

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

MANEJO DEL PIE EQUINO EN LA LAMINITIS CRÓNICA

por

Martín LABANDERA VALLARINO

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

MODALIDAD: Revisión Monográfica

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2014**

PÁGINA DE APROBACIÓN

TESIS aprobada por:

Presidente de Mesa:

.....
Nombre Completo y Firma

Segundo Miembro (Tutor):

.....
Dr. Elbio Pereyra

Tercer Miembro:

.....
Nombre Completo y Firma

Fecha:

.....

Autor:

.....
Martín Labandera Vallarino

Agradecimientos

A mi familia y amigos, quienes de una manera u otra me apoyaron constantemente durante el proceso de elaboración de esta tesis.

A la Lic. Andrea Espinel, mi compañera incondicional de lectura.

Al Dr. Elbio Pereyra tutor de esta revisión monográfica, por transmitirme su enorme experiencia y conocimientos sobre la laminitis y la podología en general.

Al Dr. Nicholas Bimson co-tutor de esta revisión monográfica, quien me propuso este desafío, proporcionó material y estimuló constantemente.

A la Dra. Ana García, por ayudarme en el formato de esta revisión.

Al personal de biblioteca por su colaboración.

Al Servicio de Veterinaria y Remonta, oficiales, personal y compañeros de trabajo, por su apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

	PÁGINA.
PAGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	8
1. RESUMEN.....	12
2. SUMMARY.....	12
3. INTRODUCCIÓN.....	13
4. CONCEPTO Y FASES DE LA LAMINITIS.....	13
5. EL ROL DE LA CARGA EN EL DAÑO LAMINAR.....	16
6. PATRONES DE DESPLAZAMIENTO.....	19
7. EVALUACIÓN CLÍNICA DEL DAÑO EN EL PIE.....	22
7. 1. Consecuencias del desplazamiento de la falange distal.....	23
7. 1. 1. Alteraciones en el rodete coronario.....	23
7. 1. 2. Alteraciones a nivel solear.....	24
7. 1. 3. Alteraciones en la pared del casco.....	26
7. 1. 4. Alteraciones laminares.....	27
7. 1. 4. 1. Consecuencias de la cuña laminar.....	32
8. EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA DEL PIE.....	34
8. 1. Preparación y posicionamiento del pie.....	34
8. 2. Interpretación Radiográfica del pie saludable.....	36
8. 2. 1. Vista lateromedial.....	36
8. 2. 2. Vista dorsopalmar horizontal.....	38
8. 2. 3. Vista dorsopalmar 45°.....	39

8. 3. Interpretación radiográfica del pie con laminitis.....	41
8. 3. 1. Evaluación de la vista radiográfica lateromedial.....	42
8. 3. 1. 1. Rotación dorsal de la falange distal.....	42
8. 3. 1. 2. Distancia vertical desde la banda coronaria al proceso extensor.....	43
8. 3. 1. 3. Espesor dorsal del casco.....	45
8. 3. 1. 4. Profundidad de la suela.....	45
8. 3. 1. 5. Ángulo palmar de la falange en relación al suelo.....	46
8. 3. 1. 6. Halo en la banda coronaria.....	46
8. 3. 1. 7. Las líneas de gas.....	47
8. 3. 1. 8. Alteraciones óseas.....	48
8. 3. 2. Evaluación de la vista radiográfica dorsopalmar horizontal	49
8. 3. 2. 1. Asimetría en el espacio de la articulación interfalángica distal.....	49
8. 3. 2. 2. La asimetría de la falange distal dentro de la cápsula del casco.....	50
8. 3. 2. 3. Espesor medial y lateral del casco.....	51
8. 3. 3. Evaluación radiográfica de la vista dorsopalmar 45°	51
8. 3. 3. 1. Alteraciones óseas.....	51
8.4. Conclusiones sobre la evaluación radiográfica.....	52
9. APLICACIÓN DE LA VENOGRAFÍA EN EL PIE CON LAMINITIS.....	52
9. 1. Técnica venográfica.....	53
9. 2. Errores de la técnica.....	55
9. 3. Áreas de interés en la venografía.....	55

9. 4. La venografía en la laminitis aguda y crónica.....	57
10. MANEJO DEL PIE EQUINO EN LA LAMINITIS.....	59
10. 1. Manejo del pie en la fase de desarrollo.....	59
10. 1. 1. Crioterapia continua.....	59
10. 2. Manejo del pie en la fase aguda.....	62
10. 2. 1. El desvasado en la fase aguda.....	64
10. 2. 2. Estrategias para el soporte mecánico del pie.....	65
10. 2. 3. La elevación de los talones en la fase aguda.....	73
10. 3. Manejo del pie en la laminitis crónica.....	76
10. 3. 1. Laminitis crónica compensada.....	77
10. 3. 2. El desvasado en caballos con rotación de la falange distal.....	79
10. 3. 3. La elevación de los talones en la fase crónica.....	84
10. 3. 4. Tipos de herraduras.....	85
10. 3. 5. Seguimiento del herrado.....	95
10. 3. 6. Laminitis crónica descompensada.....	96
10. 3. 7. Tenotomía del tendón flexor digital profundo y herrado de realineación.....	99
10. 3. 7. 1. Preparación del pie para el herrado de realineación...	100
10. 3. 7. 2. Procedimiento de tenotomía del flexor digital profundo.....	102
10. 3. 7. 3. Cuando realizar una tenotomía.	108
10. 3. 7. 4. Pronóstico para los casos manejados con tenotomía del flexor digital profundo y herrado de realineación.....	110
10. 3. 8. Preservación del rodete coronario.....	111
10. 3. 8. 1. Ranurado del rodete coronario.....	112

10. 3. 8. 2. Resección de la pared del casco.....	114
11. DESPLAZAMIENTO DISTAL ASIMÉTRICO DE LA FALANGE.....	117
12. INFECCIONES EN EL PIE CON LAMINITIS.....	121
13. FRACASOS EN EL MANEJO.....	121
14. PRONÓSTICO.....	122
15. DISCUSIÓN.....	124
16. CONCLUSIONES.....	129
17. BIBLIOGRAFÍA.....	132

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1. Representación de las fuerzas que actúan sobre el pie en reposo.....	p. 17
Figura 2. Patrones de desplazamiento de la falange distal.....	p. 20
Figura 3. Alteración en la banda coronaria.....	p. 24
Figura 4. Prolapso de la suela.....	p. 25
Figura 5. Prolapso de la falange distal.....	p. 25
Figura 6. Equino presentando “Zapatilla de Aladino”.....	p. 26
Figura 7. Naturaleza variable de la cuña laminar.....	p. 28
Figura 8. Túbulos córneos de la pared de un equino con laminitis crónica.....	p. 30
Figura 9. Rodetes coronarios de pies saludables vs pies con laminitis crónica.....	p. 30
Figura 10. Región de la pinza de pies saludables vs pies con laminitis crónica.....	p. 31
Figura 11. Las consecuencias asociadas con la formación de la cuña laminar.....	p. 33
Figura 12. Diagrama que muestra las distancias radiográficas normales en la radiografía lateromedial 1.....	p. 39
Figura 13. Diagrama que muestra las distancias radiográficas normales en la radiografía lateromedial 2.....	p. 40
Figura 14. Radiografía lateromedial, en la que se observa el desplazamiento rotacional de la falange distal.....	p. 42
Figura 15. Radiografía lateromedial en la que se observa rotación capsular dorsal, pero poca evidencia de rotación de la falange.....	p. 43
Figura 16. Radiografía lateromedial en la que se observa el hundimiento distal de la falange distal.....	p. 44
Figura 17. Radiografía lateromedial, en la que se observa el adelgazamiento de la suela en la región de la pinza del pie.....	p. 46
Figura 18. Radiografía lateromedial, en la que se observa un halo en la banda coronaria.....	p. 47
Figura 19. Radiografía lateromedial, en la que se observan alteraciones óseas en la falange distal.....	p. 49

Figura 20. Radiografía dorsopalmar horizontal, en la que se observa desplazamiento distal asimétrico de la falange distal.....	p. 50
Figura 21. Técnica venográfica.....	p. 54
Figura 22. Estructuras anatómicas visualizadas en la venografía.....	p. 56
Figura 23. Venografía de un pie saludable.....	p. 57
Figura 24. Venografía en la laminitis.....	p. 58
Figura 25. Evaluación de la crioterapia en un miembro individual.....	p. 60
Figura 26. Sistema de aplicación de crioterapia.....	p. 61
Figura 27. Figura mostrando el pie luego del desvasado.....	p. 65
Figura 28. Representación esquemática mostrando el apoyo del pie, con y sin herradura.....	p. 66
Figura 29. Representación esquemática del miembro de un equino de pie sobre arena.....	p. 67
Figura 30. Fotos del pie sobre bloques de espuma de poliestireno.....	p. 68
Figura 31. Dibujo que ilustra el recorte de la espuma de poliestireno para el pie.....	p. 70
Figura 32. Soporte de espuma de poliestireno.....	p. 70
Figura 33. Narnic ultimate cuff.....	p. 71
Figura 34. Narnic ultimate cuff colocado en el pie.....	p. 72
Figura 35. Herraduras para el soporte adicional.....	p. 75
Figura 36. Pie con laminitis crónica, en el que se observa distorsión de la pared.....	p. 78
Figura 37. Representación esquemática del recorte del casco en un pie con laminitis crónica.....	p. 80
Figura 38. Colocación del punto de irrupción del paso (Breakover).....	p. 81
Figura 39. Representación esquemática de un pie luego del desvasado, cuando este no posee una profundidad de suela adecuada.....	p. 82
Figura 40. Talones trasladados a palmar/plantar desde la mitad del pie.....	p. 83

Figura 41. Fotografía que ilustra el efecto de elevar los talones.....	p. 85
Figura 42. Herradura ancha de aluminio con rieles soldados en las ramas.....	p. 86
Figura 43. Referencia radiográfica para la colocación de la herradura con barra de corazón.....	p. 88
Figura 44. Herradura con barra de corazón y rieles.....	p. 89
Figura 45. Herradura con barra de corazón, lumbres biseladas, y rieles para elevar los talones.....	p. 90
Figura 46. Molde de silicona y caucho.....	p. 90
Figura 47. El Sistema de Soporte Digital Equino.....	p. 91
Figura 48. Herradura de madera aplicada al pie mediante tornillos.....	p. 93
Figura 49. Radiografía de un pie con la herradura de madera.....	p. 94
Figura 50. La herradura de madera fijada al pie con tornillos y fibra de vidrio.....	p. 94
Figura 51. Herradura de madera.....	p. 95
Figura 52. Casos de laminitis crónica descompensada.....	p. 96
Figura 53. Representación esquemática del herrado propuesto por Nickels (2011), para los casos con perforación de la suela.....	p. 98
Figura 54. Zuecos sintéticos de Steward.....	p. 99
Figura 55. Herrado de Realineación.....	p. 101
Figura 56. Observación de la herradura luego de la realineación.....	p. 102
Figura 57. Tenotomía del flexor digital profundo realizada en la región media del metacarpo.....	p. 104
Figura 58. Procedimiento de tenotomía del TFDP realizado en la región metacarpiana media con el caballo en estación.....	p. 105
Figura 59. Tenotomía del flexor digital profundo realizada en la región media de la cuartilla.....	p. 105
Figura 60. Radiografías de un pie con laminitis crónica, antes y después del herrado de realineación y tenotomía.....	p. 107
Figura 61. Ranurado coronario 1	p. 113

Figura 62. Ranurado coronario 2	p. 113
Figura 63. Resección parcial de la pared del casco.....	p. 115
Figura 64. Prolapso del rodete coronario.....	p. 116
Figuras 65. Resección de la pared en la región coronaria y de la pinza distal 1	p. 116
Figura 66. Resección de la pared en la región coronaria y de la pinza distal 2.....	p. 117
Figura 67. Representación esquemática que muestra la mecánica de mover la fuerza de reacción del suelo lejos de la parte afectada del pie.....	p. 118
Figura 68. Desplazamiento unilateral tras la aplicación del zapato de madera.....	p. 119
Figura 69. Yeso en el pie utilizado para tratar un caso de hundimiento distal.....	p. 120

1. RESUMEN

La laminitis es uno de los procesos patológicos más graves del pie equino, en el cual se producen alteraciones patológicas en la anatomía del pie, que conducen a la pérdida de la función. El manejo exitoso del pie en los casos de laminitis, comienza por la comprensión de las diferencias biomecánicas, entre el pie de un caballo normal y el pie de uno que sufre de laminitis. Esto permite, independientemente del método terapéutico a implementar, ejecutar los objetivos del manejo, de una manera eficaz. Un diagnóstico temprano preciso y la evaluación del caso mediante imágenes, deben colocarlo dentro de una categoría aguda o crónica, para que un plan de manejo pueda comenzar de inmediato. Los casos crónicos deben diferenciarse en compensado o descompensado y como resultado, una serie de prácticas de manejo del pie, pertinentes y oportunas deben ser puestas en práctica. Siempre es posible que un caballo se recupere de la laminitis; se requiere por encima de todo un equipo dedicado, entre el veterinario, el herrador, y el propietario, trabajando juntos, ya que de seguro será un reto. En esta tesis, se realizará una revisión bibliográfica donde se expondrán las diferentes alternativas, propuestas por los autores en el manejo específico del pie del caballo con laminitis, haciendo énfasis en la fase crónica de la enfermedad. Los aspectos médicos, metabólicos, ambientales, y dietéticos, deben abordarse simultáneamente con el manejo del pie, no siendo este último el objetivo de esta revisión.

2. SUMMARY

Laminitis is one of the most serious diseases of the equine foot, in which pathological changes occur in the anatomy of the foot, leading to the loss of the function. Successful foot management in laminitis cases begins with understanding the biomechanical difference between the normal horse foot and the laminitic foot. This allows, regardless the therapeutic method to implement, to execute the management of the objectives in an effective way. Early and accurate diagnosis and evaluation with Xray images should categorize the case in acute or chronic, so that a plan of action can begin immediately. Chronic cases need to be differentiated as compensated or uncompensated and; as a result, a series of relevant foot management practices should be used. It is always possible that a horse can recover from laminitis. It requires, above all, a dedicate and cooperative team work, being this a challenging task. We carry out a bibliographic review, exposing different alternatives proposed by the authors on the specific management of the horse foot laminitis, emphasizing the chronic phase of this disease. Medical, metabolic, environmental, and dietary aspects must be addressed simultaneously with the management of the foot, but this is not the focus of this review.

3. INTRODUCCION.

La evidencia histórica, sugiere que los Hititas en el año 1350 A.C ya estaban al tanto de la existencia de la laminitis, debido a que prestaban atención a la alimentación y al agua, luego del ejercicio de los equinos (Heymering, 2010).

Jenofonte en el 380 A.C, pudo haber sido el primero en escribir sobre la laminitis. La menciona como “el exceso de cebada”, sin describir los síntomas, y continúa manifestando, "las enfermedades son más fáciles de curar al principio, que después que llegan a ser crónicas y se han diagnosticado erróneamente (Heymering, 2010).

Columela en el 55 D.C, describió a la laminitis como “sangre descendiendo de los pies”. Señaló que los pies estaban calientes al tacto, y para el tratamiento recomendaba realizar el sangrado, siendo el primer tratamiento registrado para la laminitis (Heymering, 2010).

Chiron en el siglo IV, mostró una clara comprensión de la laminitis, describiendo la dificultad del caballo al caminar, el calor y la sangre en los cascos, y la posible separación de la pared del casco de las láminas (Heymering, 2010).

Desde aquella época hasta la fecha, se han propuesto las más diversas formas de manejo para la laminitis, algunas acertadas y actualmente puestas en práctica, y otras no tanto, las cuales están en desuso. Gracias a la dedicación e investigación de los autores, las modalidades de manejo del pie con laminitis, han ido evolucionando hasta nuestros días, quedando aún mucho camino por recorrer.

4. CONCEPTO Y FASES DE LA LAMINITIS.

La definición más simple de laminitis crónica sería: la falla de la unión entre la falange distal y la pared del casco. Sin la falange distal correctamente adherida al interior del casco, el peso del caballo y las fuerzas de la locomoción, desplazan la falange distal de la cápsula del casco, produciendo daños a nivel vascular, aplastamiento del corion de la suela y la corona, dolor implacable, cambios en los patrones queratogénicos y una claudicación característica (Pollitt, 2004).

La laminitis crónica es una condición frustrante y a menudo desalentadora. Además de ser un proceso sumamente doloroso, de difícil, prolongado y costoso tratamiento. El mayor desafío para el veterinario y el herrador, es restaurar la función en un pie que ha sufrido cambios estructurales sustanciales y posiblemente permanentes (O´Grady, 2006).

En la patogénesis de la laminitis, juegan un rol preponderante enzimas metaloproteinasas de la matriz, responsable de la remodelación normal de la epidermis laminar (Pollitt, 2004).

Los hemidesmosomas que adhieren las células basales de la epidermis laminar, a la membrana basal del tejido conectivo de la falange distal, son alterados o están ausentes. Esto va acompañado, por la separación de la membrana basal, daños en el citoesqueleto de las células basales y redondeo de los núcleos de estas células (Pollitt, 2004; Pollitt, 2010).

La laminitis generalmente se clasifica por su duración, y en relación a los cambios morfológicos que ocurren en el pie (Parks, 2009). Según la progresión de la enfermedad, la laminitis se puede diferenciar en fases. La más temprana, es la fase de desarrollo o prodrómica, en la cual los factores desencadenantes se activan, y se producen cambios en el flujo sanguíneo del pie. Esta fase, generalmente ocurre como consecuencia de una causa primaria sistémica o local, y muchas veces se superpone con esta. Los estudios experimentales, sugieren que dicha fase dura entre 24 y 60 horas, aunque en la práctica este rango puede ser mucho más amplio (Hunt y col., 2010; Morrison, 2010a).

Durante la fase de desarrollo, el caballo generalmente experimentó una patología primaria en alguno de los siguientes sistemas: digestivo, respiratorio, reproductivo, renal, endócrino, músculo-esquelético, tegumentario e inmunológico. Tras la ocurrencia de alteraciones multisistémicas en órganos anatómicamente distantes del pie, los tejidos laminares son expuestos a factores que conducen a la desorganización y separación de la arquitectura laminar. Algunas veces, la fase de desarrollo no se reconoce, y encontramos el caballo en la fase aguda, sin una causa incitante previa conocida (Redden, 1997; Pollitt, 2008).

La segunda etapa o fase aguda, es definida por la aparición de los signos clínicos, donde fundamentalmente se observa: dolor en el pie y aumento de la amplitud del pulso digital, que se hace fácilmente detectable (Pollitt, 2008; Parks, 2009; Morrison, 2010).

La fase aguda, generalmente tiene una duración de 24 a 72 horas, antes de la resolución o la progresión (Hunt y col., 2010). La mayoría de los caballos transitan la fase aguda y posteriormente entran en la fase subaguda de la enfermedad. Estos casos generalmente se recuperan tras el tratamiento conservador, siempre y cuando la causa primaria se resuelva (Morrison, 2010a).

Según Parks y col. (2003), la fase subaguda sigue a la fase aguda de la laminitis, si el desplazamiento de la falange distal no se produce pasadas las 72 horas de la aparición de los signos clínicos. Un caballo con laminitis subaguda puede recuperarse progresivamente, hasta que haya poca o ninguna evidencia clínica y morfológica de

laminitis, o sufrir desplazamiento de la falange distal. Para estos autores, la fase crónica de la laminitis está definida por el desplazamiento de la falange distal.

Para Hood (1999a), el caballo entra en la fase crónica de la laminitis, una vez transcurridas 72 horas de la aparición de los signos clínicos, o cuando ha ocurrido el desplazamiento de la falange distal (rotación, hundimiento, o ambos).

Este desplazamiento ocurre, debido a que el daño laminar es tan extenso, que el aparato suspensorio de la falange distal (engranaje laminar), es incapaz de mantener la relación anatómica normal, entre la pared del casco y la falange distal (Hood, 1999b; Pollitt, 2008).

Un caballo puede entrar directamente en la fase crónica a partir de la fase aguda, o después de haber presentado la etapa sub-aguda de la enfermedad (Parks y col., 2003).

Morrison (2004); Morrison (2010), diferencia la fase crónica de la laminitis en: laminitis crónica compensada (estable) y laminitis crónica descompensada (inestable). Un pie con laminitis crónica compensada, es aquel en el que la falange distal sufrió desplazamiento, luego se estabilizó en algún grado y no continúa desplazándose. El pie en estos casos, es capaz de generar tejido nuevo en todas las regiones, a pesar de que el crecimiento del casco sea lento, o distorsionado a consecuencia de la enfermedad. Por otro lado, en los casos crónicos no compensados, la falange distal continúa inestable, comprimiendo y traumatizando constantemente la dermis de la suela y la banda coronaria; causando áreas de crecimiento restringido. Estos casos por lo general sufren de abscesos crónicos y dolor severo permanente.

Según Johnson y col. (2000), los caballos afectados de laminitis, pueden sufrir laminitis crónica remitiva, o laminitis crónica refractaria exacerbada. Los primeros, generalmente son sensibles al tratamiento, pero los que padecen de laminitis crónica refractaria exacerbada, responden mínimamente y a menudo, la eutanasia es la única opción para aliviar el incesante dolor.

La laminitis crónica también se ha subdividido, como laminitis crónica temprana y tardía; y como laminitis crónica de baja, media, y alta escala (Hunt y col., 2010).

La laminitis, se diferencia en fases para una mejor comprensión del proceso patológico, y como ayuda en el diagnóstico, tratamiento, y pronóstico; pero la patología en sí, es un proceso continuo. Los caballos tienden a transitar secuencialmente de una etapa a la siguiente de forma impredecible, y los límites entre las etapas no son claramente visibles (Parks, 2009).

5. EL ROL DE LA CARGA EN EL DAÑO LAMINAR.

La falange distal se encuentra suspendida dentro de la pared del casco, principalmente a través del sistema de fijación laminar, el cual rodea toda la superficie parietal de esta. (Morrison, 2010a).

Para comprender la laminitis, es fundamental el estudio de la estructura y función del aparato suspensorio de la falange distal. (Pollitt, 2004; Pollitt, 2010).

El aparato suspensorio de la falange distal, une la falange y la pared del casco, a través del engranaje laminar, suspendiendo todo el caballo dentro de la pared del casco. Dicho aparato es de gran importancia biomecánica, ya que permite que estas estructuras actúen como una entidad funcional única, para facilitar la transferencia de fuerzas entre el suelo y el esqueleto (Hood, 1999a; Pollitt, 2008; Pollitt y Col., 2011). Esta estructura anatómica es única para el pie de los équidos; y constituye el principal mecanismo por el cual las fuerzas de soporte de peso, son disipadas y resistidas (Budras y col, 2009).

Un pie normal, no es completamente dependiente de estas láminas para brindar el apoyo. Las barras, ranilla, almohadilla plantar, los cartílagos alares y la suela adyacente a la unión suela/pared, también están diseñados para soportar algunas porciones de la carga y disipar la energía del impacto (Bowker y col., 1998; Hood y col., 2001).

En la mayoría de los caballos saludables y descalzos, la suela posee una textura y una conformación, que refleja su participación como estructura accesoria, para compartir parte de la carga de peso. Sin embargo, muchos caballos tras ser herrados, carecen de una suela funcional y probablemente dependan más del engranaje laminar para soportar la carga de peso. La suela en estos casos, se encuentra suspendida fuera de la superficie de apoyo, sin participación en el soporte de peso, atrofiada, o incluso recortada intencional y radicalmente, para formar un contorno cóncavo (Morrison, 2010a). Según Redden (2004), cuando un pie con suela delgada se ve afectado por laminitis, puede ocurrir el colapso mecánico completo. También se ha informado que los pies débiles con suelas delgadas, tienen mayores probabilidades de desarrollar una laminitis en el miembro que soporta el apoyo (laminitis por sobrecarga mecánica), que los pies fuertes con suela gruesa.

En el manejo de un pie con laminitis, es indispensable el conocimiento de los patrones de carga digitales normales (Morrison, 2010a; O'Grady, 2013).

Durante el apoyo, la extremidad se somete a una fuerza de impacto externa, proveniente del suelo. Este impacto externo se denomina fuerza de reacción del suelo, la cual se comporta como un vector. La magnitud de esta, depende del peso y de la velocidad de movimiento del caballo. El vector de la fuerza de reacción del suelo, representa la sumatoria de todas las fuerzas que actúan sobre el pie, y como tal tiene

un punto de acción. Este punto se denomina punto de momento cero, o centro de presión (Wilson y col., 1998; Parks, 2012).

La fuerza ejercida a través del sistema esquelético (carga vertical), está actuando en el centro de rotación de la articulación interfalángica distal (Parks, 2012).

Se considera que el centro de presión, no está colocado directamente bajo el centro de rotación de la articulación interfalángica distal, creando una fuerza de palanca, que se conoce como “momento de brazo” (Eliashar, 2007). Un momento, es la tendencia a causar la rotación de un cuerpo alrededor de un eje (Wilson y col, 1998; Parks, 2012).

Los estudios en alfombra de presión, muestran que el centro de presión del pie se encuentra dorsal al centro de la articulación interfalángica distal, justo detrás y ligeramente a medial del vértice de la ranilla. Sin embargo, las variaciones en la posición y conformación de los miembros, pueden afectar la ubicación de este punto (Hood, 1998; Morrison, 2010a; O’Grady, 2013).

La acción de la fuerza de reacción del suelo y su momento de brazo, crean una fuerza que tiende a producir rotación, denominada momento de extensión de la articulación interfalángica distal. Ésta se equilibra con un momento de flexión igual, generado por el tendón flexor digital profundo (TFDP) (Eliashar, 2007; Parks, 2012; O’Grady, 2013).

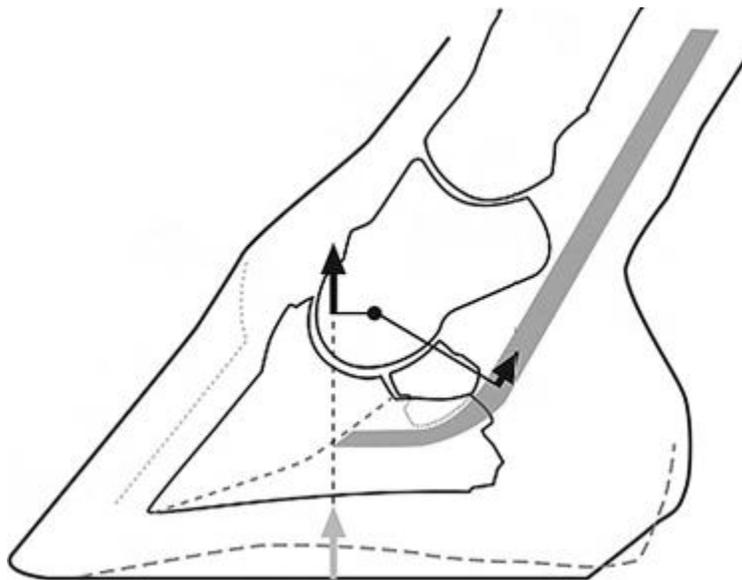


Figura 1. En reposo, la fuerza de reacción del suelo (flecha gris), es dorsal al centro de rotación de la articulación interfalángica distal. Como tal, se crea un momento extensor, que se opone por un momento igual y opuesto, denominado momento flexor; el cual es

generado por la fuerza del flexor digital profundo, para que el pie permanezca en estación. Fuente: (Parks, 2012).

En movimiento, y hacia el final de la fase de apoyo, el centro de presión se traslada hacia la región de la pinza, debido a que los talones son gradualmente descargados en este momento. Cuando el centro de presión alcanza la pinza del pie, el momento de brazo de la articulación interfalángica distal, no puede aumentar más; debido a que el momento de brazo no puede desplazarse más hacia dorsal en la capsula del casco. Como resultado, el momento de extensión cae. En esta etapa, el momento de flexión excede al momento de extensión y se flexiona la articulación interfalángica distal, es decir, los talones se despegan del suelo. Este período en la parte terminal de la fase de apoyo, se denomina punto de irrupción del paso (Breakover) (Eliashar, 2007).

La tensión del flexor digital profundo se incrementa durante el breakover, y los momentos opuestos, generados por la fuerza de reacción del suelo y la tensión del flexor digital profundo, crean una fuerza de distracción dentro de las laminas dorsales (O'Grady, 2013).

Para Morrison (2010a), cuando se carga peso sobre una extremidad, la articulación metacarpofalangiana se extiende, poniendo el tendón del flexor digital profundo (TFDP) bajo tensión. Este hecho, produce tracción en el sitio de inserción del tendón, palmar/plantar a la falange distal, creando una ligera rotación alrededor de la articulación interfalángica distal. Por esta razón, el centro de presión del pie se encuentra dorsal al centro de la articulación interfalángica distal. *Este pequeño desplazamiento de la falange que ocurre en el pie sano, es exagerado cuando las láminas están debilitadas. (Morrison, 2004).*

Las mediciones realizadas antes y después del procedimiento quirúrgico, mostraron que la sección del tendón flexor digital profundo, en los casos de laminitis, desplaza el centro de presiones, directamente debajo del centro de la articulación interfalángica distal. Este cambio, reposiciona caudalmente el centro de presiones, llevándolo a un punto, que crea menor tensión en la zona de la pinza durante la estación. (Morrison, 2010a).

La separación laminar en cualquier punto alrededor de la circunferencia de la falange distal, está condicionada por la gravedad de los procesos patológicos subyacentes y la magnitud del estrés laminar (O'Grady, 2010).

6. PATRONES DE DESPLAZAMIENTO.

La laminitis crónica, es definida por la presencia de colapso mecánico a nivel laminar, y el desplazamiento de la falange distal en el interior de la capsula del casco (Hood, 1999a). Pueden ocurrir tres manifestaciones de desplazamiento: rotación capsular dorsal, desplazamiento distal simétrico y desplazamiento mediolateral o desplazamiento distal asimétrico. Pudiendo coexistir una combinación de estas tres formas de desplazamiento (O'Grady, 2010).

El patrón de desplazamiento de la falange distal, se relaciona con la distribución de la separación laminar. El mayor estrés impuesto sobre las láminas, es la carga de peso; adicionándose el momento de brazo alrededor de la articulación interfalangiana distal y la tensión impuesta a través del flexor digital profundo, sobre las láminas dorsales (O'Grady, 2010).

Según Hunt (2011), el tipo y grado de desplazamiento de la falange distal, es determinado por la severidad del daño laminar y la carga colocada en el pie.

El movimiento del caballo, altera la magnitud y la posición de la fuerza de reacción del suelo, y la tensión en el tendón flexor digital profundo, por lo tanto, la magnitud y distribución de la carga colocada en las láminas. Cuando un caballo eleva un miembro del suelo, la carga en el miembro contralateral se duplica. Mientras éste se mueve, el mayor estrés o la carga, se concentra en la pared dorsal del casco, en el punto de irrupción del paso (breakover) (O'Grady, 2010).

El colapso mecánico de las láminas, puede ocurrir en cualquier punto alrededor de la circunferencia del pie, dando lugar a diferentes patrones de desplazamiento (Parks, 2009).

Las siguientes variaciones anatómicas en el desplazamiento de la falange distal, se producen en relación con la localización e intensidad de la patología laminar (Hood, 1999a; Pollitt, 2008).

Cuando la degeneración laminar abarca la totalidad de la circunferencia de la pared del casco, predispone al desplazamiento distal (hundimiento) de la falange distal, dentro de la capsula del casco. Por el contrario, la mayor disrupción laminar en la región de la pinza del pie, o en la región de cuartas partes, hace que la falange distal se desplace de forma asimétrica. Cuando la degeneración laminar es mayor en la región dorsal, ocurre como consecuencia la rotación capsular dorsal o rotación falangiana (O'Grady, 2010).

O'Grady (2006); O'Grady (2010), distingue el término rotación capsular, del de rotación falangiana, como la desviación de la superficie parietal de la falange distal con respecto a la pared del casco, y la rotación de la falange distal con respecto al eje de las

falanges proximales (flexión de la articulación interfalángica distal), respectivamente. Esta última, indicaría un acortamiento funcional de la unidad musculotendinosa del flexor digital profundo.

Para Sherlock y col. (2013), en caballos con rotación dorsal reciente, la rotación capsular, es inevitablemente acompañada por la rotación de la falange; y la rotación capsular, sin rotación de la falange, sólo se observa en caballos en los que se les ha realizado la realineación de las falanges, pero la rotación capsular persiste.

Cuando la región de cuartas partes sufre el mayor daño laminar, o si se coloca carga excesiva sobre esta región, la falange distal se desplaza de forma unilateral (hundimiento medial o lateral). Esta forma de desplazamiento, se presenta con menor frecuencia que la rotación capsular dorsal. Según O'Grady (2010), el desplazamiento unilateral, es impulsado conformacionalmente por la carga desproporcionada sobre un lado del pie. Cuando ocurre dicho patrón de desplazamiento, en general implica el lado medial del pie.

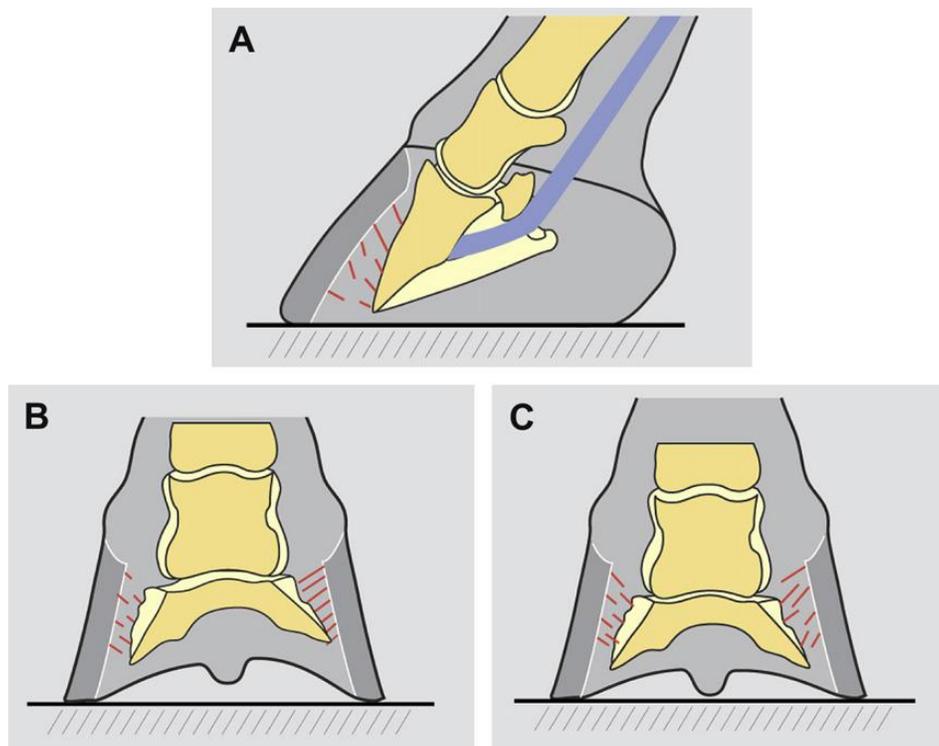


Figura 2. Patrones de desplazamiento. (A) Rotación capsular dorsal. (B) Desplazamiento distal asimétrico. (C) Desplazamiento distal simétrico. Fuente: (O'Grady, 2010).

En la mayoría de los casos de laminitis crónica, se produce el desplazamiento rotacional de la falange distal, en la región de la pinza del pie; y un porcentaje menor sufre hundimiento, además de la rotación. (Baxter, 2008; Morrison, 2010a).

La prevalencia de rotación en la zona de la pinza como un hallazgo común, probablemente se relaciona con la tendencia de los caballos, a cargar las regiones dorsales del pie. Además, las láminas en esta región, están bajo mayor tensión que las láminas en las barras y talones (estructuras que se expanden y contraen durante la locomoción y el soporte de peso). (Morrison, 2010a)

Sumado a este hecho, en la región del talón, existen otras estructuras que colaboran en el soporte, mientras que en la región de la pinza, el soporte está a cargo principalmente de las láminas. Es posible que el daño laminar sea uniforme en las fases tempranas de la enfermedad, y que la separación ocurra primero en las regiones del pie que soportan la mayor parte de la carga. (Morrison, 2010a).

La conformación del casco, influye en los patrones de carga digital y en el tipo de desplazamiento de la falange distal, que se produce cuando existe daño laminar en el pie. En caballos con diferencias de conformación entre sus pies, el más vertical generalmente experimenta mayor rotación que el opuesto. Esto podría ser el resultado del aumento preexistente de tensión en las láminas dorsales, debido a una leve contractura tendinosa. Por el contrario, los pies con talones bajos, sufren rotación con menos facilidad, siendo más susceptible al hundimiento en los cuartos. (Morrison, 2010a).

La investigación realizada por Barrey (1990), mostró que en comparación con los pies con un ángulo del casco normal, los pies con una angulación inferior, tienen una mayor carga en la región del talón; y los pies con un ángulo superior, tienen una mayor carga en la zona de la pinza. Por lo tanto, como se expuso anteriormente, la conformación del casco influye en los patrones de carga digital y en el tipo de desplazamiento de la falange distal en un pie con laminitis.

