 |
| 5.4.2 | Caso 2 | 34 |
| 6 | CONCLUSIONES | 35 |
| 7 | VALORACIÓN PERSONAL..... | 37 |
| 8 | BIBLIOGRAFÍA..... | 37 |

1 RESUMEN

Las deformaciones angulares y flexurales congénitas o adquiridas son las deformaciones ortopédicas no sépticas más presentes en potros. Algunas de ellas pueden dificultar el equilibrio y locomoción de los potros recién nacidos, poniendo en riesgo su vida. El diagnóstico precoz, tanto de forma visual como por ayuda de la radiología es esencial para preservar el futuro atlético del potro. La elección del tratamiento más adecuado dependerá de varios factores, tales como la edad del animal, el tipo de deformación, su localización y su gravedad.

Aunque algunas deformaciones pueden pasar por un proceso de autocorrección, otras necesitan la ayuda de uno o varios tratamientos para la obtención de un resultado concluyente.

El herraje terapéutico es el tratamiento de elección en casos leves o moderados y para el seguimiento postquirúrgico de las deformaciones. Con un simple recorte de casco, la colocación de herraduras concretas y la utilización de otras herramientas, una deformación puede corregirse de forma no invasiva y más económica. Para ello, la colaboración entre el veterinario y el herrador es clave para obtener resultados óptimos en el potro y ofrecer una prestación adecuada al cliente.

Otros tipos de tratamientos se emplean, de manera automática por el tratamiento conservador, en deformación flexural por acortamiento de la unidad musculotendinosa para el tratamiento médico con oxitetraciclina, y en casos severos que no responden a otros tratamientos, se utiliza el tratamiento quirúrgico. En dos casos clínicos presentados en este trabajo, se utilizó el herraje terapéutico de forma precoz para intentar corregir sus deformaciones.

Palabras claves: potro, deformaciones en extremidades, tratamiento y herraje terapéutico

ABSTRACT

Congenital or acquired angular and flexural limb deformities are the most common non-septic orthopaedic deformities in foals. Some of them can complicate the balance and locomotion, putting at risk new-born foals' life. Early diagnosis, both visually and through radiology is essential to preserve the foal's athletic future. The most appropriate treatment choice will depend on several factors, such as the animal's age, the deformity type, its location and severity. Even though some deformities can go through a self-correcting process, others need the help of one or several treatments to obtain a conclusive result.

Therapeutic farriery is the treatment of choice in mild or moderate cases and for post-surgical monitoring of deformities.

With a simple hoof trimming, specific horseshoes placement and the use of other tools, a deformity can be corrected non-invasively and more economically. For this, the collaboration between the veterinarian and the farrier is key to obtain optimal results in the foal and offer an adequate service to the customer.

Other treatments are used, automatically by conservative treatment, in flexural deformity by musculotendinous unit shortening for medical treatment with oxytetracycline, and in severe cases that do not respond to other treatments, surgical treatment is employed. In two clinical cases presented in this study, therapeutic farriery was employed early to try to correct their deformities.

Key words: foal, limb deformities, treatment and therapeutic farriery

2 INTRODUCCIÓN

El objetivo de todos los criadores de caballos de deporte es obtener potros sanos y bien conformados, asegurando así, desde sus primeros momentos de vida, su futuro deportivo. La idea de una buena conformación del potro depende no solamente de su raza, sino también de la disciplina deportiva a la cual está destinado (McCarrel, 2017). Es importante en este sentido saber diferenciar una mala conformación de una deformación. Una mala conformación influye en la estética del potro, pudiendo estar en incongruencia con los estándares de la raza, o influyendo en el futuro rendimiento deportivo del potro, mientras que una deformación puede tener un impacto en el rendimiento deportivo del potro como en su salud. Las deformaciones ortopédicas no sépticas (NSOD de sus siglas en inglés *Non Septic Orthopedic Deformity*) son las patologías más observadas al nacimiento (Raidal et al., 2021), pertenecen al grupo de enfermedades congénitas ortopédicas del desarrollo y se dividen en dos grandes grupos: las deformaciones angulares (ALD de sus siglas en inglés *Angular Limb Deformity*) y las deformaciones flexurales (FLD de sus siglas en inglés *Flexural Limb Deformity*). La deformación angular se caracteriza por ser una desviación, principalmente del plano frontal, originado al nivel de la articulación y/o de la placa de crecimiento, mientras que la deformación flexural es una hiperflexión o hiperextensión permanente de una parte de la extremidad (Mccoy, 2016). Estas deformaciones observables en el periodo perinatal pueden ser congénitas o adquiridas y su gravedad puede variar dependiendo de su localización, su ángulo de deformación y la posible presencia de degeneración ósea y tisular.

Durante los seis primeros meses de vida, los potros pueden realizar cambios conformacionales excepcionales gracias a las características dinámicas de su crecimiento. De hecho, son más propensos a sufrir procesos patológicos donde se puede observar un deterioro, pudiendo acabar en cambios degenerativos permanentes a nivel óseo y/o tisular. Afortunadamente, el contrario también ocurre gracias a este crecimiento dinámico, permitiendo que la corrección de defectos estructurales sea bastante más rápida y eficaz que en edades más avanzadas (Hunt & Baker, 2017).

Conociendo las variaciones de desarrollo habituales del sistema musculoesquelético, el veterinario es frecuentemente solicitado para diagnosticar las deformaciones y determinar si son anormales, necesitando algún tipo de tratamiento, o si se pueden arreglar por si solas (Bramlage & Auer, 2006). Existen diferentes métodos de tratamiento para corregir estas deformaciones, siendo el herraje terapéutico el tratamiento conservador más empleado. Este método es el más asequible, tanto a nivel económico como a nivel práctico, que supone un

trabajo de colaboración entre el veterinario y el herrador, además del buen cumplimiento de las pautas de tratamiento por parte del propietario (Werner, 2012).

Los otros métodos de tratamientos se utilizan frecuentemente, pero algunos de ellos sólo se emplean en casos concretos. El tratamiento conservador siempre debe acompañar los otros tipos de tratamientos, ya que tiene su base en la restricción de ejercicio y de la alimentación. Los tratamientos médicos y quirúrgicos son más selectivos en cuanto al tipo y gravedad de las deformaciones, así como a la edad del potro.

El futuro rendimiento deportivo del potro no dependerá solamente de su genética y conformación al nacimiento, sino sobretodo de la identificación correcta de las deformaciones e intervención precoz con el tratamiento adecuado (Austin, 2013).

3 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Una de las consultas más habituales al veterinario en la clínica equina son las cojeras, que pueden estar causadas por una lesión durante el ejercicio o por problemas subyacentes por una mala conformación, que impiden una buena repartición de las fuerzas en las extremidades del caballo.

Detectar estos defectos a edades tempranas, es esencial para poder realizar un tratamiento adecuado y eficaz, para poder así prevenir las cojeras debidas a malas conformaciones a edades adultas.

Tener un conocimiento amplio de la conformación musculoesquelética básica del potro al nacimiento, y sus posibles cambios en el tiempo, es una gran ventaja para el manejo precoz de potros necesitando tratamiento correctivo de una o varias extremidades deformadas.

El enfoque en el tratamiento con herraje terapéutico sigue la misma trayectoria, basada en accesibilidad y precocidad del tratamiento proporcionado por el herrador.

Al igual que el veterinario, el herrador es un profesional de la especie equina, y su colaboración ofrece una mejor evaluación del problema a tratar por ambas partes.

Esta colaboración, al igual que el propio papel de proximidad con el propietario que tienen el veterinario y el herrador, orienta el tratamiento a ser lo más conservador y económico posible, con una óptima recuperación del potro, cumpliendo así con el objetivo primario del criador de caballo de deporte: obtener potros sanos y bien conformados, para conseguir la máxima rentabilidad de cada producto.

Por la repercusión económica que tiene en este sector, es importante saber cómo tratar este tipo de problemas a una edad temprana en el potro, pudiendo elegir el mejor tratamiento y con

el menor gasto posible, así como no tener repercusiones en la etapa adulta que suponga una disminución del rendimiento deportivo.

Es por ello que el objetivo principal de este trabajo es llevar a cabo una revisión bibliográfica de la literatura disponible sobre el tratamiento con herraje terapéutico en potros con deformidades angulares y flexurales.

Como objetivo secundario se presentarán casos clínicos cedidos por el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza (HVUZ) y casos externos para ilustrar mejor este TFG.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

Para conseguir el primer objetivo, se realizó una revisión bibliográfica sobre literatura científica disponible relevante sobre las deformaciones angulares y flexurales en potros, y sobre el tratamiento más específico con herraje terapéutico. Se incluyó bibliografía en inglés, español y francés, usando el buscador académico Google Scholar, así que las bases de datos de PubMed, ScienceDirect y publicaciones veterinarias de la BEVA.

Se utilizaron las palabras claves *“foal”, “limb deformities”, “treatment”, “therapeutic farriery”* y sus combinaciones booleanas. Se incluyeron trabajos publicados entre los años 2000 y 2024, y se usó el gestor de referencias bibliográficas Mendeley.

Para alcanzar el segundo objetivo, se utilizó la base de datos de casos clínicos disponibles del HVUZ y se obtuvo datos referentes a casos clínicos proporcionados por veterinarios de campo, centrándose en el herraje como tratamiento ortopédico.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Evaluación de la conformación del potro postparto

5.1.1 Vitalidad del potro

De manera general, un potro recién nacido debe cumplir la “regla del 1-2-3”, que sugiere que un potro sano debe ponerse de pie en no más de 1 hora, mamar en menos de 2 horas y liberar el meconio en menos de 3 horas (McCue & Ferris, 2012). El hecho de no cumplir esta regla puede poner en peligro la vida del potro o dar la sospecha de un posible problema conformacional que le impide ponerse de pie y tomar el calostro.

La transferencia de la inmunidad de la madre al potro se hace de forma pasiva a través del calostro. El potro debe por lo menos ingerir de 1 a 2 litros de calostro antes de 2 horas postparto y para ello, ha tenido que ponerse de pie y caminar para encontrar las mamas de su madre.

El criador debe estar aún más vigilante en caso de tener un potro prematuro, nacido antes de cumplir los 320 días de gestación, o uno dismaduro, nacido de una gestación normal o larga y que presenta signos de inmadurez (Coleman & Whitfield-Cargile, 2017).

Una deformación angular o flexural, o un conjunto de estos dos tipos de deformaciones puede restringir la movilidad del potro e impedir que se levante en los casos más graves.

Esta incapacidad de ponerse de pie y mamar es una de las causas más comunes de rescisiones de contrato entre un criador y un comprador (Hunt & Baker, 2017). Además, en razas de carreras, como los Pura Sangre Inglés y Trottones, una visita semanal del herrador para una inspección de conformación durante los 6 primeros meses de vida es lo más recomendable. Durante este periodo, los potros alcanzan la mitad de su talla adulta, por lo tanto, los diagnósticos y tratamientos precoces son más eficaz y rentables para el criador, y aportan más seguridad en cuanto al futuro deportivo del caballo (Castelijns, 2014).

5.1.2 Examen visual en estación y en movimiento

Un examen visual de conformación se hace de forma rutinaria en los potros recién nacidos, para evaluar la conformación general del potro y diagnosticar posibles deformaciones congénitas que necesitan seguimiento (Hunt & Baker, 2017; O'Grady, 2020a). Este examen engloba las bases de cualquier examen veterinario clínico, comprendiendo la examinación del estado físico, la toma de temperatura, los parámetros vitales como la frecuencia cardiaca y respiratoria, el comportamiento del potro, y posibles anomalías físicas y/o conformacionales tales como inflamaciones (Hunt & Baker, 2017). Tras este primer examen, se abre un registro de seguimiento para cada individuo, conteniendo su historia clínica desde su nacimiento, su examinación física, tratamiento o medicación administrada, la conformación de los cascos y extremidades, y los comentarios del herrador sobre la evolución del potro. Además, la adición al registro de imágenes digitales como fotos, vídeos y radiografías, ayudan a determinar de forma más objetiva si hay un progreso o un deterioro de la condición ortopédica del potro (O'Grady, 2020a).

Es imprescindible que la primera evaluación visual del potro, estática o en movimiento, se haga en un suelo plano y duro, al lado de su madre. El examinador debe colocarse en frente del potro, de manera que se puedan observar las extremidades anteriores con un ángulo ligeramente

oblicuo al plano frontal, para tener una vista desde arriba de las extremidades anteriores (O'Grady, 2020a).

