



¿Cuáles son las consecuencias de las lesiones de pezuña en la vida de una vaca?

La lesiones ulcerosas de pezuña (planta ulcerada, planta hemorrágica y enfermedad de la línea blanca) implican la alteración del crecimiento de la pezuña y son responsables de una gran proporción de cojeras en vacas lecheras. La alteración de la pezuña ocurre cuando la fuerza transferida a través del pie excede lo que puede soportar.



Este principio pone en relieve dos componentes vitales que conducen a la alteración y formación de la lesión: [A] la anatomía del pie ha sido insuficiente para hacer frente a las fuerzas aplicadas, y [B] las fuerzas aplicadas a los pies han sido demasiado grandes para la anatomía.

Este documento explora como las estructuras anatómicas de la pezuña permiten que funcione de manera óptima, como cambia su anatomía con el estado fisiológico y como incrementa el riesgo de daño, y como cambia la anatomía de la pezuña de forma irreparable con las sucesivas lesiones, causando la degeneración de las pezuñas y la perpetuación posterior de la cojera. La comprensión de estos principios nos permite apreciar cuando el pie está en mayor riesgo de alteración de la pezuña, para identificar los mejores métodos para prevenir la cojera y determinar las mejores formas de tratamiento.

INTRODUCCIÓN A LA ANATOMÍA DEL PIE

La úlcera en la planta fue descrita por primera vez en el año 1920 (Rusterholz, 1920), la hemorragia en la planta parece ser el mismo proceso de la enfermedad en una etapa temprana y la enfermedad de la línea blanca es considerada como parte de la misma enfermedad compleja; las lesiones son probablemente el resultado de un trauma en los tejidos de la pezuña, y colectivamente se pueden denominar lesiones de disrupción de pezuña. Muchos estudios han identificado factores de riesgo para lesiones de pezuña y una buena manera de comprender cómo estos factores de riesgo influyen en la cojera es apreciando la anatomía del pie y cómo se ha adaptado a las fuerzas durante la locomoción.

El peso entero de la vaca se transfiere a través de los huesos de la pierna a la falange distal. La falange distal se coloca dentro de la cápsula de la pezuña y está suspendida de la pared de la pezuña por los accesorios laminares y se apoya en la

suela por el cojín digital (Lischer et al., 2002). El cojín digital está apoyado alrededor de la tuberosidad flexora- la región de la falange distal en la que está insertada el tendón flexor digital profundo, que golpea el suelo primero en la pisada - y se cree que absorbe y disipa las fuerzas concavas transferidas a través de la falange distal durante la pisada y la carga. La suela de la pezuña crece de una capa de células debajo del cojín digital llamado epitelio digital, y el trauma y la hemorragia dentro de este tejido impide su crecimiento y funcionamiento, que eventualmente lleva al cese del crecimiento y la ulceración (Nuss, 2014). Se cree que el cojín digital juega un papel en la prevención de las lesiones de pezuña porque reducen el shock, disipan las fuerzas lateralmente y reducen las fuerzas máximas del epitelio germinal en la suela (Räber et al., 2004; Bicalho et al., 2009). Dado que todos los aspectos del pie están diseñados para la absorción del shock y la disi-

pación de la fuerza, la insuficiencia de cualquier estructura anatómica dentro del pie - por ejemplo, un delgado cojín digital, la laxitud del aparato suspensivo e incluso la forma inapropiada del pie, por ejemplo, con sobrecrecimiento del dedo - podría causar que fuerzas mayores sean transferidas al epitelio germinal de la planta, donde se desarrollan las típicas úlceras de suela.

EL COJÍN DIGITAL

El trabajo epidemiológico ha demostrado que la pérdida de la condición corporal precede los casos de cojera, independientemente de si la cojera fue detectada visualmente (Lim et al., 2015; Randall et al., 2015) o había trastornos de movilidad o incidencia del tratamiento en las lesiones (Green et al., 2014). Se ha descubierto que la puntuación de la condición corporal (BCS) está positivamente asociada al grosor del cojín digital (Bicalho et al., 2009), una asociación que podría ser biológicamente plausible ya que el cojín digital tiene tejido adiposo (Räber et al., 2004, 2006); los lípidos podrían ser depositados y movilizados del cojín digital durante periodos de balance energético positivo y negativo. Parece que al tener un cojín digital delgado predispone a la consiguiente cojera de las lesiones de pezuña (Machado et al., 2011; Toholj et al., 2013), y los estudios han mostrado también un componente hereditario en el grosor del cojín digital (Oikonomou et al., 2014), y que los sistemas de cría pueden influir en esto (Gard et al., 2015).