Aunque todo el perímetro de la falange distal, está adherido al interior del casco a través del engranaje laminar, la gran mayoría de los casos de laminitis crónica, poseen falla mecánica laminar limitada a la región de la pinza. Morrison (2004), ha propuesto las siguientes teorías para explicar por qué, la mayoría de los caballos sufren rotación de la falange distal, en lugar de hundimiento medial o lateral.

- 1) El daño laminar puede ser uniforme, pero las fuerzas que actúan en el pie crean mayor tracción sobre las láminas en la región de la pinza. Los estudios con placas de fuerza, muestran que el caballo durante el apoyo, carga sobre todo la región dorsomedial de la pinza.

2) La región palmar del pie, recibe ayuda adicional para el soporte de peso a partir de la ranilla y las barras, mientras que el peso del caballo en la región de la pinza, se soporta principalmente por las láminas.

3) Si se cree en la teoría sobre la disminución en la perfusión laminar de la laminitis, el flujo sanguíneo en el pie se suministra primero a los talones y luego a la región de la pinza. Por lo tanto, si la laminitis es causada por una disminución en la perfusión de los pies, la región anterior puede ser afectada con mayor severidad.

Para Morrison (2004), básicamente las láminas dorsales suspenden la falange distal, mientras el tendón flexor digital profundo tracciona desde su inserción, en la región palmar del pie. Cuando las láminas están comprometidas, no hay oposición a dicha tracción y la falange distal sufrirá desplazamiento rotacional.

7. EVALUACIÓN CLÍNICA DEL DAÑO EN EL PIE.

El diagnóstico de la laminitis crónica generalmente no ofrece dificultad, debido a que el modo de andar del caballo y la apariencia del pie, son característicos de la enfermedad. El examen radiográfico, por lo general confirma el diagnóstico (O'Grady, 2010).

Los casos de laminitis crónica se pueden presentar de diferentes maneras: como progresión de una laminitis aguda; como recurrencia de una laminitis crónica pasada; o sin conocimiento previo de la historia, debido a que la fase aguda no se observó, o el caballo fue adquirido sin el conocimiento previo de la ocurrencia de la enfermedad. (O'Grady, 2010).

Para Hunt (2008), la anamnesis completa y el examen detallado del pie, son de suma importancia a la hora de dirigir el tratamiento y estimar un pronóstico.

Según O'Grady (2010), la duración de la enfermedad desde la fase aguda, nos indica en qué grado se pudo estabilizar la falange distal dentro de la capsula del casco, tras el proceso de reparación.

La observación de cómo el animal apoya su pie, puede ser un indicador de la distribución de las lesiones laminar. Por ejemplo, un caballo que preferentemente carga su peso en los talones, reduce la tensión en las láminas dorsales y la compresión de la suela debajo del margen dorsal de la falange distal. Del mismo modo, un caballo que cae sobre un lado de su pie, protege la pared o la suela contralateral. (O'Grady, 2010).

En 1948, el veterinario sueco Nils Obel calificó la claudicación asociada con la laminitis, de acuerdo con su gravedad clínica. Los caballos con laminitis Obel grado I, alternan la carga de peso en el pie, de un miembro al otro en la estación; la claudicación no es

evidente al paso, pero al trote se puede observar un acortamiento del paso. Con laminitis Obel grado II, la claudicación es más evidente, especialmente al girar en círculos; y el caballo se mueve con torpeza. Un miembro puede ser levantado, sin causar incomodidad extrema en el contralateral. En la laminitis Obel grado III, el caballo es reacio a moverse, y se resiste a cualquier intento de levantar un miembro, por el dolor que esto inducirá en el contralateral. El grado IV de Obel es el más severo, en este caso, el caballo es incapaz de moverse y a menudo se encuentra en decúbito (Stashak, 2004; Pollitt, 2008). Según Pollitt (2008), existe una buena correlación entre el grado de claudicación de Obel y la gravedad laminar histopatológica.

7. 1. Consecuencias del desplazamiento de la falange distal.

El desplazamiento de la falange distal en la pared del casco, desencadena una serie de eventos que alteran la apariencia física del pie (Hood, 1999a; Pollitt, 2008).

La inspección de la pared del casco, la suela, y la línea blanca, junto con la inspección y palpación de la banda coronaria, son indicadores clínicos importantes de los procesos patológicos que han ocurrido en el pie (Parks y col., 2003; Hunt, 2008; O'Grady y col., 2008).

Es de gran importancia evaluar las estructuras del pie, especialmente en la zona palmar/plantar. Como regla, esta sección del pie es la que debió asumir la carga adicional, en un intento por descargar la pared dorsal del casco. Si la masa y la integridad de estas estructuras, son inadecuadas para aceptar carga adicional, el clínico deberá enfrentar un nuevo desafío, en el intento de redistribuir el peso del caballo (O'Grady, 2010).

7. 1. 1. Alteraciones en el rodete coronario.

Cuando la mayor parte del aparato suspensor de la falange distal falla, como ocurre en los casos graves de hundimiento distal, la falange desciende profundamente en la cápsula del casco, llevándose consigo el tejido conectivo del rodete coronario. Esto crea una depresión palpable en la banda coronaria. Inicialmente, el déficit de tejido se puede palpar sólo dorsalmente, sobre el proceso extensor de la falange distal. Esta alteración se puede extender a la región de cuartas partes y talones, lo cual agrava el pronóstico. En ocasiones, la piel se separa de la línea de los pelos del rodete y se observa la presencia de exudado (Pollitt, 2008).



Figura 3. Alteración de la banda coronaria, debido a laminitis crónica grave en los miembros anteriores de una yegua, tres meses luego del parto, a consecuencia de una retención de placenta y posterior metritis. La corona está exudando suero en la línea de los pelos. Fuente: (Pollitt, 2008).

Cuando la lesión avanza, hay una separación física o lesión cortante (shear lesión) de la pared del casco, subyacente a la dermis coronaria, resultando en la avulsión completa del estuche córneo (Hood, 1999a; Pollitt, 2008).

7. 1. 2. Alteraciones a nivel solear.

En la laminitis crónica severa, la suela se vuelve convexa y la falange distal puede prolapsar a través de la palma, resultando en dolor implacable y postración prolongada. La perforación de la suela por parte de la falange distal, a menudo resulta en el desarrollo de tejido de granulación y abscesos subsoleares en el sitio de perforación (Pollitt y Col., 2011).

En estos casos, se puede apreciar una protuberancia convexa, debajo de la falange distal descendida. Inicialmente, aparecen grietas finas sobre la suela y en los casos graves, tras el deterioro por presión y posterior necrosis, resulta en el prolapso completo del corion solear a través de la suela (Pollitt, 2008).



Figura 4. Prolapso de la suela. Fuente: (Morrison, 2011).



Figura 5. Prolapso de la falange distal a través de la suela del pie. Fuente: (Curtis, 2008).

La separación del engranaje laminar se manifiesta en la superficie solear del casco, como una "ampliación " progresiva de la línea blanca, que puede ir acompañada de hemorragia (Hood, 1999a; Johnson y col, 2000; Pollitt, 2008).

Como consecuencia del desplazamiento de la falange distal, ocurren déficits vasculares dentro de los plexos coronarios y soleares, así como dentro de la dermis laminar (Baxter, 1986). También ocurren alteraciones en los patrones queratogénicos, lo que conduce al desarrollo de una pared del casco distorsionada (Hood, 1999a; Pollitt, 2008).

7. 1. 3. Alteraciones en la pared del casco.

La combinación de compresión, déficits vascular y la reorientación de las papilas dérmicas coronarias, alteran la tasa normal de producción de casco y la dirección del crecimiento (Pollitt, 2008).

El crecimiento de la pared dorsal del casco se enlentece, mientras que el crecimiento en los talones, por lo general ocurre a la velocidad normal. En el casco normal, cualquier fluctuación en la tasa de crecimiento de la pared, produce una serie de anillos concéntricos (ceños), paralelos a la corona, claramente visible en la superficie del casco. En un casco afectado por laminitis crónica en la que se produjo rotación capsular, los anillos de crecimiento ya no son paralelos y convergen en la región dorsal de la pared del casco. En los casos graves, el crecimiento desigual entre la pared dorsal y los talones, produce una elevación hacia arriba dramática de la pinza; y el casco toma el aspecto descrito como "zapatillas de Aladino" (Pollitt, 2008).



Figura 6. Equino afectado por laminitis crónica, presentando "Zapatilla de Aladino". Fuente: (Pollitt, 2008).

Inmediatamente después del fallo mecánico de las láminas dorsales y la rotación de la falange distal, la pared del casco dorsal aún es recta y de un grosor normal, pero el

espacio creado por la separación se llena, debido a la hemorragia y a la inflamación. A medida que el tejido comienza a reparar, el espacio se llena en forma variable de epidermis hiperplásicas e hiperqueratinizada. La exposición de las laminillas a diferentes grados de displasia, lleva a una pérdida de láminas primarias y secundarias. Esta condición, da como resultado una menor área de superficie entre las laminas dérmicas y epidérmicas, y por lo tanto, una disminución de la fuerza de unión (Pollitt, 2008).

Conjuntamente con la reparación laminar, el crecimiento del casco continúa, desarrollándose una distorsión característica de la pared dorsal del casco. La severidad de esta distorsión es variable, produciéndose cambios en el espesor y divergencia de la pared del casco, en relación a la superficie parietal de la falange distal. El cambio en el espesor de la pared, parece estar relacionado con un cambio en la conformación del surco coronario, por lo que resulta en más ancho y menos profundo (O'Grady, 2010).

Existen varias causas que llevan a que la pared del casco dorsal se aleje de la superficie dorsal de la falange distal, entre las cuales se encuentran: la diferencia en la tasa de crecimiento de la pared entre los talones y la pinza; la composición del tejido de reparación entre la cápsula del casco y la falange distal; la presión en la superficie distal de la pared del casco causando distracción continua de la falange distal; y la redirección de la papilas dérmicas de la banda coronaria (Hood, 1999a).

7. 1. 4. Alteraciones laminares.

Como se describió anteriormente, el desplazamiento de la falange distal, inicia una serie de cambios que comprometen la función normal del pie, alterando el patrón de crecimiento del casco (Hood, 1999a; Pollitt, 2008). Una de las alteraciones más notables es el desarrollo de una cuña laminar (Pollitt y Col., 2011).

El término cuña laminar, se utiliza para describir los tejidos patológicos que componen la región laminar (estrato laminar) del pie con laminitis crónica. La cuña laminar, es una secuela patognomónica de la progresión a la fase crónica de la laminitis, tras el desplazamiento de la falange distal. Esta característica anatómica, es visible en la sección sagital del pie como una estructura en forma de cuña (Hood, 1999a).

Dicha alteración, se produce tras la producción anormal de casco, posterior a la injuria laminar. Según Hood (1999a), y Collins y col. (2011), el aspecto histológico de la cuña laminar, varía considerablemente entre los individuos, relacionándose directamente con la gravedad de la enfermedad, lo que refleja el grado de degeneración laminar y posterior regeneración; y el transcurso de estos procesos en el tiempo.

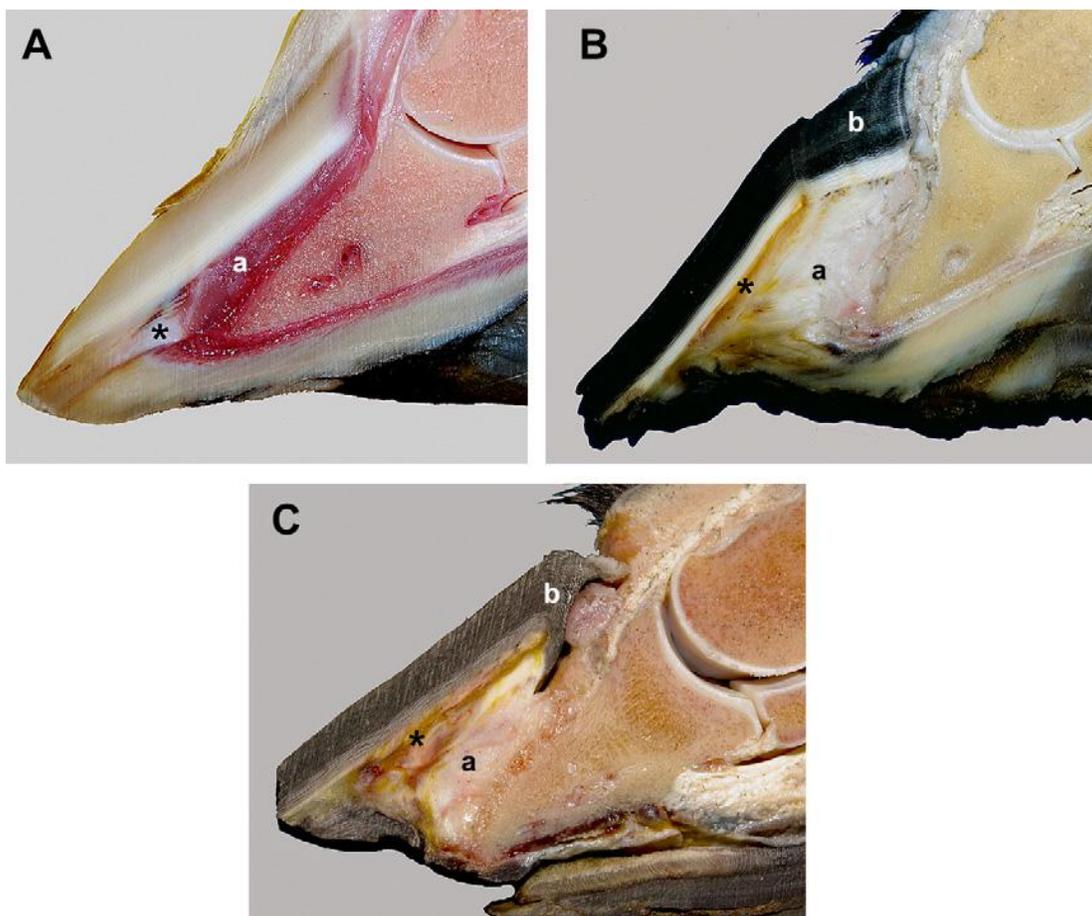


Figura 7. Cortes anatómicos sagitales de pies con laminitis crónica, mostrando la naturaleza variable de la cuña laminar, dependiendo del pie afectado. (A) Alteraciones leves, con queratinización dentro de la cuña laminar (a) y leve displasia inmediatamente proximal a la línea blanca (asterisco). La cuña laminar parece estar formada principalmente por tejido dérmico expandido. No hay distorsión visible de las papilas coronarias, y la orientación de la pared del casco en crecimiento, no se ve afectada. Aunque la dermis coronaria, parece estar comprimida entre la pared del casco y el proceso extensor de la falange distal, no hay evidencia de separación física del engranaje laminar; y hay ausencia de exudado dentro de la región dorsal de la cuña laminar. (B) Se observa displasia epidérmica marcada y queratinización de la cuña laminar (a). Una masa de cuerno amarillo pronunciado (asterisco), indica la formación de trasudado/exudado, luego del traumatismo vascular asociado con la separación física laminar. Tenga en cuenta la interrupción del patrón normal de producción de cascos proximalmente (b), que indica reorientación de las papilas coronarias, asociada al desplazamiento de la falange distal. (C) Amplia displasia epidérmica y formación de

la línea blanca ectópica dentro de la cuña laminar (a). Extensa formación de trasudado/exudado a través de la cuña laminar queratinizada (asterisco), asociado al trauma vascular. Tenga en cuenta la distorsión pronunciada en el patrón de crecimiento en la pared proximal del casco. Esto se acompaña de separación física a lo largo de la interface coronaria [lesión cortante (shear lesion) (ver Pag. 112)], con formación de tejido de granulación dentro de la dermis coronaria. Fuente: (Collins y col, 2010).

La comprensión de los procesos patológicos y mecánicos, asociados con la formación la cuña laminar, son necesarios para asegurar un manejo eficaz del apoyo del pie (Collins y col, 2010).

Budras y col (1989), proponen que la separación física, elimina la inhibición por contacto, que normalmente limita y regula la actividad mitótica dentro de los queratinocitos basales de la epidermis laminar.

En ausencia de la inhibición por contacto, se produce proliferación hiperplásica de cuerno tubular y tejido laminar, lo que lleva a la producción de casco submural anormal (Budras y col, 1989; Kuwano y col, 2002; Pollitt y col., 2004; Pollitt, 2008; Pollitt y col., 2011).

El desplazamiento progresivo de la falange distal, está asociado con la expansión de la cuña laminar, caracterizado por el alargamiento y la atenuación del estrato laminar, y la hiperplasia epidérmica dentro de las laminillas primarias y secundarias (Hood, 1999a; Kuwano y col, 2002; Pollitt, 2008).

Al desplazarse la falange distal, se lleva consigo el tejido blando aún no queratinizado de la pared proximal del casco y las papilas dérmicas del rodete coronario. Los túbulos córneos que eran rectos, y las papilas dérmicas, se retuercen tras el desplazamiento. Este hecho, lleva a que las células basales de la epidermis coronaria generen casco con una dirección anormal, invaginándose y causando compresión de la dermis (Pollitt, 2008).



Figura 8. Túbulos córneos de la pared del casco, ondulados y desplazados, debido a laminitis crónica grave. Antes del desarrollo de la laminitis, los túbulos de la pared del casco eran rectos y paralelos. Al producirse el desplazamiento de la falange distal, ésta se llevo consigo las papilas coronarias y el tejido blando proximal de la pared del casco. La pared del casco en crecimiento (flecha) se ha deformado, quedando atrapada por debajo del nivel de la pared recta, creciendo hacia el interior del proceso extensor de la falange distal. Fuente: (Pollitt, 2008).

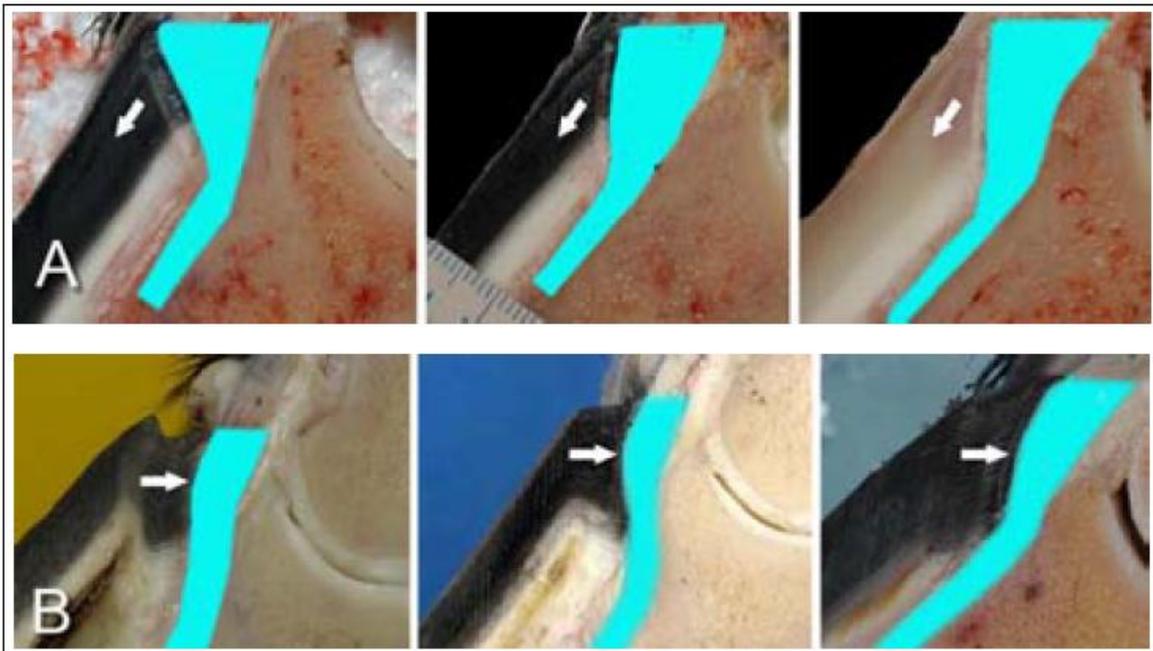


Figura 9. Rodetes coronarios de pies normales vs pies con laminitis crónica. (A) El rodete coronario de pies normales. Los perfiles son de forma triangular, y los túbulos de la pared son rectos y paralelos. El crecimiento de la pared del casco es normal y en la dirección de las flechas. (B) Rodetes coronarios de pies con laminitis crónica. Los perfiles son de tamaño reducido, porque la pared del casco proximal está creciendo hacia el interior (en la dirección de las flechas) y comprime el rodete coronario y los vasos en su interior. Fuente: (Pollitt, 2008).

Alteraciones similares ocurren en la pinza del pie. Cuando el margen distal de la falange distal desciende, no sólo comprime el corion solear y los vasos sanguíneos, también arrastra hacia abajo las zonas de crecimiento (Pollitt, 2008). La dermis solear puede distorsionarse en todo el margen distal de la falange distal, causando una reorientación de las papilas dérmicas en esta región. Esta distorsión cambia la dirección en que se produce la suela y conduce al desarrollo de una masa de tejido córneo, que incide progresivamente en la cara dorsal y distal de la falange distal; y se asocia con la lisis ósea pronunciada. (Pollitt y Col., 2011).

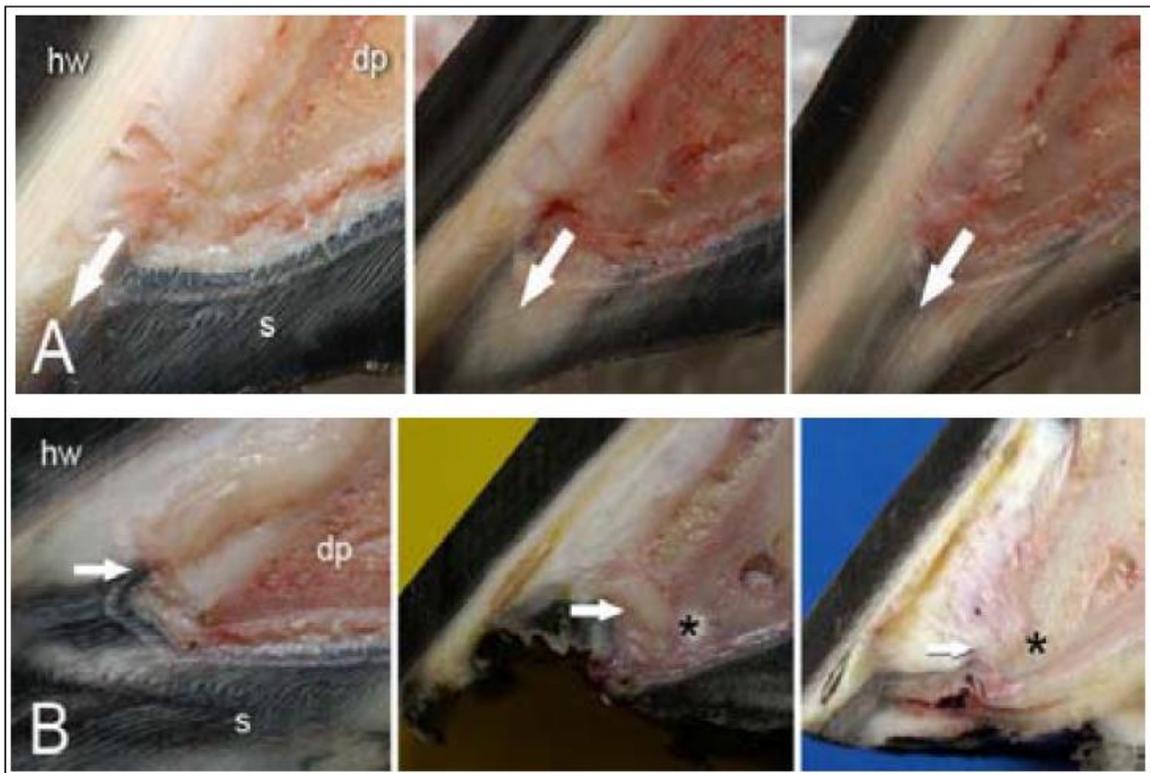


Figura 10. (A) Un pie normal, en comparación con (B), región de la pinza de un pie con laminitis crónica. Los túbulos normales son rectos, paralelos y crece hacia distal en la dirección de la flecha. La pared terminal y los túbulos de la suela de los pies con

laminitis crónica son desplazados, y crecen hacia el interior, hacia la falange distal, en la dirección de la flecha. La presión que ejerce el nuevo crecimiento alterado, provoca la lisis de la falange distal (asterisco). Pared del casco = hw, falange distal = dp, suela = s. Fuente: (Pollitt, 2008).

7. 1. 4. 1. Consecuencias de la cuña laminar.

Aunque dichos procesos hiperproliferativos restauran progresivamente la integridad física del aparato suspensorio de la falange distal, las propiedades mecánicas de la cuña laminar, difieren significativamente de las del estrato laminar de caballos no afectados de laminitis (Hood, 1999a).

Estos cambios poseen importancia clínica, ya que afectan directamente las perspectivas de recuperación del caballo y la posibilidad de regresar a los niveles de rendimiento anteriores (Collins y col, 2010).

Según Hood (1999a), la rigidez del aparato suspensorio de la falange distal regenerado en el caballo afectado, es significativamente más baja que en los no afectados, lo que resulta en un aumento del movimiento de la falange distal durante el apoyo, obligando a la suela a soportar peso. Este hecho, puede conducir al traumatismo vascular y a la oclusión secundaria de la irrigación a nivel solear.

La resistencia a la injuria del aparato suspensorio de la falange distal, luego de regenerado, se reduce hasta en un 58%, haciendo susceptible al caballo de sufrir lesión traumática en este (Hood, 1999; Pollitt y Col, 2011).

Varios estudios, indican una asociación entre el tamaño de la cuña laminar y la posibilidad del caballo de volver a los niveles de rendimiento anteriores, con la posibilidad de un retorno exitoso, tras reducir el tamaño de la cuña laminar (Stick y col, 1982). Por lo tanto, ha sido una práctica común de tratamiento, reseca la pared dorsal del casco y desbridar la cuña laminar. Sin embargo, la evidencia empírica sugiere un éxito variable para este tipo de tratamiento. Otro estudio concluyó, una asociación directa entre las propiedades del material de la cuña laminar y el éxito del tratamiento; y sugirieron que estas propiedades fueron críticas, en la determinación de la estabilidad del pie afectado (Collins y col, 2010).

Existen complicaciones asociadas con la formación de la cuña laminar, y el posterior crecimiento invaginado anormal de la pared; que tienen como consecuencia una extensa remodelación y lisis ósea (Pollitt y col., 2011).

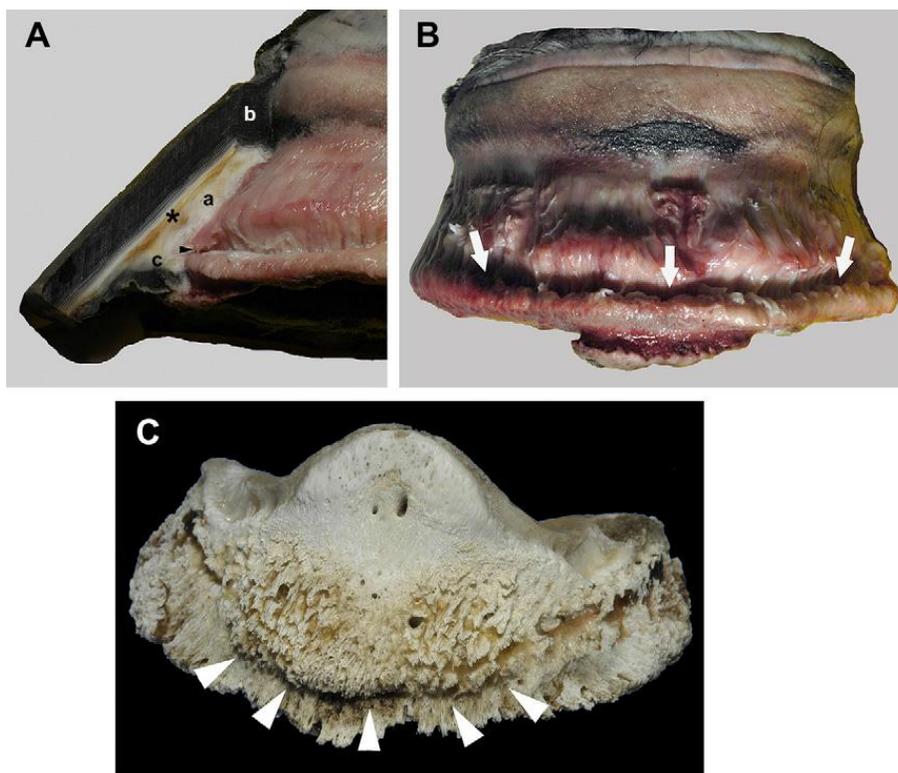


Figura 11. Las consecuencias asociadas con la formación de la cuña laminar en la laminitis crónica. (A) Disección de la línea media sagital de un pie con laminitis crónica, mostrando (a) la formación de la línea blanca ectópica, dentro de la cuña laminar del pie afectado y una masa de cuerno amarillo (asterisco), que indica la presencia de trasudado/exudado, debido al traumatismo vascular dentro de la región laminar. (b) Desorientación de las papilas coronarias, que conducen a una masa córnea distorsionada, que crece hacia el interior del pie. (c) Reorientación de las papilas soleares alrededor del ápice de la falange distal, lo que resulta en el crecimiento hacia adentro del tejido córneo solear, que ha invadido la falange distal; desarrollando una marcada depresión en la dermis (punta de flecha). (B) Pie Desungulado, donde se observa la interrupción dérmica, asociada con el crecimiento de casco hacia el interior, que invade el apex de la falange distal (flechas). (C) Falange distal, que muestra extensa remodelación ósea y lisis, asociada a la masa creciente hacia el interior del cuerno distal. Fuente: (Collins y col, 2010).

La cuña laminar predispone al pie a infecciones secundarias. Por lo tanto, el tratamiento debe ser dirigido a prevenir y/o minimizar la formación de la cuña laminar, y de esta manera contrarrestar la amenaza potencial que constituye su formación (Collins y col, 2010).

8. EVALUACION RADIOGRÁFICA DEL PIE.

La evaluación radiográfica del pie se indica en todos los casos sospechosos de laminitis, debido a que proporciona información valiosa sobre la presencia, gravedad, cronicidad relativa y naturaleza progresiva de la enfermedad (Herthel y col., 1999).

Se requieren radiografías de excelente calidad para visualizar las estructuras óseas dentro de la pared del casco, así como la pared del casco en sí (O'Grady, 2010).

Los caballos con laminitis requieren varias radiografías durante el período de tratamiento, la frecuencia depende de cada caso individual. Los factores a tener en cuenta al determinar la frecuencia de la toma de radiografías incluyen: la velocidad de crecimiento de la pared del casco, la progresión clínica del caballo, y la necesidad de utilizar el control radiográfico para el desvasado y herrado (Herthel y col. 1999).

Herthel y col. (1999) recomiendan que los caballos clínicamente inestables sean radiografiados semanalmente, aumentando el intervalo entre las radiografías a medida que el pie se hace más estable. En los casos clínicamente estables, recomiendan radiografías con intervalos de 3 a 4 meses, sin embargo, ante cualquier signo de deterioro se debe repetir la radiografía.

8. 1. Preparación y posicionamiento del pie.

Para obtener el máximo de información a partir de las radiografías, la preparación del pie es esencial. Redden (2003c), sugiere la limpieza profunda del pie, especialmente de las barras, y los surcos centrales y laterales de la ranilla.

El caballo debe posicionarse de pie en ángulo recto, sobre dos bloques de igual altura cargando ambas extremidades, tanto para la incidencia lateral, como para las dorsopalmares. Los metacarpo/metatarsos de ambos miembros, deben ser perpendiculares a la superficie del suelo y paralelos entre sí, debido a que las relaciones anatómicas normales entre la pared del casco y la falange distal, y entre las falanges, pueden ser alteradas si el caballo no está posicionado de esta forma. La radiografía de la extremidad contralateral también debe ser obtenida, incluso en caballos afectados de forma unilateral; y en algunos casos puede ser esencial evaluar radiológicamente los cuatro miembros (Sherlock y col., 2013).

Con el fin de maximizar la información diagnóstica, Sherlock y col. (2013), sugieren la obtención de vistas idénticas con diferentes factores de exposición, o la utilización de radiografías digitales.

Se pueden utilizar marcadores radiopacos para determinar la posición de la falange distal en relación a superficies tomadas como puntos de referencia; y de esta manera se facilita la interpretación de las radiografías (O'Grady, 2010). Aunque esto no es un requisito cuando se utiliza la radiografía digital, de ser necesario, la pared del casco dorsal puede delimitarse con un marcador radiodenso, como la pasta de bario o una tira de metal (Parks y col., 2003; Redden, 2003b).

La colocación correcta de la tira de metal sobre la superficie de una pared distorsionada es difícil, y puede dar lugar a interpretaciones erróneas de la radiografía; en estas circunstancias es preferible utilizar pasta de bario (Sherlock y col., 2013).

Este marcador se debe ubicar en la línea media sagital dorsal, y la medida proximal, debe ser coherente para permitir comparaciones entre radiografías seriadas. La extensión proximal del marcador debe estar situada en la porción más proximal de la pared del casco, identificado a través de la palpación digital de la superficie áspera del perioplo en la banda coronaria. Esta referencia anatómica, se puede marcar con un draypens indeleble, para evitar variaciones entre operadores durante la toma radiográfica seriada (Cripps y col., 1999a).

La superficie de apoyo del bloque debe ser marcada con un material radiodenso (Parks y col., 2003; Redden, 2003b).

Algunos autores también marcan el vértice de la ranilla con un material radiodenso, como una tachuela (Parks y col., 2003; Redden, 2003c).

En las radiografías dorsopalmar horizontales, el delineado de la banda coronaria con una capa de pasta de bario, mejora la evaluación de la relación entre los procesos palmares y la banda coronaria ipsilateral. Del mismo modo, la colocación de una línea de bario sobre la pared abaxial del casco, mejora la estimación del grosor de las paredes medial y lateral. Como se mencionó anteriormente, el uso de las radiografías digitales, ha disminuido la necesidad del uso de marcadores (Sherlock y col., 2013).

Las vistas radiográficas han sido estandarizadas por Floyd (2007), y se deben incluir una proyección dorsopalmar horizontal, una lateromedial y una dorsopalmar oblicua a 45°.

La radiografía lateral siempre ha sido considerada el estándar de oro para evaluar el pie con laminitis aguda y crónica, pero esta incidencia limita la evaluación de la falange distal a un solo plano. Impide la identificación de un desplazamiento mediolateral asimétrico de la falange distal. Por lo tanto, se considera crucial incluir una incidencia dorsopalmar 0° como parte del estudio radiográfico (O'Grady y col, 2007; O'Grady y col., 2008). Una vista dorsopalmar oblicua se pueden incluir también para evaluar el

margen y la integridad de la falange distal, pudiendo determinar la presencia de osteítis, secuestros óseos, y fracturas marginales, entre otros hallazgos (O'Grady, 2010).

En las radiografías latero-mediales obtenidas para la evaluación de la laminitis, se debe centrar el rayo paralelo al suelo, y a medio camino entre la superficie dorsal y palmar/plantar del pie, aproximadamente 15 mm a proximal de la superficie solear del pie (Parks y col., 2003; Redden, 2003b).

El uso de la vista dorsopalmar horizontal, centrada aproximadamente 15 mm por encima de la superficie de contacto del casco, ha ganado popularidad y es considerada como crítica por varios autores (Belknap, 2006; O'Grady y col., 2008).

8. 2. Interpretación radiográfica del pie saludable.

8. 2. 1. Vista lateromedial.

La superficie dorsal de la pared del casco y la superficie dorsal de la falange distal, deben ser paralelas o casi paralelas. Algunos estudios indican que el ángulo entre la superficie del suelo y la superficie dorsal de la falange distal, es más agudo que el ángulo entre la superficie del suelo y la pared del casco dorsal (ángulo de la pared del casco dorsal) (Cripps y col., 1999a).

El eje del casco y la cuartilla, es recto en la mayoría de los caballos saludables. A pesar de que se ha descrito que la superficie dorsal de la pared del casco y los talones deben ser paralelos, recientemente se ha señalado que el ángulo del talón de los caballos saludables, es un poco más agudo que el ángulo de la pared del casco dorsal (Sherlock y col., 2013).

La pared dorsal del casco es la distancia desde la superficie dorsal de la falange distal, a la superficie dorsal de la pared del casco (Sherlock y col., 2013).

En la mayoría de los pies adultos normales, el espesor de la pared dorsal, debe ser similar de proximal a distal a lo largo de toda la longitud dorsal de la falange distal (Redden, 2003b). Sin embargo, a nivel distal esta puede ser ligeramente menor que el valor proximal, debido al ángulo agudo de la falange distal con relación a la superficie del terreno, en comparación con el ángulo de la pared del casco dorsal, como se señaló anteriormente (Cripps y col., 1999a).

Existen variaciones en el espesor de la pared del casco dorsal, dependiendo de la raza y el tamaño del caballo. En la mayoría de los pura sangre, cuarto de milla y otras razas, el espesor es de 14 a 18 mm (Redden, 1997; Cripps y col., 1999a). En Warmbloods se reporta como de 18-20 mm, y en Standardbreds, puede ser aún más amplia, 20-22 mm

(Redden, 1997, Redden, 2003b). El desgaste y recorte excesivo de la pared del casco dorsal puede alterar estas distancias, de modo que se debe prestar atención en la interpretación radiográfica bajo estas circunstancias (Redden, 2003b).