Para reconocer una deformación angular o flexural durante una evaluación de conformación física, es imprescindible entender las variaciones normales del sistema musculoesquelético del potro en desarrollo (Hunt & Baker, 2017). Por ejemplo, es bastante común encontrarse potros con un pecho estrecho y extremidades largas en comparación a su tamaño, ya que nacen la mayoría bastante débiles (Bramlage & Auer, 2006). Adoptan esta conformación para tener más equilibrio, tomando una posición específica de las extremidades anteriores, dirigiéndolas hacia el exterior, haciendo que los pies apunten hacia fuera ("Toed-out" de su apelación en inglés). Esta conformación transicional considerada como "normal" en los potros, evoluciona gradualmente con el aumento de la circunferencia de la caja torácica (Castelijns, 2014) y vuelve a una conformación normal con los pies en línea con el cuerpo.

Durante el examen visual, los veterinarios suelen emplear un sistema de ejes imaginarios para la evaluación de conformación de los cascos y extremidades de los potros, y detectar la presencia de deformaciones angulares. La inspección se hace de distal a proximal, imaginando varios ejes verticales que parten las diferentes estructuras anatómicas de las extremidades en dos mitades iguales (O'Grady, 2020a). Se imagina un primer eje que empieza por la pinza del casco, pasando por la corona, hasta la articulación metacarpofalangiana, y un segundo eje partiendo de esta misma articulación hasta la región distal del radio, para que al final, estos ejes se conecten y revelen posibles deformaciones angulares (O'Grady, 2020a). En una conformación óptima, el eje partiendo de la parte distal del radio a la parte proximal del menudillo y el eje partiendo del menudillo hasta la punta del casco, deben formar una línea recta y ser entonces perfectamente alineados (O'Grady, 2020a) (*Figura 1*).

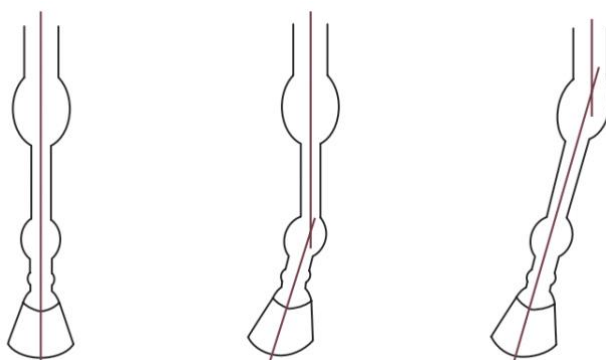


Figura 1: Eje dibujado mostrando (izquierda) una conformación recta de la extremidad y una deformación aproximativa de 15° encima del menudillo (centro) y del carpo (derecha). (Smith, 2010)

También se pueden imaginar dos ejes horizontales, unos al nivel de la banda coronaria, y otro en la parte medial del carpo para darnos indicaciones sobre una posible inclinación del casco y del carpo de un lado concreto, indicando un problema de aplomos y una tendencia de estos

potros a desarrollar una deformación angular de tipo varus al nivel del carpo o del menudillo cuando alcanzan la madurez (O'Grady, 2020a; Santschi et al., 2006).

Sin embargo, las extremidades no solo deben observarse frontalmente, sino también lateralmente, enfocando así la observación en las articulaciones del menudillo y del carpo, para anotar signos de deformación flexural si la o las articulaciones están dobladas (adelantadas con respecto al eje vertical) o hiperextendidas (retrasadas con respecto al eje vertical) (O'Grady, 2020a).

La cara interna del casco debe ser evaluada también, observando posibles asimetrías en sus estructuras y posibles daños afectando la integridad de las mismas. Una clara disparidad de altura de los talones es indicativa de una mala distribución del peso del potro y por lo tanto, de un problema de aplomos (O'Grady, 2020a).

Si durante el examen visual del paciente se observa una inflamación, esta debe ser palpada y anotada en el historial del paciente (O'Grady, 2020). La palpación esta recomendada en articulaciones con visible deformación y foco de inflamación. Dicha palpación es importante para detectar zonas calientes, indicativas de focos inflamatorios y sobre todo para determinar el rango de movimiento de articulaciones tales como la del carpo, menudillo y articulaciones digitales, pero igualmente para identificar los tejidos más tensos de la cara flexora de la extremidad (Gaughan, 2017). En un examen de palpación, si aplicando fuerza en el lado de la deformación, la extremidad vuelve a estar alineada, la causa podría ser una osificación incompleta o una laxitud de las estructuras de soporte de la región afectada. En el caso contrario, si aplicando fuerza, la extremidad no se pone recta, la causa es por cambios en la estructura ósea de la región afectada (Bramlage & Auer, 2006).

Tras acabar la evaluación estática del potro, se debe proceder a su evaluación dinámica acompañado de su madre, el potro caminando a un lado de ella, observándolo andar acercándose y alejándose del observador (O'Grady, 2020a). El potro debe estar libre de sus movimientos, sin ningún tipo de restricción en la cabeza o en el cuello (O'Grady, 2020b). Durante esta evaluación, se observa si hay algún signo de cojera, como se levanta el pie del suelo, como contacta con este luego (O'Grady, 2020a) y el movimiento de la extremidad en el aire, ya que, si este último no sigue una dirección recta, puede ser el signo de deformación angular (Smith, 2010).

También es importante fijarse en la marca dejada en el suelo de los cascos, para anotar cualquier desequilibrio de fuerzas o rotaciones en las extremidades y poder corregirlos con recorte de casco y plantillas (O'Grady, 2020b).

5.1.3 Confirmación del diagnóstico

Tras diagnosticar una deformación en una o varias extremidades en el examen visual y la palpación, siempre se recomienda recurrir a la radiografía para confirmar el diagnóstico y conocer su origen de forma más precisa. La radiografía se conoce como la única ayuda diagnóstica que facilita la determinación precisa de la localización y el grado de deformación, a su vez permite establecer o excluir la presencia de osificación incompleta de los huesos carpianos o tarsianos y del menudillo y también fracturas de tipo Salter-Harris, es decir, fracturas al nivel de la placa de crecimiento (Castelijns, 2014). El diagnóstico precoz de deformaciones, sobre todo en potros todavía con osificación incompleta, es fundamental, puesto que, en estos momentos, el cartílago precursor se está dañando, soportando cargas desiguales. Esto, combinado con la rápida osificación endocondral que ocurre en estas edades, un potro podrá tener una deformación permanente por diagnóstico erróneo o falta de este (Caldwell, 2017). Sin embargo, si el diagnóstico se hace entre 1 mes y 2 meses de edad, una corrección es posible (Bramlage & Auer, 2006). Es importante no limitarse a la imagen radiográfica de la zona afectada y utilizar otros métodos diagnósticos, como la ecografía y la termografía, dado que una deformación presente en el menudillo puede estar causada por un dolor generado en la fisis distal del radio por ejemplo (Gaughan, 2017).

En el momento de realizar un diagnóstico radiográfico, el veterinario debe saber que proyecciones hacer para cada grupo de estructuras, conociendo perfectamente las direcciones y planos. En un plano sagital, es decir, visto de frente, hablamos de “medial” cuando nos referimos a la cara interna de la extremidad y “lateral” cuando es la cara externa de la extremidad. Las palabras “proximal” y “distal” se emplean cuando nos dirigimos respectivamente hacia el cuerpo del potro o hacia el suelo (Fruto JM, 2012). Las proyecciones dorsopalmar y dorsoplantar son las más utilizadas para visualizar las articulaciones, excepto en el tarso, donde se favorece la proyección lateromedial (Bramlage & Auer, 2006). Es importante que el tercer metacarpiano o metatarsiano, así como la región falangiana estén perfectamente alineados, en un mismo plano, para conocer la orientación articular y diferenciar deformaciones angulares de deformaciones rotacionales (Bramlage & Auer, 2006). Para conocer el ángulo de deformación angular y entonces conocer el grado de severidad de esta misma, se utiliza el método del “Punto de Pivot”, consistiendo en calcular el ángulo de deformación de una articulación en concreto, basándose en la intersección de dos ejes, por ejemplo, uno saliendo del radio y otro saliendo del metacarpo, hasta cruzarse en el carpo (McCarrel, 2017). Este método permite localizar el origen de la deformación, además de saber si los huesos del carpo

o del tarso estén involucrados en la deformación, o si viene de un crecimiento desproporcional de la fisis (García-López, 2017).

Por lo tanto, para lograr tener un diagnóstico precoz y correcto, la combinación del examen visual, la palpación y la radiografía es bastante recomendada por los veterinarios y ventajosa económicamente para el criador.

5.2 Deformaciones angulares y flexurales

5.2.1 Etiología

Como se ha comentado anteriormente, existen dos tipos de deformaciones importantes presentes en los caballos: las deformaciones angulares y las deformaciones flexurales. A menudo, los potros presentan una combinación de estas diferentes deformaciones, acompañadas de desviaciones.

Una deformación angular esta a menudo acompañada de una rotación axial en la longitud de la extremidad, en dirección lateral o medial a lo largo del plano frontal (Hunt & Baker, 2017). Es importante diferenciarlas, puesto que en una rotación no hay ningún defecto en el alineamiento de los segmentos óseos (Castelijns, 2014). Las deformaciones angulares pueden aparecer en cualquier momento de la vida del animal, pero es más común que aparezcan del nacimiento al año de vida y una de las primeras causas de su aparición es por desequilibrio de crecimiento de la fisis, creciendo un lado más que el otro (O'Grady, 2020b). La fisis o placa de crecimiento, es un área de desarrollo de los huesos largos que persiste tras el nacimiento. El crecimiento de los huesos se produce axialmente a la fisis, con nuevo material óseo añadiéndose en la metafisis, alejando así la epífisis del foramen nutritivo (*Figura 2*). El crecimiento de la epífisis y de la fisis también puede hacerse de manera circunferencial para aumentar la parte distal del hueso y crear una superficie de soporte para el futuro peso adulto (Bramlage & Auer, 2006).



Figura 2: Crecimiento óseo de los huesos largos en el potro (fuente modificada de MS Gallagher's classroom)

En una deformación angular congénita, la fisis no está afectada patológicamente, pero la deformación esta causada por un desequilibrio en el desarrollo de la placa de crecimiento, causando una angulación del eje largo de la extremidad, originada en la articulación. Por otro lado, en una deformación angular adquirida, la fisis está afectada patológicamente, es decir que la extremidad tenía una alineación normal al principio, pero que se crearon estructuras fragilizadas y áreas colapsadas (Bramlage & Auer, 2006), a menudo dado por falta de diagnóstico en edades tempranas y sobrepresión ejercida en las articulaciones patológicamente laxas, produciendo así estos colapsos (García-López, 2017). Los parámetros más observados en las deformaciones angulares son una osificación incompleta (Bramlage & Auer, 2006), así como una laxitud de los tejidos blandos periarticulares (García-López, 2017; Hunt & Baker, 2017).

Es importante, de cara a la urgencia del tratamiento a administrar y el pronóstico del potro, conocer la escala de crecimiento de los huesos formando las extremidades. El crecimiento óseo esta acelerado en los primeros meses de vida del potro, y se reduce gradualmente, a partir de cierta edad, dependiendo de cada hueso. De hecho, el crecimiento rápido de la fisis distal del radio y de la tibia se hace antes de los 6 meses y el crecimiento de la fisis del tercer metacarpo y metatarso se produce antes de los 3 meses (García-López, 2017). Cuando pasa este periodo de crecimiento rápido, la corrección de deformaciones con tratamiento conservador o herraje terapéutico se ve comprometida y la intervención quirúrgica se ve muchas veces necesaria.

En cuanto a las deformaciones flexurales, están generalmente asociadas a laxitud de tejido blando o contractura, provocando una desviación dirigida hacia dorsal o plantar/palmar en el plano sagital (Hunt & Baker, 2017). Las deformaciones flexurales por hiperlaxitud de tejido

blando en los menudillos son las más observadas al nacimiento, frecuentemente en las extremidades posteriores, de forma bilateral. Las causadas por acortamiento de la unidad musculotendinosa no se observan tan a menudo y suelen ser más graves y difíciles de resolver. En caso de una deformación flexural adquirida, se observa más en potros de 2-4 meses y afecta normalmente a la articulación interfalangiana distal (AIFD) (O'Grady, 2020b), aunque también puede aparecer en los carpos y menudillos, a menudo causado por ajustes conformacionales compensatorios ocurridos después de una lesión en la extremidad contralateral (Gaughan, 2017). Esta compensación de peso en la extremidad sana hace que las estructuras conformacionales aun inmaduras formando las articulaciones, soporten presiones demasiado importantes y que se lesionen. En los carpos, una deformación flexural adquirida unilateral o bilateral puede ser causada por la ruptura del tendón extensor digital común (TEDC). En este caso, el potro tendrá los carpos doblados dorsalmente, con presencia de inflamación longitudinal en la cara lateral de la superficie dorsal del carpo (Auer, 2006; Gaughan, 2017).