La investigación explora como cambia el cojín digital de forma longitudinal, encontrando que la correlación entre el grosor del espesor del cojín digital y la medida de la condición del cuerpo (BCS y grosor de la grasa de la espalda) era pequeña pero significativa, y que era más delgada inmediatamente después de parir, antes de que las vacas perdieran mucha condición corporal (Newsome et al., 2017a, 2017b). Esto podría haber sido causado por las hormonas peri-parturientas como la relaxina, que se piensa causan una relajación del aparato suspensivo del pie y provoca que la falange distal se apoye en la capsula de la pezuña (Tarlton et al., 2002; Knott et al., 2007). El trabajo replicó resultados de estudios



previos que mostraban que tener un cojín digital delgado predisponía a la vaca a lesiones de pezuña o cojera. Además, el cojín digital de las pezuñas con una úlcera de pezuña era notablemente más gruesa y esto fue evidente antes de que la única úlcera fuera visible en la superficie del pie.

Es posible que cualquier factor que influya en el espesor del cojín digital o la posición del pedal del hueso dentro del pie- tales como la genética, la crianza, la condición del cuero o el parto- tenga el potencial de contribuir a la alteración de la pezuña. En la medida que estos factores pueden ser manipulados utilizando intervenciones, y por lo tanto sirviendo como puntos de control a la cojera, no está claro aún, pero la comprensión de los cambios de anatomía en torno a la lesión podría ayudarnos a afrontar las medidas preventivas más apropiadas para la cojera durante los periodos claves de riesgo. Además, los hallazgos de que el cojín digital era más grueso cuando la lesión estaba presente apuntan hacia la inflamación y el trauma en la planta, cuya importancia será discutida más adelante.

COJERA CRÓNICA

Además del problema del pie que lleva a la cojera, un gran número de estudios han mostrado que hay un componente degenerativo en la cojera: la cojera incrementa el riesgo de futuras cojeras (Hirst et al., 2002; Reader et al., 2011; Randall et al., 2015), el retraso en el tratamiento es menos eficaz (Groenevelt et al., 2014; Thomas et al., 2015, 2016) y el retraso en la detección incrementa el riesgo de una cojera más severa (Bell et al., 2009). De hecho, en un estudio de 1,800 vacas en dos rebaños en un periodo de más de ocho años, se estimó que entre el 79 al 83% de los casos de cojera podrían ser explicados por sucesos de cojera previos (Randall et al., 2018).

Los estudios anatómicos han intentado explicar esta situación. Se observan nuevos crecimientos de huesos en la tuberosidad del flexor de la falange distal (Tsuka et al., 2012) que parece aumentar con la edad y con cojeras anteriores, aunque la cojera anterior denote «puntuaciones de alta movilidad prolongadas» o «tratamientos de una lesión de pezuña» durante su vida (Newsome et al., 2016). Parece plausible que la alteración de la pezuña combinada con las conclusiones anteriores de inflamación en el cojín digital (Newsome et al., 2017a), y el posible agotamiento del cojín digital con cojera en la pezuña (Lischer et al., 2002; Räber et al., 2006), está asociado con



la importante degeneración de la anatomía del pie que es responsable de la absorción y dispersión del shock. Los cambios son permanentes e irreparables, y muchos llevan a círculos viciosos con mayor daño en los tejidos, degeneración y cojera.

La comprensión de este daño dentro del pie que se produce con la prolongada parálisis pone en relieve la importancia crítica de la detección temprana y el tratamiento eficaz de la cojera. La identificación de las vacas cojas y la realización de un arreglo terapéutico del pie ha demostrado que mejora la resolución de la cojera (Groenevelt et al., 2014). Además, el mejor tratamiento para las lesiones de pezuña parece que son la combinación de un arreglo terapéutico de la pezuña, aplicar un bloque a la pezuña sana y un lote de fármaco anti inflamatorio no esteroideo cuando las vacas son tratadas precozmente (Thomas et al., 2015), pero las tasas de cura eran inferiores cuando se retrasaba el tratamiento (Thomas et al., 2016). La detección de las lesiones tempranas y tratarlas adecuadamente- con una combinación de NSAIDs y el alivio de la presión ofrecido por el bloque-proporciona la mejor solución conocida actualmente para resolver los nuevos casos de cojera. Como la cojera crea un círculo vicioso en la degeneración del pie, la detección temprana y el tratamiento de la cojera son un componente importante de cualquier programa de control de la cojera.