Para evitar la amplia variación individual en el espesor dorsal de la pared del casco, algunos autores la describen como un porcentaje de la longitud palmar de la falange distal, medida desde el ápex de la falange distal a su articulación con el hueso navicular. El espesor de la pared dorsal en caballos normales, debería ser menor al 30% de la longitud palmar de la falange distal (Sherlock y col, 2013).

Redden (2003b), señaló que el espesor de la pared del casco, debe ser aproximadamente el mismo que el de las laminas subyacentes y los tejidos blandos (dermis laminar, y tejido subcutáneo), haciéndose visible este hecho en radiografías digitales o en radiografías convencionales, tomadas para la exposición del tejido blando. La observación de Sherlock y col., (2013), señala que el espesor de la pared del casco es generalmente mayor al 50% del espesor total de la pared dorsal.

La distancia proceso extensor- coronaria (E.C), también conocida como distancia founder, es la distancia vertical entre el aspecto más proximal de la pared del casco, y el aspecto proximal del proceso extensor de la falange distal. La medición de esta, se logra mediante la colocación exacta de un marcador radiodenso en el límite proximal de la pared del casco. Existe una variación individual considerable, dependiendo de la raza y tamaño del caballo, y por lo tanto los valores reportados son variables (Cripps y col., 1999a). Los pura sangres normales tienen una distancia proceso extensor- coronaria media de 3,5 mm, con un rango de 0-10 mm. Según Redden, (2003a) en la mayoría de los caballos normales la distancia proceso extensor-coronaria es de 0-15 mm.

La profundidad de la suela, generalmente se mide desde el margen distal o vértice de la falange distal (Sherlock y col., 2013). Redden (2003b) indica que la profundidad de suela verdadera debe poseer un espesor mayor a 15 mm, la cual consta de 10 mm correspondientes a las papilas de la dermis solear y 5 mm de suela córnea. Sin embargo, Linford y col. (1993) propusieron una media de $11,1 \pm 1,6$ mm en caballos pura sangre de carrera de 4-9 años de edad. Además de la medición en el aspecto dorsal del pie (en la pinza), algunos autores también miden la profundidad de la suela en el aspecto palmar del proceso palmar de la falange distal, siendo esta distancia de aproximadamente 23 mm (Floyd 2007).

El ángulo del margen solear de la falange distal al suelo, es el ángulo creado entre el suelo o la superficie distal de la pared del casco y el margen solear de la falange distal. La medición de este ángulo mediante la superficie distal de la pared del casco en los caballos herrados, en lugar de tomarlo desde la superficie del suelo, asegura una medición precisa de la relación entre la falange distal y la pared del casco, excluyendo

los efectos del tipo de herradura, por ejemplo, herraduras con elevación del talón (Redden, 2003b).

En la mayoría de los pies sanos y normales, el ángulo del margen solear de la falange distal es positivo, ya que los procesos palmares de la falange distal son más altos que el ápice. El rango de valores normales depende de la raza del caballo, la forma en la que el pie ha sido desvasado, y la forma en que está herrado (Redden, 2003b).

En un estudio realizado por Smith y col (2004), el promedio del ángulo del margen solear de la falange distal en relación con el suelo fue de 6.1° , con un desvío estándar de $2,84^\circ$. Redden (2004), informó que el ángulo del margen solear de la falange distal de la mayoría de los caballos, es entre 3 y 5° , y debe ser inferior a 10° , inclinado distalmente hacia la pinza del pie.

La unión entre la superficie solar de la falange distal y la superficie dorsal de la misma, debe ser filosa y de forma triangular; las desviaciones en esta región generalmente son indicativas de remodelación ósea de la falange distal (Smith y col, 2004).

8. 2. 2. Vista Dorsopalmar Horizontal.

La falange distal en el pie normal, debería visualizarse aproximadamente simétrica dentro de la pared del casco. Se debe tener en cuenta la alineación axial recta de las extremidades cuando se obtiene la radiografía, para evitar diferencias que serían artefactos (Sherlock y col., 2013).

Sherlock y col. (2013) para evaluar la simetría medio-lateral, observan primero el espacio de la articulación interfalángica distal, ya que este no debe variar en función de la inclinación leve de la falange distal dentro de la pared del casco en caballos sanos y debe ser aproximadamente uniforme.

Parks, (2007), O'Grady y col. (2008), dibujan líneas en las radiografías en la superficie articular de la falange distal o a través de los forámenes soleares, para indicar la relación entre la falange distal y la superficie de contacto del casco.

La distancia entre la superficie solear de la falange distal y la superficie de contacto con el suelo, debe ser similar en ambos lados del pie; una ligera asimetría puede ser frecuente y es de poca importancia, siempre y cuando el espacio de la articulación interfalángica distal sea simétrico (Sherlock y col., 2013).

La utilización de marcadores colocados en la pared proximal medial y lateral, permiten observar la longitud de la pared y la relación entre los procesos palmares y la banda coronaria (Sherlock y col., 2013).

Las superficies parietales abaxiales de la falange distal, deben estar bien delimitadas y aproximadamente de la misma longitud (Herthel y col., 1999).

8.2.3. Vista dorsopalmar 45°.

El margen solar de la falange distal debe aparecer regular, bien demarcado, y presentar simetría de lateral a medial sin fragmentaciones. Los canales vasculares no deben aparecer agrandados (Linford y col, 1993.)

En un grupo de caballos de carrera pura sangre, el diámetro medio de los canales vasculares fue reportado como de 3,4mm, con un desvío estándar de 0,6 mm (Linford y col, 1993.)

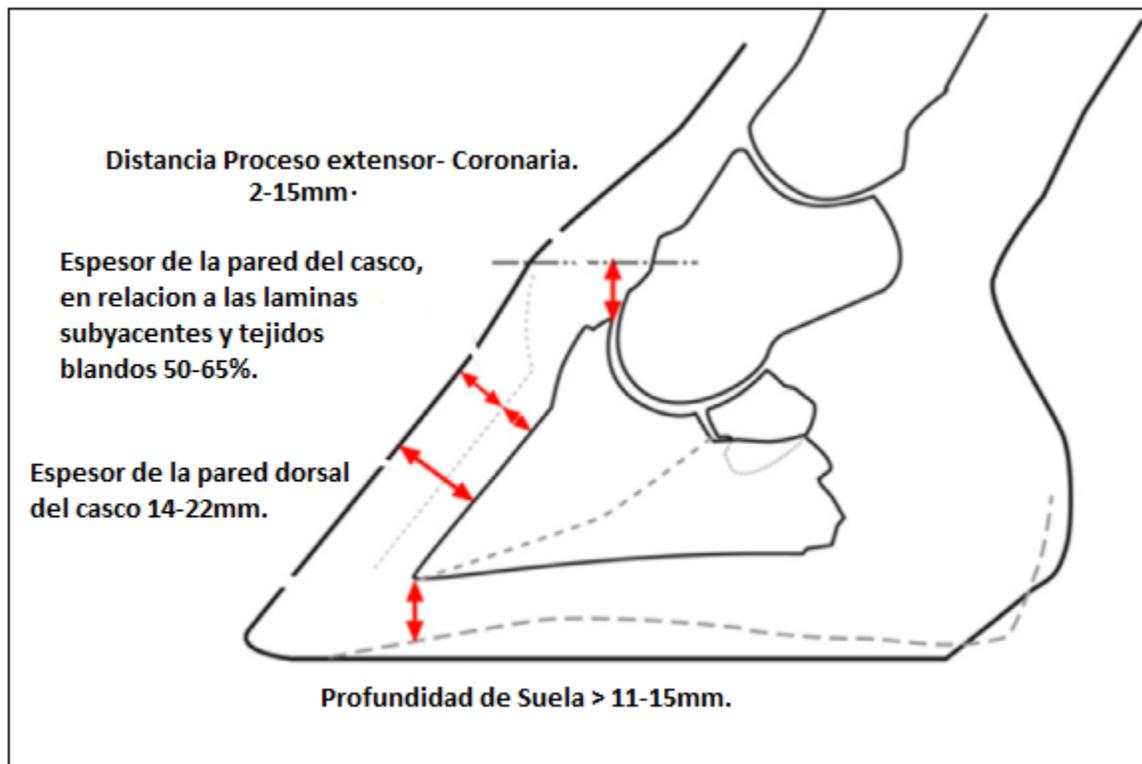


Figura 12. Diagrama que muestra las distancias radiográficas normales en la radiografía lateromedial. Fuente: (Sherlock y col., 2013).

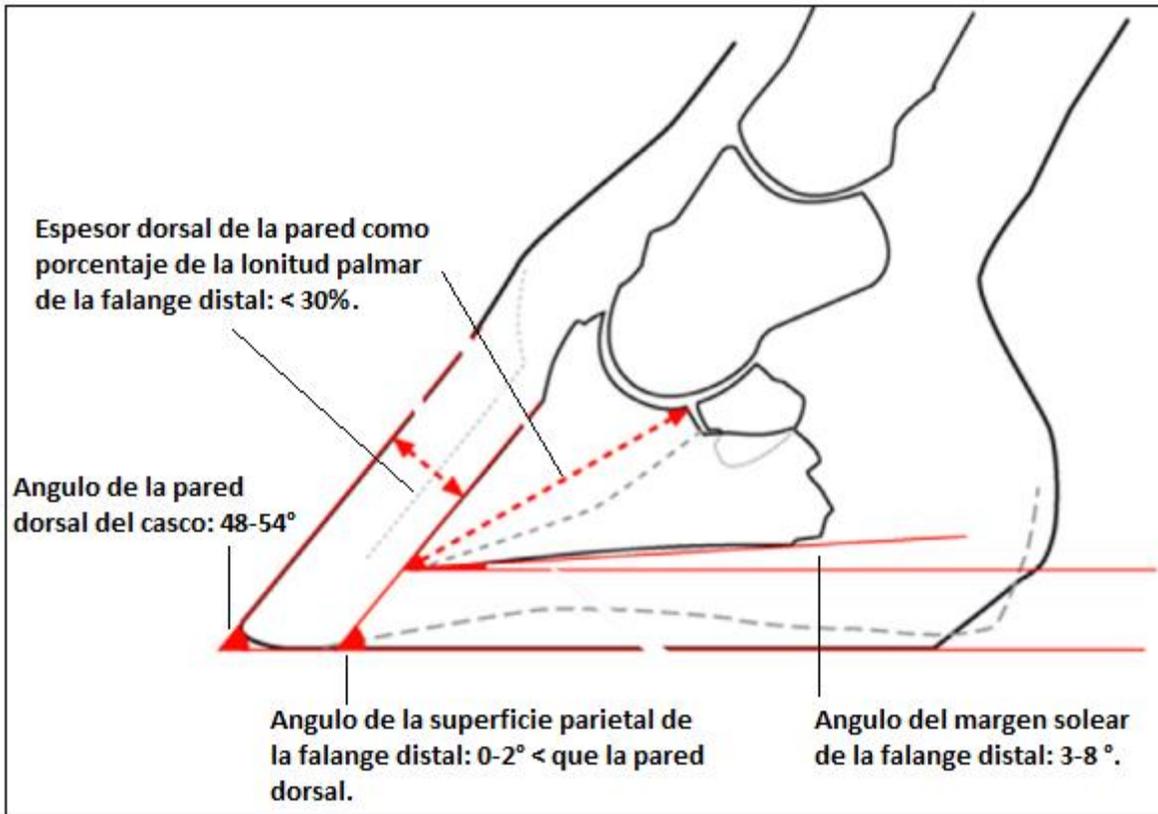


Figura 13. Diagrama que muestra las distancias radiográficas normales en la radiografía lateromedial. Fuente: (Sherlock y col., 2013).

8. 3. Interpretación radiográfica del pie con laminitis.

Aunque en las primeras etapas de la laminitis los cambios radiológicos pueden estar ausentes, existen una amplia gama de alteraciones radiológicas potenciales de ocurrir (Baxter, 2008).

En términos generales, las alteraciones radiológicas resultan del desplazamiento de la falange distal, ya sea en el plano sagital o frontal, o de una combinación de los anteriores (Sherlock y col., 2013).

El desplazamiento de la falange distal puede ser detectado radiológicamente como "rotación" o "hundimiento"; y la magnitud de éste depende, de la extensión y localización de la patología laminar, de la carga colocada en el pie, del efecto de las modalidades de tratamiento utilizadas, y de la duración de la enfermedad (Pollitt y Col., 2011).

Las anomalías radiológicas asociadas con la laminitis incluyen: el ensanchamiento del casco dorsal, una disminución en la profundidad de la suela en el ápice de la falange distal, un aumento en el ángulo de las superficies soleares y dorsales de la falange distal en relación al suelo, la presencia de un halo en la banda coronaria, y la visualización de líneas radiolúcidas en el interior del casco dorsal o solear (O'Grady, 2010; Sherlock y col., 2013).

Se debe recordar que todas las anomalías radiológicas deben evaluarse e interpretarse en conjunto con los signos clínicos que presenta el caballo, la etapa de la enfermedad y cualquier hallazgo radiológico anterior. Además, las mediciones angulares, el espesor de la pared del casco dorsal, y la profundidad de la suela, pueden ser alterados por el desvasado; y esto debe tenerse en cuenta a la hora de interpretar las radiografías (Eustace, 2010).

8.3.1. Evaluación de la vista radiográfica lateromedial.

8.3.1.1. Rotación dorsal de la falange distal.

La rotación dorsal de la falange distal es la forma de desplazamiento más común y clásica, donde la falange distal se separa de la pared del casco dorsal y gira alrededor de la articulación interfalángica distal, atribuyéndose este hecho a un fallo mecánico de las láminas dorsales. Parks y col. (2003), utilizan los términos rotación capsular y rotación de falange, para definir con más precisión el tipo de rotación dorsal.

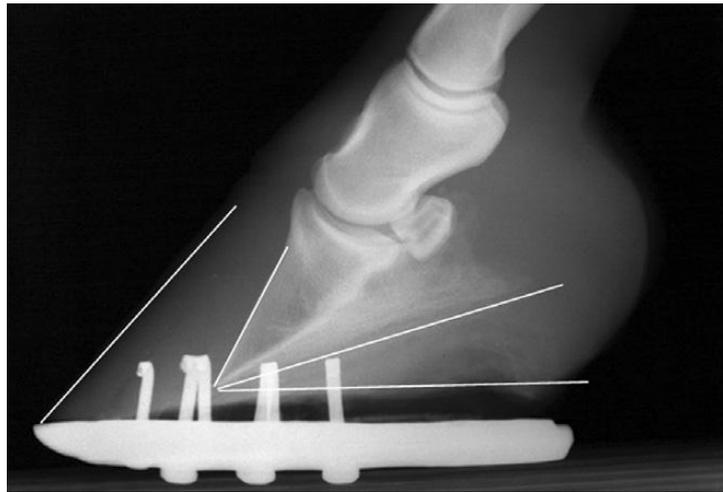


Figura 14. Radiografía lateromedial del pie derecho de un caballo. La superficie dorsal del casco, la superficie dorsal y solear de la falange distal, se demarcaron con líneas blancas. Adicionalmente, se realizó una línea blanca horizontal, paralela a la superficie del suelo. Se observa la evidencia de rotación capsular dorsal de la falange distal y también rotación de la falange (desviación de la cara dorsal de la falange distal, en relación a las caras dorsales de la falange proximal y media). En esta radiografía, hay evidencia de un mayor ángulo entre la superficie solear de la falange distal y la superficie del suelo, y una disminución en la profundidad de la suela. Fuente: (Sherlock y col., 2013).



Figura 15. Radiografía lateromedial del miembro anterior izquierdo de un caballo, en la que se observa rotación capsular dorsal (divergencia de la superficie parietal dorsal de la falange distal, de la superficie del casco), pero poca evidencia de rotación de la falange, ya que esto ha sido en gran parte corregido previamente. Fuente: (Sherlock y col., 2013).

La evaluación de la rotación de la falange es dependiente de la posición de la extremidad, por lo tanto sólo se debería realizar una evaluación, cuando los huesos metacarpianos son perpendiculares al suelo y el caballo está cargando el peso uniformemente en ambos miembros anteriores (Sherlock y col., 2013).

8.3.1.2. Distancia vertical desde la banda coronaria al proceso extensor (C.E).

Cuando el colapso laminar ocurre de manera uniforme en toda la circunferencia del casco, se visualiza un aumento en la distancia vertical desde la banda coronaria al proceso extensor de la falange distal. Este hecho lleva a que la falange distal descienda distalmente dentro de la pared del casco (desplazamiento distal de la falange distal, 'hundimiento'). Por lo tanto, el margen solear de la falange distal se ubica más cercano al suelo; y también ocurre el aumento de la distancia entre la superficie parietal de la falange distal y la superficie dorsal de la cápsula del casco, siendo esta $> 14-19$ mm (Sherlock y col., 2013).

Según Herthel y col., (1999), cierto grado de hundimiento se identifica comúnmente en la mayoría de los caballos con desplazamiento rotacional. Si la falange distal rota, y la cápsula del casco y la articulación interfalángica distal mantienen su posición normal, un cierto aumento en la distancia coronaria- extensor es inevitable.



Figura 16. Radiografía lateromedial del pie de un caballo, en el que se evidencia desplazamiento distal de la falange distal (hundimiento). La banda coronaria se ha delineado con pasta de bario radio-densa. La flecha blanca indica el nivel de la banda coronaria y la flecha negra de doble punta representa el aumento de la distancia coronaria-extensor. La distancia entre el casco dorsal y la superficie parietal dorsal de la falange distal también se incrementó y la distancia entre la superficie solear de la falange distal y la superficie del suelo se redujo. Además, se observa una radiolucidez en la pared del casco dorsal y un defecto en la pared proximal del casco. Fuente: (Sherlock y col., 2013).

Según Cripps y col. (1999a), los errores en la oblicuidad radiográfica, no alteran significativamente la distancia vertical desde el rodete coronario, al proceso extensor de la falange distal, de la misma manera que sí altera la evaluación de la rotación dorsal de la falange distal.

8.3.1.3. Espesor dorsal del casco.

El incremento en el espesor dorsal del casco sugiere inflamación laminar, edema, y hemorragia, que a menudo preceden al desplazamiento de la falange distal. Aunque el espesor se considera dependiente de la raza, cuando este es $>$ a 17 mm, es sugestivo de laminitis en caballos pura sangre de carrera (Linford y col, 1993). El Aumento en este espesor a lo largo de toda la longitud dorsal de la falange distal, indica desplazamiento distal, mientras que un mayor aumento del espesor en sentido distal, en comparación con la región proximal, sugiere rotación dorsal, sola o en combinación con otros patrones de desplazamiento.

Según Redden (2003b), se debe tener cuidado al observar el espesor dorsal del casco, después de que herradores han rebajado la pared del casco dorsal excesivamente, ya que esto puede enmascarar los cambios en la distancia.

Los componentes del espesor dorsal del casco también se deben evaluar, si la dermis y el tejido subcutáneo son de mayor espesor que la cápsula del casco, es más probable la presencia de laminitis, si por el contrario la cápsula del casco es de mayor espesor, es más probable estar frente a una enfermedad de la línea blanca (Redden, 2003b). Sin embargo, cabe mencionar que en caballos que se han recuperado de laminitis severa, y en los cuales ha crecido una nueva pared, ésta por lo general es significativamente más ancha que la original (Sherlock y col., 2013).

Para Peloso y col. (1996), un espesor de casco dorsal \geq al 30 % de la longitud palmar de la falange distal, sugiere desplazamiento distal de la falange distal.

8.3.1.4. Profundidad de la Suela.

Una profundidad de suela en pinza $<$ a 15mm es anormal en la mayoría de caballos, aunque algunos pura sangre pueden tener suelas delgadas con una profundidad promedio de 11mm (Linford y col, 1993). El adelgazamiento de la suela sugiere daño estructural, papilas soleares que se curvan, comprimen, o incluso están ausentes, causando dolor y claudicación (Redden, 2003b).



Figura 17. Radiografía lateromedial del pie de un caballo, en el que se observa el adelgazamiento de la suela en la región de la pinza (flechas blancas). Además, hay evidencia de rotación capsular dorsal y rotación de la falange, un aumento en el espesor del casco dorsal y radiolucidez dentro de éste. El ángulo de la superficie solar de la falange distal y la superficie del suelo se incrementó. Fuente: (Sherlock y col., 2013).

8.3.1.5. Ángulo palmar de la falange en relación al suelo.

En caballos con rotación dorsal de la falange distal, se observa un incremento en el ángulo del margen solar de la falange distal en relación al suelo, más allá de los valores normales de 3-8 °. Sin embargo, este incremento en la angulación también puede ser visto en caballos con deformidades de flexión de la articulación interfalángica distal, en caballos con defectos conformacionales del pie, y como resultado del herrado (Redden, 2003b).

8.3.1.6. Halo en la banda coronaria.

La posición del borde proximal de la banda coronaria es difícil de identificar en las radiografías convencionales de rutina, sin embargo, con imágenes digitales se hace más fácil su identificación. La visualización de la banda coronaria puede ser más obvia cuando se asocia a la patología (Sherlock y col., 2013).

En caballos con desplazamiento distal de la falange, la piel de la cuartilla es tironeada en sentido distal, de tal manera que se desarrolla una depresión en el extremo proximal de la banda coronaria, que cambia de forma abrupta el contorno de la unión entre la banda coronaria y la piel. Como la falange distal se desplaza distalmente y la piel es llevada por debajo del punto proximal de la corona, aparece una banda radiolúcida en la radiografía, denominada con frecuencia halo de la banda coronaria; pudiendo ser identificado tanto en la radiografía lateromedial como en la dorsopalmar (Fraley, 2007).



Figura 18. Radiografía lateromedial del pie derecho de un caballo. Se observa la evidencia de un halo en la banda coronaria (flechas negras). Además, se puede visualizar el adelgazamiento de la suela y radiolucidades dentro de la pared del casco. Fuente: (Sherlock y col., 2013).

Según Baxter (1986), una cavitación clínicamente palpable, o depresión de la banda coronaria, es el indicador clínico más confiable de que ha ocurrido el desplazamiento distal de la falange distal.

8.3.1.7. Las líneas de gas

Áreas focales de radiolucidades de diferentes tamaños, configuración, y formas, en concordancia con "líneas de gas", pueden aparecer dentro del casco dorsal en distintos momentos en los caballos con laminitis (Morgan y col, 1999; Sherlock y col., 2013).

Las observaciones histológicas y pruebas mecánicas de esta área, la identifican como tejido laminar momificado (Wagner y col., 1997).

El tejido de las láminas epidérmicas primarias se mantiene unido a los tejidos hipoplásicos subyacentes, sin embargo, existe daño en las laminas secundarias y se localiza aire entre las laminas epidérmicas primarias remanentes y las laminas dérmicas, así como también en las puntas de las laminas dérmicas cercanas a la línea blanca (Sherlock y col., 2013).

Wagner y col. (1997), observaron que al transcurrir un tiempo, en los caballos con laminitis de 34 a 150 días de duración, la distancia entre la banda coronaria y la extensión proximal del gas, poco a poco aumentó en las radiografías secuenciales. Presumiblemente la línea de gas se movió a distal a medida que la pared del casco creció hacia abajo. Con el tiempo, señalaron que las líneas de gas se extendieron hacia la superficie solear del pie.

Algunas áreas radiolúcidas dentro de la pared del casco, son espacios grandes e irregulares de aire, que se encuentran en caballos con enfermedad crónica después de producirse un desplazamiento significativo de la falange distal. Estos pueden ser causados por la separación física del casco de la falange distal, o por trayectos de drenaje de la sepsis del pie (Sherlock y col., 2013).

La relación entre los espacios de gas y la presencia de infección, aún no está clara. Los espacios de gas, sin duda se convierten en contaminados cuando comunican la pared del casco con el exterior. Alternativamente, algunos pueden representar una fuente potencial de sepsis, o proporcionar una vía de menor resistencia, que permite el drenaje de las áreas infectadas del pie (Sherlock y col., 2013).

8.3.1.8. Alteraciones óseas

En respuesta a la alteración de las fuerzas, puede ocurrir osteoproliferación de la superficie parietal dorsal distal, de la falange distal (Herthel y col., 1999).

Estas exostosis pueden ser secundarias a la proliferación ósea, en presencia o ausencia de osteólisis adyacente. En casos graves ocurren alteraciones radiológicas severas, como la pérdida completa del contorno normal, formación de secuestros óseos y regiones localizadas de necrosis (Sherlock y col., 2013).



Figura 19. Radiografía lateromedial del pie izquierdo de un caballo. Se observa marcada remodelación ósea de la falange distal, el borde solear aplanado, y acortamiento del ápex (punta de esquí). Además, existe neoformación ósea en el extremo distal de la superficie dorsal de la falange. También hay evidencia de rotación capsular y rotación de la falange. Fuente: (Sherlock y col., 2013).

El desuso ha sido implicado como una causa de reabsorción ósea. Estos cambios incluyen una rarefacción de la falange distal, sin embargo, esta alteración se visualiza mejor en una incidencia dorsopalmar a 45 ° (Sherlock y col., 2013).

8.3.2. Evaluación de la vista radiográfica dorsopalmar horizontal.

8.3.2.1. Asimetría en el espacio de la articulación interfalángica distal.

Un desnivel en el espacio articular de la articulación interfalángica distal, en la que el lado más ancho, se ubica en el mismo lado del pie en el que la falange distal parece estar inclinada distalmente, es sugestivo de desplazamiento distal asimétrico. Sin embargo, este resultado debe interpretarse con cautela, debido a que una desigualdad en el espacio articular también puede ser causada por un mal posicionamiento a la hora de tomar la radiografía, o por un desequilibrio del pie. Los caballos son más propensos a demostrar desplazamiento distal medial, en vez de lateral, siendo un factor predisponente la falta de uniformidad de las fuerzas, aplicadas a través del esqueleto axial del caballo (Herthel y col., 1999).

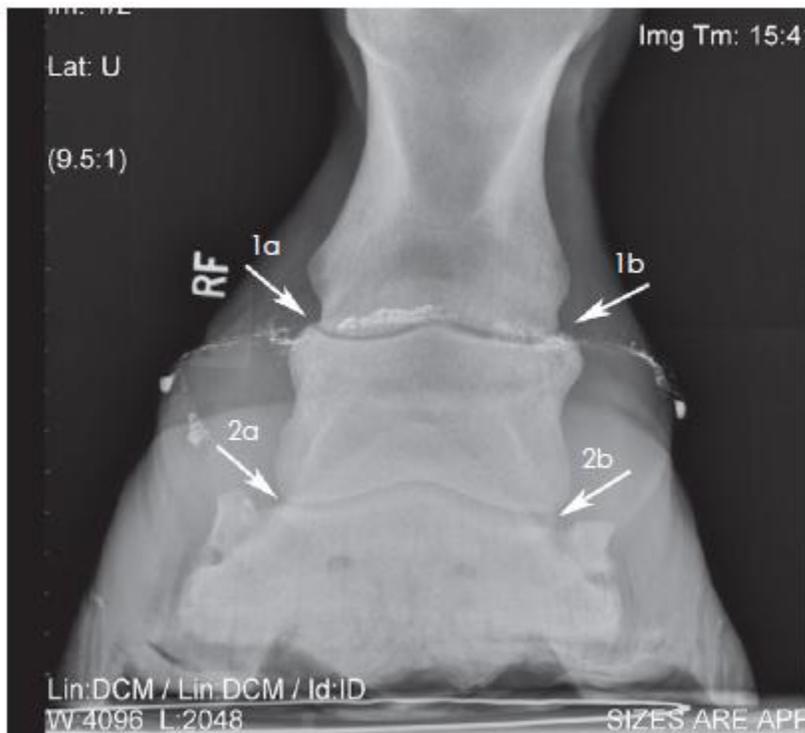


Figura 20. Radiografía dorsopalmar horizontal del pie derecho de un caballo. Lateral es a la izquierda de la imagen. La banda coronaria está delimitada por la pasta de bario. Se observa asimetría en el espacio articular de la articulación interfalángica distal a medial (flecha 2b), en comparación con la cara lateral (flecha 2a). En contraste con el espacio articular simétrico de la articulación interfalángica proximal, lateral (flecha 1a) y medial (flecha 1b). Esto sugiere desplazamiento distal asimétrico medial de la falange distal. Además, la distancia entre la superficie solear de la falange distal y la superficie del suelo en la cara medial, es más corta que en el aspecto lateral; y la falange distal aparece 'inclinada' dentro del casco. Fuente: (Sherlock y col., 2013).

8.3.2.2. La asimetría de la falange distal dentro de la cápsula del casco.

Cuando las líneas dibujadas a través de la superficie articular de la falange distal, o a través de los forámenes soleares no son paralelas a la superficie del suelo, sugieren que la falange distal no está nivelada dentro de la cápsula del casco, sino que está inclinada distalmente hacia un lado (Parks, 2007; O'Grady y col., 2008; O'Grady, 2010).

Este hecho suele ir acompañado de una distancia más corta, entre la superficie solear de la falange distal y la superficie del suelo, sobre el lado en que la falange distal se desplazó distalmente. Los citados anteriormente, suelen ser los signos radiológicos más evidentes de que la falange distal sufrió desplazamiento uniaxial. Sin embargo, se debe tener cuidado al interpretar estos resultados, debido a que la falange distal puede ser

inclinada dentro de la cápsula del casco en los caballos que no padecen laminitis. Por lo tanto, estos datos deben ser interpretados en conjunto con otros hallazgos radiológicos, y lo más importante, con los signos clínicos (Sherlock y col., 2013).

8.3.2.3. Espesor medial y lateral del casco.

El espesor del casco entre las superficies abaxiales de la falange distal y la superficie de la pared del casco, tanto en el lado medial, como en el lateral del pie, debe ser evaluado y comparado. Cuando el espesor del casco en uno de los lados aumenta en relación con el otro en un caballo con laminitis, es sugerente de que la falange distal se ha desplazado distalmente sobre ese lado del pie. Existen otros procesos patológicos que pueden causar un aumento en el espesor de una pared, en comparación con la otra, pero cuando a este hecho se le suman, una falange distal que está inclinada en dirección distal y un espacio articular asimétrico en la articulación interfalángica distal, en conjunto son muy sugestivos de desplazamiento distal asimétrico (Sherlock y col., 2013).

8.3.3. Evaluación de la vista dorsopalmar 45°.

8.3.3.1. Alteraciones óseas.

Aunque potencialmente visible en las incidencias lateromedial y dorsopalmar horizontal, la reabsorción ósea secundaria al desuso, se observa más fácilmente en una proyección dorsopalmar 45°. Acompañando a la reabsorción ósea se pueden observar, alteraciones simétricas en el contorno solear y ensanchamiento de los canales vasculares en el borde distal periférico de la falange distal; aunque estos no son rasgos específicos de la laminitis (Herthel y col., 1999).

El desplazamiento de la falange distal, suele ir acompañado de desmineralización progresiva del margen distal de ésta. Las anomalías radiológicas varían, desde una desmineralización de bajo grado, y leve remodelación del ápex de la falange distal, a defectos extensos radiolúcidos de la corteza distal, dorsal, y palmar, así como también fracturas del margen solear. La extensa neoformación ósea se puede producir a lo largo del aspecto medio-dorsal de la falange distal, y puede interpretarse como una respuesta reactiva a los aumentos en los niveles de tensión, que ocurre dentro del aparato suspensorio de la falange distal (Pollitt y Col., 2011).

Secundario al desplazamiento de la falange distal y en combinación con la reducción de la densidad ósea, pueden ocurrir fracturas del margen solear de la falange distal (Herthel y col., 1999). Estas alteraciones pueden ser difíciles de diferenciar de la sepsis de la falange distal (Sherlock y col., 2013).

8.4. Conclusiones sobre la evaluación radiográfica.

La Interpretación radiográfica del caballo en el que se sospecha de laminitis, es más compleja que simplemente la identificación de la presencia o ausencia de rotación dorsal. Una evaluación exhaustiva de las radiografías es esencial, ya que muchas anomalías pueden ser evidentes simultáneamente (Parks, 2007).

Existen controversias sobre el valor pronóstico de algunos cambios radiológicos (Stick y col, 1982; Hunt, 1993; Herthel y col., 1999; Cripps y col., 1999b).

Imágenes diagnósticas avanzadas pueden ayudar a la evaluación en el futuro, pero en la actualidad, la evaluación de un caballo con laminitis se basa en la atención de los detalles obtenidos a partir de radiografías seriadas, la evaluación clínica, y en ocasiones estudios venográficos (Sherlock y col., 2013).

9. APLICACIÓN DE LA VENOGRAFÍA EN EL PIE CON LAMINITIS.

La venografía digital es un método relativamente simple y práctico, que utiliza la radiografía de contraste para evaluar el estado vascular del pie. Pollitt y Redden en 1992, desarrollaron la técnica inicial con el caballo de pie. (Redden, 1993; Rucker y col, 2006; Pollitt, 2008; D'Arpe y col., 2010).

En el pie normal, la apariencia venográfica es consistente en el tiempo. A medida que el tejido comprometido pierde su integridad, aparecen cambios en el patrón de contraste que permiten visualizar alteraciones en los tejidos blandos, las cuales no podrían ser evaluadas por la radiografía tradicional (Rucker, 2010a).

La venografía permite visualizar el daño en los tejidos, y de esta manera anticiparse en el manejo del pie, antes de que estos sean detectables en la radiografía convencional (D'Arpe y col., 2010).

La venografía se utiliza para evaluar técnicas de herrado, delinear los márgenes de un queratoma, realizar cirugías de pies, etc. También se utiliza para determinar un diagnóstico en un caballo con claudicación aguda, cuando dentro de los diferenciales se incluyen: el recorte excesivo, hematomas subsoleares, osteítis pedal, abscesos de pie, y laminitis (Rucker, 2003; Rucker, 2007).

En el caballo con laminitis, la correlación entre los hallazgos clínicos y radiológicos, con la información obtenida de las venografías, dirigen el tratamiento (Hunt, 2008; Redden, 2009).

Pollitt (2008) y D'Arpe y col., (2010), coinciden en que la venografía permite la detección y evaluación temprana de la patología laminar, que de otro modo, no podría ser visualizado. También es importante destacar, que esta técnica brinda información sobre las medidas correctivas aplicadas, y si éstas tienen éxito o no.

9. 1. Técnica venográfica

La realización de una venografía requiere de una buena técnica radiográfica, y de un equipo de trabajo práctico, preparado para la acción rápida, ya que en poco tiempo, el material de contraste puede difundir desde los vasos digitales y desdibujar la imagen (Pollitt, 2008). Según Pollitt (2008) las vistas venográficas de mayor valor son la lateromedial y la dorsopalmar horizontal.

Para la obtención de venografías, se debe sedar el caballo y realizar un bloqueo nervioso sesamoideo abaxial. Además, se debe limpiar correctamente el pie y retirar las herraduras (Pollitt, 2008; D'Arpe y col., 2010; Rucker, 2010). Los aspectos medial y lateral de la cuartilla se depilan y preparan como para una cirugía. Se coloca un vendaje de Esmarch (torniquete) alrededor de la articulación metacarpofalangiana, progresando de proximal a distal, para distender las venas digitales (opuesto a la aplicación habitual) (Pollitt, 2008).

Las venas digitales distendidas se pueden palpar fácilmente, aunque la curvatura cóncava de la cuartilla puede dificultar la colocación de la aguja. La técnica original recomienda utilizar una aguja corta 21G y muchos la utilizan con éxito, sin embargo, si el caballo se mueve, la aguja puede dañar la vena y aumentar la posibilidad de inyección peri-vascular del material de contraste. Para evitar este riesgo se puede colocar un catéter (22G) con un tubo de extensión. Con un bisturí se puede incidir la piel sobre la vena y cuidadosamente introducir el catéter, o cateterizar la vena directamente sin incidir la piel (Pollitt, 2008).



Figura 21. Técnica venográfica. La extremidad distal se bloquea en la región sesamoidea abaxial y se aplica un vendaje de Esmarch sobre la articulación metacarpofalangiana. Se coloca un catéter 22G con un tubo de extensión en la vena digital (flecha), luego de la incisión de la piel sobre la vena. Fuente: (Pollitt, 2008).

Una vez establecida la conexión, saldrá sangre libremente a través del tubo debido al flujo retrogrado; luego se procede a tapar el tubo de extensión y se fija el catéter para asegurarlo en su lugar (Pollitt, 2008; D'Arpe y col., 2010).

El volumen de medio de contraste a utilizar para caballos de 450 kg es de 20-25 ml. Se suelen emplear algunos de los siguientes agentes de contraste: Urografin 76, Lomeron 350, Omnipaque, Reno-60, o Hypaque-76 (Redden, 2005; Pollitt, 2008; D'Arpe y col., 2010).

Redden (2005), Pollitt (2008), y Rucker (2010), utilizan 2 jeringas de 10 ml en lugar de una jeringa grande, ya que permite ejercer una mayor presión hidráulica durante la inyección, y también apreciar la resistencia.