En cuanto a las causas por las cuales aparecen estas deformaciones, tanto angulares como flexurales, existe una etiología bastante amplia, recogiendo las causas de origen congénito y de origen adquirido, es decir, durante el desarrollo del potro tras su nacimiento.

Las causas más comunes de deformaciones angulares y flexurales congénitas son (Coleman & Whitfield-Cargile, 2017; Fruto JM, 2012; García-López, 2017; Gaughan, 2017; Kidd & Barr, 2002; McCue & Ferris, 2012; Mouncey et al., 2023; O'Grady, 2020b):

- Prematuridad: los potros prematuros tienen tendencia a tener un bajo grado de osificación (SOI de sus siglas en inglés *Skeletal Osification Index*) dado por el tiempo de gestación corto y el bajo peso al nacimiento del potro.
- Posición intrauterina incorrecta: es la principal causa de la presencia de laxitud de tejidos blandos periarticulares en el potro, y entonces, de crecimiento asimétrico de la fisis de los huesos largos.
- Falta de aporte sanguíneo al útero: puede estar causado por placentitis, enfermedad metabólica, parasitosis, cólico o gestación gemelar.
- Predisposición genética: no se conoce un gen preciso influyendo en la formación de deformaciones en los potros, pero se reconoce que algunos ambientes pueden influir en la aparición o no de esas deformaciones óseas.
- Desequilibrio nutricional de la yegua durante su último tercio de gestación: por déficit de oligoelementos (zinc, cobre, manganeso y yodo) y macrominerales (calcio y fósforo), o sobrepeso, ya que las yeguas presentan una acumulación de grasa en el abdomen, produciendo compresiones sobre el feto, pudiendo afectar a su desarrollo.
- Ingestión accidental de teratógenos presentes en el forraje durante la gestación

- Virus de la influenza equina

En cuanto a las deformaciones angulares y flexurales adquiridas, las causas son (Fruto JM, 2012; Gaughan, 2017):

- Trauma en la placa de crecimiento: se produce una compresión de los vasos sanguíneos, disminuye el aporte sanguíneo, y entonces se produce una deficiencia de nutrientes esenciales al desarrollo óseo, pudiendo producir el cierre temprano de la fisis y bloquear el crecimiento.
- Exceso de ejercicio: se produce un aplastamiento de la zona proliferativa de la fisis y su cierre temprano.
- Mala conformación ósea: provocado por un desequilibrio de presiones ejercidas en ambos lados de la fisis, llevando al desarrollo de una desviación de la extremidad.
- Dietas energéticas: acelera el crecimiento, originando inestabilidad de la articulación o pudiendo llegar a una fisisitis, es decir, una inflamación alrededor de la placa de crecimiento.
- Dolor o cojera no tratada: para aliviarse del dolor producido en la extremidad lesionada (fisisitis, enfermedad ortopédica del desarrollo...), el potro adopta una posición desequilibrada, con apoyo asimétrico de las extremidades. Este desequilibrio de carga se mantiene en el tiempo, sobre todo en edades tempranas y la extremidad que soporta la mayor carga sufre una deformación, ya que genera un reflejo flexor en esta misma extremidad.

5.2.2 Prevalencia

Un estudio del 2013 (*Tabla 1*) sobre el desarrollo longitudinal de las extremidades anteriores en 292 potros de 1 mes de tres razas diferentes (Pura Sangre Inglés, Trotón Francés y Silla Francés) demuestra que las deformaciones angulares son las más encontradas (63,6%), donde los valgus de carpo y valgus de menudillo son las más prevalentes (42,1% y 31,2% respectivamente). Las deformaciones flexurales son menos frecuentes al mes de edad (36,4%), pero más observadas que las deformaciones angulares al destete (62,6%) (Robert et al., 2013). También, dentro de las deformaciones flexurales, los casos de potros corvos (“Over-at-the-knee” de su apelación en inglés) e hiperextensión digital eran las más frecuentes (30,8% y 13,0%).

Tabla 1: Prevalencia de potros presentando deformaciones en extremidades anteriores a 1 mes de edad, y su evolución a 3 meses y 6 meses de edad en los mismos casos (fuente modificada de Robert et al., 2013).

| Edad | 1 mes | 3 meses | 6 meses |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Severidad | Grado 1 a Grado 3 | Grado 1 a Grado 3 | Grado 1 a Grado 3 |
| Simetría | Unilateral y Bilateral | Unilateral y Bilateral | Unilateral y Bilateral |
| Potros afectados | n (%) | n (%) | n (%) |
| Deformaciones angulares | | | |
| Valgus de carpo | 123/292 (42,1%) | 42/292 (14,4%) | 22/292 (7,5%) |
| Varus de carpo | 4/292 (1,4%) | 0 | 0 |
| Valgus de menudillo | 91/292 (31,2%) | 48/292 (16,4%) | 18/292 (6,2%) |
| Varus de menudillo | 37/292 (12,7%) | 16/292 (5,5%) | 9/292 (3,1%) |
| Deformaciones flexurales | | | |
| Corvo | 90/292 (30,8%) | 25/292 (8,6%) | 11/292 (3,8%) |
| Hiperextensión digital | 38/292 (13,0%) | 4/292 (1,4%) | 2/292 (0,7%) |
| Retracción digital | 18/292 (6,2%) | 11/292 (3,8%) | 9/292 (3,1%) |

En otro estudio del 2008 (*Tabla 2*) sobre el tratamiento quirúrgico de 72 potros con deformación flexural del carpo, podemos observar que las deformaciones flexurales de grado 1 y 2 son las más frecuentes. La edad media de los casos era de 42 días, donde 70 de los casos tenían una deformación flexural congénita y sólo 2 la tenían adquirida (Charman & Vasey, 2008).

Tabla 2: Clasificación de extremidades anteriores afectadas por deformación flexural en carpo en un estudio de 72 casos (fuente modificada de Charman & Vasey, 2008).

| Severidad de la deformación en ambas extremidades | Nº potros | Edad media (días) |
|--|------------------|--------------------------|
| Grado 1 Bilateral | 8 | 49 |
| Grado 1 , Grado 2 | 10 | 49 |
| Grado 1 , Grado 3 | 1 | 35 |
| Grado 2 Bilateral | 35 | 42 |
| Grado 2, Grado 3 | 4 | 42 |
| Grado 3 Bilateral | 5 | 28 |
| Grado 1 Unilateral | 1 | 77 |
| Grado 2 Unilateral | 8 | 49 |
| Grado 3 Unilateral | 0 | 0 |

De las 135 extremidades afectadas en total, el 20,7% de los potros con deformación flexural en los anteriores tenían un grado 1 (deformación <20º al eje normal), 68,2% un grado 2 (deformación entre 20º y 40º al eje normal) y 11,1% un grado 3 (deformación >40º al eje normal).

A su vez, un 50% de las extremidades afectadas presentaban una deformación angular valgus de carpo en la mayoría de los casos (*Tabla 3*).

Tabla 3: Prevalencia deformación angular presentes en potros presentando una deformación flexural en extremidades anteriores (fuente modificada de Charman & Vasey, 2008).

| Grado de deformación flexural | Nº extremidades con deformación angular según grado de deformación flexural | Tipo de deformación angular | Nº extremidades afectadas según tipo de deformación angular |
|-------------------------------|---|-----------------------------|---|
| Grado 1 | 11/28 (39%) | Valgus de carpo | 5/11 (45%) |
| | | Varus de carpo | 3/11 (27%) |
| | | Varus de menudillo | 3/11 (27%) |
| Grado 2 | 51/92 (55%) | Valgus de carpo | 38/51 (74%) |
| | | Varus de carpo | 8/51 (16%) |
| | | Valgus de menudillo | 1/51 (2%) |
| | | Varus de menudillo | 5/51 (10%) |
| Grado 3 | 6/15 (40%) | Valgus de carpo | 6/6 (100%) |

En resumen, estos estudios nos confirman que las deformaciones más comunes son de origen congénito, ya que se observa un descenso de la presencia de deformaciones al destete. En las extremidades anteriores, la deformación angular congénita más frecuente es el valgus de carpo y el carpo de tipo corvo la deformación flexural congénita más frecuente según el estudio de 2013 (Figura 3).

En las extremidades posteriores, la deformación angular más presente es el valgus de tarso, que está considerado como normal en potros jóvenes y la hiperextensión de menudillos, la deformación flexural más común que suelen resolverse fácilmente con tratamiento conservador en la mayoría de los casos. También en este caso, el origen congénito es el más prevalente, bajando la prevalencia conforme avanzan en la edad.

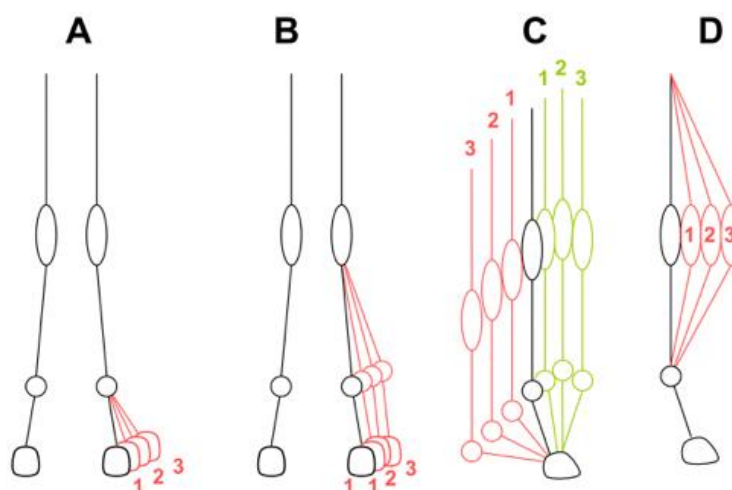


Figura 3: Principio de gradación de las principales deformaciones en extremidades de los potros. Conformación normal en potros jóvenes esta esquemáticamente representada en negro visto de frente (A y B) y desde el lado derecho (C y D). (A) Valgus de menudillo. (B) Valgus de carpo. (C) Hiperextensión de menudillo (en rojo) y topino (en verde). (D) Corvo. 1, Deformación leve; 2, deformación moderada; 3, deformación severa. (Robert et al., 2013)

5.2.3 Tipos de deformaciones angulares

5.2.3.1 Valgus

Como se ha comentado anteriormente, la deformación angular de tipo valgus es la más común, tanto en las extremidades anteriores como en las posteriores y se puede observar en carpo, tarso o menudillo. Se define como una desviación lateral al eje central de la extremidad, distalmente a la articulación afectada y puede ser acompañada de un cierto grado de desviación axial hacia el exterior (“Toed-out” de su apelación en inglés) (O’Grady, 2020b). En el carpo, por ejemplo, se observa cuando el ángulo entre el radio y el metacarpo es menor a 180º del lado lateral (Castelijns, 2014). Esta deformación se debe en la mayoría de los casos por una laxitud de los tejidos blandos periarticulares de soporte presentes en la extremidad y será siempre la causa principal en deformación de la articulación del menudillo y distalmente a ella. Sin embargo, en carpo y tarso, la alineación no convencional de los huesos articulares, puede estar causada por una mala formación o insuficiente osificación de los huesos articulares y resultaría en una deformación permanente si no recibe ningún tipo de tratamiento (Bramlage & Auer, 2006; McCoy, 2016).

Las deformaciones más comunes observables al nacimiento son de tipo valgus de carpo y valgus de tarso, ambas considerándose normales hasta un cierto ángulo de deformación (O’Grady, 2020b). De hecho, la mayoría de los potros nacen con conformación valgus de carpos de angulación máxima de 4º y ligera rotación externa, considerándose normal, puesto que se resuelve la mayoría del tiempo de forma natural (Hunt & Baker, 2017). Se considera anormal una conformación recta de carpos y deformación valgus de carpo más severa, de 5º a 8º de deformación, siendo más preocupante en cuanto a su pronóstico con tratamiento conservador, y debe ser meticulosamente vigilado desde sus primeros días de vida (O’Grady, 2020b). También se puede observar en casos severos potros “azotados por el viento” (“Windswept” de su apelación en inglés), que, por una considerable laxitud periarticular del tejido blando, sus articulaciones varían de tipo de deformación, es decir, que pueden pasar de tipo valgus a tipo varus (McCoy, 2016).

