

RODRIGO RIBEIRO BARSANTI

**ANÁLISE DESCRITIVA DO SINAL ELETROMIOGRÁFICO DOS MÚSCULOS
LONGUÍSSIMO DORSAL, RETO ABDOMINAL E GLÚTEO MÉDIO DE
EQUINOS DURANTE A REALIZAÇÃO DE MANOBRAS UTILIZADAS PARA
ATIVÇÃO DO CORE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós- Graduação em
Medicina Veterinária, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

B282a
2019 Barsanti, Rodrigo Ribeiro, 1986-
Análise descritiva do sinal eletromiográfico dos músculos
longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio de equinos
durante a realização de manobras utilizadas para ativação do
core / Rodrigo Ribeiro Barsanti. – Viçosa, MG, 2019.
vi, 60 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Brunna Patrícia Almeida da Fonseca.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Equinos - Exercícios físicos. 2. Eletromiografia.
3. Estabilidade. 4. Articulações - Amplitude do movimento.
5. Exercícios de aquecimento. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Veterinária. Programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária. II. Título.

CDD 22. ed. 636.1

RODRIGO RIBEIRO BARSANTI

**ANÁLISE DESCRITIVA DO SINAL ELETROMIOGRÁFICO DOS MÚSCULOS
LONGUÍSSIMO DORSAL, RETO ABDOMINAL E GLÚTEO MÉDIO DE
EQUINOS DURANTE A REALIZAÇÃO DE MANOBRAS PARA ATIVAÇÃO
DO CORE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de maio de 2019.



Amanda Piaia Silvatti



Vanessa Guedes Pereira



Brunna Patrícia Almeida da Fonseca
(Orientadora)

SUMÁRIO

RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Core Equino	2
2.1.1 Anatomia Funcional do Core Equino	2
2.1.2 Músculos do Core Equino	9
2.2 Dor e Disfunção Toracolombar	13
2.3 Manobras para ativação do core equino	16
2.3.1 Estímulos Reflexivos	20
2.3.2 Manobras de equilíbrio	21
2.4 Eletromiografia	23
3. REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO 1	31
RESUMO	31
ABSTRACT	32
INTRODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS	34
Experimentação animal	34
Animais	35
Método de avaliação	35
Variáveis experimentais	38
Manobras	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59

RESUMO

BARSANTI, Rodrigo Ribeiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2019. **Análise descritiva do sinal eletromiográfico dos músculos longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio de equinos durante a realização de manobras utilizadas para ativação do core.** Orientadora: Brunna Patrícia Almeida da Fonseca.

Protocolos de treinamento bem elaborados são de suma importância para a saúde física e psíquica dos equinos, pois a partir de um condicionamento físico adequado é possível prevenir lesões e evitar recidivas. No entanto, grande parte dos animais é treinada empiricamente. Por isso, este trabalho tem como um de seus objetivos difundir a importância do core equino, desde a anatomia, funcionalidade e biomecânica, até a descrição de manobras destinadas para ativação da musculatura do core equino recomendadas para prevenção de lesões e disfunções do esqueleto axial do animal. Além disso, também aborda a técnica de eletromiografia, pois, essa permite a análise da ativação muscular durante diferentes atividades, sendo amplamente utilizada em pesquisas para estudar determinada atividade física ou movimento na busca do melhor entendimento da biomecânica de diversas espécies animais. Nessa linha de pesquisa, o artigo científico fruto deste trabalho de mestrado buscou por meio da eletromiografia de superfície descrever as ocorrências, durações e sequências temporais da atividade muscular do longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio durante a realização das manobras reflexivas de flexão toracolombar, flexão lombar e lombossacra, flexão global (toracolombar e lombossacra) e tração de cauda. As manobras para ativação do core equino podem ser praticadas com cavalos de diferentes raças e faixas etárias, porém deve-se respeitar sempre o limite de cada indivíduo. As manobras de flexão toracolombar, flexão lombar e lombossacra, flexão global e tração de cauda são descritas detalhadamente no intuito de difundir essas técnicas e proporcionar bem-estar ao conjunto praticante. Serão revisadas informações como abordagem para realização das manobras, número de repetições, tempo de manutenção e evolução de cada atividade. Com relação à musculatura, o foco é no longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio. Já que as manobras descritas nesta revisão provocam principalmente flexão do

dorso e da articulação lombossacra dos equinos, movimentos influenciados pela ativação muscular bilateral dos mesmos. No intuito de confirmar ou refutar essa premissa, o capítulo 1 é reservado ao experimento base, no qual sete equinos adultos e hípidos de três raças, realizaram cinco repetições destes movimentos clássicos para ativar o core equino com permanência na posição final por cinco segundos. Para análise descritiva, a atividade muscular foi capturada com a utilização de sensores eletromiográficos superficiais fixados de maneira não invasiva em regiões cutâneas de cada músculo de interesse. Cada animal realizou a sequencia completa de manobras enquanto que a ativação muscular foi coletada com a utilização da técnica de eletromiografia de superfície, possibilitando uma análise descritiva. Após a coleta, as melhores repetições de cada animal foram selecionadas e submetidas a tratamento matemático no software MatLab para confecção leitura e interpretação dos resultados. Depois de tabuladas, as variáveis eletromiográficas foram descritas quanto à ocorrência ou ausência de ativação muscular, duração média das atividades eletromiográficas maiores que a raiz quadrada do valor quadrático médio (RMS: *root mean square*) e distribuição ao longo do tempo da excitação muscular observada ao decorrer de cada manobra. Após análise dos resultados, foi constatado que estas manobras ativaram de maneira pontual e transitória os músculos longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio, ratificando a capacidade dessas manobras em excitar a musculatura do core equino. Porém, a falta de padronização das respostas musculares, ou seja, houve variações na ocorrência de ativação, duração média e sequência temporal, sugere que para melhores benefícios da prática desta atividade seja recomendado realizar maior número de repetições com permanência na posição final por mais tempo do que cinco segundos para ativar mais músculos do core equino.

ABSTRACT

BARSANTI, Rodrigo Ribeiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2019. **Descriptive electromyography's signals analysis of equine longissimus dorsi, rectus abdominus and gluteus medius muscles during maneuvers used to activate the core.** Adviser: Brunna Patrícia Almeida da Fonseca.

Well-designed training protocols are important for the physical and psychic health of equines, because with an adequate physical conditioning it is possible to avoid injuries and recurrences. However, most animals are trained empirically. Thus, this study aims to diffuse the importance of the equine core, since anatomy, functionality and biomechanics, until the description of maneuvers designed to activate equine's core muscles, recommended for the prevention of injuries and dysfunctions of the animal axial skeleton. In addition, it approaches the electromyography technique, since it allows the analysis of muscle activation during different activities, being widely used in research to study a particular physical activity or movement and contribute to a better understanding of the biomechanics of several animal species. In this research line, the scientific article resulting from this masters sought surface electromyography to describe the occurrences, durations and temporal sequences of longissimus dorsi, rectus abdominus and gluteus muscle activity during reflective maneuvers of thoracolumbar flexion, lumbar and lumbosacral flexion, global flexion (thoracolumbar and lumbosacral) and tail traction. Maneuvers to activate the equine's core can be practiced with horses of different breeds and age groups, but always respecting the limit of each individual. The maneuvers of thoracolumbar flexion, lumbar and lumbosacral flexion, global flexion (thoracolumbar and lumbosacral) and tail traction will be described in detail in the intuition of spreading these techniques and providing well-being of the practitioners. Will be describes information about how to approach and perform the maneuvers, number of repetitions, maintenance time and evolution of each activity. The focus musculature will be about longissimus dorsi, rectus abdominus and gluteus medius. Because, the maneuvers described in this review mainly provoke flexion of the back and lumbosacral articulation from horses, and these movements are

influenced by bilateral muscular activation of those. To confirm or refute this premise, Chapter 1 is reserved for the base experiment in which seven healthy three-breed adult horses performed five repetitions of these classic movements to activate the equine core permanently in the final position for five seconds. For descriptive analysis, muscle activity was captured using non-invasive fixed superficial electromyographic sensors in skin regions of each muscle of interest. Each animal performed the complete sequence of maneuvers while muscle activation was collected using the surface electromyography technique, enabling a descriptive analysis. After collection, the best repetitions of each animal were selected and submitted to mathematical treatment in MatLab software for reading and interpretation of results. After tabulation, the electromyographic variables were described about the occurrence or absence of muscle activation, mean duration of electromyographic activities greater than the square root mean square (RMS) value and distribution over time of muscle excitation observed at each maneuver. From the analysis of the results, it was found that these maneuvers punctually and transiently activated the longissimus dorsi, rectus abdominus and gluteus medius muscles, confirming the ability of these maneuvers to excite the equine core muscles. However, the lack of standardization of muscle responses, i.e., there were variations in the occurrence of activation, mean duration and temporal sequence, suggests that for better benefits of the practice of this activity it is recommended to perform more repetitions with permanence in the final position longer than five seconds to activate more equine core muscles.

1. INTRODUÇÃO

Existe uma tendência de que quando ocorre difusão de algum esporte ou raça equestre aumente a necessidade de aprimorar métodos de aquecimento, ativação, fortalecimento e alongamento muscular para melhorar o desempenho atlético do conjunto em provas, prevenir lesões e auxiliar na recuperação de equinos em reabilitação.

O condicionamento físico adequado aumenta a estabilidade e força da coluna, auxiliando na manutenção do equilíbrio e da postura, sendo conseqüentemente benéfico para o desempenho atlético e bem-estar animal. Além disso, a manutenção do equilíbrio e flexibilidade da musculatura é importante para minimizar riscos de lesões em tecidos moles (HIGGINS, 2012).

A realização de manobras específicas tem o intuito de ativar músculos superficiais e profundos do tórax, abdômen, pelve e da coluna, ou seja, do esqueleto axial. Na prática desse tipo de atividade busca-se minimizar a sobrecarga gerada pelo peso do cavaleiro e diminuir o risco de lesões. Além disso, estas manobras podem ser prescritas para casos de recuperação, já que devido a sua especificidade podem ser capazes de ativar grupos musculares fracos ou lesionados (HIGGINS, 2011).

Existem casos, que a causa da claudicação não está localizada nos membros, mas sim associado às dores toracolombares. Por isso, manobras para aquecimento dessa região vertebral tem o objetivo de promover ativação de grupos musculares fundamentais para a locomoção equilibrada do equino, diminuindo o risco de lesões. Haja vista, que conferem estabilidade e flexibilidade à coluna, além de participar na condução da energia gerada pelos membros pélvicos (WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

Para melhor proveito e possíveis aprimoramentos dessas manobras para ativação do core equino, a eletromiografia de superfície (EMGs) é uma opção para análise do sistema neuromuscular durante a realização destes movimentos, já que é uma técnica utilizada para pesquisas esportivas e de reabilitação em humanos (VALENTIN; ZSOLDOS, 2016; VIGOTSKY et al., 2018).