Al iniciar la inyección, el equipo debe estar listo y posicionado, con el haz de rayos X enfocado. El caballo se coloca sobre bloques prediseñados. El pie no debe cargar peso durante o justo después de la inyección, de lo contrario los vasos dorsales no se llenarán. Se realizan dos disparos latero-mediales de alta exposición y dos disparos de baja exposición, y rápidamente se coloca el equipo para los disparos dorsopalmares horizontales (Pollitt, 2008).

Según Rucker (2010), todas las radiografías deben ser tomadas dentro de los 45 segundos posteriores a la inyección del medio de contraste. D'Arpe y col., (2010), toman una radiografía lateromedial más a los 90 segundos para visualizar y evaluar la velocidad de difusión peri vascular; y por último toman una dorsopalmar 65° a los 120 segundos, para detectar la presencia o ausencia de edema inflamatorio, que puede estar presente en la laminitis aguda o crónica recurrente.

Luego de unos pocos minutos, el contraste difunde de los vasos y las radiografías posteriores se deterioran. Una vez finalizado el procedimiento, se suelta el torniquete y se retira el catéter o aguja; y se coloca una gasa sobre el sitio de la punción venosa para evitar la formación de hematomas (Pollitt, 2008; Rucker, 2010).

9.2. Errores de la técnica

El error más común es el inadecuado volumen de contraste. Por lo general, ocurre secundario a una falla en el torniquete. El volumen insuficiente también puede resultar de las múltiples punciones venosas, con una pérdida perivascular resultante del contraste (Rucker, 2010).

Pollitt (2008) y Rucker (2010), sugieren que los veterinarios inexpertos en la técnica ensayen en caballos normales hasta que el procedimiento se convierta en rutina. La ruptura de una vena y el posterior hematoma, no son deseables en un caballo con laminitis. No retire el catéter de la vena hasta que el torniquete se haya aflojado (Rucker, 2010).

9.3. Áreas de interés en la venografía.

El contraste se inyecta en la vena digital palmar, lo que resulta en el llenado retrógrado de las venas y arterias. Las arterias y las venas digitales palmares, entran en la corteza palmar de la falange distal y cursan a través del canal solear en el arco terminal. Pequeñas arterias y venas dejan este arco terminal y pasan a través de los forámenes, en la superficie parietal de la falange, al plexo sublaminar y corion laminar. El lecho vascular sublaminar, se evidencia en la venografía como una línea de 4 mm en el aspecto dorsal, medial y lateral de la falange distal. Los vasos circunflejos se ubican a distal y periféricos del margen distal de la falange distal. Las papilas terminales y soleares, son evidentes a 10 mm de la falange distal en un pie con una profundidad de suela total de 15 a 20 mm. La unión laminar-circunfleja forma un ángulo aproximado de 50° en la vista lateral, y es muy similar al ángulo formado por las superficies dorsal y palmar de la falange distal. Las papilas terminales y soleares se dirigen en el mismo plano que la cara dorsal de la falange distal. El plexo coronario se ubica próximo-dorsal al proceso de extensor de la falange distal, con papilas coronarias evidente en la proyección lateral. En la vista dorsopalmar el patrón coronario no es simétrico, debido a las diferencias en la carga y conformación del pie. El talón se llena casi siempre de

contraste y se reduce sólo en casos graves de desplazamiento de la falange distal (Rucker 2010).

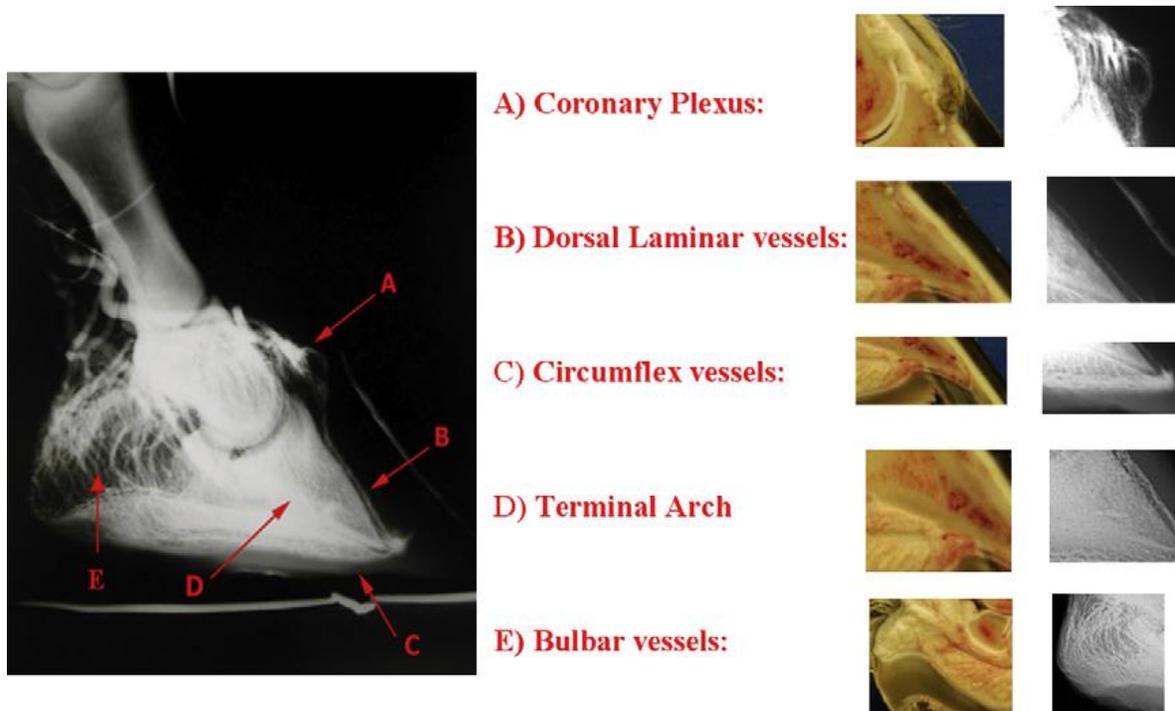


Figura 22. Estructuras anatómicas normales visualizadas en la venografía. (A) Plexo venoso coronario. (B) Venas sublaminares dorsales. (C) Vasos circunflejos. (D) Arco terminal. (E) Venas bulbares. Fuente: (D'Arpe y col., 2010).

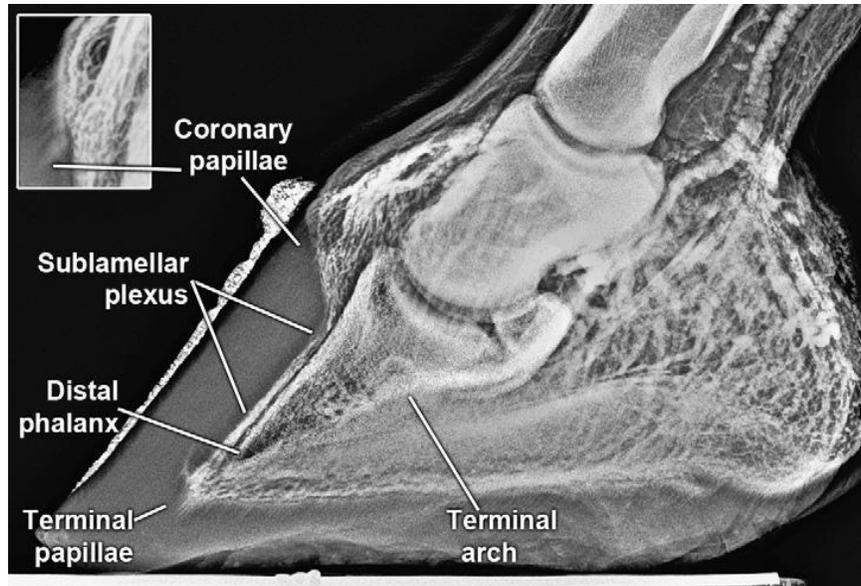


Figura 23. Venografía de un pie saludable. Las papilas coronarias (recuadro), terminales, y las papilas soleares, están orientadas en el mismo plano que la cara dorsal de la falange distal. La unión de los vasos sublaminares y circunflejos, está en un ángulo similar al vértice de la falange distal. Coronary papillae (papilas coronarias), Sublamellar plexus (plexo Sublaminar), Terminal papillae (Papilas terminales), Terminal arch (arco terminal). Fuente: (Rucker, 2010).

9. 4. La venografía en la laminitis aguda y crónica.

Las venografías secuenciales, brindan importante información sobre la patología insidiosa, que causa la laminitis crónica a las estructuras del pie dentro de la cápsula del casco. La gravedad de las alteraciones venográficas y la velocidad con que se desarrollan, se correlacionan con el grado de claudicación del caballo (Pollitt, 2008).

En la laminitis se altera la apariencia de la venografía, incluso antes de que los cambios sean evidentes en las radiografías de rutina. Al producirse el desplazamiento de la falange distal, el plexo coronario, el lecho vascular sublaminar, y los vasos circunflejos, se distorsionan, mostrando una reducción o ausencia de contraste en la venografía (Rucker, 2010).

Las papilas terminales en la unión laminar-circunfleja toman una orientación horizontal, para luego apuntar ligeramente hacia dorsal, a medida que la unión se distorsiona. Si no se logra descomprimir el corion solear y restaurar la alineación palmar de la falange distal, generalmente se produce la remodelación de los aspectos dorsales y palmares del ápex de la falange, y el cese de crecimiento de la suela (Rucker, 2010).

En algunos casos, la orientación inadecuada de la papilas terminales, resulta en el crecimiento de un tejido córneo que comprime el aspecto dorsal y distal de la falange distal (Rucker, 2010).

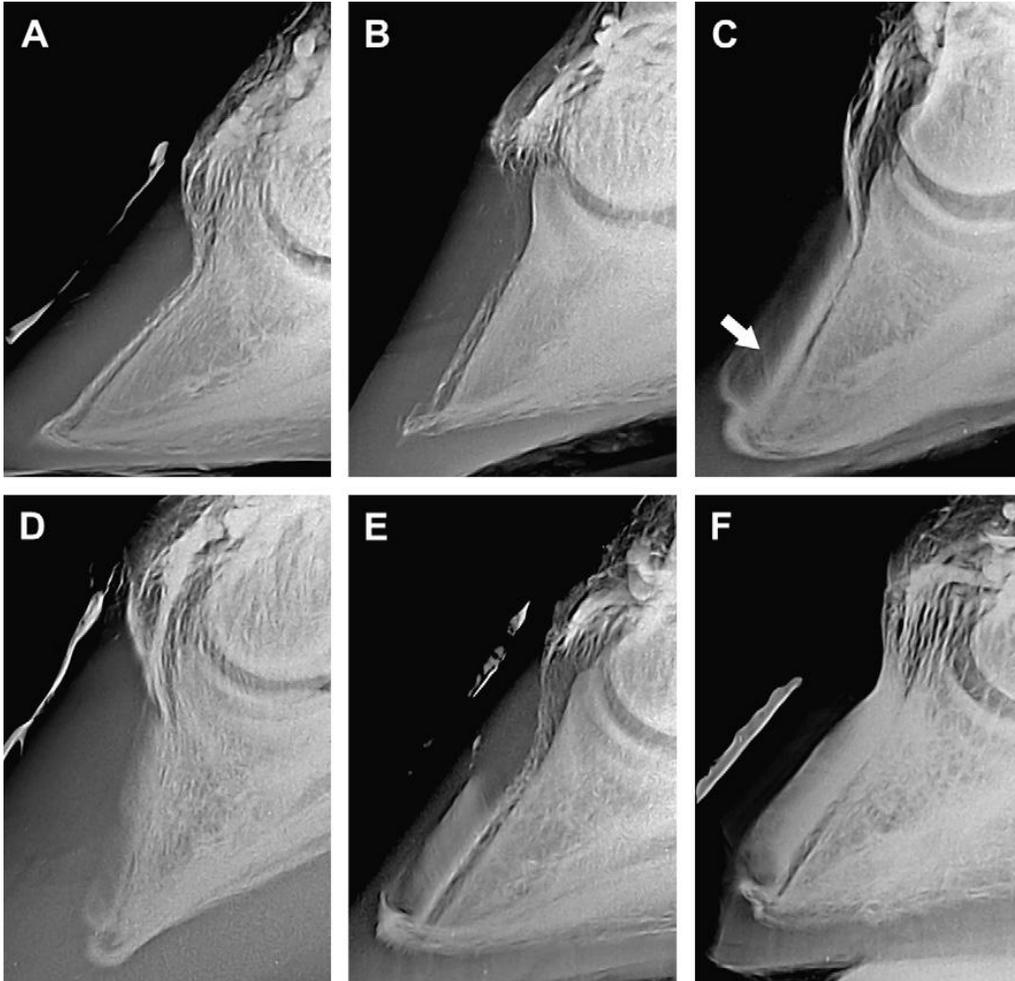


Figura 24. Venografía en la laminitis. En la fase aguda (A), las papilas soleares normalmente delineadas por el contraste, están comprimidas y la unión laminar-circunfleja está ligeramente distorsionada. Con mayor patología (B), el ápice de la falange distal ha descendido al nivel de los vasos circunflejos, la unión laminar-circunfleja se pliega y no hay evidencia de contraste distal al ápice de la falange. El plexo coronario está distorsionado y no se rellena de contraste. El lecho vascular sublaminaar aumentó de espesor, y el contraste se evidencia sólo en el tercio proximal. En un caso más severo de laminitis crónica con claudicación leve (C), el plexo coronario está comprimido. Una alteración en el patrón de contraste (flecha) entre las laminas dorsales distorsionadas y el plexo sublaminaar, denota inestabilidad laminar. Los vasos circunflejos distales a la falange distal están comprimidos, no hay evidencia de papilas

soleares, y el pie tiene una pobre profundidad solear. En una laminitis crónica muy dolorosa secundaria a una hiperinsulinemia (D), la apariencia homogénea del contraste en el lecho vascular sublaminar dorsal, indica inestabilidad. Las papilas coronarias están orientadas en el mismo plano que la pared dorsal del casco. En la laminitis con desplazamiento distal de la falange distal (E), el plexo coronario está distorsionado. Los dos tercios distales del lecho vascular sublaminar aumentaron su espesor, debido a la separación dérmico-epidérmica. La unión laminar-circunfleja está plegada y las papilas terminales están en ángulo recto en relación a la cara dorsal de la falange distal. El ápice de la falange ha descendido al nivel de los vasos circunflejos, y el contraste está ausente en el corion solear.

Cinco semanas después de la presentación inicial (E) y el tratamiento con herrados, tenotomía del flexor digital profundo y resección coronaria, se evidencia la separación dérmico-epidérmica completa, las láminas se evidencian por el contraste homogéneo en el lecho vascular sublaminar dorsal. (F) La unión laminar-circunfleja ha vuelto a su localización normal, y algo de contraste se evidencia distal al ápice de la falange distal. Fuente: (Rucker, 2010).

10. MANEJO DEL PIE EQUINO EN LA LAMINITIS.

10. 1. Manejo del pie en la fase de desarrollo.

10. 1. 1. Crioterapia continúa.

Según Van Eps (2010), los marcados efectos hipometabólicos y anti-inflamatorios de la crioterapia, podrían proteger el tejido laminar durante la fase de desarrollo de la laminitis. La crioterapia redujo significativamente la activación de las metaloproteinasas de la matriz, y parece reducir la expresión de quimiocinas pro-inflamatorias durante la fase de desarrollo de la laminitis inducida experimentalmente.

Para Pollitt (1999), la marcada vasoconstricción inducida por el frío, también puede prevenir la entrega hematogénea de los factores desencadenantes de la laminitis al pie.

Pollitt (2008), considera que el profundo efecto hipometabólico de la crioterapia es el mecanismo más importante por el cual el frío limita la gravedad de la injuria.

Para Morrison (2010a), la crioterapia continua por 72 horas durante la etapa de desarrollo, ha demostrado ser eficaz en la prevención o en la disminución de la gravedad de la laminitis aguda; y puede tener algún mérito terapéutico para los casos

que ya están en dicha fase. Morrison (2010a), prefiere usar la crioterapia durante las primeras 72 horas. Van Eps (2010), generalmente aplica la crioterapia continua durante 7 días luego de los primeros signos de laminitis.

Pollitt y col. en el 2004, completaron dos ensayos controlados sobre la eficacia de la crioterapia en la prevención de la laminitis. En el primer estudio se indujo laminitis en seis caballos utilizando el modelo de sobrecarga de oligofructosa. Cada caballo se mantuvo con una extremidad anterior sumergida en hielo y agua, a una temperatura media de 0,5 a 1,7 ° C, durante un período experimental de 48 horas. La temperatura media dentro del casco se midió y registró, obteniendo valores de 3,5 a 0,9 ° C. Todos los caballos desarrollaron laminitis clínica e histológica, en una o más de las extremidades no inmersas. Las extremidades tratadas no desarrollaron laminitis clínica y sólo presentaron un reducido daño laminar histológico. El estudio también demostró una reducción significativa sobre la regulación del ARNm de las metaloproteinasas laminares en las extremidades inmersas, en comparación con los miembros no tratados. Aunque la crioterapia redujo notablemente la severidad de la laminitis, no impidió completamente los cambios histológicos leves en 4 de los 6 caballos (Van Eps y col., 2004; Pollitt, 2008).



Figura 25. Evaluación de la crioterapia en un miembro individual. Utilizando una bota de goma (Ice Bigfoot Boots), un miembro anterior fue sumergido en agua y hielo a una temperatura media de 0,5-1,7° C, por un período experimental de 48 horas. La temperatura media interna fue de 3,5 a 0,9 ° C. Fuente: (Pollitt, 2008).

En el segundo estudio, la crioterapia se aplicó en los 4 miembros de 6 caballos durante 72hs. La laminitis se indujo antes, y el período de observación se extendió hasta los 7 días posteriores a la dosificación de oligofructosa. Los caballos se mostraron, ya sea sin, o con signos clínicos muy leves de laminitis. La histología de los tejidos laminares

tomadas 7 días después de la inducción no demostró laminitis. Los caballos control, se presentaron con claudicación a los 7 días y lesión histopatológica de moderada a severa (Van Eps y col., 2004; Pollitt, 2008).

En dichos ensayos, la crioterapia fue instaurada inmediatamente después de la administración de los hidratos de carbono de inducción. En un caso clínico de sobrecarga de grano o colitis aguda, puede que no sea posible la inmediata instauración de la crioterapia. No está claro, si tales efectos profilácticos podrían ocurrir cuando la crioterapia se inicia más tarde en el curso de la enfermedad, y la claudicación ya se hizo presente (Pollitt, 2008).

Por lo tanto, el potencial efecto de la crioterapia continua para prevenir la laminitis se ha demostrado, y la evaluación clínica adicional de la técnica está justificada por Pollitt (2008).



Figura 26. Sistema de aplicación de crioterapia, consistente en un baño de retención de agua de madera hasta un nivel justo por debajo del carpo. El agua se enfría a 1°C y recircula a través de una bomba de refrigeración e intercambiador de calor (recuadro). Fuente: (Pollitt, 2008).

Cualquier método por el cual las extremidades distales pueden ser expuestas continuamente a temperaturas de entre 0 y 5 ° C, es aceptable. El método de

refrigeración se debe aplicar a toda la extremidad distal. Pollitt (2008), sugiere el enfriamiento de la extremidad hasta la parte proximal del metacarpo/tarso, ya que esto resulta en un enfriamiento más eficaz de la región laminar. El enfriamiento del pie solamente, es insuficiente para prevenir la laminitis.

La crioterapia continua de la extremidad distal, es una técnica prometedora en la prevención de la laminitis aguda. Uno de los aspectos más importantes en una situación clínica, es la identificación de los casos que desarrollarán laminitis y posteriormente decidir, cuándo iniciar la terapia y cuándo dar fin a la misma. Pollitt (2008), concluye que la aparente capacidad de recuperación de la extremidad distal equina al exponerse al frío extremo prolongado, puede ser aprovechada y es la clave para prevenir con éxito la enfermedad.

10. 2. Manejo del pie en la fase aguda.

Según Reilly y col. (2010), la primera oportunidad para el tratamiento mecánico del pie de un caballo con laminitis, es generalmente en la fase aguda.

La fase aguda de la laminitis se debe reconocer precozmente, y de ese modo, tomar las acciones apropiadas para aliviar el dolor, brindar apoyo y confort, y minimizar los efectos de la enfermedad (Nickels, 2011).

Debido a que la laminitis generalmente se desarrolla como consecuencia de procesos patológicos en los distintos sistemas orgánicos, es de suma importancia tratar la enfermedad primaria con eficacia y de forma urgente (Pollitt, 2008; Morrison, 2010a; O'Grady, 2013).

Si la duración y la gravedad de la enfermedad primaria se pueden reducir, existe una gran posibilidad de que la gravedad de la patología laminar también se reduzca, mejorando así, el pronóstico para el caballo. Sin embargo, existen casos en que la laminitis se desarrolla a pesar de la aplicación de la mejor terapia (Pollitt, 2008).

Para Belknap y col. (2007), la inflamación tiene un rol importante en las primeras etapas de la laminitis, y los mecanismos inflamatorios iniciales pueden llevar a una cascada de eventos, resultando en la falla laminar.

Según Hood (1999b), en las primeras etapas de la laminitis existen alteraciones vasculares, produciéndose isquemia por disminución en la perfusión de los tejidos del pie, resultando en daño laminar y la posterior necrosis.

Pollitt (1999), propone que en la patogénesis de la laminitis, juegan un rol preponderante enzimas metaloproteinasas de la matriz, responsable de la remodelación

normal de la epidermis laminar. En la laminitis, estas enzimas son activadas de forma masiva y descontrolada.

Por lo tanto, se debe tener en cuenta el tratamiento médico, dirigido a reducir la inflamación (antiinflamatorio, dimetilsulfóxido, suplementos de ácidos grasos omega 3), mejorar el flujo sanguíneo laminar (acepromacina, isoxuprina, pentoxifilina, nitroglicerina), prevenir la agregación plaquetaria (ácido acetil salicílico, heparina), e inhibir la activación de metaloproteinasas de la matriz (doxiciclina) (Redden, 1997; Stashack, 2004; Morrison, 2010a; O'Grady, 2013).

Se recomienda que sean eliminados el grano o fuentes de alimentación altamente ricas en hidratos de carbono solubles de la dieta. Incluso si la causa primaria no fue la sobrecarga de hidratos de carbono, se debe evitar cualquier posible fuente de insulto laminar. (Morrison, 2010a).

Según Pollitt (2008), no existe ningún método que utilizando terapias biológicas o químicas, sea capaz de detener o bloquear la activación de la laminitis. Existen una gran cantidad de recursos utilizados empíricamente, que colaboran en la sintomatología una vez que el caballo desarrolló la laminitis.

Tratar el caballo en la fase aguda, requiere de un examen minucioso del pie. Al igual que en la mayoría de las lesiones musculoesqueléticas, el enfoque inicial debe incluir la inmovilización del tejido comprometido y el reposo (Morrison, 2010a).

Debido a que no es posible determinar con precisión el alcance del daño laminar, todos los casos agudos se deben abordar como emergencias inestables. (Redden, 1997; Stashak, 2004; O'Grady y col., 2008; Morrison, 2010a)

El caballo debe ser manejado cuidadosamente y no moverlo de forma innecesaria, aunque debe ser trasladado a un establo con cama profunda. (Pollitt, 2008; Morrison, 2010a; Nickels, 2011)

Como base de referencia para comparar el progreso futuro o el deterioro, es necesario la toma de radiografías. Se requiere un examen no traumático del pie para descartar otras causas de claudicación. (Redden, 1997; Morrison, 2010a).

Una vez confirmado el diagnóstico de laminitis aguda, se deben implementar estrategias mecánicas para prevenir o limitar el desplazamiento de la falange distal. Estas incluyen: (1) comprometer otras estructuras (ranilla, suela, y barras) en el soporte de peso, (2) disminuir el momento de brazo alrededor de la articulación interfalángica distal, (3) redistribuir el peso desde las regiones más estresadas, a las zonas menos estresadas, y (4) disminuir la tensión ejercida por el tendón flexor digital profundo (Redden, 1997; Pollitt, 2008; Morrison, 2010a; Reilly y col, 2010).

10. 2. 1. El desvasado en la fase aguda.

Cuando el casco esta descuidado o tiene crecimiento excesivo, éste debe recortarse de tal manera que se concentre la carga debajo del pie. O´Grady y col. (2008) recomiendan realizarlo mediante la guía radiográfica, haciendo todo lo posible para preservar la profundidad de la suela de la región anterior del pie.

Los talones se escofinan suavemente desde la parte más ancha del pie hacia palmar, hasta quedar en el mismo plano que la base de la ranilla; se debe tener presente que la excesiva disminución de los talones puede ser perjudicial (O´Grady y col., 2008).

Cuando la suela posee una profundidad adecuada, se coloca la escofina de cuartas partes a cuartas partes del pie, y haciendo coincidir el vértice de la ranilla en el centro de la escofina, se traza una línea tomando como guía el borde a dorsal de la escofina. Luego se realiza un biselado desde esta línea hacia dorsal del pie, lo que traslada eficazmente el punto de irrupción del paso hacia palmar, disminuye el momento de brazo en las láminas dorsales y disminuye las fuerzas sobre las laminas creada por el flexor digital profundo (O´Grady y col., 2008)

Nickels (2011), recomienda biselar (descargar de apoyo) la pinza del pie hasta un punto 2,5 a 4 cm delante del verdadero vértice de la ranilla.

Stashak (2004), recomienda el rebajado de la pinza en aproximadamente 15 a 20°.

El desgaste (descarga de peso) de la pinza del pie, facilita el despegue del paso, disminuyendo la tensión creada por la fuerza de palanca de la región dorsal del pie (Redden, 1997; Stashak, 2004; O´Grady y col., 2008; Nickels, 2011).



Figura 27. La flecha roja indica la ubicación del punto de irrupción del paso (Breakover) luego de realizado el biselado. Fuente: (O'Grady y col., 2008).

10. 2. 2. Estrategias para el soporte mecánico del pie.

Según Pollitt (2008), los procedimientos diseñados para ofrecer apoyo a la falange distal, y por ende a las láminas debilitadas, deben ser instaurados lo antes posible ante la sospecha de un caso de laminitis, si se pretende obtener un beneficio significativo. El momento ideal es antes de la aparición del dolor en el pie, o al menos en su mismo inicio. Una vez que se presenta el dolor y la evidencia radiográfica de desplazamiento de la falange distal, se ha perdido una oportunidad terapéutica importante.

Las fuerzas que actúan sobre el pie se resumen en las siguientes: el peso del caballo (carga vertical), el tironeamiento constante del tendón flexor digital profundo (TFDP), y la fuerza de palanca ejercida por la región dorsal de la pared del casco (Nickels, 2011).

El mayor estrés impuesto sobre las láminas es la carga vertical. No hay una manera práctica de interferir en cuanto a este hecho, pero manteniendo el caballo en quietud absoluta, se disminuye el estrés asociado al movimiento (Nickels, 2011; O'Grady, 2013).

Reilly y col (2010), propusieron mantener el caballo colgando de un arnés o flotando en el agua.

Cuando un caballo está herrado, o parado sobre una superficie dura, la carga de peso se concentra alrededor del perímetro de la pared del casco y se transfiere a las láminas comprometidas (O'Grady, 2013).

Por lo tanto, Nickels (2011) y O'Grady (2013), sugieren que si el caballo está herrado, las herraduras sean removidas; y agregan que se deben quitar cuidadosamente,

escofinando los remaches de los clavos, y quitando cada clavo por separado. De esta manera se reduce el trauma mecánico, el dolor, y el malestar, asociados con la eliminación de las herraduras.

En algunos caballos puede que no sea posible eliminar las herraduras, o puede que esto agrave la condición. En esta situación se coloca algún dispositivo de apoyo solear dejando colocada la herradura (Nickels, 2011)

Tanto Stashak, (2004); Pollitt (2008); Reilly 2010; Nickels (2011), como O'Grady (2013), coinciden en que mantener el caballo sobre materiales de cama blandos, tales como viruta profunda o arena, proporcionan un buen soporte axial al pie y hacen que la carga de peso se comparta.

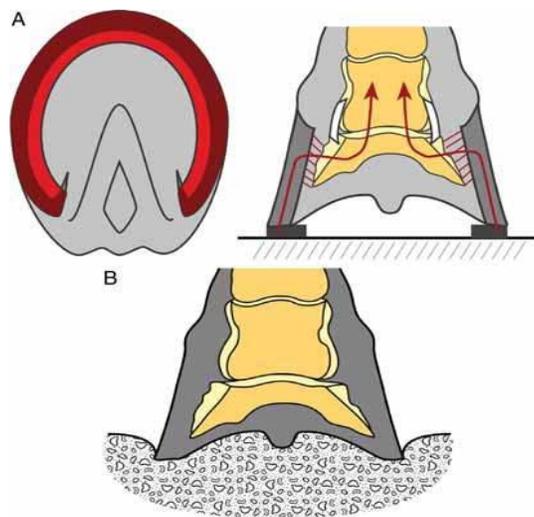


Figura 28. (A) Muestra cómo la carga que se coloca directamente sobre las láminas cuando hay una herradura, o el caballo está de pie sobre una superficie dura. (B) Muestra cómo se comparte la carga cuando el caballo se coloca sobre una superficie deformable, o si un material deformable se coloca bajo el pie. Fuente: (O'Grady y col., 2008).

O'Grady y col. (2008), sugieren que cuando se utiliza arena, es preferible la arena de playa debido a su capacidad para adaptarse a la superficie solear del pie.

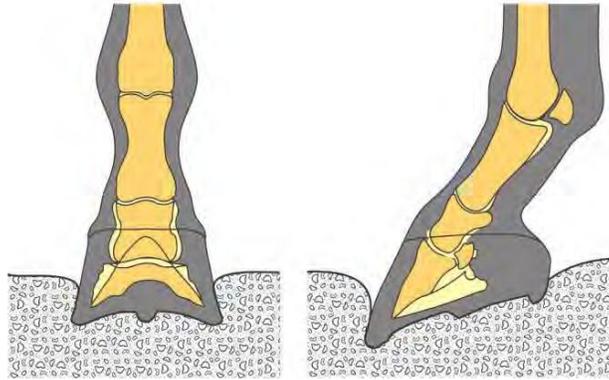


Figura 29. Representación esquemática del miembro de un equino de pie sobre arena. La arena se adapta a la superficie solear del pie, permite que la pinza se hunda y se eleven los talones. Fuente: (O'Grady, 2013).

Los caballos que prefieren permanecer en decúbito deben dejarse en dicha posición, debiendo tomar medidas para el manejo de las úlceras por el decúbito (Stashak, 2004).

Un soporte mecánico significativo de la falange distal inestable, se puede lograr mediante la aplicación de dispositivos que den apoyo a la suela y ranilla. *Según Pollitt (2008), la gravedad de la laminitis se reduce si se aplica alguna forma de dispositivo de apoyo de la ranilla / suela.*

Para O'Grady y Parks (2008) el apoyo sólo en la ranilla no es beneficioso, y puede generar daño en esta estructura, por lo que recomiendan comprometer la superficie solear del pie en el apoyo.

Uno de los métodos más populares para el apoyo solear en el caballo con laminitis, es el uso de masilla polimérica a base de silicona. Presentado por primera vez por Rob Sigafos, estos materiales se utilizan comunmente en la industria dental para crear moldes y se conocen como materiales de impresión dental. Existe una amplia variedad disponible en el mercado, los cuales difieren en sus propiedades físicas. Los materiales más firmes ofrecen mayor apoyo, pero son menos tolerables en áreas delgadas y dolorosas; mientras que los materiales más blandos son más tolerables, pero ofrecen menor apoyo. El principio para su utilización, es su cualidad para brindar apoyo axial al pie (Morrison, 2010a; Reilly y col, 2010).

El soporte axial, se refiere a la incorporación de otras estructuras de la superficie solear en la carga de peso. El peso puede ser distribuido entre la ranilla, surcos de la ranilla, suela, y las barras, para ayudar a aliviar la carga de las láminas dorsales. Toda la superficie solear puede ser cargada mediante la aplicación de materiales sintéticos tales como poliuretano, silicona, material de impronta dental, etc. Estos productos

distribuyen la carga sobre una superficie mayor y son fáciles de usar (Castelijns, 2005a; Morrison, 2010a).

Otra opción para brindar el apoyo, es la utilización de espuma de poliestireno de alta densidad, siendo uno de los métodos más prácticos y económicos para proporcionar apoyo solear. Este accesorio fue descrito originalmente por Mathew Frederick y comercializado por Gene Ovniczek, como parte del Sistema de Apoyo Digital Equino. Para la aplicación de la espuma en los pies, el caballo se posa sobre pequeños bloques rectangulares de pre-corte, que a continuación se recortan con la forma del pie, dejando 1.3 a 2.5 cm de extensión al frente, para evitar que sea empujado hacia atrás cuando el caballo camina. Luego se fija la almohadilla con cinta pato (Duct tape) (Stashak, 2004; O'Grady y col., 2008; Pollitt, 2008; Reilly y col, 2010; Nickels, 2011).

Es una técnica de fácil aplicación y muy económica, siendo probablemente la mejor opción como primer paso en la rehabilitación de un caballo con laminitis (Pollitt, 2008).

Pollitt (2008), recomienda utilizar el soporte de espuma de poliestireno para la suela y ranilla durante las primeras semanas de presentada la patología.

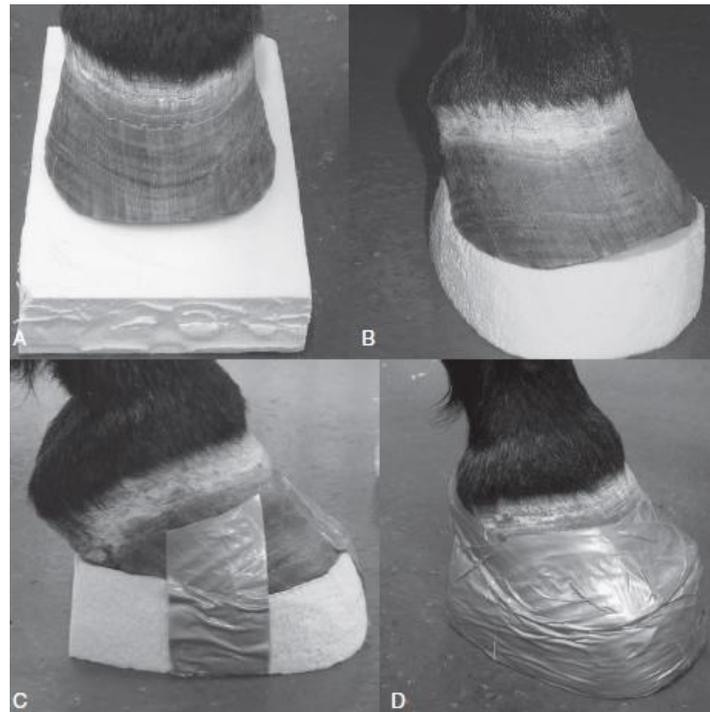


Figura 30. Esta imagen muestra un caballo de pie en un bloque pre-cortado de espuma de poliestireno. (A) La almohadilla de espuma recortada. (B) Cinta aplicada a la parte inferior de la almohadilla. (C) La almohadilla adosada al pie (D). Fuente: (Nickels, 2011).

Según Nickels (2011), en la fase de desarrollo generalmente es necesaria sólo una capa de espuma.

Las almohadillas de espuma pueden ser remplazadas o modificadas en relación a la respuesta del caballo, pudiendo tener una duración de varios días, si el entorno del caballo no daña la espuma (Pollitt, 2008).

En la fase aguda de la laminitis, tanto Pollitt (2008) como Nickels (2011), sugieren utilizar dos capas de espuma de poliestireno, con el fin de proporcionar apoyo y elevar el talón.

Una capa se aplica y se retira después de 24 horas, quedando comprimida. Lo ideal es que esta capa se comprima de manera uniforme aproximadamente 2 cm. Luego se quita la parte dorsal (desde el vértice de la ranilla a la pinza) para reducir la presión sobre el área más dolorosa de la suela. Esta almohadilla recortada y otra capa de espuma, se unen al pie con cinta pato (duct tape) para elevar el talón y proporcionar apoyo a la región del pie capaz de tolerar la carga del peso. Las almohadillas de espuma de poliestireno se deben reemplazar cada 4 a 5 días, o según sea necesario (Pollitt, 2008; Nickels, 2011).

Según Pollitt (2008), los caballos con laminitis se alivian considerablemente del dolor en sus pies, mediante la aplicación de soportes digitales de espuma de poliestireno.

El soporte digital de espuma de poliestireno, le permite a los caballos cargar el peso en los dos tercios palmares del pie, descargando la región dorsal, donde el corion de la suela está siendo comprimido por la falange distal (Pollitt, 2008).