5.2.3.2 Varus

Las deformaciones angulares de tipo varus, son direccionalmente inversas a las deformaciones de tipo valgus. De este modo, definimos una deformación de tipo varus como una desviación medial al eje vertical de la extremidad distalmente a la articulación afectada (O’Grady, 2020b) y puede ser acompañada de un cierto grado de desviación axial hacia el interior (“Toed-in” de su apelación en inglés). Los potros con deformación angular de tipo varus ponen más peso en sus talones o cuartas partes laterales, produciendo un crecimiento asimétrico de los talones, donde

el crecimiento de los talones laterales este retrasado comparado a los talones mediales, haciendo que estos últimos estén más elevados (Redden, 2011).

Las desviaciones de tipo varus se observan más en el menudillo, tanto en la extremidad anterior como en la posterior, pero aparecen con menos frecuencia en el carpo (O'Grady, 2020b). Si es una deformación de origen adquirido, resulta a menudo de una compensación originada por un cambio de postura, secundaria a una deformación severa de tipo valgus de carpo (Redden, 2011). En este caso, la desviación varus del menudillo debe ser detectada y tratada de forma precoz, antes de tratar la deformación valgus de carpo, ya que el crecimiento de la fisis del tercer metacarpiano/metatarsiano cesa sobre las 8 semanas de edad (O'Grady, 2020b).

Cabe destacar que las deformaciones angulares de tipo varus se diagnostican con mayor frecuencia de forma tardía, como lo demuestra el estudio de Robert, Valette y Denoix en 2013 (Tabla 4), donde se observa que la mitad de los potros varus de menudillo se diagnostican tardíamente con 6 meses de edad. Podría ser debido por tres causas: no detección de la deformación congénita en edades tempranas, diagnóstico erróneo de Toed-in o aparición tardía de una deformación angular adquirida de tipo varus.

Tabla 4: Primera detección de deformación angular en extremidades anteriores de potros (fuente modificada de Robert et al., 2013).

| Edad de la primera detección | Primera examinación | 3 meses | 6 meses |
|---|--------------------------------|------------------------|----------------|
| Severidad | | 1 -3 | |
| Simetría | | Unilateral y Bilateral | |
| Potros afectados | n (%) | n (%) | n (%) |
| Valgus de carpo | 24 (6,1%) | 4 (1,0%) | 13 (3,3%) |
| Varus de carpo | 0 | 0 | 2 (0,5%) |
| Valgus de menudillo | 20 (5,1%) | 31 (7,9%) | 24 (6,1%) |
| Varus de menudillo | 9 (2,3%) | 10 (2,5%) | 25 (6,4%) |

Para evitar estos diagnósticos erróneos, hay que tener cuidado al momento de diagnosticar deformaciones en extremidades, puesto que la detección puede ser confusa y mal diagnosticada, como una rotación interna en lugar de una desviación varus del menudillo (O'Grady, 2020b). Para distinguirlas, el diagnóstico se basa en la desviación o no del eje axial de la extremidad. De hecho, en un potro varus de menudillo, el dedo se desvía del eje axial de la extremidad, hacia medial, mientras que, en una rotación medial, el dedo se desvía hacia medial, sin salir del eje axial de la extremidad (O'Grady, 2020b).

5.2.4 Tipos de deformaciones flexurales

5.2.4.1 Acortamiento de la unidad musculotendinosa

Para entender bien este tipo de deformación flexural, es importante conocer las principales estructuras de soporte del antebrazo, ya que es donde se encuentran con más frecuencia las deformaciones flexurales por acortamiento de la unidad musculotendinosa. Los tendones de forma general conectan músculos y huesos, y tienen varias funciones: flexión y extensión, de soporte y absorción de impactos.

Los tendones flexor digital superficial (TFDS) y tendón flexor digital profundo (TFDP) son continuación de los músculos de mismo nombre y transcurren por la región caudal del radio. Estos dos tendones, envueltos por la vaina carpiana en su paso por el surco carpiano, recorren todo el metacarpo hacia distal. A nivel de la cuartilla (2ª falange), el TFDP perfora el TFDS y continúa distalmente hasta insertarse en la cara flexora del tejuelo (3ª falange). Además, el ligamento accesorio del TFDP se fusiona con este último en el tercio distal del metacarpo y juega un papel importante para la estabilidad de la articulación carpiana (O'Grady, 2012) (*Figura 4*).

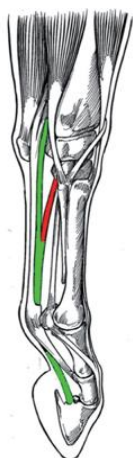


Figura 4: Estructuras involucradas en una deformación flexural de la articulación interfalángica distal. Notar la estrecha asociación entre el ligamento accesorio del TFDP (línea roja) y el TFDP (línea verde) (O'Grady, 2012).

Este tipo de deformación sigue nombrándose de manera incorrecta como “contractura de los tendones”, a pesar de que se sabe que el tejido blando de naturaleza tendinosa o ligamentosa no tiene propiedades contráctiles y que se debe a la contracción de los músculos proximales a los tendones (Gaughan, 2017). Por ejemplo, en una “contractura de los flexores”, están implicados el músculo y el TFDP, el músculo y el TFDS, o ambos paquetes musculotendinosos (Castelijns, 2014).

Este acortamiento hace que la longitud funcional de los tejidos blandos involucrados en la articulación se reduzca e induce una flexión fija de una o varias articulaciones de la extremidad, impidiendo entonces la extensión de la o las articulaciones involucradas en la deformación (O'Grady, 2020b). Generalmente, esta deformación es de origen congénito y tiende a observarse con más frecuencia en la AIFD. En este caso, como el TFDP se inserta en la cara palmar del

tejuelo, un acortamiento de la unidad musculotendinosa hace que el tejuelo tiende a rotar, con su punta hacia el suelo (Castelijns, 2014). Exteriormente, se caracteriza por ver potros que pisan el suelo con la punta del casco, dejando los talones en el aire. Tanto una deformación de la AIFD como de la articulación metacarpofalangiana/metatarsofalangiana (AMCF/AMTF) puede resolverse con tratamiento conservador si el potro ha sido capaz al nacimiento de ponerse de pie, mamar y deambular sin más dificultades (O'Grady, 2020b), aunque está reconocido que los potros presentando una ligera deformación flexural del carpo son más sujetos a sufrir cojeras en el futuro, sobre todo en caballos de carreras, que empiezan su carrera deportiva relativamente pronto (Charman & Vasey, 2008). En casos severos de grado 3, el pronóstico es reservado y muchas veces se procede a la eutanasia, o en ciertos casos, el potro muere de otros problemas ortopédicos o médicos concurrentes (Charman & Vasey, 2008).

De forma más atípica, este tipo de deformación puede ser de origen adquirido, como consecuencia de una respuesta al dolor, originado por trauma, displasia, exceso de ejercicio... haciendo que se reduzca el apoyo de la extremidad afectada y que se genere un reflejo flexor (O'Grady, 2020b). También, en casos severos no tratados, el TEDC puede romperse por hipercontracción de la extremidad distal (Adams & Santschi, 2000). Este provoca una inflamación de la cara dorsal distal de la extremidad y la incapacidad de extender los dedos al andar, haciendo que pise el suelo con la cara dorsal de la cuartilla (Auer, 2006). Sin embargo, se puede diferenciar fácilmente de una contracción digital, ya que, al contrario de esta última deformación, la extremidad distal se puede extender manualmente.

Los potros con crecimiento rápido, como el Pura Sangre Inglés, pueden presentar una deformación flexural adquirida bilateral de los menudillos anteriores a los 10-18 meses de edad (Adams & Santschi, 2000). La deformación de la AMCF esta causada por el acortamiento de la unidad flexora del TFDS, seguido del TFDP, y el ligamento suspensor del menudillo (LSM) sólo se ve afectado en casos severos de grado 3. En los casos moderados, el ángulo que tiene la articulación con el suelo es inferior a 180°, la cara dorsal del menudillo no sobrepasa el casco visto desde el lateral de la extremidad, y en movimiento, la articulación puede aún extenderse, quedándose caudal al casco cuando golpea el suelo. En casos severos, el ángulo de deformación es superior a 180°, el menudillo sobrepasa el casco, y en locomoción, la articulación tiene la incapacidad de extenderse, quedándose craneal al casco (Adams & Santschi, 2000).

5.2.4.2 Laxitud del tejido blando

Previamente, se ha visto que las deformaciones flexurales no solamente se deben a un acortamiento de la unidad musculotendinosa, sino también por laxitud de los tejidos blandos

periarticulares. La hiperlaxitud de los flexores se observa generalmente de forma bilateral en los menudillos o articulaciones distales de las extremidades posteriores en potros recién nacidos (Castelijns, 2014), raramente puede aparecer en las cuatro extremidades (Gaughan, 2017) y nunca se presenta exclusivamente en las anteriores. Además, un potro presentando los 4 menudillos afectados presenta también hiperlaxitud a nivel de los carpos, teniendo una conformación trascorva (“Back-at-the-knee” de su apelación en inglés) (Gaughan, 2017). La hiperlaxitud de menudillos o digital es casi siempre congénita y excepcionalmente puede ser adquirida en caso de una cojera prolongada de una extremidad (Gaughan, 2017). La laxitud del tendón puede variar en grado desde una ligera torsión del menudillo, a una debilidad grave donde el potro camina sobre la superficie posterior del menudillo y los dedos apuntando al aire (Enrique et al., 2013). Casos leves se resuelven de forma espontánea a los pocos días, conforme los tejidos blandos comienzan a tonificarse adquiriendo la elasticidad y fuerza necesaria para el soporte y locomoción del potro.

Esta corrección espontánea se podría ver comprometida en caso de sobrepeso, exceso de actividad o presencia de una enfermedad debilitante (Fruto JM, 2012). En algunos casos la terapia conservadora como el entablillado será necesaria para obtener una corrección completa (Enrique et al., 2013) y en los casos más severos, se aconseja una intervención quirúrgica.

Si después de 3 a 6 semanas, la deformación no se ha resuelto por si sola, puede haber consecuencias graves, como (Castelijns, 2014):

- Inflamación del LSM
- Inestabilidad de la epífisis del tercer metatarso distal
- Remodelación del cartílago articular del tercer metatarso distal en la zona de contacto con los sesamoides proximales y la primera falange
- Remodelación y fragmentación osteocondral de las superficies articulares dorsales de la AMTF
- Remodelación y fragmentación parcelar de superficies articulares dorsales de la tercera falange
- Aplastamiento y desgaste excesivo de los talones con posible ulceración de los bulbos
- Inflamación del ligamento plantar y de la brida tarsiana

De forma general, las deformaciones flexurales por laxitud de tejido blando suelen tener mejor pronóstico que por acortamiento de la unidad musculotendinosa, y recurren raramente a la resolución por tratamiento quirúrgico.

5.3 Plan de tratamiento

5.3.1 Herraje terapéutico: corrección de los aplomos

5.3.1.1 Recorte de cascos

El objetivo del tratamiento con herraje terapéutico es la prevención o corrección de deformaciones angulares o flexurales, manteniendo o restableciendo la alineación de los diferentes segmentos óseos de la extremidad distal (Castelijns, 2014), por eso, un buen diagnóstico es esencial antes de empezar cualquier tipo de tratamiento. Es el tratamiento de primera elección en potros jóvenes, ya que presenta bastantes ventajas en cuanto a su coste, su bajo efecto traumático comparado a la cirugía y su porcentaje de éxito.

En caballos con deformación de tipo valgus, el lado externo del casco suele ser más largo, ya que el crecimiento de los talones y cuartas partes mediales está retrasado por el exceso de peso hacia medial que ocasiona la deformación. Para evitar que se exacerbe el apoyo hacia medial, se recorta el lado externo del casco para igualar ambos lados y hacer que el apoyo sea más centrado. En caso de una deformación varus, el lado interno del casco está más largo, porque el crecimiento lateral del casco está retrasado y entonces se recorta de este lado para igualar ambos lados del casco y equilibrar el apoyo (McCooy, 2016). El objetivo al final del tratamiento es tener todas las articulaciones de la extremidad alineadas y observar el borde coronario paralelo al suelo. Si es una deformación varus de menudillo secundaria a una deformación valgus de carpo, se tratará prioritariamente la deformación presente en el menudillo, puesto que cuanto más distal esté la placa de crecimiento, más temprano se inactiva el crecimiento óseo. Entonces, en este caso, como el cierre funcional de la fisis presente en el metacarpo distal ocurre antes que en la fisis del radio distal, será más urgente tratar la deformación del menudillo que la deformación del carpo.

