

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=ca>

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=es>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



TESIS DOCTORAL

Efectividad de la punción seca en el tratamiento del dolor local
provocado por puntos gatillo en el músculo braquiocefálico equino

Autora **Maria Calatayud Bonilla**
Directora **Marta Prades Robles**

Departamento de Medicina y Sanidad Animales
Universidad Autònoma de Barcelona UAB
Septiembre 2024



**Licencia**

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-Compartir igual 4.0 Internacional (CC-BY-SA 4.0) que permite compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material) bajo las condiciones de que se dé el crédito adecuado, se proporcione un enlace a la licencia y se indique si se realizaron cambios. Si se realizan modificaciones, el trabajo resultante debe distribuirse bajo la misma licencia.



PAGINA DE CONFORMIDAD

*Comparto contigo la agonía de tu aflicción.
La angustia de tu corazón encuentra eco en el mío.
Sé que no puedo compartir todo lo que sientes,
ni sostener contigo el peso de tu pena.
Pero puedo ofrecer lo que mi corazón otorga:
la seguridad del cuidado,
la calidez de alguien que desea entender la tormenta silenciosa,
recorriendo la aridez de tan grande pérdida.
Hago esto calladamente;
en tu senda desierta, no puedes caminar a solas.*

Thurman, 1976

Esta tesis se la dedico a mi padre



“And once the world is enveloped, it becomes smaller and slower and more gentle.”

Stern, 1990

Agradecimientos

Gracias por acompañarme en este camino:

María, la primera.

Eva, no nos dejaron, pero se agradece igualmente.

Marta, “molt be xiqueta!”. Gracias por querer. Por decirme si cuando me dijeron no.

Jorge, gracias por tu paciencia. La estadística se me resistía, ahora ya no.

Thank you Jan, for your unwavering support on this adventurous journey of needling horses.

A mi alumnas. Fanny, Emma, Anne y Eva, gracias por traer frescura, curiosidad e ilusión.

Sergio, sin ti imposible.

Bruno, gracias por hacerlo todo fácil.

A todos los jinetes y propietarios, gracias por vuestra confianza.

A los caballos; me dais mucha guerra, pero también la oportunidad de encontrar un propósito a las cosas.

A quienes enriquecéis mi vida cada día y le dais sentido:

Gracias a ti, Xavi, por ser hogar, furgo y vida.

A mis niños, Caterina y Mauro, nada me detiene, desde que tengo vuestra sonrisa de ventaja.

A mi hermano Enri, una cama elástica que me impulsa más alto, un cajón que lleno de calcetines.

A mi familia, a cada uno de ellos, a la abuela, Mafi, Carmen, Quique, Teresa, Nazli, y los García.

Al tío Ignacio y la tía Carmen, una red inmensa.

Mis amigas del alma, por transformar mi caos en magia.

Adelaida, por tantísimas cosas.

Y a Pascual, por encender la luz.

A ti, papá, ojalá estuvieras.



Prólogo

Desde niña me gustaron mucho los caballos.

Estudí la licenciatura en Bellas Artes.

Pero la vida dio un vuelco y decidí cambiar el rumbo; comencé a estudiar fisioterapia con la única intención de tratar caballos.

Nacieron mis hijos. Y, a la vez, la vida me puso a prueba. Fue un camino largo y lleno de obstáculos. Pero dice mi hermano que nunca ha conocido a una persona fuerte con un pasado fácil.

Así que eso hice (con mucho esfuerzo); intentar ser fuerte.

Y dedicarme, con un tira y afloja, y compaginándolo mucho, muchísimo, con el cuidado de mis niños, al conocimiento de una profesión llena de adjetivos, entre ellos; curiosa, singular, compleja... pero sobre todo apasionante.

Ahora me siento muy agradecida. Los caballos me han enseñado muchas cosas.

Espero haber aportado mi granito de arena con mi investigación.

Y devolverles lo que ellos me han dado.





Indice	Página
1. Resumen/Summary	15
2. Introducción	23
1. Fisioterapia en animales	23
2. Síndrome de dolor miofascial	23
2.1. Definición	23
2.2. Diferencias entre dolor muscular y dolor miofascial	24
2.3. Puntos Gatillo	25
2.4. Etiología de los puntos gatillo	25
2.5. Fisiopatología de los puntos gatillo	26
2.6. Diagnóstico de los puntos gatillo	29
2.7. Clasificación de puntos gatillo	31
2.8. Tratamiento de los puntos gatillo	32
2.9. Síndrome de dolor miofascial y dolor crónico	35
2.10. Disfunciones fasciales	36
3. Dolor miofascial en animales. Evidencia científica disponible	37
4. Evaluación del dolor en la especie equina	38
4.1. Evaluación del dolor miofascial en equinos	42
4.1.1. Palpación	44
4.1.2. Signo del salto	46
4.1.3. Algometría	46
5. La punción seca	48
5.1. Descripción	48
5.2. Evidencia científica	50
5.3. Mecanismos de la punción seca	50
5.4. Efectos	51
5.5. Indicaciones	52
5.6. Contraindicaciones	52
5.7. Precauciones	53
5.8. Efectos adversos	53
5.9. Complicaciones	54
5.10. Seguridad	54
6. El músculo braquiocefálico equino	55
6.1. Recuerdo anatómico	56

6.2. Función	57
6.3. Dolor miofascial	57
7. Consideraciones éticas	57
7.1. Consentimiento informado	57
7.2. Comité de ética	58
3. Justificación	59
1. Introducción	59
2. Organización de la tesis	61
4. Antecedentes	63
5. Hipótesis y objetivos	67
1. Hipótesis	67
2. Objetivos planteados	67
2.1 Objetivo principal	67
2.2 Objetivos secundarios	67
6. Estudios realizados	68
1. Principales resultados y conclusiones obtenidas de cada estudio	68
2. Conclusión general de los estudios	73
7. Material y métodos	75
1. Tipo de estudio	75
2. Sujetos del estudio	75
3. Cómo se obtienen los sujetos de estudio	76
4. Condiciones del hábitat	76
5. Descripción de la intervención	77
5.1 Cronograma	81
5.2 Protocolo de punción seca	82
5.3 Materiales	82
5.4 Descripción del entrenamiento de las asistentes	86
6. Variables cuantitativas	87
6.1 Escala numérica de dolor	87
6.2 Umbral de dolor a la presión	87
7. Variables cualitativas	87
7.1 Equine Pain Face (EPF)	87
7.1.1 Posición de las orejas	87
7.1.2 Tensión orbital	87
7.1.3 Tensión sobre la zona ocular	87

7.1.4	Tensión en fosas nasales	88
7.1.5	Tensión en boca y mentón	88
7.1.6	Tensión en músculos de la masticación	88
7.2	Jump Sign (JS)	88
7.3	Cuestionario funcional (FTTS)	88
8.	Análisis estadístico	90
8.1	Análisis de la palpación	90
8.2	Análisis de la algometría	90
8.3	Análisis de las otras variables	90
8.	Resultados	93
1.	Resultados de la palpación	97
2.	Resultados de la algometría	97
3.	Resultados de las otras variables	104
9.	Discusión	113
10.	Conclusiones	125
11.	Bibliografía	127
1.	Imágenes	153
2.	Tablas	155
3.	Figuras	156
12.	Listado de abreviaturas	159
13.	Anexos	161
1.	Anexo 1. Consentimiento informado	161
2.	Anexo 2. Apuntes e instrucciones para las asistentes de Tesis	166

1. Resumen

Introducción

El Síndrome de dolor Miofascial (MPS) se caracteriza por síntomas sensoriales, autonómicos y motores debidos a puntos gatillo (TrPs) en bandas tensas musculares (TB) (Dommerholt, 2006). Los TrPs son nódulos hipersensibles a la palpación que causan dolor local y referido, alteraciones del patrón motor, disfunción motora y fenómenos autonómicos (Fernández-de-las-Peñas, 2018). Se relacionan con la sensibilización central (CS) y periférica (PS), y el dolor crónico (Dommerholt, 2011; Fernández-de-las-Peñas, 2013; Lluch, 2015). La teoría mas aceptada sobre su formación es La Hipótesis Integrada (Simmons, 1999; Gerwin, 2004; Gerwin, 2023).

En medicina veterinaria, el MPS ha sido poco investigado, con algunos estudios en perros (Simmons, 1976; Janssens, 1985; Janssens, 1991; Janssens, 1992; Wall, 2013; Wall, 2014; Frank, 2015; Formenton 2023) y en caballos (Mac Gregor, 2014; Bowen, 2017). Se han utilizado modelos animales, principalmente roedores (Hong, 1994; Hong, 1998; Hsieh, 2012; Hsieh, 2016; Margalef, 2019; Liu, 2019).

El diagnóstico de los TrPs se basa en la presencia de una TB, un punto doloroso hipersensible y dolor referido al estimularlo, con características confirmatorias adicionales como la respuesta de espasmo local (LTR) y el “signo del salto” (JS) (Fernández-de-las-Peñas, 2018).

En caballos, el dolor se evalúa a través de cambios fisiológicos, comportamentales (Ashley, 2005; Bussieres, 2008; Dyson, 2015; Taffarel, 2015; Glerup, 2016; Dyson, 2017; Tabor, 2017; Maskato, 2020; Van Loon, 2021) y expresiones faciales (Hausler, 2009; Dallacosta 2014; Glerup, 2015; Van Loon, 2015; Wathan, 2015; Glerup, 2016; Mullard, 2016; Dallacosta, 2016; Dyson, 2017; Dallacosta, 2018; Glerup, 2018). También la algometría (Deheus, 2010; Hausler, 2003; Hausler, 2006; Hausler, 2010; Hausler, 2020; Menke, 2016; Varoe-Cocks, 2006), mide el PPT de manera fiable (Pontinen, 1998; Varcoe-Cocks, 2006; Ylinen, 2007; Deheus, 2010; Hausler, 2020). La palpación evalúa la respuesta dolorosa en equinos (Ashley, 2005; Bowen, 2017; Tabor, 2018; Merrifield, 2019).

Los TrPs en la musculatura equina presentan similitudes con los humanos, compartiendo

1. Resumen

signos clínicos similares (Bowen, 2016; McGregor, 2014).

Las técnicas de diagnóstico por imagen han avanzado pero la palpación sigue siendo crucial para detectar TrPs, requiriendo experiencia del clínico (Gerwin, 1997; Al-Shenqiti, 2005; Hsieh, 2008; Haussler, 2009; Goff, 2016; Mora-Relucio, 2016; Merrifield, 2021).

En medicina humana se utilizan tratamientos como la punción seca (DN), para tratar TrPs. Pero la literatura en animales es limitada (Janssens, 1991; Basko, 1996; Marks, 1999; Ridgway, 1999; Altug, 2010; Nemery, 2016; Formenton, 2023).

La DN es una técnica invasiva que introduce una aguja en una TB para desactivar los TrPs (Dommerholt, 2006), aliviando el dolor, mejorando el control motor, la fuerza muscular y el rango de movimiento (ROM). Disminuye la PS y la CS (Dommerholt 2021).

La hipótesis plantea que la DN podría ser una técnica eficaz para aliviar el dolor provocado por la palpación de TrPs en la musculatura equina.

Materiales y métodos

En este estudio participaron 98 caballos, divididos en 66 en el grupo tratamiento (GT) y 32 al grupo control (GC). Todos los caballos presentaban TrPs en el músculo braquiocefálico (EBM), diagnosticados por la presencia de una banda tensa, nódulo hipersensible a la palpación expresado mediante la reacción del caballo (McGregor, 2014). Se excluyeron caballos con patología musculoesquelética, tratamiento farmacológico durante la intervención, mal comportamiento o aversión a las agujas. Durante la intervención se excluyeron 9 caballos del GT.

La intervención realizada durante tres semanas consecutivas, comenzó siempre por el lado izquierdo para estandarizar el procedimiento. Los propietarios recibieron información detallada y firmaron un consentimiento informado aprobado por el CEEAH (UAB). Antes de cada intervención semanal, completaban un cuestionario funcional (FTTS) y una escala numérica de dolor (NSR). La intervención fue realizada por una investigadora principal (IP), con experiencia en dolor miofascial y cuatro asistentes (AS) de la Facultad de Fisioterapia de la Universidad Europea de Madrid (UEM, Valencia).

El EBM fue seleccionado por su sensibilidad a la palpación y presencia de TrPs (Calatayud-Bonilla, 2016; Calatayud-Bonilla, 2018; Calatayud-Bonilla, 2020; Story, 2021).

En el primer día de cada semana, las AS registraron la presencia del EPF. La IP palpaba el EBM para localizar el TrP. Las AS evaluaban la expresión del signo del salto (JS). La IP realizaba mediciones previas con un algómetro, tres veces consecutivas (Sullivan, 2008; King, 2024), hasta obtener una reacción de dolor del caballo. La IP observaba los primeros signos de dolor y las AS registraban los datos de la algometría, manteniendo a la IP ciega a las mediciones. Las mediciones se tomaban previas a la aplicación de la técnica, inmediatamente después, a las 4h, 24h y 72h post tratamiento.

El tratamiento lo aplicó la IP insertando la aguja (Agupunt© 30X40mm) sobre el TrP utilizando la técnica “*Fast-in, Fast-out*” (Hong, 1994) (Martin-Pintado, 2018; Hsieh, 2011; Hsieh, 2012; Dunning, 2013; Eroglu, 2013; Arias-Buría, 2020). Esta contaba en voz alta el número de LTRs reproducidas y las AS registraban los datos.

Se midieron las siguientes variables: NSR y algometría (cuantitativas), EPF, JS y FTTS (cualitativas). Los valores de algometría, la principal variable de respuesta, se analizaron con modelos mixtos lineales generalizados (GLMM). Las variables clasificatorias categóricas incluyeron el tratamiento (GC y GT) y el tiempo.

Se analizaron el FTTS, NSR, y la EPF y las LTRs y JS del lado izquierdo y derecho con modelos mixtos lineales generalizados (GLMMs). La variable clasificatoria categórica incluyó el tiempo, subdividido en semanas. No se tuvo GC y los valores de la semana 1 del GT fueron asumidos como control de sí mismo.

Si se encontraban diferencias estadísticamente significativas, se usó la prueba de Tukey como test post-hoc, considerando un valor de $P \leq 0.05$ como significativo.

Resultados

Los valores de algometría fueron significativamente más altos ($P < 0.001$) en el GT en comparación con el GC.

A las 72h de la primera semana, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.001$), en línea con un estudio preliminar (Nemery, 2016). En la segunda, a partir de las 4h, los valores alcanzaron la misma mejoría, siendo significativos a las 72h ($P < 0.001$). En la tercera semana, en el lado izquierdo, la mejoría aumentó a las 24h y 72h. En el lado derecho, la mejoría aumentó a las 4h, 24h y 72h.

1. Resumen

La FTTS y la NSR mostraron un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.001$) en la evolución semanal de los caballos. El número de LTRs en ambos lados, reveló una disminución significativa ($P < 0.001$), con diferencias significativas entre las semanas 1 y 3 ($P < 0.001$). Ni la EPF ni el JS evolucionaron significativamente; aunque el efecto del tiempo fue significativo en ambos casos ($P < 0.001$), los contrastes entre las semanas no lo fueron ($P < 1.000$).

Discusión

La DN ha demostrado ser eficaz y para reducir el dolor local en el EBM a las 72h y a corto plazo, evaluado mediante algometría, altamente reproducible en caballos. Este estudio representa el primer trabajo en la literatura científica investigando la eficacia de la DN en la reducción del dolor a la palpación de TrPs en equinos.

Tres caballos fueron excluidos debido a comportamientos inadecuados, posiblemente relacionados con el “wind up” o una fobia individual a las agujas.

Los resultados indican que el hábitat y la aptitud de los caballos, no influyen significativamente en la eficacia del tratamiento. Se restringieron ejercicios tras la aplicación del tratamiento hasta las 72h. No se evaluó la influencia de dichas restricciones.

No hay consenso sobre la necesidad de provocar LTRs. Se provocaron para aumentar la efectividad en la mejoría del dolor, aunque pueden contribuir a niveles más altos de dolor postpunción (PNS), que se resuelve espontáneamente a las 36-48h. En este estudio, se resolvió a las 72h. Provocar sólo tres LTRs podría haber reducido la duración del PNS.

La EPF no mostró sensibilidad al dolor local provocado por TrPs. Los caballos continuaron manifestando el JS durante la intervención, sin comprenderse completamente la razón subyacente. Los propietarios observaron una mejoría significativa tanto en la NSR como en la FTTS, coincidiendo con las diferencias significativas en el dolor evaluadas por la algometría.

Conclusión

La DN ha demostrado ser eficaz en la reducción del dolor local provocado por TrPs en el EBM tanto de manera inmediata (72h), como a corto plazo (3 semanas).

Summary

Introduction

Myofascial Pain Syndrome (MPS) is characterized by sensory, autonomic, and motor symptoms due to trigger points (TrPs) in taut muscle bands (TB) (Dommerholt, 2006). TrPs are hypersensitive spots found upon palpation that cause local and referred pain, motor pattern alterations, motor dysfunction, and autonomic phenomena (Fernández-de-las-Peñas, 2018). They are associated with central sensitization (CS), peripheral sensitization (PS), and chronic pain (Dommerholt, 2011; Fernández-de-las-Peñas, 2013; Lluch, 2015). The most accepted theory of their formation is the Integrated Hypothesis (Simmons, 1999; Gerwin, 2004; Gerwin, 2023).

In veterinary medicine, MPS has been under-researched, with some studies conducted on dogs (Simmons, 1976; Janssens, 1985; Janssens, 1991; Janssens, 1992; Wall, 2013; Wall, 2014; Frank, 2015; Formenton 2023) and horses (Mac Gregor, 2014; Bowen, 2017). Animal models, primarily rodents, have been used (Hong, 1994; Hong, 1998; Hsieh, 2012; Hsieh, 2016; Margalef, 2019; Liu, 2019).

The diagnosis of TrPs is based on the presence of a TB, a hypersensitive painful spot, and referred pain upon stimulation, with additional confirmatory characteristics such as local twitch response (LTR) and the "jump sign" (JS) (Fernández-de-las-Peñas, 2018).

In horses, pain is assessed through physiological changes, behavioral observations (Ashley, 2005; Bussieres, 2008; Dyson, 2015; Taffarel, 2015; Glerup, 2016; Dyson, 2017; Tabor, 2017; Maskato, 2020; Van Loon, 2021), and facial expressions (Hausler, 2009; Dallacosta 2014; Glerup, 2015; Van Loon, 2015; Wathan, 2015; Glerup, 2016; Mullard, 2016; Dallacosta, 2016; Dyson, 2017; Dallacosta, 2018; Glerup, 2018). Algometry (Deheus, 2010; Hausler, 2003; Hausler, 2006; Hausler, 2010; Hausler, 2020; Menke, 2016; Varcoe-Cocks, 2006) reliably measures the pain threshold to pressure (Pontinen, 1998; Varcoe-Cocks, 2006; Ylinen, 2007; Deheus, 2010; Hausler, 2020). Palpation is used to assess painful responses in horses (Ashley, 2005; Bowen, 2017; Tabor, 2018; Merrifield, 2019).

TrPs in equine musculature show similarities to those in humans, sharing similar clinical signs (Bowen, 2016; McGregor, 2014). Despite advancements in diagnostic imaging,

Summary

palpation remains crucial for detecting TrPs and requires clinician experience (Gerwin, 1997; Al-Shenqiti, 2005; Hsieh, 2008; Haussler, 2009; Goff, 2016; Mora-Relucio, 2016; Merrifield, 2021).

In human medicine, treatments like dry needling (DN) are used for TrPs, but literature on animals is limited (Janssens, 1991; Basko, 1996; Marks, 1999; Ridgway, 1999; Altug, 2010; Nemery, 2016; Formenton, 2023). DN is an invasive technique that involves inserting a needle into a TB to deactivate TrPs (Dommerholt, 2006), alleviating pain, improving motor control, muscle strength, and range of motion (ROM), and reducing PS and CS (Dommerholt 2021).

The hypothesis suggests that DN could be an effective technique for relieving pain caused by TrPs in equine musculature.

Materials and methods

This study involved 98 horses, with 66 assigned to the treatment group (GT) and 32 to the control group (CG). All horses presented with a trigger point (TrP) in the brachiocephalic muscle (EBM), diagnosed by the presence of a taut band and a hypersensitive spot upon palpation, expressed through the horse's reaction (McGregor, 2014). Horses were excluded if they suffered from musculoskeletal pathology, were under pharmacological treatment during the intervention, exhibited poor behavior, or had needle aversion. Nine horses from the GT were excluded during the intervention.

The intervention, conducted over three consecutive weeks, always began on the left side to standardize the procedure. Horse owners received detailed information and signed informed consent approved by the CEEAH (UAB). Before each weekly intervention, they completed a functional questionnaire (FTTS) and a numerical pain scale (NSR).

The EBM was selected due to its sensitivity to palpation and the presence of TrPs (Calatayud-Bonilla, 2016; Calatayud-Bonilla, 2018; Calatayud-Bonilla, 2020; Story, 2021).

The intervention was performed by a principal investigator (IP) experienced in myofascial pain, assisted by four students (AS) from the Faculty of Physiotherapy at the European University of Madrid (UEM, Valencia).

On the first day of each week, the AS recorded the presence of the EPF. The IP palpated the EBM to locate the TrP, while the AS evaluated the expression of the JS. The IP performed preliminary measurements with an algometer, three times consecutively (Sullivan, 2008; King, 2024), until a pain reaction was obtained from the horse. The IP observed the first signs of pain and the AS recorded the algometry data, keeping the IP blind to the measurements. Measurements were taken before the technique application, immediately after, and at 4h, 24h, and 72h post-treatment.

The IP applied the treatment by inserting a needle (Agupunt© 30X40mm) into the TrP using the "Fast-in, Fast-out" technique (Hong, 1994) (Martin-Pintado, 2018; Hsieh, 2011; Hsieh, 2012; Dunning, 2013; Eroglu, 2013; Arias-Buría, 2020). The IP counted aloud the number of reproduced LTRs, and the AS recorded the data.

The measured variables included: NSR and algometry (quantitative), EPF, JS, and FTTS (qualitative). Algometry values, the primary response variable, were analyzed using generalized linear mixed models (GLMM). Categorical classification variables included treatment (CGC and GT) and time.

FTTS, NSR, EPF, and LTRs and JS from the left and right sides were analyzed using GLMMs. The categorical classification variable included time, subdivided into weeks. The GC was not used, and values from the 1st week of the GT were assumed as self-control.

If statistically significant differences were found, Tukey's post-hoc test was used, considering a value of $P \leq 0.05$ as significant.

Results

The algometry values were significantly higher ($P < 0.001$) in the GT compared to the CG. At 72 hours in the first week, significant differences ($P < 0.001$) were found, consistent with a preliminary study (Nemery, 2016). In the second week, starting from 4 hours, the values reached the same improvement, with significant results at 72 hours ($P < 0.001$). In the third week, on the left side, the improvement increased at 24 hours and 72 hours. On the right side, the improvement increased at 4 hours, 24 hours, and 72 hours.

The FTTS and NSR showed a statistically significant effect ($P < 0.001$) in the weekly evolution of the horses. The number of LTRs on both sides revealed a significant decrease ($P < 0.001$), with significant differences between weeks 1 and 3 ($P < 0.001$). Neither the EPF

Summary

nor the JS evolved significantly; although the effect of time was significant in both cases ($P < 0.001$), the contrasts between the weeks were not significant ($P < 1.000$).

Discussion

Dry needling (DN) has proven to be effective in reducing local pain in the brachiocephalic muscle (EBM) at 72 hours and in the short term, as evaluated through algometry, which is highly reproducible in horses. This is the first scientific study investigating the efficacy of DN in reducing palpation pain from trigger points (TrPs) in equines, together with a preliminary study conducted by the author (Nemery, 2016).

Three horses were excluded due to inappropriate behaviour, possibly related to "wind-up" or an individual needle phobia.

The results indicate that the housing and training of the horses did not significantly influence the treatment's efficacy. Exercise was restricted after the treatment application for up to 72 hours. The influence of those restrictions was not evaluated.

There is no consensus on the need to provoke local twitch responses (LTRs). LTRs were induced to enhance the effectiveness in pain improvement, although they may contribute to higher levels of post-needling soreness (PNS), which typically resolves spontaneously within 36-48 hours. In this study, it resolved at 72 hours. Inducing only three LTRs could have reduced the duration of PNS.

The EPF did not show sensitivity to local pain caused by TrPs. The horses continued to express the JS during the intervention, and the underlying reason for this is not fully understood. Owners observed a significant improvement in both the NSR and the FTTS, aligning with the significant differences in pain evaluated by algometry.

Conclusion

DN has proven to be effective in reducing local pain caused by TrPs in the EBM both immediately (72h) and in the short term (3 weeks).

2. Introducció

1. Fisioterapia en animales

*“As humans respond so rapidly to this form of treatment for their injuries,
why isn't it used on horses for theirs?”*

Lord Luis Mountbatten to Sir Charles Strong (1939)

Muchos sabrán que Lord Mountbatten fue un gran marino británico, un notable diplomático y el último virrey de la India. Muchos sabrán que su asesinato a manos de miembros del IRA, el 27 de agosto de 1979, cambió para siempre la historia de la Familia Real británica, arruinando los planes de matrimonio del Príncipe Carlos de Inglaterra con su prima segunda Amanda Knatchbull. Pero probablemente no sabrán que, con una sola pregunta, su Alteza Serenísima, el Príncipe Luis de Battenberg (1900-1979), Muy Honorable Conde de Mountbatten de Birmania, despertó el interés por una nueva disciplina, la fisioterapia en animales.

A día de hoy, la fisioterapia en animales se define como una extensión de la fisioterapia basada en la evidencia científica en el ámbito humano (Gowan, 2016).

2. Síndrome de dolor miofascial

2.1. Definición

The International Association for the Study of Pain (IASP) reconoce que el Síndrome de Dolor Miofascial (MPS) es una fuente común de dolor (Handwerker, 2013). El MPS se caracteriza por la presencia de puntos gatillo (TrPs) (Simmons, 2005; Solis, 2014) localizados dentro de la banda tensa muscular (TB). Desde el punto de vista fisiopatológico, el MPS se define como el resultado clínico de la disfunción de la placa motora con un exceso de acetilcolina (Climent, 2011).

El MPS engloba un conjunto de síntomas sensoriales, motores y autonómicos causados por la presencia de TrPs (Dommerholt, 2006) y es un diagnóstico común en pacientes con dolor musculoesquelético (Dommerholt, 2011).

Los TrPs constituyen una de las causas de dolor agudo y crónico más frecuentemente ignoradas (Hendler, 1993), pero al mismo tiempo, uno de los cuadros dolorosos más

2. Introducción

habituales (Hidalgo-Lozano, 2010). Existe un elevado porcentaje de pacientes que presentan MPS (Cummings, 2007). Se estima que el 85% de la población mundial sufrirá algún episodio de dolor miofascial (MP) a lo largo de su vida (Sberly, 2010; Lluch, 2015). Un 48'9% de los médicos de especialidades y PTs tratan más de 4 pacientes con MPS a la semana y estiman una prevalencia del 46,1% en la población general y del 52'8% de sus pacientes (Segura-Perez, 2017).

2.2. Diferencias entre dolor muscular y dolor miofascial

La masa muscular representa aproximadamente el 40% del peso corporal en humanos. En caballos de deporte puede suponer más de un 50% de su peso total, mientras que en caballos no deportivos alcanza alrededor del 45% (Gorniak, 2020; Carroll, 1988).

En humana, el dolor muscular tiene una etiología variada y compleja. Comúnmente está asociado con afectaciones mecánicas relacionadas con el ejercicio, sin embargo, también pueden provenir de enfermedades musculares específicas o de condiciones no relacionadas con el ejercicio.

El MPS se incluye principalmente dentro de las condiciones relacionadas con el ejercicio. Las enfermedades de causa muscular, pueden clasificarse en miopatías metabólicas, miopatías inflamatorias y otras miopatías. Por otro lado, las causas no musculares incluyen condiciones metabólicas, deficiencias de minerales, infecciones sistémicas o locales. Además, ciertos medicamentos pueden producir mialgias.

Los caballos también padecen diversas afectaciones musculares que comparten características clínicas, histopatológicas y moleculares con las enfermedades musculares humanas (Áleman, 2007), Las miopatías equinas se clasifican en ejercionales y no ejercionales o relacionadas con alteraciones en la conducción de la membrana muscular. También pueden presentar patologías musculares por causas no musculares. Estas clasificaciones son cruciales en el abordaje clínico y deben integrarse en el razonamiento clínico.

Los caballos con dolor muscular modifican su patrón de movimiento al montarse para evitar los movimientos dolorosos: disminuir el ROM en el área toracolumbar, acortar el tranco, alterar los cambios de pie, saltos bilaterales con los dos pies (Mullard, 2017). Estos signos encajan con los signos que provocan los TrPs.

En el contexto de la medicina veterinaria, el MPS pasa desapercibido como posible diagnóstico diferencial, lo que puede llevar a subestimar su prevalencia e incidencia. La falta de datos precisos sobre su magnitud impide una comprensión clara de su alcance en la población equina. Sin embargo, existe una sospecha de que estas cifras no son insignificantes.

2.3. Puntos Gatillo

Un punto gatillo (TrP) se define como una zona hiperirritable localizada en una banda tensa de un músculo, que genera dolor local, dolor a la contracción y el estiramiento, debilidad muscular, alteración del patrón motor, síntomas vasovagales, fenómenos autonómicos y dolor referido percibido en una zona alejada (Simmons, 1999; Fernández-de-las-Peñas, 2018).

El término “trigger point” (TrP) se acuñó para describir una zona de dolor intenso, en una banda tensa (TB), que refiere (“triggers”) dolor a distancia cuando se estimula (Gerwing, 2004). La TB es una característica fundamental de un TrP, con peculiaridades propias; está permanentemente endurecida y se contrae activamente al ser estimulada,, provocando una respuesta de espasmo local (LTR); esta es una pequeña y repentina contracción de la TB al ser activada con la palpación o la aguja, provocada por un reflejo espinal relacionado con la placa motora disfuncional.

2.4. Etiología de los TrPs

Los hallazgos más recientes sobre el origen de la formación de TrPs confirman que el factor desencadenante en la formación de los TrPs es una sobrecarga muscular aguda o una acción muscular repetitiva hasta la fatiga, que provoca un exceso de ACh en la placa motora o una concentración alta de Ca²⁺ en el citosol muscular, o ambas cosas (Dommerholt, 2011; Fernández-de-las-Peñas, 2019).

Las posiciones mantenidas, las contracciones concéntricas máximas y submáximas o excéntricas, pueden provocar una sobrecarga muscular. Cuando el músculo excede su capacidad, se ejercita bajo condiciones que limitan la disponibilidad del suministro de energía (Gerwin, 2004; Gerwin, 2023). Esta sobrecarga mecánica unida a cambios bioquímicos en el tejido muscular, que sensibilizan el SN y otras alteraciones neuromusculares, pueden derivar en el desarrollo de los TrPs (Gerwing, 2004).

2. Introducción

Alteraciones hormonales, falta de vitamina B12 y ácido fólico, traumas directos o microtraumas también se identifican como factores que pueden condicionar la aparición o mantenimiento de los TrPs (Da Silva, 2020), y potenciar la sintomatología que provocan

Los caballos utilizan contracciones concéntricas al iniciar el movimiento, propulsarse, despegar en el salto y subir cuestas. Y utilizan contracciones excéntricas al frenar, en la fase de carga de un tranco, en la recepción del salto, cuando van cuesta abajo, y en el paso atrás.

En la literatura científica, se ha documentado una breve mención a los TrPs en caballos (Ridgway, 1999; Marks, 1999; Wolf, 2002; McGregor, 2014; Bowen, 2017; Story, 2021). Según Ridgway (1999) los músculos que desarrollan TrPs en respuesta al sobreuso o estrés son los que se acortan en la “reacción de lucha o huida”.

2.5. Fisiopatología de los TrPs

La Teoría de la Hipótesis Integrada (Simons, 1999), ha sido reconocida como el enfoque más aceptado en la formación de los TrPs. Según la misma, los TrPs comienzan con una sobrecarga muscular, resultante de contracciones que exceden la capacidad del músculo. Durante una contracción mantenida, el metabolismo muscular, depende en gran medida del oxígeno y de la glucosa, ambos necesarios para la producción de ATP. El ATP proporciona la energía para la contracción muscular. Estas contracciones mantenidas pueden provocar una crisis energética debido a la falta de oxígeno, llevando al músculo a la hipoxia.

La hipoxia contribuye al daño muscular, y provoca la liberación de sustancias sensibilizantes y la activación de nociceptores musculares. Entre estas sustancias se encuentran la bradiquinina, la sustancia P, citoquinas, serotonina, prostaglandinas y ATP, todas ellas mediadoras de la inflamación y la sensibilización nociceptiva. Esta situación incrementa la acidez del medio, disminuyendo el pH y contribuyendo a la liberación del péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP), pro-inflamatorio de los músculos lesionados. El CGRP reduce la actividad de la acetilcolinesterasa (AChE), incrementa los receptores de acetilcolina (AChRs) y facilita la liberación de ACh.

La actividad de la AChE es dependiente del pH y su reducción en ambientes ácidos aumenta los niveles de ACh. La liberación excesiva de ACh tiene dos consecuencias: provoca un incremento de potenciales de acción en miniatura (MEPP), que son pequeñas despolarizaciones de la terminal postsináptica causadas por la liberación de una sola

vesícula en la hendidura sináptica y aumenta los niveles de calcio intracelular. Estas dos acciones llevan a una hipercontracción de los sarcómeros y a la formación de las bandas tensas (TB).

Las TB pueden generar isquemia muscular al comprimir los vasos sanguíneos adyacentes, provocando una crisis energética en el tejido muscular, que responde con una liberación de sustancias inflamatorias que estimulan los nociceptores locales.

La Hipótesis Integrada describe un ciclo perpetuo de contracción muscular, hipoxia, liberación de mediadores inflamatorios y sensibilización de nociceptores, lo que lleva a la formación y mantenimiento de los TrPs.

Estudios posteriores han evaluado la importancia del calcio y la implicación de Sistema Nervioso Simpático (SNS) en el mantenimiento de la TB (Gerwing, 2008), han apoyado la hipótesis de la disfunción de la placa motora y la importancia de la actividad eléctrica espontánea (SEA) Liu, 2019). La SEA es un potencial eléctrico disfuncional de la placa motora (Ge, 2011). La SEA, identificada como descargas continuas de baja amplitud (Liu, 2019), implica que hay una excesiva liberación de ACh en placas motoras disfuncionales. Esta actividad eléctrica se ha encontrado recientemente en caballos (Mc Gregor, 2014) confirmando la presencia de TrPs localizados en la porción cleido-braquial del músculo braquiocefálico equino. Las características electromiográficas de los TrPs equinos son similares a las descritas en humano y en tejido muscular de conejo (McGregor, 2014; Hsieh, 2011). Otros estudios en equino describen otras alteraciones nerviosas (Nailor, 1993; Podell, 1995; Nollet, 2000; Wijnberg, 2000; Wijnberg, 2003).

Además, la sensibilización central (CS) y la sensibilización periférica (PS) también se ven influenciadas por un entorno ácido, que activa los nociceptores ASIC1 y ASIC3 en el Sistema Nervioso. La acidez resultante de la inflamación muscular, junto con mediadores inflamatorios en los puntos gatillo miofasciales (TrPs), sensibiliza las terminaciones nerviosas y las neuronas espinales. Esta combinación perpetúa la PS y CS, manteniendo la hipersensibilidad, alodinia y dolor referido característicos de los TrPs.

2. Introducción

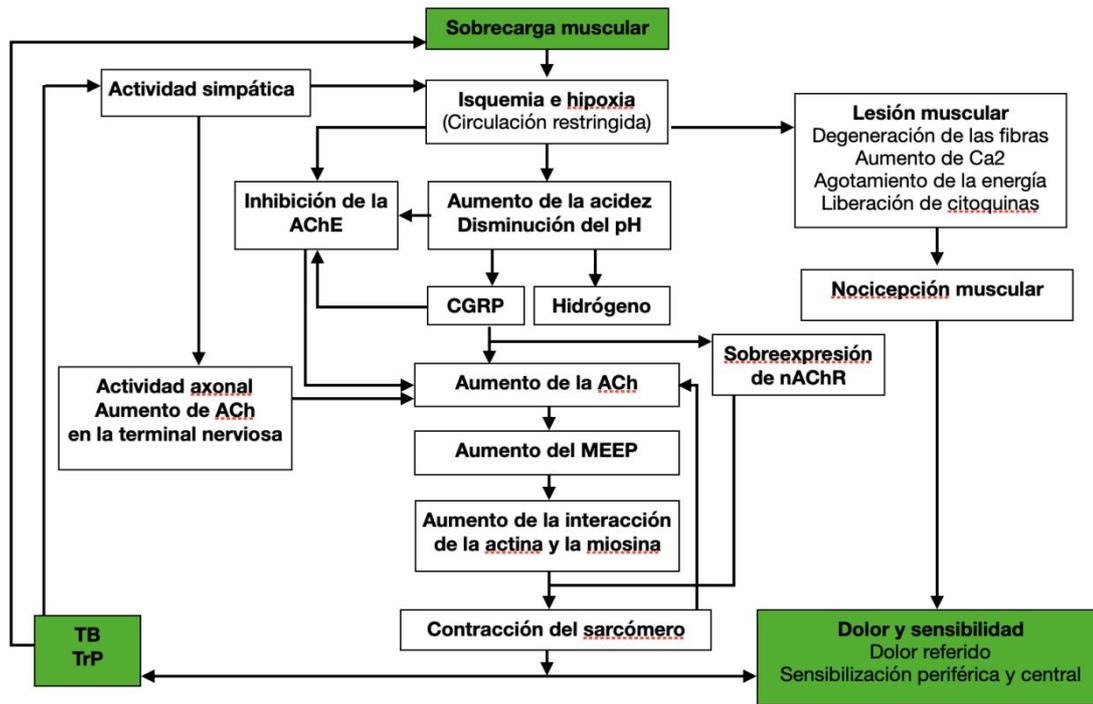


Imagen 1. Esquema de la expansión de la Teoría de la Hipótesis Integrada (Gerwing, 2004)

La Teoría de la Hipótesis Integrada fue ampliada en 2004 (Gerwin, 2004) (Imagen 1) destacando la importancia de la liberación cuántica o no cuántica de ACh. Normalmente, la liberación cuántica de ACh en la placa motora genera un potencial de acción que, al liberar el calcio del retículo sarcoplasmático, provoca la contracción muscular, dependiente del calcio. Sin embargo, en la formación de los TrPs, se creía que la liberación no cuántica de ACh, independiente del calcio y de la señal eléctrica, era relevante. Esta liberación aumenta por la inhibición de AChE, acumulando ACh en la hendidura sináptica y estimulando las terminaciones nerviosas, lo que puede desencadenar MEPP y provocar contracciones musculares (Gerwin, 2004).

En la actualidad, se conoce que es poco probable que la liberación no cuántica de ACh, desencadene los MEPP, debido a la baja concentración de ACh liberada (Gerwin, 2023). Se reconoce una mayor importancia de la inflamación y la isquemia en la formación y mantenimiento de los TrPs, donde la inflamación crónica y la mala circulación sanguínea pueden contribuir a la perpetuación de la irritación y la sensibilización del tejido muscular y nervioso (Gerwing, 2023).

2.6. Diagnòstic de los TrPs

Los **tres criterios diagnòsticos esenciales** de los TrPs segùn un estudio Delphy (Fernández-de-las-Peñas, 2018) son: la existencia de una TB muscular, un punto doloroso hipersensitivo en dicha banda tensa y dolor referido y reconocido por el paciente provocado por la estimulación de dicho punto. Además, otras **seis características confirmatorias** pueden estar presentes: una LTR al palpar el TrP, el signo del salto (JS) o reacción de huida por parte del paciente, reconocimiento del dolor por parte del paciente, patrones de dolor referidos predecibles, debilidad muscular y dolor a la contracción o estiramiento del músculo afectado.

Las pruebas de imagen se utilizan principalmente en la investigación clínica. Chen (2016) investigó la correspondencia entre las TB halladas clínicamente y su imagen en MRE. La MRE, obtuvo fiabilidad intra e inter-examinador excelente detectando TB, pero podría subestimar la rigidez de los puntos gatillo más estrechos, lo que elevaría la capacidad clínica en la detección de TB estrechas sobre la MRE.

La ultrasonografía (US) ha demostrado una fiabilidad intra e inter-examinador excelente detectando TrPs y asociándolos con cambios morfológicos y anomalías en el tejido. (Da Silva, 2020). Los TrPs aparecen como zonas elípticas, con un tamaño de $0.16 \pm 0.11 \text{cm}^2$, e hipoecoicas, con un flujo sanguíneo retrógrado que sugiere isquemia e hipoxia ((Kumbhare, 2016; Diep, 2021; Gerwin, 2023). Su localización corresponde con nódulos palpables manualmente (Sikdar, 2009). Otros autores lo describen, sin embargo, como una zona hiperecoica (Lewis, 1999; Shankar, 2012). Las estructuras hiperperfundidas suelen ser hipoecoicas y las hipoperfundidas, hiperecoicas (Ball, 2022), pero los estudios de microdiálisis revelan isquemia e hipoxia en áreas de TrPs con hiperperfusión circundante (Shah, 2008; Sikdar, 2010). Además, la ecogenicidad depende del grupo muscular (Diep, 2021). La Multiple Loci Hypothesis puede ayudar a resolver estas discrepancias (Ball, 2020)(imagen 2).