Apesar de Stubbs e colaboradores em 2011 terem realizado estudos sobre a hipertrofia do músculo multifidus após protocolos de fortalecimento, a atividade

eletromiográfica ainda não foi analisada durante manobras para ativar músculos do core equino (VALENTIN; ZSOLDOS, 2016).

Visto que por ser uma técnica não invasiva e sem fio, a eletromiografia de superfície via *wireless* permiti mensurar a ativação de músculos durante a movimentação dos animais, ou seja, é possível descrever a atividade muscular durante a realização de manobras para ativação do core equino possibilitando a comprovação científica dos benefícios da prática a partir da descrição e análise dos dados eletromiográficos.

Nesse sentido, esta revisão tem como objetivo difundir o conhecimento sobre a importância do core equino, desde a anatomia, compreendendo sua funcionalidade e biomecânica, alterações proveniente de dores e disfunções até a descrição de manobras destinadas para ativação de importantes músculos do core equino.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Core Equino

O core equino é a interação do esqueleto axial com tecidos moles de origem e inserção próximos a esse núcleo de estabilidade do animal, que inclui ligamentos espinhais, musculatura proximal dos membros, e principalmente a epaxial e hipaxial, que influenciam a postura do equino em estação e movimento (CLAYTON, 2016).

2.1.1 Anatomia Funcional do Core Equino

A anatomia funcional compreende justamente o estudo do movimento e da atividade física, que auxilia no entendimento de como a biomecânica dos equinos acontece e traz à tona as inúmeras interações funcionais entre diversas estruturas. Com esse tipo de conhecimento, é possível prevenir lesões e prescrever os melhores tratamentos se estas ocorrerem, proporcionando uma vida ativa e saudável aos equinos, sejam esses de alto desempenho ou de companhia e lazer (WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

O esqueleto axial equino é composto pelo crânio, vértebras, costelas e o esterno (Figura 1). As principais funções do esqueleto axial são de proteger órgãos internos, sistema nervoso central, raízes nervosas dorsais e ventrais. Além de fornecer sustentação para funcionalidade do core, ou seja, permitir a interação de ligamentos e músculos com as costelas, corpos e processos vertebrais. Essa relação de tecidos moles e ósseos é imprescindível para movimentação do animal, pois reflete diretamente nas capacidades de flexibilidade e estabilidade do core (SISSON; GROSSMAN, 1986; HAUSSLER, 1999a, 1999b; DYCE; SACK; WENSING, 2010; HIGGINS, 2011).

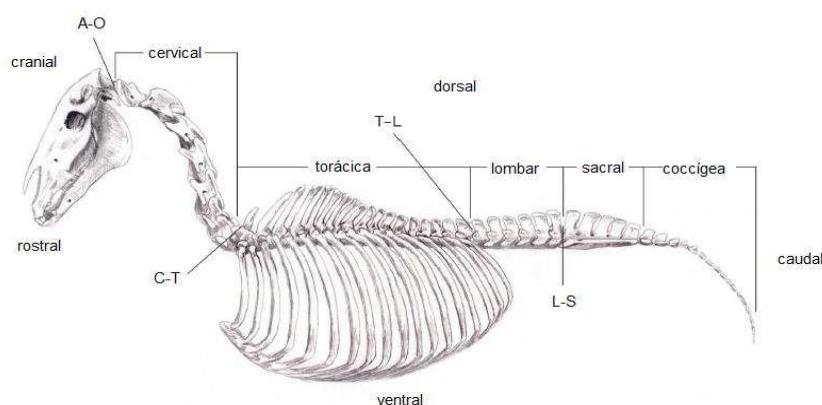


Figura 1: Esqueleto axial equino composto pelo crânio, costelas, esterno e segmentos vertebrais, com destaque para as seguintes transições: atlanto-occipital (A-O), cervico-torácica (C-T), toracolombar (T-L) e lombossacra (L-S). Figura adaptada de Williams e McKenna (2016).

A atuação do esqueleto axial faz-se primordial para manutenção funcional e equilibrada do core equino permitindo alcançar o desempenho atlético máximo do conjunto. Durante as inter-relações entre estruturas passivas, ativas e neurais, desequilíbrios podem comprometer o desempenho e predispor a lesões. Por isso, é importante o condicionamento físico adequado desde o início do treinamento, respeitando cada faixa etária e nível competitivo (WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

A soma do peso da região do crânio e segmento cervical dos equinos pode chegar até 10% do peso total do animal, possibilitando a ação de pêndulo e mudanças no centro de gravidade do animal e conseqüentemente causando importantes implicações no equilíbrio e movimentação do cavalo (HIGGINS, 2011).

Nos equinos o segmento cervical possui características morfofisiológicas e adaptações que auxiliam na estabilização do dorso permitindo a capacidade do

equino se locomover de modo rápido e eficiente. Para isso, é necessária a interação de estruturas passivas, como as vértebras e o crânio, de tecido conjuntivo, como o ligamento nugal, e da atividade de músculos cervicais (GELLMAN; BERTRAM; HERMANSON, 2002).

O crânio e pescoço atuam nos principais mecanismos de compensação durante o movimento (VAN WEEREN; MCGOWAN; HAUSSLER, 2010), já que, o pescoço realiza importantes movimentos de flexões longitudinais e laterais, assim como de rotação, interferindo no movimento de elevação do dorso pela ventroflexão (MOORE, 2010).

A coluna vertebral do equino é composta normalmente por sete vértebras cervicais, dezoito torácicas, seis lombares, cinco sacrais e de 15 a 21 coccígeas (HAUSSLER, 1999b).

A estabilidade da coluna vertebral sofre influência de três subsistemas divididos de acordo com a função desempenhada por suas estruturas, que podem ser de ação ativa, passiva ou neural. Músculos e tendões atuam de forma ativa, enquanto que vértebras, ligamentos espinhais e discos intervertebrais exercem funções de forma passiva. Já a função neural é exercida pelo sistema nervoso central e receptores ligados à locomoção, localizados nos ligamentos, tendões, músculo e centros de controle neural (PANJABI, 1992).

O subsistema neural determina o que é necessário para a estabilidade da coluna, sendo que, a partir do monitoramento de seus receptores ocorrem os direcionamentos de estímulos para o subsistema ativo, onde músculos e tendões serão estimulados para proporcionar a estabilidade necessária. Essa complexa relação neuromotora somado à contribuição do subsistema passivo promove a estabilidade pélvica e lombar (PANJABI, 1992).

As particularidades anatômicas das vértebras em ação conjunta com ligamentos, músculos e tendões promovem estabilidade e permitem movimentações restritas entre as articulações intervertebrais dos equinos. A maior parte dessa movimentação ocorre na porção cervical, torácica central e articulação lombossacra, porém cada segmento tem singularidades em cada tipo de movimento (Figuras 2, 3 e 4) (HAUSSLER, 1999b; DYCE; SACK; WENSING, 2010; WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

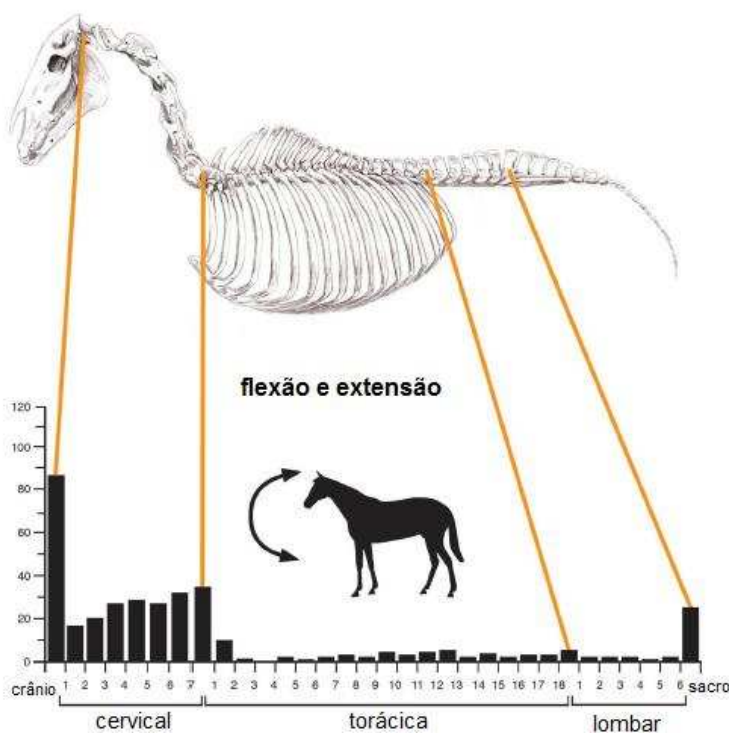


Figura 2: Representação das amplitudes de movimentos intervertebrais do esqueleto axial equino durante flexão e extensão, onde as barras do gráfico representam as capacidades normais em cada articulação intervertebral correspondente. Destaca-se a maior flexibilidade das vértebras cervicais e articulação lombossacra. Figura adaptada de Williams, Mckenna e Clayton (2016).

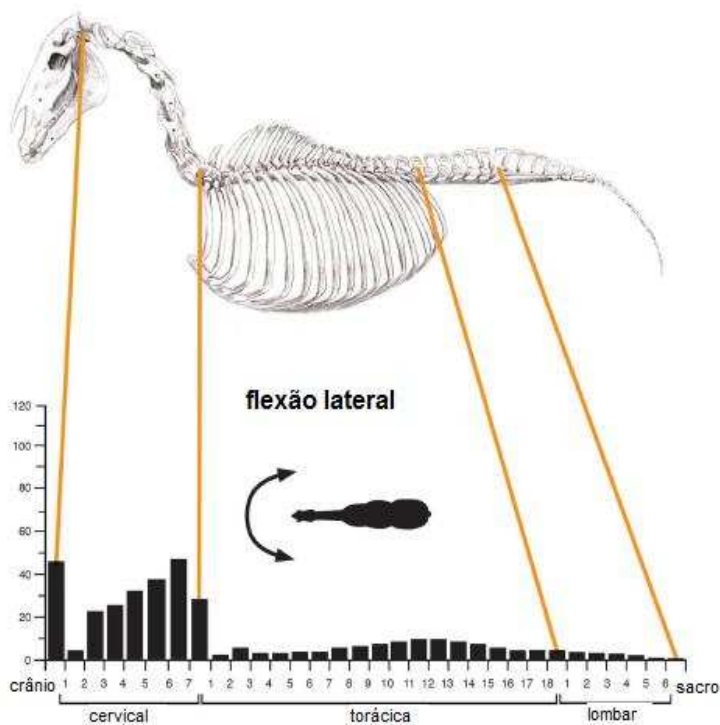


Figura 3: Representação das amplitudes dos movimentos intervertebrais equino durante flexão lateral do esqueleto axial, onde as barras do gráfico representam as capacidades normais em cada articulação intervertebral correspondente. Destaca-se a maior flexibilidade do segmento cervical e das articulações intervertebrais entre a 9ª e 14ª vértebras torácicas. Figura adaptada de Williams, Mckenna e Clayton (2016).