En potros con deformación flexural severa por acortamiento de la unidad musculotendinosa, el recorte de cascos no es suficiente para permitir que el potro pueda permanecer de pie y desplazarse, por lo que se tendrá que realizar otro tipo de tratamiento, como extensiones de casco o recurrir a la cirugía más adelante. En casos moderados con conformación topina, toda la superficie del casco está apoyada en el suelo, no sólo la punta, por tanto, se puede realizar un recorte de casco adecuado para intentar corregir la deformación. En un potro topino, el objetivo del herraje terapéutico es conseguir una alineación de las tres falanges, así como una orientación y posición normal del tejuelo en relación con el suelo, e intentar compensar el acortamiento producido en el TFDP (O'Grady, 2012). El procedimiento para corregir deformaciones leves es recortar con frecuencia los talones, para que poco a poco el apoyo se

desplace hacia estos últimos y no hacia la punta del casco como es el caso en caballos topinos. Es importante vigilar la integridad del casco en todo momento, ya que si es demasiado corto se podrá dañar e interferir en la buena corrección de la deformación. En este caso, se puede aplicar una protección de acrílico o herradura de tipo DALLMER (“Glue-on shoes” de su apelación en inglés), aunque algunos autores lo desaconsejan puesto que puede aumentar la tensión del TFDP y contribuir al alargamiento de la unidad musculo tendinosa flexora (Adams & Santschi, 2000). Este estrés producido podría generar cambios irreversibles en la morfología y funcionalidad de las laminas del casco, además de un hundimiento de la corona, dando signos similares a una laminitis (O’Grady, 2012). Por tanto, el recorte de talones se recomienda en potros topinos con grados leves o moderados de deformación, donde no haya hundimiento y rotación del tejuelo, repitiéndose cada cuatro semanas si se notan cambios positivos (O’Grady, 2012).

En potros con hiperlaxitud de tejidos blandos, donde se valora que la autocorrección natural es insuficiente, se puede ayudar del recorte de cascos como primer tratamiento para intentar mejorar la hiperextensión. Para evitar que el potro ande sobre los bulbos de sus talones o sobre los menudillos en casos más graves, se recomienda proceder al recorte leve pero frecuente de los talones, permitiendo así una mejor base de apoyo reduciendo el contacto con el suelo de los bulbos (Enrique et al., 2013) y después colocar una talonera si procede. Eso en su totalidad, permite la relajación del TFDP y del TFDS cuando esta afectado por la deformación, así como el desplazamiento del peso en la superficie total de la suela, no sólo en los talones como ocurría en el caso anterior (Adams & Santschi, 2000).

Sin embargo, en varias ocasiones, el recorte de cascos se acompaña de la colocación de extensiones de cascos u otras herramientas para obtener mejores resultados.

5.3.1.2 Extensión de cascos

Existen opiniones divergentes sobre el uso de extensiones de cascos en potros con deformaciones, ya que el potro podría ser más torpe e inapto para deambular de forma correcta. Además, la colocación de una extensión de casco de cualquier naturaleza podría afectar a la integridad del mismo según algunos autores (O’Grady, 2020b). No obstante, tanto en deformaciones angulares como en flexurales, se sigue usando en potros con grados moderados a graves de deformaciones, para aportar más corrección que el simple recorte de cascos. A lo largo del tratamiento será primordial que el herrador o veterinario verifique que ninguna desviación o rotación compensatoria aparezca distalmente a la deformación inicial (Castelijns,

2014), ya que se sabe que las deformaciones más distales son las primeras que se deben tratar, y que además en este caso, sería arreglar un defecto creando otro.

Para una deformación angular de tipo valgus o varus, se recomienda el uso de herraduras DALLMER con extensión lateral o medial, para compensar la falta de crecimiento del lado de la deformación y desplazar el centro de gravedad del potro hacia el centro de la suela. Además, se aconseja rellenar el espacio que queda libre entre la extensión de la herradura DALLMER y la pared del casco, evitando así que el potro se arranque el dispositivo pisándolo (Mccoy, 2016). Se indica la colocación de extensiones de cascos en potros de una a tres semanas de edad, sin dejarlas demasiado tiempo para evitar contracturas de cascos (García-López, 2017).

En caso de deformación flexural por acortamiento de la unidad musculotendinosa, se recomienda colocar una herradura DALLMER con talonera y extensión de pinza para elevar los talones y centrar el eje de gravedad, aliviando así la presión ejercida en el TFDP. Se coloca preferentemente con el potro sedado de pie, la parte dorsal de la pared del casco bien apoyada y sin rotación, al soporte de la herradura. La profundidad de la marca dejada en el suelo nos ayuda a saber cuando modificar el ángulo de elevación de los talones, ya que cuando es menos profunda significa que se relaja el tendón y que la extremidad adopta poco a poco una conformación más fisiológica (Castelijns, 2014).

En una deformación flexural congénita de hiperlaxitud severa de los flexores, el tratamiento habitual es la colocación de herraduras DALLMER con extensión caudal de cascos. No es necesaria la sedación en caso de un potro recién nacido, mientras que, en potros mayores y más pesados, esta recomendada para asegurar la buena colocación y adherencia a los cascos (Castelijns, 2014).

En todos los casos vistos, se recomienda las herraduras DALLMER, ya que su material permite una buena absorción de los impactos y no necesita clavos para su sujeción. No obstante, no se recomienda dejarlo más de 10-12 días dado que tiene el inconveniente de ejercer presión sobre la pared, pudiendo comprimir y alterar el riego sanguíneo del casco (Castelijns, 2014). De igual modo, se puede usar herraduras de aluminio, con las características necesarias para cada tipo de deformación, puesto que son más asequibles, no ejercen compresión sobre la pared del casco, pero no absorben tanto los impactos. Para colocar estas herraduras en potros jóvenes, no se recomienda el uso de clavos y se pegan con la ayuda de resina de metacrilato (Castelijns, 2014). Otros autores recomiendan el uso de material compuesto, tales como acrílico mezclado con fibra de vidrio o poliuretano en potros con más de tres semanas de edad. Se aplican y se moldean directamente sobre el casco, se deben cambiar cada dos o tres semanas y al contrario de las herraduras DALLMER, no restringen los movimientos del casco y no producen contracturas, sobre todo a nivel de los talones (O'Grady, 2017).

5.3.1.3 Otras herramientas

Las herramientas de estabilización externa, tales como vendajes, férulas, escayolas o cabestrillos deben evitarse si es posible y colocarse según las necesidades de cada individuo (García-López, 2017). Existen varias técnicas de vendajes y colocación de férulas, también combinadas con fisioterapia, que potencian el estiramiento de los tejidos blandos afectados, obteniendo un alineamiento de la extremidad más rápidamente (O'Grady, 2020b). Todos los potros con deformaciones en extremidades deben examinarse de forma individual e intentar cumplir con el objetivo de poder soportar su propio peso y tener una funcionalidad normal del cuerpo, sin soporte adicional (García-López, 2017). Por ejemplo, una férula solo debe emplearse para mantener en línea la articulación y no como un método de presión para que la extremidad se ponga más recta.

En algunos casos, donde el recorte de cascos y el uso de extensión de casco es insuficiente, la colocación de una férula será recomendada, pero su aplicación debe ser muy cuidadosa y su monitorización rigurosa para evitar úlceras por presión, causadas por la mala colocación de la férula además de la extrema fragilidad de la piel en las extremidades de los potros (Adams & Santschi, 2000; Agrawal & Chauhan, 2012). La férula se hace a medida para cubrir integralmente la región a corregir y se suele hacer con policloruro de vinilo (PVC) (Adams & Santschi, 2000).

En deformaciones angulares, solo se pueden aplicar cuando, poniendo presión manualmente en la articulación, esta se pone recta, pero nunca se coloca en una articulación totalmente anquilosada. La férula se aplica sobre la extremidad previamente vendada y los dos extremos deben ser recubiertos de algodón y cinta elástica para evitar que se produzcan lesiones con los bordes afilados de la férula. Se coloca un máximo de dos horas al día para evitar agravar la laxitud de los tejidos blandos implicados en la deformación (O'Grady, 2017).

En deformaciones flexurales por contractura de los tejidos blandos, se puede aplicar una férula continua cuando la deformación es grave, pero cuando el ángulo de deformación disminuye y la extremidad adquiere más movilidad, se aplicará una férula discontinua, cortada al nivel de la articulación (Adams & Santschi, 2000). En caso de una ruptura secundaria del TEDC, se puede colocar un vendaje de soporte que engloba la parte más distal de la extremidad hasta mitad de la caña, con refuerzo en la cara dorsal, estabilizando así el menudillo y permitiendo la marcha del potro (Auer, 2006).

No se recomienda en ningún caso colocar vendajes o férulas en potros con hiperextensión digital, ya que tendría el efecto contrario a lo esperado, es decir, el peso añadido empeoraría la condición, dando aún más laxitud a los tejidos blandos de soporte (Greet & Curtis, 2003). Sólo

se permite colocar un vendaje en los bulbos para proteger la piel de la abrasión, cuando el rango de deformación es importante y que los potros pisen el suelo con ellos (O'Grady, 2017).

Otra herramienta que se puede utilizar sería la terapia con ondas de choque (ESWT de sus siglas en inglés *Extracorporeal Shock Wave Therapy*) para tratar deformaciones angulares, ya que tiene las ventajas de ser un tratamiento rápido y no invasivo, que se puede realizar en cualquier sitio bajo neuroleptoanalgesia, no tiene riesgo de infección y no afectada la estética de la zona tratada (Bussy et al., 2013). Se aplica cada 10 días y su objetivo es retrasar el crecimiento del lado deformado aplicando las ondas de choque directamente en la diáfisis distal o metafisis de hueso largo involucrado en la deformación (radio o tibia) (Bussy et al., 2013). Como son ondas mecánicas que se propagan en línea recta, es importante colocar el aparato perpendicular a la zona a tratar, evitando así el daño de los tejidos adyacentes (Barichard, 2012). Al igual que en otros tratamientos, se tiene que aplicar cuando la fisis tiene su alto potencial de crecimiento y al contrario del retraso de crecimiento por cirugía, no tiene tendencia a generar una sobre corrección.

Acompañado de tratamiento conservador y de herraje terapéutico, esta técnica muestra resultados prometedores, incluso en los casos más severos (deformación superior a 15°) (Bussy et al., 2013).

5.3.2 Otros tratamientos

5.3.2.1 Conservador

El tratamiento conservador es el que siempre se debe aplicar cuando un potro presenta una deformación, porque permite el descanso de los tejidos blandos y ayudan a alcanzar a veces una buena conformación por autocorrección, cuando el tipo y grado de deformación lo permite. Se debe aplicar una estabulación estricta, con intervalos de ejercicios cortos en áreas reducidas, un control riguroso de la alimentación y cuando la deformación lo permite, aportar métodos fisioterapéuticos para manipular cuidadosamente la o las articulaciones afectadas.

Se suele pautar intervalos breves de ejercicios de una hora dos veces al día en un paddock pequeño con suelo seco y duro durante los primeros días de vida (O'Grady, 2020b). El efecto buscado en el control del ejercicio es ayudar extendiendo o estirando los tejidos blandos palmares o plantares y a la vez proteger la extremidad del sobreuso. Eso permite la estimulación de la fisis sin generar estrés, fatiga y compresión en el lado sobrecargado de esta última (O'Grady, 2020b).

Se tiene que llevar a cabo un control riguroso de la alimentación en potros afectados por cualquier tipo de deformación, puesto que el sobrepeso es uno de los factores de aparición y/o agravación de estas. Para evitar el exceso de aporte energético que suponen la leche y el pienso, se tendrán que destetar los potros aún lactantes y reducir el importe de carbohidratos en potros mayores (O'Grady, 2020b), sobretodo en razas con crecimiento rápido (Adams & Santschi, 2000).

No obstante, en una deformación flexural por acortamiento de la unidad musculotendinosa, además del control alimentario y de la reducción del ejercicio, se puede añadir métodos fisioterapéuticos para intentar reducir manualmente la contracción de los tejidos blandos (Gaughan, 2017). En este caso, si la deformación es leve y permite la movilización de la extremidad, se realizan extensiones dorsales, dando más flexibilidad a las estructuras palmares, siendo en todo momento un tratamiento muy suave que no provoca molestias al potro (Castelijns, 2014).

Al final, el tratamiento conservador permite que la autocorrección se lleve a cabo sin la presencia de factores externos pudiendo empeorar o retrasar la corrección de deformaciones, puesto que esta autocorrección tiene lugar a la vez que un importante cambio conformacional que ocurre a las primeras semanas de vida en los potros. Esos cambios fisiológicos hacen que los potros adquieran aplomos más fijos, dirigidos hacia los talones y hacia lateral (Gorissen et al., 2018), permitiendo que deformaciones angulares comunes de tipo valgus puedan corregirse de forma natural con adaptación postural.