La US detecta las TB como un área hiperecoica que muestra fascículos musculares desorganizados (Shankar, 2012) y es valiosa a la hora de visualizar las LTR de músculos profundos (Kumbhar, 2016).

2. Introducción

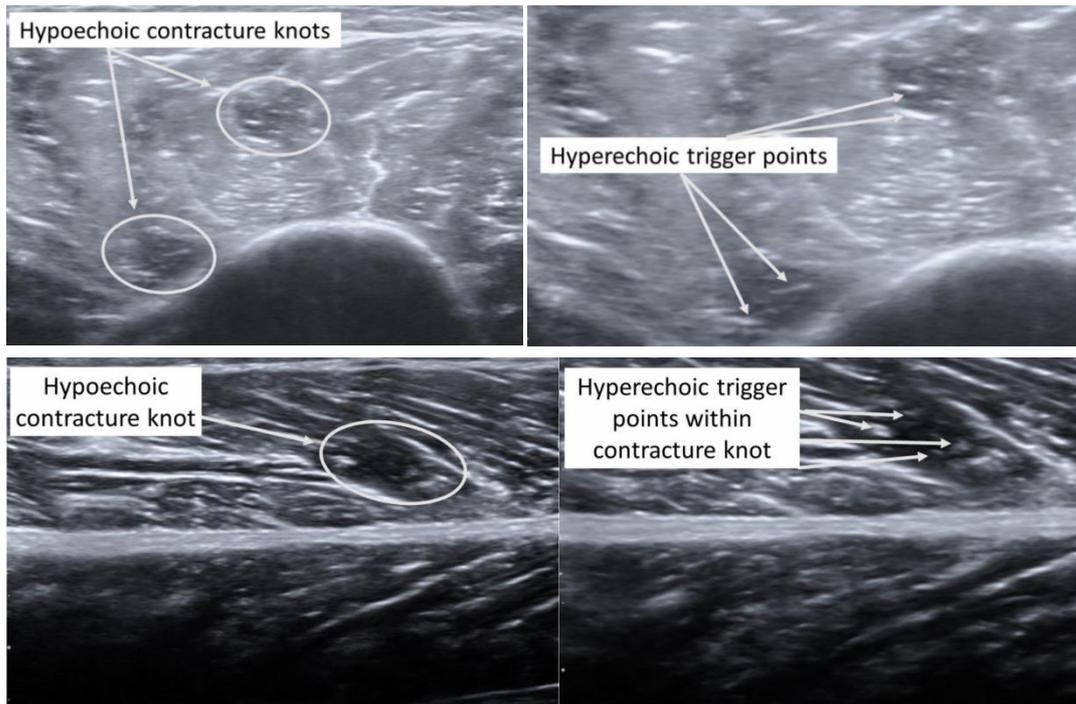


Imagen 2. Hallazgos ecográficos de los TrPS (Ball, 2022)

La US Doppler es útil para investigar las características vasculares y el flujo sanguíneo en los TrPs (Diep, 2021). La resistencia vascular observada en los TrPs activos coincide con la compresión de los vasos sanguíneos y la situación de hipoxia, compatible con la Teoría de la Hipótesis Integrada (Gerwin, 2004).

La elastografía cuantitativa es una herramienta objetiva para visualizar TrPs (Kumbhare, 2016). Aporta información sobre la organización estructural de los tejidos y sus propiedades mecánicas. Es más efectiva localizando TrPs que la US (Diep 2021).

La sonoelastografía (VSE) conjuga la evaluación de la elasticidad del tejido con la información anatómica y vascular (Aroca, 2014). Según la VSE, los TrPs, tienen una amplitud de vibración reducida un 27% comparado con el tejido circundante (Sikdar, 2009, Diep, 2021).

Las pruebas de imagen son instrumentos accesibles en la experimentación, pero resultan poco prácticas para el diagnóstico clínico de los TrPs. Por ello, la exploración física y la palpación son las herramientas más utilizadas. Li (2020) actualiza los diferentes criterios diagnósticos: el punto sensible a la palpación es el criterio diagnóstico más común y con mayor fiabilidad, junto con la TB. En su revisión, difiere del estudio Delphi (Fernández-de-las-Peñas, 2008) al incluir la LTR como criterio más común. Nódulo sensible y dolor referido son los criterios coincidentes. Estos tres son criterios con una fiabilidad de moderada a excelente para la presencia de TrPs.

Pero la fiabilidad a la hora de localizar TrPs es controvertida. Ball (2020) pone en duda la precisión en la palpación de los TrPs, dado su pequeño tamaño y Rathbone (2017) cuestiona la validez de la palpación para diagnosticarlos debido a la presión ejercida. Algunos estudios reportan una fiabilidad pobre tanto en examinadores experimentados como inexpertos (Hsieh 2000), mientras que otros encuentran una buena fiabilidad inter-examinador y diferencias significativas según la experiencia (Gerwing, 1997; Alasdair, 2017). Según Sciotti (2021) la experiencia y el entrenamiento del clínico son cruciales y las habilidades palpatorias junto con el feedback del paciente, pueden ser herramientas fiables para localizar TrPs (Mora-Relucio, 2016).

Aunque las discrepancias podrían tener relación con la región anatómica estudiada, la evidencia en humanos (Alasdair, 2017) no ha encontrado diferencias significativas entre músculos de diferentes regiones.

A pesar de que no existe un criterio consensuado para el diagnóstico de TrPs en equinos, tres estudios de referencia (Bowen, 2017; MacGregor, 2014; Story, 2021) coinciden en la posibilidad de aplicar los criterios propuestos e investigados en humanos en la especie equina.

2.7. Clasificación de TrPs

Los TrPs se clasifican clínicamente en activos y latentes. Los primeros provocan dolor espontáneo, y al ser estimulados reproducen cualquier síntoma reconocido, parcial o completo, como familiar para el paciente (Fernández-de-las-Peñas, 2018), mientras que los segundos permanecen clínicamente inactivos frente a dolor espontáneo; solo son dolorosos cuando se los palpa y no reproducen el dolor del paciente (Li, 2009). La presencia de una banda tensa y un punto hipersensible está presente en ambos tipos, y no se han encontrado diferencias significativas en su tamaño (Fernández-de-las-Peñas, 2018; Simmons, 2019).

Aunque el paciente no se ve afectado por el dolor de un TrPs latente, ambos requieren de tratamiento; puesto que los dos pueden mantener la CS y PS a través de un input nociceptivo persistente (Chiarotto, 2015; Dommerholt, 2022). Ambos provocan disfunciones motoras, tales como, debilidad y desequilibrio muscular, irritabilidad motora y alteración en el reclutamiento motor (Lucas, 2004; Lucas, 2010) y dolor referido en el músculo afectado y en músculos relacionados funcionalmente. Las posturas prolongadas pueden activar la formación de los TrPs latentes, y estos evolucionar en TrPs activos (Fernández-de-las-Peñas, 2018).

2. Introducción

Un TrP latente puede presentar todas las demás características clínicas de un TrP activo y siempre estará situado en una banda tensa (Bron, 2012). El umbral de dolor a la presión (PPT) es más bajo en un TrP latente que en un punto control (Li, 2009), y se ha observado la presencia de TrPs latentes en individuos sanos y asintomáticos (Fernández-de-las-Peñas, 2019).

El entorno bioquímico de ambos tipos de TrPs ha mostrado diferencias significativas: los TrPs activos están asociados a concentraciones más altas de sustancias algogénicas y mediadores químicos tales como bradicinina, sustancia P y serotonina (Chiarotto, 2016). Se encontraron niveles más bajos de pH y más altos de CGRP en el entorno directo de TrPs activos frente al de los TrPs latentes (Shah, 2008; Liu, 2019). Además, se observa un mayor flujo sanguíneo en pequeñas arterias y arteriolas cerca de los TrPs activos, que de los latentes (Sikdar, 2009)

Se ha observado que la musculatura que presenta TrPs es más activa eléctricamente en comparación con los músculos sin TrPs (Donaldson, 1994; Hubbard, 1993). Hay una correlación significativa entre el grado de irritabilidad de un TrP y el SEA; la prevalencia de SEA es significativamente más alta en los TrPs activos (Kuan, 2007). La electromiografía de superficie también ha confirmado la presencia de TrPs en la musculatura equina, mostrando signos similares a los observados en humanos (Mc Gregor, 2006).

La diferenciación de TrPs en caballos supone un reto significativo, ya que estos animales, aunque pueden expresar su dolor mediante otros indicadores, no pueden verbalizar la naturaleza ni localización de su dolor.

Sin embargo, más allá de la nomenclatura o las características específicas de los TrPs, lo crucial es determinar si el TrP en cuestión es clínicamente relevante (Myburgh, 2008).

2.8. Tratamiento de TrPs

Desay (2013) revisó diferentes modalidades de tratamiento del MPS:

- AINES: Los antiinflamatorios no esteroideos (AINES) y los inhibidores de la ciclooxigenasa (COX-2), no demostraron su eficacia, aunque son efectivos en alteraciones musculoesqueléticas agudas. El manejo de dolor toracolumbar en equinos mediante el uso de AINES es insatisfactorio. La mayoría de los caballos requieren una evaluación exhaustiva del dolor, debido a la falta de respuesta al tratamiento con fenilbutazona u otros AINES (Denoix, 2003). La evidencia no respalda un proceso antiinflamatorio en la

fisiopatología de los TrPs (Borg-Stein, 2006), coincidiendo con los principios de la Teoría de la Hipótesis Integrada (Gerwing, 2023).

- Diclofenato: El diclofenato mostró una reducción significativa en el dolor del trapecio ($P < 0.01$).
- Tramadol: No se ha estudiado la eficacia del Tramadol, agonista de los receptores opioides μ , δ y κ , que inhibe la recaptación de noradrenalina e intensifica la liberación de serotonina.
- Tropicsetron: Respecto al tropisetron, antagonista del receptor de serotonina 5HT, con eficacia en el tratamiento de la fibromialgia, mejoró significativamente el dolor cuando se inyectó en el TrPs, aunque requiere mayor investigación.
- Lidocaína: El efecto de la lidocaína con aplicación tópica a modo de parches mejoró el PPT y la actividad general del sujeto.
- Relajantes musculares: No hay datos que evalúen la eficacia de los relajantes musculares; la tizanidina, las benzodiacepinas, ciclobenzaprina y el tiocolchicósido.
- Antiepilépticos: Los antiepilépticos como la gabapentina y la pregabalina se incluyen por su acción sobre la noradrenalina, glutamato y sustancia P, sustancia relacionada con el MPS, pero no se han encontrado estudios que evalúen el efecto de dichos fármacos en los TrPs.
- Antidepresivos: Se ha encontrado una mejora significativa del dolor crónico con los antidepresivos tricíclicos, que actúan sobre las vías centrales del dolor. Pero no hay indicaciones para su uso en MPS.
- Ketamina: La ketamina, antagonista del receptor N-metil-D-aspartato, analgésica, anestésica, sedante y muy usada en equinos, no mostró una eficacia significativa en el tratamiento de dolor crónico temporomandibular en humanos.

El botox, una neurotoxina botulínica tipo A (BoNT-A), bloquea la liberación presináptica de acetilcolina en la unión neuromuscular, lo cual inhibe la contracción muscular. A pesar de su mecanismo de acción, no ofrece ventajas significativas sobre el uso de solución salina normal (Ting, 2020), aunque sí ha demostrado eficacia en la reducción de la intensidad del dolor (Desay, 2013). Sin embargo, su alto coste representa una desventaja para considerarlo como tratamiento de elección.

Otros estudios han investigado el uso de anestésicos locales en los TrPs fundamentándose en su capacidad para desensibilizar las terminaciones nerviosas, su efecto vasodilatador local y su capacidad inhibitoria sobre la propagación del dolor al actuar sobre los canales de sodio y los potenciales de la placa motora. La adición de un

2. Introducción

esteroide puede disminuir la PS y en consecuencia, prevenir la CS. Pero se no han demostrado mejoras significativas en comparación con el botox o la solución salina (Ting, 2020),

Los tratamientos no farmacológicos del MPS (terapia manual, calor superficial, US, laser y TENS) y las inyecciones de TrPs también se incluyen en la batería de opciones terapéuticas (Desay, 2013; Barbero 2019).

La evidencia científica plantea incertidumbres respecto a la efectividad de la terapia manual. Algunos artículos de alta calidad confirman la eficacia de la terapia manual a corto plazo y su capacidad para reducir el PPT, la sensibilidad y los resultados en escalas de dolor, sin embargo, otros concluyen que no proporciona beneficios superiores al placebo (Desay, 2013). La presión isquémica podría ser efectiva en ciertos casos (Barbero, 2019). En caballos, varios estudios han demostrado la efectividad de ciertas técnicas de terapia manual. Haussler (2003) encontró que el tratamiento quiropráctico mejora el PPT a largo plazo, aunque no todos los cambios observados fueron estadísticamente significativos. En otro estudio, el tratamiento quiropráctico asistido instrumentalmente mostró un efecto significativo a los siete días y un único tratamiento de masaje terapéutico produjo mejoras progresivas de los valores del PPT en la columna vertebral caudal (Sullivan, 2008). El masaje podría jugar un papel valioso en la mejora de la función locomotora del caballo, ya que puede aumentar la protracción de miembro posterior equino (Hill, 2010). Pero este estudio fue de cohortes y no incluyó un grupo control.

Una revisión sistemática analizó estudios que evaluaban los efectos clínicos de movilizaciones musculoesqueléticas y técnicas manipulativas en perros, gatos y caballos. Se observaron efectos beneficiosos o positivos, aunque solo los estudios experimentales incluían grupos control. Una de las limitaciones fue la heterogeneidad en las indicaciones, técnicas aplicadas y protocolos, lo que impide una interpretación significativa de la eficacia clínica general de estas técnicas (Haussler, 2021)

El tratamiento mediante ultrasonido muestra ineficacia o una eficacia moderada en el tratamiento de los TrPs (Barbero, 2019). En cuanto al calor superficial, laser y TENS se ha demostrado que son eficaces a corto plazo para reducir la intensidad del dolor (Barbero, 2019).

La DN destaca como una de las intervenciones más efectivas en el tratamientos de los TrPs, al reducir la hiperexcitabilidad de los TrPs y mejorar el dolor asociado. Se considera que la intervención mecánica de la aguja es fundamental para corregir la disfunción de la placa motora (Ting, 2020).

Recientemente, el colectivo científico ha mostrado un creciente entusiasmo con la eficacia de la educación del paciente en neurociencia del dolor (PNE) (Louw 2016) y su combinación con DN (Rondon-Ramos, 2020; Tellez-Garcia, 2015). Aunque esta educación es impracticable en caballos, es aplicable al propietario, jinete o cuidador principal, quienes juegan un papel crucial en el manejo del animal.

2.9. Síndrome de dolor miofascial y dolor crónico

El dolor crónico es aquel que persiste más allá de los tres o seis meses, tras la recuperación del tejido lesionado o de la enfermedad subyacente. Los estudios de prevalencia de dolor miofascial elevan la cifra en un 85-93% de pacientes con dolor crónico que acuden a Unidades de Dolor (Alvarez, 2002; Ting, 2020) y 21% en pacientes atendidos por los médicos de familia. Se ha encontrado una alta prevalencia de MPS en condiciones patológicas preexistentes (Lluch, 2015) y puede ser comórbido con una variedad de patologías (Fernández-de-las-Peñas, 2014).

El dolor referido que provocan tanto los TrPs activos como los latentes, pueden reproducir los síntomas de múltiples trastornos que causan dolor crónico (Fernández-de-las-Peñas, 2019). Y no deben obviarse los factores de perpetuación del dolor, como las sobrecargas musculares (Barbero, 2019).

El dolor crónico cervical (Rombach, 2013) y de dorso en equinos son una patologías muy comunes descritas hace décadas (Ridgway, 1999). Ridgway propuso una relación entre MPS y el dolor crónico tras observar la dificultad de localizar e identificar cojeras asociadas al dolor crónico mediante un enfoque terapéutico convencional. La falta de hallazgos en las pruebas de imagen (RX, MRE, US) o en los bloqueos anestésicos diagnósticos, junto con el persistente dolor de dorso, llevaban a concluir en el diagnóstico de MPS.

El hecho de que el MPS en humanos pueda ser comórbido con otras patologías, podría ayudar a entender condiciones similares en equinos.

Al evaluar cojeras crónicas en caballos, no se debe olvidar el dorso. Murray (2010) identificó las cojeras como la lesión más común en caballos de doma. Las cojeras en los miembros posteriores causan asimetría en el movimiento toraco-lumbosacro, y reducir el dolor en estos miembros puede mejorar el rango de movimiento (ROM). Cojeras, dolor toraco-lumbosacro y limitación del ROM suelen coexistir (Greve, 2017), y el dolor crónico de dorso puede derivar en espondilosis, neuropatías y alteraciones articulares (Ridgway, 1991; Ridgway, 2005).

2. Introducción

No se puede subestimar la importancia de la CS en los procesos de dolor crónico. La CS amplifica la hipersensibilidad al dolor, reduce el PPT y altera los mecanismos de sumación temporal, haciendo que el dolor se perciba como si hubiera daño tisular (Serrano Muñoz, 2016). Aunque el comportamiento de los caballos puede reflejar su estado de dolor, evaluar la cronicidad de este en ausencia de evidencia de daño tisular es particularmente desafiante.

2.10. Disfunciones fasciales

La fascia es “un tejido conjuntivo que forma una red tridimensional que rodea, sostiene, protege, conecta y divide los componentes musculares, esqueléticos y viscerales; se reorganiza a lo largo de líneas de tensión que pueden generar estrés en cualquier estructura envuelta o relacionada con la fascia, con los consecuentes efectos mecánicos y fisiológicos” (Chaitov, 2014). El tratamiento de las disfunciones fasciales se centra en las alteraciones y restricciones de movimiento provocadas por este tejido.

¿Cuál es la diferencia entre las disfunciones fasciales y el MPS? El enfoque fascial se basa en mejorar el movimiento de este tejido a través de técnicas manuales inductivas o liberadoras (Elbrønd, 2015a; Brockman, 2016; Luomalla, 2022) que contactan con el tejido en sus diferentes planos. El tratamiento del MPS se dirige a los TrPs existentes en la musculatura

La investigación sobre el tejido fascial equino ha indicado que el estado de la fascia influye en la biomecánica del caballo, afectando a las estructuras anatómicas; la elasticidad de la fascia limita la movilidad del nervio peroneo superficial, al estar insertado en el epimisio del músculo tibial craneal; y una banda de fascia situada entre el bíceps y el vasto lateral, está relacionada con la estabilidad y el movimiento de la articulación coxofemoral y la rodilla (Luomala, 2018). Además, se han identificado cinco líneas miofasciales en caballos que son comparables a las humanas, formando un anillo anatómico que equilibra los movimientos y la rotación axial de la columna vertebral (Elbrønd, 2014; Elbrønd, 2015b; Elbrønd, 2021).

3. Dolor miofascial en animales. Evidencia científica disponible.

La evidencia científica en animales y el conocimiento sobre TrPs son limitados en la medicina veterinaria (McGregor, 2014; Formenton, 2023)

En perros, Simmons (1976) investigó las alteraciones morfológicas de los TrPs (imagen 3). Janssens (1991) identificó TrPs, como estructuras alargadas, nodulares y duras, de 0,5-4,0cm de diámetro. Basko (1996) recomendó considerar el MPS cuando otros tratamientos no alcanzaban resultados satisfactorios y persistían síntomas como cojera, rigidez y falta de flexibilidad. En casos de miositis no metabólicas, Marks (1999) propuso tratar los TrPs con inyecciones de bupivacaina, acetato de isoflupredona y solución salina. Frank (1999) utilizó el modelo humano del MPS para desarrollar un enfoque diagnóstico y terapéutico aplicable a los síndromes dolorosos que no respondían a tratamiento médico convencional. Altug (2010) evaluó los efectos de la estimulación eléctrica de TrPs en el músculo peroneo largo. Wall (2014) describió la evaluación de TrPs, abordando factores de perpetuación, procesos patológicos y posibles implicaciones nutricionales y viscerales, así como estrategias de tratamiento invasivas y no invasivas.

Recientemente, Formentón (2023) investigó la prevalencia y localización de TrPs en perros policía. Estos reaccionaron a la palpación de un nódulo hiperreactivo con respuestas sugestivas de dolor: vocalizaciones, giro de la cabeza hacia el examinador, gruñidos o ataques, flexión de la columna vertebral o comportamiento de huida.

En caballos, Ridgway (1999) describió un “MPS difuso” asociado a dolor de dorso y TrPs. También se ha documentado la localización de TrPs en la musculatura pectoral en relación con la aversión al cinchado (Bowen, 2016) así como sus características electromiográficas (McGregor, 2014). Estos TrPs son comparables a los descritos en humanos y comparten signos clínicos como TB, LTR y reacción dolorosa a la palpación (Bowen, 2016; McGregor, 2014). Sin embargo, debido a la incapacidad de los animales para manifestar el dolor referido (Janssens, 1991; Janssens, 1992; Wall, 2014; Frank, 2015), este fenómeno no se considera un signo clínico comparable en ambas especies.

En roedores se han establecido diversos modelos animales para estudiar el MPS (Hong, 1998; Margalef, 2019; Liu, 2019).

2. Introducción

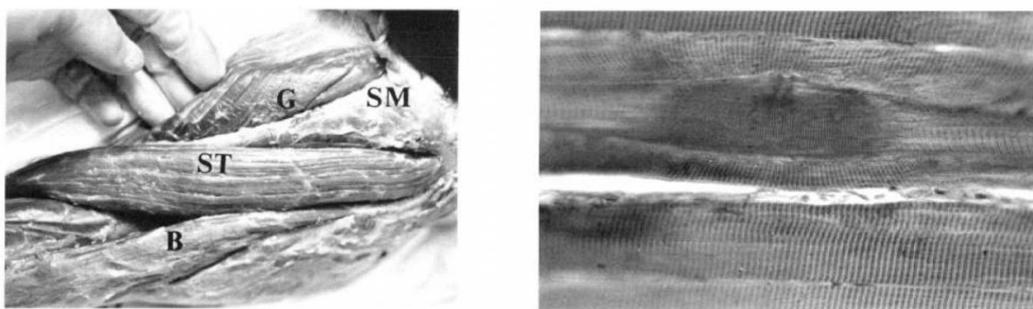


Imagen 3. *Nódulos palpables observados en secciones longitudinales de músculo canino (Simmons, 1976)*

Aunque la acupuntura y los TrPs son fundamentados en enfoques médicos distintos, se ha observado una coincidencia en la localización de TrPs y puntos clásicos de acupuntura en medicina veterinaria (Janssens, 2001; McCormick, 1996; Tangjitjaroen, 2009).

4. Evaluación del dolor en la especie equina

La IASP define el dolor como “una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a un daño tisular real o potencial o descrita en términos de dicho daño”, y reconoce que “la incapacidad para comunicarse verbalmente no niega la posibilidad de que un individuo experimente dolor”.

Los clínicos se enfrentan a un desafío al evaluar y manejar el dolor en la especie equina, especialmente debido a la tendencia de los caballos a minimizar la expresión de dolor para evitar ser objetivo fácil de los depredadores (Taylor, 2002).

Zimmerman (1986) describe el dolor de los animales como “una experiencia sensorial aversiva causada por una lesión actual o potencial que provoca reacciones vegetativas o de protección cuyo resultado es una conducta aprendida y puede modificar el comportamiento específico de la especie”. “Un animal con dolor debería aprender rápidamente evitar estímulos dolorosos y demostrar cambios de comportamiento mantenidos que tengan una función protectora para reducir la lesión y el dolor, prevenir la recurrencia de la lesión y promover su curación y recuperación” (Sneddon, 2014).

Si el dolor es una experiencia subjetiva (IASP, OMS, RAE), ¿cómo se puede acceder a la experiencia de los caballos?

"La expresi3n verbal del dolor es solo una de las formas en que el paciente comunica su experiencia dolorosa. Debemos prestar atenci3n a los signos que describen este dolor, as3 como a su sensaci3n subjetiva, con el objetivo de utilizar estos criterios para evaluar el dolor en los animales" (Bateson, 1991).

Ante la encrucijada de la autoconciencia y la consecuente capacidad de sentir dolor de los animales, Bateson (1991) propuso criterios concretos que determinaran la capacidad de los animales de sufrir dolor.

Según Broom (1998), la capacidad de reconocer el dolor en los animales radica en la habilidad del cl3nico para identificar este estado, influenciado por factores como la especie, la raza, las caracter3sticas individuales, el entorno, el manejo y las experiencias previas (Flecknell, 2000).

Los **cambios fisiol3gicos** se han estudiado en equinos (Daglish, 2016; De Grauw, 2015) y son similares a los observados en humana. Según Ashley (2005), la anatom3a y fisiolog3a del SNC y SNP en los equinos demuestran que estos animales son capaces de experimentar dolor f3sico y emocional.

Las respuestas simpáticas se miden en la concentraci3n de glucocorticoides, las catecolaminas, adrenalina y noradrenalina, as3 como a trav3s de la frecuencia card3aca y respiratoria, la variabilidad card3aca, presi3n sangu3nea, temperatura corporal, y cambios en el peso corporal (Sneddon, 2014).

La frecuencia card3aca, la frecuencia respiratoria, los ruidos digestivos y temperatura rectal podr3an indicar dolor en los caballos, pero no son aisladamente indicativos de dolor ya que pueden alterarse por m3ltiples razones (Raekallio, 1997; Taylor, 2002; Bussieres, 2008).

La existencia de MPS no es reconocible por esos parámetros. Los cambios fisiol3gicos no son espec3ficos para la localizaci3n del dolor ni su intensidad, de manera que se deben incorporar a una escala compuesta (Grauw, 2016).

Los **cambios en el comportamiento** pueden suponer una respuesta de retirada o JS ante una presi3n dolorosa, una expresi3n facial de dolor, signos o expresiones diversas o un cambio general de comportamiento.

Los caballos suelen reaccionar ante est3mulos adversos huyendo, una respuesta inherente a su naturaleza de presa. En entornos estabulados donde la huida no es posible, pueden manifestar agresividad como respuesta al dolor y, en consecuencia, a la palpaci3n dolorosa (Ashley, 2005).

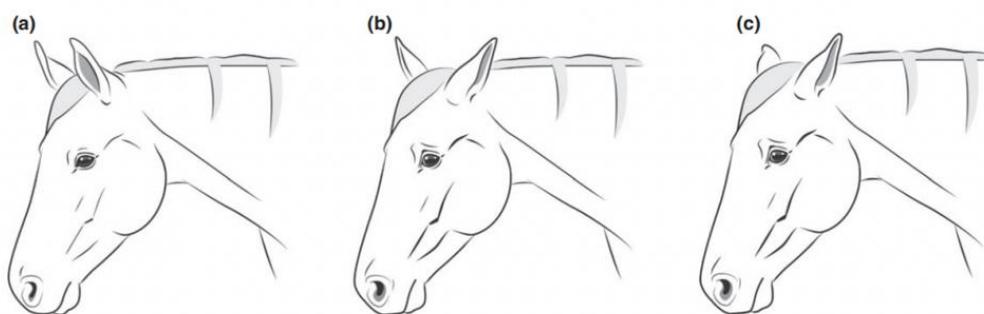
2. Introducción

Las alteraciones posturales y biomecánicas, los cambios en las expresiones faciales (FACS y Grimace Scales) y las conductas de evitación, han sido estudiadas por diversos autores (Ashley, 2005; Dallacosta, 2014; Glerup, 2015; Whatan, 2015; Dyson, 2017).

Las escalas multifactoriales (Van Loon, 2018) y aquellas que evalúan expresiones faciales, Equine Pain Face (EPF) Glerup, 2015) y Horse Grimace Scale (HGS) (Dallacosta, 2014) han mostrado ser precisas a la hora de reconocer el dolor equino .

Ambas escalas, EPF y HGS, estudian las expresiones faciales de dolor en caballos. La EPF (imagen 4) investiga la existencia de una cara de dolor equina basada en seis gestos faciales, aplicando dos estímulos nociceptivos agudos externos. En cambio, la HGS (imagen 5) es una escala estandarizada, que puntúa seis expresiones faciales, validada para caballos después de una castración. Ambas coinciden en los gestos observados, son económicas, fáciles y rápidas de usar, requieren de poco tiempo de entrenamiento y tienen una fiabilidad alta inter e intraobservador (De Grauw, 2015).

Pain face feature	Detailed description
Asymmetrical/low ears	Both ears are moving in different directions or are placed in asymmetrical positions with neither of the ears facing directly forward or back. There may be lowering of both ears (increased distance between them) with the opening of the ears facing the sides or slightly back. The ears may be both asymmetrical and low.
Angled eye	There is tension of the <i>m. levator anguli oculi medialis</i> (Fig. 7).
Withdrawn and tense stare	The quality of the glance changes to become withdrawn and tense.
Nostrils – square-like	The nostrils are dilated mediolaterally; especially the medial wing of the nostril may be tense. This is most obvious during inspiration.
Tension of the muzzle	There is increased tonus of the lips and tension of the chin resulting in an edged shape of the muzzle.
Tension of the mimic muscles	There is tension of the muscles visible on the lateral aspect of the head, especially <i>m. zygomaticus</i> and <i>m. caninus</i> , but <i>m. masseter</i> may also be tense.



(a) Facial expression of a pain free, relaxed and attentive horse (Ill. Andrea Klintbjer). (b) Facial expression of a horse in pain, comprising all features of the pain face including asymmetrical ears (Ill. Andrea Klintbjer). (c) Facial expression of a horse in pain, comprising all features of the pain face including low ears (Ill. Andrea Klintbjer).

Imagen 4. Descripción de Equine Pain Face (Glerup, 2016)

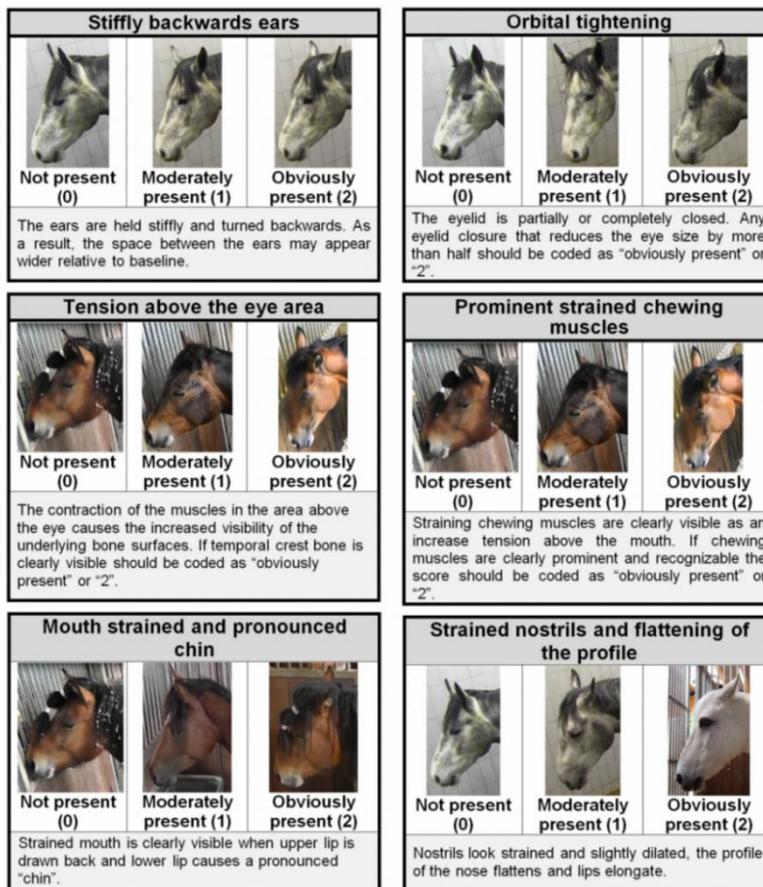


Imagen 5. Horse Grimace Scale (Dallacosta, 2014)

También se utilizan escalas más sencillas, como la Escala de Valoración Numérica (NRS), la Escala analógica Visual (VAS) y la Escala Descriptiva Simple (SDS) aunque su fiabilidad es menor (De Grauw, 2015). La NSR, por su naturaleza discontinua tiende a ser más reproducible que la VAS, pero menos sensible en la identificación de pequeños cambios en el dolor (Ashley, 2005).

Las escalas multifactoriales engloban múltiples variables, se componen de escalas descriptivas simples y se combinan para obtener una puntuación global del dolor. En caballos, hay validadas diversas escalas compuestas en relación con diferentes patologías (Bussieres, 2008; Taffarel, 2015; Van Loon, 2015; Van Loon, 2021; Maskato, 2020).

Pero hay una diferencia importante entre el concepto del dolor y la sensibilidad a la palpación o palpación dolorosa. Se entiende el dolor como una experiencia subjetiva de malestar (Van Loon 2018), y la sensibilidad como una respuesta ante un estímulo adverso (Merrefield, 2019). En este estudio, se evalúa la sensibilidad a la palpación como una respuesta dolorosa del TrPs a la presión (PPTs).

2. Introducción

4.1. Evaluación del dolor miofascial en equinos

A pesar de la relevancia de la patología musculoesquelética equina, sobre todo en caballos de deporte, el MPS no se incluye habitualmente en el diagnóstico diferencial, de alteraciones locomotoras en caballos deportivos ya que hay una tendencia a incluir solo patología tradicional (Taffarel, 2015). Y aunque el conocimiento anatómico, etiológico e histológico del MPS es fundamental para abordar el dolor y las disfunciones del aparato locomotor en equinos, continúa pasando desapercibido (Janssens, 1991) y el tratamiento de esta condición en animales sigue siendo limitado (Janssens, 2001).

El diagnóstico veterinario tiende a centrarse en un enfoque pato anatómico, mientras que el diagnóstico fisioterapéutico se centra en alteraciones funcionales (Goff, 2016).

La categorización de métodos descrita por Hausler (2020) puede proporcionar orientación para objetivar un diagnóstico miofascial (Imagen 6).

	Subjetivo	Objetivo
Indirecto	Evaluación de la marcha Escala de dolor facial Escalas de dolor compuestas Cuestionarios funcionales	Fuerzas de reacción al suelo Sistemas de sensores inerciales Cinemática
Directo	Palpación Pinzas de cascos Tests de flexión	Anestesia local Algometría de presión

Imagen 6. Categorización de métodos de evaluación (Hausler, 2020)

Menos el dolor referido (Frank, 1999), otros dos criterios diagnósticos esenciales en humanos, como el nódulo hipersensible a la palpación y la TB (Fernández-de-las-Peñas, 2018), pueden trasladarse a los animales. En el caso de los animales, los criterios confirmatorios, tales como la TB, la LTR, y el JS cobran mayor importancia.

Según Frank (1999) las posturas antiálgicas, los patrones de movimiento y la función alterada pueden predecir la existencia de TrPs en perros. Los caballos pueden mostrar signos contundentes en la palpación de los TrPs como el JS, morder, dar patadas, incluso ponerse de manos. Bowen (2018) identificó TrPs en el músculo pectoral ascendente equino. La evaluación del ROM, a través de la goniometría, un método fiable y objetivo para medir el ROM pasivo en perros, presenta retos en caballos debido a su tamaño y la falta de cooperación para mantener una posición óptima articular. Aún así, se ha demostrado una alta fiabilidad intra-examinador (Liljebrink, 2010). En perros se puede evaluar la debilidad muscular con test sencillos, como el test de Tredelemburg (Wall, 2014).

La historia clínica, la observación estática, la palpación y la evaluación de la marcha son

las herramientas más útiles en el diagnóstico de los TrPs equinos. Una evaluación dinámica y funcional global en caballos incluye un examen dinámico a los tres aires en línea recta y círculos, ejercicios como círculos pequeños, cambios de aire, superficies diversas, barras de tranqueo, pasos atrás, y ejercicios montados (Goff, 2016). También se pueden usar reflejos espinales y movilizaciones activas con señuelos para evaluar el movimiento vertebral y el ROM de la columna vertebral (Tabor, 2018).

La palpación y la evaluación de la marcha coinciden con las tres mediciones más utilizadas por los PTs expertos en rehabilitación equina, y son válidas, objetivas y repetibles (Tabor, 2018). La tercera es el ROM.

La actividad electromiográfica de los TrPs (McGregor, 2014) ha sido estudiada y se ha demostrado su presencia y actividad en la porción cleidobraquial del músculo braquiocefálico equino, con propiedades electrofisiológicas similares a las reportadas en TrPs de musculatura humana. (Imagen 7).

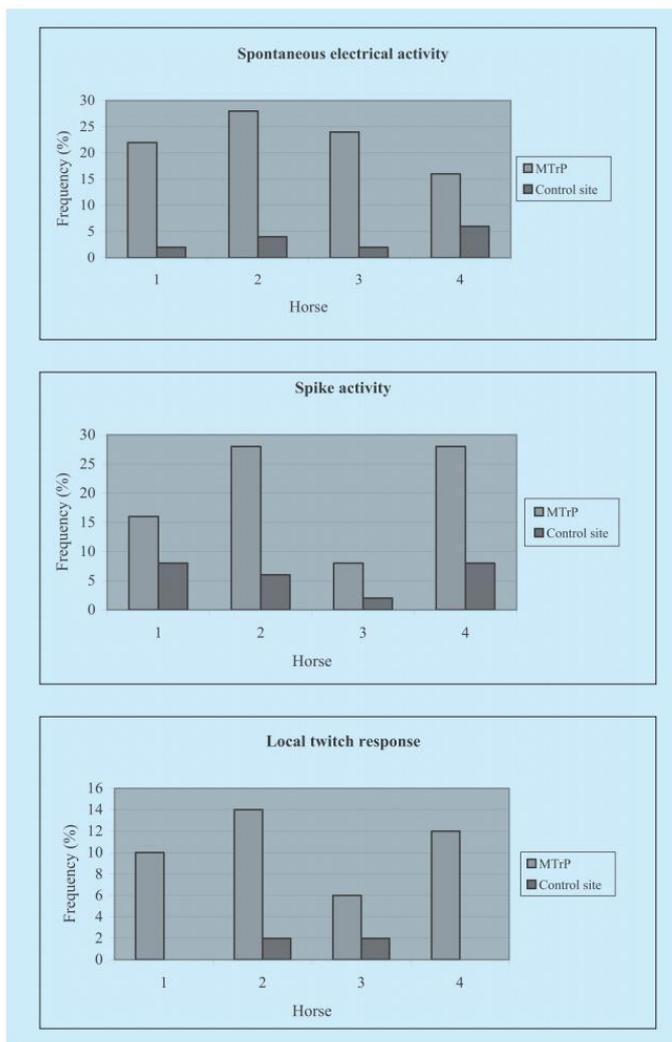


Imagen 7. Actividad electromiográfica de los TrPs (McGregor, 2014)

2. Introducción

En la evaluación del dolor sería conveniente tener en cuenta el componente de CS y la independencia del dolor respecto al daño tisular (Serrano-Muñoz, 2016).

4.1.1. Palpación en caballos

El estudio de Bowen (2017) encontró que la palpación del músculo pectoral ascendente y transversal en caballos con aversión al cinchado provocaba dolor y la respuesta a la palpación de TrPs en dicho músculo era específica y reproducible. Los investigadores identificaron TB mediante palpación. La escala de dolor a la palpación mostró buena fiabilidad al compararla con la algometría (Bowen, 2016).

La palpación de tejido blando del área epiaxial equina ha mostrado una excelente fiabilidad inter examinador superando en consistencia a la algometría (Merrefield-Jones, 2019).

La palpación manual es útil para identificar el dolor cervical y en el EBM: el caballo mostrará reacciones específicas, como elevar la cabeza o extender el cuello, dependiendo de la presencia de dolor y en ausencia de este, flexionará el cuello adoptando una posición de arco y no mostrará ninguna señal de incomodidad. (Rombach, 2013).

Como en humana, la efectividad de la palpación en equinos depende de la habilidad y experiencia del clínico en sentir y evaluar la calidad del tejido blando (Goff, 2016; Hausler, 2009; Merrifield, 2021). Están descritas unas directrices orientativas para la palpación (Goff 2016):

Palpación general

1. Temperatura
2. Tono muscular
3. Irritabilidad del tejido
4. Inflamación del tejido
5. Engrosamiento del tejido
6. Reactividad a la palpación
7. Como una vía de comunicación
8. Paso previo a una palpación profunda

Palpación profunda

1. Profunda y confortable
2. Longitudinal y transversal a las fibras musculares
3. Velocidad de aplicación
4. A más cuidadosa, más información
5. Usar el cuerpo del caballo

6. Comparar bilateralmente
7. Diferenciar variaciones en textura y tono
8. Atender reacciones del caballo y respuestas de dolor

En estudios con caballos se ha encontrado excelente fiabilidad entre observadores en la palpación de la musculatura de la región torácica equina (Merrifield, 2021) y aceptable intra observador en la palpación de TrPs del EBM, con variaciones de hasta 6.9 cm en la localización de este (Calatayud-Bonilla 2018). En equinos, provocar LTRs puede ser difícil, mientras que la palpación de la TB, el signo del salto y el nódulo hipersensible son más fáciles de confirmar, coincidiendo con lo investigado en humana (Fernández-de-las-Peñas, 2018)

En humanos, el error entre examinadores en la localización de TrPs, con un tamaño típico de $0.11 \pm 0.16 \text{ cm}^2$ (Sikdar 2009), varía entre 3.3cm - 6.6cm en el trapecio (Sciotti, 2001) mientras que en equinos es de 6,5-7,6 mm (Bowen, 2016). Es importante considerar la diferencia entre especies del tamaño muscular.