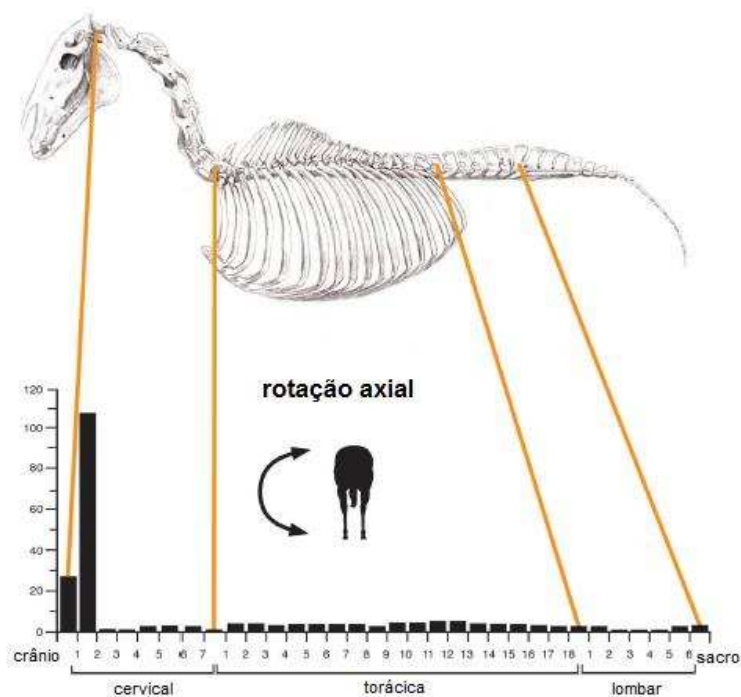


Figura 4: Representação das amplitudes dos movimentos intervertebrais equino durante rotação do esqueleto axial, onde as barras do gráfico representam as capacidades normais em cada articulação intervertebral correspondente. Destaca-se a maior flexibilidade das articulações atlanto-occipital e atlanto-axial. Figura adaptada de Williams, Mckenna e Clayton (2016).

A região toracolombar equina compreende o esqueleto axial desde a primeira vértebra torácica até a sexta e última lombar, ou seja, é o dorso do equino, composto por vértebras, articulações, músculos e ligamentos (HIGGINS, 2011; JANECEK et al., 2014). A região toracolombar do core equino desempenha um papel estrutural e funcional importante no aparato locomotor (VAN WEEREN; MCGOWAN; HAUSSLER, 2010). Sendo que a postura dos equinos em estação e movimento revela muito sobre o seu potencial de funcionalidade e desempenho (WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

A postura dos equinos depende da estabilidade mecânica e funcional da região toracolombar proporcionada pela justaposição das vértebras, a qual é reflexa da interação dos processos articulares e discos intervertebrais, somado a atuação passiva e ativa dos tecidos moles, principalmente da musculatura do core, que a partir do controle neural coordenam as resposta de acordo com forças gravitacionais, inerciais e musculares atuantes no corpo do animal (STUBBS et al., 2011).

Pesquisas revelam que o segmento toracolombar do core atua na transferência de forças biomecânicas entre os membros torácicos e pélvicos,

tanto em animais sadios, quanto em claudicantes ou com lesões de dorso, revelando o papel fundamental dessa região vertebral no desempenho atlético de equinos atletas (VAN WEEREN; MCGOWAN; HAUSSLER, 2010; CLAYTON, 2016).

A anatomia funcional não se restringe apenas a compreensão de como o equino se movimenta, mas envolve também o conhecimento das pressões anatômicas que existem durante a equitação, esportes equestres, englobando desde o treinamento até a competição em si, como casos de treinamento exagerado, lesões, patologias, reabilitação e fisioterapia. O entendimento desse assunto gera impacto no bem-estar de equinos de lazer e companhia, mas principalmente em animais que participam de esportes equestres (WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

O conceito biomecânico da região dorsal dos quadrúpedes sofreu atualizações ao longo do tempo. Provavelmente, a primeira descrição biomecânica da coluna toracolombar de quadrúpedes foi do médico romano Galeno (129-200 d.C.), que segundo Slijper (1946 apud VAN WEEREN; MCGOWAN; HAUSSLER, 2010), comparou a estrutura dorsal dos animais a um teto abaulado para representar a coluna, sendo sustentado por quatro pilares que seriam os membros. Já em meados do século XIX, Bergmann (1848 apud VAN WEEREN; MCGOWAN; HAUSSLER, 2010) cita o conceito da coluna vertebral como ponte sustentada pelos pilares representados pelos membros, que dominou a literatura por algum tempo e introduziu o conceito das estruturas permitirem pequenas movimentações da coluna.

Atualmente, o modelo mais aceito é o de arco e corda, onde o “arco” representa o dorso do animal e a “corda” compreende os tecidos moles hipaxiais, sendo representado, principalmente, pela linha alba, músculo reto abdominal e esterno (Figura 5). Já as costelas, musculatura abdominal lateral, processos espinhosos e conexões ligamentares atuam de maneira indireta e adicional. Esse modelo foi proposto pela primeira vez por Barthez (1798), mas só foi mais aceito quando redescoberto por Slijper (1946) (JEFFCOTT, 1979; DE COCQ; VAN WEEREN; BACK, 2004; GÓMEZ ALVAREZ, 2007; VAN WEEREN; MCGOWAN; HAUSSLER, 2010; CLAYTON, 2016).

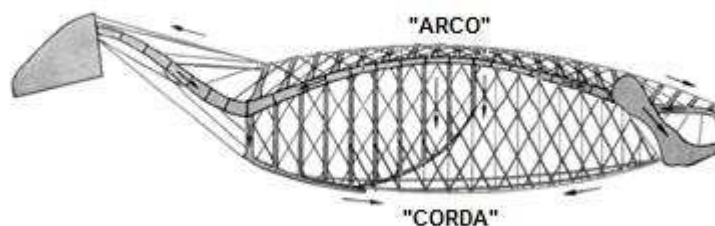


Figura 5: Modelo de "arco e corda" para representar o dorso equino e as forças atuantes (setas) sobre o mesmo segundo Slijper (1946). Sendo o dorso ilustrado representando o "arco", e a interação do osso esterno, linha alba e musculatura ventral caracterizando a "corda". Adaptado de Gómez Alvarez (2007).

Além disso, existem interações entre os membros e o dorso do animal que podem influenciar a tensão no "arco", ou seja, no dorso equino. Isso ocorre devido principalmente à intimidade entre o músculo longuíssimo dorsal e o glúteo médio (Figura 6). Onde a protração dos membros torácicos e retração dos pélvicos promovem dorsoflexão, enquanto que o oposto promove ventroflexão e elevação do dorso, aumentando a tensão no "arco" (JEFFCOTT, 1979; GÓMEZ ALVAREZ et al., 2007).

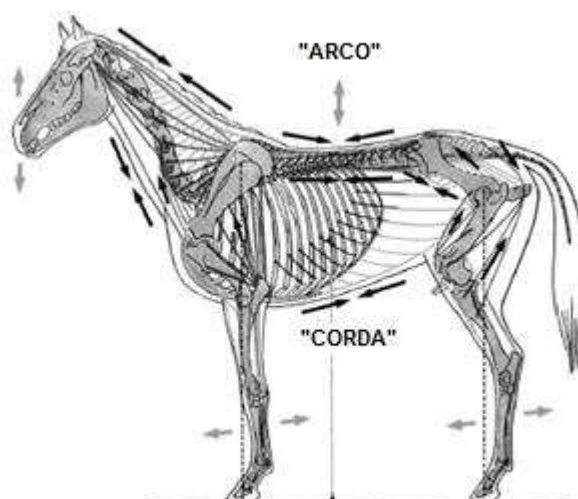


Figura 6: Ilustração das interações entre as estruturas do esqueleto axial e apendicular (membros), influenciando o dorso do animal. Onde as setas escuras representam a ação de músculos e tendões, enquanto às claras indicam possíveis movimentações do crânio e membros interferindo na dinâmica do dorso equino ("arco"). Onde a protração dos membros torácicos e retração dos pélvicos promovem dorsoflexão, enquanto que o oposto promove ventroflexão e elevação do dorso, aumentando a tensão no "arco" Adaptado de Gómez Alvarez (2007).

Deve-se também levar em consideração a influência de outras estruturas que interagem com o a região toracolombar do equino, principalmente durante a flexão e extensão da articulação lombossacra e rotação pélvica sobre a articulação coxofemoral, pois essa interação desloca caudalmente o centro de massa dos equinos durante o movimento (VAN WEEREN; MCGOWAN; HAUSSLER, 2010).

Também existem casos, que desafios adicionais, por causa de posturas complexas, peso, carga ou pressões extras, podem ser contornados pelo controle neural por meio da mudança de recrutamento muscular, estabilizando a coluna temporariamente (PANJABI, 1992).

Em estação, esse tipo de compensação já foi relatado por De Cocq (2004), onde sela com carga extra de 75 Kg causou dorsoflexão maior do que sem o peso extra, sendo que para neutralizar essa lordose momentânea, os equinos aumentam a retração dos membros torácicos a fim de causar ventroflexão e elevação do dorso compensatória e temporária. Por outro lado, têm situações que a má postura é um indício da existência de uma ou mais lesões primárias e, conseqüentemente, disfunção secundária de uma ou mais estruturas, comprometendo a movimentação natural do equino (WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

Em movimento, sabe-se que as lateroflexões e elevação do dorso são afetadas principalmente pelos movimentos do crânio, segmento cervical e membros pélvicos. Além disso, em animais sadios as ações dos músculos responsáveis pela movimentação das articulações escápulo-umeral e coxofemoral são sincronizados com os movimentos do esqueleto axial (CANO et al., 2000).