CONCLUSIÓN

Tenemos una buena comprensión de por qué suceden las lesiones de pezuña, como detectarlas y tratar la cojera y la importancia de hacerlo. Tenemos menos evidencia disponible con respecto a que intervenciones en la granja serán mejores para prevenir la cojera en primer lugar y esto probablemente variará de una granja a otra. Sin embargo la comprensión de los desafíos de la anatomía del pie pueden ayudarnos a comprender por qué se produce la cojera y que intervenciones pueden ser beneficiosas. Por ejemplo, las fuerzas máximas en el pie pueden ser demasiado grandes en la parte de sistema de gestión de la granja, o pueden ser demasiado prolon-

gadas debido a tiempos de estar de pie demasiado prolongados, o la presión social puede ser demasiado alta cuando el pie es más propenso a sufrir daños inmediatamente después del parto. Es crucial una visión integral de los retos que enfrenta el pie a la luz del sistema de la vaca, junto con la comprensión de la anatomía del pie y cómo cambia, es un valioso punto de partida para abordar esta difícil y costosa enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA

- Bell, N. J., Bell, M. J., Knowles, T. G., Whay, H. R., Main, D. J. and Webster, A. J. F. (2009) 'The development, implementation and testing of a lameness control programme based on HACCP principles and designed for heifers on dairy farms', *Vet. J.*, 180(2), pp. 178–188. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.05.020>.
- Bicalho, R. C., Machado, V. S. and Caixeta, L. S. (2009) 'Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion', *J. Dairy Sci.*, 92(7), pp. 3175–3184. doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2008-1827>.
- Gard, J. A., Taylor, D. R., Wilhite, D. R., Rodning, S. P., Schnuelle, M. L., Sanders, R. K., Beyers, R. J., Edmondson, M. A., DeGraves, F. J. and van Santen, E. (2015) 'Effect of exercise and environmental terrain on development of the digital cushion and bony structures of the bovine foot', *Am. J. Vet. Res. American Veterinary Medical Association*, 76(3), pp. 246–252. doi: <http://dx.doi.org/10.2460/ajvr.76.3.246>.
- Green, L. E., Huxley, J. N., Banks, C. and Green, M. J. (2014) 'Temporal associations between low body condition, lameness and milk yield in a UK dairy herd', *Prev. Vet. Med.*, 113(1), pp. 63–71. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.10.009>.
- Groenevelt, M., Main, D. C. J., Tisdall, D., Knowles, T. G. and Bell, N. J. (2014) 'Measuring the response to therapeutic foot trimming in dairy cows with fortnightly lameness scoring', *Vet. J.*, 201(3), pp. 283–288. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.05.017>.
- Hirst, W. M., Murray, R. D., Ward, W. R. and French, N. P. (2002) 'A mixed-effects time-to-event analysis of the relationship between first-lactation lameness and subsequent lameness