Para reducir la variabilidad y evitar interpretaciones subjetivas, se pueden semicuantificar los parámetros subjetivos asignando valores numéricos (Hausler, 2009). La palpación de los TrPs debe ser sistemática y considerar la arquitectura muscular variada del caballo. Es crucial evaluar la calidad muscular, la tensión y las reacciones del caballo, prestando atención a reacciones sutiles. Los caballos son muy sensibles a la palpación de TrPs, por lo que se debe proceder con delicadeza.

Se emplean diversos métodos de palpación combinados:

Palpación plana: Se aplica presión firme las fibras musculares en dirección longitudinal y transversal sobre las fibras musculares, abarcando distintas capas y vientres musculares.

Palpación en pinza: Implica un agarre con los dedos índice, corazón y pulgar y se usa en músculos específicos.

Palpación transversal a las fibras (snapping palpation): Se presiona y mueven rápidamente los dedos sin separarse de la piel hacia delante y hacia atrás sobre las fibras de músculos finos o capas superficiales de otros músculos.

Algunos músculos son difíciles de palpar como el psoas iliaco, el cuadrado lumbar, el flexor carpo cubital y el flexor digital superficial, debido a su situación anatómica, pero esto no descarta la presencia de TrPs clínicamente relevantes (Myburg, 2008). La evaluación debe adaptarse a cada caballo considerando su raza, entrenamiento, actividad y hábitat (Daglish 2016).

2. Introducción

Un estudio piloto evaluó si el entrenamiento podía aumentar la sensibilidad a la palpación de TrPs en el EBM (Calatayud-Bonilla, 2020). Se observó una diferencia significativa en el dolor entre ambos grupos, atribuido al entrenamiento asociado con las condiciones de estabulación. También se ha observado un aumento significativo en los valores del umbral de dolor a la presión en caballos montados frente a los no montados demostrando la influencia del ejercicio sobre la sensibilidad a la palpación (Hausssler, 2006).

4.1.2. Signo del salto (JS)

El JS es un signo de retirada ante un estímulo doloroso; una respuesta de evitación o alejamiento tras la palpación de un TrPs. Se observa en humana y en equina (McGregor, 2006; Dommerholt, 2011; Bowen, 2017; Fernández-de-las-Peñas, 2018; Li, 2020; Cao, 2021).

En equinos, cualquier tipo de palpación, como técnica de provocación del tejido, puede provocar una respuesta de evitación o retirada que incluye comportamientos como sacudir la cabeza y cuello y alejarse o acercarse rápidamente (Rombarch, 2013). Estos movimientos evitativos de la cabeza, cuello, tronco, extremidades y cola podrían considerarse respuestas de dolor (Olbrich, 2003).

Según el estudio Delphi (Fernández-de-las-Peñas, 2018) el JS es un criterio confirmatorio en el diagnóstico de TrPs. McGregor (2006) consideró el JS un criterio esencial para confirmar la existencia de TrPs en el músculo cleidobraquial del caballo. Todos los caballos de su estudio mostraban signos de evitación y alejamiento en la palpación de la TB muscular.

Los estudios en perros también incluyen el JS en el diagnóstico de los TrPs (Janssens, 1991; Janssens, 1992; Wall, 2014; Frank, 2015).

4.1.3. Algometría

Un algómetro es un instrumento que aplica presión controlada para medir la sensibilidad a la presión, cuantificando el PPT o la presión mínima percibida como dolorosa. El PPT es una de las medidas incluidas en el grupo de pruebas de evaluación sensorial cuantitativa (QST) (Arant, 2022). Se considera un instrumento fiable y repetible tanto en humana como en caballos (Pontinen, 1998; Hausssler, 2003; Varcoe-Cocks, 2006; Ylinen, 2007; DeHeus, 2010; Llamas-Ramos 2014; Hausssler, 2020) (imagen 8-9).

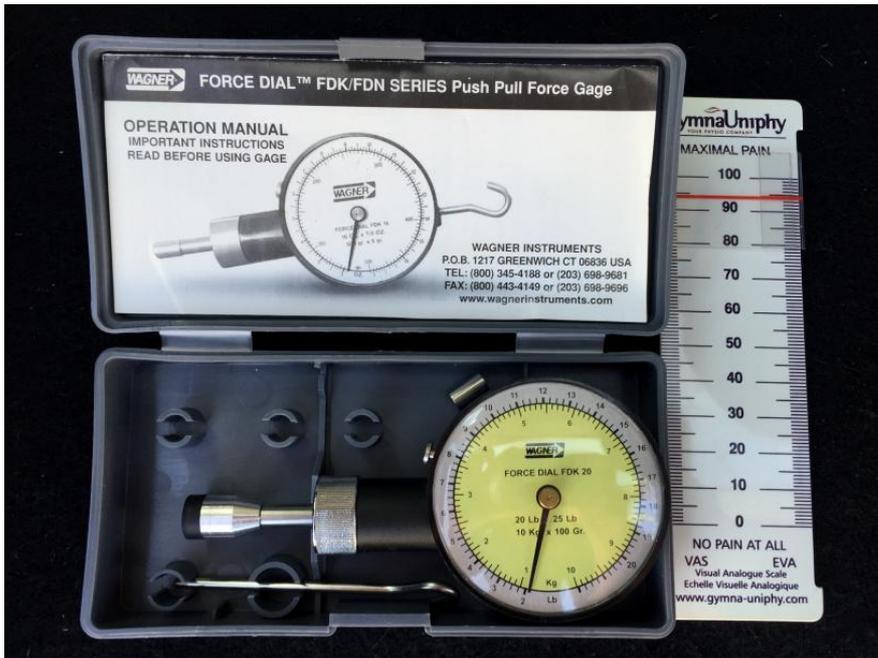


Imagen 8. Algómetro manual FPK-FPN (Wagner Instruments)



Imagen 9. Aplicación del algómetro en el EBM

En equinos, la algometría es altamente repetible, fiable y un método objetivo de medir las respuestas de dolor (Haussler, 2003; DeHeus, 2010; Haussler, 2020). Se ha utilizado para desarrollar valores estándar del PPT (Haussler, 2003; Haussler, 2006; Sullivan, 2008; De Heus, 2010). Las medidas observadas son muy consistentes en cada caballo (Haussler, 2003; Haussler, 2006; De Heus (2010) y se ha observado menos variabilidad dentro del

2. Introducción

mismo sujeto que entre ellos (Hausler, 2003; Hausler, 2006; De Heus, 2010; Pontgraz, 2017). La fiabilidad de la técnica puede ser dependiente de la experiencia del examinador (DeHeus, 2010). La media de los PPTs para las referencias óseas espinales aumenta de craneal a caudal probablemente debido a la rica inervación de la región cervical (Hausler, 2003; Hausler, 2006; De Heus, 2010). Según Hausler (2003) los PPTs en caballos con lesiones musculoesqueléticas son, con frecuencia, de $\leq 5\text{kg/cm}$. Se ha demostrado la repetibilidad y correlación de la algometría con diversos grados de patología sacroilíaca (Varcoe-Cocks, 2006), y con escalas numéricas de palpación (Varcoe-Cocks, 2006).

Un estudio preliminar encontró una fiabilidad aceptable en la evaluación del PPT de TrPs en el EBM (Calatayud-Bonilla 2019).

Hausler describe los valores de referencia normales según la localización. Dichos valores pueden servir en la práctica clínica a la hora de evaluar MPS equino. Pontinen (1998), en cambio, consideró que en humana, era imposible determinar valores absolutos de referencia y que los valores relativos serían más específicos y sensibles.

El uso de la algometría ofrece una medida objetiva de dolor musculoesquelético evitando la subjetividad (Varcoe-Cocks, 2006), que depende de la reacción particular del individuo (Pongratz, 2017). Se puede utilizar para objetivar la palpación del clínico (De Heus, 2010) y debería combinarse con otros indicadores de dolor musculoesquelético (Menke, 2016).

5. La punción seca

5.1. Descripción

La punción seca (DN) es una técnica manual invasiva en la que se introduce una aguja, a través de la piel y en dirección a una TB (Dommerholt, 2006). La aguja es de acero quirúrgico, estéril, sólida, filiforme, metálica y con diferentes grosores y longitudes, dependiendo de la variabilidad muscular. Según el Consejo General de Colegios de Fisioterapia de España (CGCFE), resolución 05/2011, la DN “consiste en el empleo del estímulo mecánico de una aguja, como agente físico, para el tratamiento del MPS...no se emplea ningún agente químico y, así, se distingue inequívocamente de otras técnicas invasivas en las que se infiltra alguna sustancia, como anestésicos locales, agua estéril, suero salino isotónico, antiinflamatorios no esteroideos o toxina botulínica”.

La DN es comúnmente utilizada como tratamiento de los TrPs, con diferentes abordajes. Dommerholt y Huijiberg (2011) enfocan la punción seca de los TrPs, circunscribiéndola a

sus efectos locales y a aquellos relacionados con el dolor crónico. Los efectos terapéuticos de la DN solo pueden ser entendidos en el marco científico del manejo del dolor.

Están descritas una técnica superficial (SDN) y otra profunda (DDN) (imagen 10): aquella se dirige principalmente a los aferentes sensoriales periféricos y la profunda a las unidades motoras disfuncionales. La diferencia básica en su aplicación es la profundidad de la inserción: la SDN mantiene la aguja en el tejido subcutáneo a una profundidad de 5-10mm (Baldry, 1995; Baldry, 2002) y la DDN profundiza con la aguja hasta el mismo TrPs.

Dentro de la DDN, el método “*Fast -in, Fast-out*” (Hong, 1994) consiste en la inserción rápida de la aguja dentro del músculo, en el TrPs, hasta obtener una LTR, estimulando de manera mecánica y con alta presión las fibras aferentes sensibilizadas, que estimulan un subconjunto de motoneuronas α en la médula espinal (Perrault, 2017).

Para aplicar la técnica, se localiza a la palpación la TB y el TrPs del músculo a tratar. Reproducir la sintomatología del paciente confirma la presencia de un TrPs. Las agujas modernas han mejorado en fabricación, material y diseño para una aplicación más eficaz (Bosque, 2016). Se utilizan dentro de un tubo guía que facilita su inserción a través de la piel; una vez dentro del músculo, se retira el tubo y se avanza hacia la TB y el TrPs, hasta reproducir y agotar la LTR. La aguja puede redirigirse, si es necesario (Huang, 2001). Aunque están diseñadas para un solo uso, pueden reutilizarse cuidadosamente sin deterioro de sus puntas (Bosque, 2016).

Desde el punto de vista conceptual, se han desarrollado dos modelos de DN; el modelo de estimulación intramuscular (Gunn, 1997) y el modelo de TrPs, utilizado en este estudio. Otros dos modelos, no descritos, utilizan inyecciones como herramienta terapéutica: el modelo de sensibilización espinal segmentaria y el modelo de terapia neural.

El modelo de Gunn mantenía que la función e integridad de los tejidos dependían de la libre circulación de los impulsos nerviosos. Al restringirse dicha circulación, las estructuras inervadas se atrofian y se vuelven altamente irritables. No hay estudios que sostengan las bases teóricas de este modelo (Dommerholt, 2006).

2. Introducción



Imagen 10. Aplicación de DN en el EBM.

5.2. Evidencia científica

La evidencia científica de la DN en humana es muy extensa. Se han estudiado profundamente los mecanismos de acción, efectos, indicaciones y contraindicaciones, variaciones de la técnica, diversas metodologías y protocolos (Martín-Rodríguez, 2019; Vicente-Castrillo, 2020; Zarei, 2019). La investigación respecto a las aplicaciones clínicas y estudios comparativos es numerosa (Lucena-Anton, 2020; Navarro-Santana, 2020; Sanchez-Infante, 2021; Arias-Buría, 2020; Garcia de Miguel, 2020; LLamás-Ramos, 2014; Campa-Moran, 2015) .

En el contexto animal, en perros, Janssens (1991) investigó el tratamiento de TrPs con inyecciones de lidocaína o DN. No proporcionó una descripción detallada de la aplicación de la DN. Altug (2010) demostró que la electroestimulación de aguja en un TrPs del músculo peroneo largo aumentó los valores del PPT sin afectar otros parámetros fisiológicos.

Existen varios estudios en roedores, sobre el efecto de la DN en los TrPs (Hong, 1994; Hsieh, 2011; Hsieh, 2012; Hsieh, 2014; Hsieh, 2016).

5.3. Mecanismos de la punción seca

Modulación del Dolor

-Liberación de neurotransmisores y opioides endógenos: Induce la liberación de sustancias que modulan el dolor, como serotonina, norepinefrina y endorfinas (Butts, 2016).

-Activación de receptores nociceptivos y motoneuronas: Estimula los receptores nociceptivos periféricos, y activa las motoneuronas α .

-Teoría de la Puerta de Entrada: Actúa sobre la Teoría de la Puerta de Entrada (Melzack,, 1965)

Efectos Mecánicos Directos

-Liberación de sustancias sensibilizantes: El efecto mecánico de la aguja reduce sustancias nociceptivas como bradiceptina, CGRP, TNF, IL1, serotonina y norepinefrina en el área de los TrPs (Shah, 2005).

-Ruptura de sarcómeros y placas motoras: Provoca la ruptura de sarcómeros y placas motoras afectadas, reduciendo la isquemia y promoviendo la liberación de endorfinas locales (Sánchez-Infante, 2021).

-Normalización de la longitud de sarcómeros: Ayuda a restablecer la longitud de los sarcómeros afectados (Dass, 2022)

Efectos sobre la Actividad Nerviosa

-Reducción de la excitabilidad del SNC: Disminuye la CS y la PS.

-Disminución de la actividad eléctrica espontánea: Reduce la SEA en los músculos afectados.

Mejora de la Circulación y Tensión Muscular

-Promoción de la circulación sanguínea: Mejora el flujo sanguíneo en la zona tratada.

-Reducción de la tensión del tejido: Alivia la tensión muscular.

5.4. Efectos

Alivio del Dolor

-Efectos analgésicos: Reduce el dolor opiáceo mediado por cannabinoides endógenos y SNS, y el dolor no opiáceo mediante serotonina y norepinefrina (Butts, 2016). Alivia el dolor referido y la sensibilidad mecánica de los TrPs latentes (Liu, 2019). Reduce la palpación dolorosa (Sánchez-Infante, 2021)

Mejora de la Función Muscular

-Incremento de la fuerza muscular y ROM: Mejora el control motor, aumenta la fuerza muscular, y el rango de movimiento (ROM).

Beneficios Adicionales

-Educación en neurociencia del dolor: La combinación de punción seca con educación en neurociencia del dolor beneficia a pacientes con dolor crónico (Fernández de las Peñas, 2019).

-Ventaja económica: Debido a la ineficacia del tratamiento farmacológico en el MPS, el

2. Introducción

60% del coste en tratamientos del dolor, en España, se gasta en tratamientos inefectivos. (Segura-Pérez, 2017).

5.5. Indicaciones

La literatura sobre las indicaciones de la DN en veterinaria es limitada.

Se nombra el efecto de la DN sobre el PPT en perros, en un estudio citado previamente (Altug, 2010).

Un estudio exploratorio ha demostrado que la DN disminuye el dolor local de los TrPs del EBM a las 72h (Nemery 2016, Calatayud-Bonilla 2019-2020).

5.6. Contraindicaciones

Atendiendo a las recomendaciones en humanos (Brady, 2014), la aplicación de DN estará contraindicada o deberá ser aplicada con precaución en ciertas situaciones:

Aversión a las agujas

Algunos caballos tienen miedo a las agujas (Mc Donell, 2000; Mc Donell, 2017), lo que puede generar situaciones de riesgo durante la aplicación de la técnica. En humanos, el miedo a las agujas no influye en la tolerancia al dolor, ni en las respuestas simpáticas en dichos pacientes durante el tratamiento (Joseph, 2013)

Problemas de comportamiento

Es crucial evaluar el comportamiento del caballo antes de la aplicación de la técnica, para garantizar la seguridad tanto del clínico como del animal.

Alteraciones vasculares

En presencia de alteraciones vasculares, se procederá con precaución y evitando áreas circundantes a las venas.

Medicación antitrombótica

El uso de medicación antitrombótica en humana no es una contraindicación absoluta (Muñoz, 2022).

Sistema inmunológico deprimido

No hay evidencia directa de un aumento del riesgo de infecciones asociado con el tratamiento de DN en humanos.

Riesgos para el clínico

La técnica de la DN se debe abordar desde posiciones de seguridad que minimicen los posibles riesgos.

5.7. Precaucions

Precaucions	Cómo actuamos
Hiperalgiesia severa o alodinia	Precaució per possibles reaccions del cavall
Al·lergia, poc probable, al níquel o coure	Reemplazar per altres metalls
En cas de condició mèdica aguda	Evaluar necessitat de aplicació de la tècnica
Tendència anormal al sangrado	No tractar músculo profund, per la dificultat de aplicar hemostasi.
Lesions de la pell	No se pincha sobre úlceras, heridas abiertas ni tumores
Sistema inmune deprimido	Mayor riesgo de infecció *
Embarazo	Evitar la tècnica durant les etapes de major riesgo (1os 35-45 días/último mes de embarazo)**
Zonas de cirugía	Evitar pinchar esa zona
Fiebre, enfermedades infecciosas y zoonosis transmitidas por la sangre	Evitar pinchar hasta la recuperació
Riesgo de neumotórax	Incidencia muy baja en humana. En caballo NO pinchamos musculatura alrededor del tórax. La DN de la musculatura de dorso es segura porque respetamos un margen de seguridad.
Baños y natación	No hay clara evidencia de un aumento de riesgo de infecció. Por precaució evitar sumergir al caballo 24-48h tras tratamiento.

*no está documentado en humana ni en equina. Pero es una probabilidad.

**En medicina humana, se aplica la DN con cuidado durante el 1er trimestre, cuando el aborto natural es bastante común, aunque no hay evidencia de ningún efecto abortivo de la técnica.

5.8. Efectos adversos

En un estudio prospectivo realizado en Irlanda (Brady, 2014), dos encuestas cuantificaron los efectos adversos (AE) comunes, no comunes y significativos de la DDN. Se documentaron un 19,18% de efectos adversos.. De ese porcentaje, Los AE comunes incluyeron hematomas (7.55%), sangrado (4.65%), dolor durante el tratamiento (3.01%) y dolor postpunción (PNS) (2.19%). Los AE no comunes fueron el empeoramiento de los síntomas (0.88%), somnolencia (0.26%) dolor de cabeza (0.14%) y náuseas (0.13%). Los

2. Introducción

AE poco frecuentes fueron fatiga (0.04%) alteración de emociones (0.04%), temblores, picores, claustrofobia y entumecimiento (todos 0,01%). los AE significativos fueron \leq 0.04%.

En otro estudio más reciente (Gattie 2020), los AE menores más comunes, aquellos de corta duración, sin gravedad y sin cambios en la función, fueron el dolor durante el tratamiento (39.6%) y el PNS (23.4%). Los AE mayores fueron raros y sin necesidad de asistencia urgente.

En caballos se ha observado una tendencia a la mejora del dolor a las 72h post DN (Nemery 2016). Se desconoce si dentro de ese tiempo hubo PNS. De haberlo, habría remitido dentro de ese margen de 72h.

5.9. Complicaciones

Complicaciones	Como actuamos
Agujas rotas	Se utilizan agujas ©Agupunt fabricadas de manera que NO pueden romperse
Agujas enganchadas en la fascia	Se rota la aguja y se deja que el tejido se suelte
Agujas perdidas	Se para el tratamiento y se localiza la aguja. No se trata dentro de boxes.
Sangrado tras técnica	Se aplica hemostasia
Mal comportamiento	Refuerzo positivo. En caso de compromiso de la seguridad, abandonar el tratamiento*

* En la práctica clínica, puede ser necesaria la sedación para poder aplicar la técnica con más seguridad.

5.10. Seguridad

Seguridad	Como actuamos
Posición del clínico	Posición de seguridad respecto a las posibles reacciones del caballo
Posición del caballo	En suelo firme y antideslizante, sujeto con un nudo de liberación rápida
Higiene	Manos limpias, guantes, agujas de un solo uso y desechables.
Sangrado tras técnica en el caballo	Se aplica hemostasia

Confianza	Conocimiento de la anatomía, palpación y técnica.
-----------	---

6. El músculo braquiocefálico equino

El músculo braquiocefálico equino (EBM), junto con el trapecio, omotransverso y esternomandibular, forma la capa más superficial de la musculatura de la cintura escapular suspendiendo el miembro anterior del cuello y el tronco (imagen 11-12).

El EBM, clasificado como músculo locomotor de la extremidad anterior se activa en el miembro anterior homolateral desde mediados o finales de la fase de apoyo hasta mediados o finales de la fase de balanceo en el galope y en la fase de apoyo media hasta la fase final de balanceo en el trote (Tokuriki, 1991). El EBM permanece activo durante la suspensión en ambos aires, una potencial función anti gravitatoria posiblemente debida a su alta proporción de fibras tipo I (Wijnberg, 2011).

La activación prolongada del EBM sugiere una función más compleja relacionada con su tamaño, morfología e inserciones (Tokuriki, 1991). Purchas (2015) investigó su capacidad y su papel en la comunicación caballo-jinete, considerando la influencia de la lateralidad del jinete en el EBM, lo que abre nuevos enfoques para tratar disfunciones musculoesqueléticas.

La disfunción y el dolor cervical, relacionado con la demanda de estabilización cervical y aumento de fuerza durante el entrenamiento, es motivo de debate en la clínica equina y contribuye a la disminución del rendimiento deportivo (Rombach, 2013). La longitud del cuello dificulta la estabilización dinámica, haciendo imprescindible la activación óptima de la musculatura profunda estabilizadora, como los músculos multifidos y largo del cuello, para una buena función cervical (Clayton, 2010).

2. Introducción

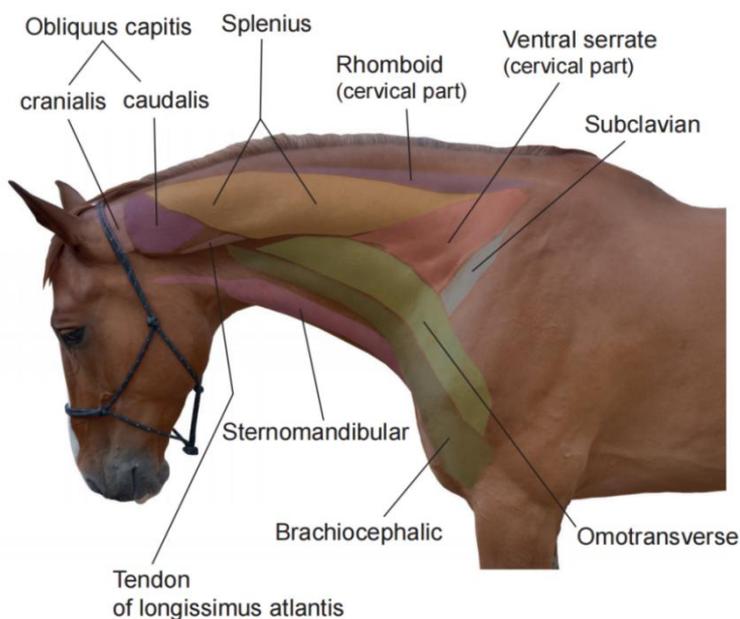


Imagen 11. Músculo braquiocefálico equino (Ivanna Ruddock-Lange, 2017)

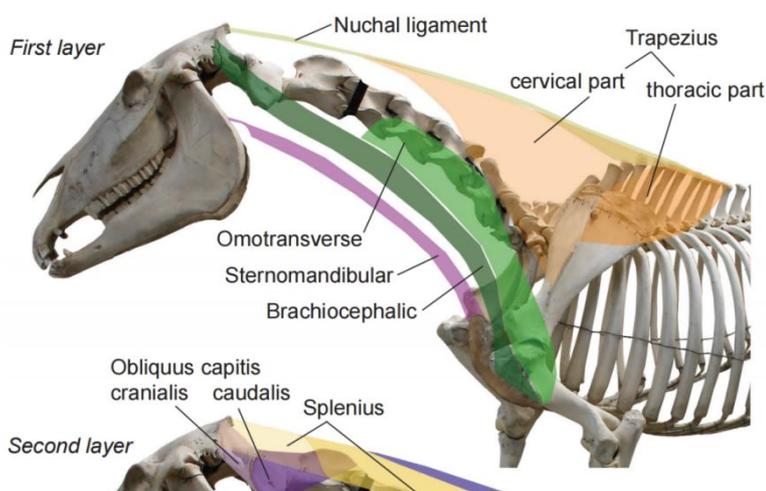


Imagen 12. Músculo braquiocefálico equino (Ivanna Ruddock-Lange, 2017)

6.1. Recuerdo anatómico

El EBM se extiende a ambos lados del cuello y está dividido, de craneal a caudal, en dos porciones; la porción cleidocefálica y la porción cleidobraquial. Se origina en la apófisis mastoides del hueso temporal y C1-C4 y se inserta en la cresta del humero, en la tuberosidad deltoidea y en la fascia del hombro y del miembro anterior. Su inervación depende del nervio axilar.

6.2. Funció

Su acción unilateral realiza una protracción del miembro anterior, lateroflexión y rotación del cuello. Su acción bilateral flexiona el cuello.

6.3. Dolor miofascial

El EBM es doloroso a la palpación en caballos con dolor y rigidez cervical (Story, 2021) y similar a los humanos, parece tener un componente multifactorial (Simmons, 2019). Lesiones óseas y de tejidos blandos pueden causar bajo rendimiento, disfunción cervical, dolor y mal comportamiento de los caballos, pero también los TrPs pueden ser responsables de estas alteraciones (Story, 2021).

La presencia de TrPs en el EBM limita la flexión y lateroflexión de la columna cervical, impide el movimiento elástico del cuello, reduce el rango de protracción del miembro anterior y dificulta el contacto del caballo con el hierro, causando rigidez y resistencia en la mano del jinete.

Cuando un jinete comunica al PT alteraciones del contacto del caballo, es probable la presencia de TrPs en el EBM. Caballos con problemas de contacto tienden a cargar peso en la mano, volcarse en sus espaldas, mostrar irregularidades en el movimiento de los miembros anteriores, extender la nuca y elevar la cabeza. Estos signos indican la presencia de TrPs en el EBM y aunque no hay datos científicos, la experiencia clínica diaria respalda esta correlación.

7. Consideraciones éticas

7.1. Consentimiento informado

Según el Colegio de PTs de Cataluña, “de acuerdo con lo establecido en el artículo 2 de la Ley 21/2000, del 29 de Diciembre, sobre los derechos de la información concernientes a la salud y a la autonomía del paciente, cualquier intervención en el ámbito de la salud requiere que la persona afectada haya dado su consentimiento específico y libre y haya sido previamente informada del mismo. La práctica de la técnica de la DN, como cualquier otra técnica de fisioterapia que implique algún riesgo significativo requiere de la información por escrito, al paciente, sobre los beneficios, indicaciones, procedimiento y posibles riesgos así como derechos y deberes que este tiene sobre la exploración,

2. Introducción

valoración y tratamiento. Además garantiza que el paciente ha expresado su intención de participar voluntariamente “.

El consentimiento informado debe disponer de un apartado con los datos del sanitario, los datos del paciente y los del propietario, así como la fecha y lugar de tratamiento.

En el caso de este estudio se obtuvo el consentimiento informado de todos los propietarios de los caballos incluido en el Anexo 1.

7.2. Comité de ética

Al tratarse de una técnica terapéutica ya desarrollada, propia de la clínica fisioterapéutica, el procedimiento no ha requerido de la aprobación de un Comité de Ética de Experimentación Animal (CEEA). Sin embargo, al ser un procedimiento terapéutico en el que se utilizaban animales de propietarios particulares, ha sido necesaria la aprobación del Consentimiento Informado, por parte del Comité de Ética de Experimentación en Humana (CEEH). El consentimiento que se presentó al CEEH es el procedimiento con Identificador 5618.

3. Justificación

1. Introducción

La evidencia científica actual proporciona pocos datos sobre los TrPs y la presencia de dolor miofascial en caballos. Se ha investigado algo más en perros (Janssens, 1985; Janssens, 1991; Wall, 2013; Wall, 2014; Frank, 1999; Altug, 2010; Sato, 2020; Formenton, 2023). Dos artículos (McGregor, 2006; Bowen, 2016) arrojan algo de luz sobre la existencia de TrPs equinos, y las incógnitas persisten.

¿Pueden sufrir los caballos de MPS? ¿La musculatura equina puede desarrollar TrPs? ¿Cursan con los mismos signos clínicos que en humanos? ¿Podría la fisioterapia ayudar en el tratamiento de dichos TrPs? ¿Sería la punción seca una técnica eficaz para abolir o disminuir los signos clínicos que caracterizan los TrPs? ¿Qué habilidades y conocimientos necesitaría el clínico para el abordaje de dicho síndrome?

La electromiografía de superficie revela que los caballos tienen TrPs en el EBM con signos objetivos y propiedades electrofisiológicas similares a las documentadas en humanos (McGregor, 2006). Asimismo los TrPs podrían ser los responsables de la aversión al cinchado en caballos (Bowen, 2016).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo esclarecer si la punción seca podría disminuir o abolir el dolor local causado por los TrPs en equinos.

En humana, los TrPs han sido, durante muchos años, una de las causas más ignoradas de dolor musculoesquelético. Ahora se conoce que pueden ser una afectación muscular primaria o cursar secundariamente o junto con variedad de patologías musculoesqueléticas o viscerales (Fernández-de-las-Peñas, 2014).

Las referencias sobre dolor miofascial y su tratamiento en caballos son muy limitadas (Marks, 1999; Ridway, 1999; Ridway, 2005; Story, 2021). Encontramos abundante bibliografía en cuanto al tratamiento farmacológico del dolor muscular y patologías relacionadas, como podrían ser la rabdomiolisis y miositis (Áleman, 2007; Reed, 2022); el uso de AINES y corticoesteroides está muy extendido en el tratamiento de dolor musculoesquelético en caballos (Benz, 2014; Rangel-Nava, 2019); la fenilbutazona produce un efecto analgésico, antiinflamatorio y antipirético significativo vía inhibición de la

3. Justificación

COX; se recomienda el ketoprofeno para lesiones musculoesqueléticas, puesto que una sola dosis puede proveer de un efecto analgésico y antiinflamatorio durante 24h; el metocarbamol es un relajante muscular de acción central, que disminuye la hiperactividad muscular mientras mantiene el tono muscular normal y se usa con frecuencia para tratar espasmos musculares asociados con problemas de dorso; los estudios sobre la eficacia de opioides, como el tramadol, no ofrecen resultados consistentes para su uso en esta especie, aunque estén ganando en popularidad como analgésicos para caballos de deporte; y respecto al diclofenaco, la FDA aprobó el uso tópico al 1% de diclofenaco sódico, porque podría ser efectivo para el control del dolor articular y la inflamación, pero su eficacia es cuestionable (Benz, 2014).

Pero el dolor miofascial no está causado por espasmos musculares y ni los AINES ni los corticoides, de acuerdo con la evidencia científica, tienen una eficacia evidente en el tratamiento de este. La base científica de los tratamientos farmacológicos y terapias no invasivas para el MPS ha sido revisada de manera específica (Desai, 2013). Respecto a la farmacología revisada, la tizanidina, benzodiacepinas y tropisetron demostraron evidencia limitada para su uso, al igual que el diclofenaco tópico y los parches de lidocaína; los AINES e inhibidores de COX2 aliviaron el dolor, pero se necesitan más estudios para determinar su papel en el MPS. Asimismo concluyeron que la punción seca es uno de los pilares del tratamiento intervencionista.

La función de esta investigación es abrir un nuevo campo en el ámbito de la fisioterapia equina. El MPS en equinos sigue siendo enigmático para los clínicos. Y la mayoría de las veces desconocido. Este desconocimiento mantiene a los caballos afectados sin el tratamiento adecuado y en una situación de dolor y disfunción. Si pensamos en la alta prevalencia de este trastorno en humanos (Cummings, 2007; Hidalgo-Lozano, 2010; Sberly, 2010), desarrollar la investigación en equinos puede abrir un amplio horizonte en la comprensión del dolor, en el diagnóstico de patología musculoesquelética equina, tanto como causa primaria como secundaria, así como en el diagnóstico diferencial de patología musculoesquelética. Será importante como diagnóstico diferencial de cojeras así como de otras disfunciones o patologías. Comprender si los TrPS provocan dolor local en los caballos es un primer paso para la investigación del resto de signos clínicos de los TrPs: dolor referido, disfunción motora, alteración del patrón motor y del ROM. Y todas las afectaciones secundarias; síndromes vasovagales, dolor crónico, entre otros muchos. Conociendo la extensa bibliografía que encontramos en humana y la eficacia en el tratamiento de DN, sería de esperar que la investigación del MPS en equinos ayude en el

tratamiento de dicho síndrome (Gonzalez-Peres, 2012; Diaz, 2021; Vazquez-Justes, 2020).

Se considera que este trabajo puede ser de gran trascendencia: el motor de arranque para un conocimiento más profundo del MPS en equinos. Es un campo muy amplio donde despejar muchas dudas respecto al dolor, tanto agudo como crónico, en caballos. Podrían complementarse infinidad de diagnósticos y arrojar luz en casos sin diagnosticar.

2. Organización de la Tesis

La Tesis está organizada en trece capítulos cumpliendo la estructura propuesta para el formato clásico de tesis del Programa de Medicina y Sanidad Animal.

- **Capítulo 1:** Resumen, en su versión castellana e inglesa.

- **Capítulo 2:** Introducción y sus subapartados

En este capítulo se describe el MPS en su globalidad y en caballos, en particular.

Se ha considerado importante comenzar explicando qué es la fisioterapia en animales, definir los conceptos así como sus singularidades.

La descripción del MPS necesaria para que el lector comprenda y conozca el tema en profundidad. Como nota, se indica la inclusión del punto 2.2 donde se destacan las diferencias entre dolor muscular y dolor miofascial para una mayor claridad.

La evaluación del dolor y del dolor miofascial en equinos constituye el primer paso fundamental en su diagnóstico. Por eso, se han descrito las herramientas utilizadas, en la fase experimental de este estudio, para evaluar el dolor provocado por los TrPs.

La descripción detallada de la técnica de la DN es esencial, ya que es la herramienta terapéutica principal y el objeto de la investigación. De la misma manera, una revisión del EBM, es imprescindible para una mejor comprensión de este estudio.

Se han incluido aspectos éticos, tales como la presentación del trabajo al CEEA de esta universidad y la presentación de un consentimiento informado a los propietarios de los caballos participantes en la fase experimental.

- **Capítulos 3-13:**

El contenido que se incluye en estos capítulos, responde, de nuevo, al Modelo Clásico de Tesis.

3. Justificación

Se ha detallado minuciosamente el apartado de Materiales y Métodos:

- Se considera relevante describir el entrenamiento de las AS puesto que la literatura enfatiza su importancia.
- La descripción de la EPF ayuda a la comprensión de las posibles y sutiles expresiones de dolor en las caras de los caballos, por lo que están detalladas exhaustivamente, siguiendo el artículo de referencia (Gleerup, 2015).
- El punto 7.2 aborda el JS: una respuesta característica de la palpación de los TrPs, que constituye una variable cualitativa importante en este trabajo.
- Es imprescindible describir la palpación y localización de los TrPs ya que es la herramienta más adecuada para su diagnóstico. Se detalla el proceso de palpación así como el uso del algómetro, como instrumento de registro.

4. Antecedentes

¿Existe una necesidad de investigar el dolor miofascial en equinos? Sin duda ninguna.

La mayoría de las preguntas en este campo están por responder. Hasta la fecha, aparte de la investigación realizada por la autora de este trabajo (Nemery, 2016; Calatayud-Bonilla, 2018; Calatayud-Bonilla, 2019; Calatayud-Bonilla, 2020), se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. La EMG confirmó que los TrPs equinos se pueden identificar y tienen los mismos signos objetivos y características electromiográficas que aquellas documentadas en tejido muscular humano y de conejos (McGregor 2014).
2. La localización de TB y TrPs en el músculo pectoral ascendente concluyó que el dolor a la palpación de dichos TrPs puede provocar aversión al cinchado (Bowen 2017).

Diversos estudios respaldan la existencia de TrPs en la musculatura equina (Ridgway 1999; Schoen, 2000; Ridgway, 2005; Tangjitjaroen, 2009; Haussler, 2009; Haussler, 2018; Haussler, 2021; Sato, 2020; Story, 2021). Estos estudios describen el dolor miofascial en diferentes músculos del caballo, incluyendo aquellos implicados en reacciones de lucha y huida (Ridway, 2005) y en el dolor lumbar (Haussler, 2021), así como el dolor provocado por la compresión de los TrPs en el EBM (Story, 2021). Se han observado TrPs en el músculo tríceps cuando hay cojera del MA y patrones de TrPs distales a la afección primaria, que actúan como mecanismo de compensación (Schoen 2000).

Rogers (2012) señala que el dolor miofascial en caballos pura sangre inglés es muy común, afectando principalmente a los músculos paravertebrales cervicales, al área toracolumbar, sacroilíaca, glútea y coxal, tríceps e isquiotibiales. Los jinetes manifiestan que el caballo rehúsa avanzar, tiene movimientos limitados, falta de cooperación, preferencia por una mano concreta, evitación del ajuste la cincha y comportamiento evasivo en las esquinas. El autor evalúa las diferentes áreas de dolor del caballo desde la perspectiva de la acupuntura.

Según el conocimiento actual, lo descrito en los estudios mencionados se basa en observaciones clínicas que no han sido objetivadas científicamente.

Existen autores que se centran en las restricciones fasciales; un enfoque diferente al del presente trabajo (Elbrond, 2015; Brockman, 2016; Luomala, 2022).

4. Antecedentes

Otros estudios (Altug, 2010; Downing, 2011; Kolb, 2019; Formenton, 2023) apoyan la existencia de TrPs en la musculatura canina y contribuyen a una mejor comprensión de los mismos integrando aspectos derivados de la evidencia científica humana: como los factores de perpetuación, evaluación y tratamiento (Wall, 2014) así como los criterios diagnósticos (Frank, 2015). Algunos estudios investigan los TrPs desde la perspectiva de la acupuntura (Downing, 2011; Fry, 2014).

Años atrás, se emplearon métodos experimentales para inducir endurecimientos en la musculatura canina, como tetanizaciones con corrientes farádicas sostenidas e inyecciones de bicarbonato sódico y pirofosfato sódico en el músculo glúteo mayor (Lange, 1931). Otro método utilizado fue la inyección de clorhidrato de histamina en el mismo músculo, provocando induraciones y una posición antiálgica del MP (Ruhman, 1932). Las lesiones resultantes no fueron histológicamente comparables a las observadas en humana.

Posteriormente, Simons (1976) asoció las características microscópicas de las TB en perros con regiones endurecidas de la musculatura que provocaban sensibilidad local, dolor referido y un fenómeno reflejo asociado con dolor muscular local. Aunque no se especifica el procedimiento de palpación, coincide con la descripción actual de la técnica de "snapping palpation" (Hong, 1994; Simmons, 2015). Se cuestionó si estas TB representaban un fenómeno similar al encontrado en humanos.

Las biopsias musculares no mostraron diferencias histológicas entre los tejidos con y sin TB, sugiriendo que estas TB podrían ser el resultado de una respuesta hiperirritable a la presión o al estiramiento. Se subrayó la importancia de distinguirlas de endurecimientos causados por cambios estructurales. Además, se observó que todas las TB respondieron con LTRs, un criterio diagnóstico confirmatorio de los TrPs (Fernández-de-las-Peñas, 2018), lo que podría explicar la sensación de endurecimiento en los perros (Simons, 1976).

No iban desencaminados. Actualmente, la evidencia científica en humana describe los TrPs como segmentos de fibras musculares altamente contraídas y de diámetro aumentado, conocidos como "nudos de contracción" (Dommerholt, 2012).

La primera observación de TB en caballos (Hill, 1962) las relacionó con la rabdomiólisis, que ocurre durante el periodo de enfriamiento tras ejercicio intenso en superficies blandas; la musculatura se presenta tensa, inflamada y dolorosa a la palpación, con valores incrementados de CPK (creatina-quinasa) sérica y aldolasa. El tratamiento efectivo incluía

la suplementación del caballo con selenio y vitamina E. Aunque se observen induraciones en la musculatura equina similares a las descritos en humana, la rabdomiólisis constituye una entidad clínica distinta al dolor miofascial.

Respecto al uso de la DN para el tratamiento de TrPs en animales, la investigación científica se ha centrado en animales de experimentación (Hsieh, 2011; Hsieh, 2012; Hsieh, 2014; Hsieh, 2016) y en perros (Janssens, 1991; Janssens, 1992; Frank 1999; Wall, 2014).