2.1.2 Músculos do Core Equino

O subsistema ativo do core equino é composto por numerosos músculos epaxiais e hipaxiais, mas a interação exata entre esses músculos para estabilização da coluna do equino é complexa. Sabe-se que, os músculos epaxiais localizam-se dorsalmente aos processos transversos das vértebras e realizam dorsoflexão, quando contraídos bilateralmente. Enquanto que, os músculos hipaxiais estão localizados ventralmente aos processos transversos e quando ativados de forma bilateral promovem ventroflexão (MCGOWAN;

STUBBS; JULL, 2007). Ambos, epaxiais e hipaxiais contribuem para lateroflexão e rotação da coluna, quando ativados unilateralmente (HAUSSLER, 1999b). Os músculos epaxiais possuem inervação proveniente de ramos dorsais dos nervos espinhais, enquanto as origens nervosas dos músculos hipaxiais são dos ramos ventrais (SISSON; GROSSMAN, 1986).

Dentro do grupo de músculos epaxiais estão presentes os músculos espinhoso, longuíssimo dorsal, iliocostal, multífidus e intertransversos lombares (SISSON; GROSSMAN, 1986; MCGOWAN; STUBBS; JULL, 2007). Os músculos multífidus, sacrocaudal, longuíssimo dorsal e iliocostal são os mais relevantes na biomecânica da região dorsal e se encontram bilateralmente ao longo da coluna vertebral (LEE; COPPIETERS; HODGES, 2005).

Os músculos superficiais do esqueleto axial, com destaque para o longuíssimo dorsal, são multiarticulares e controlam a flexibilidade do dorso, permitindo movimentos globais. Além disso, participam da condução de forças geradas pelos membros pélvicos, pois também contribuem para estabilidade da coluna (CLAYTON, 2016).

Já os músculos profundos agem com torques menores do que os superficiais longos, pois os epaxiais e hipaxiais profundos estão mais próximos das vértebras e agem em uma ou poucas articulações intervertebrais, promovendo a estabilidade do dorso em repouso e movimento, além da flexibilidade de segmentos específicos da coluna (STUBBS et al., 2006).

Assim como na biomecânica humana, os músculos epaxiais profundos, com destaque para o multífidus, estabilizam ativamente o esqueleto axial dos equinos durante a movimentação, principalmente nos movimentos dorsoventrais (STUBBS et al., 2006). O músculo multífidus possui origem nos processos articulares e mamilares das vértebras desde C2 até o sacro. Já sua inserção é nos processos espinhosos das vértebras craniais a cada respectiva origem (WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

Os músculos longuíssimo dorsal, espinhal e iliocostal compõem o grupo muscular que origina o eretor espinhal, o qual se origina desde a asa do ílio e se insere até o processo mastoideo do osso temporal (HAUSSLER, 1999b; WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

Desses músculos se origina o eretor espinhal, e dentre esses três músculos, o longuíssimo dorsal é o mais longo e potente. Sendo um músculo multiarticular com origem em feixes dos processos espinhosos das vértebras sacrais, lombares e torácicas, da asa do ílio, e dos processos transversos das vértebras cervicais. Sua inserção é nos processos transversos das vértebras lombares e torácicas, margem dorsal das costelas, asa do atlas e processo mastoideo do osso temporal (Figura 7). Tem função de estabilizar o esqueleto axial, estender ou flexionar o segmento cervical e realizar a dorsoflexão e lateroflexão quando ativado de forma bilateral e unilateral, respectivamente. Também auxilia no suporte ao peso da sela e do cavaleiro (DENOIX; DYSON, 2003; WILLIAMS; MCKENNA, 2016).



Figura 7: Ilustração do músculo longuíssimo dorsal em equinos. Adaptada de Williams e Mckenna (2016).

Sabendo que os músculos hipaxiais são os localizados ventralmente ao eixo vertebral, ou seja, abaixo dos processos transversos, podemos dividi-los em três grupos (MCGOWAN; STUBBS; JULL, 2007).

O primeiro seria o dos músculos subvertebrais, que estão ventralmente aos processos transversos, contribuindo para realização da ventroflexão e elevação do dorso quando acionados bilateralmente e lateroflexão e rotação quando ativados unilateralmente (SCHEVEN, 2010).

O segundo grupo está localizado ventralmente em relação ao esqueleto axial. O músculo reto abdominal é o único representante desse grupo. Esse músculo apresenta suas fibras dispostas em orientação longitudinal de modo craniocaudal na parede ventral do abdômen, com origem segmentada nas superfícies ventrolaterais das cartilagens costais e do esterno, e inserção no

tendão pré-púbico (Figura 8). O músculo reto abdominal contribui para suportar o peso das vísceras presentes na cavidade abdominal e promover estabilidade e flexibilidade do esqueleto axial durante a locomoção do equino principalmente durante a ventroflexão (DYCE; SACK; WENSING, 2010; SCHEVEN, 2010; ZSOLDOS et al., 2010; WILLIAMS; MCKENNA, 2016).



Figura 8: Ilustração do músculo reto abdominal em equinos. Figura adaptada de Williams e Mckenna (2016).

Por fim, os músculos das regiões laterais do corpo representam o terceiro grupo, o qual é composto pelo músculo oblíquo abdominal externo, oblíquo abdominal interno, transverso abdominal e os intercostais. Todos esses, bem como o reto abdominal contribuem, de forma passiva e ativa, para o mecanismo da ventilação pulmonar, movimento de ventroflexão, flexão da articulação lombossacra e consequente protração dos membros pélvicos (SCHEVEN, 2010; WILLIAMS; MCKENNA, 2016; ZSOLDOS et al., 2018).

O equilíbrio entre a musculatura extensora do core, que são os músculos epaxiais do esqueleto axial, e musculatura flexora, ou seja, os músculos hipaxiais, interfere diretamente na estabilidade do core equino. Consequentemente, a locomoção harmônica e natural do animal depende das inter-relações funcionais desses importantes grupos musculares (CANO et al., 2000).

Dentre os músculos do membro pélvico, o glúteo médio é o mais relevante na geração e condução da energia cinética, devido ao seu tamanho e força excepcionais. Além de sua inter-relação com o longuíssimo dorsal, sendo esta fundamental para a locomoção do animal (DE COCQ; VAN WEEREN; BACK, 2004; DYCE; SACK; WENSING, 2010; WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

O glúteo médio quando contraído promove natação da pelve e abdução dos membros pélvicos (WILLIAMS; MCKENNA, 2016). O glúteo médio tem origem

ampla desde a parte lombar do longuíssimo dorsal sobre a tuberosidade coxal e asa do ílio até o sacro e parte adjacente do ligamento sacroilíaco e sacroisquiático, sua inserção é na face caudal do trocânter maior do fêmur e sua inervação provém do nervo glúteo cranial (Figura 9).

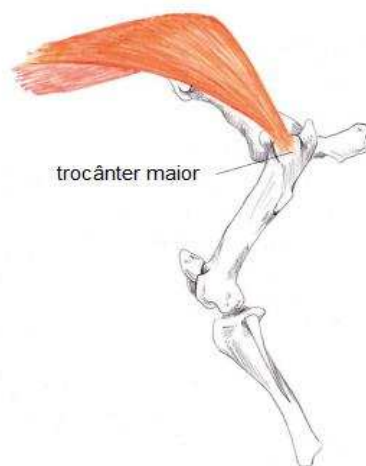


Figura 9: Ilustração do músculo glúteo médio em equinos. Figura adaptada de Williams e Mckenna (2016).

2.2 Dor e Disfunção Toracolombar

Esse breve conhecimento anatômico-funcional das estruturas que compõem o core equino permite entender melhor a influência dos distúrbios toracolombares sobre a estabilidade do esqueleto axial. Estas disfunções geralmente são classificadas como de tecidos moles, ósseos ou neurológicos (HAUSSLER, 1999b).

Retomando o conceito de Panjabi (1992), disfunções nos subsistemas passivo, ativo ou neural, que agem diretamente na estabilidade do core, podem culminar em três possibilidades: Na compensação imediata, transitória e pontual de outros subsistemas, resultando na funcionalidade normal do conjunto sem maiores consequências; Adaptação em longo prazo também de um ou mais subsistemas, que resultaria na funcionalidade normal apesar de alterar as interações dos subsistemas dentro do sistema estabilizador da coluna; Ou em lesão de estruturas que compõem algum dos subsistemas, levando a disfunção, desestabilidade e algia de alguma região do core (PANJABI, 1992).

Frequentemente a dor na região toracolombar associada à disfunção neuromuscular epaxial ou hipaxial nos equinos pode se manifestar na sensibilidade à palpação e até como claudicação com mudanças de andamento e comportamento, refletindo na redução do desempenho atlético do conjunto (JEFFCOTT, 1979, 1980; HAUSSLER, 1996, 1999a; DENOIX; DYSON, 2003; WILLIAMS; MCKENNA, 2016). Além disso, essa região anatômica normalmente dificulta o diagnóstico e tratamento (HAUSSLER, 1996; STUBBS et al., 2006), que podem ser influenciados pelo porte e temperamento do equino (ALVES et al., 2004).

Dores ao longo do esqueleto axial foram relatadas por proprietários como presentes em 25% dos equinos de diferentes níveis competitivos na modalidade de adestramento no Reino Unido, porém apenas 20% foram diagnosticadas por um veterinário, ou seja, 5% de prevalência respaldada. Apesar da localização anatômica da dor não ter sido encontrada na maioria dos casos, o segmento toracolombar foi o mais diagnosticado com 28% (MURRAY et al., 2010). Já em Sydney, dorsalgia está entre as causas mais comuns que afastam os equinos do treinamento para corrida segundo treinadores na Austrália (BAILEY et al., 1997). No Brasil, um estudo retrospectivo de animais atendidos com enfermidades locomotoras, revela a proporção de 11,7% das queixas serem referentes à dor toracolombar (ALVES et al., 2004).

Dor e disfunção toracolombar tem correlação com claudicação e vice-versa (LANDMAN et al., 2004; WILLIAMS; MCKENNA, 2016), na qual a claudicação é capaz de alterar a cinemática toracolombar dos equinos (GÓMEZ ALVAREZ et al., 2007). Na literatura científica é relatada uma correlação entre 4,35% (ALVES et al., 2004) até 32% (LANDMAN et al., 2004) de a lombalgia ser a causa da claudicação nos equinos. Essa variação pode ocorrer, como relatada por Haussler em 1996, devido à dificuldade de diagnóstico e tratamento das alterações no dorso equino. Alves et al. (2004) consideram ser uma proporção relevante frente às diversas possíveis afecções do sistema locomotor equino.