- in dairy cows in the UK', *Prev. Vet. Med.*, 54(3), pp. 191–201.
- Knott, L., Tarlton, J. F., Craft, H. and Webster, A. J. F. (2007) 'Effects of housing, parturition and diet change on the biochemistry and biomechanics of the support structures of the hoof of dairy heifers', *Vet. J.*, 174(2), pp. 277–287. doi: 10.1016/j.tvjl.2006.09.007.
 - Lim, P. Y., Huxley, J. N., Willshire, J. A., Green, M. J., Othman, A. R. and Kaler, J. (2015) 'Unravelling the temporal association between lameness and body condition score in dairy cattle using a multistate modelling approach', *Prev Vet Med.* 2015/01/13, 118(4), pp. 370–377. doi: 10.1016/j.prevet-med.2014.12.015.
 - Lischer, C. J., Ossent, P., Räber, M. and Geyer, H. (2002) 'Suspensory structures and supporting tissues of the third phalanx of cows and their relevance to the development of typical sole ulcers (Rusterholz ulcers)', *Vet. Rec.*, 151(23), pp. 694–698.
 - Machado, V. S., Caixeta, L. S. and Bicalho, R. C. (2011) 'Use of data collected at cessation of lactation to predict incidence of sole ulcers and white line disease during the subsequent lactation in dairy cows', *Am. J. Vet. Res.*, 72(10), pp. 1338–1343. doi: <http://dx.doi.org/10.2460/ajvr.72.10.1338>.
 - Newsome, R. F., Green, M. J., Bell, N. J., Chagunda, M. G. G., Mason, C. S., Sturrock, C. J., Whay, H. R. and Huxley, J. N. (2016) 'Linking Bone Development on the caudal aspect of the Distal Phalanx with Lameness during Life', *J. Dairy Sci.*, 99(6), pp. 4512–4525. doi: 10.3168/jds.2015-10202.
 - Newsome, R. F., Green, M. J., Bell, N. J., Mason, C. S., Whay, H. R. and Huxley, J. N. (2017a) 'A prospective cohort study of digital cushion and corium thickness, Part 1: Does body condition loss really lead to thinning of the digital cushion?', *J. Dairy Sci.*, In Press.
 - Newsome, R. F., Green, M. J., Bell, N. J., Mason, C. S., Whay, H. R. and Huxley, J. N. (2017b) 'A prospective cohort study of digital cushion and corium thickness, Part 2: Does thinning of the digital cushion lead to lameness and lesions?', *J. Dairy Sci.*, In Press.
 - Nuss, K. (2014) 'The role of biomechanical factors in the development of sole ulcer in dairy cattle.', *Cattle Lameness Conf.* Edited by B. Pocknee. Worcester: The Dairy Group, pp. 1–11.
 - Oikonomou, G., Banos, G., Machado, V., Caixeta, L. and Bicalho, R. C. (2014) 'Short communication: Genetic characterization of digital cushion thickness', *J. Dairy Sci. American Dairy Science Association*, 97(1), pp. 532–536. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030213007819?showall=true>.
 - Räber, M., Lischer, C. J., Geyer, H. and Ossent, P. (2004) 'The bovine digital cushion—a descriptive anatomical study', *Vet. J.*, 167(3), pp. 258–264. Available at: <http://gateway.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=med4&AN=15080874>.
 - Räber, M., Scheeder, M. R. L., Ossent, P., Lischer, C. J. and Geyer, H. (2006) 'The content and composition of lipids in the digital cushion of the bovine claw with respect to age and location—a preliminary report', *Vet. J.*, 172(1), pp. 173–177. Available at: <http://gateway.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=med4&AN=16772143>.
 - Randall, L. V., Green, M. J., Chagunda, M. G. G., Mason, C., Archer, S. C., Green, L. E. and Huxley, J. N. (2015) 'Low body condition predisposes cattle to lameness: An 8-year study of one dairy herd', *J. Dairy Sci.*, 98(6), pp. 3766–3777. doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8863>.
 - Randall, L. V., Green, M. J., Green, L. E., Chagunda, M. G. G., Mason, C., Archer, S. C. and Huxley, J. N. (2018) 'The contribution of previous lameness events and body condition score to the occurrence of lameness in dairy herds: A study of 2 herds.', *J. Dairy Sci. United States*, 101(2), pp. 1311–1324. doi: 10.3168/jds.2017-13439.
 - Reader, J. D., Green, M. J., Kaler, J., Mason, S. A. and Green, L. E. (2011) 'Effect of mobility score on milk yield and activity in dairy cattle', *J. Dairy Sci.*, 94(10), pp. 5045–5052. doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4415>.
 - Rusterholz, A. (1920) 'Das spezifisch-traumatische Klauen- sohlen-geschwür des Rindes (Eng: The specific traumatic sole ulcer of claws in cattle)', *Schweiz. Arch. Tierheilkd.*, 62, pp. 421–466.
 - Tarlton, J. F., Holah, D. E., Evans, K. M., Jones, S., Pearson, G. R. and Webster, A. J. F. (2002) 'Biomechanical and histopathological changes in the support structures of bovine hooves around the time of first calving', *Vet. J.*, 163(2), pp. 196–204. doi: 10.1053/tvjl.2001.0651.
 - Thomas, H. J., Miguel-Pacheco, G. G., Bollard, N. J., Archer, S. C., Bell, N. J., Mason, C., Maxwell, O. J. R., Remnant, J. G., Sleeman, P., Whay, H. R. and Huxley, J. N. (2015) 'Evaluation of treatments for claw horn lesions in dairy cows in a randomized controlled trial', *J. Dairy Sci.*, 98(7), pp. 4477–4486. doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8982>.
 - Thomas, H. J., Remnant, J. G., Bollard, N. J., Burrows, A., Whay, H. R., Bell, N. J., Mason, C. and Huxley, J. N. (2016) 'Recovery of chronically lame dairy cows following treatment for claw horn lesions: a randomised controlled trial', *Vet. Rec.*, 178, p. 116. doi: 10.1136/vr.103394.
 - Toholj, B., Cincović, M., Stevančević, M., Spasojević, J., Ivetić, V. and Potkonjak, A. (2013) 'Evaluation of ultrasonography for measuring solar soft tissue thickness as a predictor of sole ulcer formation in Holstein-Friesian dairy cows', *Vet. J.*, 199(2), pp. 290–294. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.11.005>.
 - Tsuka, T., Ooshita, K., Sugiyama, A., Osaki, T., Okamoto, Y., Minami, S. and Imagawa, T. (2012) 'Quantitative evaluation of bone development of the distal phalanx of the cow hind limb using computed tomography', *J. Dairy Sci.*, 95(1), pp. 127–138. doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4316>.