Janssens (1991) aplicó DN o lidocaína inyectable al 1% tras localizar TrPs en varios músculos de perros con cojera sin diagnóstico clínico que la justificara; tríceps braquial, infraespinoso, peroneo largo, glúteo medio, iliocostal lumbar, pectíneo y cuádriceps femoral. Este artículo representa el primer intento documentado de desactivación de TrPs con DN en la musculatura animal. Sin embargo, la técnica utilizada no se describe explícitamente, sino que se deduce del contexto. No se especifica la unidad métrica del diámetro de las agujas y la profundidad de penetración muestra un rango demasiado amplio, lo que dificulta establecer una consistencia en la técnica. No se empleó la técnica de la DDN, ya que las agujas se mantuvieron “in situ” durante cinco minutos, lo cual es más consistente con la SDN (Baldry, 1995; Baldry, 2002a). Según los autores, la aplicación de la técnica redujo la hiperreactividad a la palpación, eliminó los TrPs, provocó LTRs y redujo el tamaño del TrPs. La metodología utilizada no clarifica suficientemente la técnica empleada ya que la SDN no provoca LTRs y genera incertidumbre como se evaluó la reducción del tamaño de los TrPs. La falta de distinción entre los dos grupos de tratamiento: lidocaína versus DN, compromete la validez de los datos obtenidos y la interpretación de los resultados. Además la carencia de un grupo de control y la falta de diferenciación entre pacientes con dolor agudo y crónico agravan aún más esta limitación y cuestiona la utilidad clínica de los hallazgos. Aun así, de los 81 TrPs tratados se observó mejoría en 26 TrPs, buenos resultados en 19 y completa eliminación de 29 TrPs.

El conocimiento rudimentario en este campo (Janssens, 1992; Wall, 2015), podría justificar los errores metodológicos.

En un segundo estudio (Janssens, 1992), los perros sufrían cojeras cronificadas y 2/3 de ellos habían sido tratados sin éxito con corticoesteroides, AINES, analgésicos y acupuntura. Se diferenciaron dos grupos de pacientes: el primero de ellos mostró la presencia de TrPs en los músculos tríceps, infraespinoso, cuádriceps y adductor-pectíneo unilaterales, y reaccionaron favorablemente al tratamiento destacando un 80% de efectividad en el tríceps braquial. El segundo grupo, compuesto por perros geriátricos con

4. Antecedentes

TrPs en glúteo medio, peroneo e iliocostal lumbar, mostró una respuesta limitada al tratamiento. El estudio concluyó que un periodo 3 semanas de tratamiento podría ser efectivo en un 60% de los casos. Aunque la metodología es, de nuevo, cuestionable y no detalla explícitamente el método de tratamiento, se deduce que podría haber incluido inyecciones o punción seca.

El objetivo del estudio de Formenton (2023) fue examinar TrPs en perros policía mediante palpación, destacando que la reducción de TrPs tras la aplicación de DN, indicó la eficacia del tratamiento cuando el diagnóstico era correcto. Sin embargo, no se proporcionan detalles adicionales sobre la técnica empleada.

Altug (2010) investigó el impacto de corrientes eléctricas en la estimulación de TrPs del músculo peroneo largo canino. El estudio incluyó mediciones fisiológicas y comparó diferentes intervenciones, aunque la descripción metodológica fue limitada. Concluyó que el efecto analgésico de la estimulación eléctrica de TrPs en este músculo fue considerable y significativo ($P < 0.01$).

La investigación sobre dolor miofascial en animales avanza con dificultad y su producción es escasa. Pero en este camino, no se está tan solo.

Existen casi todas las dudas. Pero también todas las posibilidades.



5. Hipótesis y objetivos

1. Hipótesis

La evidencia científica nos proporciona los conocimientos necesarios para diagnosticar y tratar el MPS en humanos. Existe amplia evidencia científica que respalda la DN como una herramienta eficaz en la mejora de los signos clínicos de los TrPs en humanos. Pero ¿qué ocurre con los caballos? ¿Puede abolir o disminuir el dolor local provocado por los TrPs en caballos? Claramente, la investigación en fisioterapia equina está muy por detrás de la dedicada al sujeto humano (McGowan, 2007).

La hipótesis principal de este estudio es que la punción seca en caballos es eficaz para reducir o eliminar el dolor local asociado a los TrPs, uno de los signos clínicos característicos del MPS.

2. Objetivos

2.1. Objetivo principal

1. Determinar si la DN puede ser una técnica eficaz para reducir o eliminar el dolor local asociado a los TrPs.

2.2. Objetivos secundarios

1. Determinar la localización con palpación, de los TrPs en el EBM.
2. Determinar si la EPF puede ser una escala fiable para detectar el dolor a la palpación de los TrPs.
3. Evaluar la evolución del FFTS, NSR y JS tras la aplicación de la DN a lo largo de la intervención.
4. Determinar los cambios en las LTRs y su relación con el dolor local y la aplicación de la DN.
5. Explorar la posible aparición de PNS.



6. Estudios realizados

1. Principales resultados y conclusiones obtenidas de cada estudio.

Los estudios preliminares previos a la intervención de esta tesis se realizaron para explorar las posibilidades del estudio, evaluar las variables potenciales y establecer una base inicial. Estos estudios fueron presentados en congresos y representan los primeros enfoques en la literatura científica que abordan objetivos similares relacionados con TrPs en caballos. No se encontraron publicaciones previas con objetivos comparables en la literatura científica disponible.

1.1. Nemery, E., Gabriel, A., Cassart, D., Bayrou, C., Piret, J., Antoine, N., ... & Carvalho, C. (2016, DeceEBMr). Proceedings of the 9th international symposium on veterinary rehabilitation and physical therapy. In Acta Veterinaria Scandinavica (Vol. 58, No. 2, p. 85). BioMed Central. Calatayud-Bonilla, M., Resano-Zuazu M. (2016). Improvement of myofascial pain in equine brachiocephalicus muscle using dry needling technique, a clinical commentary. (58; suppl2, A5).

Objetivo del estudio

El objetivo de este estudio fue investigar si la DN puede ser efectiva en disminuir o abolir el dolor en los TrPs equinos del EBM.

Materiales y métodos

Se seleccionaron diez caballos de deporte, entre 5 y 15 años, según la conveniencia de la hípica donde se alojaban. En el estudio participaron dos examinadores con amplia experiencia. El primero realizó toda la intervención y el segundo evaluó las reacciones del caballo y anotó los valores de la algometría. De esta manera, el examinador primero fue ciego a las mediciones. Previo a la intervención, se realizó una evaluación fisioterapéutica y tras localizar con palpación en pinza los TrPs del músculo braquiocefálico, se aplicó la técnica de la DN. Se midió el PPT con un algómetro (Wagner instruments, USA, kg/cm²) tres veces consecutivas en tres mediciones; antes del tratamiento, 1h y 72h después. Durante la medición, la presión se aumentaba hasta obtener una reacción de dolor del caballo. Se aplicó la DN con agarre en pinza, con la técnica "Fast in Fast out" (Hong, 1994), agujas de 30x40mm de Agupunt© y hasta el agotamiento de las LTRs.

6. Estudios realizados

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizaron los test ANOVA de medidas repetidas y T-Test.

Resultados

Siete caballos demostraron signos de dolor a la palpación de los TrPs en la porción distal del EBM de manera bilateral. Se observaron LTRs en los siete caballos durante la aplicación del tratamiento. El test ANOVA mostró una tendencia a la mejoría ($P=0.044$) y el Test-T reveló una mejoría estadísticamente significativa ($P=0.013$, en el EBM derecho a las 72h post-tratamiento. No se encontró mejoría significativa en el lado izquierdo.

Conclusiones

El estudio mostró que la DN puede ser una técnica efectiva para el tratamiento del dolor provocado por TrPs en el EBM y además proporcionó pruebas de la existencia de LTRs cuando se localizaron los TrPs, criterio confirmatorio de los TrPs.

Puesto que la mejoría en el lado derecho fue significativa, se concluyó que con una muestra más amplia, es muy probable que se produjera también una mejoría en el lado izquierdo.

1.2. Calatayud-Bonilla M., Resano-Zuazu M., Segura-Orti E. (2018). Intrarater reliability in locating myofascial trigger point in the equine brachiocephalicus muscle. Poster presented at: 28th Physiotherapy Symposium EUF ONCE. Fascia Scientific Advances. Madrid, Spain.

Objetivo del estudio

El objetivo de este estudio fue evaluar la fiabilidad intra-examinador en la localización de un TrPs en el EBM.

Materiales y métodos

Se seleccionó una población de 20 caballos según disponibilidad del centro hípico donde se alojaban. Todos eran caballos de uso deportivo. Se marcaron dos referencias óseas palpables: el tubérculo mayor del humero y el ángulo craneal de la escapula. Un examinador realizó una primera palpación en pinza de la porción cleidobraquial del EBM hasta encontrar el punto de dolor. Un observador confirmó el dolor observando las reacciones del caballo a la palpación, marcó el punto de dolor y midió dos distancias: tubérculo mayor del húmero hasta el punto de dolor (D1) y ángulo craneal de la escápula hasta el punto de dolor (D2). El examinador realizó una segunda palpación 2 horas

después, y el observador confirmó la presencia de dolor y volvió a medir las distancias (d1" y d2"). El examinador fue ciego a todas las mediciones.

Análisis estadístico

Se calculó la diferencia de ambas (d1-d1" y d2-d2"), el ICC para D1 y D2 y el Mínimo Cambio Detectable (MDC) para la referencia ósea D2.

Resultados

El ICC para la medición con referencia ósea D1 fue 0.322 (IC 95% -.129 - .662), y para la medición D2 fue 0.722 (IC 95% .414 - .880). El MDC se calculó sólo para la referencia ósea D2, y fue de 4.7 cm (IC 95% 3.1-6.9 cm).

Conclusión

Se concluyó que la localización del TrPs con palpación en la porción cleidobraquial del EBM es fiable para un examinador tomando como referencia el ángulo craneal de la escapula. Podría haber una variación de hasta 6.9cm en la localización del TrPs que, considerando el tamaño de los músculos del caballo, es un margen aceptable.

1.3. Calatayud-Bonilla, M. (2018). Protocolo de valoración musculoesquelética para el diagnóstico y tratamiento fisioterapéutico del dolor miofascial en el paciente equino. Comunicación oral presentada en: 15 Congreso Internacional de Estudiantes, Universidad Cardenal Herrera-CEU, Valencia, España.

El objetivo de este trabajo fue presentar un protocolo de valoración para pacientes equinos enfocado en la evaluación y tratamiento del MPS. La anamnesis realizada por el fisioterapeuta se basa en los siguientes puntos:

1. Observación del caballo

Se observa el comportamiento general y las condiciones físicas del caballo.

2. Reacciones de dolor a nivel de expresiones faciales y corporales

Se registran las respuestas del caballo ante estímulos dolorosos.

3. Exploración estática

Se evalúa la conformación del caballo, sus aplomos y la angulación de diversas articulaciones.

4. Exploración dinámica

Se analiza el movimiento del caballo en sus tres aires (paso, trote y galope), en ambas

6. Estudios realizados

direcciones (a las dos manos), tanto en línea recta como en círculo, y sobre diferentes superficies (terreno duro y blando).

5. Palpación superficial y profunda

Se examina la calidad muscular, la presencia de inflamación, la temperatura y las asimetrías, así como las reacciones del caballo ante dicha palpación.

6. Pruebas de valoración adicionales

- Movilizaciones de la columna cérvico-dorsal
- Movilización de las articulaciones cervicotorácica, coxofemoral, lumbosacra y de las tuberosidades sacras
- Evaluación de los reflejos del raquis dorsolumbar.
- Palpación de la musculatura.

1.4. Octubre 2018: Presentación del Poster “Pain pressure threshold for evaluating myofascial pain in the equine brachiocephalicus muscle: a reliability study” III Congreso Internacional de Fisioterapia Invasiva. Museo de las Ciencias Principe Felipe, Valencia

Calatayud-Bonilla, M., Resano-Zuazu, M., Segura-Ortí, E. (2019). Pain pressure thresholds for evaluating myofascial pain in the equine brachiocephalicus muscle. Revista Fisioterapia Invasiva/Journal of Invasive Techniques in Physical Therapy, 2(02), 114-114.

Objetivo del estudio

El objetivo de este estudio fue evaluar la fiabilidad de la algometría en caballos con TrPs en el EBM. El objetivo secundario fue calcular el MDC.

Materiales y métodos

Se evaluó una muestra de 20 caballos sin patología previa ni tratamiento farmacológico y escogida de acuerdo con la disponibilidad del establecimiento hípico donde se alojaban. Un examinador localizó el TrPs en el tercio distal del músculo y un evaluador lo marcó. Se midió el PPT con un algómetro (Wagner Instruments, EE.UU., kg/cm²), aplicándolo sobre el TrPs y presionando gradualmente hasta obtener una expresión facial de dolor del caballo o la provocación del JS. Dichas reacciones fueron detectadas por el evaluador encargado de las mediciones. El examinador era ciego a las mismas. Se repitieron las mediciones dos veces de manera consecutiva.

Análisis estadístico

Se evaluó la correlación entre las dos mediciones mediante el Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC). Se calculó el MDC.

Resultados

El ICC fue 0.86 (95%CI: 0.68 a 0.95). el MCD fue 0.9kg/cm²(95%CI:0.6 a 1.4)

Conclusión

Se obtuvo una fiabilidad aceptable de la algometría para la medición del PPT en caballos con TrPs en el EBM.

1.5. Marzo 2020: Calatayud-Bonilla, M., Resano-Zuazu, M., Prades, M. Painful response to trigger points palpation in the equine brachiocephalicus muscle: a preliminary study. Poster presentado en: 30 Jornadas de Fisioterapia de la ONCE: Síndrome de dolor miofascial y puntos gatillo miofasciales: 20 años de evolución; 2020 Marzo 6-7; Madrid.

Objetivo del estudio

El objetivo de este estudio fue investigar si el entrenamiento de doma básico en caballo estabulados incrementa las reacciones de dolor a la palpación de TrPs en el EBM.

Métodos

Se utilizó una muestra de 60 caballos adultos, divididos en dos grupos: 30 caballos vivían sueltos en grandes paddocks sin recibir entrenamiento alguno (GC) y los otros 30 estaban estabulados en boxes y recibían entrenamiento diario de una hora, cinco días a la semana (GT).

Se localizaron TrPs en todos los caballos. Estos TrPs se palparon y se evaluó la reacción del caballo a dicha palpación utilizando una escala de dolor de 0 a 3, donde 0 indicaba ausencia de dolor, 1 dolor leve, 2 dolor moderado y 3 dolor severo.

Análisis Estadístico

Se compararon los resultados de ambos grupos utilizando el Test de Mann-Whitney.

Resultados

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,0001$) entre ambos grupos.

6. Estudios realizados

Conclusión

Se concluyó que la intensidad de dolor a la palpación de TrPs era significativamente mayor en caballos que reciben entrenamiento diario y estaban alojados en boxes, en comparación con aquellos que vivían sueltos en paddocks sin entrenamiento.

2. Conclusión general de los estudios

Estos estudios preliminares debían proporcionar las bases necesarias para la investigación principal de la tesis, al explorar técnicas y métodos para evaluar y tratar TrPs en caballos.

Los resultados demostraron que la DN podría ser efectiva para reducir el dolor local asociado con los TrPs en el EBM equino. La evidencia obtenida confirmó la existencia de LTRs en los TrPs, lo que respalda la validez de esta técnica en el abordaje del dolor miofascial. La mejora significativa observada en el lado derecho del EBM sugirió que, con una muestra más amplia, también podría lograrse una mejoría en el lado izquierdo.

Por otro lado, la investigación sobre la localización de los TrPs mostró una fiabilidad aceptable, lo que asegura que los métodos de localización empleados son suficientemente consistentes para guiar intervenciones precisas y efectivas.

El desarrollo de un protocolo de valoración específico para el MPS proporcionó un enfoque sistemático para la evaluación de los TrPs en caballos.

Además, la fiabilidad de la algometría en la medición del PPT subrayó la utilidad de esta herramienta para evaluar con precisión el dolor local asociado a los TrPs.

En conclusión, los resultados de estos estudios preliminares no solo han validado los métodos seleccionados para la investigación principal, sino que también han asegurado que los enfoques utilizados sean significativos. Esta validación preliminar fortalece la base sobre la cual se ha desarrollado la tesis, aportando confianza en la metodología elegida y guiando hacia un manejo más eficaz del dolor miofascial en caballos.



7. Material y métodos

1. Tipo de estudio

Este trabajo es un estudio clínico controlado aleatorizado con un grupo de tratamiento (GT) al que se le aplicó la técnica de la DN y un grupo de control (GC) al que no se le realizó ninguna intervención.

2. Sujetos del estudio

El estudio se llevó a cabo con la participación de 98 caballos, incluyendo enteros, castrados y yeguas, con edades comprendidas entre 5 y 15 años. Estos caballos estaban alojados en boxes, paddocks o en una combinación de ambos tipos de alojamiento. De los 98 caballos, 66 fueron asignados al GT y 32 al GC. La asignación se realizó de manera aleatoria.

Dentro del GT, 34 caballos eran de competición, 19 eran caballos de escuela y 13 de ellos no participaban en ninguna actividad específica. En el GC, 22 caballos eran de competición y 10 no participaban en ninguna actividad específica. Los caballos sin actividad eran caballos de competición que, debido a circunstancias de los propietarios, no estaban en entrenamiento durante el periodo del estudio.

La existencia de un TrP en el EBM era un requisito indispensable para incluir a los caballos en el estudio. Se diagnosticó su presencia si se cumplían estos criterios: presencia de una banda tensa, nódulo hipersensible a la palpación y dolor expresado mediante la reacción del caballo. Estos criterios han sido adaptados a la especie equina (McGregor, 2014). En humana, la presencia de la banda tensa y del nódulo hipersensible a la palpación son criterios esenciales en el diagnóstico de TrPs (Fernández-de-las-Peñas, 2014) junto con el dolor referido, pero este último no se cumple en caballos.

Los caballos debían presentar buen estado de salud, inspecciones veterinarias, vacunaciones y desparasitaciones al día. No podían sufrir de patología musculoesquelética diagnosticada, mostrar signos clínicos de cojera ni estar bajo ningún tratamiento farmacológico durante el tiempo de duración de la intervención.

Se excluirían aquellos que no cumplieran los requisitos anteriores, mostraran mal comportamiento durante la intervención o manifestaran aversión a las agujas. En el caso

7. Materiales y métodos

de surgir alguna circunstancia de riesgo para el caballo, la IP o las asistentes (AS), se prescindiría del caballo en cuestión.

Durante la intervención en las diferentes hípicas, se excluyeron 9 caballos del GT: 4 de ellos (números 1, 34, 53, 66) mostraron un manejo inadecuado, 3 (números 52, 58 y 60) desarrollaron mal comportamiento a lo largo de la intervención y 2 (números 13 y 50) por dos causas diferentes.

3. Como se obtienen los sujetos de estudio.

Los caballos incluidos en este estudio eran caballos de propiedad privada y estaban alojados en tres instalaciones ecuestres diferentes. Para reclutar participantes se publicó un vídeo en redes sociales (Imagen 13), el 19 de Octubre de 2021, en la cuenta @mariacalatayudequinept, donde se explicaba la naturaleza del estudio, su descripción, los requisitos del caballo, las condiciones del estudio y se solicitaba la participación gratuita. Se seleccionaron tres instalaciones ecuestres (E, B y C).

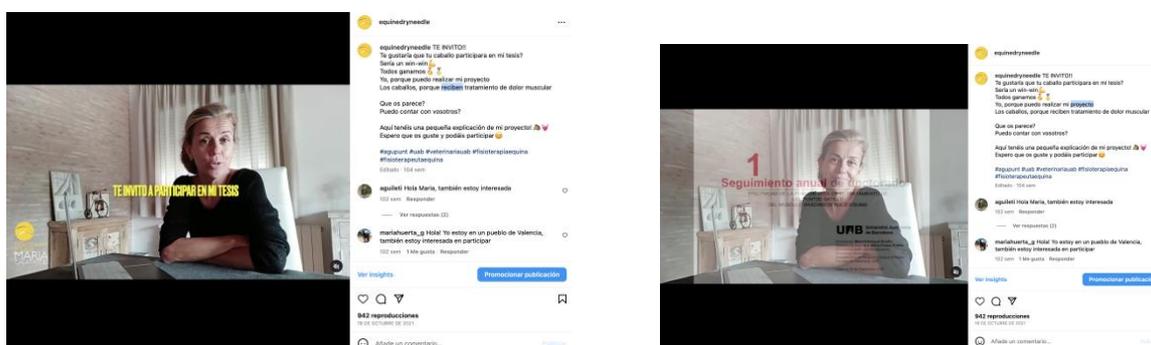


Imagen 13. Imagen del vídeo para reunir pacientes para el estudio

4. Condiciones del habitat

En la Hípica E, todos los caballos estaban alojados en paddocks individuales de aproximadamente 90mts², situados en una pinada.

En la Hípica B, algunos caballos estaban alojados en boxes y otros en paddocks. Algunos de los caballos alojados en boxes tenían salida diaria al paddock.

En la Hipica C, todos los caballos estaban alojados en boxes, algunos de ellos con salida diaria al paddock.

5. Descripción de la intervención

La intervención se desarrolló a lo largo de tres semanas consecutivas. Previamente al inicio, se proporcionó a los propietarios de los caballos información detallada sobre el procedimiento, las condiciones pre tratamiento* y los cuidados post tratamiento** . Se recabaron datos sobre cada caballo, incluyendo sexo, edad, peso (kg), comportamiento, historial de patologías previas, tipo de entrenamiento y condiciones de estabulación. Todos los propietarios leyeron y firmaron un consentimiento informado aprobado por el CEEAH, que incluía una descripción exhaustiva del procedimiento, sus beneficios y los posibles riesgos asociados. Se estableció que cualquier caballo que mostrara comportamiento agresivo o que representara un riesgo para el IP, las AS o para si mismo durante la aplicación de la técnica sería excluido del estudio. Los propietarios completarían un cuestionario funcional y una escala NSR para evaluar el dolor antes de cada intervención semanal.

La IP es una fisioterapeuta especializada en fisioterapia equina, y tratamiento de dolor miofascial, con quince años de experiencia clínica. Posee formación y experiencia en el tratamiento de dolor miofascial y TrPs tanto en humanos como en equinos, y realiza las mediciones de manera ciega para evitar posibles sesgos (Sullivan, 2008; King, 2024). Esto concuerda con la necesidad de la formación y experiencia del IP para asegurar una alta fiabilidad intrasujeto en la palpación manual y localización de TrPs (Deheus, 2010; Barbero, 2012; Tekin, 2013; Fingleton, 2014; Mora-Relucio, 2016; Valiente-Castrillo, 2020; Rozenfel, 2021).

Desde un punto de vista clínico, la evaluación palpatoria de la musculatura superficial y profunda de la columna cervical equina puede indicar disfunción musculoesquelética, basada en las reacciones que provoque (Sullivan, 2008). Antes de incluir a los caballos en el estudio, se evaluó la presencia de TrPs mediante palpación en el tercio distal del EBM (De Heus, 2010). Todos los caballos incluidos en el estudio, mostraron la presencia de una TB, un nódulo hipersensible a la palpación y una respuesta de dolor durante la misma. Se seleccionó el EBM para la intervención debido a la documentada presencia de TrPs en este músculo y a su sensibilidad a la palpación (Calatayud-Bonilla, 2016; Calatayud-Bonilla, 2018; Calatayud-Bonilla, 2020; Story, 2021). Este músculo es fácil de localizar, ofrece una posición segura para el clínico durante el tratamiento, y desempeña un papel crucial en la función cervical del caballo (Zsoldos, 2015). Además, la experiencia clínica indica una alta prevalencia de TrPs en este músculo.

En la intervención, participaron como AS, cuatro alumnas de la Facultad de Fisioterapia de

7. Materiales y métodos

la Universidad Europea de Madrid (UEM, Valencia): Fanny Verdier, Emma Tonneaux, Anne-Sophie Carvallo y Eva Jade Montès. Se formalizó un convenio de cooperación educativa para la realización de prácticas externas extracurriculares entre la UEM y la IP y autora de esta Tesis.

Previo al inicio de la intervención, se instruyó a las AS en todo el proceso. La IP llevó a cabo toda la intervención, mientras que las AS realizaron la evaluación de la EPF y del JS y la recopilación de datos.

1. Primer día de cada semana

Tras el entrenamiento, la ducha y/o el cepillado del caballo, se colocaba al animal sobre una superficie estable y antideslizante. El caballo se ataba sin tensión mediante un ramal que iba desde la cabezada de cuadra hasta una argolla o similar en la pared, junto a su box o paddock. Las AS evaluaban la expresión facial del caballo y anotaban la presencia del EPF, descrita en apdo 7.1, utilizando una escala de 0/1/2 (0=no; 1= a veces; 2= si). Estas medidas se registraban en función del número de gestos faciales de la EPF que el caballo expresaba (si: 4 o más; a veces: 3 o menos; no: 0 gestos).

La intervención siempre comenzaba por el lado izquierdo para estandarizar el procedimiento y evitar posibles variaciones de tiempo y sesgos, que pudieran surgir de una elección arbitraria del lado.

Palpación

La IP palpaba en pinza el tercio distal del EBM para localizar la TB y el nódulo más sensible a la palpación, identificado como el TrP, tomando como referencia el ángulo craneal de la escapula (Calatayud-Bonilla, 2018). Las AS evaluaban la presencia del JS durante la palpación del TrP, avisaban a la IP con un “ya” para que dejara de presionar y lo calificaban utilizando una escala binaria de 0/2 (0=no; 2=si) (Imagen 14).

Algometría

A continuación la IP realizaba la primera medición previa al tratamiento, sobre la localización del TrPs, tres veces consecutivas con un intervalo de 4-5 segundos entre cada una (Sullivan, 2008; King, 2024), utilizando un algómetro de presión (Wagner Instruments kg/cm³) (Imagen 15) con una punta de goma de 1cm² (Sullivan, 2008). Las puntas más pequeñas han demostrado proporcionar resultados más consistentes, ya que la presión se focaliza e induce una sumación de respuestas nociceptivas en la piel y la musculatura subyacente (Hausler, 2020). El algómetro se calibraba a cero antes de cada

medición, y se aplicaba presión, de la manera más constante posible, con la punta del mismo sobre la piel, directamente encima el TrPs, en dirección transversal al EBM, hasta que se obtenía una reacción de dolor del caballo. La IP observaba la primera reacción del caballo durante la medición. Las AS registraban los datos en la ficha particular de cada caballo manteniendo así a la IP ciega a las mediciones.

Este protocolo de algometría se utilizó durante toda la intervención: inmediatamente después de la aplicación de la técnica (POSTIA), a las 4 horas posteriores (POST4h), a las 24 horas (POST24H) y a las 72 horas (POST72h).

Las mediciones se realizaron por las mañanas, ya que se han encontrado diferencias significativas en función del momento de la medición (De Heus, 2010).

Punción seca (DN)

Tras la primera medición pre-tratamiento, la IP aplicaba la técnica de DN siguiendo el protocolo descrito en el aptdo 5.2 (Imagen 16).

2. Segundo y cuarto día de cada semana

El caballo se ataba en el mismo lugar y de la misma manera que el primer día para realizar las mediciones de algometría POST24h y POST72h.

***Condiciones pre-tratamiento**

- El caballo podía ser entrenado el mismo día de la intervención, siempre antes de la misma.
- El caballo debía estar cepillado (o duchado en caso de haber sudado durante el entrenamiento) antes de la intervención.
- La intervención se llevaría a cabo en un lugar tranquilo (normalmente junto a su box o paddock) donde el caballo, con cabezada de cuadra, pudiera estar sujeto de un ramal, permitiendo cierta movilidad).

****Cuidados post tratamiento**

- El primer día de entrenamiento (POST24h) y el siguiente, se seguirían las siguientes directrices:
 - El entrenamiento se realizaría en una posición terapéutica de equilibrio.
 - No se realizarían ejercicios laterales ni círculos pequeños, alargamientos al trote, ni ejercicios avanzados de doma (passage, piaffe) con el objetivo de disminuir la actividad del EBM.
- El caballo retomaría su entrenamiento normal 72h después del tratamiento.
- Las pautas de entrenamiento post-tratamiento se realizarían durante cada una de las tres semanas de intervención.
- Los entrenamientos en los días POST24 y POST72h se realizarían siempre antes de la medición.

7. Materiales y métodos



imagen 14. Palpación de TrPs en el EBM



imagen 15. Medición con el algómetro



Imagen 16. Aplicación de la DN

5.1. Cronograma

1ª Semana

Día 1	Día 2 (24h)	Día 3	Día 4 (72h)	Día 5	Día 6	Día 7
-Consentimiento informado -Cuestionario funcional+NRS -entrenamiento pre-intervención -Algometría -Punción seca -Algometría IA -Algometría post 4h	-Algometría -Restringir ejercicios	-Restringir ejercicios	-Algometría -Restringir ejercicios	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual

2ª Semana

Día 8	Día 9 (24h)	Día 10	Día 11 (72h)	Día 12	Día 13	Día 14
-Consentimiento informado -Cuestionario funcional+NRS -entrenamiento pre-intervención -Algometría -Punción seca -Algometría IA -Algometría post 4h	-Algometría -Restringir ejercicios	-Restringir ejercicios	-Algometría -Restringir ejercicios	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual

3ª Semana

Día 15	Día 16 (24h)	Día 17	Día 18 (72h)	Día 19	Día 20	Día 21
-Consentimiento informado -Cuestionario funcional+NRS -entrenamiento pre-intervención -Algometría -Punción seca -Algometría IA	-Algometría -Restringir ejercicios	-Restringir ejercicios	-Algometría -Restringir ejercicios	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual

7. Materiales y métodos

HORARIO

Day 1 (Monday) 8:30-17:30h	Day 2 (24h) 8:30-13:30	Day 3	Day 4 (72h) 8:30-13:30	Day 5	Day 6	Day 7
Día 8 (Monday) 8:30-17:30h	Day 9 (24h) 8:30-13:30	Day 10	Day 11 (72h) 8:30-13:30	Day 12	Day 13	Day 14
Día 15 (Monday) 8:30-17:30h	Day 16 (24h) 8:30-13:30	Day 17	Day 18 (72h) 8:30-13:30	Day 19	Day 20	Day 21

5.2. Protocolo de punción seca

1. El TrP del tercio distal del EBM fue identificado mediante palpación en pinza.
2. La palpación se realizó comprimiendo el tercio distal del músculo con un agarre en pinza, utilizando los dedos índice, corazón y anular en la parte superior y el dedo pulgar en la parte inferior. Se llevó a cabo un barrido longitudinal desde la porción más proximal del tercio distal del EBM hasta la porción más distal, seguido de una palpación transversal a las fibras musculares para facilitar la búsqueda de la TB y el TrP.
3. Una vez localizado el TrP más reactivo, se situó la aguja con su tubo guía sobre la piel, directamente encima del TrPs.
4. La aguja fue insertada a través de la piel con un movimiento rápido en el extremo superior de la misma. Posteriormente, se retiró el tubo guía.
5. Se aplicó la técnica conocida como “*Fast-in Fast-out*” de Hong (1994) conforme a la práctica descrita por otros autores (Martin-Pintado, 2018; Hsieh, 2011; Hsieh, 2012; Dunning, 2013; Eroglu, 2013; Arias-Burúa, 2020), hasta la obtención de LTRs. El TrPs se estimuló durante 1 minuto, mientras la IP contaba en voz alta el número de LTR reproducidas y las AS registraban esa cantidad. Al finalizar el minuto, las AS avisaron a la IP. Todos los datos fueron registrados en la ficha del caballo. Tras la aplicación de la DN, en caso de producirse sangrado, se aplicó hemostasia durante un par de segundos.

5.3. Materiales

1. Aguja Agupunt© tamaño 30X40mm.
2. Algómetro de presión Wagner Instruments (kg/cm³).
3. Guantes de nitrilo talla S.
4. Dispensadores de residuos biológicos.
5. Cuaderno de campo con las fichas de los caballos.
6. Leyenda de datos para la recogida de los mismos.
7. Leyenda de las mediciones



1. Agujas



2. Algómetro



LEYENDA

SEXO		Entero/Castrado/Yegua
EDAD		5años/5-10años/+10años
TAMAÑO		300k0/300-500kg/+500kg
APTITUD	A que se dedica el caballo	Notrabaja/Escuela/Competición
PUPILAJE	Donde vive el caballo	Box/Paddock/BoxPaddock
1sHIERRO _{no0/avcs1/si2}	Se coge del hierro cuando se monta	No0/aveces1/si2
1sPESAMANO _{no0/avcs1/si2}	Pesa en la mano cuando se monta	No0/aveces1/si2
1sLIMEJERLAT _{no0/avcs1/si2}	Limitación en los ejercicios laterales	No0/aveces1/si2
1sLIMLATFLEXCERV _{no0/avcs1/si2}	Limitación en la lateroflexión cervical	No0/aveces1/si2
1sLIMFLEXCERV _{no0/avcs1/si2}	Limitación en la flexión cervical	No0/aveces1/si2
1sDISMPROMA _{no0/avcs1/si2}	Disminución protracción brazo	No0/aveces1/si2
1sNSRPRE	Numeric Rate Scale	0 no dolor/ 10 superdolor
1sEPFace	Equine Pace Face	No0/aveces1/si2
1sPREIzq	Antes de pinchar izquierdo	
1sPREDcho	Antes de pinchar derecho	
1sJUMPSIGN Izq	Signo del salto izquierdo	No0/si2
1sJUMPSIGN Dcho	Signo del salto derecho	No0/si2
1s n°LTRIzq	Cuántas LTR se han visto izq	
1s n°LTRDcho	Cuántas LTR se han visto dcho	
1sPOSTIAIzq	Inmediatamente después de pinchar	
1sPOSTIADcho	Inmediatamente después de pinchar	
1sPOST4hIzq	4horas después de pinchar	
1sPOST4hDcho	4horas después de pinchar	
1sPOST24hIzq	24horas después de pinchar	
1sPOST24hDcho	24horas después de pinchar	
1sNSRPOST72h	Numeric Rate Scale	0 no dolor/ 10 superdolor
1sPOST72hIzq	72horas después de pinchar	
1sPOST72hDcho	72horas después de pinchar	
1s	1ª semana	
2s	2ª semana	
3s	3ª semana	
Izq	Izquierdo	
Dcho	Derecho	

6. Leyenda de datos

7. Materiales y métodos

PRE	Antes del tratamiento
POSTIA	Inmediatamente después
POST4h	A las 4 horas
POST24h	A las 24 horas
POST72h	A las 72 horas
1s	1ª semana
2s	2ª semana
3s	3ª semana
Izq	Lado izquierdo
Dcho	Lado derecho

7. Leyenda de las mediciones

5.4. Descripción del entrenamiento de las ayudantes

Las alumnas que colaboraron en la intervención, estudiantes del Grado en Fisioterapia, contaban con conocimientos previos sobre el MPS y la DN. Fueron formadas específicamente en su aplicación en equinos, así como en la observación e interpretación del dolor según los parámetros utilizados (EPF), y evaluación del JS. Recibieron formación detallada sobre la anatomía, biomecánica y clínica asociada al EBM, el manejo del algómetro, la escala numérica de dolor (NRS) y cada ítem del cuestionario funcional completado por los propietarios.

Se les instruyó sobre el proceso y cronograma de la intervención, así como sus roles específicos en la investigación. Además, se les proporcionó apuntes e instrucciones con la bibliografía necesaria que debían estudiar previamente a la intervención (Anexo 2).

6. Variables cuantitativas

6.1. NSR

Los propietarios completaron una escala numérica (NSR) antes de cada tratamiento semanal. Se evaluó, en una escala del 1-10, la percepción de dolor del caballo por parte del propietario.

6.2. Umbral de dolor a la presión

Con la algometría se evaluó el PPT en diferentes momentos durante cada una de las tres semanas de intervención: previo a la intervención, inmediatamente después, a las 4 horas, 24 horas y 72 horas.

7. Variables cualitativas

7.1. Equine Pain Face

La EPF incluye “ orejas bajas y/asimétricas, un aspecto angulado de los ojos, mirada tensa y/o evitativa, fosas nasales dilatadas mediolateralmente y tensión de los labios, la barbilla y ciertos músculos miméticos” (Gleerup 2015).

7.1.1. Posición de las orejas

“Ambas orejas se mueven en diferentes direcciones y están situadas en posiciones asimétricas. Ninguna de las dos mira hacia directamente hacia delante o detrás. Las orejas pueden estar descendidas y con la apertura hacia los lados o ligeramente hacia atrás” (Gleerup 2015).

7.1.2. Tensión orbital

Tensión en el músculo elevador medial del ángulo del ojo.

7.1.3. Tensión sobre la zona ocular

La calidad de la mirada cambia a una mirada perdida y tensa.

7. Materiales y métodos

7.1.4. Tensión en fosas nasales

Las fosas nasales están dilatadas mediolateralmente; hay tensión especialmente en el ala medial de la fosa nasal.

7.1.5 Tensión en boca y mentón

Aumento del tono de los labios y de la tensión del mentón, dando lugar a una forma afilada del morro.

7.1.6 Tensión en los músculos faciales

Tensión en los músculos laterales de la cabeza, especialmente el músculo cigomático y el músculo canino. El músculo masetero también puede estar tenso.

7.2 Signo del salto (JS)

Una AS aplicaba y evaluaba el signo de salto previamente a la medición pre-tratamiento durante cada una de las tres semanas.

7.3 Cuestionario funcional (FTTS)

Los propietarios completaban un cuestionario funcional semanalmente antes de la intervención, junto con el NSR. Este cuestionario funcional constaba de siete items:



CUESTIONARIO FUNCIONAL

1. Su caballo se coge al hierro?

Izq no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3 **Dcho** no0 / a veces1 / si2 / no sabe-nocontesta3

2. Su caballo le pesa en la rienda?

Izq no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3 **Dcho** no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3

3. A su caballo le cuesta realizar ejercicios laterales?

Izq no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3 **Dcho** no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3

4. A su caballo le cuesta doblar el cuello?

Izq no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3 **Dcho** no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3

5. A su caballo le cuesta flexionar el cuello?

no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3

6. Ha observado una disminución en la amplitud del tranco de la mano?

Izq no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3 **Dcho** no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3

7. Tiene actualmente el caballo alguna lesión/cojera en miembro anterior?

Izq no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3 **Dcho** no0 / a veces1 / si2 / no sabe-no contesta3

8. NSR: Del 1 al 10, siendo 1 nada de dolor y 10 el máximo dolor soportable.

Cuánto cree que le duele el cuello a su caballo ?

Primera semana Fecha:

Caballo	1 IZQ	DCHO	2 IZQ	DCHO	3 IZQ	DCHO	4 IZQ	DCHO	5	6 IZQ	DCHO	7 IZQ	DCHO	8

Segunda semana Fecha:

Caballo	1 IZQ	DCHO	2 IZQ	DCHO	3 IZQ	DCHO	4 IZQ	DCHO	5	6 IZQ	DCHO	7 IZQ	DCHO	8

Tercera semana Fecha:

Caballo	1 IZQ	DCHO	2 IZQ	DCHO	3 IZQ	DCHO	4 IZQ	DCHO	5	6 IZQ	DCHO	7 IZQ	DCHO	8

7. Materiales y métodos

8. Análisis estadístico

8.1 Análisis de la palpación

Los puntos gatillo miofasciales (TrPs) son estructuras nodulares focales e hiperirritables ubicadas en una TB de fibras musculares esqueléticas, que son dolorosas a la compresión y pueden generar dolor referido, hipersensibilidad, rigidez y LTRs.

En todos los caballos incluidos en el estudio, se localizaron TrPs en el tercio distal del EBM. Se seleccionó como objetivo del tratamiento el nódulo más sensible a la palpación, tomando como referencia el ángulo craneal de la escapula, sin contabilizar el número total de TrPs presentes en cada animal. Durante la palpación de este TrP, todos los caballos mostraron una respuesta consistente de JS, lo que validó los métodos empleados para su identificación.

8.2. Análisis de la algometría

Los valores de algometría, la variable de respuesta, se analizaron mediante varios modelos mixtos lineales generalizados (GLMM). Las variables clasificatorias categóricas incluyeron el tratamiento (GT y GC) y el tiempo: subdividido en pretratamiento, inmediatamente después del tratamiento, a las 4h, 24h y 72h durante 3 semanas. Dentro de los modelos se exploró el efecto de variables categóricas, como el lado de la algometría y el pupilaje. Se evaluaron las interacciones entre las variables categóricas.

Se realizaron varios modelos para analizar el efecto de las variables lado/tratamiento y pupilaje/tratamiento, con el objetivo de conocer si éstas podrían influir significativamente en el modelo. Posteriormente, se evaluó el efecto del tiempo, subdividido en semana y hora, sobre las variables con efecto significativo.

Los datos se analizaron utilizando una distribución Gaussiana acompañada de una función de enlace de identidad. La identificación del caballo se empleó como factor aleatorio del modelo. En caso de encontrar diferencias estadísticamente significativas, se utilizó la prueba de Tukey como test post-hoc. Un valor de $P \leq 0.05$ se consideró significativo en todos los casos.

8.3. Análisis de las otras variables

Se analizaron las siguientes variables: un Functional Test Total Score (FTTS), una escala numérica (NSR), la respuesta de espasmo local (LTR) del lado izquierdo y del lado

derecho, el signo del salto (JS) del lado izquierdo y del lado derecho, y una cara de dolor equino llamada Equine Pain Face (EPF).