Essa alta correlação pode estar associada a constantes recidivas pela dificuldade de diagnóstico e, conseqüentemente, tratamento paliativo sem resolver a causa primária das lesões (ALVES et al., 2004). Por isso, a biomecânica, ciência que estuda a influência das forças e leis mecânicas nos

organismos vivos, pode auxiliar em casos que os animais apresentam dor e disfunção, mas não existe trauma claramente relacionado, onde possivelmente a origem seja de compensações biomecânicas, causando queda no desempenho competitivo sem motivo aparente (ROBERTSON et al., 2014). Pois, pode provavelmente estar relacionado com instabilidade intervertebral resultante de alterações do controle neuromotor devido às dores toracolombares (STUBBS et al., 2010).

É relatado que 70% dos equinos atletas sofrem de claudicação pelo menos uma vez a cada ano no esporte. Apesar de alguns desses casos serem por trauma direto, muitos são consequência de movimentos compensatórios do esqueleto axial que passam despercebidos pelo cavaleiro, treinador ou proprietário (WILLIAMS; MCKENNA, 2016). Sendo que a prevalência de dor toracolombar pode variar desde 0,9% dos atendimentos veterinários autônomos, a 46% (JEFFCOTT, 1980) em departamentos de pesquisa especializados em coluna equina, até 94% (HAUSSLER, 1999a) em centros quiropráticos especializados em equinos (STUBBS et al., 2011).

A percepção clínica da dor pode acontecer depois de um longo período de alterações posturais compensatórias, que são capazes de alterar uma série de pressões anatômicas de maneira subclínica. A partir do momento que ignoramos essas mudanças biomecânicas, o tratamento se torna paliativo, pois como também dito anteriormente, a origem da dor pode estar longe de estruturas que manifestam a claudicação ou disfunção (WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

Visto isso, como relatado por Fonseca et al. em 2006 a alta incidência, somado a dificuldade diagnóstica e grande importância da região toracolombar na biomecânica dos equinos, justificam pesquisas na área para aprimorar técnicas de diagnóstico e, conseqüentemente, protocolos de tratamento, inclusive para prevenir lesões e recidivas, pois mudanças posturais compensatórias por algum tipo de dor ou disfunção podem afetar o corpo do animal como um todo, alterando a atuação das forças em tecidos musculoesqueléticos e conseqüentemente causar alterações em outras estruturas do animal (WILLIAMS; MCKENNA, 2016). Por exemplo, se houver variações anatômicas somadas à atuação alterada do músculo multifídeos na estabilidade da articulação lombossacra, provavelmente

será observado queda de rendimento e aumento do risco de lesões toracolombares (VAN WEEREN; MCGOWAN; HAUSSLER, 2010).

2.3 Manobras para ativação do core equino

As manobras para ativação do core equino buscam aumentar tanto a estabilidade quanto a flexibilidade do esqueleto axial do animal. Além de contribuir para propriocepção, corrigir os desequilíbrios e reajustar o corpo do equino como um todo. Visa também melhorar a postura e reequilibrar a dinâmica entre força e flexibilidade, aliviando tensões deletérias e consequentemente evitando lesões ou recidivas (HIGGINS, 2011).

A prática regular destas manobras para contração e alongamento dos músculos dos equinos é válida para preparar fisicamente os animais a lidarem de forma mais harmônica com a mudança do centro de gravidade do animal provocado pelo peso extra da sela e do cavaleiro (HIGGINS, 2011). Essa atividade busca ativar músculos mobilizadores e estabilizadores do esqueleto axial equino para flexionar naturalmente o segmento cervical e elevar levemente a região toracolombar do equino (CLAYTON, 2016), ou seja, buscando a “posição neutra”, onde o corpo está alinhado em sua plenitude. Nos equinos, esse posicionamento alinhado e levemente curvado do esqueleto axial alivia pressões toracolombares e permite a movimentação fluida do animal (HIGGINS, 2011).

Com esse objetivo, Higgins (2009), Clayton (2016) e Williams e Mckenna (2016) descrevem manobras e alongamentos para ativar músculos epaxiais e hipaxiais, desde os cervicais, peitorais, abdominais e toracolombares até torácicos e pélvicos proximais, pois esses são de grande relevância para melhorar o desempenho atlético, evitar lesões e melhorar o bem-estar dos animais.

A prática, destas manobras de alongamento e ativação muscular, é simples e não requer grandes gastos. Em paralelo com atletas humanos, que regularmente se aquecem antes e alongam depois do treinamento ou competição, despendendo um tempo relativamente curto comparado com os investimentos e expectativas da prática do esporte em si (WILLIAMS; MCKENNA, 2016). Todavia, necessita de conhecimento anatômico e biomecânico para prescrever e induzir os animais a realizarem movimentos que ativem grupos musculares relativamente

pouco recrutados durante atividades convencionais de cada esporte equestre, buscando assim harmonia, bem-estar e máximo desempenho do animal.

A ativação muscular sem peso é uma das técnicas de cinesioterapia, que abrange também técnicas de alongamento, ativação muscular com peso, exercícios para melhorar amplitude articular e propriocepção, técnicas cardiorrespiratórias e treino funcional (SOUZA; SILVA; FONSECA, 2013).

As manobras podem ser do tipo ativo ou passivo. Existem exercícios ativo-livre, onde o movimento é realizado pelo próprio animal, ativo-assistida, no qual o profissional auxilia na realização do movimento, ou ativo-resistida, em que o profissional exerce uma resistência durante um movimento voluntário (SOUZA; SILVA; FONSECA, 2013). Já os alongamentos passivos, os movimentos são realizados pelo profissional ou por equipamentos (ALTERS, 2001).

O alongamento passivo e estático consiste em atingir certa tensão muscular e manter por alguns segundos e é recomendado para prevenção de lesões e aumento do desempenho atlético. Por outro lado, o alongamento dinâmico, ou seja, ativo-assistido atua em diferentes grupos musculares simultaneamente buscando aumentar o alcance, velocidade e precisão dos movimentos durante a realização da manobra e em outras atividades posteriores (WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

O alongamento seja passivo ou ativo proporciona efeitos de alongar as fibras musculares e aumentar o aporte sanguíneo ao tecido. Porém, existem controvérsias na literatura esportiva científica de qual é mais benéfico em cada tipo de modalidade. Pesquisas em seres humanos desportistas demonstram que o alongamento passivo não é recomendado para praticantes de atividades que envolvem mudanças rápidas de direção. Se na literatura humana existe esse conflito de informações, na equina são poucas evidências científicas sobre os benefícios dessas técnicas de alongamento e ativação muscular (WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

Voltando à anatomia funcional, as musculaturas epaxial e hipaxial são semelhantes entre diferentes espécies (STUBBS et al., 2006) e proporcionam estabilidade e flexibilidade ao dorso equino, que são fundamentais para condução das forças de locomoção geradas pelos membros pélvicos (STUBBS et al., 2011; CLAYTON, 2016).

O modelo de “arco e corda” (SLIJPER, 1946) ilustra como o segmento toracolombar (“arco”) deve trabalhar em conformação levemente arqueada para manter a separação dos processos espinhosos e protrair (engajar) os membros pélvicos. Por isso, manobras para ativação da musculatura de estabilidade e flexibilidade do core buscam justamente ativar músculos epaxiais (“arco”) e hipaxiais (“corda”). Como os músculos abdominais, por exemplo, que quando contraídos de forma concêntrica e bilateral promovem a tensão necessária na “corda” contribuindo para elevação almejada do dorso (JEFFCOTT, 1979; DE COCQ; VAN WEEREN; BACK, 2004; VAN WEEREN; MCGOWAN; HAUSSLER, 2010; CLAYTON, 2016).

Em casos de equinos que demonstram má postura em repouso ou movimento pode ser um indício de desequilíbrio entre as musculaturas epaxiais e hipaxiais do esqueleto axial, ou seja, de instabilidade do core. Para contornar essa desestabilidade, protocolos de fortalecimento possuem o objetivo de ativar esses importantes grupos musculares que compõem o “arco e a corda” restabelecendo a tensão desejável e impedindo que o peso das vísceras somado ao da sela e do cavaleiro provoquem dorsoflexão excessiva e altere a biomecânica natural e harmônica do animal (HIGGINS, 2011; CLAYTON, 2016; WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

Além da indicação fisioterápica e de manutenção, que é indicada para praticamente todos os equinos, independente da raça, função, modalidade esportiva, nível de treinamento ou capacidade atlética (WILLIAMS; MCKENNA, 2016), estas manobras para ativação muscular também são recomendadas de forma preventiva em animais com restrição de movimentos abruptos e intenso como em casos de debilidade clínica ou pós-cirúrgica para manutenção sadia da musculatura do esqueleto axial (CLAYTON, 2016). Contudo, se existir suspeita de alterações ósseas, articulares ou musculares, o veterinário deve ser cauteloso antes de iniciar a prática de qualquer protocolo com manobras ou alongamentos para o core do animal (HIGGINS, 2011).

Na prática das mobilizações dinâmicas, o equino é induzido com a utilização de reforço positivo, ou seja, com a utilização de uma recompensa que pode ser pedaço de cenoura ou maçã, como também feno ou ração, para encorajar o animal em realizar movimentos específicos de maneira ativo-assistida.

Inicialmente, o animal deve aprender as posições de maneira gradual em piso firme, mantendo uma postura equilibrada. Por isso, o animal deve ser induzido com a recompensa em manter a posição desejada por cinco até quinze segundos até ser recompensado. Além disso, é recomendado um intervalo de mesma duração entre as repetições (CLAYTON, 2016) e para melhor eficácia inicial das manobras, as mesmas devem ser praticadas regularmente, ou seja, de quatro a cinco vezes por semana por um período de pelo menos três meses, e para manutenção da estabilidade a prática recomendada é de três vezes semanais (HIGGINS, 2011; STUBBS et al., 2011).

A partir do momento que as habilidades do equino para executar as posições são aprimoradas, maior serão os benefícios promovidos por essa prática (HIGGINS, 2011). Também é interessante desafiá-los quando estiverem aptos, mental e fisicamente, variando as posições de apoio quadrupedal ou adicionando superfícies não estáveis abaixo de um ou mais cascos, como discos infláveis de propriocepção ou pranchas infláveis de equilíbrio (CLAYTON, 2016).

Essas variabilidades são interessantes também para manter o animal interessado e atento aos movimentos, sendo indicada a realização destas manobras imediatamente antes da atividade física diária do animal para ativar e aquecer previamente a musculatura de controle postural (CLAYTON, 2016; WILLIAMS; MCKENNA, 2016). Williams (2016) acrescenta que é interessante realizar as mobilizações passivas ao final dos treinamentos diários do animal.