5.3.2.2 Médico

La oxitetraciclina es un antibiótico de amplio espectro frecuentemente utilizado como tratamiento médico cuando el tratamiento conservador no ha sido suficiente a los tres días postparto. Este fármaco facilita la relajación muscular permitiendo que la extremidad afectada adopte una posición adecuada (O'Grady, 2020b). Sin embargo, el mecanismo de acción exacto es desconocido, aunque algunos autores creen que la acción del fármaco se debe a la unión de la tetraciclina con el calcio, teniendo un efecto sobre las uniones musculotendinosas de la extremidad (Enrique et al., 2013). Su capacidad quelante del calcio o para disminuir la expresión de la proteína actina del músculo contráctil liso, podría inhibir la capacidad contráctil de los microfibroblastos, haciendo la oxitetraciclina un tratamiento de elección para relajar la unidad musculotendinosa flexora en menudillos y carpos tensos (Adams & Santschi, 2000; Enrique et al., 2013). Se recomienda la administración de una dosis inicial de 44 mg/kg o de 1-4 g por vía intravenosa, pudiendo repetirse hasta tres veces si necesario durante la primera semana de vida

del potro (Adams & Santschi, 2000; Enrique et al., 2013; Gaughan, 2017; Hunt & Acvs, 2012; Levine, 2015). No obstante, es importante saber que es un medicamento nefrotóxico y se desaconseja su administración en potros enfermos, particularmente con problemas renales, ya que estos podrían desarrollar una rabdomiolisis y un fallo renal agudo (Ellero et al., 2020).

El resultado favorable del tratamiento también depende de la edad del potro, ya que tendrá más probabilidad de éxito en un potro recién nacido que en otros que hayan pasado su periodo de alto potencial de crecimiento óseo (Adams & Santschi, 2000).

El tratamiento con oxitetraciclina se suele combinar con antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) y probióticos, estos últimos utilizados para dar más protección al potro en caso de reacciones adversas, aunque no suelen observarse habitualmente (Enrique et al., 2013).

Los AINEs se emplean con frecuencia en casos de deformaciones flexurales graves, donde se intenta extender las articulaciones, creando presiones intensas muy dolorosas en los tejidos palmares distales de las extremidades anteriores. Sin embargo, los AINEs tales como la fenilbutazona y el flunixin meglumine son ulcerogénicos, y se recomienda el ketoprofeno en potros mayores de 15 días (Adams & Santschi, 2000).

5.3.2.3 Quirúrgico

El tratamiento quirúrgico está recomendado cuando el grado de deformación articular es demasiado grave para ser completamente resuelto con un tratamiento conservador o por herraje terapéutico (García-López, 2017).

De la misma manera que se recomienda empezar con un tratamiento conservador, médico o con herraje terapéutico en edades tempranas, lo mismo pasa en el tratamiento quirúrgico, ya que la mayoría de las técnicas necesitan que la placa de crecimiento este a su máximo potencial (True Baker et al., 2015). Dentro de las técnicas quirúrgicas posibles para un correcto tratamiento de la deformación, también existen límites de tiempo recomendados para operar, donde pasando estas edades recomendadas, la probabilidad de obtener resultados positivos disminuye. Existen diferentes técnicas quirúrgicas tanto para deformaciones angulares como deformaciones flexurales las cuales se irán describiendo brevemente a continuación.

Para elegir la técnica quirúrgica idónea en caso de una deformación angular, varios factores deben tomarse en cuenta, tales como la edad del potro, el grado de deformación angular, la región anatómica a operar y si es de tipo valgus o varus (García-López, 2017). En la siguiente tabla, se recomienda qué tratamiento elegir entre el conservativo y dos técnicas quirúrgicas, según la edad y la localización de la deformación angular (*Tabla 5*).

Tabla 5: Recomendaciones de tiempo de intervención (edad máxima) para deformaciones angulares en potros (Traducido de McCoy, 2016).

| Articulación | Tratamiento conservativo | Transección Perióstica | Corrección Transfiseal | Cese del crecimiento |
|--------------|--------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| Menudillo | < 2-3 semanas | < 2 meses | < 3 meses | 6-15 meses |
| Tarso | < 2-3 meses | < 4 meses | < 10 meses | 17-24 meses |
| Carpo | < 3-4 meses | < 4 meses | <12 meses | 22-36 meses |

- Aceleración del crecimiento de la fisis ósea: elevación y transección perióstica hemicircunferencial

Es un método utilizado para acelerar el crecimiento de la fisis realizándose bajo anestesia general, en posición decúbito lateral, para que el lado con menor crecimiento en longitud este hacia arriba, es decir, el lado sano (McCarrel, 2017). Es una técnica que se realiza en potros valgus de carpo o valgus de tarso y consiste en cortar y levantar el periostio presente a nivel de la fisis sana, permitiendo así un aumento del crecimiento en este mismo lado (García-López, 2017). Es bastante utilizado en potros que presentan una deformación severa, pero su efecto no difiere tanto del obtenido gracias al tratamiento conservador. En un estudio de True Baker en 2015 (Tabla 6), que compara las correcciones tras cirugía y tras tratamiento conservativo en nueve potros con deformación congénita valgus de carpo de grado moderado a severo (superior a 5º de deformación), ha demostrado que no existía diferencia significativa entre el grado de corrección de las extremidades tratadas quirúrgicamente y las no tratadas (True Baker et al., 2015). Esto demuestra a la vez que el proceso auto correctivo que ocurre en edades tempranas es muy potente y que la cirugía no es necesaria en la mayoría de los casos.

Tabla 6: Corrección angular total (º) y Tasa de corrección media (º cambio/semana) (Traducido de True Baker et al., 2015).

| Potro | Corrección angular total (º) | | Tasa de corrección media (º cambio/semana) | |
|--------------|------------------------------|------------------------|--|------------------------|
| | Extremidad control | Extremidad con cirugía | Extremidad control | Extremidad con cirugía |
| 1 | 6,5 | 8 | 0,65 | 0,8 |
| 2 | 9,5 | 3 | 1,19 | 0,38 |
| 3 | 4 | 4 | 0,5 | 0,5 |
| 4 | 4 | 4 | 1 | 0,67 |
| 5 | 6 | 3 | 3 | 0,75 |
| 6 | 3 | 9,5 | 1,5 | 1,58 |
| 7 | 13,5 | 18,5 | 1,7 | 1,85 |
| 8 | 8 | 9 | 1 | 1,13 |
| 9 | 1 | 2 | 0,13 | 0,25 |
| Media | 6,17 | 6,67 | 1,19 | 0,88 |

- Retraso del crecimiento de la fisis ósea

Diferentes métodos quirúrgicos existen para retrasar el crecimiento de las extremidades, como el de la grapa, del puente o del tornillo transfiseal.

El método de la grapa transfiseal se ha perdido su uso, por la frecuente aparición de complicaciones, tales como inflamaciones, rotura de grapas o despegamiento y migración de la grapa fuera del hueso (Auer, 2012).

La cirugía del puente transfiseal se realiza más a menudo en deformación de carpo, con el caballo en decúbito supino, bajo anestesia general e incidiendo en la región distal del radio, insertando varios tornillos y un alambre metálico.

La técnica del tornillo transfiseal es la más utilizada, sobretodo en correcciones de tarso y menudillo. Difiere de la técnica del puente transfiseal, ya que en este caso el tornillo atraviesa la fisis de proximal a distal y en el puente transfiseal la atraviesa de distal a proximal (McCarrel, 2017).

En estas dos últimas cirugías, será obligatoria la extracción de los tornillos, pero el tiempo que sucede entre la colocación y la extracción depende también del método empleado, siendo más corto para el tornillo transfiseal que en el puente transfiseal (*Tabla 7*).

Tabla 7: Final de la fase de crecimiento rápido, edad de colocación del tornillo transfiseal y del puente transfiseal y número de días postoperatorios de extracción de los implantes en metacarpo distal/III metatarso, tibia distal y radio distal con deformación angular. (Traducido de McCarrel, 2017)

| | | Metacarpo Distal/ III Metatarso | Tibia Distal | Radio Distal |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--------------|---------------|
| Cese del crecimiento rápido (meses) | | 2-3 | 4-6 | 6, 8-1 |
| Tornillo Transfiseal | Edad de colocación (meses) | 3 (0.7-3.7) | 7.3 (3.9-12) | 12.6 |
| | | 3.7 (3-4.8) | | 13 (10.5-19) |
| | Tiempo de extracción (días) | 28-35 | 62 (39-89) | 38 |
| | | 31.1 (9-65) | | 39.5 (14-125) |
| Puente Transfiseal | Edad de colocación (meses) | 3 (1-5.8) | — | 12 |
| | Tiempo de extracción (días) | 42.8 (19-86) | — | 54 |

No obstante, existen siempre complicaciones postquirúrgicas tales como infección de la zona operada, sobre corrección, sobrecrecimiento óseo y defectos estéticos. Más precisamente, en el método del puente transfiseal, hay riesgo de dehiscencia de la sutura, rotura del alambre, engrosamiento del tejido blando alrededor y seroma (Roberts et al., 2009). Con el tornillo transfiseal, puede haber rotura del tornillo durante la cirugía, torsión de este último y dificultad a la hora de encontrar la cabeza del tornillo durante la extracción (Kay & Hunt, 2009). De las dos técnicas, el tornillo transfiseal es el que tiene más ventajas, puesto que la cirugía es más rápida, hay mayor ratio de corrección y mejor resultado estético, aparece con más frecuencia infección de la zona operada, por sobrepresión del vendaje y roce con la cabeza del tornillo (McCarrel, 2017).

Al final, la técnica del tornillo transfiseal es la más utilizada en tarso y menudillo, sobretodo en potros mayores de un año, mientras que la técnica de puente transfiseal está recomendada en corrección de carpo en potros más jóvenes.

Para cada tipo de corrección, es decir, por aceleración o retraso del crecimiento, será importante que el potro se quede inmovilizado en cuadra durante diez días hasta que las suturas y los vendajes se retiren, bajo cobertura antiinflamatoria durante cinco a siete días. Después de estos diez días de reposo estricto, el potro puede ir en un paddock pequeño si no hubo complicaciones y el implante debe retirarse lo más pronto posible, con sedación o anestesia general, cuando la corrección es completa.

En cuanto a las deformaciones flexurales, las técnicas quirúrgicas utilizadas son siempre tenotomías o desmotomías y únicamente se procede a la cirugía de potros con hiperflexión en los anteriores.

- Tenotomía del tendón ulnar lateral y tendón flexor ulnar del carpo

La cirugía se hace bajo anestesia general, en decúbito lateral, para que la extremidad afectada este arriba (Auer, 2006). Se realiza la incisión a nivel de la fisis del radio distal, se identifica los dos tendones, se disecan y se cortan 2 cm encima del hueso carpiano accesorio. Se sutura la incisión y según el grado de extensión de la extremidad obtenido, se procede a su vendaje. Si la extremidad presenta una mejora de extensión superior al 50%, se coloca un vendaje postoperatorio simple y si el grado de extensión es inferior al 50%, se pone una férula en la cara palmar de la extremidad o una escayola (Charman & Vasey, 2008).

Este tratamiento resulta efectivo en potros con deformaciones flexurales de grado 1 o 2, pero no en potros presentando un grado 3, ya que a menudo son los casos más jóvenes y débiles, con la incapacidad física para ponerse de pie y mamar (Charman & Vasey, 2008).

- Desmotomía del ligamento accesorio y tenotomía del TFDP

En potros topinos, con un ángulo inferior a 90º de la pared del casco en relación con el suelo, se recomienda la desmotomía del ligamento accesorio si tras diez días de tratamiento conservador no hay cambios (Adams & Santschi, 2000; Black & Vasey, 2021). La cirugía puede hacerse en potros con un ángulo de la pared del casco respecto al suelo mayor a 90º, hasta un máximo 115º, pero el veterinario tiene que asegurarse que no haya una deformación marcada de la pared del casco y que radiológicamente, no haya una remodelación del tejuelo (Adams & Santschi, 2000). En caso de que la desmotomía no sea suficiente o si el casco presenta un ángulo superior al 115º, se puede proceder a la tenotomía del TFDP (*Figura 5*). Se puede cortar el tendón al nivel de la articulación interfalángiana proximal, pero se recomienda hacerlo en el tercio medial del metacarpo, ya que su acceso es más fácil (Black & Vasey, 2021). Sin embargo,

el pronóstico en caso de una deformación severa es reservado, por la probabilidad de presencia de fibrosis articular y ligamentaria causada por la contracción prolongada de la extremidad, la remodelación del tejuelo y la deformación de la pared del casco (Adams & Santschi, 2000; Yiannikouris et al., 2011).