Los valores de dichas variables fueron evaluados mediante varios modelos mixtos lineales generalizados (GLMMs). La variable clasificatoria categórica solo incluyó el tiempo, que fue subdividido en semanas. En este caso, no se tuvo GC y en su defecto, los valores de la semana 1 del GT fueron asumidos como control de si mismo. Se evaluaron los cambios en el modelo en relación al tiempo.

Las variables de respuesta fueron evaluadas utilizando una familia de distribución gaussiana, acompañada de una función de enlace de identidad. Como factor aleatorio del modelo se empleó la identificación el caballo. En caso de hallar diferencias estadísticamente significativas, se empleó una prueba de Tukey como test post-hoc. Un valor de $P \leq 0.05$ fue aceptada como significativa para todos los casos.

8. Resultados

En el estudio participaron 98 caballos: 66 de ellos se incluyeron en el grupo tratamiento (GT) y 32 en el grupo control (GC). Un elevado porcentaje de los caballos eran castrados (GC: 75%, GT: 63,6%) (Tabla 1).

Tabla 1. Caballos incluidos en el estudio de acuerdo con el sexo.

Tto	SEXO	E0/C1/Y2	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
C	0		1	3.125	3.125	3.125
	1		24	75.000	75.000	78.125
	2		7	21.875	21.875	100.000
	Missing		0	0.000		
	Total		32	100.000		
T	0		7	10.606	10.606	10.606
	1		42	63.636	63.636	74.242
	2		17	25.758	25.758	100.000
	Missing		0	0.000		
	Total		66	100.000		

E: caballo entero; C: caballo castrado; Y: yegua

La mayoría de los caballos tenían más de 5 años (CG: 5-10 años, 46,8%; más de 10 años, 43,7%, GT: más de 10 años, 69,6%) (Tabla 2), pesaban más de 500kg (GC: 87,5%; GT: 63,6%) (Tabla 3) y se dedicaban principalmente a la competición (GC: 68.7%; GT: 51,5%) (Tabla 4). La mayoría de los caballos estaban alojados en boxes (GC: 87.5%; GT: 57,5%).

Tabla 2. Caballos incluidos en el estudio de acuerdo con la edad.

Tto	EDAD	-5a0/5-10a1/+10a2	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
C	0		3	9.375	9.375	9.375
	1		15	46.875	46.875	56.250
	2		14	43.750	43.750	100.000
	Missing		0	0.000		
	Total		32	100.000		
T	0		2	3.030	3.030	3.030
	1		18	27.273	27.273	30.303
	2		46	69.697	69.697	100.000
	Missing		0	0.000		
	Total		66	100.000		

Edad 5a: 5años; 5-10a: de 5 a 10 años; +10a2: mas de 10 años

8. Resultados

Tabla 3. Caballos incluidos en el estudio de acuerdo con el peso.

Tto	TAMAÑO	300kg0/300-500kg1/+500kg2	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
C	0		2	6.250	6.250	6.250
	1		2	6.250	6.250	12.500
	2		28	87.500	87.500	100.000
	Missing		0	0.000		
	Total		32	100.000		
T	0		3	4.545	4.545	4.545
	1		21	31.818	31.818	36.364
	2		42	63.636	63.636	100.000
	Missing		0	0.000		
	Total		66	100.000		

TAMAÑO 300kg; 300-500kg; de 300 a 500kg; +500kg: mas de 500kg

Tabla 4. Caballos incluidos en el estudio de acuerdo con la aptitud.

Tto	APTITUD	N0/E1/C2	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
C	0		10	31.250	31.250	31.250
	1		0	0.000	0.000	31.250
	2		22	68.750	68.750	100.000
	Missing		0	0.000		
	Total		32	100.000		
T	0		13	19.697	19.697	19.697
	1		19	28.788	28.788	48.485
	2		34	51.515	51.515	100.000
	Missing		0	0.000		
	Total		66	100.000		

N: Sin entrenamiento; /E: caballos de escuela; C: Caballos de competición

En el GT, el 28,7% de los caballos estaban alojados en paddock, incluyendo al 100% de los caballos de la hípica E. Pocos caballos del GT combinaban ambas opciones de hábitat (13,6%) (Tabla 5).

La distribución por hípicas era la siguiente; hípica B, 58 caballos; hípica C, 23 caballos; hípica E, 17 caballos (Tabla 6).

Tabla 5. Caballos incluidos en el estudio de acuerdo con el hábitat.

Tto	PUPILAJE	B0/P1/BP2	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
C	0		28	87.500	87.500	87.500
	1		2	6.250	6.250	93.750
	2		2	6.250	6.250	100.000
	Missing		0	0.000		
	Total		32	100.000		
T	0		38	57.576	57.576	57.576
	1		19	28.788	28.788	86.364
	2		9	13.636	13.636	100.000
	Missing		0	0.000		
	Total		66	100.000		

B: Box; P: Paddock ; BP: Box y paddock

Tabla 6. Distribución de los caballos incluidos en el estudio de acuerdo con la hípica.

Hípica	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
B	58	59.184	59.184	59.184
C	23	23.469	23.469	82.653
E	17	17.347	17.347	100.000
Missing	0	0.000		
Total	98	100.000		

B: Hípica B; C: Hípica C; E: Hípica E

Durante el transcurso de la intervención, se excluyeron un total de nueve caballos, distribuidos de la siguiente manera: cuatro caballos castrados, tres caballos enteros y dos yeguas. Entre estos, tres caballos (2 castrados y 1 entero) fueron excluidos debido al desarrollo de un comportamiento problemático (Tabla 7).

Tabla 7. Detalles de los caballos excluidos en cada hípica.

Hípica	Caballo	
E	1	Se excluyó en la 1s tras pinchar el lado izquierdo. La última medición que se le hizo fue la 1sPOSTIAizq Se evaluó el 1sJUMPSIGN Dcho. Mal comportamiento. Mal manejo habitual
	13	Se excluyó antes de la medición 1sPOST24h No estaba el propietario presente y no se dejó coger en el paddock.
B	34	Se evaluó el JS, medir 1sPRE y pinchar en el lado izquierdo la 1s. No se pudo continuar con la intervención por mal comportamiento y mucha reactividad. Mal manejo habitual.
C	50	Se excluyó tras la medición 2sPOST24h porque la propietaria quería llevarlo a una competición y prefirió que no continuara en la intervención.
	52	Se excluyó al finalizar la 2s porque comenzó a desarrollar mal comportamiento.
	53	Se excluyó en la 1s antes de pinchar el lado derecho por mal comportamiento. Mal manejo habitual.
	58	Se excluyó en la 3s antes de pinchar el lado derecho porque comenzó a desarrollar mal comportamiento.
	60	Se excluyó en la 3s tras empezar a medir el lado izquierdo porque comenzó a desarrollar mal comportamiento.
	66	Se excluyó en la 1s tras la medición POSTIAadcha por mal comportamiento. Mal manejo habitual.

8. Resultados

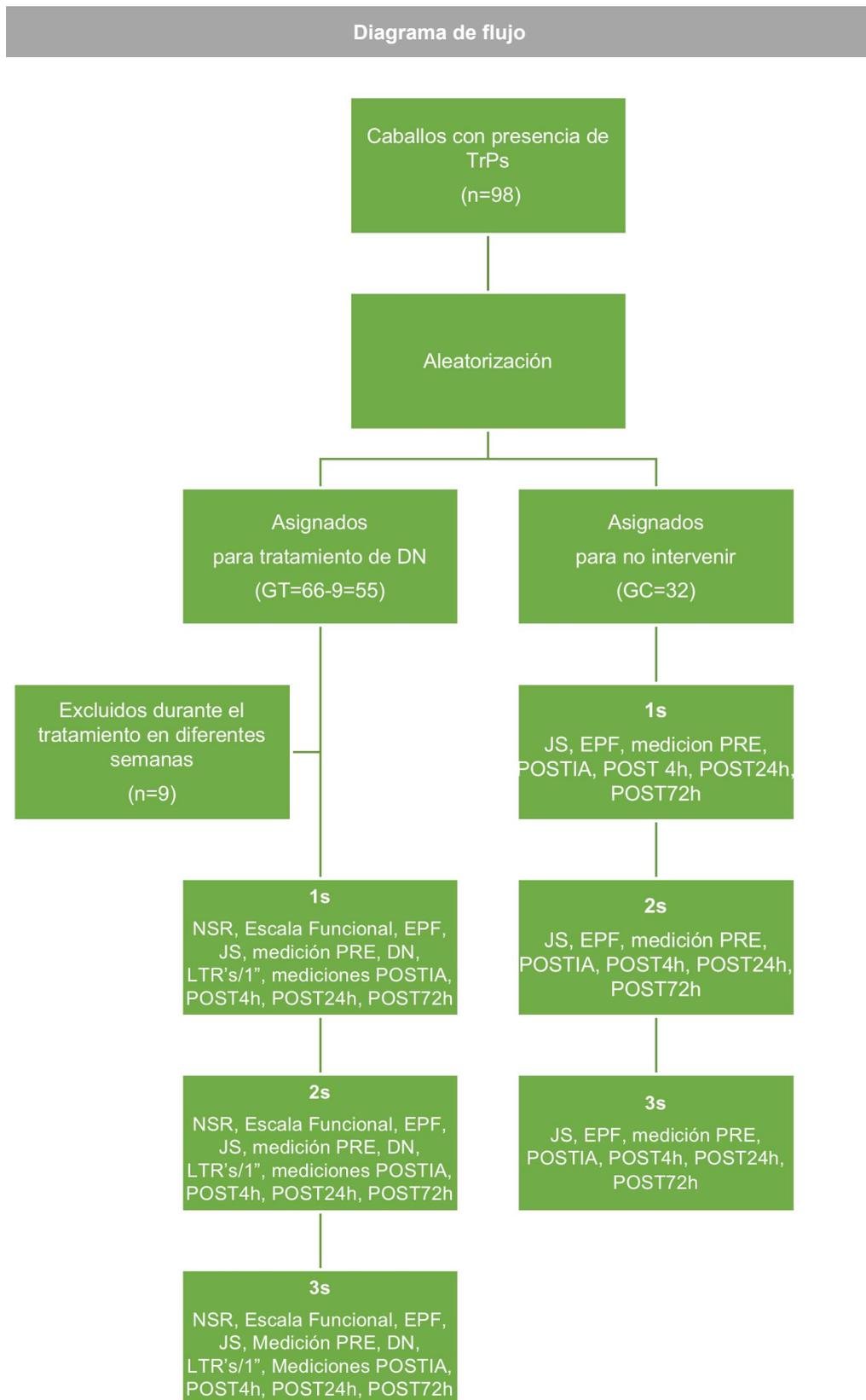


Figura 1. Diseño del flujo del estudio.

1. Resultados de la palpación

En este estudio, todos los caballos presentaban al menos un TrP en el tercio distal del EBM. No se registró el número total de TrPs en cada caballo. El TrP más sensible dentro de la TB de esta parte del músculo se identificó como el TrP diana para la intervención terapéutica. La presencia de dicho TrP en una TB del tercio distal del EBM fue consistente en todos los caballos, quienes manifestaron el JS durante la palpación del mismo.

1. Resultados de la algometría

Se observó un efecto estadísticamente significativo del tratamiento, en el modelo que evaluó los efectos del lado y tratamiento. El efecto del lado y la interacción del lado por el tratamiento, no afectaron al modelo.

Lado izquierdo

En el lado izquierdo, se encontraron diferencias significativas al comparar las semanas y las horas. A las 72h de la primera semana hubo una evolución significativa, que se incrementó en la segunda semana a las 24h y 72h y continuó en la tercera semana a las 24h y 72h (Tabla 8)(Figura 2).

Tabla 8 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio de la algometría del lado izquierdo acuerdo con los factores fijos y su interacción.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	258.797	< .001
Grupo	1	37.275	< .001
Semana	2	56.956	< .001
Hora	4	79.888	< .001
Grupo * Semana	2	71.628	< .001
Grupo * Hora	4	85.485	< .001
Semana * Hora	8	25.741	0.001
Grupo * Semana * Hora	8	19.146	0.014

8. Resultados

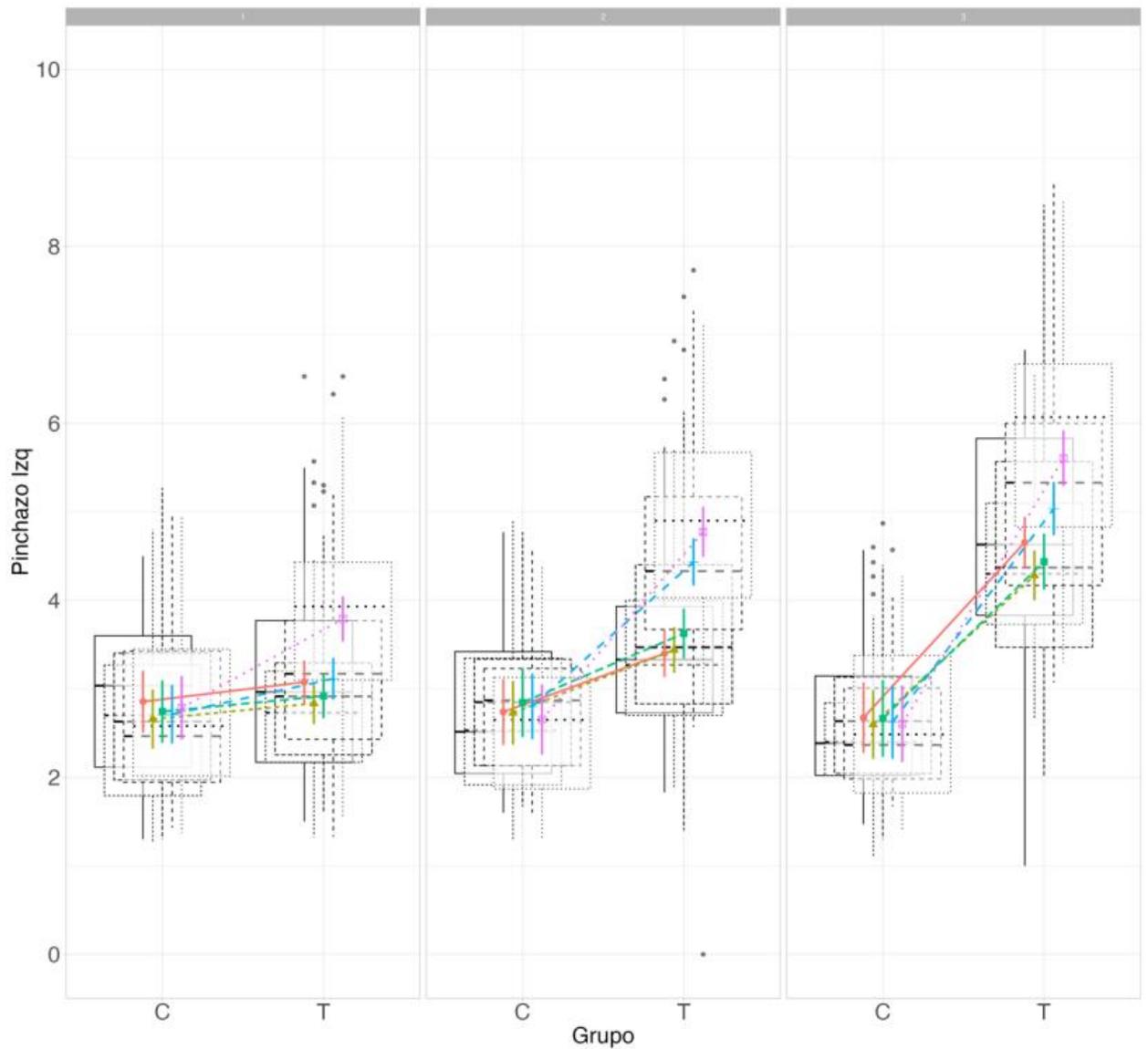


Figura 2. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para los valores de algometría en el lado izquierdo de los caballos del estudio durante el tiempo. C, control; Tratamiento.

Lado derecho

En el lado derecho, se encontraron diferencias significativas al comparar las semanas y las horas. A las 72h de la primera semana, hubo una evolución significativa, que se incrementó en la segunda semana a las 4, 24 y 72h y continuó en la tercera semana a las 24h y 72h (Tabla 9)(Figura 3).

Tabla 9. Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio de la algometría del lado derecho de acuerdo con los factores fijos y su interacción.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	252.056	< .001
Grupo	1	34.523	< .001
Semana	2	73.409	< .001
Hora	4	88.647	< .001
Grupo * Semana	2	78.735	< .001
Grupo * Hora	4	85.239	< .001
Semana * Hora	8	25.968	0.001
Grupo * Semana * Hora	8	67.042	< .001

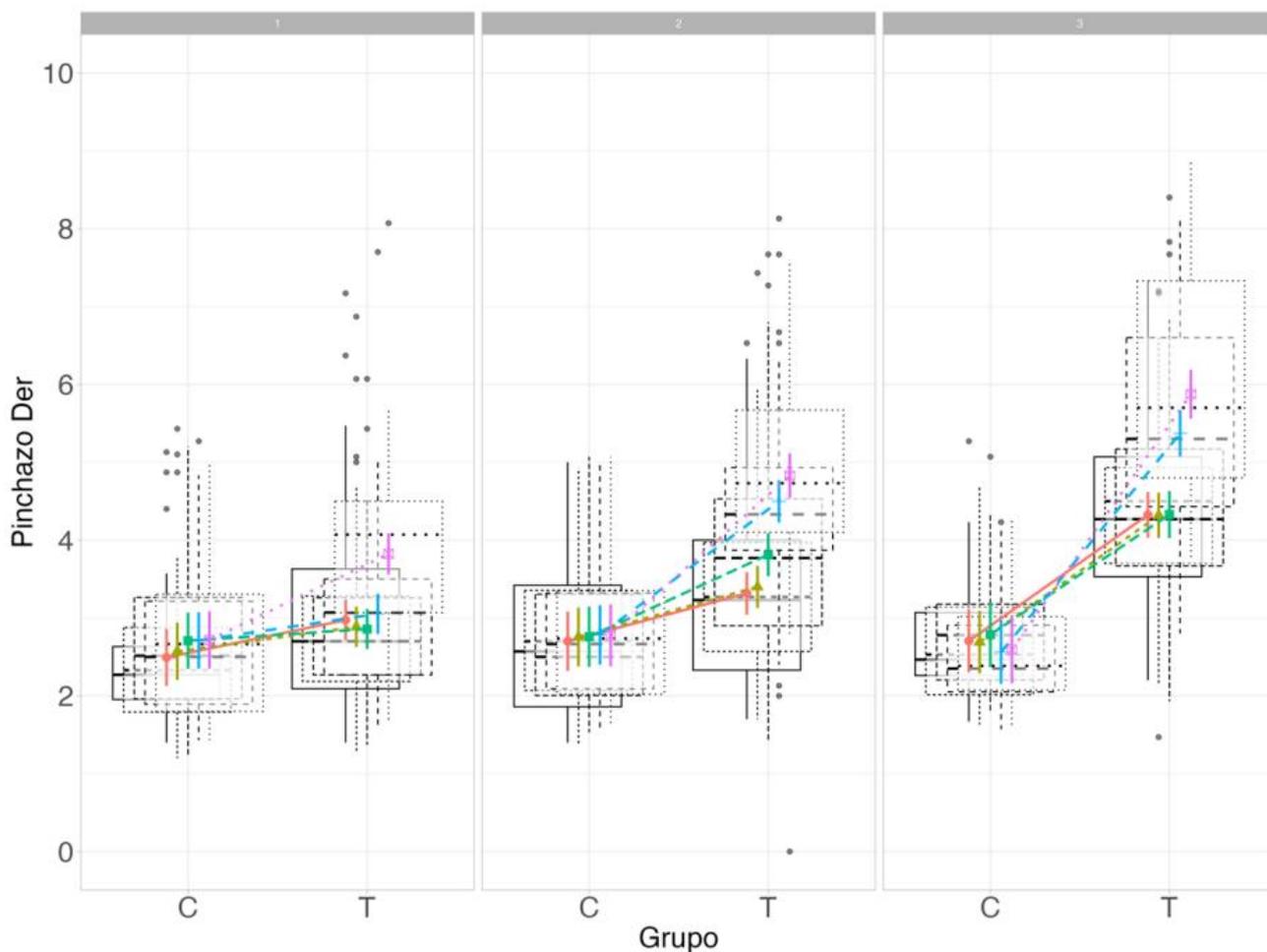


Figura 3. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para los valores de algometría en el lado derecho de los caballos del estudio durante el tiempo. C, control; Tratamiento.

8. Resultados

Ambos lados

Durante la primera semana, se observó en el GT, en ambos lados, una disminución en los valores de algometría ($P < 0.001$) en la medida 1sPOSTIA y 1sPOST4h. A las 24h se observó un cambio en la tendencia, con un aumento de los valores de manera progresiva, hasta encontrar una mejoría estadísticamente significativa a las 72h. ($P < 0.001$). Los caballos retomaron su entrenamiento habitual a las 72h después de la aplicación de la técnica.

Al comienzo de la segunda semana, en ambos lados, los valores PRE fueron inferiores con respecto a la medición POST72h1s y más altos que en la medición POST24h1s. Se realizó de nuevo la medición PRE2s. Posteriormente, se volvió a aplicar la DN. En la medición 2sPOST4h los valores alcanzaron la misma mejoría que se observó en la medición POST72h1s. Esta mejoría aumentó progresivamente y resultó significativa en la medición 2sPOST72hizq ($P < 0.001$). Los caballos retomaron su entrenamiento habitual tras la medición 2sPOST72h.

En la tercera semana, en el lado izquierdo, el valor de la medición 3sPREizq se mantuvo al nivel de la medición 2sPOST72hizq. El valor 3sPOST24hizq fue superior al valor 2sPOST72hizq. El valor 3sPOST72h mostró una mejoría aún mayor. En el lado dcho, el valor 3sPREdcho mantuvo la mejoría observada en 2sPOST24hdcho. Se evidenció una diferencia significativa ($P < 0.001$) entre la medición 3sPOST24hdcho y la 3sPREdcho. La siguiente medición, 3sPOST72hdcho, también mostró una mejora adicional.

En el modelo que se evaluaron los efectos del lado y tratamiento, se pudo observar un efecto estadísticamente significativo del tratamiento mientras que el efecto del lado no afectó al modelo, así como la interacción del lado por el tratamiento (Tabla 10).

Tabla 10 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio de la algometría de acuerdo con los factores fijos y su interacción.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	247.274	< .001
Tratamiento	1	31.916	< .001
Lado	1	0.277	0.599
Tratamiento * Lado	1	2.906×10^{-4}	0.986

En el modelo que evaluó el tratamiento y el pupilaje se observó que el tratamiento tuvo un efecto significativo en el modelo. Sin embargo, el pupilaje y su interacción con el tratamiento no afectaron en el modelo (Tabla 11).

Tabla 11 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio de la algometría de acuerdo con los factores fijos y su interacción.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	164.543	< .001
Grupo	1	14.636	< .001
PUPILAJE B0/P1/BP2	2	1.558	0.459
Grupo * PUPILAJE B0/P1/BP2	2	0.903	0.637

Dado que el tratamiento fue el único factor que afectó significativamente al modelo, se evaluó en conjunto con el efecto del tiempo a nivel de semana y hora, incluyendo la interacción entre el grupo, la semana y la hora (Tabla 12) (Figura 4).

Tabla 12 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio de la algometría de acuerdo con los factores fijos y su interacción.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	256.813	< .001
Grupo	1	36.711	< .001
Semana	2	68.558	< .001
Hora	4	103.919	< .001
Grupo * Semana * Hora	8	54.411	< .001

Los valores de algometría fueron significativamente más altos ($P < 0.001$) en el GT en comparación con el GC.

8. Resultados

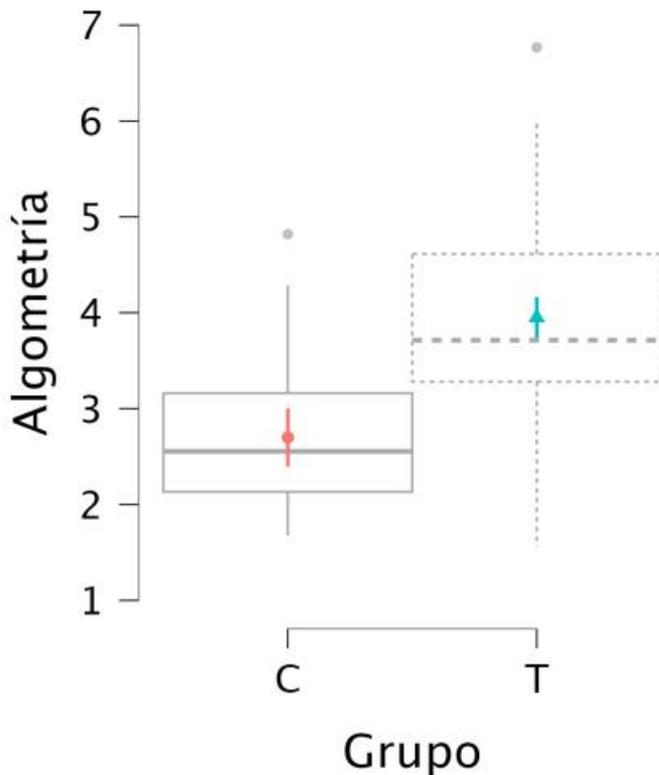


Figura 4. Gráficos de caja mostrando los valores globales promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para los valores de algemetría de los caballos del estudio de acuerdo con el tratamiento. C, control; T, tratamiento.

Del mismo modo, los valores de la algemetría fueron significativamente afectados por el tiempo, independientemente del tratamiento (Figura 5).

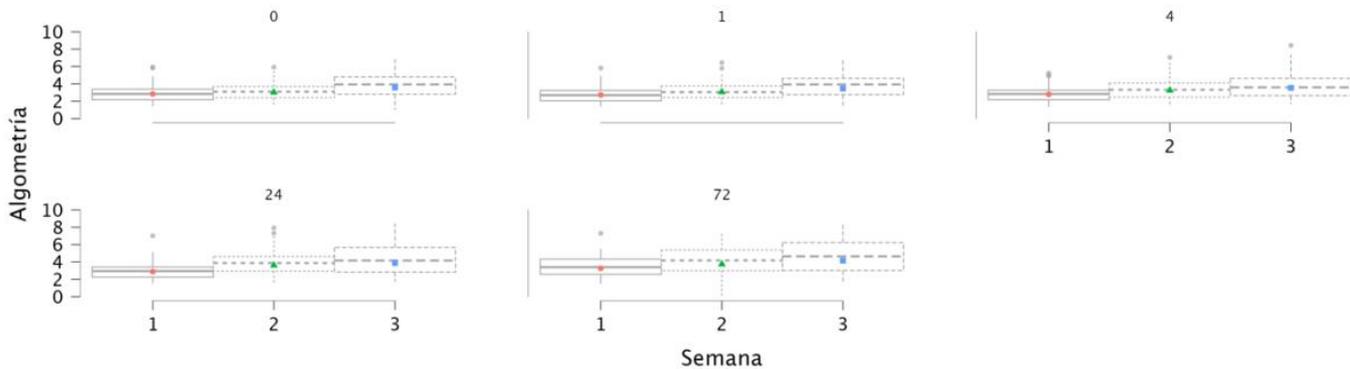


Figura 5. Gráficos de caja mostrando los valores globales promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para los valores de algemetría de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo.

El hallazgo más relevante de este estudio fue la interacción estadísticamente significativa entre los factores tratamiento y tiempo (en semanas y horas). Se observó una clara mejora en la respuesta algométrica a lo largo del tiempo en el GT en comparación con el GC (Figura 6).

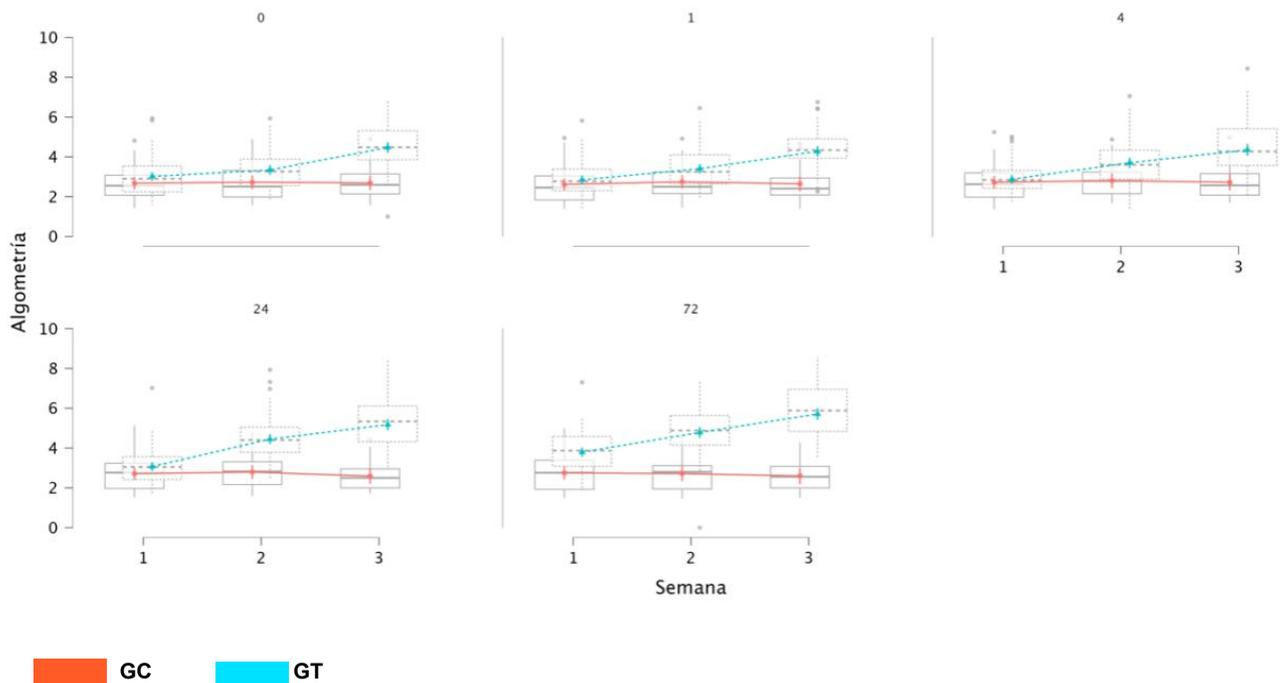


Figura 6. Gráficos de caja mostrando los valores globales promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para los valores de algometría de los caballos del estudio de acuerdo con la interacción de tratamiento por tiempo.

En general, los valores de algometría para los caballos del GC, se mantuvieron similares a lo largo de la intervención, tanto a nivel de semana como de hora. Los caballos del GT mostraron incrementos significativos en los valores algométricos, especialmente después de la segunda semana de tratamiento, así como inmediatamente después del tratamiento, a las 4h, 24h y 72 h, en comparación con el GC (Tabla 13).

Tabla 13. Medias marginales estimadas para los valores de algometría de los caballos del estudio de acuerdo con la interacción de tratamiento por tiempo.

Grupo	Semana	Hora	Estimate	SE	95% CI	
					Lower	Upper
C	1	0	2.674	0.160	2.360	2.988
T	1	0	3.014	0.112	2.795	3.233
C	2	0	2.720	0.175	2.377	3.063
T	2	0	3.342	0.125	3.098	3.586
C	3	0	2.690	0.188	2.322	3.058
T	3	0	4.468	0.135	4.203	4.732
C	1	1	2.615	0.157	2.306	2.923
T	1	1	2.845	0.110	2.629	3.061
C	2	1	2.742	0.171	2.407	3.077
T	2	1	3.403	0.122	3.165	3.641
C	3	1	2.644	0.185	2.282	3.006
T	3	1	4.276	0.133	4.015	4.537
C	1	4	2.726	0.161	2.410	3.041
T	1	4	2.874	0.114	2.651	3.097
C	2	4	2.803	0.185	2.440	3.166
T	2	4	3.701	0.132	3.442	3.960
C	3	4	2.725	0.205	2.323	3.128
T	3	4	4.350	0.148	4.059	4.641
C	1	24	2.712	0.159	2.400	3.024

8. Resultados

Tabla 13. Medias marginales estimadas para los valores de algometría de los caballos del estudio de acuerdo con la interacción de tratamiento por tiempo.

Grupo	Semana	Hora	Estimate	SE	95% CI	
					Lower	Upper
T	1	24	3.067	0.113	2.846	3.288
C	2	24	2.792	0.178	2.444	3.140
T	2	24	4.447	0.127	4.198	4.695
C	3	24	2.593	0.197	2.207	2.978
T	3	24	5.174	0.142	4.896	5.453
C	1	72	2.752	0.169	2.421	3.083
T	1	72	3.792	0.120	3.557	4.027
C	2	72	2.715	0.188	2.346	3.084
T	2	72	4.783	0.134	4.520	5.046
C	3	72	2.599	0.207	2.192	3.006
T	3	72	5.711	0.150	5.417	6.005

Durante la primera semana, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en las horas PRE (0), inmediatamente después (IA), a las 4h y 24h. Sin embargo, a las 72 h de la primera semana, se detectó una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos, coincidiendo con el estudio preliminar de la autora (Nemery 2016).

Durante la segunda y tercera semana, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, en las horas PRE, IA, 4h, 24h y 72h , con valores más altos para el GT.

Durante la tercera semana se observaron los efectos mas significativos.

3. Resultados de las otras variables

La Functional Total Test Score (FTTS) fue construida a partir de la sumatoria de las respuestas de varias variables semicualitativas recogidas en un cuestionario funcional. Dicho cuestionario incluía siete preguntas relacionadas con la función del EBM que respondían los propietarios antes de cada tratamiento.

La NSR es una escala de medida subjetiva, en la cual los propietarios evaluaban el dolor de sus caballos usando una escala numérica de 11 puntos (0-10). Se investigó si la percepción de los propietarios respecto al dolor de los caballos se correlacionaba con las mediciones obtenidas mediante la algometría.

Se registraron las LTRs de ambos lados durante las tres sesiones de tratamiento. El objetivo era determinar si existe alguna correlación entre el número de LTRs y la evolución del dolor a la palpación.

Además, se buscó evaluar la respuesta del caballo al JS a lo largo de las semanas de tratamiento y determinar si la EPF podría tener valor clínico en la evaluación del dolor miofascial causado por la presencia de TrPs en el EBM.

FTTS

En el modelo que evaluó el efecto de la FTTS se observó un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.001$) al comparar la evolución del caballo por semanas (tabla 14). Se pudo observar que las medias marginales estimadas disminuyeron a lo largo de las tres semanas. Y comparando tiempos, las diferencias fueron estadísticamente significativas ($P < 0.001$); hubo diferencias entre las semanas 1 y 2 (95% CI -2.24 - -0.67), las semanas 1 y 3 (95%CI -4.47- -2.88) y las semanas 2 y 3 (95%CI -3.02- -1.42)(Tabla 15)(Figura 7).

Tabla 14 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del FTTS de acuerdo con la interacción de la FTTS y el tiempo.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	80.534	< .001
Tiempo	2	62.522	< .001

Tabla 15 . Medias marginales estimadas para los valores de la FTTS de acuerdo con la interacción de la FTTS y el tiempo.

Row	Tiempo	Estimate	SE	95% CI		z	p†
				Lower	Upper		
1	1	10.035	0.664	8.734	11.336	15.122	< .001
2	2	8.573	0.675	7.250	9.896	12.701	< .001
3	3	6.349	0.677	5.023	7.676	9.383	< .001

8. Resultados

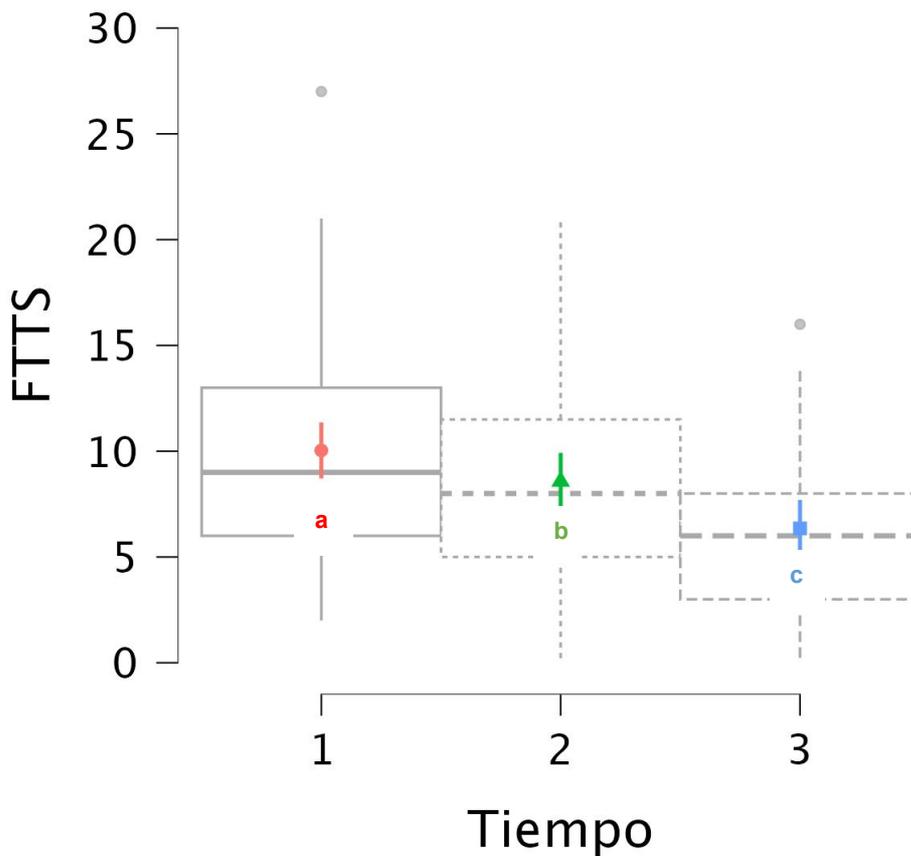


Figura 7. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para FTTS de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. a-c: letras minúsculas diferentes representan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) por el test de Tukey.

NSR

En el modelo que evaluó la NSR, se observó un efecto estadísticamente significativo ($P < 0.001$) en la evolución de los datos indicados por los propietarios antes de cada tratamiento. Hay diferencias significativas entre las semanas 1 y 2 (95%CI 1.24- -0.71), las semanas 1 y 3 (95%CI -2.57- -2.03) y las semanas 2 y 3 (95%CI 1.59- -1.04) (Tabla 16) (Figura 8).

Tabla 16. Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del NSR de acuerdo con los el tiempo.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	142.424	< .001
Tiempo	2	136.975	< .001

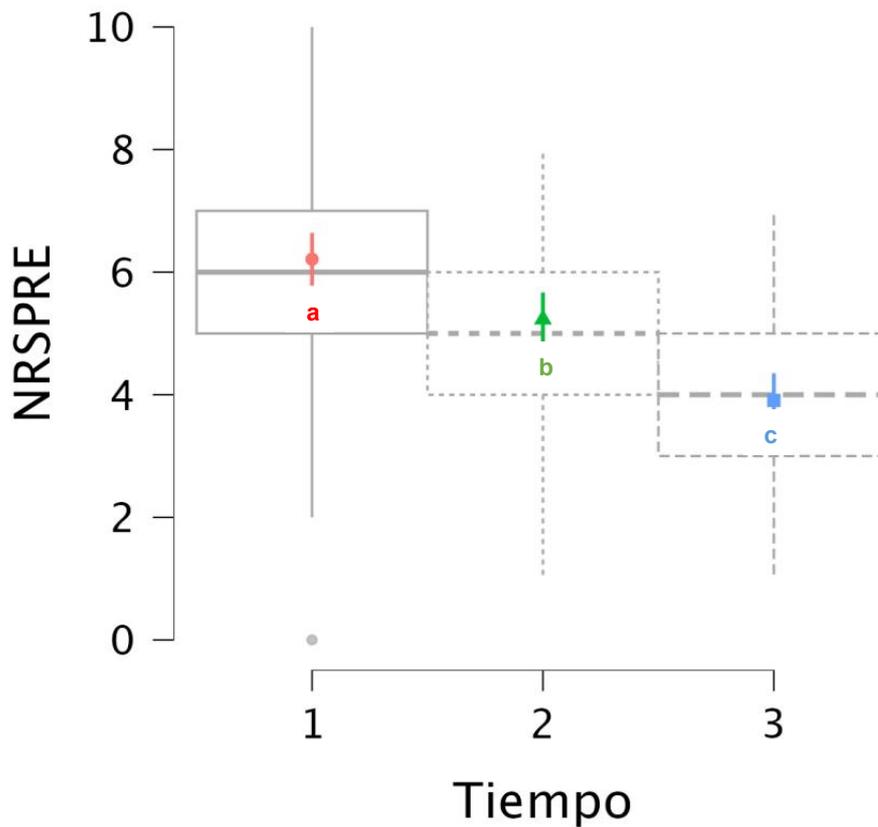


Figura 8. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para FTTS de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. a-c: letras minúsculas diferentes representan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) por el test de Tukey.

Número de LTRs en el lado izquierdo

En el modelo que evaluó el número de LTRs en el lado izquierdo, se observó un efecto del tiempo estadísticamente significativo ($P < 0.001$) en la disminución de la elicitación de dichas LTRs (Tabla 17) (Figura 9).