Para realizar os alongamentos passivos, Williams e Mckenna (2016) listaram algumas regras: certificar que o ambiente é seguro e espaçoso suficientemente para as pessoas e o equino, com piso não escorregadio evitando superfícies muito duras; realizar a atividade com o animal contido no cabresto por uma pessoa e não amarrado; habituar o equino gradativamente aos alongamentos; cuidar da postura correta do instrutor que induzirá os movimentos no animal; para equinos jovens, iniciantes ou em reabilitação iniciar com alongamentos de 15 até 20 segundos e aumentar gradualmente até 30 ou 40 segundos; respeitar o limite de cada animal, ou seja, alongar até onde o equino começa a apresentar resistência ao movimento; e não hesitar em consultar um veterinário mais experiente na área de fisioterapia equina.

2.3.1 Estímulos Reflexivos

Esses estímulos são baseados na aplicação de pressão e atrito em pontos anatômicos específicos no corpo do equino, os quais são capazes de movimentar o dorso quando estimulados digitalmente ou com a utilização de utensílios não cortantes. Esse tipo de movimentação reflexa provoca flexão ou extensão das articulações intervertebrais com objetivo de melhorar elasticidade e flexibilidade do dorso, ativando músculos do core equino que são fundamentais para manter a postura correta, movimentação equilibrada e saúde do animal (HIGGINS, 2011; CLAYTON, 2016).

Esses estímulos reflexivos são importantes para equinos que demonstram região abdominal ou dorsal fraca, sendo recomendada a prática de três a cinco repetições diárias imediatamente antes da atividade rotineira do equino com intervalo de alguns segundos entre as mesmas, para pré-aquecer a musculatura do esqueleto axial (CLAYTON, 2016).

No entanto, recomenda-se cuidado redobrado com cavalos reativos ou com dor em alguma região, podendo utilizar barreiras físicas para garantir a segurança e correta execução da manobra. Além de observar se o animal está confortável, ficar atento a qualquer reação adversa (HIGGINS, 2011; WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

A flexão toracolombar é realizada com o estímulo na linha média da cartilagem xifoide do osso esterno, promovendo ventroflexão principalmente no terço final do segmento cervical até a 13^a vértebra torácica. Para realizar esse estímulo, devemos ficar lateralmente aos animais na direção da nona vértebra torácica. Deve-se manter o estímulo por pelo menos cinco segundos e podemos utilizar a técnica digital ou com utensílio não cortante provocando atrito com pressão constante desde a porção mais cranial do osso esterno até sua porção caudal (HIGGINS, 2011; WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

Na flexão lombar e lombossacra busca-se a extensão da articulação lombossacra e elevação dorsal lombar bilateral pelo alongamento do longuíssimo dorsal, espinhal e iliocostal e contração dos músculos abdominais, sublombares e glúteo médios. Pode também ocorrer flexão do segmento cervical com direcionamento do crânio ao solo (HAUSSLER, 1999b; HIGGINS, 2011; CLAYTON, 2016; WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

Para isso, pode-se realizar o estímulo digital na base da cauda, no qual devemos pressionar com a movimentação dos dedos indicadores e polegares nas interseções intermusculares entre os músculos bíceps femorais e semitendinosos de cada lado na altura das tuberosidades isquiáticas (CLAYTON, 2016).

Outra forma de realizar essa manobra é estimulando com os indicadores e polegares bilateralmente às tuberosidades sacrais e lentamente mover esses dedos no sentido caudoventral mantendo a pressão e fricção até as proximidades da tuberosidade isquiática (WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

Para essas manobras podemos nos posicionar lateralmente aos membros pélvicos do equino ou caudalmente à pelve do animal (HIGGINS, 2011). Vale frisar que é importante buscar um movimento lento, conciso, constante e amplo por parte do animal para isso podemos manter a pressão para realizar a posição por alguns segundos e não devemos aplicar pressão demasiada ou realizar o movimento das mãos abruptamente para evitar reflexos rápidos ou indesejáveis, prevenindo possíveis acidentes (CLAYTON, 2016).

A flexão global consiste em combinar técnicas dos estímulos no osso esterno e na base da cauda, promovendo ventroflexão de maior parte do segmento toracolombar somado a flexão da articulação lombossacra. Para isso, deve-se aplicar primeiro, uma das técnicas do estímulo caudal e depois a pressão na linha média ventral da cartilagem xifoide do osso esterno. Geralmente é necessária a presença de pelo menos duas pessoas para realizar essa associação de estímulos (CLAYTON, 2016).

2.3.2 Manobras de equilíbrio

Equilíbrio é a capacidade de manter o centro de massa corporal dentro dos limites da base de apoio, seja esse bipedal ou quadrupedal (RØGIND et al., 2003; CLAYTON, 2016). Para isso, o sistema de controle postural compensa as perturbações ativando músculos necessários para reequilibrar as forças que atuam no corpo do animal e evitar a perda do equilíbrio postural (PAVOL, 2005; CLAYTON, 2016).

Diferentemente de quando o equino encontra-se em estação, quando em movimento não é necessário que o centro de massa corporal se mantenha dentro do limite das bases de contato dos membros com o solo. Pois no equilíbrio

dinâmico, existe a resultante das forças que mantém o corpo do animal em movimento horizontal. No entanto, simultaneamente a essa resultante no sentido do movimento, a força da gravidade atrai o corpo do equino em direção ao solo até que o próximo membro de apoio entre em contato com o mesmo e propulsione e redirecione o centro de massa do animal (CLAYTON, 2016).

Visto que quando ocorrem perturbações no equilíbrio corporal do equino em estação o sistema de controle postural excita músculos dos membros e do esqueleto axial para manter o centro de massa dentro dos limites da base de apoio, ou seja, ao realizar algumas repetições de manobras dessa natureza, podemos promover aumento do equilíbrio, coordenação e estabilidade do animal (CLAYTON, 2016).

Porém, os efeitos destas atividades que provocam essas perturbações no equilíbrio e conseqüentemente ativação da musculatura de movimentação e sustentação do equino ainda não foram estudados experimentalmente, apesar de existirem relatos de melhora da movimentação, coordenação e equilíbrio de equinos praticantes desses movimentos (CLAYTON, 2016).

A tração da cauda é uma manobra que desloca o centro de massa do equino caudalmente, refletindo em músculos do esqueleto axial, ou seja, alongando os dorsais (cervicais e toracolombares) e ativando principalmente os músculos abdominais. É indicada para alongar a passada e evitar desequilíbrios caudais durante o movimento. Para realização, deve certificar-se de que o animal está confortável com a manipulação de sua cauda, para depois tracionar gentil e gradualmente no sentido caudoventral a mesma com o próprio peso do instrutor, mantendo a posição por até 30 segundos (HIGGINS, 2009).

Durante esta manobra de tração de cauda para aumentar a ativação na região cranial, principalmente dos músculos cervicais e peitorais é possível com a ajuda de outra pessoa, induzir que o animal realize extensão cervical para alcançar uma recompensa, movimentando a cabeça do animal em sentido cranioventral pelo menos até a linha horizontal imaginária na altura do osso esterno. Se esse auxiliar não estiver disponível, podemos colocar a recompensa no chão, de preferência uma que o equino leve pelo menos o tempo necessário para realização do movimento e manutenção na posição final correta (HIGGINS, 2009).

Outra variação dessa manobra é se posicionar em um dos lados da pelve do animal e tracionar gentilmente a cauda do equino lateralmente para estimular a resposta rápida e a resistência dos músculos estabilizadores pélvicos, sendo recrutado principalmente o bíceps femoral para reequilibrar o animal. Esses músculos pélvicos são fundamentais para manter o tônus da região, impedindo a movimentação irregular e excessiva durante a propagação das forças de propulsão dos membros pélvicos na direção do dorso (CLAYTON, 2016).

Também para intensificar os efeitos da tração de cauda lateral, é possível realizar trações gradualmente progressivas, e durante a movimentação a passo ou então associá-la a flexão lombar e lombossacra apresentada anteriormente. Além disso, é importante lembrar de que em manobras laterais, executá-las para ambos os lados (CLAYTON, 2016).

2.4 Eletromiografia

A técnica eletromiográfica tem o objetivo de captar diferenças elétricas desencadeadas pela ativação das unidades motoras, ou seja, quantificando os potenciais de ação dos sarcolemas daquela região muscular. A partir desses dados podemos monitorar a excitação muscular através da oscilação da voltagem em função do tempo (ENOKA, 2000). Esta pode ser invasiva, onde são utilizadas agulhas específicas para captar sinais de músculos mais profundos. Ou então, de superfície, onde sensores cutâneos não invasivos são fixados na pele e regulados para captar sinais eletromiográficos de músculos superficiais.

A eletromiografia de superfície consiste basicamente em voltímetros sensíveis o bastante para identificarem despolarizações (aumento) e hiperpolarizações (queda) da voltagem dos sarcolemas de músculos onde os sensores estão posicionados. Essas diferenças de potenciais elétricos são eventos que precedem a contração muscular propriamente dita (Figura 10). Por isso, a eletromiografia de superfície é indicada para fornecer dados de como o sistema neuromuscular é acionado em determinados movimentos, exercícios ou atividades, sendo utilizada na pesquisa esportiva e de reabilitação (VIGOTSKY et al., 2018).

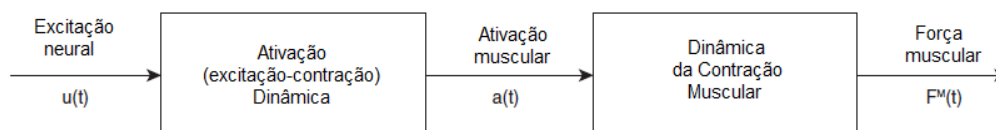


Figura 10: Produção de força muscular a partir do estímulo neural. A excitação muscular é provocada pela despolarização dos sarcolemas pelo sistema nervoso central. Esse sinal elétrico desencadeia o potencial de ação da fibra muscular, que leva a ativação muscular. Por fim, a força muscular é produzida após a formação do complexo actina-miosina e transmitida através do músculo. Adaptado de Vigotsky e colaboradores (2018).

Como o próprio nome descreve, a eletromiografia de superfície é uma técnica para mensurar os padrões da estimulação de músculos superficiais, já que o sensor capta sinais provenientes logo abaixo da pele. Contudo, dependendo do músculo alvo e posicionamento do sensor, devemos ter cautela no momento de realizar a leitura dos dados eletromiográficos, pois esses podem sofrer interferência de músculos mais profundos, ou seja, a especificidade dos dados eletromiográfico não é absoluta (ZSOLDOS; KRÜGER; LICKA, 2014).

Apesar disso, a eletromiografia de superfície no ser humano demonstrou resultados compatíveis com os esperados em humanos praticando ciclismo (HUG et al., 2010), sendo amplamente utilizada para avaliar o sistema neuromuscular.