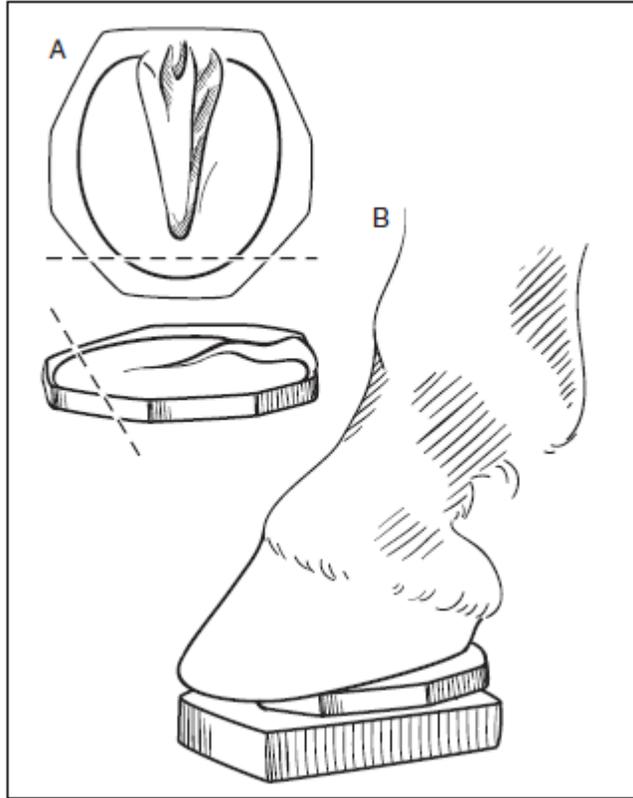


Figura 31. El dibujo ilustra el recorte (línea discontinua) de una almohadilla de espuma de poliestireno comprimida (A), que se añade a continuación a la nueva capa (B), uniendo las dos al casco con cinta pato. Fuente: (Nickels, 2011).

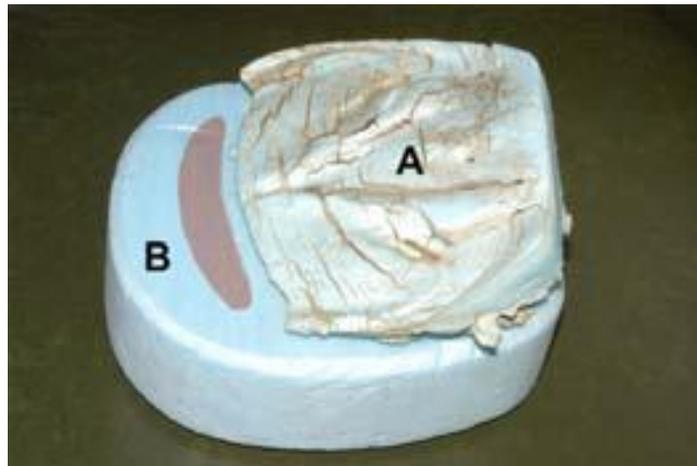


Figura 32. Soporte de espuma de poliestireno para la suela. (A) Luego de 24-48 horas, el primer bloque de espuma se ha comprimido creando un molde. Este molde de espuma se modifica, recortando la espuma que estaba por debajo de la falange distal y se adhiere al segundo bloque (B). La zona que no debe ser cargada se muestra sombreada. Fuente: (Pollitt, 2008).

Cuando el objetivo es brindar soporte y elevar los talones, también se puede utilizar la almohadilla en cuña, Nanric Ultimate Cuff, que está disponible en el mercado, y funciona muy bien en caballos que no reciben un apoyo adecuado con la almohadilla de espuma de poliestireno, u otros tipos de apoyo solear (Nickels, 2011).



Figura 33. Nanric Ultimate Cuff, es un sistema de apoyo que se conecta al casco con pegamento especial o cinta pato. Posee dos plantillas en cuña de 5 grados (B y C), unidas entre sí con tornillos. La plantilla inferior (C), tiene todo el borde biselado, para facilitar el despegue latero-medial del paso. Las puntas de flecha muestran cómo el sistema también facilita el despegue (Breakover) dorso-palmar del paso. Fuente: (Nickels, 2011).



Figura 34. (A) Narnic ultimate cuff. Posee cuña en el talón y pinza biselada, lo que le permite al pie bascular hacia adelante, disminuyendo la tensión del tendón flexor digital profundo. (B) Un soporte de suela se añade al material y se vinda, o (C) se adhirie con acrílico a la pared del casco. Fuente: (Morrison, 2004).

Castelijns (2005b), propone la utilización de un molde de yeso envuelto alrededor y debajo del pie, como una medida de emergencia mecánica en el manejo del pie con laminitis aguda. Como ventajas de la técnica enumera, la fácil aplicación, el costo reducido, y la facilidad de darle la forma requerida. Colocando una masa de yeso en la región palmar del pie, brinda el apoyo y eleva los talones, mientras deja libre la superficie solear por delante del vértice de la ranilla. Luego procede a envolver el pie dentro del yeso de una manera habitual.

10. 2. 3. La elevación de los talones en la fase aguda.

Debido a que la mayoría de los pies con laminitis tienden a sufrir rotación falangiana, para Morrison (2010a), un argumento válido es la elevación de los talones en la fase aguda, y de esta manera disminuir la fuerza de tracción ejercida por el tendón flexor digital profundo.

Aunque el peso del caballo transferido a través del esqueleto al miembro y desde éste a la falange distal, es considerado la principal fuerza que causa la separación progresiva de las láminas comprometidas, una separación adicional parece ser causada por la fuerza de rotación ejercida por el tendón flexor digital profundo, a través de su inserción palmar en la falange distal (Pollitt, 2008).

Tras la elevación del talón, se ha demostrado que se disminuye la tensión en el tendón flexor digital profundo (Redden, 1997; Willemen y col, 1999; Eliashar y col, 2004; Pollitt, 2008; Morrison, 2010a; Nickels, 2011).

Pollitt (2008), publica que tras elevar los talones de los pies afectados por laminitis aguda, se reduce la tensión biomecánica en el tendón flexor profundo en un 50-60%, previniendo el desplazamiento de la falange distal y reduciendo el dolor.

Redden (2004), recomienda la elevación de los talones creando un ángulo palmar de 20°, y trasladar el punto de ruptura del paso (Breakover) hacia palmar. Con estas medidas, se reduce significativamente la incidencia de laminitis por sobrecarga del miembro homólogo.

Si las radiografías iniciales muestran que no se ha producido rotación de la falange, la elevación de los talones puede ser instaurada inmediatamente. En cambio, si la rotación de la falange distal está presente, el casco se debe recortar para normalizar la posición de la falange distal en relación con la pared del casco (realinear), antes de llevar a cabo la elevación del talón (Pollitt, 2008).

El caballo se debe mantener en reposo estricto en un box con cama profunda cuando se utilizan cuñas de talón (Pollitt, 2008).

Aunque la mayoría de los casos agudos responden favorablemente a la elevación del talón, existe una subpoblación que se presentan incómodo luego de aplicada la cuña. Una posible explicación para esto, se relaciona con el grado de daño laminar en las cuartas partes y en la región del talón (Morrison, 2010a).

La elevación del talón disminuye la tensión del tendón flexor digital profundo, desplaza el centro de presiones hacia los talones, y aumenta la tensión en las barras y talones (Thompson y col, 1993).

Por lo tanto, al elevar los talones se puede causar dolor, si las láminas en los talones y en cuartas partes se ven comprometidas (Morrison, 2010a).

Debido a que la fuerza de tracción disminuye en las regiones dorsales del pie mediante la elevación del talón, la fuerza de compresión se incrementa. Una analogía, es imaginar que la falange distal inestable se desplaza hacia adelante durante la elevación del talón, causando compresión en las láminas dorsales y coirón solear. El aparato suspensor laminar está diseñado para oponerse a las fuerzas de tracción; el aumento de las fuerzas de compresión en las lumbres produce daño a los tejidos y dolor. (Morrison, 2010a)

Cuando los caballos reaccionan negativamente a la elevación del talón, la cuña debe ser eliminada y el pie reposicionarse en ángulo natural (Morrison, 2010a).

En la experiencia de Morrison (2010a), estos casos toleran bien un sistema de soporte de suela, un sistema que facilite el despegue del paso (Breakover) en todas las direcciones, y reduzca el momento de brazo alrededor de la articulación interfalángica distal. Este apoyo se puede lograr con el uso de varios accesorios incluyendo: la herradura de madera, moldes de yeso, material de impresión dental o el Sistema de Apoyo Digital equino.

Mientras que el efecto mecánico este presente y el dispositivo se pueden aplicar de forma rápida y atraumática, no importa qué sistema se utilice (Morrison, 2010a).

La quietud estricta y el apoyo del pie se deben mantener hasta que el paciente pueda moverse sin dolor durante una semana, sin necesidad de administrarle antiinflamatorios. (Morrison, 2010a).

Pollitt (2008), recomienda que si se utilizó cuñas de talón, éstas sean eliminadas 10 a 15 días después de que los signos de laminitis han desaparecido, sin necesidad de medicación analgésica.

Luego que el caballo ha estado caminando normalmente por una semana sin antiinflamatorios y con sólo 5° de cuña, los pies recibirán la primera serie de herraduras clavadas o pegadas. El pegado de las herraduras es menos traumático, siendo un enfoque más conservador en esta etapa, sin embargo tiene mayor costo, lo que puede ser prohibitivo en algunos casos. (Morrison, 2010a).

La primera serie de herraduras debe contar con soporte en la suela y ranilla, y un biselado en las lumbres (rolling) para ayudar a disminuir la tensión sobre las láminas. (Morrison, 2010a).

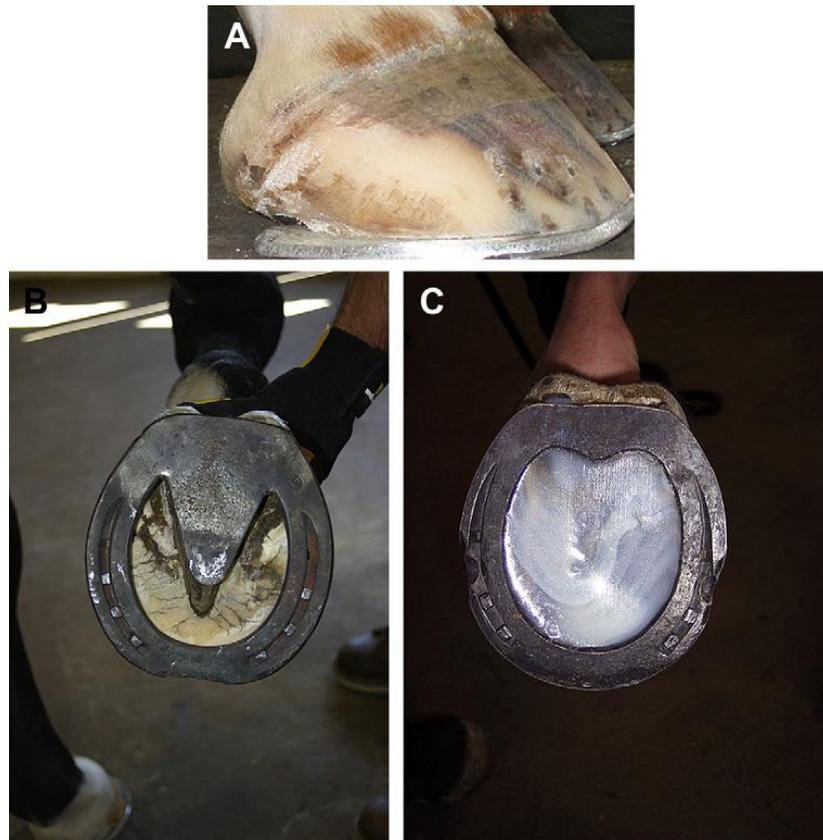


Figura 35. Herraduras para el soporte adicional. (A) Herradura de aluminio con lumbre biselada, para ayudar a disminuir la tensión sobre la parte anterior de la arquitectura laminar. (B) Herradura de Barra de Corazón. (C) Herradura con barra, a la que se añade el apoyo solear, para ofrecer apoyo axial al pie. Fuente: (Morrison, 2010).

Un enfoque cauteloso y conservador se debe implementar tras el retorno a la actividad normal del caballo durante los próximos 30 días. Se deben realizar exámenes del pie frecuentemente durante este período, para detectar signos de inflamación o daños estructurales (Morrison, 2010a).

Tras producirse cualquier tipo de desplazamiento, se considera que el pie entró en la fase crónica de la enfermedad y un programa de tratamiento debe ser instaurado de inmediato (Morrison, 2010a).

10. 3. Manejo del pie en la laminitis crónica.

En contraste con el tratamiento de caballos con laminitis aguda, en los que el tratamiento médico con frecuencia asume la prioridad, el manejo directo sobre el pie, es el elemento más importante para el éxito en el tratamiento de caballos con laminitis crónica (O´Grady, 2010).

Es imposible volver a unir directamente las láminas que han sufrido separación mecánica, por lo tanto, el retorno a la función de la pared del casco, es un proceso gradual que puede tardar muchos meses (O´Grady, 2010).

Es importante mantener el caballo en un ambiente que favorezca la reparación natural y/o la eficacia de otras terapias (O´Grady y col., 2008).

En las primeras instancias de la laminitis crónica es imprescindible el reposo absoluto, ya que el movimiento del caballo se asocia con un aumento en la tensión impuesta sobre las láminas dañadas (O´Grady, 2010; Nickels, 2011). El reposo paulatinamente debe ser alternado con ejercicio gradual, necesario para la restauración de la función normal del pie (O´Grady, 2010).

El pilar fundamental en el manejo del pie con laminitis crónica es el desvasado y el herrado terapéutico, con el objetivo de estabilizar la falange distal dentro de la cápsula del casco, impedir un mayor desplazamiento, controlar el dolor, y fomentar el nuevo crecimiento del casco en relación con la falange distal (Parks y col., 2003; Parks y col., 2008; O´Grady, 2010; Morrison, 2010a; Nickels, 2011).

Intentar estabilizar la falange distal dentro de la cápsula del casco, es importante para evitar una mayor rotación / desplazamiento, promover la reparación y disminuir el dolor. Por lo tanto, es necesario comprender cómo la inestabilidad de la falange distal dentro de la cápsula del casco, afecta la convalecencia de un caballo afectado por laminitis crónica (O´Grady 2010).

No hay una medida directa de la estabilidad falangiana, excepto la progresión obvia del desplazamiento determinado por las radiografías. El mejor indicador de que la falange distal está más estable, es que el caballo se muestra más cómodo, ya que el aumento de estabilidad, disminuye el trauma sobre los tejidos y por ende el dolor (Parks y col., 2008).

Para lograr los objetivos planteados anteriormente, se deben seguir una serie de principios en el herrado (Parks y col., 2003; O´Grady, 2006; Parks y col., 2008). La estabilización de la pared del casco, requiere la disminución de tensión sobre las láminas más dañadas. Dichos principios, deben reducir la carga en la pared del casco severamente afectada y transferirla hacia la pared menos afectada, reclutar toda la

superficie del pie disponible para soportar peso, y disminuir el momento de brazo alrededor de la articulación interfalángica distal (O'Grady, 2010; Nickels, 2011).

Los siguientes principios deben ser implementados a la hora de preparar el casco y seleccionar una herradura terapéutica : (1) Proporcionar apoyo a todas las estructuras palmares del pie (suela, barras, y la ranilla , incluyendo los surcos centrales y laterales); (2) proteger la suela, y no eliminar cualquier parte de esta dorsal al vértice de la ranilla; (3) recortar la pared a partir de los cuartos hacia el talón, para realinear la superficie solear de la falange distal y brindar apoyo al casco ; (4) elevar los talones para reducir la tensión del tendón flexor digital profundo (O'Grady, 2010; Nickels, 2011).

El dolor asociado a la isquemia subsolear, el traumatismo, y hematomas, se reduce al evitar la presión directa sobre la superficie de contacto del casco, inmediatamente por debajo del margen de la falange distal (O'Grady, 2010).

Para O'Grady (2010), el principio más importante en la limitación de la rotación capsular, es eliminar la carga sobre la pared dorsal del casco.

Hay un gran número de métodos y materiales disponibles para aplicar estos principios, y la variedad de formas en que se pueden lograr es aún mayor. Por encima de todo, el enfoque debe mantenerse en la aplicación de los principios en sí, y no en los métodos implementados (O'Grady, 2010).

10 .3. 1. Laminitis crónica compensada.

Los pies dentro de esta categoría están fuera de alineación, pero poseen cierta estabilidad. Cuando observamos un caso de laminitis crónica compensada, podemos apreciar el intento del pie para reequilibrar las fuerzas que actúan sobre él, luego de ocurrida la injuria laminar en la región dorsal. El casco crece excesivamente en talones y lentamente en pinzas, con el fin de equilibrar las fuerzas de tracción del tendón flexor digital profundo sobre las láminas comprometidas (Morrison, 2010a).



Figura 36. Laminitis crónica con distorsión de la pared. Fuente: (Morrison, 2010a).

En los caballos con rotación falangiana, el centro de presiones se encuentra palmar al centro de rotación de la articulación interfalángica distal (Mc Guigan y col, 2005). Probablemente, sea resultado de las alteraciones en el crecimiento de la pared y de la alteración en la posición de las extremidades en la postura. La pared del casco se distorsiona con un aumento del crecimiento del talón, para reequilibrar las fuerzas del peso del caballo y la fuerza de tensión del tendón flexor digital profundo contra las láminas comprometidas. En la medida en que progresan los casos de laminitis crónica, la falla mecánica puede ser autolimitada por la distorsión de la pared del casco, en la que el talón se eleva por el aumento de crecimiento, mientras que el crecimiento de la pared en pinzas se hace más lento, lo que disminuye la tensión en el flexor digital profundo (Morrison, 2010a).

Según Morrison (2010a) esta adaptación en la morfología del casco debe ser observada y respetada a la hora de diseñar un plan de tratamiento.

Aunque la mayoría de los pies con laminitis poseen daño laminar limitado a las regiones dorsales, algunos casos se presentan con fallo laminar sobre el lado medial o lateral del pie (a veces llamada laminitis en el plano horizontal), o alrededor de todo el contorno del pie, conocido como hundimiento distal (Morrison, 2010a).

Según Hood (1999), siempre y cuando hayan signos de crecimiento continuo de la pared y la suela en todas las regiones, algunos hundimientos pueden ser clasificados como compensados.

Un casco comprometido por laminitis crónica es incapaz de responder adecuadamente a las fuerzas de carga normales. En las regiones sobrecargadas, el tejido es comprimido, comprometiendo así la perfusión normal y la regeneración. Sin embargo,

ya que los centros de crecimiento (corion coronario y solear) están intactos en los casos crónicos compensados, estos sólo requieren un recorte especial, ser herrados para redistribuir la carga y corregir el patrón de crecimiento de la pared del casco. (Morrison, 2010a).

Según Morrison (2010a), los objetivos a largo plazo en el manejo de los casos de laminitis crónica compensada son: (1) aumentar la profundidad dorsal de la suela, (2) promover el crecimiento de la pared, (3) obtener una falange distal con una angulación palmar normal (0° - 5°), y (4) asegurar que el caballo este cómodo.

10. 3. 2. El desvasado en caballos con rotación de la falange distal.

El recorte del casco y el herrado, son los dos componentes fundamentales en el manejo de los pies con laminitis crónica. El objetivo de llevar a cabo el recorte del casco, es restablecer la alineación de la falange distal, el equilibrio, e incluso la distribución del peso. La herradura debe ofrecer apoyo, facilitar la ruptura del paso en todas las direcciones, y hacer frente a la tracción del tendón flexor digital profundo (Redden, 1997; Parks y col., 2003; O'Grady y col., 2009; Morrison, 2010a; O'Grady, 2010).

Según O'Grady (2010), para lograr un realineamiento preciso, se requiere de la orientación radiográfica.

La angulación normal entre el margen solear de la falange distal y la superficie del casco que contacta con el suelo, es de aproximadamente 2 a 5° , y la distancia desde la parte dorsal del margen solear de la falange distal, a la superficie del casco que contacta con el suelo, es de aproximadamente 15 a 20 mm (profundidad de la suela). Estas mediciones varían ligeramente sobre la base de la conformación, el tamaño, y la raza del caballo (O'Grady, 2010).

El plano de compensación mediante el desvasado puede estimarse a partir de la radiografía. Se traza una línea aproximadamente paralela, 15 a 20 mm a distal del margen solear de la falange distal (línea 1). Este es el plano en que la superficie del casco que contacta con el suelo debe ser recortada. Una segunda línea se dibuja 15 a 18 mm a dorsal y paralela a la superficie dorsal de la falange distal (línea 2), el punto en el que la segunda línea intersecta la primera, es la posición más dorsal en la que la puntera de la herradura debe colocarse (punto A), aunque ésta puede situarse más a palmar si es necesario. Por último, un punto (punto B) se marca a unos 6 mm a dorsal de una tercera línea, que comienza desde el margen solear dorsal de la falange distal y se interseca con la primera línea perpendicularmente. Esta es la ubicación del punto de irrupción del paso (Breakover) (Parks y col., 2003; O'Grady, 2006; O'Grady y col., 2009; O'Grady, 2010).

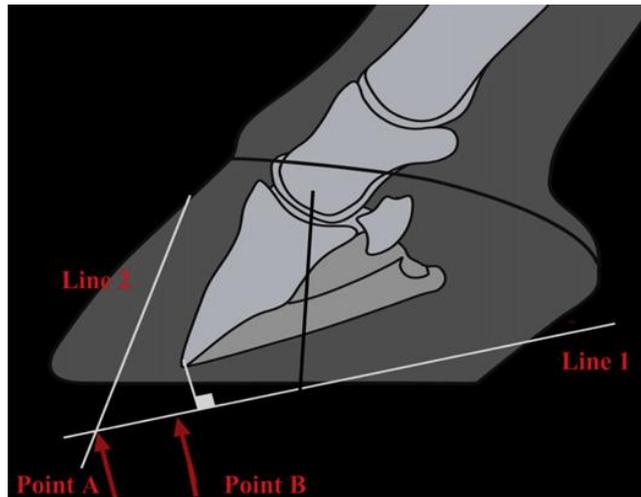


Figura 37. Representación esquemática de una radiografía lateral de un pie con rotación capsular dorsal. La línea negra muestra el centro de rotación. La línea 1 (Line 1) se traza aproximadamente paralela y alrededor de 15 mm distal a la superficie solar de la falange distal. La línea 2 (Line 2) se traza paralela y aproximadamente a 15-18 mm dorsal a la superficie parietal de la falange distal. El punto de intersección entre la línea 1 y la 2, es el punto más alejado dorsalmente de la pinza del casco que la herradura se debe establecer (Point A). El punto B (Point B) está aproximadamente 6 mm a dorsal del margen dorsal y distal de la falange y es la localización aproximada del punto de despegue del paso (Breakover). Fuente: (O'Grady 2010).

Existe cierto debate en cuanto a donde es la posición óptima para el punto de ruptura del paso (Breakover) en caballos con rotación capsular dorsal.

O'Grady (2010), toma como referencia la medición descrita anteriormente.

Nickels (2011), sugiere la protección de la cara dorsal de la cápsula del casco, colocando el punto de irrupción del paso en un punto 2,5 a 3,8 cm (dependiendo del tamaño del casco) delante del verdadero vértice de la ranilla.

Morrison (2010a), suele colocar el punto de ruptura directamente por debajo de la banda coronaria dorsal.



Figura 38. (A) La colocación del punto de ruptura del paso en el centro de presiones natural del pie, disminuye considerablemente la resistencia al movimiento cuando éste se efectúa en línea recta. (B) Las cuartas partes deben ser biseladas (para facilitar la ruptura mediolateral del paso), en un punto cercano a la línea de plumada, caída recta por debajo de la banda coronaria sobre cuartas partes, en la parte más ancha del pie Fuente: (Morrison, 2010a).

Algunos veterinarios y herradores, prefieren colocar el punto de irrupción del paso a palmar del margen dorsal y distal de la falange distal, pero esto puede reducir significativamente el área de la superficie del casco que contacta con el suelo disponible para la carga de peso, y hacer que el pie sea inestable (O'Grady, 2010).

La posición del punto de irrupción del paso se puede trasladar a palmar, ya sea biselando las lumbres de la herradura, colocándola en una posición más palmar, o por una combinación de ambas. Si la lumbre de la herradura incide sobre la suela delgada, inmediatamente por debajo del margen dorsal de la falange distal, la presión y la isquemia harán que el caballo experimente dolor (O'Grady, 2010).

Es importante a la hora del recorte del casco, preservar una profundidad de suela de 15 a 20 mm, ya que suelas delgadas se asocian con hematomas y un aumento del dolor (O'Grady, 2010).

Dependiendo del grado de rotación y la cantidad de crecimiento solear posterior a la injuria, dichas distancias pueden ser menores de lo normal. En dichos casos., la pared y la suela sólo se pueden recortar palmar al punto, donde la distancia desde el margen solear de la falange distal, a la superficie de contacto del casco, es mayor de 15 a 20 mm. En consecuencia los aspectos dorsales y palmares de la cápsula del casco, pueden formar dos planos diferentes luego del desvasado (O´Grady, 2010).

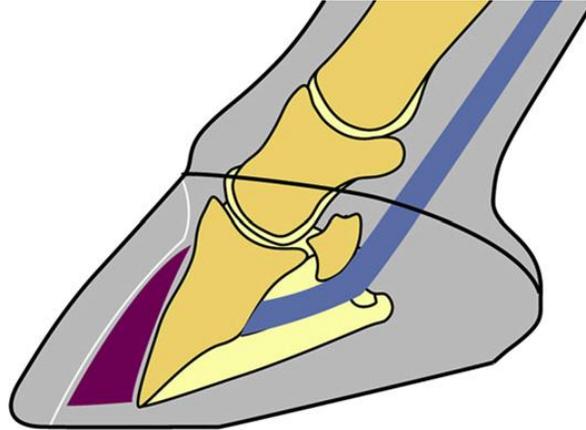


Figura 39. Pie luego del recorte a lo largo de la línea 1 del esquema de la figura 37. Tenga en cuenta que la superficie dorsal y palmar del pie, forma ahora dos planos diferentes. Fuente: (O´Grady, 2010).

Tras recortar el casco de esta manera, la reducción de los talones causa un incremento de la tensión en el tendón flexor digital profundo, lo que puede aumentar el dolor asociado con la carga peso y el movimiento. La desigualdad en la superficie del casco que contacta con el suelo y el aumento de la tensión del tendón flexor digital, deberán abordarse en el momento del herrado (O´Grady, 2010).

Mostrando el desvasado de una manera práctica, la ranilla se recorta hasta un punto en que sea sólida y flexible. Se traza una línea a través de la parte más ancha del pie con un marcador. Esta línea da una pauta referible y es el punto en el que la información de la radiografía se puede transferir al pie. Desde esta línea, los talones se rebajan trasladándolos palmarmente, teniendo en cuenta la profundidad de la suela observada en la radiografía. Es deseable que los talones y la ranilla queden en un mismo plano (Morrison, 2010a; O´Grady, 2010)

La suela debe ser palpada de forma rutinaria con la presión del pulgar, para asegurarse de que el ajuste del talón no sea demasiado. Debido a que algunos casos tienen algún grado de hundimiento medial o lateral además de la rotación, también se corrige el equilibrio mediolateral de la falange distal, tanto como sea posible (Morrison, 2010a).



Figura 40. Talones trasladados a palmar/plantar desde la mitad del pie. Esto crea dos planos sobre la superficie del casco que contacta con el suelo. La línea negra demarca la parte más ancha del pie. Fuente: (O'Grady 2010).

Algunos caballos pueden ser tratados satisfactoriamente sólo mediante el recorte del casco. Estos suelen tener una profundidad de suela adecuada, con rotación mínima de la falange y se sienten cómodos al caminar sobre superficies blandas, con o sin bajas dosis de analgésicos (O'Grady 2010).

Para que el caballo descalzo se sienta cómodo, se pueden utilizar botas con un almohadillado de espuma de poliestireno. O'Grady (2010), prefiere confiar en una cama profunda y que el caballo camine sobre superficies deformables.

Si se desea manejar el pie sin herrado, pero el recorte de realineación de la falange distal, no es posible sin reducir el espesor de la suela dorsal o la creación de 2 planos en la superficie del pie que contacta con el suelo, puede ser posible realinear la falange distal en pasos graduales en el tiempo (O'Grady, 2010).

Se debe tener precaución de no crear malestar por el recorte de los talones demasiado cortos. Debido a que la altura del talón se reduce, se establece una orientación más adecuada de la falange distal con respecto al suelo, y la base de apoyo se mueve hacia palmar. Sin embargo, este cambio pone mayor tensión en el tendón flexor digital profundo y en la interface laminar dorsal, pudiendo iniciar mecánicamente la rotación adicional de la falange distal. Este hecho se corrige, mediante la colocación de una herradura con elevación del talón, y un biselado para facilitar la ruptura del paso. En combinación, la elevación del talón y trasladar el punto de ruptura del paso a una posición más palmar, son maneras eficaces para reducir la influencia del tendón flexor digital profundo en la falange distal (Redden, 1997; Morrison, 2010a).

10. 3. 3. La elevación de los talones en la fase crónica.

Para O'Grady (2010), la cantidad de elevación del talón requerida varía entre 2 a 6°, pudiéndose obtener mediante el empleo de herraduras con cuña, pads, o mediante la colocación de rieles en la herradura (ver figura 42, pag. 86). El requerimiento y la eficacia de la elevación del talón se juzga mediante la comodidad del caballo, tanto en reposo como durante la marcha. Observar como apoya el pie del caballo, es una buena guía para estimar la cantidad de elevación del talón. Idealmente, la elevación del talón debe ser tal, que el caballo apenas apoye el talón primero. Si apoyase marcadamente primero el talón, la elevación ha sido exagerada, mientras que si apoya primero en pinza no ha sido suficiente la elevación del talón. La elevación prolongada provoca contractura del talón, lo que potencialmente hace que los propios talones duelan. Por lo tanto, la cantidad de elevación utilizada, debe ser la menor necesaria y debe ser retirada lo más rápidamente posible a medida que se resuelve la claudicación.

Según Morrison (2010a), la cantidad de elevación del talón o de cuña aplicada, debe ser al menos igual a la cantidad de talón recortado.

Esto puede parecer redundante para algunos. ¿Por qué recortar el talón y luego reemplazarlo con una cuña? La respuesta es simple, ofrece una distribución uniforme del peso. El recorte restablece la angulación de la falange distal, en relación a la superficie del suelo, y la cuña disminuye la tensión en el tendón flexor digital profundo. Una analogía, sería poner a una persona en puntas de pie en un ángulo de 45° con respecto al suelo. Con esta posición del pie, todo el peso se concentra en los dedos, a diferencia de alguien que este parado sobre una tabla plana que se eleva a 45° con respecto al suelo. En ambas situaciones, la parte inferior del pie (ángulo palmar / plantar) es de 45°, pero la distribución del peso en la parte inferior del pie, es diferente. La persona de pie en la tabla plana (la herradura con cuña), tiene una distribución más uniforme de peso a lo largo de la parte inferior del pie, mientras que la persona en puntas de pie, tiene el peso concentrado por completo en los dedos (Morrison, 2010a).

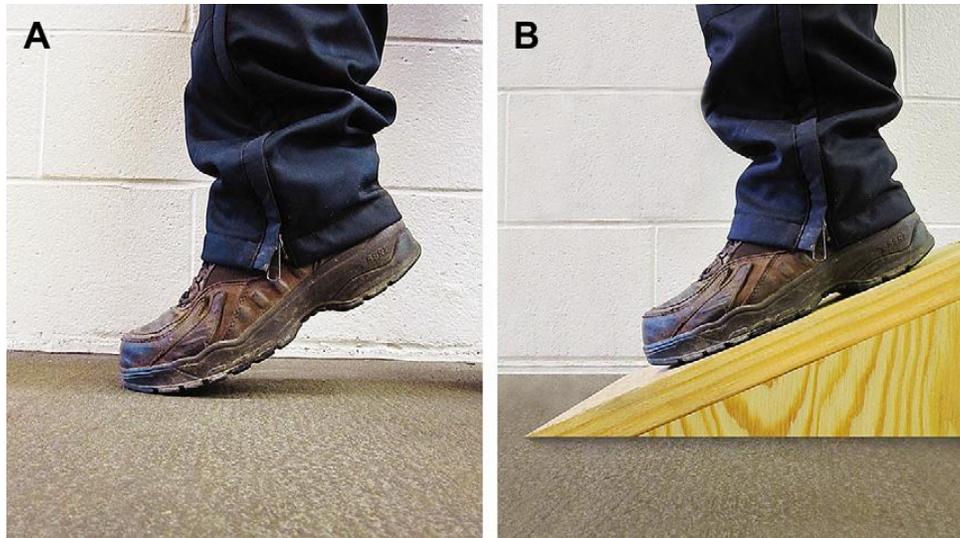


Figura 41. Fotografía que ilustra el efecto de elevar los talones. Peso concentrado en los dedos del pie en la foto a la izquierda, en comparación con la distribución compartida del peso a lo largo de toda la superficie del pie, en la foto a la derecha Fuente: (Morrison, 2010a).

Para Nickels (2011), dos de los objetivos planteados anteriormente en el manejo del pie: la realineación de la superficie solear de la falange distal mediante el recorte, y la elevación del talón para reducir la tensión del flexor digital profundo, parecen ser contradictorios. Según Nickels (2011), en una laminitis crónica inestable, estos dos principios son necesarios para reducir la tensión del tendón flexor digital profundo y proporcionar confort. En un caballo con laminitis crónica estable, con solo una realineación leve de la superficie solear de la falange distal, no sería necesario la elevación del talón luego del recorte.

10. 3. 4. Tipos de herraduras.

Se pueden obtener resultados similares con diferentes tipos de herraduras. El éxito de cualquier técnica aumenta con la experiencia, tanto del veterinario como del herrador. Herraduras de huevo, con barra, con placa de talón, herraduras en barra de corazón, inversas, con rieles, y la herradura de madera, todas tienen su mérito y han obtenido sus éxitos y fracasos (Pollitt, 2008; O'Grady, 2010; Nickels, 2011).

El examen completo del pie, es fundamental para determinar qué método de apoyo es el más adecuado para cada caso (Morrison, 2010a).

O'Grady (2010), ha obtenido mayor éxito utilizando la herradura de aluminio de rama ancha, o utilizando la herradura de madera.

Herradura de rama ancha de aluminio (wide web aluminio).

La wide web aluminio es una herradura terapéutica básica, simple, y barata. Es amplia y robusta, permite alterar fácilmente su forma y ser pegada al pie mediante algún compuesto adhesivo, si se desea. Las lumbres, son amplias y poseen el espesor biselado para trasladar el punto de irrupción del paso (Breakover) en una dirección palmar/plantar, al igual que las ramas en los cuartos para facilitar la irrupción mediolateral del paso (O'Grady, 2010).

La herradura no se debe extender en exceso más allá de los talones. La elevación del talón se puede lograr mediante el uso de rieles, o por la inserción de una cuña, entre la herradura y el pie. Los rieles son extensiones distales finas en forma de cuña, que se aplican a la parte axial de la superficie de contacto con el suelo de la herradura. Éstos elevan los talones y facilitan la irrupción mediolateral del paso. Los rieles se pueden fabricar de diferentes alturas y pueden estar unidos a la herradura, tras ser soldados o pegados (O'Grady, 2010).



Figura 42. Herradura ancha de aluminio con rieles soldados en las ramas: Fuente O'Grady 2010.

El apoyo de la suela y la ranilla, se consigue aplicando material de impresión dental entre las ramas de la herradura. La herradura ancha de aluminio con rieles, proporciona un mejor breakover, la elevación del talón, y el apoyo de la suela y la ranilla (O'Grady, 2010).

Herradura de huevo.

La herradura de huevo es una herradura cerrada en talones, que se extiende palmarmente mediante una barra. Esta extensión palmar, puede funcionar como palanca si se extiende mucho más allá de los talones. Específicamente, si el caballo se mantiene sobre una cama profunda, que hace que los talones permanezcan más altos que la pinza, puede funcionar como una cuña de talón. Las lumbres de la herradura pueden ser cuadradas, biseladas, o se pueden trasladar a palmar, para situar el punto de irrupción del paso en un lugar apropiado. En caballos con laminitis crónica, la herradura de huevo debe utilizarse en combinación con un polímero sintético, para proporcionar apoyo a la superficie solear del pie. La elevación adicional del talón se puede obtener mediante el uso de cuñas. La desventaja de esta herradura es que no facilita el despegue mediolateral del paso (O'Grady y col., 2008).

Herradura con barra de corazón.

El uso terapéutico regular de la herradura de barra de corazón en caballos con laminitis comenzó en 1968, cuando Burney Chapman y el Dr. George Platt, un equipo de herrador y veterinario de Texas, EE.UU., propusieron que la ranilla podía ser útil, junto a la pared del casco en compartir una proporción sustancial de la carga de peso, sin ser dañada y sin causar molestias adicionales para el caballo (Pollitt, 2008).

Una correcta aplicación de la herradura de barra de corazón, permite cargar las estructuras palmares del pie, desplazando el soporte de peso de la región dorsal (Pollitt, 2008).

Para Stashak (2004), la herradura de barra de corazón podría mejorar el flujo sanguíneo en las láminas dorsales del pie.



Figura 43. Referencia radiográfica para la colocación de la herradura de barra de corazón. Fuente: (Pollitt, 2008).