Respecto a las diferencias en el tiempo, no hubo diferencias significativas entre las semanas 1 y 2 (95% CI -5.52- -1.08), ni las semanas 2 y 3 (95%CI -5.61- -1.04), aunque si que hubo diferencias significativas ($P < 0.001$) entre las semanas 1 y 3 (95%CI -8.88- -4.37).

Tabla 17 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del LTRs izquierdo de acuerdo con los el tiempo.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	117.021	< .001
Tiempo	2	28.721	< .001

8. Resultados

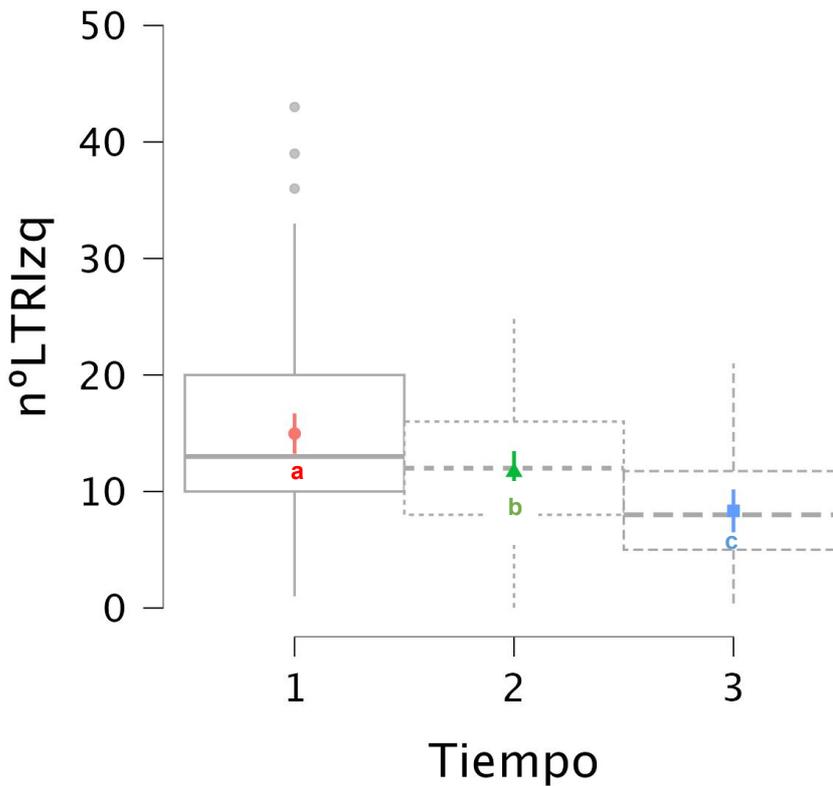


Figura 9. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para LTR izq de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. a-c: letras minúsculas diferentes representan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) por el test de Tukey.

Numero de LTRs en el lado derecho

En el modelo que evaluó el número de LTR en el lado derecho, se observó el mismo efecto que en el lado izquierdo. Es decir, hubo un efecto del tiempo estadísticamente significativo ($P < 0.001$) en la disminución de la elicitación de dichas LTRs (Tabla 18)(Figura 10), pero respecto a las diferencias en el tiempo, no hubo diferencias significativas entre las semanas 1 y 2 (95% CI -4.77- 0.28), ni las semanas 2 y 3 (95%CI -6.51- -1.32), aunque si que hubo diferencias significativas ($P < 0.001$) entre las semanas 1 y 3 (95%CI -8.74- -3.58).

Tabla 18. Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del LTRs derecho de acuerdo con los el tiempo.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	138.830	< .001
Tiempo	2	20.490	< .001

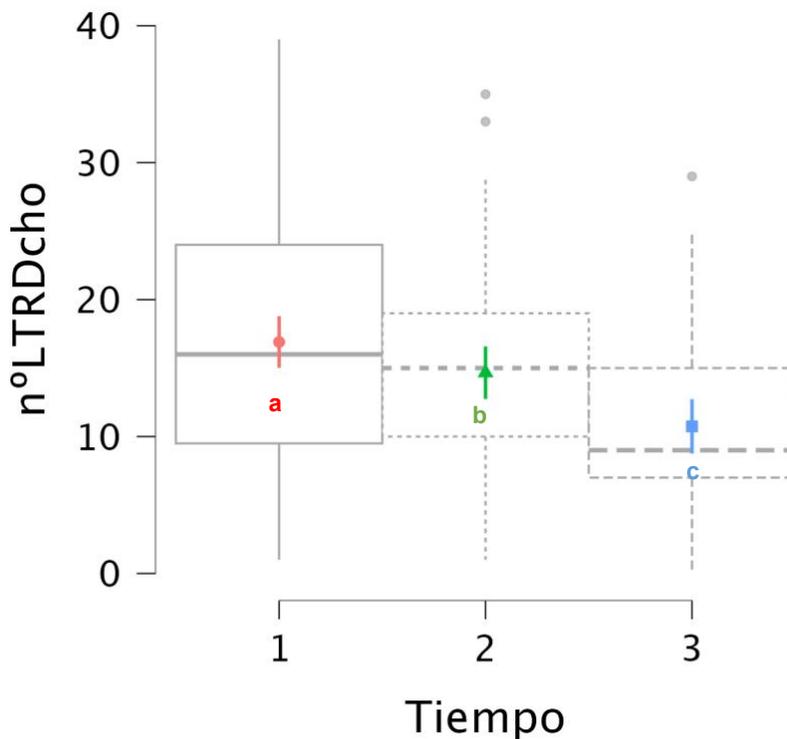


Figura 10. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para LTR derecho de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. a-c: letras minúsculas diferentes representan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) por el test de Tukey.

Equine Pain Face

En el modelo que evaluó la EPF (Equine Pain Face), no se observó un efecto estadísticamente significativo en la evolución de dicha variable. El efecto del tiempo fue significativo ($P < 0.001$), pero los contrastes entre las semanas no lo fueron ($P < 1.000$) (Tabla 19)(Figura 11). El modelo nos indicó que es cierto que difirieran, pero se encontraron errores tipo 1 (rechazar la hipótesis nula cuando en realidad es verdadera). El modelo no aguantó pruebas más específicas como la de contrastes.

Tabla 19 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del EPF de acuerdo con el tiempo.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	99.721	< .001
Tiempo	2	8.330	0.016

8. Resultados

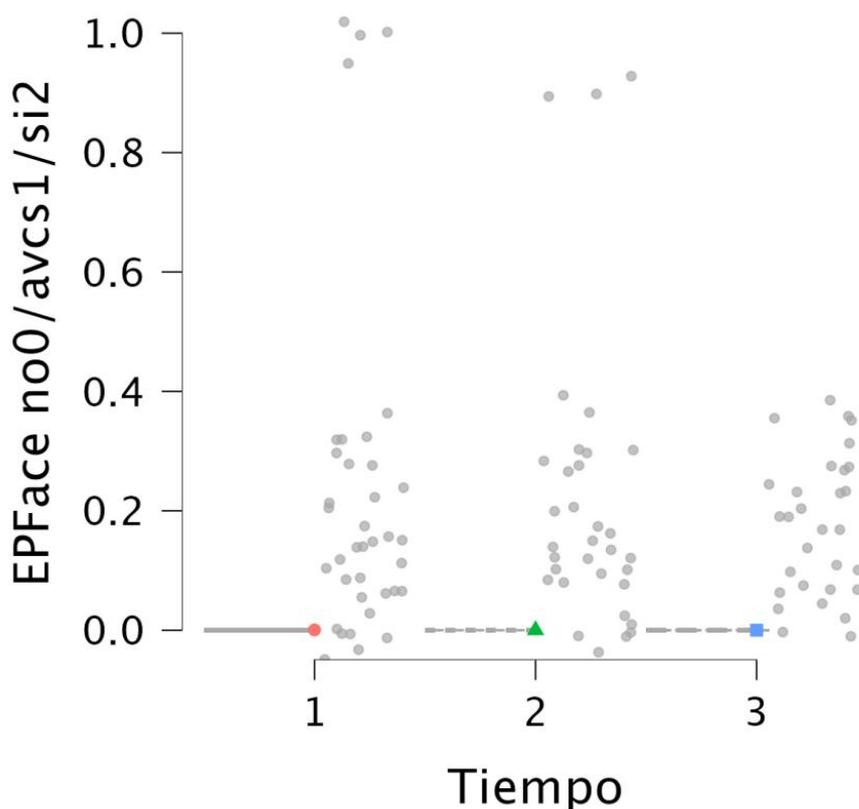


Figura 11. Gráfico mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para EPF de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo.

Jump Sign en el lado izquierdo

En el modelo que evaluó el JSIzq, no se observó un efecto estadísticamente significativo en la evolución de dicha variable. El efecto del tiempo fue significativo ($P < 0.001$), pero los contrastes entre las semanas no lo fueron ($P < 1.000$) (Tabla 20) (Figura 12). El modelo nos indicó que es cierto que difirieran, pero se encontraron errores tipo 1. El modelo no aguantó pruebas más específicas como la de contrastes.

Tabla 20 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del Jump Sign izquierdo de acuerdo con el tiempo.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	44.564	< .001
Tiempo	2	25.806	< .001

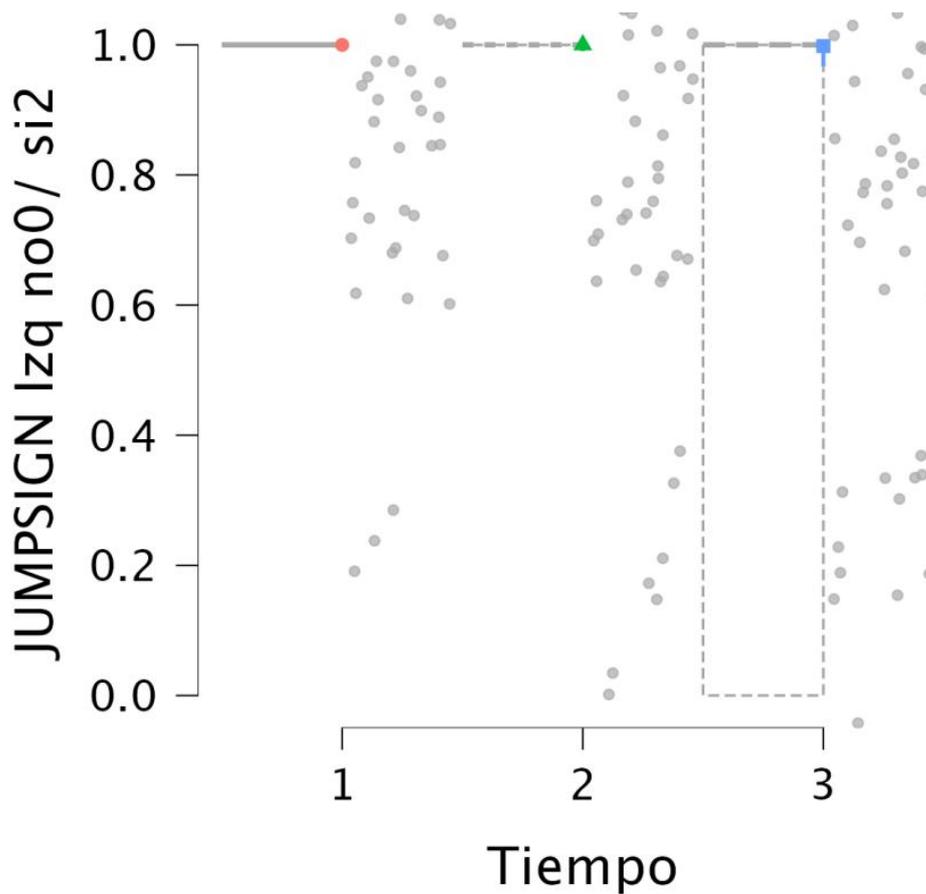


Figura 12. Gráfico mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para Jump Sign de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo.

Jump Sign en el lado derecho

En el modelo que evaluó el JSDcho, no se observó un efecto estadísticamente significativo en la evolución de dicha variable. El efecto del tiempo fue significativo ($P < 0.001$), pero los contrastes entre las semanas no lo fueron ($P < 1.000$) (Tabla 21)(Figura 13). El modelo nos indicó que es cierto que difirieran, pero se encontraron errores tipo 1. El modelo no aguantó pruebas más específicas como la de contrastes.

Tabla 21 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del Jump Sign derecho de acuerdo con el tiempo.

Effect	df	ChiSq	p
Intercept	1	55.094	< .001
Tiempo	2	3.287	0.193

8. Resultados

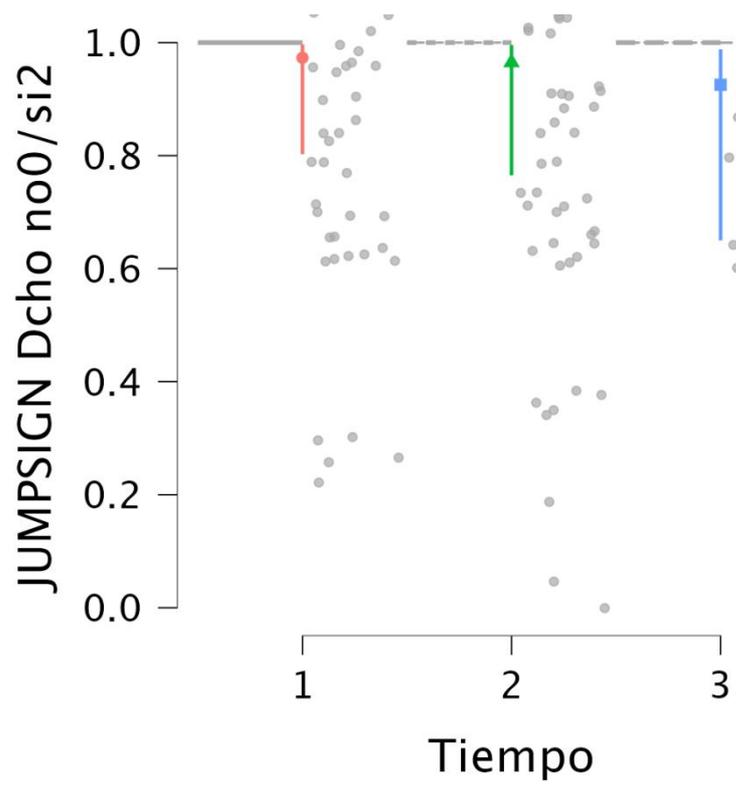


Figura 13. Gráfico mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para Jump Sign derecho de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo.



9. Discussión

El presente estudio tiene como objetivo determinar si la DN es una técnica efectiva para aliviar el dolor local causado por la presencia de TrPs en el EBM, tanto de manera inmediata (desde inmediatamente después del tratamiento hasta las 72h) como a corto plazo (1-3 semanas), como se ha reportado previamente en humanos (Sánchez-Infante, 2021).

Los resultados de este trabajo identifican una diferencia estadísticamente significativa en los valores del PPT entre el GT y el GC. Se observa que una primera sesión de DN en el GT provoca una mejora significativa del PPT a las 72h. Estos valores mejoran progresivamente a lo largo de las tres semanas de intervención. El efecto más pronunciado se observa tras tres sesiones de DN, a las 72h de la tercera sesión, en comparación con el GC.

La DN ha demostrado ser eficaz y para reducir el dolor local en el EBM a las 72h y en el corto plazo (3 semanas), coincidiendo con otros estudios en humana (Tough 2011, Kietrys 2013, Eroglu 2013, Dunning 2013, Boyles 2015, Liu 2015, Gattie 2017, Arias-Buría 2020, Navarro-Santana 2020, Valiente-Castillo 2020, Sanchez-Infante 2021).

Este estudio representa el primer trabajo en la literatura científica que investiga la eficacia de la DN en la reducción del dolor muscular en equinos, tras un estudio preliminar realizado por la autora con una muestra de 10 caballos (Nemery, 2016).

Se consideró fundamental que la IP se mantuviera ciego a las mediciones, por lo que se contó con la colaboración de las AS para facilitar la intervención y la recopilación de datos. Este enfoque contrasta con estudios donde el mismo operador realiza tanto la intervención como las mediciones (Abbaszadeh, 2017).

La IP cuenta con más de una década de experiencia en el tratamiento de TrPs, tanto en la práctica clínica equina como humana. La experiencia del investigador juega un papel significativo en la efectividad de tales intervenciones (Llamas-Ramos, 2014).

Para evitar la falta de diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de respuestas conductuales de los caballos debido a una muestra pequeña (Rombarch, 2013) utilizamos una muestra de 98 caballos. Esta cantidad garantizó una potencia del estudio del 80% con un nivel de significancia de 0,005. Los caballos se asignaron aleatoriamente a cada uno de los grupos.

9. Discusión

Para la evaluación del dolor local provocado por los TrPs en el EBM, se utilizó la palpación, al ser una herramienta con una fiabilidad aceptable en la localización de TrPs (Calatayud-Bonilla 2018), y uno de los métodos más importantes para determinar sensibilidad o dolor musculoesquelético en la clínica equina (De Heus, 2010). Como método objetivo se utilizó el algómetro por ser una medida altamente reproducible, fácil de usar en los caballos (Hausler, 2003), clínicamente útil en el diagnóstico del dolor miofascial equino (Hausler, 2006) y fiable (Calatayud-Bonilla, 2019). Se realizaron mediciones del PPT con el algómetro en cinco momentos diferentes: previo al tratamiento, inmediatamente después, a las 4h, 24h y 72h post-tratamiento (Dicciola, 2021). En cada uno de estos momentos, para incrementar la precisión de las medidas, se efectuaron tres mediciones consecutivas y se calculó la media de las mismas (Hausler, 2003; Sullivan, 2008; DeHeus, 2010; Eroglu, 2013; Abbaszadeh, 2013; Abbaszadeh, 2016; Dicciola, 2021). Entre cada medición se estableció un intervalo de 4 segundos (Hausler, 2006). Este intervalo se redujo en comparación con los utilizados en estudios en humanos (Llamas-Ramos, 2014; Abbaszadeh, 2017; García-de-Miguel, 2020) por considerarlo beneficioso para el bienestar de los animales. Aunque algunos autores subrayan la importancia de mantener una presión constante (Hausler, 2003; Hausler, 2006) en este estudio se han experimentado dificultades para lograrlo. El mantenimiento de una presión constante es complicado debido a las reacciones impredecibles de los caballos (De Heus, 2010).

Durante la intervención, se excluyeron nueve caballos, tres de ellos debido a comportamientos inadecuados desarrollados durante el procedimiento (De Heus, 2010). Es posible que la sensibilidad individual se viera afectada por la cantidad de las mediciones de algometría (15 mediciones por lado por semana), sumada al posible dolor provocado por la aplicación de la técnica (Sullivan, 2006; De Heus, 2010). Podría tratarse del fenómeno de intensificación del dolor (“wind up”), según el cual, la exposición repetida a estímulos dolorosos provoca una respuesta amplificada (Arant, 2022). Los caballos pueden experimentar un efecto anticipatorio y percibir la aplicación del algómetro como un estímulo adverso (De Heus, 2010). No obstante, este problema no se observó en el resto de participantes.

La evaluación del MPS es de crucial importancia, ya que se ha documentado que la palpación de TrPs en la musculatura equina resulta dolorosa (MCGregor, 2014; Bowen, 2017; Calatayud-Bonilla, 2020; Story, 2021). Sin embargo, a diferencia de los estudios en humanos donde se distingue entre TrPs activos y pasivos (Simmons, 2005; Mense, 2010;

Stoop, 2017; Fernández-de-las-Peñas, 2019; Dommerholt, 2021), esta clasificación no es posible en equinos debido a la incapacidad de estos para comunicar verbalmente el dolor referido (Dallacosta, 2014; Glerup, 2015; De Grauw, 2015; Van Loon 2018).

En un estudio preliminar (Calatayud-Bonilla, 2020), se encontró un mayor dolor a la palpación en caballos de deporte estabulados, en comparación con caballos de ocio alojados en paddocks ($P < 0.0001$). Sin embargo, los resultados del presente trabajo indican que no hay una influencia significativa del hábitat ($P = 0.637$) ni de la aptitud ($P = 0.867$) en la eficacia del tratamiento. Por lo tanto, aunque estos factores puedan aumentar el dolor a la palpación, no condicionan la mejoría de los caballos tras la aplicación del tratamiento. Estos hallazgos pueden discutirse a la luz de la literatura en humana, que reporta que la actividad física regular está asociada con alteraciones específicas en la percepción del dolor. Aunque se haya observado que la actividad física puede aumentar la tolerancia al dolor, los resultados respecto al PPT son más ambiguos (Tesarz, 2012; Lucena-Antón, 2020). Algunos estudios muestran que los atletas pueden tener PPTs reducidos; lo cual podría explicar por qué los caballos de deporte muestran un mayor dolor a la palpación: la intensa actividad física podría disminuir el PPT. Sin embargo, otros estudios indican lo contrario (Tesarz, 2012). Una posible explicación para la disminución del dolor en atletas es la exposición repetitiva a dolores de baja intensidad, lo que podría inducir una menor sensibilidad al dolor en ciertos contextos (Pettersen, 2020). Todo esto sugiere una complejidad en la relación entre la actividad física, la percepción del dolor y la eficacia del tratamiento (Lucena-Antón, 2020).

En este estudio, se aplicaron directrices post-tratamiento para limitar la activación del EBM, restringiendo ejercicios durante las primeras 72h post-tratamiento cada semana, por varias razones:

1. La reinervación de la placa motora y la reducción del PNS ocurren en ese mismo período de 72h. Puesto que los caballos no pueden comunicar si su dolor proviene del TrPs en tratamiento o del PNS en proceso de mejora, esta medida fue implementada para proteger su bienestar durante este tiempo crítico.
2. El ejercicio intenso aumenta la expresión de citoquinas como IL-6 y TNF- α , fundamentales en la inflamación y el dolor muscular asociado con el ejercicio, vinculadas al dolor muscular retardado (DOMS) (Liburt, 2010), que comparte mecanismos con el PNS. Por tanto, es razonable la precaución con el ejercicio tras la DN para no agravar el dolor.
3. El estiramiento longitudinal durante el entrenamiento (LSR), posición similar a las restricciones indicadas, afecta la sensibilidad muscular, pero su impacto no es

9. Discusión

concluyente. Este hallazgo varía según la ubicación muscular y podría estar relacionado con TrPs, lo que sugiere la necesidad de estudios adicionales para una mejor comprensión de su impacto (Stokke, 2021).

Se ha postulado que el ejercicio controlado podría restaurar el PPT a las 24h en humana (Dicciola, 2021) y en este estudio, limitando los ejercicios, las mejoras se observaron a las 72h. Futuras investigaciones podrían explorar si un protocolo que promueva la activación muscular podría acelerar la recuperación tras la DN y reducir los plazos de PNS en equina, tal y como se ha observado en humana (Salom 2017, Brady 2024). El ejercicio controlado es un componente esencial en los programas de rehabilitación de atletas equinos (Davidson, 2016). Sin embargo, existe una carencia de ensayos clínicos aleatorios con muestras grandes que proporcionen resultados concluyentes de los diferentes protocolos. La mayoría de los estudios existentes son narrativos, observacionales o descriptivos (Paulekas, 2009; Atalaia, 2021).

Se cree que el conjunto de procedimientos utilizados durante la intervención pudo haber activado respuestas de mal comportamiento preexistentes en los caballos excluidos. Además, la palpación de TrPs y el JS podrían ser factores precipitantes de comportamientos peligrosos (Story, 2021). Aunque el miedo a las agujas no necesariamente impacta en los resultados de la DN (Joseph, 2013), sí que puede comprometer la seguridad del personal involucrado y de los propios caballos.

La seguridad tanto del personal investigador como de los animales de estudio ha sido un requisito esencial para mantener la integridad del estudio.

Es relevante señalar que este estudio no utilizó ningún tipo de anestesia, aunque en estudios de electromiografía se recurra a anestesia general empleando agujas similares (Wijnberg, 2003). La sedación también mantiene tranquilos a los caballos más nerviosos durante la evaluación electromiográfica (Wijnberg, 2004). Esta práctica también podría facilitar la aplicación de DN en caballos con aversión a las agujas.

Según la experiencia clínica, las LTRs no suelen resultar molestas para los caballos. El malestar principal se observa durante el pinchazo inicial en la piel, que activa las fibras nerviosas α -Delta. Una vez que la aguja ha atravesado la piel y alcanzado el tejido muscular, no se reportan molestias adicionales. Algunos caballos pueden exhibir aversión a las agujas, posiblemente como resultado de experiencias previas negativas y una hipersensibilidad individual (Mc Donell, 2000; Mc Donell, 2017). En un amplio estudio en humana, el 63.2% de la muestra reportó fobia a las agujas (Alsbrook, 2022). Esta fobia se

podría considerar posible en los caballos. En cuanto a la aplicación de la técnica, no existe consenso sobre la necesidad de provocar LTRs (Fernández-de-las-Peñas, 2019). Tradicionalmente se consideraba esencial su provocación durante la DN para lograr la desactivación inmediata de los TrPs (Hong, 1994, 1998, 2006; Hsieh, 2011; Hsieh, 2012) y se consideraba un criterio diagnóstico útil en la detección de TrPs (Gerwin, 1999; Lewit, 1999), a pesar de ser el menos fiable (Hsieh, 2000), especialmente en músculos profundos. Rha (2011) la identificó como el signo más objetivo y un indicador valioso para la identificación y desactivación de TrPs. Sin embargo, aunque el meta-análisis más reciente, encuentra LTRs en el 65% de los artículos revisados (Navarro-Santana, 2020), la literatura sugiere que la provocación de LTRs no es esencial para el manejo del dolor miofascial (Butts, 2016; Perreault, 2017) y no hay conclusiones firmes que relacionen la activación de LTRs con mejoras clínicas significativas en la intensidad del dolor y cambios funcionales (Koppenhaver, 2017). Por el contrario, parece que altas dosis de LTRs aumentan la intensidad del PNS (Martín-Pintado, 2018) al correlacionarlas con una escala análoga visual (Dicciola, 2021). Actualmente no es un criterio esencial para su diagnóstico (Fernández-de-las-Peñas, 2018).

En este estudio se ha buscado provocar LTRs por varios motivos: se ha comprobado en otros estudios que los niveles elevados de sustancia P durante la DN del trapecio disminuyeron con la provocación de las mismas (Shah, 2005; Shah, 2008; Hsieh, 2012), se ha establecido su asociación con una mayor efectividad del tratamiento (Fernández-Carnero, 2017), parecen ser el factor inhibitorio primario del SEA (Chen, 2001) y se sugiere un posible mecanismo de acción analgésica al interrumpir el ruido anormal de la placa motora (Kietris, 2013; Baraja-Vegas, 2020). Además, la provocación de las LTRs ha demostrado aumentar la relevancia clínica de la mejora del dolor (Fernández-Carnero, 2017; Martín-Pintado, 2018), igualando la eficacia de la DN a las inyecciones de lidocaína (Kietris, 2013), y generando mejoras en el dolor en comparación con los pacientes sin LTRs (Tekin, 2013; Rha, 2011). Las LTRs se consideran un indicador valioso para confirmar la presencia de TrPs (Rha 2011) y en el caso de los caballos, donde la comunicación del dolor es limitada, su provocación es aún más relevante para validar dicha presencia.

En TrPs latentes, se han encontrado cambios en la amplitud de la señal de la EMG, con una disminución progresiva tras cada una de las tres primeras LTRs, estabilizándose a las cinco LTRs (Baraja-Vegas, 2020). Sin embargo, la producción de una o múltiples LTRs parece que tener poca correlación con los resultados de dolor y disfunción a corto plazo

9. Discusión

(Fernández-Carnero, 2017) y no hay correlación a largo plazo en pacientes con dolor cervical (Perrault, 2017). En este estudio se ha observado un efecto estadísticamente significativo del tiempo ($P < 0.001$) en la disminución de la elicitación de LTRs, y hubo diferencias significativas ($P < 0.001$) entre la semana 1 y 3 (95%CI -8.74- -3.58). Por tanto, podemos relacionar la disminución progresiva del dolor con la disminución de las LTRs.

Existe una alta variabilidad en la dosificación de la intervención y en los criterios de dosificación en los diferentes estudios (Kietris, 2013; Navarro-Santana, 2020). Algunos autores determinan la dosificación de la técnica en términos de frecuencia temporal, mientras que otros lo hacen en función de la cantidad de LTRs provocadas (Campa-Morán, 2015; Martín-Pintado, 2018; Fernández-Carnero, 2017; Navarro-Santana, 2020; Dicciola, 2021). La modulación de los cambios bioquímicos asociados con el dolor, la inflamación y la hipoxia depende de la dosis de punción (Hsieh, 2012). No existe evidencia concluyente respecto a la dosificación ideal, en términos de LTRs, para el tratamiento con DN (Fernández-Carnero, 2017).

En este estudio, se ha aplicado la técnica durante un tiempo limitado de un minuto (Campa-Moran, 2015; Abbaszadeh, 2017), independientemente del número de LTRs observadas y contabilizadas. En algunos caballos se logró la extinción de las LTRs dentro ese minuto de tratamiento, pero el procedimiento continuó hasta completar el tiempo estipulado, como se realiza en humana (Fernández-Carnero, 2017). Según la experiencia clínica previa, se considera que la mayoría caballos permanecen tranquilos durante más de un minuto consecutivo de aplicación.

La dosificación temporal consistió en un tratamiento por semana, respetando la reinervación de la placa motora y la regeneración del tejido muscular (Perrault, 2017). Esta pauta coincide con las recomendaciones de diversos autores (Sánchez-Infante, 2021; Arias-Burúa, 2020; Llamas-Ramos, 2014).

Se introdujo la aguja en el tejido en dirección al mismo TrP (Hsieh, 2012), utilizando la técnica de inserción rápida ("*fast in fast out*") descrita por Hong (1998), puesto que muchos estudios han encontrado mejoría inmediata y a corto plazo en la disminución del dolor y la disfunción utilizando esta técnica (Chen, 2001; Dunning, 2013; Llamas-Ramos, 2014; Campa-Morán, 2015; Fernández-Carnero, 2017; Martín-Pintado, 2018; Navarro-Santana, 2020; Arias-Burúa, 2020; García-de-Miguel, 2020; Lucena-Antón, 2022). Aunque también se ha observado que el PNS aumenta proporcionalmente al número de inserciones de la aguja (Perrault, 2017). El PNS se asocia con niveles elevados de

hemorragia, daño tisular y neuromuscular y respuesta inflamatoria (Perrault, 2017), además de procesos de regeneración muscular y reinervación nerviosa en ratas, en función del número de inserciones de la aguja y las LTRs (Martín-Pintado, 2015).

Para reducir el PNS, algunos autores han aplicado hemostasia (Fernández-Carnero, 2010; Campa-Morán, 2015; García-de-Miguel, 2020), demostrando que la compresión isquémica puede disminuir el PNS hasta 48h después de la DN (García-de-Miguel, 2020). Aunque se haya observado una correlación entre el sangrado superficial y la intensidad del PNS, otros estudios no han confirmado esta relación, lo que sugiere la necesidad de más investigación (Martín-Pintado, 2018). En este estudio, se aplicó hemostasia únicamente en casos de sangrado, pero no se registraron sistemáticamente esos datos. Por otro lado, se ha explorado el impacto del ejercicio en la disminución del PNS. Se ha demostrado que el ejercicio de baja carga es efectivo para disminuir el PNS a las 24h y 48h tras la DN, aunque sin diferencias significativas a las 72h (Salom, 2017; (Brady, 2024). Como se ha indicado previamente, en este estudio, se restringieron los ejercicios que pudieran sobreactivar el EBM.

Altas dosis de DN parecen relacionarse con una mayor efectividad en la mejoría del dolor, aunque también pueden contribuir a niveles más altos de PNS (Perrault, 2017; Martín-Pintado, 2018). El PNS ocurre en el 100% (Perrault, 2017), 94.2% (Martín-Pintado, 2020), 91.4% (Fernández-Carnero, 2014) y 55% (Llamas-Ramos 2014) de los casos. La presencia de PNS tras dosificaciones intensivas afecta las variaciones de la EMG (Hsieh, 2012). Además, se han identificado otros efectos relacionados con la DN y las dosificaciones intensivas; primero, la posibilidad de daño tisular implicando la activación de TNF y Cox2 (Hsieh, 2012); segundo, inflamación y dolor adicional debido a inserciones repetidas para inducir las LTRs (Butts, 2016).

Sin embargo, se ha constatado que no existen diferencias en relación con la incidencia del PNS cuando se provocan LTRs limitadas o cuando se provocan hasta su total extinción (Martín-Pintado, 2018). No se ha evidenciado una asociación entre dosis más elevadas de DN con niveles superiores de PNS (Martín-Pintado, 2018), ni se ha encontrado relación entre el PNS y el número de LTRs (Martinez-Merineró 2008). Se ha sugerido que cuando la DN induce un mayor número de LTRs, genera un estímulo mecánico más pronunciado, lo cual podría aumentar su potencial terapéutico sin incrementar el PNS (García-de-Miguel, 2020). Por consiguiente, en el presente estudio, se limitó la duración de la punción para evitar una excesiva molestia a los caballos, se insertó la aguja en una única ocasión para evitar la activación de fibras α -delta y no se restringió el número de LTRs.

9. Discusión

Diversos estudios indican que el PNS tiende a resolverse espontáneamente entre las 36-48h (Martinez-Meriner, 2008; LLamas-Ramos, 2014; Arias-Buría, 2020). En esta investigación, se ha observado una disminución en los valores de la algometría, indicando un aumento del dolor, inmediatamente después de la DN y a las 4h posteriores, alcanzando un punto máximo a las 24h, y resolviéndose a las 72h. Estos hallazgos concuerdan con observaciones de otros estudios (Martín-Pintado, 2018; Arias-Buría, 2020). Martín-Pintado (2018) ha sugerido que las expectativas de los pacientes respecto a la aparición de PNS podrían influir en el aumento de la sensibilidad tras el tratamiento. Sin embargo, en este estudio con caballos, se ha observado un patrón similar sin la influencia de expectativas.

Actualmente, no se ha determinado científicamente si la DN puede inducir el efecto de PNS en caballos. Esta incertidumbre surge debido a la dificultad de alcanzar una conclusión precisa, ya que los caballos no pueden comunicar verbal y directamente su dolor. En medicina humana, los pacientes pueden describir los síntomas que experimentan tras la DN, lo que permite diferenciar entre el PNS y el dolor asociado a los TrPs, con métodos de evaluación diferentes, como el PPT y una escala análoga visual (Dicciola, 2021).

Si no se tuviera la referencia de la PNS en humanos (LLamas-Ramos, 2014; Martín-Pintado, 2018; Arias-Buría 2020) no se podría interpretar que la reducción en los valores de la algometría se deba al PNS. Otro indicio de que este proceso ocurre en caballos es que los valores de la algometría, antes de las 72h, son más altos que los valores previos al tratamiento, lo que indica una mejoría significativa después de la aplicación de la técnica pasadas las 72h.

La presencia de PNS ha sido asociada con una posible reticencia a recibir tratamientos posteriores, con una disminución en la adherencia al mismo por el dolor percibido tras la aplicación técnica y puede influir en la funcionalidad de los pacientes en sus actividades diarias (Martín-Pintado, 2018). Otro motivo por el cual, se limitó la activación del EBM durante el entrenamiento de los caballos en las siguientes 72h posteriores a la DN; que es el periodo de tiempo esperado para la mejoría según el estudio preliminar (Nemery, 2016). Respecto a la adherencia al tratamiento, este aspecto se considera que no se puede extrapolar a los caballos, ya que no tienen la capacidad de decidir sobre su tratamiento.

En el estudio se evaluó la EPF (Gleerup, 2015) y el JS como reacciones conductuales frente al dolor. Se optó por utilizar la EPF frente a la HGS (Dallacosta, 2014) puesto que proporciona una representación gráfica de la expresión facial de dolor y está desarrollada

a partir de la aplicació de estímuls externs, en línia amb aquest estudi que avalua la palpació dolorosa. La HGS descriu ítems específics de dolor avaluats segons la intensitat de la seva presència i es desenvolupa a partir d'observacions en cavalls després d'un procediment quirúrgic.

Aunque tanto las expresiones faciales y las reacciones de retirada, como el JS, son consideradas relevantes en la evaluación clínica del dolor equino (Ashley, 2005; Bussières, 2008; DeHeus, 2010; Rombarch, 2013), los resultados de este estudio no evidenciaron diferencias significativas en la expresión de estos dos signos a lo largo de las tres semanas de intervención. La EPF no mostró sensibilidad ante el dolor local provocado por TrPs, posiblemente debido a que la palpación dolorosa no se aplica de manera tan prolongada o intensa como los estímulos nociceptivos agudos en los que se basa (Gleerup, 2013). Se consideró que era interesante determinar su utilidad en el MPS dada su practicidad y facilidad de aplicación en la posible evaluación del dolor equino. Se destaca la necesidad de futuras investigaciones que aborden su utilidad en contextos clínicos de MPS más complejos; este estudio está centrado en los efectos de la DN en el dolor local provocado por TrPs en un músculo aislado.

Respecto al JS, es destacable mencionar que, en este estudio, aunque se ha registrado una reducción significativa del dolor local provocado por los TrPs, los caballos continuaron manifestando el JS durante la intervención. No obstante, la razón subyacente por la cual los caballos siguen reaccionando al JS, aún no se comprende completamente.

Se ha encontrado una mejoría significativa en la percepción del dolor de los caballos por parte de los propietarios. El análisis de la NSR indica una evolución progresiva en la mejoría de dicha percepción a lo largo de las tres semanas de intervención. Estos datos coinciden con otros autores, que también encuentran mejorías significativas en el NSR (Llamas-Ramos, 201; Abbaszadeh, 2017; Arias-Buría, 2022). Es interesante comprobar como la percepción de los propietarios coincide con una mejoría significativa del dolor.

El EBM juega un papel crucial tanto en el movimiento cervical como en la protracción del MA (Tokuriki, 1991). Se ha observado que el dolor en el EBM resulta en una reducción de la fase craneal del tranco y resistencia a la lateroflexión contralateral (Story, 2021), ambos ítems incluidos en la FTTS. En humanos, la DN de la musculatura cervical ha demostrado mejorar significativamente el ROM en la lateroflexión cervical y rotación, tanto en el tercer como en el decimocuarto día post-tratamiento (Eroglu, 2013).

Para evaluar si la punción tiene un efecto en la función de MA, se solicitó a los propietarios

9. Discusión

que completaran el FTTS. Los resultados indicaron una mejoría significativa en la función de la musculatura sugiriendo que la FTTS podría ser una herramienta adecuada para analizar la función muscular.

Este trabajo presenta varias limitaciones. Una revisión sistemática ha sugerido que la DN es más efectiva que el placebo en el tratamiento de dolor y la mejora de la funcionalidad hasta un periodo de 12 semanas, aunque la calidad de evidencia de los estudios revisados varía de baja a moderada según el sistema GRADE (Gattie, 2017). Además, Kietris (2013) señala una variabilidad en los resultados de los estudios a largo plazo (más de 12 semanas). Habría sido interesante investigar si la mejoría observada desde las 72h hasta la tercera semana se mantiene a lo largo del tiempo.

Kietris (2013) destaca la importancia de analizar los efectos inmediatos y a corto plazo de la DN, dado que el objetivo principal de esta técnica es proporcionar un alivio rápido del dolor, para que los pacientes puedan progresar a otros tratamientos, como el ejercicio y la corrección postural. De la misma manera, para la rehabilitación de dorso se recomienda aliviar el dolor y conseguir la mayor confortabilidad en el caballo, para permitir el ejercicio, evitar la pérdida muscular y promover la función y fuerza muscular (Denoix 2003).

Se coincide con esta perspectiva, ya que el alivio inmediato del dolor permite a los caballos mejorar su movimiento y progresar en su entrenamiento.

Diversos estudios han investigado la combinación de ejercicio terapéutico y DN, pero difieren en enfoque de este. Aquellos integran la DN en programas de ejercicio, mientras que este limita los ejercicios que podrían sobreactivar el EBM tras la DN. La DN no mejora la discapacidad ni la función en dolor de rodilla cuando se añade a un programa de ejercicio (Sánchez-Romero (2020) pero mejora la discapacidad por dolor de hombro, aunque no la intensidad del dolor (Arias-Buria, 2017). En cambio Korkmaz (2022) demostró que combinar DN con ejercicio es más efectivo en la reducción del dolor cervical a corto y medio plazo que el ejercicio solo. Para obtener conclusiones definitivas respecto a la influencia del ejercicio y la DN en caballos, es necesaria más investigación. Se podría esclarecer la relación entre el ejercicio, la aparición del PNS y la evolución del dolor local.

En este estudio se podría haber comparado un grupo tratado exclusivamente con DN y otro tratado con DN combinado con restricción o aplicación de ejercicios, para observar la posible influencia del ejercicio en la eficacia del tratamiento con DN y en la evolución de la PNS.

Actualmente, no existe un consenso sobre el protocolo óptimo en términos de tiempo de inserción, número de inserciones y número de LTRs necesarias para lograr una desactivación eficaz de los TrPs (Lucena-Antón 2022). Es esencial modular estos parámetros, incluyendo la dosificación y el manejo del dolor postpunción. Dado que las dos o tres primeras LTRs en TrPs latentes son las más significativas (Baraja-Vegas 2020), se podría haber limitado el tratamiento a la provocación de sólo tres LTRs, en lugar de seguir un tiempo fijo de aplicación de la técnica. Esto podría haber reducido la duración del PNS.