Em humanos, a eletromiografia de superfície é utilizada em pesquisas sobre atividade muscular de populações saudáveis para analisar a função e interação de músculos e grupos musculares específicos durante a realização de tarefas diárias, atividades esportivas e exercícios físicos. Já em humanos enfermos a eletromiografia de superfície é utilizada para pesquisar e melhor entender disfunções, lesões, dores e doenças musculares (VALENTIN; ZSOLDOS, 2016).

Diferentemente de pesquisas em humanos, onde já existem padrões para relatórios de atividades musculares, diretrizes para o posicionamento dos sensores e processamento dos sinais eletromiográficos, nos animais a utilização da eletromiografia de superfícies se depara com alguns desafios a serem superados, apesar do interesse na biomecânica animal ser crescente nos últimos anos (VAN WEEREN, 2012). Dentre os desafios da técnica em animais destacam-se o modo de preparar a pele para adesão dos sensores eletromiográficos, a maneira para evitar a impedância da pele e como encorajar o animal para realizar o movimento adequado com a mínima interferência externa. Além disso, a normalização eletromiográfica, utilizada em humanos, com a

mensuração da contração isométrica voluntária máxima se torna inviável em animais (VALENTIN; ZSOLDOS, 2016).

Apesar das dificuldades, as pesquisas em animais aumentaram no decorrer do tempo. O desenvolvimento da transmissão do sinal eletromiográfico por sistema sem fio (*wireless*) viabilizou o desenvolvimento na área, na qual a maioria dos estudos foi realizada em equinos (ZSOLDOS; KRÜGER; LICKA, 2014; VALENTIN; ZSOLDOS, 2016).

Nessa linha de pesquisa, Valentin e Zsoldos (2016) realizaram uma revisão sistemática onde foram selecionados 38 estudos científicos sobre eletromiografia de superfície em animais durante a realização de movimentos voluntários ou exercícios, que contribuem para o estudo da biomecânica animal, desempenho atlético e reabilitação. Dentre esses, a maioria foi desenvolvida com equinos, totalizando 28 artigos, ou seja, aproximadamente 74%.

Peham et al. (2001) realizaram estudo eletromiográfico com 15 equinos sem sinais clínicos de dor torácica ou lombar. Nessa pesquisa, a atividade do músculo longuíssimo dorsal foi analisada bilateralmente na altura da 12^a e 16^a vértebras torácicas e 3^a vértebra lombar durante dorsoflexão e lateroflexões para ambos os lados. Após análise dos dados foram observados maiores ativações tanto na dorsoflexão quanto nas flexões laterais nos sensores localizados na altura da 12^a vértebra torácica de ambos os lados, demonstrando a influência desse músculo superficial multiarticular do esqueleto axial na flexibilidade do dorso equino.

Portanto, a eficácia de uma manobra para ativação do core equino pode ser comprovada cientificamente. Por ser uma técnica não invasiva e sem fio, a eletromiografia de superfície via *wireless* permite mensurar a atividade muscular durante a movimentação dos animais. Esse tipo de investigação pode ser relevante para avaliar a atividade de grupos musculares específicos, bem como interações sinérgicas e antagônicas dos mesmos. Já que a eletromiografia de superfície pode fornecer variáveis necessárias para análise do tipo de movimento, permitindo classificar a excitação como simultânea ou independente de regiões musculares específicas (ZSOLDOS; KRÜGER; LICKA, 2014).

3. REFERÊNCIAS

- ALTERS, M. J. **Ciência da Flexibilidade**. 2 ed ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- ALVES, A. et al. Estudo retrospectivo de dor lombar em equinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, n. supl., p. 268–269, 23 out. 2004. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/63891>>. Acesso em: 12 nov. 2017.
- BAILEY, C. J. et al. Wastage in the Australian Thoroughbred racing industry: A survey of Sydney trainers. **Australian Veterinary Journal**, v. 75, n. 1, p. 64–66, 1997.
- CANO, M. R. et al. Influence of Training on the Biokinematics in Trotting Andalusian Horses. **Veterinary Research Communications**, v. 24, n. 7, p. 477–489, 2000. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1023/A:1006455723062>>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- CLAYTON, H. M. Core Training and Rehabilitation in Horses. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 32, n. 1, p. 49–71, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.009>>.
- DE COCQ, P.; VAN WEEREN, P. R.; BACK, W. Effects of girth, saddle and weight on movements of the horse. **Equine veterinary journal**, v. 36, n. 8, p. 758–63, 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15656511>>.
- DENOIX, J. M.; DYSON, S. J. Thoracolumbar Spine. In: **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. 1. ed. Philadelphia: Saunders Ltd, 2003. p. 509–521.
- DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária (Textbook of veterinary anatomy)**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. São Paulo: Manole, 2000.
- FONSECA, B. P. A. A. et al. Thermography and ultrasonography in back pain diagnosis of equine athletes. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 26, n. 11, p. 507–516, 1 nov. 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0737080606004989>>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- GELLMAN, K. S.; BERTRAM, J. E. A.; HERMANSON, J. W. Morphology, histochemistry, and function of epaxial cervical musculature in the horse (*Equus caballus*). **Journal of Morphology**, v. 251, n. 2, p. 182–194, 2002.
- GÓMEZ ALVAREZ, C. B. **The biomechanical interaction between vertebral**

column and limbs in the horse: a kinematical study. 2007. University of Surrey 18, 2007. Disponível em: <file:///Users/Setanta/Dropbox/Papers/Library.papers3/Files/65/65A19E50-0FDE-421F-AB7E-59C658E84D63.pdf%5Cnpapers3://publication/uuid/5DAA6140-B5D9-49C7-A49E-A6BDDE67DC2E>.

GÓMEZ ALVAREZ, C. B. et al. The effect of induced forelimb lameness on thoracolumbar kinematics during treadmill locomotion. **Equine Veterinary Journal**, v. 39, n. 3, p. 197–201, maio 2007. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17520968>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

HAUSSLER, K. K. The lower back and pelvis of performance horses receive a closer look. v. 16, n. 7, p. 279–281, 1996.

HAUSSLER, K. K. Back problems. Chiropractic evaluation and management. **The Veterinary clinics of North America. Equine practice**, v. 15, n. 1, p. 195–209, 1999a. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30172-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30172-4)>.

HAUSSLER, K. K. Anatomy of the thoracolumbar vertebral region. **The Veterinary clinics of North America. Equine practice**, v. 15, n. 1, p. 13–26, abr. 1999b. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30161-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30161-X)>. Acesso em: 12 nov. 2017.

HIGGINS, G. **Pilates and Stretching: An Exercise Index for Horse Owners.** Cincinnati: Horses Inside Out, 2009.

HIGGINS, G. **How your horse moves: A unique guide to improving performance.** Cincinnati: David & Charles, 2011.

HIGGINS, G. **Horse Anatomy for Performance.** [s.l.] David & Charles, 2012. v. 99

HUG, F. F. et al. Is Interindividual Variability of EMG Patterns in Trained Cyclists Related to Different Muscle Synergies? **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 108, n. 6, p. 1727–1736, jun. 2010.

JANECZEK, M. et al. Anatomical and Biomechanical Aspects of the Horse Spine : The Interpretation of Vertebral Fusion in a Medieval Horse from Wrocław (Poland). **International Journal of Osteoarchaeology**, v. 633, n. April 2012, p. 623–633, 1 set. 2014. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/oa.2248>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

JEFFCOTT, L. B. Back Problems in the Horse—A look at past, present and future progress. **Equine Veterinary Journal**, v. 11, n. December 1977, p. 129–136, 1979.

JEFFCOTT, L. B. Disorders of the thoracolumbar spine of the horse — a survey of 443 cases. **Equine Veterinary Journal**, v. 12, n. 4, p. 197–210, 1980.

LANDMAN, M. A. A. M. et al. Field study of the prevalence of lameness in horses with back problems. **The Veterinary record**, v. 155, n. September, p. 1–4, 7 ago. 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15357376>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

LEE, L.-J.; COPPIETERS, M. W.; HODGES, P. W. Differential activation of the thoracic multifidus and longissimus thoracis during trunk rotation. **Spine**, v. 30, n. 8, p. 870–6, 15 abr. 2005. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15834328>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MCGOWAN, C. M.; STUBBS, N. C.; JULL, G. A. Equine physiotherapy: a comparative view of the science underlying the profession. **Equine Veterinary Journal**, v. 39, n. 1, p. 90–94, 1 jan. 2007. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.2746/042516407X163245>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MOORE, J. General Biomechanics: The Horse As a Biological Machine. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 30, n. 7, p. 379–383, 1 jul. 2010. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080610002364>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MURRAY, R. C. et al. Identification of risk factors for lameness in dressage horses. **Veterinary Journal**, v. 184, n. 1, p. 27–36, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.03.020>>.

PANJABI, M. M. The stabilizing system of the spine: Part I. function, dysfunction, adaptation, and enhancement. **Journal of Spinal Disorders**, v. 5, n. 4, p. 383–389, dez. 1992. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1490034>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

PAVOL, M. J. Detecting and Understanding Differences in Postural Sway . Focus on “A New Interpretation of Spontaneous Sway Measures Based on a Simple Model of Human Postural Control”. **Journal of Neurophysiology**, v. 93, n. 1, p. 20–21, jan. 2005. Disponível em: <<http://www.physiology.org/doi/10.1152/jn.00864.2004>>.

PEHAM, C. et al. Evaluation of the EMG activity of the long back muscle during induced back movements at stance. **Equine veterinary journal**, v. 33, p. 165–8, 2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11721561>>.

ROBERTSON, D. G. E. et al. **Research Methods in Biomechanics**. 2nd edition. Champaign: Human Kinetics, 2014.

RØGIND, H. et al. Postural sway in normal subjects aged 20-70 years. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 23, n. 3, p. 171–176, 2003.

SCHEVEN, C. C. A. von. **The Anatomy and Function of the equine thoracolumbar Longissimus dorsi muscle**. 2010. Ludwig-Maximilians-Universität München, 2010. Disponível em: <<https://edoc.ub.uni-muenchen.de/12178/>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

SISSON, S. A.; GROSSMAN, J. D. **Anatomia de los animales domésticos**. 4. ed. Barcelona: Salvat, 1986.

SLIJPER, E. J. **Comparative biologic-anatomical investigations on the vertebral column and spinal musculature of mammals**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1946. v. 5

SOUZA, M. V. De; SILVA, M.; FONSECA, B. P. **Cinesioterapia e terapia manual em equinos**. 1. ed. Viçosa: Série Didática, 2013.

STUBBS, N. C. et al. Functional anatomy of the caudal thoracolumbar and lumbosacral spine in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 38, n. SUPPL.36, p. 393–399, 2006.