Es importante que la herradura de barra de corazón se coloque en referencia a las estructuras internas del pie. Si la placa de la ranilla se extiende demasiado hacia dorsal, dará como resultado un aumento de la claudicación. Un marcador radiopaco colocado en el vértice de la ranilla, se utiliza para transferir las mediciones desde la radiografía al pie, y a la herradura. El vértice de la placa de la ranilla de la herradura de barra de corazón, debe ser posicionado sobre la ranilla, debajo de la inserción del tendón flexor digital profundo. Este punto puede determinarse en una radiografía lateral, mediante la medición de la distancia (Línea A) entre el ápex de la falange distal y las extremidades de los procesos palmares superpuestos. El vértice de la placa de la ranilla se debe colocar desde el 37% dorsal de esta distancia, hacia palmar. Alternativamente, el mismo punto puede ser localizado, dejando caer una línea (línea B) desde la base del proceso extensor, perpendicular al margen solear de la falange distal. El marcador radiopaco, permite la ubicación correcta del punto de transposición desde la radiografía al pie del caballo (Pollitt, 2008).

En un caballo normal la ranilla puede servir como punto de referencia para establecer el ápex de la falange distal, que se encuentra aproximadamente 1,9 a 2,5 cm a dorsal del ápice de la ranilla (Nickels, 2011).

El uso de la herradura de barra de corazón, les ha permitido a los veterinarios y herradores rehabilitar y recuperar muchos caballos (Pollitt, 2008).

Herradura con Barra de corazón, rieles y apoyo solear (Heart-bar support shoe).

El veterinario Dr. Lionel Richards y el herrador Craig Jones, diseñaron una herradura que combina los principios de la barra de corazón, la elevación del talón, una almohadilla de soporte y material de impresión. La herradura se forja a partir de una barra de aluminio de 1/2 pulgada de espesor y 3/4 pulgadas de ancho. La base de la placa de la ranilla, está soldada al talón de la herradura y se mantiene al nivel de las ramas. Las lumbres se gastan con el objetivo de facilitar el despegue del paso (Breakover) (Pollitt, 2008).



Figura 44. Herradura con barra de corazón y rieles forjada a mano. Las lumbres de la herradura se han gastado con el objetivo de facilitar la ruptura del paso. Se aplicaron rieles de forma triangular a la parte inferior de la herradura, para proporcionar la elevación del talón. Fuente: (Pollitt, 2008).

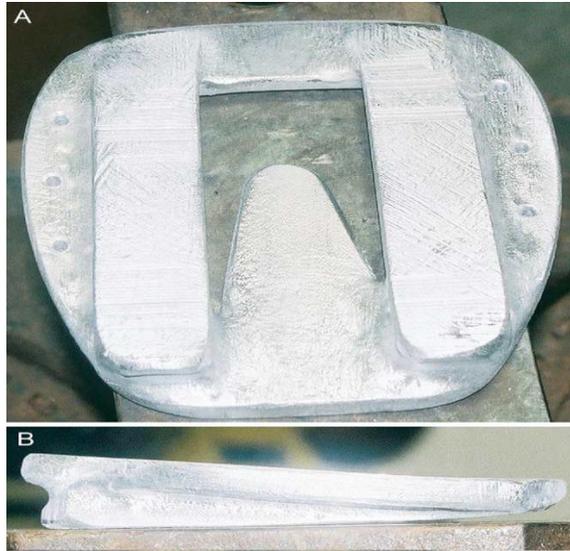


Figura 45. Herradura con barra de corazón, lumbres biseladas, y rieles para elevar los talones. Vista de la superficie de contacto con el suelo (A) y vista lateral (B). Fuente: (Morrison, 2004).

Una almohadilla de cuero o plástico se corta y se fija a la herradura. Se mezcla el material de impresión y se aplica en la suela, barras y ranilla del pie afectado. Según Pollitt (2008), este sistema utiliza las excelentes cualidades de absorción de impactos del aluminio, cuero, silicona, y está siendo utilizado por un número creciente de veterinarios y herradores.



Figura 46. Molde de silicona y caucho, para el apoyo solear palmar de las barras y la ranilla. Se utiliza en conjunto con herraduras especiales, para compartir la tarea del soporte de carga en toda la mitad palmar del pie. Fuente: (Pollitt, 2008).

El Sistema de Apoyo Digital Equino (EDSS).

Gene Ovnicek, desarrolló la herradura Natural Balance™, en conjunto con un sistema de almohadillas, taloneras, cuña de ranilla y material de impresión, conocido como el Sistema de Apoyo Digital Equino (EDSS), específicamente para la rehabilitación de caballos con laminitis (Pollitt, 2008).

La herradura EDSS es una versión de la Natural Balance, con orificios pre-perforados que permiten la fijación de los demás componentes del sistema. El orificio en la puntera se utiliza para conectar la almohadilla EDSS, mientras que los orificios en las ramas permiten la fijación de las cuñas de elevación del talón. Este ingenioso sistema de partes intercambiables, permite ajustar la altura del talón, sin la necesidad de eliminar la herradura. La herradura posee la lumbre cuadrada y biselada, diseñada para facilitar el despegue del paso durante la locomoción, lo que limita aún más la separación mecánica y el desgarramiento de las láminas dañadas. El apoyo de la ranilla es proporcionada por una placa incorporada en forma de cuña (Pollitt, 2008).

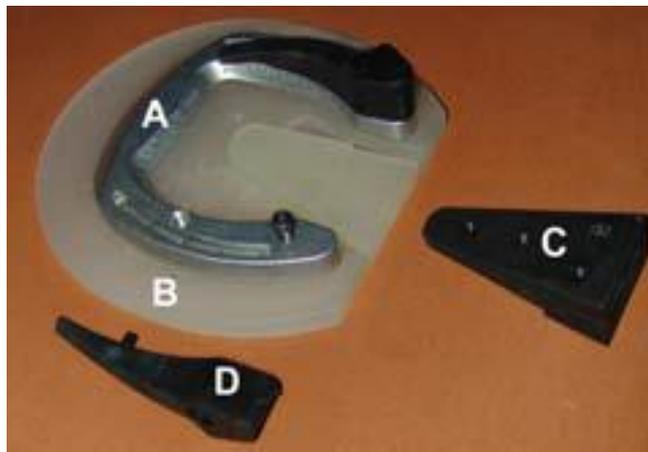


Figura 47. Sistema de Soporte Digital Equino. Los componentes del sistema son: (A) la herradura Natural Balance, (B) una almohadilla de plástico con una placa para la ranilla, (C) pieza de soporte adicional para la ranilla y (D) carriles en cuña para la elevación del talón. Fuente: (Pollitt, 2008).

El sistema se completa aplicando una silicona de alta densidad o material de impresión dental. Se obtiene un molde de la parte inferior del pie, mediante la colocación de la impresión recién mezclada sobre la suela, barras y ranilla. El material de impresión se cubre con una almohadilla rígida, que se pega rápidamente al pie. A continuación, el molde creado se recorta, resultando en el apoyo de la parte posterior del pie solamente (suela palmar, ranilla y barras). No debe existir ningún contacto entre el material de impresión y el corion debajo del margen solear de la falange distal (Pollitt, 2008).

Una vez colocada la herradura, se debe evaluar el grado de comodidad del caballo. La respuesta del caballo, se debe utilizar para seleccionar la configuración de la EDSS que proporcione el apoyo más cómodo (Pollitt, 2008).

Herradura Invertida.

Los principales beneficios de colocar una herradura invertida, son el trasladar el punto de irrupción del paso hacia palmar, y no ejercer presión a nivel de la suela dorsal, debido a que las lumbres están ausentes. Dependiendo del grado de estabilidad en el pie, se debe utilizar con un dispositivo de apoyo apropiado para la suela y ranilla. La principal desventaja de este tipo de herradura, es que concentra la tensión en los márgenes dorsales de las ramas de la herradura que contactan con la pared. Por otra parte, no facilita el despegue mediolateral del paso (O'Grady y col., 2008).

La herradura de madera.

Steward, diseñó una herradura de madera para los caballos con laminitis (Steward, 2003).

La herradura de madera, puede proporcionar ventajas adicionales sobre las herraduras tradicionales, que comúnmente se utilizan para tratar la laminitis crónica (O'Grady y col., 2006; O'Grady y col., 2007; O'Grady y col., 2008; O'Grady y col., 2009). Una gran ventaja, es su capacidad para distribuir el peso de manera uniforme sobre una sección especificada del pie. Esta habilidad es útil cuando se trata de reclutar superficie en la sección palmar/plantar del pie para el apoyo, y así descargar las laminas dorsales (O'Grady y col., 2009; O'Grady, 2010).

Otras ventajas son: simplicidad de construcción (se fabrica con una madera contrachapada sencilla); las mecánicas tales como el punto de irrupción del paso (Breakover) y la elevación del talón pueden ser logradas en la herradura fácilmente; el perímetro biselado concentra la carga axialmente bajo la falange distal; y ofrece una base sólida, que combinada con un material de impresión, colaboran en el reclutamiento máximo de superficie para el apoyo de la sección palmar/plantar del pie (O'Grady y col., 2009; O'Grady, 2010). Además, la herradura de madera puede adaptarse fácilmente al pie, para complementar la realineación de la falange distal (O'Grady y col., 2009; Nickels, 2011).

La forma de la herradura de madera, deriva del uso de la herradura Natural Balance. El perímetro de la herradura está biselado en un ángulo de 45°. Este bisel no sólo traslada

el punto de irrupción del paso (Breakover) hacia palmar, sino que también concentra el soporte del peso axialmente y facilita el despegue mediolateral del pie (O'Grady, 2010).

Una vez recortado el pie como se describió anteriormente y ajustado el tamaño de la herradura de madera, la colocación se determina mediante la superposición de las correspondientes líneas, dibujadas a través de la parte más ancha del pie y por una línea trazada a través del centro de la herradura de madera. El bisel en la parte delantera del zapato, se aumenta con una escofina hasta que el punto de irrupción del paso (Breakover) se corresponda con una línea vertical imaginaria, trazada desde la banda coronaria dorsal, al suelo. Una capa delgada de material de impresión, se aplica entre la superficie de contacto del pie y la herradura, a palmar del ápice de la ranilla. Se utiliza sólo el material de impresión suficiente para rellenar los surcos de la ranilla y crear un plano a nivel en la sección palmar del pie. La herradura de madera, se fija con tornillos insertados a través de orificios previamente perforado en la pared distal del casco (O'Grady y col., 2009; O'Grady, 2010).



Figura 48. Herradura de madera aplicada al pie mediante tornillos. La flecha negra indica la parte más ancha del pie. La línea roja indica el punto de irrupción del paso, en la superficie de contacto de la herradura con el suelo. Fuente: (O'Grady, 2010).



Figura 49: Radiografía de un pie con laminitis crónica, tras aplicar una herradura de madera. Note como se descarga la pinza del pie. Fuente: (O'Grady, 2010).

Los tornillos se colocan en la región de cuartas partes y talón del pie para mantener los planos creados durante el desvasado. La herradura de madera se fija aún más, mediante la colocación de materiales adhesivos alrededor del perímetro del pie. Alternativamente, los tornillos se pueden colocar en la madera adyacente al perímetro de la pared del casco distal, y la herradura se puede asegurar mediante la incorporación de las cabezas de los tornillos, a una cinta de fundición que se coloca alrededor del perímetro del pie (O'Grady y col., 2009; O'Grady, 2010).

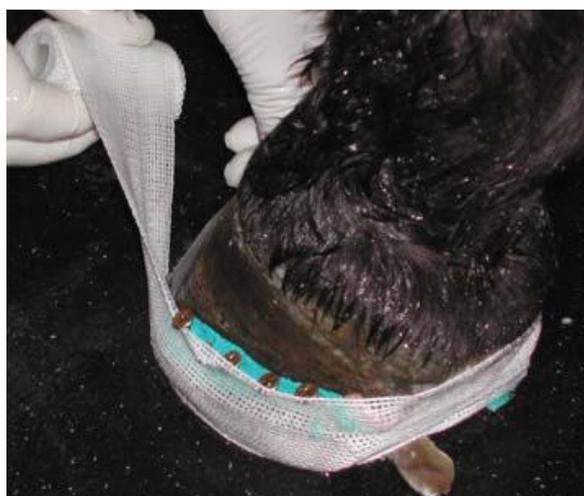


Figura 50. La herradura de madera fijada al pie con tornillos y fibra de vidrio. Fuente: (O'Grady y col., 2009)

Un suplemento en cuña se puede aplicar a la superficie de la herradura en contacto con el pie, para proporcionar la elevación del talón si es necesario (O'Grady y col., 2009; O'Grady, 2010).

En los casos en que la suela ha prolapsado por debajo del nivel de la pared, o la falange distal ha penetrado en la suela, la superficie de contacto del pie con la herradura debe ser rebajada para eliminar cualquier presión directa sobre la suela (O'Grady y col., 2009; O'Grady, 2010).



Figura 51. Herradura de madera fabricada de una sola pieza de madera contrachapada. Tenga en cuenta el receso en la superficie de contacto con el pie, creado para eliminar la presión de la cara dorsal de éste. Fuente: (O'Grady y col., 2009).

O'Grady (2010), utiliza el zapato de madera como un dispositivo transitorio, para ayudar a generar pared del casco en la corona y para crear la profundidad de suela necesaria para realinear la falange distal.

O'Grady y col. (2009), proponen a la herradura de madera como una alternativa para manejar caballos en los que la suela ha sido perforada, sin la necesidad de una tenotomía del flexor profundo.

10. 3. 5. Seguimiento del herrado.

A medida que los tejidos reparan, el caballo se vuelve más cómodo. Los principios del herrado deben ser modificados y eliminados lentamente en orden inverso. Cuando la elevación del talón se mantiene continuamente, podría producirse un acortamiento intrínseco de la unidad musculotendinosa del flexor digital profundo. Por lo tanto, cuando se alcanza un aumento de estabilidad y confort, la elevación del talón debe ser gradualmente removida. Con el tiempo, el caballo puede ser herrado normalmente o se podría dejar descalzo. Sin embargo, en algunos caballos con rotación capsular dorsal permanente, puede ser necesario reiniciar varias veces el herrado con la ayuda de las radiografías (Morrison, 2010a; O'Grady, 2010).

Si el caso no responde a los mecanismos de manejo antes mencionados, se considera que el pie está dentro de la clasificación de laminitis crónica descompensada (Morrison, 2010a).

10. 3. 6. Laminitis crónica descompensada.

El manejo específico del pie en la fase crónica de la laminitis, depende de si la condición es estable o inestable. En los caballos que se mantienen en una condición estable, el recorte por sí solo puede ser todo lo necesario, siguiendo cuidadosamente los principios estipulados. Generalmente, las herraduras terapéuticas tradicionales (barra de corazón, inversa, con apoyo de la ranilla, herradura de huevo o con barra) abocadas al tratamiento de la laminitis crónica, pueden ser beneficiosas, sólo si la condición es razonablemente estable (Nickels, 2011).

Manejar un pie que sufre de laminitis crónica descompensada suele resultar muy difícil, ya que por lo general éste posee un daño vascular masivo, infecciones secundarias y daños severos de las estructuras queratogénicas (corion coronario y solear) (Morrison, 2010a).

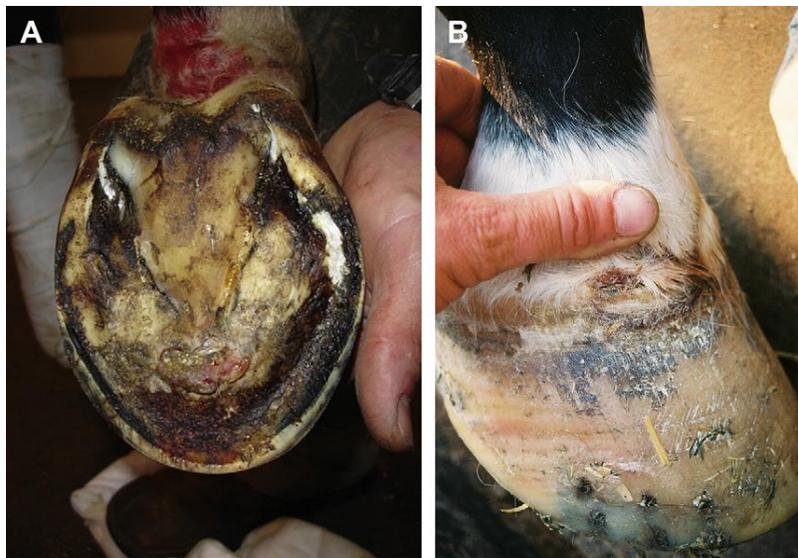


Figura 52. Casos de laminitis crónica descompensada con perjuicio del corion solear (A) y coronario (B), incapaces de regenerar suela y/o pared. Fuente: (Morrison, 2010a).

La progresión y exacerbación de la enfermedad se asocia con el inicio de una serie de alteraciones, incluyendo la formación de la cuña laminar, remodelación y lisis ósea

(particularmente en el ápice de la falange distal), y la formación de abscesos en la dermis (Pollitt y Col., 2011).

El abordaje inicial en estos casos es similar al propuesto para el manejo de los pies con laminitis aguda. Se deben realizar radiografías y venografías como parte del procedimiento diagnóstico inicial, para evaluar mejor el alcance de la inestabilidad y la compresión de los tejidos. La información obtenida del examen externo de los pies, venografías, y radiografías, se combinan para dictar las modalidades de tratamiento necesarias a implementar (Morrison, 2010a).

En la práctica, no existe un enfoque sistemático para hacer frente a todos los pies con laminitis por igual. *Cada caso es diferente y cada pie es único*. Por lo que existen varias técnicas disponibles para restaurar la normalidad del crecimiento, la estabilidad, la alineación de la falange distal, y en última instancia, rehabilitar estos pies (Morrison, 2010a).

El tratamiento de dichos casos requiere experiencia, buen juicio, y un esfuerzo coordinado entre el herrador, veterinario, y el propietario, junto con la atención de enfermería adecuada. Es importante establecer metas y puntos de referencia documentados, que serán útiles para determinar si se está avanzando, y que mejoría de las estructuras o parámetros específicos se han logrado. Además, es importante visualizar el momento en que el objetivo es inalcanzable, y la mejor opción es la eutanasia (Morrison, 2010a).

El objetivo más importante a corto plazo en el tratamiento del pie con laminitis crónica descompensada, es el de preservar o restaurar la integridad de la banda coronaria y el corion solear, y por ende su vasculatura. El objetivo final, es mantener la salud de la falange distal, eventualmente restablecer la alineación normal de ésta, y lograr una profundidad de suela adecuada (Morrison, 2010a).

Debido a la inestabilidad digital y a la compresión de los tejidos, comúnmente ocurren complicaciones secundarias, tales como hematomas, abscesos, osteítis, seromas, lesiones cortantes de la banda coronaria, etc. Estas complicaciones, difícilmente se logren resolver con éxito, sin antes formular un plan para aliviar las fuerzas de desplazamiento y finalmente realinear la falange distal (Morrison, 2010a).

En los caballos con rotación severa y/o perforación de la suela, Nickels (2011), recurre a una técnica especial de herrado.. Utiliza un material de impresión de goma (Amortiguador de Soporte Avanzado, Nanric, Inc.) para proporcionar el apoyo solear, el que actúa como un espaciador entre la superficie de apoyo de la pared del casco y la herradura terapéutica.

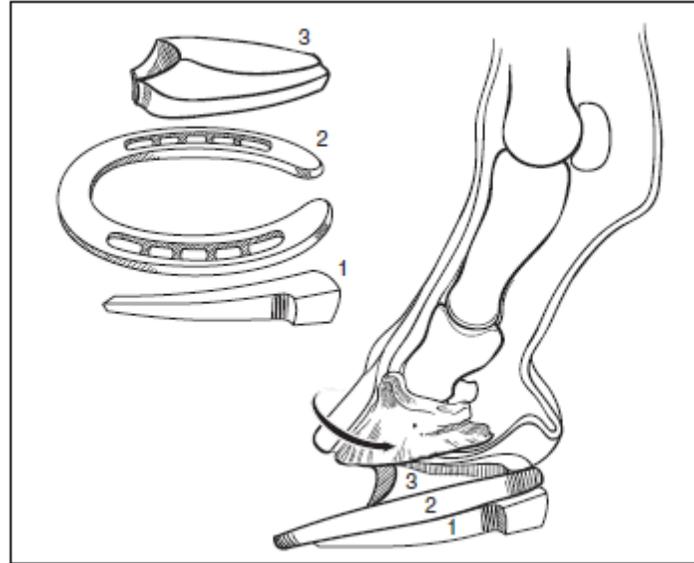


Figura 53. Este dibujo ilustra la técnica de herraje especial para realinear el pie, cuando se produjo penetración de la suela por parte del corion solear. Los componentes de esta técnica son: rieles de plástico (1), la herradura EDSS (2), y la placa amortiguadora (3). Esta última se utiliza como un espaciador para mantener la superficie de contacto de la herradura, paralela a la superficie solear de la falange distal. La herradura se fija al casco con acrílico y tela de fibra de vidrio. Fuente: (Nickels, 2011).

La evaluación clínica y radiológica de rutina, proporcionan información útil para determinar el progreso del caballo y realizar modificaciones en el herrado (Nickels, 2011).

La anterior no es una técnica fácil de realizar, siendo difícil mantener el pie equilibrado sin imponer estrés innecesario a la capsula del casco. Una alternativa a esta técnica, sería la aplicación de los zuecos sintéticos de Steward o la herradura de madera (O'Grady y col, 2007; O'Grady y col., 2009; Nickels, 2011).

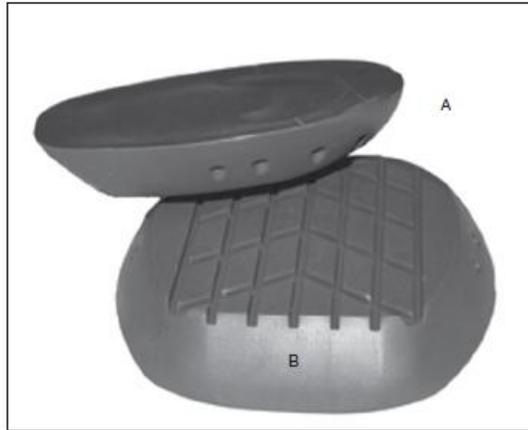


Figura 54. Zuecos sintéticos de Steward, (A) región para la pinza del pie, (B) región para el talón del pie. Fuente: (Nickels, 2011).

10. 3. 7. Tenotomía del tendón flexor digital profundo y herrado de realineación.

En caballos con el pie inestable, rotación progresiva de la falange distal, en aquellos en que ha ocurrido la penetración de la dermis a través de la suela, o si el pie no muestra una mejoría continua tras los mecanismos de manejo propuestos, a menudo se justifica una tenotomía flexor digital profundo, con el objetivo de reducir las fuerzas activas que influyen en la separación de las láminas, de la falange distal. Intentar manejar un caso en el que la falange distal ha penetrado la suela, solamente mediante el recorte y el herrado, toma demasiado tiempo, y la falange distal sufre demasiadas alteraciones, convirtiéndose en una fuente de dolor permanente a lo largo de la vida del animal. Realizar una tenotomía del flexor digital profundo, es la manera más rápida para contrarrestar las fuerzas de rotación, y restaurar la perfusión del pie (Allen y col, 1986; Hunt y col, 1991; Eastman y col, 1998; Morrison, 2008; Morrison, 2010a; Hunt, 2011).

Este procedimiento alivia el dolor, previene o minimiza la rotación y permite el restablecimiento de la relación normal, entre la superficie solear de la falange distal y la superficie de soporte de peso del casco (Nickels, 2011).

Para Morrison (2010a), el pronóstico futuro del caballo no está determinado por el hecho de que ha tenido una tenotomía, sino que está limitado por la patología que sufre el pie, donde la preservación de la integridad de la falange distal, debe ser la prioridad.

La sección del tendón flexor digital profundo, permite la realineación inmediata de la falange distal, con relación a la superficie del casco. Morrison (2010a), prefiere herrar el caballo antes de realizar la cirugía, ya que muchas veces hay necesidad de pegar la

herradura, y la preparación quirúrgica para la tenotomía, puede hacer que el pie se humedezca y el pegado sea inadecuado.

El objetivo del herrado de realineación, es colocar la herradura en un pie recortado previamente, en una posición paralela a la superficie palmar de la falange distal.

10. 3. 7. 1. Preparación del pie para el herrado de realineación.

El talón se recorta, debiéndose tomar radiografías antes y después del mismo, para realizar las mediciones correspondientes y asegurar la correcta alineación de la herradura. Se traza una línea recta paralela a la superficie palmar de la falange distal, comenzando en el aspecto más palmar de la superficie de contacto del casco. Esta primera línea representará la herradura, pudiendo ser transferida desde la radiografía, a la cápsula del casco, utilizando la siguiente técnica: trazo una línea vertical como dejando caer una plomada, desde la banda coronaria dorsal hasta la superficie de contacto del pie con el suelo, y marco una muesca en este punto sobre la cápsula del casco. En la radiografía, trazo la misma línea y marco donde esta línea, corta a la línea que representa la herradura. Este punto, a menudo se ubica por debajo de la superficie de contacto con el suelo, por lo tanto, el siguiente paso, es medir la cantidad de espacio por debajo del casco donde estas dos líneas interceptan. Esta medida, es la distancia a la cual la herradura debe ser colocada en el sitio donde se realizó la muesca primariamente (Morrison, 2010a).

La herradura puede ser forjada en aluminio y añadirle una placa de talón. La placa del talón ayuda a mantener el sostén de la suela y ofrece apoyo adicional a los aspectos palmares del pie. La herradura se coloca firmemente sobre el pie, en el mismo ángulo que en la radiografía. En esta etapa se utiliza material de impresión, el cual se moldea en forma de cuña en la pinza del pie, para lograr la alineación apropiada de la herradura (Morrison, 2010a).

La posición de la herradura debe ser evaluada en esta etapa, debiendo estar a la misma distancia en el sitio de la muesca, que la medida previamente en la radiografía. Una vez alcanzada la angulación apropiada, se pega la herradura en su lugar, mediante el uso de tela de fibra de vidrio impregnada con acrílico adhesivo. La herradura se pega sólo en las regiones de cuartas partes y talón, dejando la pinza abierta. El pegado de la pinza está contraindicado en un pie con laminitis (Morrison, 2010a).

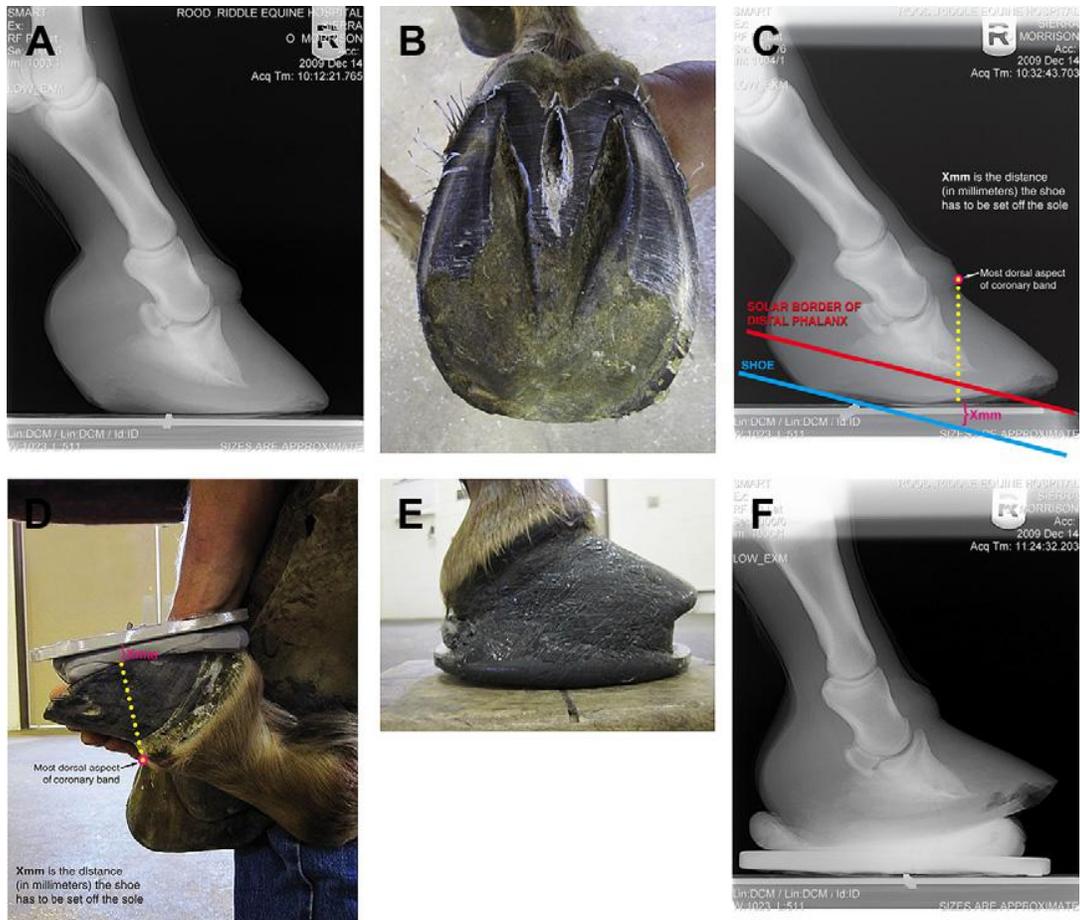


Figura 55. Herrado de Realineación. (A) Radiografía de un pie que no respondió a herrados anteriores. (B) Los talones se recortan hacia abajo. (C) Luego de ajustar el talón, se toma una radiografía lateral como modelo para la alineación de la herradura. Se traza una línea que comienza en el talón, paralela a la superficie solear de la falange distal, esta será la línea de la herradura. La distancia entre la línea de la herradura y la suela, se mide por debajo de la banda coronaria dorsal. (D) La herradura se coloca en la región del talón y se eleva de la suela debajo de la banda coronaria anterior, la misma distancia que se determinó a partir de la radiografía. (E) La herradura se adhiere al pie con acrílico y tela de fibra de vidrio. (F) Radiografía que muestra la alineación apropiada de la herradura, a la superficie solear de la falange distal. Fuente: (Morrison, 2010a).



Figura 56. Tenga en cuenta la posición de la herradura, alineada con la superficie solear de la falange distal. La herradura contacta directamente en el casco en la zona del talón y se acuña en la pinza. Fuente: Morrison (2011).

Este método de herrado, es adecuado para la mayoría de los casos de laminitis crónica de gran escala, con grave insuficiencia mecánica limitada a la región de la pinza. El pie generalmente responde con un crecimiento significativo de la suela dorsal durante las próximas 4 a 6 semanas (Morrison, 2010a).

Cuando el pie sufrió daños en las regiones de cuartas partes y talones presentando hundimiento medio-lateral, la herradura se puede colocar ligeramente inferior en el lado opuesto al hundimiento, es decir, en el lado no hundido del pie. Independientemente de la ubicación del daño en el pie, luego del herrado, la falange distal debe ser paralela al suelo en los planos frontal y sagital (Morrison, 2010a).

10. 3. 7. 2. Procedimiento de tenotomía del flexor digital profundo.

La sección quirúrgica del tendón flexor digital profundo, se ha defendido en el tratamiento de caballos con laminitis crónica refractaria (Allen y col, 1986; Hunt y col, 1991; O'Grady, 2006; Pollitt, 2008; Morrison, 2008; Morrison, 2010a; O'Grady, 2010; Hunt, 2011).

Stashak (2004), también menciona la desmotomía del ligamento frenador carpiano, como un procedimiento para disminuir la tensión sobre el tendón flexor digital profundo.

Si a pesar de la terapia inicial, la falange distal continúa inestable dentro de la cápsula del casco y el dolor está siempre presente, se debe considerar la opción de realizar una tenotomía del tendón flexor digital profundo (Stashak, 2004; Hunt, 2011).

El objetivo de la tenotomía, es eliminar la fuerza disto-palmar, ejercida sobre la falange distal por el tendón flexor profundo. La sección del tendón, también permite rebajar el talón, permitiendo la alineación de la falange distal con respecto a la superficie de apoyo del pie (Pollitt, 2008; Hunt, 2011).

Mientras el miembro no soporta peso, la fuerza impuesta en el pie por el tendón flexor digital profundo es mínima. Cuando se coloca la extremidad bajo carga, el tendón entra en tensión, e impone fuerzas sobre las láminas dorsales del pie, debido a su tracción proximal y palmar. Ninguna de estas fuerzas es perjudicial en condiciones normales, sin embargo, debido al compromiso de las láminas dorsales durante la laminitis, estas fuerzas dan lugar a la distracción de la falange distal de la cápsula del casco (Hunt, 2011).

O'Grady (2010) y Hunt (2011), consideran al procedimiento como de rescate, con el objetivo de destinar los equinos a la cría, descartándolos como atletas.

Según Hunt (2011), la severidad del daño asociado con la laminitis es quien limita el futuro del caballo, en lugar de si se realizó la cirugía o no (Hunt, 2011).

Según Morrison (2010a), todas las tenotomías relacionadas a laminitis, son realizadas en la región metacarpiana media, a menos que haya tejido cicatricial o evidencia de una antigua lesión del tendón; en ese caso el procedimiento se realiza a nivel de la cuartilla.

Para Hunt (2011), la tenotomía del flexor digital profundo, puede ser realizada en la región metacarpiana media o en la región media de la cuartilla.

Cuando la tenotomía se realiza en la región metacarpiana media, el caballo puede permanecer de pie, utilizando un anestésico local (Hunt, 2011).

Según Stashak (2004) y Pollitt (2008), la cirugía se realiza mejor en la mitad del metacarpo, utilizando anestesia local, y con el caballo de pie, profundamente sedado con xilacina o una combinación de xilacina y butorphanol.

Para O'Grady (2010), la técnica de tenotomía del flexor digital profundo en la región metacarpiana media, es relativamente sencilla, y se puede realizar empleando un anestésico local. Cuando se lleva a cabo en esta región, en lugar de en la región de la cuartilla, la articulación interfalángica distal parece ser más estable cuando el animal se mueve, gracias al tejido blando de los anexos del tendón flexor digital profundo, distal al sitio de la tenotomía.

En el caso de ser necesaria una segunda tenotomía, las adherencias asociadas con la primera, impedirían realizarla en esta región y la región media de la cuartilla se podría utilizar (O'Grady, 2010).

La Tenotomía en la región media de la cuartilla, generalmente se realiza con el caballo en decúbito, bajo anestesia general, y con la extremidad en flexión para relajar el tendón. Con el caballo de pie, hay un mayor riesgo de contaminación del campo quirúrgico, con la posible participación de la vaina del tendón, por lo tanto, debe tenerse precaución extrema (Hunt, 2011).

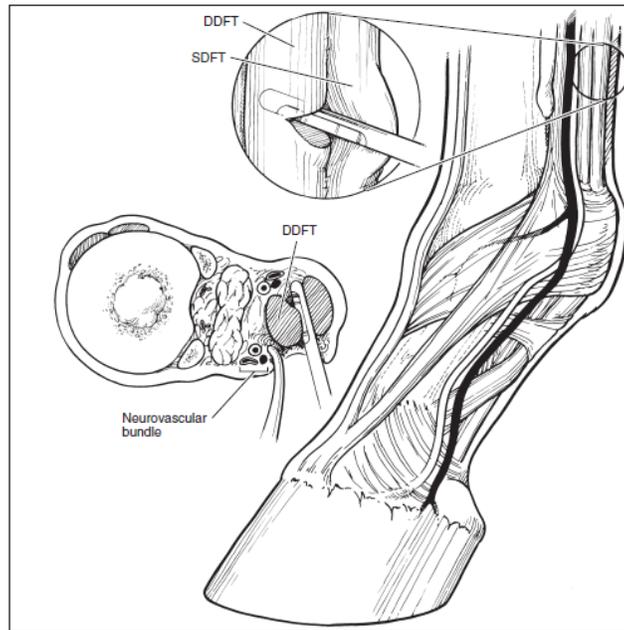


Figura 57. Tenotomía del tendón flexor digital profundo realizada en la región media del metacarpo. Este procedimiento se puede realizar con el caballo de pie o bajo anestesia general. (SDFT) Tendón flexor digital superficial, (DDFT) tendón flexor digital profundo Fuente; (Hunt, 2011).



Figura 58. Procedimiento de tenotomía del tendón flexor digital profundo, realizado en la región metacarpiana media con el caballo en estación. Fuente: (Morrison, 2011)

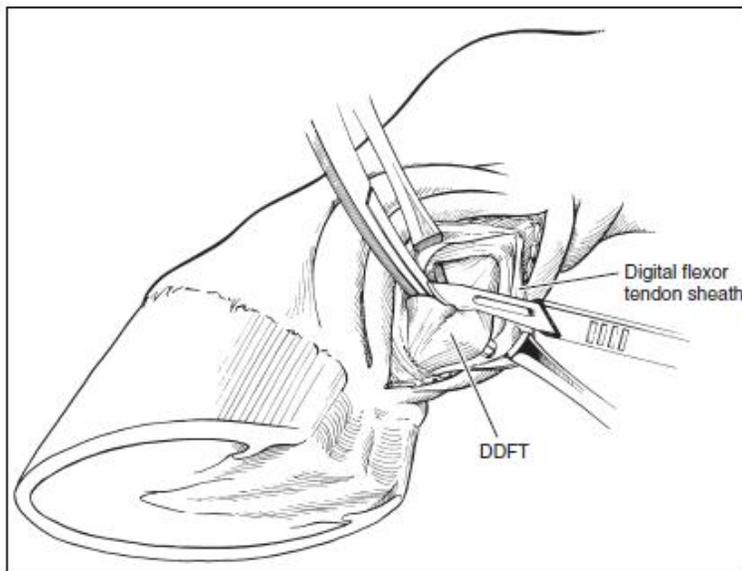


Figura 59. Tenotomía del tendón flexor digital profundo, realizada en la región media de la cuartilla con el caballo bajo anestesia general. Fuente: (Hunt, 2011).