Otra limitación de este estudio es que, a diferencia de los humanos, no se puede distinguir entre TrPs activos y latentes en caballos, lo que dificulta la comparación de protocolos.

Futuras investigaciones podrían examinar la fiabilidad de la FTTS como predictora de la presencia de TrPs en la musculatura equina.

Un meta-análisis reciente encontró que la DN mejoraba la producción de fuerza en pacientes con dolor cervical (Navarro-Santana, 2020). Sería interesante valorar si la DN podría tener un efecto similar en caballos con MPS y relacionar los posibles cambios en la producción de fuerza con los posibles cambios en la funcionalidad.



10. Conclusiones

- La DN ha demostrado ser eficaz en la reducción del dolor local provocado por la palpación de TrPs en el EBM tanto de manera inmediata (72h) como a corto plazo (tres semanas), con una sesión semanal durante tres semanas, presentando una ventaja significativa en el tratamiento del dolor.
- Un clínico experimentado puede localizar, a través de palpación, TrPs situados dentro de una TB en el EBM. La experiencia del clínico desempeña un papel crucial en la aplicación de la DN, especialmente debido a la limitada evidencia disponible en equinos.
- La EPF no es una escala sensible para evaluar el dolor local provocado por la presencia de TrPs en el EBM.
- La FFTS puede ser una herramienta adecuada para evaluar la función muscular.
- La NSR refleja con eficacia la evolución del dolor local provocado por TrPs según la percepción de los propietarios.
- Los caballos expresan el JS independientemente de la mejoría en el dolor local provocado por TrPs.
- La disminución progresiva del dolor está relacionada con la disminución de las LTRs.
- El PNS alcanza su intensidad máxima a las 24h después de la intervención y se resuelve en un plazo de 72h.
- Aunque las ventajas de limitar el ejercicio tras la DN no están establecidas, la duración del PNS sugiere que restringir el ejercicio del músculo tratado, durante las primeras 72h, podría ser beneficioso.



11. Bibliografia

Abbaszadeh-Amirdehi, M., Ansari, N. N., Naghdi, S., Olyaei, G., & Nourbakhsh, M. R. (2013). The neurophysiological effects of dry needling in patients with upper trapezius myofascial trigger points: study protocol of a controlled clinical trial. *BMJ open*, 3(5), e002825.

Abbaszadeh-Amirdehi, M., Ansari, N. N., Naghdi, S., Olyaei, G., & Nourbakhsh, M. R. (2017). Therapeutic effects of dry needling in patients with upper trapezius myofascial trigger points. *Acupuncture in Medicine*, 35(2), 85-92.

Adair III, H. S., Marcellin-Little, D. J., & Levine, D. (2016). Validity and repeatability of goniometry in normal horses. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 29(04), 314-319.

Aleman, M. (2008). A review of equine muscle disorders. *Neuromuscular disorders*, 18(4), 277-287.

Aleman, M. V. Z., Williams, D. C., & Holliday, T. (2008) Sleep and Sleep Disorders in Horses. *AAEP Proceedings*. Vol 54.

Alsbrooks, K., & Hoerauf, K. (2022). Prevalence, causes, impacts, and management of needle phobia: An international survey of a general adult population. *Plos one*, 17(11), e0276814.

Alvarez and P. Rockwell, P. (2002). Trigger points: Diagnosis and management. *Am. Fam. Phy*, vol. 65, pp 653-660.

Al-Shenqiti, A. M., & Oldham, J. A. (2005). Test-retest reliability of myofascial trigger point detection in patients with rotator cuff tendonitis. *Clinical rehabilitation*, 19(5), 482-487.

Altug, M. E., & Tas, A. (2010). The effects of peroneus longus trigger point stimulation on the pain threshold in dogs. *The Indian Veterinary Journal*.

Arant, K. R., Katz, J. N., & Neogi, T. (2022). Quantitative sensory testing: identifying pain characteristics in patients with osteoarthritis. *Osteoarthritis and cartilage*, 30(1), 17-31.

11. Bibliografía

Arias-Buría, J. L., Fernández-de-Las-Peñas, C., Palacios-Ceña, M., Koppenhaver, S. L., & Salom-Moreno, J. (2017). Exercises and dry needling for subacromial pain syndrome: a randomized parallel-group trial. *The journal of pain*, 18(1), 11-18.

Arias-Buría, J.L., Monroy-Acevedo, Á., Fernández-de-Las-Peñas, C., Gallego-Sendarrubias, G. M., Ortega-Santiago, R., & Plaza-Manzano, G. (2020). Effects of dry needling of active trigger points in the scalene muscles in individuals with mechanical neck pain: A randomized clinical trial. *Acupuncture in Medicine*, 38(6), 380-387.

Aroca, F. G., Rivera, D. A., & Pintado, M. R. (2014). La elastografía: una nueva aplicación de la ecografía. ¿Cuál es su utilidad clínica?. *Radiología*, 56(4), 290-294.

Ashley, F. H., Waterman-Pearson, A. E., & Whay, H. R. (2005). Behavioural assessment of pain in horses and donkeys: application to clinical practice and future studies. *Equine Veterinary Journal*, 37(6), 565-575.

Baldry, P. (1995). Superficial dry needling at myofascial trigger point sites. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 3(3), 117-126.

Baldry, P. (2002a). Superficial versus deep dry needling. *Acupuncture in Medicine*, 20(2-3), 78-81.

Baldry, P. (2002b). Management of myofascial trigger point pain. *Acupuncture in medicine*, 20(1), 2-10.

Ball, A., Perreault, T., Fernández-de-Las-Peñas, C., Agnone, M., & Spennato, J. (2022). Ultrasound Confirmation of the Multiple Loci Hypothesis of the Myofascial Trigger Point and the Diagnostic Importance of Specificity in the Elicitation of the Local Twitch Response. *Diagnostics*, 12(2), 321.

Ballyns, J. J., Shah, J. P., Hammond, J., Gebreab, T., Gerber, L. H., & Sikdar, S. (2011). Objective sonographic measures for characterizing myofascial trigger points associated with cervical pain. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 30(10), 1331-1340.

Barbero, M., Bertoli, P., Cescon, C., Macmillan, F., Coutts, F., & Gatti, R. (2012). Intra-rater reliability of an experienced physiotherapist in locating myofascial trigger points in upper

trapezius muscle. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 20(4), 171-177.

Barbero, M., Schneebeli, A., Koetsier, E., & Maino, P. (2019). Myofascial pain syndrome and trigger points: evaluation and treatment in patients with musculoskeletal pain. *Current opinion in supportive and palliative care*, 13(3), 270-276.

Becker-Birck, M., Schmidt, A., Wulf, M., Aurich, J., Von der Wense, A., Möstl, E., ... & Aurich, C. (2013). Cortisol release, heart rate and heart rate variability, and superficial body temperature, in horses lunged either with hyperflexion of the neck or with an extended head and neck position. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(2), 322-330.

Bentz, B. (2014). Clinical pharmacology of the equine musculoskeletal system. *Equine Pharmacology*, 218-253.

Bertone, J., 2011. Sleep deprivation is not narcolepsy in horses. 84th Annual Western Veterinary Conference, Las Vegas, Nevada, p. 29.

Blanco, V. E. C. (2015). Prevalencia y rasgos clínico-patológicos del síndrome de rabdomiólisis de esfuerzo en caballos de pura raza española (Disertación Dcotoral, Universidad de Córdoba, Servicio de Reprografía).

Bosque, M., Jones, L. R., Pagán, E. P., Perezc, R. G., & Martíneza, M. S. (2016). Alteración de las puntas de las agujas por la técnica de la punción seca. *Rev Fisioter Invasiva*. 2016;1(1):26-34

Bowen, A. G., Goff, L. M., & McGowan, C. M. (2017). Investigation of Myofascial Trigger Points in Equine Pectoral Muscles and Girth-Aversion Behavior. *Journal of Equine Veterinary Science*, 48, 154-160.

Brady, S., McEvoy, J., Dommerholt, J., & Doody, C. (2014). Adverse events following trigger point dry needling: a prospective survey of chartered physiotherapists. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 22(3), 134-140.

Brockman, T. (2016). A case study utilizing myofascial release, acupressure and trigger point therapy to treat bilateral "Stringhalt" in a 12 year old Akhal-Teke horse. *Journal of*

11. Bibliografía

Bodywork and Movement Therapies, 21(3), 589-593.

Bron, C., & Dommerholt, J. D. (2012). Etiology of myofascial trigger points. *Current pain and headache reports*, 16(5), 439-444.

Bussièrès, G., Jacques, C., Lainay, O., Beauchamp, G., Leblond, A., Cadoré, J. L., ... & Troncy, E. (2008). Development of a composite orthopaedic pain scale in horses. *Research in Veterinary Science*, 85(2), 294-306.

Butts, R., Dunning, J., Perreault, T., Mourad, F., & Grubb, M. (2016). Peripheral and spinal mechanisms of pain and dry needling mediated analgesia: a clinical resource guide for health care professionals. *Int J Phys Med Rehabil*, 4(2), 2-18.

Cagnie, B., Dewitte, V., Barbe, T., Timmermans, F., Delrue, N., & Meeus, M. (2013). Physiologic effects of dry needling. *Current pain and headache reports*, 17(8), 348.

Calatayud-Bonilla, M., Resano-Zuazu, M., Segura-Ortí, E. (2018) "Pressure pain threshold to evaluate myofascial pain in the equine brachiocephalicus muscle: a reliability study" Poster presented at: III Congreso Internacional de Fisioterapia Invasiva. Museo de las Ciencias Principe Felipe, Valencia.

Calatayud-Bonilla, M. (2018). Protocolo de valoración musculoesquelética para el diagnóstico y tratamiento fisioterapéutico del dolor miofascial en el paciente equino. Comunicación oral presentada en: 15 Congreso Internacional de Estudiantes, Universidad Cardenal Herrera-CEU, Valencia, España.

Calatayud-Bonilla M., Resano-Zuazu M., Segura-Orti E. (2018). Intrarater reliability in locating myofascial trigger point in the equine brachiocephalicus muscle. Poster presented at: 28th Physiotherapy Symposium EUF ONCE. Fascia Scientific Advances. Madrid, Spain.

Calatayud-Bonilla, M.(Febrero 2019). A Royal History of Animal Physiotherapy.
<https://history.physio/a-brief-history-of-animal-physiotherapy/>

Calatayud-Bonilla, M., Resano-Zuazu, M., Segura-Ortí, E. (2019) Pain pressure thresholds for evaluating myofascial pain in the equine brachiocephalicus muscle. *Revista Fisioterapia Invasiva/Journal of Invasive Techniques in Physical Therapy*, 2(02), 114-114.

Calatayud-Bonilla, M., Resano-Zuazu, M., Prades, M. (2020) Painful response to trigger points palpation in the equine brachiocephalicus muscle: a preliminary study. Poster presented at: 30 Jornadas de Fisioterapia de la ONCE: Síndrome de dolor miofascial y puntos gatillo miofasciales: 20 años de evolución; 2020 Marzo 6-7; Madrid.

Campa-Moran, I., Rey-Gudin, E., Fernández-Carnero, J., Paris-Aleman, A., Gil-Martinez, A., Lara, S. L., ... & La Touche, R. (2015). Comparison of dry needling versus orthopedic manual therapy in patients with myofascial chronic neck pain: a single-blind, randomized pilot study. *Pain research and treatment*, 2015.

Carroll, C. L., & Huntington, P. J. (1988). Body condition scoring and weight estimation of horses. *Equine Veterinary Journal*, 20(1), 41-45.

Clayton, H. M. (2016). Core training and rehabilitation in horses. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 32(1), 49-71.

Chen, Q., Wang, H. J., Gay, R. E., Thompson, J. M., Manduca, A., An, K. N., ... & Basford, J. R. (2016). Quantification of myofascial taut bands. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(1), 67-73.

Chiarotto, A., Clijisen, R., Fernandez-de-Las-Penas, C., & Barbero, M. (2016). Prevalence of myofascial trigger points in spinal disorders: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(2), 316-337.

Climent, J.M (2011) Bases neurofisiològiques de la síndrome miofascial. Tractament punts gatell. En Torres Pardo (Ed) XXI Jornades d'Actualització en Rehabilitació Intervencionista en l' Aparell Locomotor. Instituto Catalán de la Salud. Barcelona.

Cummings, M., & Baldry, P. (2007). Regional myofascial pain: diagnosis and management. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 21(2), 367-387.

Da Silva, A. C., Aily, J. B., Oliveira, A. B., & Mattiello, S. M. (2020). Interrater and intrarater reliability and minimum detectable change of ultrasound for active myofascial trigger points

11. Bibliografía

in upper trapezius muscle in individuals with shoulder pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 43(9), 855-863.

Daglish, J. & Mama, K. R. (2016). Pain: its diagnosis and management in the rehabilitation of horses. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 32(1), 13-29.

Dalla Costa, E., Minero, M., Lebelt, D., Stucke, D., Canali, E., & Leach, M. C. (2014). Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a pain assessment tool in horses undergoing routine castration. *PLoS one*, 9(3), e92281.

Das, S. & Kulkarni, P. (2022). Updated review on overview of dry needling. *International Journal of Health Sciences*, 6(S1), 5127-5140.

De Grauw, J. C., & Van Loon, J. P. A. M. (2016). Systematic pain assessment in horses. *The Veterinary Journal*, 209, 14-22.

De Heus, P., Van Oossanen, G., Van Dierendonck, M. C., & Back, W. (2010). A pressure algometer is a useful tool to objectively monitor the effect of diagnostic palpation by a physiotherapist in warmblood horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 30(6), 310-321.

Del Moral, O. M., & Barrero, H. R. (2005). Fisioterapia conservadora del síndrome de dolor miofascial. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 8(1), 11-16.

Denoix, J.M. and Dyson, S.J. (2003) The thoracolumbar spine. In: *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, Eds: M.W. Ross and S.J. Dyson, W.B. Saunders, Philadelphia. pp 509-521.

Desai, M. J., Saini, V., & Saini, S. (2013). Myofascial pain syndrome: a treatment review. *Pain and Therapy*, 2(1), 21-36.

Díaz, M. E., & Cabellos, C. F. (2021). Relación entre dismenorrea y síndrome de dolor miofascial. Perspectiva desde la fisioterapia. Estudio piloto aleatorizado. *Fisioterapia*, 43(1), 5-11.

Diciolla, N. S., Pérez-Clemente, C., Cámara-Caballero, M., Matienzo-Barreto, A.,

Real-Rodríguez, A., & Torres-Lacomba, M. (2021). Efficacy of Exercise on Postneedling Soreness: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 10(23), 5527

Diep, D., Chen, K. J. Q., & Kumbhare, D. (2021). Ultrasound-guided interventional procedures for myofascial trigger points: A systematic review. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, 46(1), 73-80.

Dommerholt, J., Bron, C., & Franssen, J. (2006). Myofascial trigger points: an evidence-informed review. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 14(4), 203-221.

Dommerholt, J. (2011). Dry needling—peripheral and central considerations. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 19(4), 223-227.

Dommerholt J, Huijbregts PA. Myofascial trigger points: pathophysiology and evidence-informed diagnosis and management. Boston, MA: Jones & Bartlett; 2011.

Dommerholt, J. (2020). How have the views on myofascial pain and its treatment evolved in the past 20 years? From spray and stretch and injections to pain science, dry needling and fascial treatments. *Pain Management*, 10(2), 63-66.

Donaldson, C. C. S., Skubick, D. L., Clasby, R. G., & Cram, J. R. (1994). The evaluation of trigger-point activity using dynamic EMG techniques. *American Journal of Pain Management*, 4(3), 118-122.

Downing, R. (2011). The role of physical medicine and rehabilitation for patients in palliative and hospice care. *Veterinary Clinics of North America-Small Animal Practice*, 41(3), 591.

Driessen, B. (2007). Pain: from sign to disease. *Clinical techniques in Equine Practice*, 6(2), 120-125.

Dyson, S., Berger, J. M., Ellis, A. D., & Mullard, J. (2017). Can the presence of musculoskeletal pain be determined from the facial expressions of ridden horses (FEReq)? *Journal of Veterinary Behavior*, 19, 78-89.

Edge-Hughes, L. (2008) International trends in the practice of Animal Physiotherapy and

11. Bibliografía

rehabilitation. Congress of the Canadian Physiotherapy Association, Ottawa, Ontario. Oral abstract.

Elbrønd, V. S., & Schultz, R. M. (2014). Myofascial kinetic lines in horses. *Equine Veterinary Journal*, 46, 40-40.

Elbrønd, V. S., & Krasnodebska, M., J. Harrison, A.(2015a). Multi-frequency bioimpedance and myofascial release therapy: An equine "AtlasOrange1" validation study. *Medical Research Archives*, (3).

Elbrønd, V. S., & Schultz, R. M. (2015b). Myofascia-the unexplored tissue: Myofascial kinetic lines in horses, a model for describing locomotion using comparative dissection studies derived from human lines. *Medical Research Archives*, (3).

Elbrønd, V. S., & Schultz, R. M. (2021). Deep myofascial kinetic lines in horses, comparative dissection studies derived from humans. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 11(01), 14.

Elorriaga, A. (2000). The 2-needle technique. *Med Acupunct*, 12(1), 17-19.

Fernández-de-las-Peñas, C., Cuadrado, M. L., & Pareja, J. A. (2010). Asociación de puntos gatillo miofasciales en la cefalea tensional crónica y episódica. *Fisioterapia*, 32(2), 51-56.

Fernández-De-Las-Peñas, C., & Dommerholt, J. (2014). Myofascial trigger points: peripheral or central phenomenon?. *Current Rheumatology Reports*, 16, 1-6.

Fernández-de-Las-Peñas, C., & Dommerholt, J. (2018). International consensus on diagnostic criteria and clinical considerations of myofascial trigger points: a Delphi study. *Pain Medicine*, 19(1), 142-150.

Fernández-de-Las-Peñas, C., & Nijs, J. (2019). Trigger point dry needling for the treatment of myofascial pain syndrome: current perspectives within a pain neuroscience paradigm. *Journal of Pain Research*, 1899-1911.

Flecknell, P. A., & Waterman-Pearson, A. (2000). Pain management in animals. WB

Saunders.

Fischer, A. A. (1998). Algometry in diagnosis of musculoskeletal pain and evaluation of treatment outcome: an update. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 6(1), 5-32.

Formenton, M. R., Portier, K., Gaspar, B. R., Gauthier, L., Yeng, L. T., & Fantoni, D. T. (2023). Location of Trigger Points in a Group of Police Working Dogs: A Preliminary Study. *Animals*, 13(18), 2836.

Frank, E. M. (1999). Myofascial trigger point diagnostic criteria in the dog. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 7(1-2), 231-237.

Fry, L. M., Neary, S. M., Sharrock, J., & Rychel, J. K. (2014). Acupuncture for analgesia in veterinary medicine. *Topics in Companion Animal Medicine*, 29(2), 35-42.

Garcia-de-Miguel, S., Pecos-Martin, D., Larroca-Sanz, T., Sanz-de-Vicente, B., Garcia-Montes, L., Fernandez-Matias, R., & Gallego-Izquierdo, T. (2020). Short-term effects of PENS versus dry needling in subjects with unilateral mechanical neck pain and active myofascial trigger points in levator scapulae muscle: A randomized controlled trial. *Journal of Clinical Medicine*, 9(6), 1665.

Gattie, E., Cleland, J. A., & Snodgrass, S. (2017). The effectiveness of trigger point dry needling for musculoskeletal conditions by physical therapists: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(3), 133-149.

Gattie, E., Cleland, J. A., & Snodgrass, S. (2020). A survey of American physical therapists' current practice of dry needling: Practice patterns and adverse events. *Musculoskeletal Science and Practice*, 50, 102255.

Ge, H. Y., Fernández-de-Las-Peñas, C., & Yue, S. W. (2011). Myofascial trigger points: spontaneous electrical activity and its consequences for pain induction and propagation. *Chinese Medicine*, 6(1), 1-7.

Gerwin, R. D., & Duranleau, D. (1997). Ultrasound identification of the myofascial trigger point. *Muscle & Nerve*, 20(6), 767-768.

Gerwin, R. D., Shannon, S., Hong, C. Z., Hubbard, D., & Gevirtz, R. (1997). Interrater

11. Bibliografía

reliability in myofascial trigger point examination. *Pain*, 69(1-2), 65-73.

Gerwin, R. D., Dommerholt, J., & Shah, J. P. (2004). An expansion of Simons' integrated hypothesis of trigger point formation. *Current Pain and Headache Reports*, 8(6), 468-475.

Gleerup, K. B., & Lindegaard, C. (2016). Recognition and quantification of pain in horses: A tutorial review. *Equine Veterinary Education*, 28(1), 47-57.

Gleerup, K. B., Andersen, P. H., & Wathan, J. (2018). What information might be in the facial expressions of ridden horses? Adaptation of behavioral research methodologies in a new field. *Journal of Veterinary Behavior*, 23, 101-103.

Greening, L. (2018). Understanding sleep-related behaviour (and lack of) as a measure of welfare using the horse as model. Poster session presented at Association for the Study of Animal Behaviour Winter meeting 2018, London, United Kingdom.

Gregg, S. R. (2023). The effects of hyaluronic acid and exercise on equine skeletal muscle (Doctoral Dissertation, Virginia Tech).

Goff, L. (2016). Physiotherapy Assessment for the Equine Athlete. *The Veterinary Clinics of North America. Equine practice*, 32(1), 31-47.

Gómez, C., Rhodin, M., Roepstorff, L., Weishaupt, M., & van Weeren, R. (in press). A high head and neck position reduces back movement in dressage horses compared to a natural position, but the "Rollkur position" increases back mobility. *Equine Veterinary Journal*.

Gonzalez-Perez, L. M., Infante-Cossio, P., Granados-Núñez, M., & Urresti-Lopez, F. J. (2012). Treatment of temporomandibular myofascial pain with deep dry needling. *Medicina oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 17(5), e781.

Greve, L., Dyson, S., & Pfau, T. (2017). Alterations in thoracolumbosacral movement when pain causing lameness has been improved by diagnostic analgesia. *The Veterinary Journal*, 224, 55-63.

Grieve, R., Barnett, S., Coghill, N., & Cramp, F. (2013). The prevalence of latent myofascial trigger points and diagnostic criteria of the triceps surae and upper trapezius: a

cross sectional study. *Physiotherapy*, 99(4), 278-284.

Gunn, C. C. (1997). Radiculopathic pain: diagnosis and treatment of segmental irritation or sensitization. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 5(4), 119-134.

Hagberg, H 1985 Intracellular pH during ischemia in skeletal muscle: relationship to membrane potential, extracellular pH, tissue lactic acid and ATP. *Pflugers Archiv. European Journal of Physiology*, 404, 342-347.

Handwerker H, Arendt-Nielsen L. Pain Model: Translational Relevance and Applications. Seattle: IASP Press; 2013.

Haussler, K. K. (1999b). Chiropractic evaluation and management. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 15(1), 195-209.

Haussler, K. K., & Erb, H. N. (2003, November). Pressure algometry: objective assessment of back pain and effects of chiropractic treatment. In *Proc. Am. Ass. equine Practnrs* (Vol. 49, pp. 66-70).

Haussler, K. K., & Erb, H. N. (2006). Mechanical nociceptive thresholds in the axial skeleton of horses. *Equine veterinary journal*, 38(1), 70-75.

Haussler, K. K., (2009) Objective Measures of Somatic Pain and the Effects of Manual Therapies in Horses. AAEP Focus Meeting, Focus on the Foot, Columbus, American Association of Equine Practitioners.

Haussler, K. K. (2018). Equine manual therapies in sport horse practice. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 34(2), 375-389.

Haussler, K. K. (2020). Pressure algometry for the detection of mechanical nociceptive thresholds in horses. *Animals*, 10(12), 2195.

Haussler, K. K., Hesbach, A. L., Romano, L., Goff, L., & Bergh, A. (2021). A systematic review of musculoskeletal mobilization and manipulation techniques used in veterinary medicine. *Animals*, 11(10), 2787.

Herman, M., & Moreno, C. B. (2005). Transmisión sináptica-canales de calcio y liberación

11. Bibliografía

de neurotransmisores. *Revista Ciencias de la Salud*, 3(1), 47-61.

Hjelm-Björkman, A. K., Kuusela, E., Liman, A., Markkola, A., Saarto, E., Huttunen, P., ... & Raekallio, M. (2003). Evaluation of methods for assessment of pain associated with chronic osteoarthritis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 222(11), 1552-1558.

Higgins, G., & Martin, S. (2015). *Posture and Performance. Principles of Training Horses from the Anatomical Perspective*. Quiller Publishing Ltd.

Hill, H.E. Selenium-Vitamin E treatment of Tying up in horses. *Mod. Vet. Pract.*, 43:66.

Hocking, M. J. (2010). Trigger points and central modulation—a new hypothesis. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 18(2), 186-203.

Hong, C. Z., & Torigoe, Y. (1994). Electrophysiological characteristics of localized twitch responses in responsive taut bands of rabbit skeletal muscle fibers. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 2(2), 17-43.

Hong, C.Z. (1994). Considerations and recommendations of myofascial trigger points injection. *J Musculoskel Pain*, 2(1): 29–59.

Hong, C. Z. (1994). Lidocaine injection versus dry needling to myofascial trigger point: the importance of the local twitch response. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 73(4), 256-263.

Hong, C. Z., & Simons, D. G. (1998). Pathophysiologic and electrophysiologic mechanisms of myofascial trigger points. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(7), 863-872.

Hsieh, C. Y. J., Hong, C. Z., Adams, A. H., Platt, K. J., Danielson, C. D., Hoehler, F. K., & Tobis, J. S. (2000). Interexaminer reliability of the palpation of trigger points in the trunk and lower limb muscles. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(3), 258-264.

Hsieh, Y. L., Chou, L. W., Joe, Y. S., & Hong, C. Z. (2011). Spinal cord mechanism involving the remote effects of dry needling on the irritability of myofascial trigger spots in

rabbit skeletal muscle. Archives of Physical medicine and Rehabilitation, 92(7), 1098-1105.

Hsieh, Y. L., Yang, S. A., Yang, C. C., & Chou, L. W. (2012). Dry needling at myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscles modulates the biochemicals associated with pain, inflammation, and hypoxia. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2012.

Hsieh, Y. L., Yang, C. C., Liu, S. Y., Chou, L. W., & Hong, C. Z. (2014). Remote dose-dependent effects of dry needling at distant myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscles on reduction of substance P levels of proximal muscle and spinal cords. BioMed Research International, 2014.

Hsieh, Y. L., Hong, C. Z., Liu, S. Y., Chou, L. W., & Yang, C. C. (2016). Acupuncture at distant myofascial trigger spots enhances endogenous opioids in rabbits: a possible mechanism for managing myofascial pain. Acupuncture in Medicine, 34(4), 302-309.

<http://www.winksgreenetranseva.com/history.html>

<https://www.csp.org.uk>

Huang, Y. T., Lin, S. Y., Neoh, C. A., Wang, K. Y., Jean, Y. H., & Shi, H. Y. (2011). Dry needling for myofascial pain: prognostic factors. The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 17(8), 755-762.

Hubbard, D. R., & Berkoff, G. M. (1993). Myofascial trigger points show spontaneous needle EMG activity. Spine, 18(13), 1803-1807.

Janssens, L. (1985) Myofascial pain syndromes in dogs: The treatment of Trigger points. A review of 47 cases (In publication in Pain).

Janssens, L. A. (1991). Trigger points in 48 dogs with myofascial pain syndromes. Veterinary Surgery, 20(4), 274-278.

Janssens, L. A. (1992). Trigger point therapy. Probl Vet Med, 4(1), 117-24.

Jeffcott, L. B. (1980). Disorders of the thoracolumbar spine of the horse—a survey of 443

11. Bibliografía

cases. *Equine veterinary journal*, 12(4), 197-210.

Jeffcott, L.B., Attock, A. and Higgins, A. (2006) The use of over bending ('Rollkur') in FEI competition. Report of the FEI Veterinary and Dressage Committees' Workshop. Fédération Equestre Internationale, Lausanne.

Jonusasb, S. F., Funesc, S., Galettod, S., Herrerab, S., Juáreze, C. E., Lewf, A., ... & Van Ooteghemd, M. (2019). Manejo del dolor en Neonatología. *Arch Argent Pediat*, 117(5), 180-94.

Joseph, L., Ali, K. M., Ramli, A., Rajadurai, S., Mohan, V., Justine, M., & Rasdi, H. F. M. (2013). Fear of needles does not influence pain tolerance and sympathetic responses among patients during a therapeutic needling. *Polish Annals of Medicine*, 20(1), 1-7.

Katz, B., & Miledi, R. (1968). The role of calcium in neuromuscular facilitation. *The Journal of physiology*, 195(2), 481-492.

Kaufman, J. M. (2022). Investigation of pain in equine patients using heart rate variability, salivary cortisol concentration, and behavioural pain scores.

Kellgren, J. H. (1938). Referred pains from muscle. *British medical journal*, 1(4023), 325.

Kietrys, D. M., Palombaro, K. M., Azzaretto, E., Hubler, R., Schaller, B., Schlüssel, J. M., & Tucker, M. (2013). Effectiveness of dry needling for upper-quarter myofascial pain: a systematic review and meta-analysis. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 43(9), 620-634.

King, M. R., Pavsek, H., Ellis, K. L., & Daglish, J. (2024). Effects of elastic therapeutic tape on thoracolumbar epaxial muscle pain in horses. *Journal of Equine Rehabilitation*, 2, 100007.

Koppenhaver, S. L., Walker, M. J., Rettig, C., Davis, J., Nelson, C., Su, J., ... & Hebert, J. J. (2017). The association between dry needling-induced twitch response and change in pain and muscle function in patients with low back pain: a quasi-experimental study. *Physiotherapy*, 103(2), 131-137.

Korkmaz, M. D., & Ceylan, C. M. (2022). Effect of dry-needling and exercise treatment on myofascial trigger point: A single-blind randomized controlled trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 47, 101571.

Kuan, T. S., Hsieh, Y. L., Chen, S. M., Chen, J. T., Yen, W. C., & Hong, C. Z. (2007). The myofascial trigger point region: correlation between the degree of irritability and the prevalence of endplate noise. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 86(3), 183-189.

Larsson S-E, Alund M, Cai H, Ake-Oberg P. Chronic pain after soft tissue injury of the cervical spine: trapezius muscle blood flow and electromyography at static loads and fatigue. *Pain* 1994;57:173—80

Lee, S., Lee, I. S., & Chae, Y. (2022). Similarities between Ashi acupoints and myofascial trigger points: Exploring the relationship between body surface treatment points. *Frontiers in Neuroscience*, 16.

Lewis, J., & Tehan, P. (1999). A blinded pilot study investigating the use of diagnostic ultrasound for detecting active myofascial trigger points. *Pain*, 79(1), 39-44.

Lewit, K. (1979). The needle effect in the relief of myofascial pain. *Pain*, 6(1), 83-90.

Li, L.T., Ge, H.Y., Yue, S.W., & Arendt-Nielsen, L. (2009). Nociceptive and non-nociceptive hypersensitivity at latent myofascial trigger points. *The Clinical journal of pain*, 25(2), 132-137.

Liljebrink, Y., & Bergh, A. (2010). Goniometry: is it a reliable tool to monitor passive joint range of motion in horses?. *Equine Veterinary Journal*, 42, 676-682.

Liu, L., Huang, Q. M., Liu, Q. G., Ye, G., Bo, C. Z., Chen, M. J., & Li, P. (2015). Effectiveness of dry needling for myofascial trigger points associated with neck and shoulder pain: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 96(5), 944-955.

Liu, Q. G., Huang, Q. M., Liu, L., & Nguyen, T. T. (2019). Structural and functional abnormalities of motor endplates in rat skeletal model of myofascial trigger

11. Bibliografía

spots. *Neuroscience Letters*, 711, 134417.

López Espino, M., & Mingote Adán, J. C. (2008). Fibromialgia. *Clínica y Salud*, 19(3), 343-358.

Louw, A., Zimney, K., Puentedura, E. J., & Diener, I. (2016). The efficacy of pain neuroscience education on musculoskeletal pain: a systematic review of the literature. *Physiotherapy Theory and Practice*, 32(5), 332-355.

Lucena-Anton, D., Luque-Moreno, C., Valencia-Medero, J., Garcia-Munoz, C., & Moral-Munoz, J. A. (2022, September). Effectiveness of dry needling of myofascial trigger points in the triceps surae muscles: systematic review. In *Healthcare* (Vol. 10, No. 10, p. 1862). MDPI.

Luomala, T., Pihlman, M., Schultz, R. M., & Elbrønd, V. S. (2018). New fascial finding: band-like structure between m. vastus lateralis and m. biceps femoris. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22(4), 871.

Luomala, T. (2022). Clinical Application of Myofascial Therapy in Horses. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 38(3), 493-507.

Martín-Pintado-Zugasti, A., Pecos-Martin, D., Rodríguez-Fernández, Á. L., Alguacil-Diego, I. M., Portillo-Aceituno, A., Gallego-Izquierdo, T., & Fernandez-Carnero, J. (2015). Ischemic compression after dry needling of a latent myofascial trigger point reduces postneedling soreness intensity and duration. *PM&R*, 7(10), 1026-1034.

Martín-Pintado-Zugasti, A., Fernández-Carnero, J., León-Hernández, J. V., Calvo-Lobo, C., Beltran-Alacreu, H., Alguacil-Diego, I., ... & Pecos-Martin, D. (2018). Postneedling soreness and tenderness after different dosages of dry needling of an active myofascial trigger point in patients with neck pain: A randomized controlled trial. *PM&R*, 10(12), 1311-1320.

Mayoral, O., De Felipe, J. A., & Martínez, J. M. (2004). Changes in tenderness and tissue compliance in myofascial trigger points with a new technique of electroacupuncture. Three preliminary cases report. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 12, 33.

Macgregor, J., & von Schweinitz, D. G. (2014). Needle electromyographic activity of myofascial trigger points and control sites in equine cleido-brachialis muscle—an observational study. *Acupuncture in Medicine*, 24(2), 61-70.

Margalef, R., Sisquella, M., Bosque, M., Romeu, C., Mayoral, O., Monterde, S., ... & Santafe, M. M. (2019). Experimental myofascial trigger point creation in rodents. *Journal of Applied Physiology*, 126(1), 160-169.

Marks, D. (1999). Medical management of back pain. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 15(1), 179-194.

Martín-Pintado-Zugasti, A., Fernández-Carnero, J., León-Hernández, J. V., Calvo-Lobo, C., Beltran-Alacreu, H., Alguacil-Diego, I., ... & Pecos-Martin, D. (2018). Postneedling soreness and tenderness after different dosages of dry needling of an active myofascial trigger point in patients with neck pain: A randomized controlled trial. *PM&R*, 10(12), 1311-1320.

Martínez-Merineró, P., García de Miguel, S., & Jiménez-Rejano, J. J. (2009). Relación de las respuestas de espasmo local con el umbral de dolor a la presión y el dolor pospunción de los puntos gatillo miofasciales. *Cuestiones de Fisioterapia: Revista Universitaria de Información e Investigación en Fisioterapia*, 38(3), 161-172.

Maskato, Y., Dugdale, A. H., Singer, E. R., Kelmer, G., & Sutton, G. A. (2020). Prospective feasibility and revalidation of the Equine Acute Abdominal Pain Scale (EAAPS) in clinical cases of colic in horses. *Animals*, 10(12), 2242.

McDonald AJ. Abnormally tender muscle regions and associated painful movements. *Pain* 1980;8(2):197-205.

McDonnell, S. M. (2000). How to rehabilitate horses with injection shyness (or any procedure non-compliance). *AEEP Proc*, 46, 168-172.

McGowan, C. M., Stubbs, N. C., & Jull, G. A. (2007). Equine physiotherapy: a comparative view of the science underlying the profession. *Equine veterinary journal*, 39(1), 90-94.

McGowan, C. M., & Cottrill, S. (2016). *Introduction to equine Physical Therapy and*

11. Bibliografía

Rehabilitation. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 32(1), 1-12.

Merrifield-Jones, M., Tabor, G., & Williams, J. (2019). Inter-and intra-rater reliability of soft tissue palpation scoring in the equine thoracic epaxial region. *Journal of equine veterinary science*, 83, 102812.

Menke, E. S., Blom, G., van Loon, J. P., & Back, W. (2016). Pressure algometry in Icelandic horses: interexaminer and intraexaminer reliability. *Journal of Equine Veterinary Science*, 36, 26-31.

Mense, S., & Gerwin, R. D. (Eds.). (2010). *Muscle pain: understanding the mechanisms*. Springer Science & Business Media.

Mora-Relucio, R., Núñez-Nagy, S., Gallego-Izquierdo, T., Rus, A., Plaza-Manzano, G., Romero-Franco, N., ... & Pecos-Martín, D. (2016). Experienced versus inexperienced interexaminer reliability on location and classification of myofascial trigger point palpation to diagnose lateral epicondylalgia: an observational cross-sectional study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016.

Moral, O. M. D. (2010). Dry needling treatments for myofascial trigger points. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 18(4), 411-416.

Mullard, J., Berger, J. M., Ellis, A. D., & Dyson, S. (2017). Development of an ethogram to describe facial expressions in ridden horses (FEReq). *Journal of Veterinary Behavior*, 18, 7-12

Muñoz, M., Dommerholt, J., Pérez-Palomares, S., Herrero, P., & Calvo, S. (2022). Dry needling and antithrombotic drugs. *Pain Research & Management*, 2022.

Murray, R. C., Dyson, S. J., Tranquille, C., & Adams, V. (2006). Association of type of sport and performance level with anatomical site of orthopaedic injury diagnosis. *Equine veterinary journal*, 38(S36), 411-416.

Murtaugh, B., & Ihm, J. M. (2013). Eccentric training for the treatment of tendinopathies. *Current Sports Medicine Reports*, 12(3), 175-182.

Myburgh, C., Larsen, A. H., & Hartvigsen, J. (2008). A systematic, critical review of manual palpation for identifying myofascial trigger points: evidence and clinical significance. *Archives of Physical medicine and Rehabilitation*, 89(6), 1169-1176.

Navarro-Santana, M. J., Sanchez-Infante, J., Fernández-de-Las-Peñas, C., Cleland, J. A., Martín-Casas, P., & Plaza-Manzano, G. (2020). Effectiveness of dry needling for myofascial trigger points associated with neck pain symptoms: An updated systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 9(10), 3300.

Nemery, E., Gabriel, A., Cassart, D., Bayrou, C., Piret, J., Antoine, N., ... & Carvalho, C. (2016, December). Proceedings of the 9th international symposium on veterinary rehabilitation and physical therapy. In *Acta Veterinaria Scandinavica* (Vol. 58, No. 2, p. 85). BioMed Central. Calatayud-Bonilla, M., Resano-Zuazu M. (2016). Improvement of myofascial pain in equine brachiocephalicus muscle using dry needling technique, a clinical comentary. (58; suppl2, A5).

Nicholls, D. A. (2021). Where history is concerned: an editorial for the special issue on physiotherapy history. *Physiotherapy Theory and Practice*, 37(3), 355-358.

Oberg T, Sandsjo L, Kadefors R, Larsson S-E. Electromyographic changes in work-related myalgia of the trapezius muscle. *Eur J Appl Physiol* 1992;65:251—7.

Peralta Peralta, J. L. (2017). Valoración del dolor en el paciente con deterioro cognitivo.

Pérez, M. G., & Pérez, A. L. (2016). La Fisioterapia: sus orígenes y su actualidad. *Acta médica del centro*, 10(3), 88-90.

Pontinen, P.J. (1998). Reliability, validity, reproducibility of algometry in diagnosis of active and latent tender spots and trigger points. *J Musculoskel Pain* ;6:61—71.

Rangel-Nava, A., Ramírez-Urbe, J. M., Recillas-Morales, S., Ibancovich-Camarillo, J. A., Venebra-Muñoz, A., & Sánchez-Aparicio, P. (2019). Pharmacological regulation in the USA and pharmacokinetics parameters of firocoxib, a highly selective Cox-2, by pain management in horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 77, 36-42.

Rathbone, A. T., Grosman-Rimon, L., & Kumbhare, D. A. (2017). Interrater agreement of

11. Bibliografía

manual palpation for identification of myofascial trigger points. *The Clinical journal of pain*, 33(8), 715-729.

Reed, R. A., Ursini, T. L., & Valk, N. (2022). Management of Pain. *Manual of Equine Anesthesia and Analgesia*, 450-471.

Ridgway, K. (1999). Acupuncture as a treatment modality for back problems. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 15(1),

Ridgway, K. J. (2005). Diagnosis and treatment of equine musculo-skeletal pain. The role of the complementary modalities: Acupuncture and chiropractic. In *Proceedings of the... annual convention*.

Rivers, W. E., Garrigues, D., Graciosa, J., & Harden, R. N. (2015). Signs and symptoms of myofascial pain: an international survey of pain management providers and proposed preliminary set of diagnostic criteria. *Pain Medicine*, 16(9), 1794-1805.

Rondon-Ramos, A., Martinez-Calderon, J., Diaz-Cerrillo, J. L., Rivas-Ruiz, F., Ariza-Hurtado, G. R., Clavero-Cano, S., & Luque-Suarez, A. (2020). Pain neuroscience education plus usual care is more effective than usual care alone to improve self-efficacy beliefs in people with chronic musculoskeletal pain: a non-randomized controlled trial. *Journal of Clinical Medicine*, 9(7), 2195.