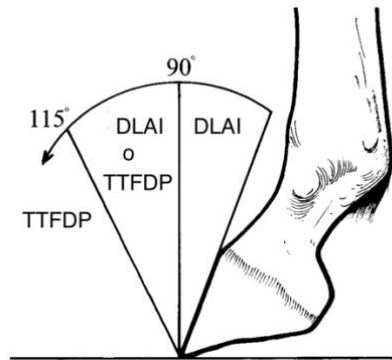


Figura 5: Guía de tratamiento quirúrgico de deformación flexural de la articulación interfalángica distal basada en el ángulo casco/suelo. DLAI = Desmotomía del ligamento accesorio inferior; TTFDP = Tenotomía del TFDP. (Adams & Santschi, 2000 modificado)

También en una deformación flexural del menudillo, es decir, de la AMCF, se puede proceder a la desmotomía del ligamento accesorio en su parte inferior o superior dependiendo del grado de deformación y también a la tenotomía del TFDS en este caso (Figura 6).

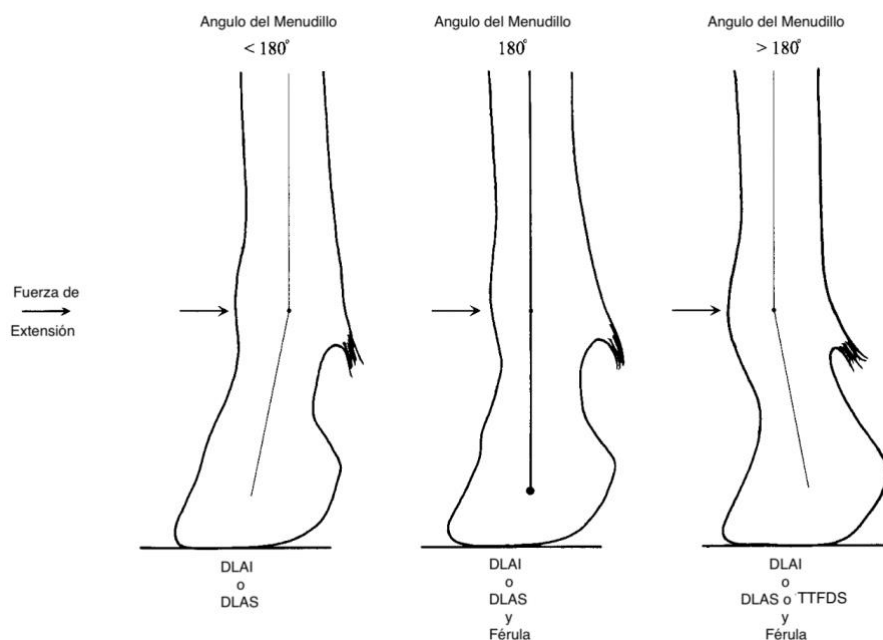


Figura 6: Guía de tratamiento quirúrgico de deformación flexural de la AMCF basada en la máxima extensión de la articulación durante el apoyo. DLAI = Desmotomía del Ligamento Accesorio Inferior; DLAS = Desmotomía del Ligamento Accesorio Superior; TTFDS = Tenotomía del Flexor Digital Superficial. (Adams & Santschi, 2000 modificado)

En el momento de la cirugía, el cirujano tendrá que elegir la técnica más adecuada, identificando la estructura principal que impide la extensión normal de la articulación (Adams & Santschi, 2000). Esta elección se lleva a cabo palpando la cara palmar de la cuartilla, para saber qué tendón es el más tenso: si es el TFDP, se procede a la desmotomía del ligamento accesorio inferior, pero

si es el TFDS o ambos tendones, se recomienda la desmotomía del ligamento accesorio superior (Medina Fernandez & Meneses Ramos, 2014). La corrección de esta deformación suele ser más complicada que la de la articulación interfalangiana proximal y los potros con deformación leve o moderada pueden utilizarse como caballos de ocio, pero no podrán tener una carrera deportiva (Céliz et al., 2016).

5.4 Presentación de casos clínicos

A continuación, y como objetivo secundario de este TFG, se presentarán 2 casos clínicos de potros con deformaciones flexurales o angulares que han recibido herraje terapéutico, tratamiento conservador, médico y quirúrgico, atendidos en el campo o en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza.

5.4.1 Caso 1

- Anamnesis:

Potro nacido el 28 de abril de 2023, de tamaño muy grande comparado a lo esperable teniendo en cuenta la morfología de su madre. Las extremidades anteriores presentaban deformaciones flexurales por acortamiento de la unidad musculotendinosa a nivel de los carpos (con una flexión fija de 90º) y de los menudillos. Las extremidades posteriores también presentaban deformaciones flexurales, tanto en tarso como en menudillo, por hiperlaxitud de los tejidos blandos (*Figura 7A*).

Durante su primera semana de vida, no fue capaz de levantarse y estar de pie él mismo, pero sus propietarios consiguieron que se alimentara cada dos horas.

Hubo una mejoría durante su segunda semana de tratamiento y empezó a tener más actividad y a ponerse de pie sólo (*Figura 7B*).

Durante la tercera semana, su TEDC de la extremidad anterior izquierda se rompió, haciendo que su pierna fuese más débil y que tenga más tendencia a tropezarse, ya que el tendón no podía hacer su papel e impedir que se doble el menudillo. Afortunadamente, esta ruptura no ponía en riesgo su vida.

- Tratamiento:

Seis horas después su nacimiento, Se inició un tratamiento médico a base de oxitetraciclina para relajar sus tejidos blandos y analgésico para poder tratarlo con movimientos fisioterapéuticos sin provocarle dolor. También realizaron movimientos extensores para intentar movilizar sus extremidades anteriores. Sin embargo, se le detectó la presencia de uraco persistente por lo que

se cambió el tratamiento médico a un antibiótico de amplio espectro para prevenir posibles infecciones umbilicales y que se desarrollara una septicemia.

En su segunda semana de vida, se empezó con el tratamiento con herraje terapéutico, con visitas diarias del herrador mejorando notablemente, hasta poder estar de pie y moverse sólo.

Tras su ruptura del TEDC en la semana 3 de tratamiento, se le puso un vendaje de tipo Robert Jones durante un tiempo indeterminado para estabilizar su extremidad distal.

Cuando el potro fue suficientemente fuerte para viajar, lo llevaron a una clínica, que contaba en su equipo de un veterinario especializado en deformaciones de extremidades. Se retiraron las herraduras DALLMER que llevaba en las cuatro extremidades (DALLMER con talonera en los anteriores y con extensiones de talones en los posteriores) porque los cascos empezaron a dañarse y más tarde, realizaron una cirugía de ambos carpos para ayudar a que sus extremidades anteriores volvieran a una conformación normal.

Tras la cirugía, estuvo hospitalizado durante tres meses adicionales en los que se realizó un buen seguimiento postoperatorio continuando con un tratamiento conservador y herraje terapéutico para sus extremidades posteriores.

- Evolución:

Al final de su estancia en la clínica con cuatro meses de edad, el potro estaba completamente recto de sus cuatro extremidades (*Figura 7C*).

Hoy en día, el potro tiene 1 año de edad, vive en exterior con otros potros de su edad y no tiene ninguna secuela de sus deformaciones anteriores. Aún es demasiado pronto para saber si este potro podrá tener una carrera profesional en doma clásica, pero sus propietarios están dispuestos y felices de poder guardarlo como mascota si le queda lesiones impidiendo su buen rendimiento deportivo.



Figura 7: (A) 1 semana de vida; (B) 2 semanas de vida; (C) 4 meses de vida. (fotos cedidas por su propietaria Rebecca Smith)

5.4.2 Caso 2

- Anamnesis:

Potra hembra nacida el 8 de abril de 2024, que presentaba una deformación angular valgus de carpo severa en su extremidad anterior derecha y una deformación varus de menudillo leve en la extremidad anterior izquierda (*Figura 8A*).

Tras varios tratamientos durante sus cinco primeras semanas de vida por su veterinaria habitual, fue referida al HVUZ el 15 de mayo de 2024.

- Tratamiento:

Durante sus cinco primeras semanas de vida, su veterinaria habitual le aplicó un tratamiento conservador con fisioterapia y herraje terapéutico. Se les recortó los talones y cuartas partes contralaterales a las deformaciones y acrílico en la cara medial del casco anterior derecho y en la cara lateral del casco anterior izquierdo, para elevar los talones de estos mismos lados (*Figura 8B*).

El día siguiente a su llegada al hospital, los veterinarios decidieron realizar una cirugía correctiva del carpo derecho y menudillo anterior izquierdo con la colocación de un tornillo transfiseal en cada una de las articulaciones (*Figura 8C*).

Tras la cirugía, se le pusieron vendajes en cada una de las extremidades y la potra se quedó en el hospital para la realización de su seguimiento postoperatorio, con cobertura antibiótica y antiinflamatoria.

El 22 de mayo, los veterinarios aplicaron una herradura DALLMER con extensión medial en la extremidad anterior derecha, reforzada con fibra de vidrio en la pared del casco para evitar su caída.

El 28 de mayo, le retiraron el vendaje en cada extremidad y el 30 de mayo, le quitaron la herradura DALLMER que tenía en la extremidad anterior derecha.

- Evolución:

Esta potra sigue en seguimiento en el HVUZ en el momento de la redacción del TFG. Sigue con tratamiento antiinflamatorio no esteroideo diario y tratamiento conservador. Aún no ha pasado suficiente tiempo desde su operación y ningún cambio se puede observar por el momento (*Figura 8D*).

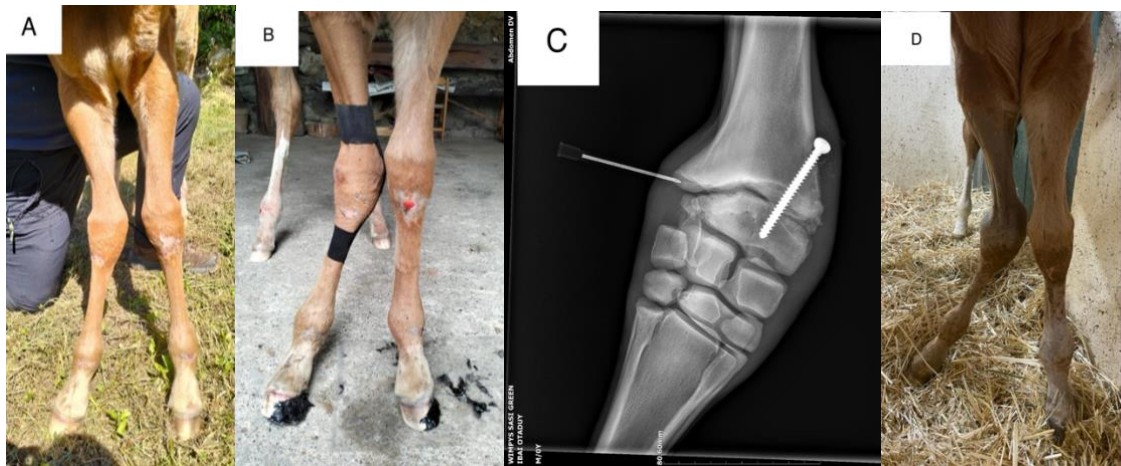


Figura 8: (A) 2 semanas de vida; (B) antes de la cirugía; (C) radiología del carpo derecho con tornillo transfiseal; (D) 3 semanas tras la cirugía. (fotos cedidas por su veterinaria y por el HVUZ)

6 CONCLUSIONES

- Las deformaciones angulares y flexurales congénitas en potros pueden ser normales al nacimiento y, en algunos casos, autocorregirse sin necesidad de tratamiento. Sin embargo, la prevalencia y gravedad varían, siendo más comunes las deformaciones leves o moderadas.
- Varios factores pueden favorecer tener un impacto significativo en el desarrollo del potro, siendo la nutrición de la yegua durante el último tercio de la gestación uno de ellos. Un desequilibrio nutricional, ya sea por déficit de oligoelementos y macrominerales o por sobrepeso, puede contribuir a la aparición de deformaciones ortopédicas no sépticas en los potros. Este aspecto subraya la importancia de una dieta balanceada para las yeguas gestantes, con el fin de prevenir complicaciones en el desarrollo estructural de los potros.
- Los tratamientos para estas deformaciones varían en función de la edad del potro, la localización y la gravedad de la deformación. Los tratamientos más invasivos se reservan para casos más severos, mientras que los tratamientos menos invasivos, como el herraje terapéutico, se aplican en deformaciones leves o moderadas.
- El tratamiento con herraje terapéutico es el tratamiento preferido para casos leves o moderados, ya que actúa de forma externa sin incidir directamente en las estructuras

de soporte. Sin embargo, su efectividad tiene límites y no siempre es suficiente para corregir deformaciones severas.