La extremidad se insensibiliza con anestésico local, mediante un bloqueo nervioso de cuatro puntos altos y en anillo de la región metacarpiana/metatarsiana proximal. Si el procedimiento se realiza a nivel de la cuartilla, sólo se requiere un bloqueo nervioso

sesamoideo abaxial. El campo quirúrgico se depila y se prepara con antisépticos. Una incisión de 0,75 a 1 cm se realiza en la piel, sobre la cara lateral del tendón flexor digital profundo, en la región metacarpiana media. El tejido se disecciona alrededor del tendón con tijeras Metzenbaum, se utilizan un par de pequeños retractores maleables para aislar el tendón, y luego éste se secciona completamente utilizando un bisturí N° 15. La piel se sutura con Supramid 1-0, empleando un patrón de colchonero vertical. Por último, la región metacarpiana/metatarsiana se cubre con un apósito no adherente y se venda con algodón (Morrison, 2010a; Hunt, 2011).

Se pueden utilizar retractores maleables, fabricados a partir de un "cuchillo de mantequilla". Utilizando disección roma a lo largo de las fronteras dorsal y palmar del tendón, se crean dos planos para la inserción de los retractores. Se debe tener cuidado y excluir el paquete neurovascular de la transección (Hunt, 2011).

Un chasquido audible se produce a menudo, una vez que se completa la transección del tendón. En los extremos del tendón seccionado, se puede palpar una depresión de unos 2cm aproximadamente. Se debe aplicar presión firme mediante un vendaje (Hunt, 2011).

Si el procedimiento se realiza a nivel de la cuartilla, la incisión se realiza en la línea media palmar, justo por encima de los bulbos del talón. La incisión se continúa a través de la vaina del flexor digital profundo. El tendón se aísla con fórceps mosquito, se exterioriza, y se secciona completamente. La vaina del tendón se sutura con Vicryl 2-0, empleando un patrón continuo y la piel se sutura con Supramid 1-0, empleando un patrón de colchonero vertical. La incisión se cubre con un apósito no adherente y luego se venda desde el casco, hasta el metacarpo/metatarso (Morrison, 2010a).

Una vez culminado el procedimiento de herrado de realineación y tenotomía, se toman radiografías para garantizar la perfecta ubicación de la herradura (Stashak, 2004; Morrison, 2010a).

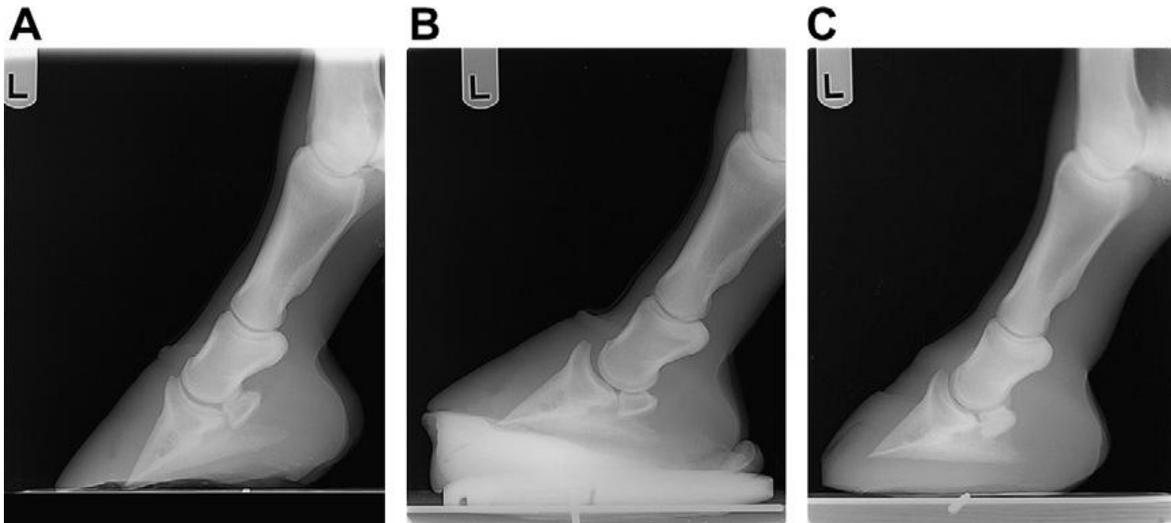


Figura 60. Radiografía de un pie con laminitis crónica. (A) Pie presentando penetración de la suela por parte de la falange distal. (B) El mismo pie después de la tenotomía y herrado de realineación. (C) El mismo pie a los 3 meses; en esta etapa, el pie se deja descalzo, con una alineación y profundidad de suela normal. Fuente: (Morrison, 2010a).

La subluxación de la articulación interfalángica distal, es un hallazgo común luego de la tenotomía, siendo más pronunciada en algunos casos. Para Morrison (2010), no parece crear problemas a largo plazo y por lo general se corrige en los próximos herrados, a medida que la tenotomía cicatriza (Morrison, 2010a).

Según Nickels (2011), esta posición anormal puede causar dolor palmar en el pie, y por lo general resulta en la osteoartritis de la articulación interfalángica distal. Una sobrecarga grave del tendón flexor digital superficial, puede provocar daños en el tendón, resultando en una deformidad flexural de la articulación metacarpofalángica.

El manejo postoperatorio de estos caballos es sumamente importante, con el objetivo de evitar o minimizar estas complicaciones. El herrado es crucial para proteger la articulación interfalángica distal y reducir la carga en los tendones (Nickels, 2011).

En caballos con tenotomía realizada en la región media de la cuartilla, es necesario aplicar una herradura con extensión palmar y elevar el talón. La herradura debe ser usada por un mínimo de 8 a 10 semanas para prevenir la subluxación de la articulación interfalángica distal. Si se evidenciara este hecho en caballos con tenotomía realizada en la región metacarpiana media, se debe aplicar el mismo tipo de herrado descrito anteriormente (O'Grady, 2010; Hunt, 2011).

Cada caso se vuelve a herrar de la misma manera con intervalos de 5 a 6 semanas, hasta que se haya igualado la profundidad de la suela en la región de la pinza con la del talón, y la superficie palmar de la falange distal sea paralela al suelo (Morrison, 2010a).

Hunt (2011), ha repetido la tenotomía numerosas veces, en caballos con dolor recurrente asociado con laminitis crónica. La mejoría clínica se observó después de cada procedimiento quirúrgico, aunque subjetivamente los efectos no fueron tan beneficiosos, como los obtenidos en las tenotomías anteriores. Esto se puede asociar, al deterioro progresivo del pie con laminitis o al desarrollo de adherencias por parte del tendón.

Luego del procedimiento quirúrgico, el caballo debe limitarse a una zona cerrada que restrinja el movimiento (Pollitt, 2008; Hunt, 2011).

El grado de liberación de tensión, es mayor luego de la tenotomía realizada en la región media de la cuartilla, debido a la aproximación anatómica con la inserción del tendón en la falange distal y debido a la separación sin restricciones dentro de la vaina tendinosa. El tendón se puede separar de 6 a 10 cm después de la transección en esta región. En contraste, la separación luego de la tenotomía en la región metacarpiana media, está limitada por el peritendón adjunto al tejido subcutáneo (Hunt, 2011).

La mejoría clínica se ve a los dos o tres días luego de la cirugía y los efectos generales parecen perdurar por varios meses (Hunt, 2011).

El dolor crónico puede ser consecuencia de la sobrecarga del tendón flexor digital superficial, la osteoartritis de la articulación interfalángica distal, infecciones en las articulaciones, o infecciones crónicas en el pie (Hunt, 2011).

La mayoría de los caballos muestran una mejoría clínica inicial. Esto apoya la hipótesis de que la tensión palmar ejercida por el tendón flexor digital profundo en la falange distal, contribuye al dolor en la laminitis crónica refractaria (Pollitt, 2008).

Si la tenotomía se realiza antes de que haya osteólisis significativa de la falange distal, la mayoría de los caballos se recuperan. Sin embargo, la mejoría clínica a veces es de corta duración y muchos caballos requieren la eutanasia dentro de los 12 meses posteriores a la cirugía. El pronóstico es malo si se han desarrollado osteólisis y abscesos de la falange distal (Pollitt, 2008).

10. 3. 7. 3. Cuando realizar una tenotomía.

Según O'Grady (2010), existen tres instancias en las que la tenotomía del tendón flexor digital profundo está indicada en caballos con rotación falangiana.

En primer lugar, está indicado en caballos que muestran una rotación progresiva de la falange distal, a pesar de los esfuerzos para estabilizarla. Esta técnica se aplica en particular a los caballos en los que la falange distal está perforando la suela del pie. En

segundo lugar, está indicado en caballos con persistente malestar, que muestran poco o ningún crecimiento de la pared dorsal del casco y de la suela, aunque la evidencia radiográfica muestre una aparente estabilidad de la falange distal. Luego de la tenotomía, con frecuencia se produce un aumento dramático en la tasa de crecimiento de la pared del casco y la suela, junto con la disminución del dolor. Y en tercer lugar, la tenotomía del flexor digital profundo, se justifica con el objetivo de corregir deformaciones flexurales secundarias graves, que pueden presentarse durante las etapas posteriores al tratamiento (O'Grady, 2010).

Según O'Grady (2010), el procedimiento está contraindicado en los caballos con rotación capsular dorsal, cuando este patrón se acompaña de desplazamiento mediolateral, ya que de este modo se dejaría como única fuente de apoyo a las láminas del lado no afectado del pie.

Para Hunt (2011), no existen pautas claras que dicten si la cirugía debe realizarse, y en qué momento hacerlo. En general, la cirugía se reserva para caballos con laminitis crónica recurrente, que sufren de abscesos periódicos en el pie, poseen rotación de la falange distal y contracción de la pared del casco, con mínimo o ningún hundimiento (desplazamiento distal).

Para Morrison (2010a), el momento en el cual se realiza el procedimiento es crítico. Este debe ser realizado antes de que el equino desarrolle una enfermedad ósea avanzada. Si la falange distal se ve gravemente comprometida, será una fuente de dolor crónico permanente, impidiendo cargar peso sobre la extremidad afectada, lo que interfiere con el normal funcionamiento de ésta. Estos casos tienden a evolucionar, generando abundante tejido cicatricial y adhesión del flexor digital profundo al tendón flexor digital superficial y al ligamento suspensorio. Con el tiempo este tejido se retrae, creando una contracción combinada del tendón flexor digital superficial y el tendón flexor digital profundo.

La extremidad debe ser capaz de cargar peso completamente, tan pronto como sea posible luego de la cirugía, por lo tanto, puede ser beneficioso el tratamiento de infecciones o realizar cualquier desbridamiento antes de la tenotomía. Esto no es siempre posible, debido a que la mayoría de las infecciones son secundarias a la compresión del tejido por parte de la falange distal, por lo que la tenotomía y el herrado de realineación previo, son necesarios para combatir las infecciones (Morrison, 2010a).

Luego de la tenotomía, el caballo se debe mantener en un pequeño prado para alentarle a cargar la extremidad. Si el caso se mantiene en un box en estricto reposo, el sitio de la tenotomía reparará en una posición contraída, y no se obtendrán beneficios con el procedimiento (Morrison, 2010a).

Según Morrison (2010a) muchos veterinarios esperan demasiado tiempo para llevar a cabo el procedimiento, y como consecuencia el pie sufre daños irreparables, obteniendo una baja tasa de éxito. Un caso crónico descompensado debe ser regularmente evaluado, y se debe hacer un juicio antes de que se presenten las complicaciones secundarias. Si sólo con el herrado en una primera instancia no se logra rehabilitar el pie, la cirugía tiene que ser realizada de una manera oportuna.

El aspecto más importante del procedimiento de tenotomía, es la implicancia del manejo pre y postquirúrgico del pie. La combinación de la cirugía con el herrado apropiado, es imprescindible para el éxito a largo plazo. La realización de la transección sin el herrado de realineación, sólo ofrece una mejoría clínica a corto plazo y probablemente no afecte la tasa de supervivencia (Morrison, 2010a).

10. 3. 7. 4. Pronóstico para los casos manejados con tenotomía del flexor digital profundo y herrado de realineación.

La sección del flexor digital profundo es un procedimiento polémico en el tratamiento de la laminitis crónica. Esta controversia se atribuye en gran parte a la variación de la experiencia personal, entre el procedimiento y las tasas de éxito reportadas en las diferentes literaturas (Allen y col, 1986; Hunt y col, 1991). Para Morrison (2010a), las discrepancias en las tasas de éxito probablemente sean resultado de las variaciones en la patología del pie, y de la calidad del manejo que acompañe el procedimiento.

En el Hospital Equino Rood & Riddle, se revisaron los registros de 245 casos de tenotomías, los cuales recibieron un protocolo de herrado de realineación como anteriormente se describió. Se registraron las tasas de éxito agrupando los casos por medio de los siguientes criterios: grado de enfermedad ósea, ocurrencia de penetración solar, hundimiento, número de miembros afectados, y si el/los miembros afectados eran anteriores o posteriores. Obteniendo información sobre las tasas de éxito para los diferentes factores, se podría ayudar al clínico a estimar un pronóstico para los casos similares que requieran el procedimiento (Morrison, 2010a).

Los casos fueron considerados exitosos, si podían caminar en el campo normalmente, pasado un año del procedimiento. La enfermedad ósea se determinó sólo mediante la vista radiográfica lateral y se clasificó en: ninguna, moderada, o severa (Morrison, 2010a).

De todos los casos considerados exitosos, el 13% volvió a un uso deportivo (4 de ellos eran casos de hundimiento) (Morrison, 2010a).

Ningún caso con enfermedad ósea severa retornó a su uso deportivo (Morrison, 2010a).

El importe global de la rotación no afectó el pronóstico, incluso casos en los que la falange distal había perforado la suela tuvieron éxito, siempre y cuando no existiera enfermedad ósea grave o hundimiento (Morrison, 2010a).

El procedimiento de tenotomía, tiene mayor éxito en los casos que poseen una falange distal saludable y en los que el fallo mecánico se limita a la región de la pinza del pie (Morrison, 2010a).

Aunque la tenotomía puede ser útil en la rehabilitación del síndrome de hundimiento agudo, los casos tienen un muy mal pronóstico, independientemente del tratamiento.

Para que la tenotomía pueda tener éxito, se debe tener en cuenta lo siguiente: seleccionar adecuadamente en qué casos realizarla, en qué momento se realiza el procedimiento, y utilizar herraduras de realineación como parte del procedimiento de tenotomía (Morrison, 2010a).

10. 3. 8. Preservación del rodete coronario.

Cuando la falange distal se desplaza severamente, el rodete coronario es comprimido por el proceso extensor de ésta y las papilas coronarias se doblan o rizan. Como resultado, el crecimiento de la pared a partir de estas papilas, toma una orientación anormal. La pared del casco en lugar de producirse orientada de proximal a distal, es producida hacia fuera en ondas. En la región posterior de la pared, se visualiza esta anomalía como anillos de crecimiento prominentes o ceños. Si el desplazamiento de la falange distal avanza, la banda coronaria se separa, debido a que las estructuras de tejido blando se desplazan distalmente a la cápsula rígida del casco. Al área donde ocurre la separación, se la denomina lesión cortante (Shear lesión) (ver figura 63, pag. 115) de la banda coronaria (Morrison, 2010a).

La compresión de la banda coronaria, puede ocurrir en cualquier sitio sobre la región de la pinza en los casos de desplazamiento rotacional, o en la región de cuartas partes en los casos de hundimiento medial, lateral, o vertical (Morrison, 2010a).

Históricamente, el ranurado de la banda coronaria y la resección de la pared dorsal del casco, en conjunto con herraduras terapéuticas, han sido propuestos para el tratamiento de la laminitis (Ritmeester y col., 1996; Parks y col., 2003, Pollitt, 2008; Morrison, 2010a; Rucker, 2010b)

10. 3. 8. 1. Ranurado del rodete coronario.

La técnica de ranurado de la banda coronaria, ha demostrado ser un buen complemento en el manejo del pie con laminitis crónica (Ritmeester y Ferguson, 1996). Esta técnica realizada a tiempo, puede prevenir que la banda coronaria desarrolle una lesión cortante (Shear lesión). El ranurado disocia mecánicamente la nueva pared proximal, y permite acelerar el crecimiento de la pared del casco en esa región (Morrison, 2010a; O'Grady, 2010).

Los anillos de crecimiento de la pared del casco (ceños) son una guía útil para determinar el área de ranurado. Siguiendo el patrón de los ceños de crecimiento estrechos, la pared del casco se ranura utilizando un dremel o el borde de una escofina, distal a la banda coronaria 0,75cm por debajo de la línea del pelo. El espesor entero de la pared es cuidadosamente ranurado hasta observar pequeñas áreas de hemorragia (Morrison, 2010a).

Stashak (2004), comenta sobre un estudio en el que se evaluaron caballos con laminitis crónica con crecimiento anormal del casco. Un grupo se sometió al ranurado coronario y el otro no. En este estudio, se observó que los caballos sometidos al ranurado, mostraron un incremento significativo en el crecimiento de la porción dorsal del casco, en comparación con el grupo control. Este ranurado se realizó en conjunto con el desvasado correctivo del casco. Aunque el ranurado incrementó el crecimiento del casco, no hubo diferencias en la mejoría clínica entre los grupos.

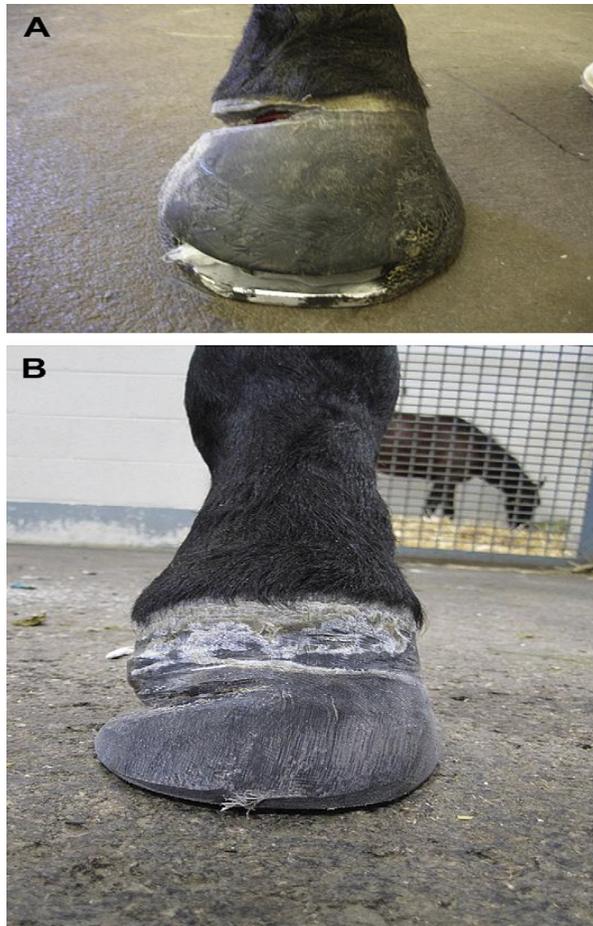


Figura 61. (A) Miembro posterior izquierdo con rotación y hundimiento lateral. En la pared lateral ha cesado el crecimiento, aunque no se observa separación. Se realizó el ranurado subcoronario para restablecer el crecimiento normal y evitar la separación. (B) El mismo pie, 5 meses más tarde. Fuente: (Morrison, 2010a).



Figura 62. Pie al cual se le realizó el ranurado coronario. Fuente: (Morrison, 2004).

10. 3. 8. 2. Resección de la pared del casco.

La resección de la pared del casco se indica con el fin de mejorar la dirección y velocidad de crecimiento del nuevo casco, o para desbridar tractos de drenaje asociados con tejido necrótico entre la pared y la falange distal (O'Grady, 2010; Morrison, 2010a).

Sin la resección de la pared, el corion coronario se puede llegar a necrosar y permanecer dañado, lo que impide el crecimiento futuro del cuerno tubular (Rucker, 2010b).

La resección puede ser parcial o completa. Una resección completa de la pared del casco, extirpa toda la pared desde la superficie de contacto con el suelo, hasta la banda coronaria. Una resección parcial se extiende una distancia variable (O'Grady, 2010).

El área de resección debe ubicarse aproximadamente de 0,5 a 1 cm a distal de la banda coronaria, incluyendo toda la muralla por debajo de la lesión cortante, y debe ir disminuyendo hacia los extremos en los que la banda coronaria se encuentra saludable. Se dibuja una forma semielíptica para demarcar el sitio de la resección y utilizando un dremel, o el borde de una escofina, se corta a través de la pared del casco. Luego utilizando un fórceps, se retira el pedazo seccionado de pared y se cubre la zona con una gasa embebida en antiséptico (Morrison, 2010a).

Según Rucker (2010b), existe una fuerte tendencia a ser demasiado conservador. La extracción de un área muy pequeña no satisface las demandas del procedimiento, ya que el corion laminar continúa inflamándose hacia el exterior a lo largo del margen inferior de la resección.



Figura 63. Un caso de rotación falangiana el cual requiere tenotomía y herrado de realineación. (A) La banda coronaria anterior fue separada (lesión cortante), produciendo inflamación y dolor a la palpación. (B) Se realizó una resección parcial para aliviar la compresión y restaurar el crecimiento normal. (C) El mismo pie, 1 año después. Fuente: (Morrison, 2010a).



Figura 64. Prolapso del rodete coronario, a causa de un absceso submural en un caso grave de laminitis. Fuente: (Gatke Long y col., 2006).

El área reseca debe mostrar epitelización dentro de los 10 a 14 días siguientes. La pared debe ser regenerada por la banda coronaria en los próximos meses. La falta de tejido de epitelización o la continua compresión de la dermis por el aspecto proximal de la pared seccionada, indica que debe realizarse una nueva resección (Morrison, 2010a).

Los productos tópicos que contienen zinc pueden acelerar la epitelización. La membrana amniótica desinfectada en forma de apósito sobre el sitio de la resección, ha demostrado acelerar la epitelización (Gatke Long y col., 2006; Morrison, 2010a).

Según Pollitt (2008), la resección temprana de la pared del casco en la región coronaria y en la pinza distal, libera la compresión de los tejidos; y dependiendo de la extensión de la patología en los tejidos y el hueso, restaura el crecimiento normal del casco.

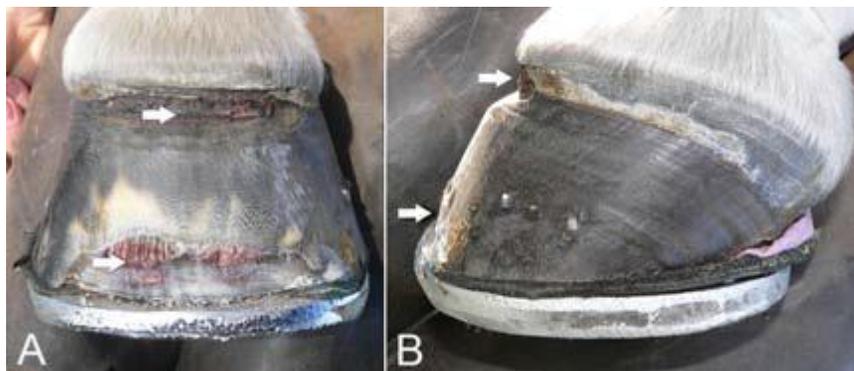


Figura 65. Resección de la pared en la región coronaria y en la pinza distal. Luego de la resección mejora el crecimiento de los cascos afectados por laminitis crónica. Vista dorsal (A) y lateral (B) del surco realizado por debajo de la corona y en la pinza distal. Fuente: (Pollitt, 2008).



Figura 66. Pie del mismo caballo, 10 semanas después de la resección. El procedimiento parece haber restaurado el crecimiento del casco a nivel de la corona debajo de la línea de pelos. El andar del caballo y la actitud mejoraron notablemente. Fuente: (Pollitt, 2008).

El éxito de la resección de la pared, aumenta si se realiza mientras el corion laminar y coronario están relativamente sanos aún. La venografía digital ayuda a identificar la necesidad de una resección de la pared, antes de que el pie muestre algún signo (Rucker, 2010b).

11. DESPLAZAMIENTO DISTAL ASIMÉTRICO DE LA FALANGE.

La rotación mediolateral de la falange distal, es una condición menos común que la rotación capsular dorsal, y se tiene menor conocimiento sobre el tratamiento de caballos con este tipo de desplazamiento (O'Grady y col, 2007; Parks y col., 2008). Con el aumento del uso de la radiografía dorsopalmar del pie, se ha revelado una mayor incidencia de esta condición.

Dependiendo de la conformación de la extremidad, un pie con laminitis puede sufrir desplazamiento ya sea medial o lateral. Algunos de estos casos, ocurren a consecuencia de la elevación del talón, en el intento de impedir la rotación de la falange distal, en la fase aguda de la enfermedad. Aunque la elevación del talón disminuye las fuerzas de rotación en la falange distal, y por lo tanto la tensión en las láminas dorsales, la cuña desplaza la fuerza de reacción del suelo a los talones y pone la tensión sobre las barras. De esta manera, una estrategia para mitigar la rotación puede causar inadvertidamente hundimiento en las cuartas partes (O'Grady, 2010; Morrison, 2010a).

Según O'Grady (2010), la rotación mediolateral es impulsada por la conformación del pie, ya que sólo se ha observado cuando el pie esta desbalanceado en el plano latero-medial, colocando carga desproporcionada en el lado medial del pie.

Uno de los primeros signos visibles del desplazamiento mediolateral, es la falta de crecimiento de la pared del casco sobre la corona del lado afectado (O'Grady, 2010).

El hundimiento se detecta con precisión mediante la palpación de la banda coronaria, sobre la cual se evidencia una cavitación o cornisa, siendo éste un signo de que se produjo el hundimiento (Morrison, 2010a).

Las radiografías muestran una opacidad del tejido blando o halo coronario típico en la región de la banda coronaria (Morrison, 2010a).

Una vez detectado el hundimiento medial o lateral, la cuña de talón debe ser retirada y el caballo debe ser colocado sobre alguna superficie blanda, como una almohadilla de goma o material de impronta. Esto le permite al caballo moldear la almohadilla de goma hacia la configuración más cómoda y tomar el estrés de las áreas comprometidas (Morrison, 2010a).

Este tipo de desplazamiento es difícil de manejar y la respuesta parece ser mejor si se trata a tiempo. Teóricamente la cápsula del casco puede ser estabilizada en relación a la falange distal, reduciendo la carga de peso sobre el lado afectado, mediante el aumento de la carga de peso en el lado contralateral. En otras palabras, la fuerza de reacción del suelo puede ser desplazada hacia el lado no afectado, o menos afectado del pie (O'Grady, 2010).

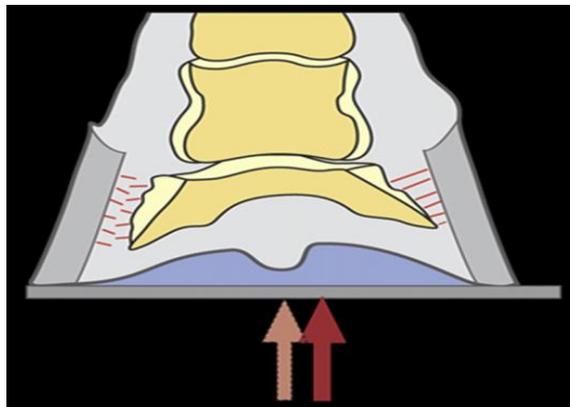


Figura 67. Representación esquemática, que muestra la mecánica de mover la fuerza de reacción del suelo lejos de la parte afectada del pie, tras la colocación de la herradura. Fuente: (O'Grady, 2010).

Este cambio se logra mediante la extensión de la herradura en el lado contralateral al afectado (O'Grady, 2010).

O'Grady (2010) ha tenido éxito en el control de la rotación mediolateral en un número limitado de caballos, mediante la aplicación ya sea de una herradura de rieles,

colocando la herradura de madera en combinación con material de impresión, o estableciendo el zapato estrecho sobre el lado afectado y ancho en el no afectado.



Figura 68. Desplazamiento unilateral tras la aplicación del zapato de madera con extensión hacia el lado lateral. Tenga en cuenta, la falta de crecimiento de la pared del casco en la corona a medial (flecha roja). Fuente: (O'Grady, 2010).

Cuando se utiliza la herradura de madera, un ligero aumento del bisel en el lado lateral, parece aumentar el beneficio (O'Grady, 2010).

Esta técnica parece ser prometedora y ha mejorado visiblemente el confort de los caballos que padecen este patrón de desplazamiento, promoviendo el crecimiento de la pared del casco sobre el lado afectado y revirtiendo la evidencia de rotación medio-lateral de la falange distal a través del tiempo. Debido a que la tasa de complicaciones de esta condición parece ser alta, el pronóstico del tratamiento sigue siendo menos favorable que el obtenido en los casos de rotación capsular dorsal de la falange distal (O'Grady, 2010).

Morrison (2010a), como parte del manejo de estos casos, suele realizar un ranurado coronario en las regiones correspondientes.

O'Grady (2010), a menos que la pared del casco sobre el lado medial este completamente separada, se ha mostrado renuente a resecar la pared del casco, ya que ésta puede proporcionar cierta estabilidad y evitar el colapso. Si el margen proximal de la cápsula del casco se separa e invade la corona, se puede quitar una delgada franja de pared, lo que aumenta la comodidad del caballo de inmediato.

La identificación temprana de este patrón de desplazamiento puede cambiar el resultado en muchos casos (O'Grady, 2010).

Si no hay respuesta al tratamiento antes mencionado, el pie debe ser colocado en un molde de yeso con un sostén sobre la superficie de la suela. Una vez fijado el molde del pie, se aplica polimetacrilato de metilo adhesivo (Equilox) sobre la superficie de apoyo en forma de cúpula (Morrison, 2010a).

Este método, permite que el pie rompa el paso fácilmente en todas las direcciones y cargue las regiones axiales, descargando el perímetro de la pared (Morrison, 2010a).



Figura 69. Yeso en el pie utilizado para tratar un caso de hundimiento distal. Se colocó un soporte en la suela. La parte inferior del yeso tiene forma de cúpula hecha de acrílico, para permitir romper el paso fácilmente en todas las direcciones. Fuente: (Morrison, 2010a).

En los casos con desplazamiento distal, en los cuales se ha producido una lesión alrededor de todo el perímetro de la pared, el caballo es generalmente sacrificado. En algunos casos con hundimiento unilaterales o en circunstancias especiales, se han rehabilitado con éxito algunos pies mediante la ablación completa de la cápsula del casco, combinada con un yeso bajo en el miembro, o mediante la aplicación de clavos de transfixión (Morrison, 2010a).

Luego de la ablación capsular, el casco repara primero a través de la epitelización laminar. La duración de este proceso puede variar de semanas a meses, dependiendo de la cantidad de compresión en el área expuesta. El pie puede tomar varios meses en comenzar a generar pared (Morrison, 2010a).

Hacer frente a las infecciones mientras el pie está regenerando la pared del casco, puede ser un reto, por lo que la medida en que estos pies pueden ser rehabilitados es cuestionable (Morrison, 2010a).

A menudo son necesarios herrados especiales y restricciones del ejercicio de por vida en estos casos (Morrison, 2010a).

12. INFECCIONES EN EL PIE CON LAMINITIS.

Debido al daño tisular crónico y a la disminución en la perfusión de ciertas áreas del pie, son común la necrosis de los tejidos y las infecciones. *En estos casos, antes de instaurar cualquier otra medida de manejo, la formulación de un plan de herrado y/o cirugía es el primer paso, siendo fundamental para aliviar el tejido comprimido y restaurar la perfusión.* La mayoría de las infecciones superficiales se resuelven tras el alivio de la compresión de los tejidos y la realineación de la falange distal, sin embargo, las infecciones más profundas son a menudo difíciles de resolver (Morrison, 2010).

Los métodos para el tratamiento de la osteítis séptica de la falange distal incluyen: desbridamiento quirúrgico, antibioticoterapia sistémica, perfusión regional de antimicrobianos, y terapia larval entre otros (Morrison, 2005; Sherman y col., 2007; Hunt, 2011). Morrison (2010b), ha obtenido un gran éxito en el tratamiento de las infecciones crónicas con el desbridamiento quirúrgico, seguido de la terapia larval y el tratamiento antibiótico adecuado. La terapia larval utiliza larvas desinfectadas para desbridar el tejido necrótico, éstas tiene la ventaja de eliminar sólo el tejido muerto o infectado, sin comprometer estructuralmente el tejido sano.

El tratamiento de tales complicaciones suelen prolongarse durante muchos meses, acarreado un gran costo financiero y emocional, por lo que todos los involucrados deben ser conscientes de esto (Hunt, 2011).

13. FRACASOS EN EL MANEJO.

Hay muchas razones por las cuales el tratamiento de los caballos con laminitis puede no ser exitoso. La gravedad de la enfermedad inicial es la razón más importante, en particular cuando es seguida por infecciones persistentes (O'Grady y col., 2006; O'Grady y col, 2007; Parks y col., 2008)

Las restricciones financieras también son importantes, debido a que el tratamiento puede ser muy costoso, largo y agotador. Muchos propietarios dejan de lado el

tratamiento, cuando las implicancias del costo o el desgaste físico y/o psicológico del proceso de rehabilitación, se hacen manifiestos (O'Grady, 2010).

También es frecuente, que los propietarios no cumplan con las recomendaciones de los veterinarios y herradores (O'Grady, 2010).

Un resultado exitoso, es invariablemente reforzado por el trabajo en equipo entre veterinario y herrador, junto con la conformidad del propietario (O'Grady, 2010).

14. PRONÓSTICO.

El pronóstico funcional del pie con laminitis se determina por su integridad estructural, y ésta se relaciona con el compromiso vascular, la patología ósea, y la calidad del engranaje laminar. Sin embargo, el pronóstico también se ve influenciado de una manera importante por las expectativas del propietario (Hunt y col., 2010)

Para Pollitt (2008), algunos de los caballos que muestran signos clínicos de laminitis aguda, se recuperan por completo si se tratan a tiempo, utilizando una combinación de terapia médica racional y soporte mecánico. Sin embargo, los caballos que se recuperan incluso de la laminitis más leve, deben mantenerse en quietud por un periodo de tiempo y monitorizarlos frecuentemente. Si no existe evidencia radiográfica de desplazamiento de la falange distal dentro de la cápsula del casco, y el pulso digital no es palpablemente 48 horas después de terminado el tratamiento, el caballo puede ser regresado a su función habitual.

Si las radiografías muestran desplazamiento de la falange distal, el pronóstico debe ser más cauteloso. Los caballos con un leve aumento en la distancia entre la falange distal y la pared del casco dorsal, con o sin rotación de la falange distal, a menudo muestran una recuperación aparente y permanecen sin claudicación indefinidamente. Sin embargo, los caballos con mayor desplazamiento y rotación de la falange distal, suelen mostrar recuperación parcial y con frecuencia tienen una historia de claudicación intermitente, especialmente después del ejercicio (Pollitt, 2008).

La histopatología de las laminillas en la fase crónica temprana, muestra una reducción en el número de laminillas epidérmicas secundarias funcionales. Muchas de las láminas epidérmicas secundarias aparecieron distorsionadas y con formas anormales, incluso varios años después del episodio inicial de laminitis. En otras palabras, los caballos que desarrollan laminitis con destrucción laminar inicial significativa, nunca logran una recuperación anatómica completa y son propensos a episodios recurrentes de dolor en el pie (Pollitt, 2008).

Es importante evaluar la naturaleza y extensión del desplazamiento, ya que se relaciona directamente con el grado de claudicación, la probabilidad de retorno a los niveles de rendimiento anteriores y a la supervivencia (Stick y col, 1982; Cripps y col., 1999b).

Stick y col. (1982) realizaron estudios de los hallazgos radiográficos para correlacionar el grado de rotación de la falange distal, con el pronóstico. Este parámetro se correlacionó inversamente con el retorno al rendimiento deportivo.

Para Stashak (2004), existen controversias acerca de si el grado de rotación de la falange distal, se relaciona con el pronóstico futuro de los casos de laminitis.

Existen informes sobre el éxito en el retorno a la función atlética, en caballos luego de haber sufrido 11.5 ° de rotación dorsal tratados con herraduras de barra de corazón (Eustace y col., 1989).

Otros estudios realizados por Hunt (1993), también informaron que los caballos que vuelven a la actividad atlética, tienen significativamente menos rotación dorsal, que los caballos que permanecen con claudicación.

Cripps y col. (1999b), encontraron que la evidencia radiológica de rotación dorsal, era significativa en el pronóstico, sin embargo, otros parámetros radiológicos fueron más significativos.

Estudios realizados por Eastman y col (1998), no encontraron al ángulo dorsal de rotación como un indicador de pronóstico útil para la supervivencia.

Cripps y col. (1999b), determinaron que la distancia proceso extensor-coronaria fue el parámetro pronóstico más significativo, para los caballos que tenían una depresión palpable justo por encima de la banda coronaria. Estos autores, observaron que los caballos con laminitis crónica con una distancia proceso extensor-coronaria menor a 7,9 mm, fueron tratables, en contraste con aquellos con una distancia mayor a 15.2 mm, muy pocos de los cuales sobrevivieron.