Rios, I. D. P. (2018). Sistema Fascial: Anatomía, biomecánica y su importancia en la fisioterapia. *Movimiento científico*, 12(2), 2-12.

Ruiz, M., Nadador, V., Fernández-Aleantud, J., Hernández-Salván, J., Riquelme, I., & Benito, G. (2007). Dolor de origen muscular: dolor miofascial y fibromialgia. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 14(1), 36-44.

Salom-Moreno, J., Jiménez-Gómez, L., Gómez-Ahufinger, V., Palacios-Ceña, M., Arias-Burúa, J. L., Koppenhaver, S. L., & Fernández-de-Las-Peñas, C. (2017). Effects of low-load exercise on postneedling-induced pain after dry needling of active trigger point in individuals with subacromial pain syndrome. *PM&R*, 9(12), 1208-1216.

Sánchez-Infante, J., Navarro-Santana, M. J., Bravo-Sanchez, A., Jimenez-Diaz, F., &

Abian-Vicen, J. (2021). Is dry needling applied by physical therapists effective for pain in musculoskeletal conditions? A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*, 101(3), pzab070.

Sánchez Romero, E. A., Fernández-Carnero, J., Calvo-Lobo, C., Ochoa Saez, V., Burgos Caballero, V., & Pecos-Martín, D. (2020). Is a combination of exercise and dry needling effective for knee OA?. *Pain Medicine*, 21(2), 349-363.

Sato, N. Y. S., Bastos, B. B. B., Pereira, M. A. A., Campos, K. D. A., Ambrósio, A. M., Formenton, M. R., & Fantoni, D. T. (2020). Myofascial Pain Syndrome, myofascial trigger points and trigger points in veterinary medicine: a review. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 57(2), 1-9.

Srbely, J. Z., Dickey, J. P., Lee, D., & Lowerison, M. (2010). Dry needle stimulation of myofascial trigger points evokes segmental anti-nociceptive effects. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 42(5), 463-468

Sciotti, V. M., Mittak, V. L., DiMarco, L., Ford, L. M., Plezbert, J., Santipadri, E., ... & Ball, K. (2001). Clinical precision of myofascial trigger point location in the trapezius muscle. *Pain*, 93(3), 259-266.

Segura-Pérez, M., Hernández-Criado, M. T., Calvo-Lobo, C., Vega-Piris, L., Fernández-Martín, R., & Rodríguez-Sanz, D. (2017). A multimodal approach for myofascial pain syndrome: A prospective study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 40(6), 397-403.

Serrano-Muñoz, D., Gómez-Soriano, J., Ávila-Martín, G., Galán-Arriero, I., Romero-Muñoz, L. M., Taylor, J. S., & Barriga-Martín, A. (2016). Sensibilización central al dolor en pacientes con síndrome del latigazo cervical: una revisión. *Revista Latinoamericana de Cirugía Ortopédica*, 1(3), 102-107.

Shah, J. P., Phillips, T., Danoff, J. V., & Gerber, L. H. (2003). A novel microanalytical technique for assaying soft tissue demonstrates significant quantitative biochemical differences in 3 clinically distinct groups: normal, latent, and active. 1. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(9), E4.

11. Bibliografía

Shah, J. P., Phillips, T. M., Danoff, J. V., & Gerber, L. H. (2005). An in vivo microanalytical technique for measuring the local biochemical milieu of human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 99(5), 1977-1984.

Shah JP, Danoff JV, Desai MJ, Parikh S, Nakamura LY, Phillips TM, and Gerber LH, Biochemicals associated with pain and inflammation are elevated in sites near to and remote from active myofascial trigger points. *Arch Phys Med Rehabil*, 89(1): 16-23, 2008.

Schoen, A. M. (2000). Equine acupuncture: incorporation into lameness diagnosis and treatment. In *AAEP Proc* (Vol. 46, pp. 80-83).

Schultz, R. M., & Elbrønd, V. S. (2018). Novel dissection approach of equine back muscles: new advances in anatomy and topography-and comparison to present literature. *SPG BioMed*, 1(1), e13.

Simons, D. G., & Stolov, W. C. (1976). Microscopic features and transient contraction of palpable bands in canine muscle. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 55(2), 65-88.

Simons, D. G., & Dexter, J. R. (1995). Comparison of local twitch responses elicited by palpitation and needling of myofascial trigger points. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 3(1), 49-61.

Simons DG, Mense S, Understanding and measurement of muscle tone as related to clinical muscle pain. *Pain* 75(1): p. 1-17, 1998.

Simons DG, Travell JG, Simons LS. Travell and Simons' Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual. Vol. 1. 2nd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1999.

Simons, DG (1999). Diagnostic criteria of myofascial pain caused by trigger points. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 7(1-2), 111-120.

Simons, D. G. (2005). Revisión de los enigmáticos puntos gatillo miofasciales como causa habitual de dolor y disfunción musculoesqueléticos enigmáticos. *Fisioterapia*, 27(2), 103-120.

Simons DG. New views of myofascial trigger points: etiology and diagnosis. Arch Phys Med Rehabil 2008;89:157–9.

Simons DG, Travell JG, Simons L. Myofascial Pain and Dysfunction. The Trigger Point Manual. 3th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.

Sikdar S, et al. Novel Applications of Ultrasound Technology to Visualize and Characterize Myofascial Trigger Points and Surrounding Soft Tissue Arch Phys Med Rehabil. 2009;90:1829-38

Sikdar S, Ortiz R, Gebreab T, Gerber LH, Shah JP, Understanding the vascular environment of myofascial trigger points using ultrasonic imaging and computational modeling. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 1: 5302-5, 2010.

Sluka, K. A., Radhakrishnan, R., Benson, C. J., Eshcol, J. O., Price, M. P., Babinski, K., ... & Wilson, S. P. (2007). ASIC3 in muscle mediates mechanical, but not heat, hyperalgesia associated with muscle inflammation. Pain, 129(1-2), 102-112.

Sneddon, L. U., Elwood, R. W., Adamo, S. A., & Leach, M. C. (2014). Defining and assessing animal pain. Animal behaviour, 97, 201-212.

Solís, J. C. (2014). Síndrome de dolor miofascial, diagnóstico y tratamiento. Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica, 71(612), 683-689.

Srbely, J. Z., Dickey, J. P., Lee, D., & Lowerison, M. (2010). Dry needle stimulation of myofascial trigger points evokes segmental anti-nociceptive effects. Journal of rehabilitation medicine, 42(5), 463-468

Stephan, G., Huang, L., Tang, Y. et al (2018). The ASIC3/P2X3 cognate receptor is a pain-relevant and ligand-gated cationic channel. Nat Commun 9, 1354.

Stern, D. N. (1990). *Diary of a baby: What your child sees, feels, and experiences*. Basic Books

Stokke, B. R. (2017). Longitudinal stretching, a training method for horses: effect on behaviour, gait quality, mechanical nociceptive threshold, and pain sensitivity (Master's

11. Bibliografía

thesis, Norwegian University of Life Sciences, Ås).

Story, M. R., Haussler, K. K., Nout-Lomas, Y. S., Aboellail, T. A., Kawcak, C. E., Barrett, M. F., ... & McIlwraith, C. W. (2021). Equine cervical pain and dysfunction: pathology, diagnosis and treatment. *Animals*, 11(2), 422.

Sullivan, K. A., Hill, A. E., & Haussler, K. K. (2008). The effects of chiropractic, massage and phenylbutazone on spinal mechanical nociceptive thresholds in horses without clinical signs. *Equine Veterinary Journal*, 40(1), 14-20.

Sutton, G. A., Paltiel, O., Soffer, M., & Turner, D. (2013). Validation of two behaviour-based pain scales for horses with acute colic. *The veterinary journal*, 197(3), 646-650.

Tabor, G., & Williams, J. (2018). The use of outcome measures in equine rehabilitation. *The Veterinary Nurse*, 9(9), 497-500.

Tabor, G., Nankervis, K., Fernandes, J., & Williams, J. (2020). Generation of domains for the equine musculoskeletal rehabilitation outcome score: Development by expert consensus. *Animals*, 10(2), 203.

Taffarel, M. O., Luna, S. P. L., de Oliveira, F. A., Cardoso, G. S., Alonso, J. D. M., Pantoja, J. C., ... & Murrell, J. C. (2015). Refinement and partial validation of the UNESP-Botucatu multidimensional composite pain scale for assessing postoperative pain in horses. *BMC veterinary research*, 11(1), 1-12.

Tangjitjaroen, W., Shmalberg, J., Colahan, P. T., & Xie, H. (2009). Equine acupuncture research: an update. *Journal of Equine Veterinary Science*, 29(9), 698-709.

Taylor, P. M., Pascoe, P. J., & Mama, K. R. (2002). Diagnosing and treating pain in the horse: Where are we today?. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 18(1), 1-19.

Téllez-García, M., de-la-Llave-Rincón, A. I., Salom-Moreno, J., Palacios-Ceña, M., Ortega-Santiago, R., & Fernández-de-Las-Peñas, C. (2015). Neuroscience education in addition to trigger point dry needling for the management of patients with mechanical chronic low back pain: a preliminary clinical trial. *Journal of bodywork and movement therapies*, 19(3), 464-472

Tesarz, J., Schuster, A. K., Hartmann, M., Gerhardt, A., & Eich, W. (2012). Pain perception in athletes compared to normally active controls: a systematic review with meta-analysis. *Pain*, 153(6), 1253-1262.

Travell, J., & Rinzler, S. H. (1952). The myofascial genesis of pain. *Postgraduate medicine*, 11(5), 425-434.

Tokuriki, M., Ohtsuki, R., KAI, M., Hiraga, A., Oki, H., Miyahara, Y., & Aoki, O. (1999). EMG activity of the muscles of the neck and forelimbs during different forms of locomotion. *Equine Veterinary Journal*, 31(S30), 231-234.

Valiente-Castrillo, P., Martín-Pintado-Zugasti, A., Calvo-Lobo, C., Beltran-Alacreu, H., & Fernández-Carnero, J. (2021). Effects of pain neuroscience education and dry needling for the management of patients with chronic myofascial neck pain: a randomized clinical trial. *Acupuncture in Medicine*, 39(2), 91-105.

Van Breda, E. (2006). A nonnatural head–neck position (Rollkur) during training results in less acute stress in elite, trained, dressage horses. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 9(1), 59-64.

Van Loon, J. P., & Van Dierendonck, M. C. (2015). Monitoring acute equine visceral pain with the Equine Utrecht University Scale for Composite Pain Assessment (EQUUS-COMPASS) and the Equine Utrecht University Scale for Facial Assessment of Pain (EQUUS-FAP): a scale-construction study. *The Veterinary Journal*, 206(3), 356-364.

Van Loon, J. P. A. M., & Van Dierendonck, M. C. (2018). Objective pain assessment in horses (2014–2018). *The Veterinary Journal*, 242, 1-7.

Van Loon, J. P., & Macri, L. (2021). Objective assessment of chronic pain in horses using the Horse Chronic Pain Scale (HCPS): A scale-construction study. *Animals*, 11(6), 1826.

Van Weeren, P. R. (2013). About Rollkur, or low, deep and round: Why Winston Churchill and Albert Einstein were right. *The Veterinary Journal*, 196(3), 290-293.

Varcoe-Cocks, K., Sagar, K. N., Jeffcott, L. B., & McGowan, C. M. (2006). Pressure

11. Bibliografía

algometry to quantify muscle pain in racehorses with suspected sacroiliac dysfunction. *Equine veterinary journal*, 38(6), 558-562.

Vázquez-Justes, D., et al. "Análisis de la efectividad de la técnica de punción seca en cefaleas: revisión sistemática." *Neurología* 37.9 (2022): 806-815.

Veenman, P. (2006). Animal physiotherapy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10(4), 317-327.

Velasco, M. (2019). Dolor musculoesquelético: fibromialgia y dolor miofascial. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(6), 414-427.

Von Borstel, U. U., Duncan, I. J. H., Shoveller, A. K., Merckes, K., Keeling, L. J., & Millman, S. T. (2009). Impact of riding in a coercively obtained Rollkur posture on welfare and fear of performance horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 116(2-4), 228-236.

Vulfsons, S., Ratmansky, M., & Kalichman, L. (2012). Trigger point needling: techniques and outcome. *Current Pain and Headache Reports*, 16(5), 407-412.

Vulfsons, S., & Minerbi, A. (2020). The case for comorbid myofascial pain—A qualitative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 5188.

Wall, R. (2014). Introduction to myofascial trigger points in dogs. *Topics in Companion Animal Medicine*, 29(2), 43-48.

Wathan, J., Burrows, A. M., Waller, B. M., & McComb, K. (2015). EquiFACS: the equine facial action coding system. *PLoS One*, 10(8), e0131738.

Wijnberg, I. D., Van Der Kolk, J. H., Franssen, H., & Breukink, H. J. (2003). Needle electromyography in the horse compared with its principles in man: a review. *Equine Veterinary Journal*, 35(1), 9-17.

Wijnberg, I. D., Back, W., De Jong, M., Zuidhof, M. C., Van Den Belt, A. J. M., & Van der Kolk, J. H. (2004). The role of electromyography in clinical diagnosis of neuromuscular locomotor problems in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 36(8), 718-722.

Wijnberg, I. D., Sleutjens, J., Van Der Kolk, J. H., & Back, W. (2010). Effect of head and neck position on outcome of quantitative neuromuscular diagnostic techniques in Warmblood riding horses directly following moderate exercise. *Equine Veterinary Journal*, 42, 261-267.

Wijnberg, I. D., & Franssen, H. (2016). The potential and limitations of quantitative electromyography in equine medicine. *The Veterinary Journal*, 209, 23-31.

Williams, J. M. (2018). Electromyography in the horse: a useful technology?. *Journal of Equine Veterinary Science*, 60, 43-58.

Xie, P., Qin, B., Song, G., Zhang, Y., Cao, S., Yu, J., ... & Zheng, H. (2016). Microstructural abnormalities were found in brain gray matter from patients with chronic myofascial pain. *Frontiers in Neuroanatomy*, 10, 122.

Ylinen, J., Nykänen, M., Kautiainen, H., & Häkkinen, A. (2007). Evaluation of repeatability of pressure algometry on the neck muscles for clinical use. *Manual Therapy*, 12(2), 192-197.

Zhang, M., Jin, F., Zhu, Y., & Qi, F. (2020). Peripheral FGFR1 regulates myofascial pain in rats via the PI3K/AKT pathway. *Neuroscience*, 436, 1-10.

Zimmerman, M. (1986). Physiological mechanisms of pain and its treatment. *Klinische Anaesthesiol Intensivether*, 32, 1-19.

IMAGENES

Página

1. Gerwin, R. D., Dommerholt, J., & Shah, J. P. (2004). An expansion of Simons' integrated hypothesis of trigger point formation. *Current pain and headache reports*, 8(6), 468-475. **28**

2. Ball, A., Perreault, T., Fernández-de-Las-Peñas, C., Agnone, M., & Spennato, J. (2022). Ultrasound confirmation of the multiple loci hypothesis of the myofascial trigger point and the diagnostic importance of specificity in the elicitation of the local twitch response. *Diagnostics*, 12(2), 321. **30**

11. Bibliografía

3. Simons, D. G., & Stolov, W. C. (1976). Microscopic features and transient contraction of palpable bands in canine muscle. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 55(2), 65-88. **38**
4. Gleerup, K. B., & Lindegaard, C. (2016). Recognition and quantification of pain in horses: A tutorial review. *Equine Veterinary Education*, 28(1), 47-57. **40**
5. Dalla Costa, E., Minero, M., Lebelt, D., Stucke, D., Canali, E., & Leach, M. C. (2014). Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a pain assessment tool in horses undergoing routine castration. *PLoS one*, 9(3), e92281. **41**
6. Haussler, K. K. (2020). Pressure algometry for the detection of mechanical nociceptive thresholds in horses. *Animals*, 10(12), 2195. **42**
7. Macgregor, J., & von Schweinitz, D. G. (2014). Needle electromyographic activity of myofascial trigger points and control sites in equine cleido-brachialis muscle—an observational study. *Acupuncture in Medicine*, 24(2), 61-70. **43**
8. Imagen de la autora. **47**
9. Imagen de la autora. **47**
10. Imagen de la autora. **50**
11. Atlas of the Equine Musculoskeletal System. Ivanna Ruddoc-Lange. 1st Ed. Ivana Ruddoc-Lange 2017. **56**
12. Atlas of the Equine Musculoskeletal System. Ivanna Ruddoc-Lange. 1st Ed. Ivana Ruddoc-Lange 2017. **56**
13. Imagen de la autora. **78**
14. Imagen de la autora. **80**
15. Imagen de la autora. **80**

16. Imagen de la autora.	80
--------------------------	-----------

TABLAS

Tabla 1. Caballos incluidos en el estudio de acuerdo con el sexo.	93
Tabla 2. Caballos incluidos en el estudio de acuerdo con la edad.	93
Tabla 3. Caballos incluidos en el estudio de acuerdo con el peso.	94
Tabla 4. Caballos incluidos en el estudio de acuerdo con la aptitud.	94
Tabla 5. Caballos incluidos en el estudio de acuerdo con el hábitat.	95
Tabla 6. Distribución de los caballos incluidos en el estudio de acuerdo con la hípica.	95
Tabla 7. Detalles de los caballos excluidos en cada hípica.	95
Tabla 8 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio de la algometría del lado izquierdo acuerdo con los factores fijos y su interacción.	97
Tabla 9. Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio de la algometría del lado derecho de acuerdo con los factores fijos y su interacción.	99
Tabla 10 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio de la algometría de acuerdo con los factores fijos y su interacción.	100
Tabla 11 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio de la algometría de acuerdo con los factores fijos y su interacción.	101
Tabla 12 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio de la algometría de acuerdo con los factores fijos y su interacción.	101
Tabla 13. Medias marginales estimadas para los valores de algometría de los caballos del estudio de acuerdo con la interacción de tratamiento por tiempo.	103

Tabla 14 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del FFTS de acuerdo con la interacción de la FFTS y el tiempo. **105**

Tabla 15 . Medias marginales estimadas para los valores de la FFTS de acuerdo con la interacción de la FFTS y el tiempo. **105**

Tabla 16. Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del NSR de acuerdo con los el tiempo. **106**

Tabla 17 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del LTRs izquierdo de acuerdo con los el tiempo. **107**

Tabla 18. Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del LTRs derecho de acuerdo con los el tiempo. **108**

Tabla 19 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del EPF de acuerdo con el tiempo. **109**

Tabla 20 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del Jump Sign izquierdo de acuerdo con el tiempo. **110**

Tabla 21 . Modelo mixto lineal generalizado (GLMM) sobre el valor promedio del Jump Sign derecho de acuerdo con el tiempo. **111**

FIGURAS

Figura 1. Diseño del flujo del estudio. **96**

Figura 2. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para los valores de algometría en el lado izquierdo de los caballos del estudio durante el tiempo. C, control; Tratamiento. **98**

Figura 3. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para los valores de algometría en el lado derecho de los caballos del estudio durante el tiempo. C, control; Tratamiento. **99**

11. Bibliografía

Figura 4. Gráficos de caja mostrando los valores globales promedio (estimados) y los

intervalos de confianza de la media al 95% para los valores de algometría de los caballos del estudio de acuerdo con el tratamiento. C, control; T, tratamiento. **102**

Figura 5. Gráficos de caja mostrando los valores globales promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para los valores de algometría de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. **102**

Figura 6. Gráficos de caja mostrando los valores globales promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para los valores de algometría de los caballos del estudio de acuerdo con la interacción de tratamiento por tiempo. **103**

Figura 7. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para FTTS de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. a-c: letras minúsculas diferentes representan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) por el test de Tukey. **106**

Figura 8. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para FTTS de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. a-c: letras minúsculas diferentes representan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) por el test de Tukey. **107**

Figura 9. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para LTR izq de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. a-c: letras minúsculas diferentes representan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) por el test de Tukey. **108**

Figura 10. Gráficos de caja mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para LTR derecho de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. a-c: letras minúsculas diferentes representan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) por el test de Tukey. **109**

Figura 11. Gráfico mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para EPF de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. **110**

11. Bibliografía

Figura 12. Gráfico mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de

confianza de la media al 95% para Jump Sign de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. 111

Figura 13. Gráfico mostrando los valores promedio (estimados) y los intervalos de confianza de la media al 95% para Jump Sign derecho de los caballos del estudio de acuerdo con el tiempo. 112

12. Abreviaturas

AChE Acetilcolinesterasa

ACh Acetilcolina

AChRs Receptores de acetilcolina

ADP Adenosin difosfato

AE Efectos adversos

AS Asistentes

ASAT Aspartato aminotransferasa

ATP Adenosín trifosfato

BK Bradiquinina

CEEH Comité de Ética de Experimentación en Humana

CEEA Comité de Ética de Experimentación Animal

CGRP Péptido relacionado con el gen de la calcitonina

CK Creatincinasa

CS Sensibilización central

CSP Chartered Society of Physiotherapy

DN Punción seca

DDN Punción seca profunda

EMG Electromiografía

EMB Músculo braquiocefálico equino

EPF Equine Pain Face

FAUs Facial Action Units

FTTS Functional Total Test Score

GC Grupo control

GT Grupo tratamiento

HGS Horse Grimace Scale

HNP4 Posición de hiperflexión cervical

5HT 5-hidroxitriptamina

ICC Coeficiente de correlación intraclase

IP Investigador principal

IASP International Association for the Study of Pain

JS Signo del salto

K+ Potasio

LDH Lactato deshidrogenasa

LTR Respuesta de espasmo local

12. Abreviaturas

MEEP	Potenciales de acción en miniatura
MDC	Mínimo cambio detectable
MPS	Síndrome de dolor miofascial
MP	Dolor miofascial
MRE	Magnetic resonance elastography
MRI	Magnetic resonance imaging
nAChR	Receptores nicotínicos de acetilcolina
NSR	Escala numérica de dolor
PNS	Post needling soreness
PPT	Umbral de dolor a la presión
PS	Sensibilización periférica
PT	Fisioterapeuta
ROM	Rango de movimiento
RP	Dolor referido
SDN	Punción seca superficial
SEA	Actividad eléctrica espontánea
SNC	Sistema nervioso central
SNP	Sistema nervioso periférico
SNS	Sistema nervioso simpático
TA	Tercio anterior
TB	Banda tensa
TP	Tercio posterior
TrPs	Puntos gatillo
TM	Terapia manual
TNF-α	Factor de necrosis tumoral
VGCC	Canales de calcio voltaje dependientes
VSE	Sonoelastografía



13. Anexos

1. Consentimiento informado
2. Apuntes e instrucciones para las asistentes de Tesis.

Anexo 1. Consentimiento Informado

1. Título del proyecto

Efectividad de la punción seca en el tratamiento del dolor local de puntos gatillo en el músculo braquiocefálico equino.

*Por favor, lea detenidamente este documento de consentimiento antes de decidirse a participar en este estudio.

2. Objetivo de la investigación

El propósito de esta investigación es averiguar si la punción seca, una técnica fisioterapéutica indicada para la desactivación de puntos gatillo, es capaz de disminuir o abolir el dolor en el músculo braquiocefálico equino debido a la presencia de dichos puntos. Los puntos gatillo son nódulos hipersensibles a la palpación que se encuentran en bandas tensas musculoesqueléticas. Dichos puntos provocan dolor local, dolor referido, debilidad muscular, disfunción motora y alteración del patrón motor.

3. Implicación de la participación

Se le solicitará, en un principio, datos relativos al caballo; sexo, edad, comportamiento, patologías previas, tipo de entrenamiento y condiciones de estabulación. Además, este consentimiento adjunta una descripción detallada de las características de la intervención (“descripción de la intervención”). Asimismo habrá un apartado donde usted podrá incluir cualquier aspecto que considere importante de su caballo. Se necesitará que el caballo esté en las condiciones previo y post al tratamiento descritas en el documento adjunto “descripción de la intervención.”

13. Anexos

4. Duración

Leer y cumplimentar este consentimiento y el documento anexo tiene una duración de cinco minutos.

5. Riesgos y beneficios

No hay riesgo de ningún tipo desde el punto de vista del tratamiento. Se trata de un tratamiento terapéutico que se realiza con el objetivo de disminuir o abolir el dolor muscular de su caballo. Los riesgos posibles durante la práctica del mismo son los inherentes al manejo del caballo. Por este motivo, se preparará un protocolo de manejo para minimizar estos riesgos. Tanto la examinadora como los asistentes son personal experimentado en el manejo del caballo así como en la aplicación de la técnica.

6. Compensación

En este caso, no está previsto ninguna compensación económica por participar. En todo caso y al ser una técnica terapéutica, el beneficio lo encontraremos por aplicar la técnica al caballo.

7. Confidencialidad

Si decide participar, su identidad se mantendrá confidencial y solamente los miembros del equipo de investigación tendrán acceso a los datos del proyecto. Si fuese el caso que tuviésemos que presentar casos de estudio, nos serviríamos de seudónimos. Además las fotografías se realizarán de cerca y no se fotografiará ninguna marca significativa que permita identificar al caballo. Los investigadores mantendrán este consentimiento informado en un lugar seguro y lo destruirán al cabo de 5 años transcurridos una vez finalizada la investigación.

Cuando el estudio se haya completado y se hagan los análisis de datos, toda la base de datos sera anonimizada y puesta a disposición del resto de investigadores interesados.

8. Voluntariedad de la participación

La participación en este estudio es completamente voluntaria. No hay ninguna penalización por no participar, ni por retirarse del estudio a mitad del mismo.

9. Derecho a retirarse del estudio

Tiene el derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin dar explicaciones ni asumir consecuencias negativas; simplemente tendrá que comunicarlo por cualquier medio. Además de lo anterior, si así lo desea, puede ejercer sus derechos reconocidos por el Reglamento Europeo de Protección de Datos Personales dirigiéndose a Dña. Maria Calatayud Bonilla DNI 24360132G correo electrónico: minuscula@movistar.es) con su solicitud y una fotocopia de su DNI. Las solicitudes para ejercer sus derechos están disponibles en la web de la Oficina de Protección de Datos de la UAB. (<https://www.uab.cat/web/coneix-la-uab/itineraris/proteccio-de-dades/drets-de-les-persones-interessades-1345764799916.html>).

También tiene derecho a presentar reclamaciones ante la autoridad Catalana de Protección de datos (<https://apdcat.gencat.cat/ca/contacte>), y siempre que lo considere necesario puede contactar con el delegado de protección de datos de la UAB (proteccio.dades@uab.cat). En cualquier caso recibirá una respuesta por escrito de la acción realizada en el termino establecido legalmente.

10. Publicación eventual/ reutilización/ otros procesamientos de los datos básicos y periodo de retención

Los datos de investigación serán puestos a disposición de otros investigadores de manera anónima una vez transcurridos cinco años a partir de la finalización del proyecto. Los identificadores personales serán destruidos (o bien: “ alternativamente la información se puede mantener de manera confidencial mediante convenio y con acceso restringido a investigadores que firmen el consentimiento informado.

11. Registro y uso de los testimonios

Estoy de acuerdo que se registre la intervención con objetivos de investigación. Autorizo que se hagan grabaciones en audio y vídeo de las intervenciones que se realicen a mis caballos sin que figure su nombre y sin que se vea su cara ni ninguna marca particular que facilite el reconocimiento del animal. Autorizo al uso de las grabaciones de audio o vídeo con finalidad de divulgación científica, siempre que se articulen mecanismos para preservar la privacidad del propietario y del caballo.

En caso de cualquier duda o consulta puede contactar con:

Maria Calatayud Bonilla

Email: minuscula@movistar.es **Telf** 620931876

Urb. Villas del Tenis 2, Rocafort, 46111 Valencia

Consentimiento

- He leído la información sobre el proyecto de investigación y he tenido la oportunidad de hacer preguntas, las cuales se me han respondido satisfactoriamente.
- Entiendo que la información anónima (sin identificadores personales) de este proyecto será puesta a disposición de otros investigadores un tiempo después de haber finalizado el proyecto.
- Estoy de acuerdo en participar y he recibido una copia de este consentimiento

Nombre del caballo participante

Nombre y apellidos del propietario del caballo/ DNI

Firma y fecha _____

Investigador

Firma y fecha _____

12. Descripción de la intervención

Tal y como se detalla en el consentimiento informado, el objetivo del estudio es investigar si la técnica de la punción seca puede ser efectiva en el tratamiento del dolor del músculo braquiocefálico equino producido por la existencia de puntos gatillo. Los puntos gatillo son nódulos hipersensible a la palpación que se encuentran en bandas tensas musculares y provocan dolor local, dolor referido, debilidad muscular, alteración y disfunción del patrón motor, entre otros.

La punción seca es una técnica de fisioterapia en la cual se introduce una aguja fina, solida, filiforme y estéril con la que se pincha el punto gatillo de manera repetida, hasta conseguir la desactivación del mismo. En humana,, dicha desactivación, provoca la reversión o disminución de los síntomas.

Una vez evaluada la idoneidad del caballo para participar en el proyecto, el procedimiento se realizará de la siguiente manera: después de entrenar, se cepillará/duchará al caballo y se llevará a un lugar tranquilo, con su cabezada de cuadra. Se evaluará el dolor a la palpación de la porción distal del músculo y se medirá el dolor con un algómetro de presión. Una vez medido, se aplicará la técnica y se volverá a medir al caballo inmediatamente después, a las 4h, 24h y 72h. El procedimiento se repetirá con una semana de diferencia durante tres semanas. Asimismo, se solicitará al propietario al principio de cada intervención semanal rellenar un cuestionario funcional y una escala numérica de dolor..

Condiciones pre-tratamiento

- El caballo podrá ser entrenado el mismo día que se va a realizar la intervención, antes de la misma.
- El caballo deberá estar cepillado (duchado, en caso de que haya sudado durante el entrenamiento) antes de la intervención.

13. Anexos

-La intervención se realizara en un lugar tranquilo donde el caballo, con cabezada de cuadra, pueda estar sujeto de un ramal con cierta movilidad.

Cuidados post-tratamiento

-El caballo se paseará de la mano durante diez minutos tras cada sesión de tratamiento.

-El caballo retomará su entrenamiento normal 72h después del tratamiento. Hasta las 72h se entrenará en una posición terapéutica de equilibrio, no se realizarán ejercicios laterales, círculos pequeños, alargamientos al trote, ni ejercicios avanzados de doma (passage, piaffe) con la finalidad de disminuir la actividad del músculo.

-La realización de la técnica no supone riesgo alguno para el caballo. A lo más, puede no estar del todo cómodo con la técnica. En el caso de que el caballo no permitiera la aplicación de la técnica, de manera que se convirtiera en peligroso para el evaluador o el propio caballo, será excluido del estudio. Esto ocurre en casos aislados; por ejemplo, en caballos con aversión a las agujas.

Anexo 2. Apuntes e instrucciones para las asistentes de Tesis

1. El músculo braquiocefálico equino

El músculo braquiocefálico equino junto con otros músculos del cuello (trapezio, omotransverso y esternomandibular) forman el grupo de músculos de la cintura escapular; la primera capa de músculos del cuello que mantienen suspendido el miembro anterior desde cuello y tronco.

Referencias anatómicas

Dividido en dos porciones:

Porción cleidocefálica y porción cleidobrachial.

Origen

Apofisis mastoides (hueso temporal).

Inserción

Cresta del humero, tuberosidad deltoidea.

Inervación

Nervio axilar.

Función

Protracción del miembro anterior.

Lateroflexión y rotación del cuello y de la nuca, si se activa de manera unilateral.

Flexión del cuello y extensión de la nuca, si se activa de manera bilateral.

Precauciones

Vena yugular, traquea y tronco simpático.

Esófago y arteria carótida.

2. Técnica de DN

-Se pincha la porción del tercio distal del músculo, con un agarre en pinza, paralelo al cuello y evitando el surco yugular.

-Por razones de seguridad, no se pincha por encima de C3.

-La mayoría de los TrPs están situados en el tercio distal del músculo.

-Tamaño de la aguja: 0.30 x 40 mm.

La punción en este músculo proporciona los siguientes beneficios:

-Ayuda al caballo a realizar ejercicios laterales con más flexibilidad.

-Mejora la lateroflexión del cuello.

-Facilita la flexión de la columna cervical.

-Aumenta el rango de movimiento en la protracción del miembro anterior.

-Ayuda al caballo contactar con el hierro de manera adecuada, reduciendo la resistencia del caballo en la mano del jinete.

13. Anexos

3. Cuestionario funcional

-Su caballo se coge al hierro?

Dcho no0/a veces1/si2 Izq no0/a veces1/si2

-Su caballo le pesa en la rienda izquierda?

Dcho no0/a veces1/si2 Izq no0/a veces1/si2

-A su caballo le cuesta realizar ejercicios laterales?

Dcho no0/a veces1/si2 Izq no0/a veces1/si2

-A su caballo le cuesta doblar el cuello?

Dcho no0/a veces1/si2 Izq no0/a veces1/si2

-A su caballo le cuesta flexionar el cuello?

Dcho no0/a veces1/si2 Izq no0/a veces1/si2

-Ha observado una disminución en la amplitud del tranco de la mano?

Dcho no0/a veces1/si2 Izq no0/a veces1/si2

4. Planificación semanal

Días 1/8/15

- Si el caballo tiene que entrenar, lo hará antes de la intervención.

-El caballo se situará y atará en un lugar que sea tranquilo.

-Se cepillará al caballo.

-El propietario rellenará el cuestionario funcional los días 1,8 y 15 de la intervención.

-Toda la intervención se realizará primero del lado izquierdo y luego del lado derecho.

- IP: Localización y palpación del TrP.

- IP: Medición del umbral de dolor a la presión (PPT) hasta reacción* de dolor del caballo.

Cada medición del PPT se medirá siempre 3 veces con un intervalo de 4-5s. El IP mirará la expresión del caballo pero no el resultado del algómetro. La AS registrará el resultado de la algometría en la ficha del caballo.

Reacción*

- La AS registrará la existencia del JS con 0/1 (donde 0 es no y 1 es si).
- La AS registrará la EPF con 0/1/2 (no0/a veces1/si2).Se valorará con un 1 si se observan 3 o menos rasgos de los siguientes:
 - orejas bajas/asimétricas.
 - ojos angulados.
 - mirada retraída y tensa.
 - Fosas nasales cuadradas.
 - Tensión en el hocico.
 - Tensión en el musculo de la cara.

-IP: Punción seca del TrP. Se pinchará durante 1min.

-AS: Tomará nota del tiempo de la punción y avisará al investigador. Tomará nota del numero de LTRs que se produzcan durante ese minuto.

-Medición IA.

-Se repetirá procedimiento en el otro lado del caballo.

-Medición post4h.

-Se restringirán ejercicios hasta las 72h.

Días 2/9/16 (24h)

- IP: Localización y palpación del TrP.

- IP: Medición del PPT hasta reacción de dolor del caballo.

- AS: Apuntará el resultado del algómetro en la ficha del caballo.

Días 4/11/18 (72h)

- IP: Localización y palpación del TrP.

- IP: Medición del PPT hasta reacción de dolor del caballo.

- AS: Apuntará el resultado del algómetro en la ficha del caballo.

13. Anexos

1ª Semana

Día 1	Día 2 (24h)	Día 3	Día 4 (72h)	Día 5	Día 6	Día 7
-Consentimiento informado -Cuestionario funcional+NRS -entrenamiento pre-intervención -Algometría -Punción seca -Algometría IA -Algometría post 4h	-Algometría -Restringir ejercicios	-Restringir ejercicios	-Algometría	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual

2ª Semana

Día 8	Día 9 (24h)	Día 10	Día 11 (72h)	Día 12	Día 13	Día 14
-Consentimiento informado -Cuestionario funcional+NRS -entrenamiento pre-intervención -Algometría -Punción seca -Algometría IA -Algometría post 4h	-Algometría -Restringir ejercicios	-Restringir ejercicios	-Algometría	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual

3ª Semana

Día 15	Día 16 (24h)	Día 17	Día 18 (72h)	Día 19	Día 20	Día 21
-Consentimiento informado -Cuestionario funcional+NRS -entrenamiento pre-intervención -Algometría -Punción seca -Algometría IA -Algometría post 4h	-Algometría -Restringir ejercicios	-Restringir ejercicios	-Algometría	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual	NADA -Entrenamiento habitual

Horario

Day 1 (Monday) 8:30-17:30h	Day 2 (24h) 8:30-13:30	Day 3	Day 4 (72h) 8:30-13:30	Day 5	Day 6	Day 7
Dia 8 (Monday) 8:30-17:30h	Day 9 (24h) 8:30-13:30	Day 10	Day 11 (72h) 8:30-13:30	Day 12	Day 13	Day 14
Dia 15 (Monday) 8:30-17:30h	Day 16 (24h) 8:30-13:30	Day 17	Day 18 (72h) 8:30-13:30	Day 19	Day 20	Day 21

5. Bibliografía

Altug, M. E., & Tas, A. (2010). The effects of peroneus longus trigger point stimulation on the pain threshold in dogs. *The Indian Veterinary Journal*.

Ashley, F. H., Waterman-Pearson, A. E., & Whay, H. R. (2005). Behavioural assessment of pain in horses and donkeys: application to clinical practice and future studies. *Equine veterinary journal*, 37(6), 565-575.

Bowen, A. G., Goff, L. M., & McGowan, C. M. (2017). Investigation of Myofascial Trigger Points in Equine Pectoral Muscles and Girth-Aversion Behavior. *Journal of Equine Veterinary Science*, 48, 154-160.

Bussièrès, G., Jacques, C., Lainay, O., Beauchamp, G., Leblond, A., Cadoré, J. L., ... & Troncy, E. (2008). Development of a composite orthopaedic pain scale in horses. *Research in veterinary science*, 85(2), 294-306

Calatayud-Bonilla, M., Resano-Zuazu, M., Segura-Ortí, E. (2018) "Pressure pain threshold to evaluate myofascial pain in the equine brachiocephalicus muscle: a reliability study" POster presented at: III Congreso Internacional de Fisioterapia Invasiva. Museo de las Ciencias Principe Felipe, Valencia.

13. Anexos

Calatayud-Bonilla, M. (2018). Protocolo de valoración musculoesquelética para el diagnóstico y tratamiento fisioterapéutico del dolor miofascial en el paciente equino. Comunicación oral presentada en: 15 Congreso Internacional de Estudiantes, Universidad Cardenal Herrera-CEU, Valencia, España.

Calatayud-Bonilla M., Resano-Zuazu M., Segura-Orti E. (2018). Intrarater reliability in locating myofascial trigger point in the equine brachiocephalicus muscle. Poster presented at: 28th Physiotherapy Symposium EUF ONCE. Fascia Scientific Advances. Madrid, Spain.

Calatayud-Bonilla, M. (Febrero 2019). A Royal History of Animal Physiotherapy. <https://history.physio/a-brief-history-of-animal-physiotherapy/>

Calatayud-Bonilla, M., Resano-Zuazu, M., Segura-Ortí, E. (2019) Pain pressure thresholds for evaluating myofascial pain in the equine brachiocephalicus muscle. *Revista Fisioterapia Invasiva/Journal of Invasive Techniques in Physical Therapy*, 2(02), 114-114.

Calatayud-Bonilla, M., Resano-Zuazu, M., Prades, M. (2020) Painful response to trigger points palpation in the equine brachiocephalicus muscle: a preliminary study. Poster presented at: 30 Jornadas de Fisioterapia de la ONCE: Síndrome de dolor miofascial y puntos gatillo miofasciales: 20 años de evolución; 2020 Marzo 6-7; Madrid.

Dalla Costa, E., Minero, M., Lebelt, D., Stucke, D., Canali, E., & Leach, M. C. (2014). Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a pain assessment tool in horses undergoing routine castration. *PLoS one*, 9(3), e92281.

De Heus, P., Van Oossanen, G., Van Dierendonck, M. C., & Back, W. (2010). A pressure algometer is a useful tool to objectively monitor the effect of diagnostic palpation by a physiotherapist in warmblood horses. *Journal of equine veterinary science*, 30(6), 310-321.

Dyson, S., Berger, J. M., Ellis, A. D., & Mullard, J. (2017). Can the presence of musculoskeletal pain be determined from the facial expressions of ridden horses (FEReq)? *Journal of veterinary behavior*, 19, 78-89.

Gleerup, K. B., & Lindegaard, C. (2016). Recognition and quantification of pain in horses: A tutorial review. *Equine Veterinary Education*, 28(1), 47-57.

Goff, L. (2016). Physiotherapy Assessment for the Equine Athlete. *The Veterinary clinics of North America. Equine practice*, 32(1), 31-47.

Haussler, K. K., & Erb, H. N. (2003, November). Pressure algometry: objective assessment of back pain and effects of chiropractic treatment. In *Proc. Am. Ass. equine Practnrs* (Vol. 49, pp. 66-70).

Haussler, K. K., & Erb, H. N. (2006). Mechanical nociceptive thresholds in the axial skeleton of horses. *Equine veterinary journal*, 38(1), 70-75

Macgregor, J., & von Schweinitz, D. G. (2006). Needle electromyographic activity of myofascial trigger points and control sites in equine cleido-brachialis muscle—an observational study. *Acupuncture in Medicine*, 24(2), 61-70.

Sato, N. Y. S., Bastos, B. B. B., Pereira, M. A. A., Campos, K. D. A., Ambrósio, A. M., Formenton, M. R., & Fantoni, D. T. (2020). Myofascial Pain Syndrome, myofascial trigger points and trigger points in veterinary medicine: a review. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 57(2), 1-9.