- La detección y tratamiento temprano son cruciales para preservar el futuro atlético del caballo. La colaboración entre el veterinario y el herrador es esencial para proporcionar un tratamiento efectivo y de calidad, mejorando las probabilidades de recuperación completa.
- Los casos clínicos estudiados muestran que, en potros con deformaciones severas, se probaron varios tratamientos antes de recurrir a la cirugía, que resultó ser la más efectiva. Incluso después de la cirugía, se utilizó el herraje terapéutico y tratamientos conservadores para apoyar la recuperación completa de las extremidades tratadas.

CONCLUSSIONS

- Congenital angular and flexural limb deformities in foals may be normal at birth and, in some cases, may self-correct without treatment. However, prevalence and severity vary, being mild or moderate deformities more usual.
- Several factors may favour having a significant impact on the foal's development, being the nutrition during the last third of gestation of the mare one of them. A nutritional imbalance, either by deficiency of trace elements and microminerals or by overweight, may contribute to non-septic orthopaedic deformities show up in foals. This aspect underlines the importance of a balanced diet for pregnant mares, in order to prevent complications in foals' structural development.
- Treatments for these deformities vary depending on the foal's age, the location and severity of the deformity. The most invasive treatments are reserved for the most severe cases, while less invasive treatments, such as therapeutic farriery, are applied in mild or moderate deformities.
- Treatment with therapeutic farriery is the favourite treatment for mild or moderate cases since it acts externally without directly affecting the support structures. However, its effectiveness has limits and is not always sufficient to correct severe deformities.

- Early detection and treatment are crucial to preserve horse's athletic future. Collaboration between the veterinarian and the farrier is essential to provide effective and quality treatment, improving the chances of complete recovery.
- The clinical cases studied show that, in foals with severe deformities, several treatments were tried before resorting to surgery, which turned out to be the most effective. Even after surgery, therapeutic farriery and conservative treatment were used to support complete recovery of the treated limbs.

7 VALORACIÓN PERSONAL

A lo largo de la carrera, he ido haciendo varias prácticas externas y he sido interna en el área equina del Hospital Veterinario de Zaragoza durante el curso 2022-2023 y todas estas experiencias me ha confirmado que quería trabajar con caballos, específicamente a nivel de campo. El diagnóstico de cojeras y el trabajo con potros han sido las prácticas que más me han gustado, por eso la elección de este tema.

Las búsquedas para este TFG han sido largas, pero apasionante, como un capítulo de libro que nos tenemos que acabar. Además, tengo la convicción que todo el conocimiento acumulado gracias a este trabajo me servirá para mi futuro profesional como veterinaria equina.

Quiero dar las gracias a mi tutora del TFG Sara Fuente Franco, que desde el principio me ha apoyado en mi elección de tema y ayudado en la búsqueda de casos clínicos, y también agradecer a este país que me ha dado la oportunidad de realizar mi mayor deseo.

Este trabajo da un punto final a estos cinco años llenos de grandes momentos vividos en esta increíble carrera que es la de veterinaria.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Adams, S. B., & Santschi, E. M. (2000). *Management of Congenital and Acquired Flexural Limb Deformities*.
- Agrawal, K., & Chauhan, N. (2012). Pressure ulcers: Back to the basics. *Indian Journal of Plastic Surgery*, 45(2), 244–254. <https://doi.org/10.4103/0970-0358.101287>
- Auer, J. A. (2006). Diagnosis and Treatment of Flexural Deformities in Foals. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 5(4), 282–295. <https://doi.org/10.1053/J.CTEP.2006.09.003>
- Auer, J. A. (2012). Angular Limb Deformities. *Equine Surgery, Fourth Edition*, 1201–1221. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0867-7.00086-7>

- Austin, S. M. (2013). *Assessment of the equine neonate in ambulatory practice*.
<https://doi.org/10.1111/eve.12064>
- Barichard, T. (2012). *Étude rétrospective du traitement des déviations angulaires des poulains par des ondes de choc extracorporelles : 92 déviations*. Thèse d'exercice, École National Vétérinaire de Toulouse, Toulouse, France.
- Black, B., & Vasey, J. R. (2021). Complications of Surgical Correction of Flexural Limb Deformities. *Complications in Equine Surgery*, 694–717.
<https://doi.org/10.1002/9781119190332.CH49>
- Bramlage, L. R., & Auer, J. A. (2006). Diagnosis, Assessment, and Treatment Strategies for Angular Limb Deformities in the Foal. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 5(4), 259–269. <https://doi.org/10.1053/j.ctep.2006.09.002>
- 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, 46–51.
<https://doi.org/10.4236/ojvm.2013.31008>
- Caldwell, F. J. (2017). Flexural Deformity of the Distal Interphalangeal Joint. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 33(2), 315–330.
<https://doi.org/10.1016/J.CVEQ.2017.03.003>
- Castelijns, H. (2014). *Soins aux pieds des poulains: Favoriser une conformation correcte pour le futur cheval athlète*. www.haras-nationaux.fr
- Céliz, C., Perkins, G., Redolatti, C. (2016). *Análisis de las principales patologías presentes en potrillos prematuros*. Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias, Tandil, Argentina.
- Charman, R. E., & Vasey, J. R. (2008). Surgical treatment of carpal flexural deformity in 72 horses. *Australian Veterinary Journal*, 86(5), 195–199. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2008.00275.x>
- Coleman, M. C., & Whitfield-Cargile, C. (2017). Orthopedic Conditions of the Premature and Dysmature Foal. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 33(2), 289–297.
<https://doi.org/10.1016/j.cveq.2017.03.001>
- Ellero, N., Freccero, F., Lanci, A., Morini, M., Castagnetti, C., & Mariella, J. (2020). Rhabdomyolysis and Acute Renal Failure Associated with Oxytetracycline Administration in Two Neonatal Foals Affected by Flexural Limb Deformity. *Veterinary Sciences*, 7(4), 1–12. <https://doi.org/10.3390/VETSCI7040160>
- Enrique, I. V., Giamb Bruno, R., Molina Vargas, C., Luisa, M., Castro, S., Manuel, J., Sanchez, J., & Bonilla De Juanatey, M. (2013). CORRECTION OF LAXITY FLEXOR TENDONS ON A COLT, PERUVIAN BREED. *Abanico Veterinario*, 3(3), 36–41.
- Fruto JM. (2012). Deformidades angulares en potros. *ExtremaduraPRE*, 45–49.
- García-López, J. M. (2017). Angular Limb Deformities Growth Augmentation. *Veterinary Clinics of NA: Equine Practice*, 33, 343–351. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2017.03.005>

- Gaughan, E. M. (2017). Flexural Limb Deformities of the Carpus and Fetlock in Foals. In *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice* (Vol. 33, Issue 2, pp. 331–342). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2017.03.004>
- Gorissen, B. M. C., Serra Bragança, F. M., Wolschrijn, C. F., Back, W., & van Weeren, P. R. (2018). The development of hoof balance and landing preference in the post-natal period. *Equine Veterinary Journal*, 50(6), 809–817. <https://doi.org/10.1111/EVJ.12961>
- Greet, T. R. C., & Curtis, S. J. (2003). Foot management in the foal and weanling. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 19(2), 501–517. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(03\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(03)00016-6)
- Hunt, R. J., & Acvs, D. (2012). *Management of Clubfoot in Horses: Foals to Adults*. <https://cabidigitallibrary.org>
- Hunt, R. J., & Baker, W. T. (2017). Routine Orthopedic Evaluation in Foals. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 33(2), 253–266. <https://doi.org/10.1016/J.CVEQ.2017.03.011>
- Kay, A. T., & Hunt, R. J. (2009). Single screw transphyseal bridging of the distal metacarpus and metatarsus for correction of angular limb deformity in the foal. *Equine Veterinary Education*, 21(12), 671–672. <https://doi.org/10.2746/095777309X479247>
- Kidd, J. A., & Barr, A. R. S. (2002). Flexural deformities in foals. *Equine Veterinary Education*, 14(6), 311–321. <https://doi.org/10.1111/J.2042-3292.2002.TB00197.X>
- Levine, D. G. (2015). The Normal and Abnormal Equine Neonatal Musculoskeletal System. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 31(3), 601–613. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2015.09.003>
- McCarrel, T. M. (2017). Angular Limb Deformities: Growth Retardation. In *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice* (Vol. 33, Issue 2, pp. 353–366). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2017.03.006>
- Mccoy, A. M. (2016). *Diagnosis and Treatment of Limb Deformities in Foals*.
- McCue, P. M., & Ferris, R. A. (2012). Parturition, dystocia and foal survival: A retrospective study of 1047 births. *Equine Veterinary Journal*, 44(SUPPL. 41), 22–25. <https://doi.org/10.1111/J.2042-3306.2011.00476.X>
- Medina Fernández, M. E., Meneses Ramos, E. (2014). *Retracción de tendones flexores y su resolución*. Tesis de Grado, Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay.
- Mouncey, R., Arango-Sabogal, J. C., de Mestre, A. M., & Verheyen, K. (2023). Gestation Length is Associated With Early-Life Limb Deformities in Thoroughbred Foals. *Journal of Equine Veterinary Science*, 129, 104896. <https://doi.org/10.1016/J.JEVS.2023.104896>
- O’Grady, S. E. (2012). Flexural deformities of the distal interphalangeal joint (clubfeet). *Equine Veterinary Education*, 24(5), 260–268. <https://doi.org/10.1111/J.2042-3292.2011.00375.X>

- O'Grady, S. E. (2017). Routine Trimming and Therapeutic Farriery in Foals. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 33(2), 267–288. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2017.03.012>
- O'Grady, S. E. (2020a). Farriery for the foal: A review part 1: Basic trimming. *Equine Veterinary Education*, 32(10), 553–560. <https://doi.org/10.1111/EVE.13072>
- O'Grady, S. E. (2020b). Farriery for the foal: A review part 2: Therapeutic farriery. *Equine Veterinary Education*, 32(11), 580–589. <https://doi.org/10.1111/EVE.13073>
- Raidal, S. L., Hughes, K. J., Eastwell, B., Noble, N., & Lievaart, J. (2021). Prevalence and performance effects of neonatal disease in Thoroughbred and Standardbred foals in South-Eastern Australia. *Australian Veterinary Journal*, 99(5), 152–162. <https://doi.org/10.1111/AVJ.13056>
- Redden, R. F. (2011). *How to Evaluate Foot Flight and Leg Alignment*.
- Robert, C., Valette, J. P., & Denoix, J. M. (2013). Longitudinal development of equine forelimb conformation from birth to weaning in three different horse breeds. *Veterinary Journal*, 198(SUPPL1). <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.09.037>
- 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. <https://doi.org/10.2746/095777309X479012>
- Santschi, E. M., Leibsle, S. R., Morehead, J. P., Prichard, M. A., Clayton, M. K., & Keuler, N. S. (2006). Carpal and fetlock conformation of the juvenile Thoroughbred from birth to yearling auction age. *Equine Veterinary Journal*, 38(7), 604–609. <https://doi.org/10.2746/042516406X159025>
- Smith, L. (2010). Treatment of angular limb deformities in foals. *In Practice*, 32(4), 156–162. <https://doi.org/10.1136/inp.c1435>
- True Baker, W., Acvs, D., Slone, D. E., Ramos, J. A., Santschi, E. M., Lord, L. K., Adams, S. B., Lynch, T. M., Hughes, F. E., & True Baker, W. (2015). *Improvement in Bilateral Carpal Valgus Deviation in 9 Foals After Unilateral Distolateral Radial Periosteal Transection and Elevation*. <https://doi.org/10.1111/vsu.12322>
- Werner, H. W. (2012). The importance of therapeutic farriery in equine practice. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 28(2), 263–281. <https://doi.org/10.1016/J.CVEQ.2012.05.005>
- Yiannikouris, S., Schneider, R. K., Sampson, S. N., & Roberts, G. (2011). Desmotomy of the Accessory Ligament of the Deep Digital Flexor Tendon in the Forelimb of 24 Horses 2 Years and Older. *Veterinary Surgery*, 40(3), 272–276. <https://doi.org/10.1111/J.1532-950X.2011.00815.X>