Para Pollitt (2008), los caballos con más de 15° de rotación, acompañados de desplazamiento distal de la falange en la cápsula del casco dentro de las 4 a 6 semanas del episodio inicial de laminitis, tienen un pobre pronóstico.

Baxter (1986), coincide con Pollitt. Propone que los caballos que sufren el desplazamiento distal de la falange distal tienen un mal pronóstico.

El prolapso de la falange distal a través de la suela ya necrótica, por lo general se acompaña de infección subsolear y sublaminar, por lo que estos casos tienen un pobre pronóstico (Pollitt, 2008).

Hunt (1993), sugiere que la severidad y la duración del dolor, se correlacionan con la evolución clínica y la sobrevivencia futura.

Cripps y col. (1999b), encontraron que la severidad de la claudicación, presencia de perforación de la suela y el número de miembros afectados, son indicadores de pronóstico, sin embargo eran menos significativos que la distancia coronaria-proceso extensor.

La venografía es de gran valor para determinar la interrupción de la arquitectura vascular, por lo tanto, puede ayudar en la determinación del pronóstico en especial en el curso temprano de la enfermedad (Stashak, 2004; Hunt y col., 2010).

Hunt y col. (2010), sugieren que la enfermedad primaria, la fase de la laminitis y el grado de inestabilidad del pie, son factores importantes a tener en cuenta en el pronóstico. Destacan el grado de inestabilidad dentro del pie como el factor más importante para estimar el resultado final de un caso.

Las expectativas del cliente y el destino futuro del caballo influyen el pronóstico, ya que este aspecto es muy variable. Destinar una yegua para cría, y por lo tanto un buen pronóstico, pueden no cumplir con las expectativas del propietario de un caballo utilizado para la actividad deportiva (Hunt y col, 2010).

Hunt y col. (2010), proponen que el nivel de atención, la dedicación de tiempo, y los costos financieros y emocionales asumidos por el propietario, afectan el pronóstico de una manera sustancial.

Según Redden (1997) y Pollitt (2008), el factor más importante en el pronóstico a largo plazo del caballo con laminitis, es la extensión de la patología laminar, la cual influye en el grado de inestabilidad entre la falange distal y la pared del casco.

15. DISCUSIÓN.

Al momento de discutir el manejo del pie con laminitis, es importante visualizar el objetivo en común de los diferentes autores en la aplicación de los principios biomecánicos. A partir del conocimiento de cómo contrarrestar las fuerzas nocivas que ejercen su acción en un pie con laminitis, se plantean las diferentes medidas, dispositivos, herraduras y procedimientos, basados en la evidencia experimental y en la experiencia personal de cada autor.

A partir de los ensayos realizados por Pollitt y Van Eps en el 2004, sobre la aplicación de la crioterapia continua en las extremidades como un método preventivo eficaz durante la fase de desarrollo de la laminitis, Morrison (2010a) coincide con estos dos

autores y también propone este método; agregándole la existencia de algún mérito terapéutico para los casos que ya están en la fase aguda de la laminitis.

En lo referido al soporte mecánico del pie durante la fase aguda, ninguno de los autores propone el uso de herraduras terapéuticas hasta una vez lograda la remisión de los síntomas y la estabilidad del pie.

Por el contrario, sugieren retirar las herraduras y colocar el caballo sobre superficies deformables. También proponen la utilización de dispositivos de soporte mecánico de fácil aplicación, atraumáticos, los cuales permitan compartir y redistribuir la carga de peso hacia la región palmar y axial del pie. Y por sobre todas las cosas, mantener el caballo en quietud estricta.

Tanto Redden (1997), Stashak (2004), Parks y col. (2008), como Nickels (2011), coinciden en desgastar la pinza del pie durante la fase aguda mediante un biselado, con el objetivo de facilitar el despegue del paso (Breakover) y disminuir la tensión creada por la fuerza de palanca de la región dorsal del pie. La diferencia surge en cómo, o a partir de qué puntos de referencia realizarlo. Nickels (2011) y O'Grady y col. (2008), toman como referencia el vértice de la ranilla, mientras que Stashak (2004) sugiere el rebajado de la pinza en un ángulo de 15 a 20°.

Redden (2004), Pollitt (2008), Morrison (2010a), y Nickels (2011), proponen la elevación de los talones, como medida para hacer frente a la tracción del flexor digital profundo durante la fase aguda, previniendo así la rotación de la falange distal. Sin embargo, se deben tener presente las acotaciones de Thompson y col. (2003), de que al elevar los talones se desplaza el centro de presiones del pie hacia palmar, aumentando la tensión en las barras y talones. Si las láminas en estas regiones están comprometidas, se podría empeorar el cuadro. Morrison (2010a), reconoce este hecho, y una vez realizada la elevación del talón, juzga la comodidad del caballo; frente a cualquier reacción negativa de inmediato retira la cuña.

Parks y col. (2008), Morrison (2010a) y Nickels (2011), coinciden en que el pilar fundamental en el manejo del pie con laminitis crónica es el desvasado y herrado terapéutico.

Morrison (2010a), en un principio propone que la distorsión de la pared observada en los casos de laminitis crónica compensada con rotación de la falange distal, sería un mecanismo para auto limitar el daño y reequilibrar las fuerzas que actúan sobre el pie.

Líneas abajo en el mismo artículo, Morrison (2010a) plantea que un casco comprometido por laminitis crónica, es incapaz de responder adecuadamente a las fuerzas de carga normales; y agrega que en las regiones sobrecargadas el tejido es comprimido, comprometiendo así la perfusión y regeneración. Estos hechos generan

controversias, o ya sea dos teorías, para fundamentar la ocurrencia de la distorsión de la pared.

Cuando se plantea el recorte del casco en caballos con rotación de la falange distal, Redden (1997), Parks y col. (2003), Pollitt (2008), O'Grady y col. (2009), Morrison (2010a) y O'Grady (2010), coinciden en que el objetivo debe estar centrado en restablecer la alineación de la falange distal, teniendo la precaución de conservar una adecuada profundidad de suela.

Los autores también coinciden en que mediante el desvasado y herrado se debe facilitar el despegue del paso (Breakover), trasladando este punto hacia palmar. Las controversias surgen, en cuanto a dónde es la posición óptima para este punto, o en cuanto a qué estructuras tomar en cuenta para la colocación. O'Grady (2010), coloca el punto de irrupción del paso, 6mm a dorsal de una línea trazada en la radiografía lateral, perpendicular al ápice de la falange distal. Nickels (2011), coloca el punto de irrupción del paso, en un punto 2,5 a 3,8 cm (dependiendo del tamaño del casco) delante del verdadero vértice de la ranilla. Morrison (2010), suele colocarlo directamente debajo de la banda coronaria.

En lo referido a la cantidad de elevación del talón necesaria en los casos de laminitis crónica, O'Grady (2010) propone un rango de 2 a 6°, y sugiere que la observación de cómo el caballo apoya el pie en la marcha, es una buena guía para estimar la cantidad de elevación del talón. En cambio Morrison (2010a), propone que la cantidad de elevación del talón, debe ser al menos igual a la recortada mediante el desvasado. Para Nickels (2011), en caballos con laminitis crónica estable, con sólo una realineación leve de la superficie solear de la falange distal, no sería necesaria la elevación el talón luego del recorte.

Los diferentes autores coinciden en que se pueden obtener resultados similares con diferentes tipos de herraduras, y en que el examen completo del pie, es fundamental para determinar qué método de apoyo es el más adecuado para cada caso. O'Grady (2010), ha obtenido mayor éxito utilizando la herradura de aluminio de rama ancha o utilizando la herradura de madera; ésta presenta ventajas adicionales sobre los demás tipos de herraduras. La herradura de Huevo y la herradura Invertida, presentan la desventaja de no facilitar el despegue mediolateral del paso. Además, esta última concentra la carga en los márgenes dorsales de las ramas de la herradura que contactan con la pared del casco. Pollitt (2008), informa que la herradura de barra de corazón les ha permitido a herradores y veterinarios rehabilitar muchos caballos.

Para el manejo del pie en la laminitis crónica descompensada, en los cuales ocurrió una rotación severa de la falange distal y la penetración de la suela por parte de ésta, Nickels (2011), recurre a una técnica especial de herrado. Utiliza un material de

impresión de goma, para proporcionar el apoyo solear, el que actúa como un espaciador entre la superficie de apoyo de la pared del casco y la herradura terapéutica. El mismo Nickels (2011), reconoce que no es una técnica fácil de realizar, siendo difícil mantener el pie equilibrado, sin imponer estrés innecesario a la cápsula del casco. O'Grady y col. (2009), sugieren la aplicación de los zuecos sintéticos de Steward o la herradura de madera, como una alternativa para manejar dichos casos.

En caballos con el pie inestable, rotación progresiva de la falange distal, en aquellos en que ha ocurrido la penetración de la dermis a través de la suela, o si el pie no muestra una mejoría continua tras los mecanismos de manejo propuestos, a menudo se justifica una tenotomía flexor digital profundo (Morrison, 2010a).

Allen y col (1986), Hunt y col (1991), O'Grady (2006), Pollitt (2008), Morrison (2010a), O'Grady (2010) y Hunt (2011), proponen la sección quirúrgica del tendón flexor digital profundo, como medida de manejo en algunos de los caballos con laminitis crónica refractaria.

La sección del flexor digital profundo es un procedimiento polémico en el tratamiento de la laminitis crónica. Para Allen y col. (1986) y Hunt y col. (1991), esta controversia se atribuye en gran parte a la variación en la experiencia personal entre el procedimiento y las tasas de éxito reportadas en las diferentes literaturas. Para Morrison (2010), las discrepancias en las tasas de éxito, probablemente sean resultado de las variaciones en la patología del pie y de la calidad del manejo que acompañe el procedimiento.

O'Grady (2010) y Hunt (2011), consideran al procedimiento como de rescate, con el objetivo de destinar los equinos a la cría, descartándolos como atletas.

O'Grady y col. (2009), proponen a la herradura de madera como una alternativa para manejar caballos en los que la suela ha sido penetrada, sin la necesidad de una tenotomía del flexor profundo.

Para Hunt (2011), no existen pautas claras que dicten si la cirugía debe realizarse, y en qué momento hacerlo.

Para Morrison (2010a) el momento en el cual se realiza el procedimiento es crítico. Este debe ser realizado antes de que el equino desarrolle una enfermedad ósea avanzada. Muchos veterinarios esperan demasiado tiempo para llevar a cabo el procedimiento, y como consecuencia el pie sufre daños irreparables, obteniendo una baja tasa de éxito.

Para Morrison (2010a), el pronóstico futuro del caballo no está determinado por el hecho de que ha tenido una tenotomía, sino que está limitado por la patología que sufre el pie, donde la preservación de la integridad de la falange distal debe ser la prioridad.

Según O'Grady (2010), el procedimiento está contraindicado en los caballos con rotación capsular dorsal cuando este patrón se acompaña de desplazamiento mediolateral, ya que de este modo se dejaría como única fuente de apoyo a las láminas del lado no afectado del pie.

Ritmeester y col. (1996), Parks y col. (2003), Pollitt (2008), Morrison (2010a), y Rucker (2010b), propusieron el ranurado de la banda coronaria y la resección de la pared dorsal del casco, como una medida complementaria en el manejo del pie con laminitis crónica.

Para Morrison (2010a) y O'Grady (2010), el ranurado de la banda coronaria disocia mecánicamente la nueva pared proximal, y permite acelerar el crecimiento de la pared del casco en esta región. Stashak (2004), coincide con estos dos autores en que el ranurado de la banda coronaria, incrementa el crecimiento de la pared dorsal del casco.

O'Grady (2010) y Morrison (2010a), indican la resección de la pared dorsal, con el fin de mejorar la dirección y velocidad del crecimiento del nuevo casco. Otro de los objetivos de la resección planteado por estos dos autores y por Rucker (2010), es el de permitir desbridar tractos de drenaje o el tejido necrótico ente la pared y la falange distal.

Pollitt (2008), sugiere realizar la resección temprana de la pared en la región coronaria y en la pinza distal. Rucker (2010b), coincide y hace hincapié, en que el éxito de la resección de la pared, aumenta si se realiza mientras el corion laminar y coronario están relativamente sanos aun.

A la hora de discutir sobre el pronóstico de los caballos afectados por laminitis, es oportuno resaltar que éste resulta muchas veces incierto y condicionado por los más diversos aspectos. Los diferentes autores toman parámetros objetivos y muchas veces subjetivos, en el intento de predecir el futuro de los casos afectados por la laminitis. Es oportuno resaltar, la gran variabilidad individual entre los casos y en las formas de presentación de la laminitis.

Para Pollitt (2008), los caballos que muestran signos de laminitis aguda, y luego de un periodo de tiempo no exhiben evidencia radiográfica de desplazamiento de la falange distal, tienen un buen pronóstico; aunque deben ser monitorizados frecuentemente. Si existe evidencia radiográfica de desplazamiento, el clínico debe ser cauteloso al estimar un pronóstico.

El grado de rotación de la falange distal, es un parámetro que genera controversias entre los diferentes autores a la hora de estimar el pronóstico futuro de los casos. Para Stick y col. (1982), éste se correlacionó inversamente con el retorno al rendimiento deportivo. Para Stashak (2004), existen controversias sobre este parámetro como

indicador del pronóstico. Para Hunt (2003), los caballos que vuelven a la actividad atlética tienen significativamente menos rotación dorsal, que los caballos que permanecen con claudicación. Eastman y col (1998), no encontraron al ángulo dorsal de rotación como un indicador de pronóstico útil para la supervivencia.

Cripps y col. (1999b), determinaron que la distancia proceso extensor-coronaria fue el parámetro radiográfico pronóstico más significativo.

Baxter (1986) coincide con Pollitt (2008), en que los caballos que sufren el desplazamiento distal de la falange distal tienen un mal pronóstico.

Stashak (2004), Pollitt (2008), Redden (2009), Hunt y col. (2010), y Rucker (2010a), coinciden en que la venografía es de gran valor en la determinación del pronóstico, en especial en el curso temprano de la enfermedad.

No sólo a partir de la evaluación del pie por medio de imágenes se puede estimar un pronóstico.

Según O'Grady (2004), la evaluación clínica de la gravedad de la claudicación basada en los grados de Obel, fue el medio más fiable para determinar el resultado final. Siendo más importante aún, que los hallazgos radiográficos para la predicción del pronóstico. Hunt (1993) coincide con O'Grady; y sugiere que la severidad y la duración del dolor, se correlacionan con la evolución clínica y la sobrevivencia futura.

Hunt y col. (2010), proponen que el nivel de atención, la dedicación de tiempo, y los costos financieros y emocionales asumidos por el propietario, afectan el pronóstico de una manera sustancial.

Según Redden (1997) y Pollitt (2008), el factor más importante en el pronóstico a largo plazo del caballo con laminitis, es la extensión de la patología laminar, la cual influye en el grado de inestabilidad entre la falange distal y la pared del casco.

16. CONCLUSIONES.

No existe un enfoque sistemático para hacer frente a todos los pies con laminitis por igual. Cada caso es diferente y cada pie es único; por lo que existen diferentes medidas de manejo aplicables al pie con laminitis crónica.

Gran parte de los casos de laminitis se presentan como consecuencia de una amplia gama de patologías primarias, ya sean sistémicas o locales, por lo tanto, es importante reconocerlas, manejarlas adecuadamente y tomar las medidas preventivas pertinentes al pie, teniendo presente la posible ocurrencia de la laminitis.

La correcta aplicación de la crioterapia continua, puede hacer la diferencia entre la presentación o no de la laminitis.

Para ser eficiente, el método de refrigeración se debe aplicar continuamente y a toda la extremidad, debiendo ésta ser expuesta a temperaturas entre 0 a 5°.

Para confirmar el diagnóstico, determinar la fase de la laminitis y posteriormente dirigir un tratamiento, es importante realizar la evaluación radiografía y venografía del pie mediante técnicas de alta calidad.

La laminitis se diferencia en fases, pero la patología en sí es un proceso continuo.

Las medidas de manejo a implementar en el pie son dependientes de la fase de la laminitis en que se encuentre el equino.

Todos los casos agudos se deben abordar como emergencias inestables, el reposo absoluto es primordial, debiéndose implementar estrategias mecánicas en el apoyo del pie, para prevenir o limitar el desplazamiento de la falange distal, impidiendo que evolucione a la fase crónica.

Debido a que la mayoría de los pies con laminitis tienden a sufrir rotación de la falange distal, un argumento válido es la elevación de los talones en la fase aguda.

Mientras que el efecto mecánico este presente y el dispositivo de apoyo se pueden aplicar de forma rápida y atraumática, no importa qué sistema se utilice.

El manejo específico del pie en la fase crónica de la laminitis, depende de si la condición es estable o inestable. En esta última resulta más difícil, ya que por lo general el pie posee un daño vascular masivo, infecciones secundarias y daños severos de las estructuras queratogénicas.

El pilar fundamental en el manejo del pie con laminitis crónica es el desvasado y el herrado terapéutico, con el objetivo de disminuir el estrés sobre las laminas dañadas, realinear la falange distal, impedir un mayor desplazamiento, controlar el dolor y fomentar el nuevo crecimiento del casco en relación a la falange distal.

Existen diferentes tipos de herraduras para el manejo de la laminitis crónica, las cuales serán seleccionadas dependiendo de cada caso.

Para lograr la alineación adecuada de la falange distal, es de mucha ayuda la orientación radiográfica.

Los casos crónicos descompensados que no responden a tratamientos anteriores, pueden requerir una tenotomía del flexor digital profundo para mitigar el desplazamiento y realinear la falange distal.

Algunos autores consideran al procedimiento como de rescate, con el objetivo de destinar los equinos a la cría, descartándolos como atletas.

La severidad del daño asociado con la laminitis es quien determina el futuro del caballo, en lugar de si se realizó la cirugía o no.

El momento en el cual se realiza el procedimiento quirúrgico es crítico. Éste se debe realizar antes de que la falange distal desarrolle una enfermedad ósea avanzada.

Mediante la realización de ranuras en el rodete coronario y resecciones de la pared, se logra desbridar el tejido necrótico entre la pared y la falange distal, se alivia la compresión de los tejidos, mejorando así el crecimiento del casco.

Antes de plantear cualquier medida de manejo para hacer frente a las complicaciones sépticas, es imprescindible el herrado y/o la cirugía, siendo fundamental para aliviar el tejido comprimido y mejorar la perfusión del pie.

Es importante visualizar el momento en que los objetivos son inalcanzables y la mejor opción es la eutanasia.

El destino futuro del caballo influencia el pronóstico, ya que este aspecto es muy variable.

Es posible que un caballo se recupere de la laminitis, se requiere de un equipo dedicado entre el veterinario, herrador y propietario. Los costos financieros y emocionales asumidos por este último, afectan el pronóstico de una manera sustancial.

17. BIBLIOGRAFÍA.

1. Allen, D.A., White, N.A., Fernier, J. (1986). Surgical management of chronic laminitis in horses: 13 cases (1983-1985). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 189:1604-1606.
2. Barrey, E. (1990). Investigation of the vertical hoof force distribution in the equine forelimb with an instrumented hoof boot. *Equine Vet J.* 9:35-38.
3. Baxter, G. (1986). Equine laminitis caused by distal displacement of the distal phalanx: 12 cases. *J. Am. Vet. Med. Ass.* 189: 326-329.
4. Baxter, G. (2008). Review of support limb lameness in horses. *Proc. Am. Assoc. Eq. Pract.* 54: 210-218.
5. Belknap, J.K. (2006). Treatment of the acute laminitis case. North American Veterinary Conference. Disponible en: <http://www.ivis.org/proceedings/navc/2006/LA/030.asp?LA=1>. Fecha de consulta: 11/5/14.
6. Belknap, J.K., Giguere, S., Pettigrew, A., Cochran, A.M., Van Eps, A.W., Pollitt, C.C. (2007). Lamellar pro-inflammatory cytokine expression patterns in laminitis at the developmental stage and at the onset of lameness: innate versus adaptive immune response. *Eq. Vet. J.* 39(1):42-47.
7. Bowker, R., Page, B., Ovnicek, G. (1998). Morphology of the hoof wall and foot of feral (wild) horses versus that of domestic horses. 12th Annual Bluegrass Laminitis Symposium. Louisville (KY), January 29-31, p. 65-72.
8. Budras, K.D., Hullinger, R.L., Sack, W.O. (1989). Light and electron microscopy of keratinization in the laminar epidermis of the equine hoof with reference to laminitis. *Am. J. Vet. Res.* 50:1150- 1160.
9. Budras, K.D., Hinterhofer, C., Hirschberg, R. (2009). The suspensory apparatus of the coffin bone - part 1: the fan-shaped re-inforcement of the suspensory apparatus at the tip of the coffin bone in the horse. *Pferdeheilkunde.* 25: 96-104.
10. Castelijns, H.H. (2005a). Sole and Frog support systems. 11th SIVE Congress Pisa University Congress Centre Pag 52-55. Resumen. Disponible en: http://www.mascalcia.net/articoli/a2005_75a.htm. Fecha de consulta 2/3/14.

11. Castelijns, H.H. (2005b). How to apply a (plaster) cast in case of acute laminitis. 11th SIVE Congress Pisa University Congress. Pag. 149-150 Resumen. Disponible en: http://www.mascalcia.net/articoli/a2005_74a.htm Fecha de consulta 2/3/14.
12. Collins, S.N., Van Eps, A.W., Pollitt, C.C., Kuwano, A. (2010). The Lamellar Wedge. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 26: 179–195.
13. Cripps, P., Eustace, R. (1999a). Radiological measurements from the feet of normal horses with relevance to laminitis. *Eq. Vet. J.* 31: 427-432.
14. Cripps, P., Eustace, R. (1999b). Factors involved in the prognosis of equine laminitis in the UK. *Eq. Vet. J.* 31: 433-442.
15. Curtis, S. (2008) Laminitis “THE FARRIER’S PERSPECTIVE”. Proceedings of the 10th International Congress of World Equine Veterinary Association Jan.28–Feb. Moscow, Russia. Disponible en: <http://www.ivis.org/proceedings/weva/2008/mainsession3/6.pdf?LA=1> Fecha de consulta: 22/4/14.
16. D’Árpe, L., Bernardini, D. (2010). Digital Venography in Horses and Its Clinical Application in Europe. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 26:339–359.
17. Eastman, T.G., Honnas, C.M., Hague, B.A. (1998). Deep digital flexor tenotomy as a treatment for chronic laminitis in horses: 37 cases. Disponible en: http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/1998/Eastman.pdf?origin=publication_detail Fecha de Consulta: 12/7/14.
18. Eliashar, E., McGuigan, M.P., Wilson, A.M. (2004). Relationship of foot conformation and force applied to the navicular bone of sound horses at the trot. *Eq. Vet. J.* 36:431–435.
19. Eliashar, E. (2007). An Evidence-Based Assessment of the Biomechanical Effects of the Common Shoeing and Farriery Techniques. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 23: 425–442.
20. Eustace, R., Caldwell, M. (1989). Treatment of solar prolapse using the heart bar shoe and dorsal hoof wall resection technique. *Eq. Vet. J.* 21: 370-372.
21. Eustace, R.A. (2010). Clinical presentation, diagnosis, and prognosis of chronic laminitis in Europe. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 26: 391-405.
22. Floyd, A.E. (2007). Grading the laminitic horse. En: Floyd, A.E., Mansmann, R.A. *Equine Podiatry*. St. Louis, Saunders Elsevier, p. 320-372.

23. Fraley, B.T. (2007). Acute Sinker syndrome - diagnosis and therapeutic options. North American Veterinary Conference. Disponible en: <http://www.ivis.org/proceedings/navc/2007/LA/044.asp?LA=1>. Fecha de consulta: 30/5/14.
24. Gatke Long, C., Schultz, L.A. (2006). How to Use Hoof-Wall Resection and Amniotic Membrane as a Treatment for Coronary-Band Prolapse. 52 Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners AAEP, San Antonio, TX, USA, Disponible en: <http://www.ivis.org/proceedings/aaep/2006/gatkelong/chapter.asp?LA=1> Fecha de consulta: 1/8/14.
25. Herthel, D., Hood, D.M. (1999). Clinical presentation, diagnosis, and prognosis of chronic laminitis. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 15: 375-394.
26. Heymering, H.W. (2010). A Historical Perspective of Laminitis. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 26: 1–11.
27. Hood, D.M. (1998). Center of digital load during quasi-static loading. 12th Annual Bluegrass Laminitis Symposium. Louisville, U.S.A., January 29–31. p. 47–62.
28. Hood, D.M. (1999a). The mechanisms and consequences of structural failure of the foot. *Vet. Clin. North. Amer. Eq. Pract.* 15:437–61.
29. Hood, D.M. (1999b). The pathophysiology of developmental and acute laminitis. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 15(2): 321-341.
30. Hood, D.M., Taylor, D., Wagner, I. (2001). Effects of ground surface deformability, trimming, and shoeing on quasistatic hoof loading patterns in horses. *Am. J. Vet. Res.* 62(6): 895–900.
31. Hunt, R.J., Allen, D.A., Baxter, G.M. (1991). Midmetacarpal deep digital flexor tenotomy in the management of refractory laminitis in the horse. *Vet Surg.* 20:15-20.
32. Hunt, R. (1993). A retrospective evaluation of laminitis in horses. *Eq. Vet. J.* 25: 61-64.
33. Hunt, R.J. (2008). Equine laminitis: practical clinical considerations. *Proceedings Am. Assoc. of Eq. Pract.* 54: 347–353.
34. Hunt, R.J., Wharton, R.E. (2010). Clinical Presentation, Diagnosis, and Prognosis of Chronic Laminitis in North America. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 26: 141–153.
35. Hunt, R.J. (2011). Deep digital flexor tenotomy for managing laminitis. En: Ross M., Dyson S.J. *Lameness in the horse*. 2a. ed., Saint Louis, Elsevier, p. 382-384.

36. Johnson, P., Kreeger, J., Keeler, M. (2000). Serum markers of lamellar basement degradation and lamellar histopathological changes in horses affected with laminitis. *Eq. Vet. J.* 32: 462-468.
37. Kuwano, A., Katayama, Y., Kasashima, Y. (2002). A gross and histopathological study of an ectopic white line development in equine laminitis. *J. Vet. Med. Sci.* 64 (10): 893-900.
38. Linford, R.L., O'Brien, T.R., Trout, D.R. (1993). Qualitative and morphometric radiographic findings in the distal phalanx and digital soft tissues of sound Thoroughbred racehorses. *Am. J. Vet. Res.* 54: 38-51.
39. Mc Guigan, M.P., Walsh, T.C., Pardoe, C.H. (2005). Deep digital flexor tendon force and digital mechanics in normal ponies and ponies with rotation of the distal phalanx as a sequel to laminitis. *Eq. Vet J.* 37: 161–165.
40. Morgan, S.J., Grosenbaugh, D.A., Hood, D.M. (1999) The pathophysiology of chronic laminitis. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 15: 395-417.
41. Morrison, S. (2004). Foot Management. *Clin. Tech. Eq. Pract.* 3: 71-82.
42. Morrison, S. (2005). How to utilize sterile maggot debridement therapy for infections in the horse. Disponible en:
http://www.ivis.org/proceedings/geneva/2007/p210_212_Morrison.pdf Fecha de consulta: 17/6/14.
43. Morrison, S. (2008). Rehabilitating The Laminitic Foot. *Proceedings of the North American Veterinary Conference. Orlando, U.S.A.* p. 186-189.
44. Morrison, S. (2010a). Chronic Laminitis: Foot Management. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 26: 425–446.
45. Morrison, S. (2010b). Maggot Debridement Therapy for Laminitis. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 26: 447–450.
46. Morrison, S. (2011). Long-term Prognosis Using Deep Digital Flexor Tenotomy and Realignment Shoeing for Treatment of Chronic Laminitis. *J. Eq. Vet. Sci.* 31: 89-96.
47. Nickels, F.A. (2011). Hoof care of a laminitic horse. En: Ross, M., Dyson, S.J. *Lameness in the horse. 2a. ed., Saint Louis, Elsevier,* p. 379-382.
48. O'Grady, S.E. (2006). Realignment of P3 - the basis for treating chronic laminitis. *Northern Virginia Equine.* Disponible en:
http://www.equipodiatry.com/article_realign_p3.htm Fecha de consulta: 10/5/14.

49. O'Grady, S.E., Steward, M.L. (2006). The wooden shoe as an option for treating chronic laminitis. *Eq. Vet. Ed.* 8: 272–276.
50. O'Grady, S.E., Steward, M., Parks, A. (2007). How to construct and apply the wooden shoe for treating three manifestations of chronic laminitis. *Procc. Am. Ass. Eq. Pract.* 53: 423-429.
51. O'Grady, S.E., Parks, A.H. (2008). Farriery Options for Acute and Chronic Laminitis. En: 54th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, San Diego, CA, USA. Disponible en: <http://www.ivis.org/proceedings/aaep/2008/Ogrady/chapter.asp> Fecha de consulta: 6/6/14.
52. O'Grady, S.E., Steward, M.L. (2009). The wooden shoe as an option for treating chronic laminitis. *Eq. Vet. Ed.* 21 (2): 107-112.
53. O'Grady, S.E. (2010). Farriery for chronic laminitis. *Vet. Clin. North. Amer. Eq. Pract.* 26: 407–423.
54. O'Grady, S.E. (2013). A Practical Approach to Managing Acute Laminitis. *Proceedings of the American Association of Equine Practitioners.* Disponible en: http://www.ivis.org/proceedings/aaepfocus/2013_foot/8.pdf Fecha de consulta: 15/4/14.
55. Parks, A.H., O'Grady, S.E. (2003). Chronic Laminitis. Current treatment strategies. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 19: 393–416.
56. Parks, A.H. (2007). Patterns of displacement of the distal phalanx and its sequelae. *Proceedings of 46th British Equine Veterinary Association Congress, Equine Veterinary Journal, Newmarket.* p. 204-205.
57. Parks, A.H., O'Grady, S.E. (2008). Chronic laminitis. En: Robinson, N.E., Sprayberry, K. *Current therapy in equine medicine.* St. Louis. Saunders Elsevier, p. 550–560.
58. Parks, A.H. (2009). Acute and Chronic Laminitis – An Overview. *Proceedings of the American Association of Equine Practitioners - Focus Meeting -Focus on the Foot.* Columbus, Ohio, USA. Disponible en: <http://www.ivis.org/proceedings/aaepfocus/2009/parks.pdf> Fecha de consulta: 23/4/14.
59. Parks, A.H. (2012). Aspects of Functional Anatomy of the Distal Limb. Disponible en:

<http://www.equipodiatry.com/AspectsofFunctionalAnatomyoftheDistalLimb.html>

Fecha de consulta: 12/7/14.

60. Peloso, J.G., Cohen, N.D., Walker, M.A., Watkins, J.P., Gayle, J.M., Moyer, W. (1996). Case control study of risk factors for the development of laminitis in the contralateral limb in Equidae with unilateral lameness. *J. Am. Vet. Med. Ass.* 209: 1746-1749.
61. Pollitt, C.C. (1999). Equine laminitis: a revised pathophysiology. *Proc. Amer. Assoc. Eq. Pract.* 45: 188-192.
62. Pollitt, C.C. (2004). Equine Laminitis. *Clin. Tech. Eq. Pract.* 3: 34-45.
63. Pollitt, C.C., Daradka, M. (2004). Hoof wall wound repair. *Eq. Vet. J.* 36:210-215.
64. Pollitt, C.C. (2008) Equine laminitis: current concepts. Canberra, Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No. 08/062, 100 p.
65. Pollitt, C.C. (2010). The Anatomy and Physiology of the Suspensory Apparatus of the Distal Phalanx. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 26: 29–49.
66. Pollitt, C.C., Collins, S.N. (2011). Chronic laminitis. En: Ross, M., Dyson, S.J. Lameness in the horse. 2a. ed., Saint Louis, Elsevier, p. 374-377.
67. Redden, R.F. (1993). The use of venograms as a diagnostic tool. *Proceedings. Bluegrass Laminitis Symposium. Lexington, U.S.A.* p.1–6.
68. Redden, R.F. (1997) Shoeing the laminitic horse. *Proc. Am. Ass. Eq. Pract.* 43:356-359.
69. Redden, R.F. (2003a). Hoof capsule distortion: understanding the mechanisms as a basis for rational management. *Vet. Clin. North. Amer. Eq. Pract.* 19: 443-462.
70. Redden, R.F. (2003b). Clinical and radiographic examination of the equine foot. *Proc. Am. Ass. Eq. Pract.* 49: 169-185.
71. Redden, R.F. (2003c). Radiographic imaging of the equine foot. *Vet. Clin. North. Amer. Eq. Pract.* 19: 379-392.
72. Redden, R.F. (2004). Preventing laminitis in the contralateral limb of horses with nonweightbearing lameness. *Clin. Tech. Eq. Pract.* 3:57–63.
73. Redden, R.F. (2005). Laminitis Venogram Technique, Indication and Interpretation. Disponible en: http://www.nanric.com/venogram_technique.html .
Fecha de consulta: 20/6/14.

74. Redden, R.F. (2009). Using venograms in laminitic cases. Proceedings. Dr. Redden's in-depth podiatry symposium. Versailles, France, January 16–18. p. 46–55.
75. Reilly, P.T., Dean, E.K., Orsini, J.A. (2010). First Aid for the Laminitic Foot: Therapeutic and Mechanical Support. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 26: 451–458.
76. Ritmeester, A.M., Ferguson, D.W. (1996). Coronary grooving promotes dorsal hoof wall growth in horses with chronic laminitis. *Proceedings Am. Assoc. Eq. Pract.* 47: 212-213.
77. Rucker, A. (2003). Interpreting venograms: normal or abnormal and artifacts that may be misinterpreted. Proceedings. 16th Bluegrass Laminitis Symposium. Lexington, U.S.A. January 16–18. p. 97–101.
78. Rucker, A., Redden, R.F., Arthur, E.G. (2006). How to perform the digital venogram. En: *Proceedings. Am Assoc Eq. Pract.* 52: 526–530.
79. Rucker, A. (2007). The digital venogram. En: Floyd, A.D., Mansmann, R.A. *Equine podiatry*. St Louis, Saunders Elsevier. p. 328–346.
80. Rucker, A. (2010a). Equine Venography and Its Clinical Application in North America. *Vet. Clin. North Amer. Eq. Pract.* 26: 167–177.
81. Rucker, A. (2010b). Chronic Laminitis. Strategic Hoof Wall Resection. *Vet. Clin. North. Amer. Eq. Pract.* 26: 197–205.
82. Sherlock, C., Parks, A. (2013). Radiographic and radiological assessment of laminitis. *Eq. Vet. Ed.* 25 (10): 524-535.
83. Sherman, S.A., Morrison, S. (2007). Maggot debridement therapy for serious horse wounds - a survey of practitioners. *Eq. Vet. J.* 174: 86–91.
84. Smith, S.S., Dyson, S.J., Murray, R.C., Weekes, J. (2004). Is there an association between distal phalanx angles and deep digital flexor tendon lesions. *Proc. Am. Ass. Eq Pract.* 50: 328-331.
85. Stashak, T.S. (2004). Claudicacion. En: T.S. Stashak. *Adams: Claudicacion en el Caballo*. 5a ed. Buenos Aires: Intermédica. p. 685-705.
86. Steward, M.L. (2003). How to construct and apply atraumatic therapeutic shoes to treat acute or chronic laminitis in the horse. *Proc. Amer. Assoc. Eq. Pract.* 49: 337-346.
87. Stick, J.A., Lann, H.W., Scott, E.A., Robinson, N.E. (1982). Pedal bone rotation as an indicator of laminitis in horses. *J. Am. Vet. Med. Ass.* 180: 251-253.

88. Thompson, K.N., Cheung, T.K., Silverman, M. (1993). The effect of toe angle on tendon, ligament and hoof wall strains in vitro. *J. Eq. Vet. Sci.* 13: 651–653.
89. Van Eps, A.W., Walters, L.J., Baldwin, G.I., McGarry, M., Pollitt, C.C. (2004). Distal Limb Cryotherapy for the Prevention of Acute Laminitis. *Clin. Tech. Eq. Pract.* 3: 64-70.
90. Van Eps, A.W., Pollitt, C.C. (2004). Equine laminitis: cryotherapy reduces the severity of the acute lesion. *Eq. Vet. J.* 36: 255-260.
91. Van Eps, A.W. (2010). Therapeutic Hypothermia (Cryotherapy) to Prevent and Treat Acute Laminitis. *Vet. Clin. North. Amer. Eq. Pract.* 26: 125–133.
92. Wagner, I.P., Hood, D.M. (1997). Cause of air lines associated with acute and chronic laminitis. *Proc. Am. Ass. Equine Pract.* 43: 363-366.
93. Willemen, M.A., Savelberg, H.H., Barneveld, A. (1999). The effect of orthopaedic shoeing on the force exerted by the deep digital flexor tendon on the navicular bone in horses. *Eq. Vet. J.* 31: 25–30.
94. Wilson, A.M., Seelig, T.J., Shield, R.A. (1998). The effect of foot imbalance on point of force application in the horse. *Eq. Vet. J.* 30: 540–545.