STUBBS, N. C. et al. Osseous spinal pathology and epaxial muscle ultrasonography in Thoroughbred racehorses. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, n. SUPPL. 38, p. 654–661, 2010.

STUBBS, N. C. et al. Dynamic mobilisation exercises increase cross sectional area of. v. 43, p. 522–529, 2011.

VALENTIN, S.; ZSOLDOS, R. R. **Surface electromyography in animal biomechanics: A systematic review** *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2016. .

VAN WEEREN, P. R.; MCGOWAN, C.; HAUSSLER, K. K. Science overview: Development of a structural and functional understanding of the equine back. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, n. SUPPL. 38, p. 393–400, 2010.

VAN WEEREN, R. Equine biomechanics: From an adjunct of art to a science in its own right. **Equine Veterinary Journal**, v. 44, n. 5, p. 506–508, 1 set. 2012. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.2012.00619.x>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

VIGOTSKY, A. D. et al. Interpreting signal amplitudes in surface electromyography studies in sport and rehabilitation sciences. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. JAN, 2018.

WILLIAMS, G.; MCKENNA, A. Horse Movement: Structure, Function and Rehabilitation. p. 310, 2016.

ZSOLDOS, R. R. et al. Activity of the equine rectus abdominis and oblique external abdominal muscles measured by surface EMG during walk and trot on the treadmill. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, n. SUPPL. 38, p. 523–529, 2010.

ZSOLDOS, R. R. et al. Long term consistency and location specificity of equine gluteus medius muscle activity during locomotion on the treadmill. **BMC Veterinary Research**, v. 14, n. 1, p. 1–10, 2018.

ZSOLDOS, R. R. R.; KRÜGER, B.; LICKA, T. F. F. From maturity to old age: tasks of daily life require a different muscle use in horses. **Comparative exercise physiology**, v. 10, n. 2, p. 75–88, 7 jan. 2014. Disponível em: <<http://www.wageningenacademic.com/doi/10.3920/CEP140001>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

CAPÍTULO 1

Análise descritiva do sinal eletromiográfico dos músculos longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio de equinos durante a realização de manobras utilizadas para ativação do core.

RESUMO

Manobras para ativação da musculatura do core equino podem ser diferenciais para saúde física e psíquica dos animais, e são recomendadas e praticadas, mas existem poucas pesquisas comprovando a eficácia das mesmas. Este artigo tem como objetivo descrever por meio da eletromiografia de superfície as ocorrências, durações e sequências temporais da atividade muscular do longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio durante a realização das manobras de flexão toracolombar, flexão lombar e lombossacra, flexão global (toracolombar e lombossacra) e tração de cauda. Para isso, sete equinos adultos e hígidos de três raças, realizaram esses quatro movimentos clássicos para ativar o core equino com cinco repetições e manutenção do estímulo reflexivo por cinco segundos. Durante a realização, a atividade eletromiográfica foi capturada com a utilização de sensores superficiais posicionados de forma não invasiva em regiões cutâneas referentes a cada músculo. O protocolo completo de manobras foi realizado uma vez por cada animal enquanto a atividade muscular foi capturada. Posteriormente, duas repetições de cada animal foram triadas e submetidas ao software MatLab para análise. A partir da tabulação foram descritas as variáveis eletromiográficas de presença ou ausência de ativação muscular, duração média dos picos eletromiográficos superiores ao RMS (*root mean square*) e sequencia temporal da atividade muscular observada durante cada manobra. Essas provocaram ativações pontuais e transitórias nos três músculos, confirmando a capacidade de excitar músculos do core equino. Contudo, as respostas não foram padronizadas, sugerindo que para prática desta atividade devem-se realizar mais repetições por mais de cinco segundos de duração para buscar maiores ativações.

Palavras-chave: EMG; estabilidade; flexibilidade; pilates equino; pré-aquecimento.

Descriptive electromyography's signals analysis of equine longissimus dorsi, rectus abdominus and gluteus medius muscles during maneuvers used to activate the core.

ABSTRACT

Maneuvers to activate equine's core can be differential for the physical and psychic health of the animals. Although these activities are recommended and practiced, there is little research proving their effectiveness. This article aimed to describe, through surface electromyography, the occurrences, durations and temporal sequences activity of the longissimus dorsi, rectus abdominus and gluteus medius during thoracolumbar flexion, lumbar and lumbosacral flexion, global flexion (thoracolumbar and lombossacra) and tail traction. Seven healthy adult horses of three breeds performed five repetitions of these movements during five seconds. The electromyographic activity was captured with non-invasive superficial sensors positioned in skin regions of muscles. The sequence was performed once per animal, the muscle activity captured by surface electromyography, data from two replicates of each animal were selected, analyzed on the MatLab software and data tabulation were described during each maneuver. These provoked punctual and transient activation of muscles mentioned above, confirming the ability to activate the equine core muscles. However, the responses were not standardized, that is, there were variations of occurrence, duration and temporal sequence, suggesting for practical application of those maneuvers it is necessary to perform more repetitions with longer durations to activate more number of muscles.

Keywords: EMG; equine pilates; flexibility; stability; warming-up.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o interesse na área de reabilitação equina buscando a prevenção, recuperação ou desempenho atlético está crescendo. No entanto, apesar desse grande potencial, relativamente poucas pesquisas científicas foram desenvolvidas para elucidar como manobras para ativar o core de equinos influenciam na propriocepção, flexibilidade e força do animal. Por isso, a recomendação é geralmente de forma empírica e espelhada em evidências da fisioterapia humana (KANEPS, 2016; WILLIAMS; MCKENNA, 2016).

Algia e disfunções em estruturas do core equino, principalmente do segmento toracolombar podem ser causadoras de significativas perdas no desempenho atlético dos animais por influenciar na movimentação e estabilidade do esqueleto axial (JEFFCOTT, 1979, 1980; HAUSSLER, 1996, 1999a; DENOIX; DYSON, 2003; WILLIAMS; MCKENNA, 2016). A dificuldade de diagnóstico e tratamento dessa região anatômica cria áreas de atuação para pesquisas sobre a funcionalidade, aquecimento, alongamento, ativação e fortalecimento do core equino (HAUSSLER, 1996; STUBBS et al., 2006).

A prática regular de manobras em equinos é voltada para aumentar ou manter a flexibilidade, estabilidade e força do core, pois ativa e reequilibra as musculaturas epaxial e hipaxial da coluna vertebral, que são essenciais para uma boa postura em repouso e movimento, evitando lesões ou recidivas (HIGGINS, 2011).

Músculos do core equino influenciam o bem-estar e desempenho atlético do animal. Dentre esses, o longuíssimo dorsal influencia na flexibilidade e estabilidade dos segmentos cervicais e toracolombares. Dor nesse músculo pode motivar na relutância do equino protrair e retrair os membros pélvicos. O reto abdominal também contribui nessa protração almejada durante a equitação, pois age flexionando o segmento toracolombar do esqueleto axial. Por fim, quando é observada disfunção no glúteo médio, o animal pode apresentar redução da passada e dificuldade em realizar movimentos laterais para trocas de direção, pois é o principal músculo extensor da articulação lombossacra e contribui para abdução e flexão dos membros pélvicos (WILLIAMS; MCKENNA, 2016; ZSOLDOS et al., 2018).

A eletromiografia de superfície é uma técnica não invasiva para detectar potenciais elétricos provenientes da despolarização dos sarcolemas de fibras musculares superficiais. Em humanos, é utilizada em pesquisas esportivas e de reabilitação (VIGOTSKY et al., 2018). Já em animais, apesar de algumas dificuldades, das quais a principal a impossibilidade de realizar a normalização dos sinais eletromiográficos pela mensuração da contração isométrica voluntária máxima, as pesquisas aumentaram no decorrer do tempo, principalmente com equinos (VALENTIN; ZSOLDOS, 2016). Por ser uma técnica não invasiva com tecnologia sem fio, a eletromiografia de superfície via *wireless* permite mensurar a atividade muscular e analisar as interações sinérgicas e antagônicas durante a realização de movimentos específicos pelos animais (ZSOLDOS; KRÜGER; LICKA, 2014).

Desta maneira, o objetivo desse artigo é descrever por meio da eletromiografia de superfície as ocorrências, durações médias e sequências temporais (sincronia) da atividade excitatória do longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio, que são importantes músculos estabilizadores e mobilizadores do esqueleto axial equino, durante diferentes estímulos para realização de quatro manobras voltadas para ativação do core equino. Visto que, é fundamental o embasamento científico sobre a capacidade destes estímulos reflexivos promoverem ou não as ativações musculares esperadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimentação animal

O delineamento experimental para essa pesquisa foi submetido à Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFV que certificou pelo processo número 02/2018 que o mesmo, coordenado pela professora Brunna Patrícia de Almeida da Fonseca do Departamento de Veterinária, está de acordo com a Legislação vigente (Lei número 11.794 de 08 de outubro de 2008), as Resoluções Normativas editadas pelo CONCEA/MCTI, a DBCA (Diretriz Brasileira de Prática para o Cuidado e a Utilização de Animais para Fins Científicos e Didáticos) e as Diretrizes da Prática de Eutanásia preconizadas pelo CONCEA/MCTI, sendo aprovado em 15 de junho de 2018 e com validade de 12 meses.

Animais

Para a coleta de dados foram utilizados sete equinos adultos e hípidos. Dentre esses animais, quatro eram da raça Mangalarga Marchadores, dois Puros Sangues Lusitanos e uma Quarto de Milha que foi a única fêmea do grupo. Estes equinos tinham idades entre oito e quatorze anos (11 ± 2 anos), peso entre 380 a 480 Kg (439 ± 40 Kg), altura de cernelha mínima de 1,43 m e máxima de 1,60 m ($1,52\pm 0,06$ cm), sendo provenientes de um centro de treinamento equestre na região da Zona da Mata Mineira, onde tinham basicamente o mesmo manejo diário e nível de atividade física.

Método de avaliação

Os músculos longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio foram localizados por palpação das respectivas referências anatômicas, derivando da pesquisa com equinos de Simonato (2016) e recomendações para humanos do projeto Eletromiografia de Superfície para Avaliação Muscular Não Invasiva (*SENIAM: Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles*).

Após a localização cutânea de interesse para cada músculo, foram realizadas as tricotomias de cada região com sabonete líquido e lâminas. Após tricotomia, a pele foi novamente limpa e desengordurada com éter. Este procedimento foi realizado para facilitar a fixação dos sensores eletromiográficos de superfície (Delsys®¹) com adesivos dupla face hipoalergênicos na pele dos animais.

A obtenção dos dados sobre a ativação muscular foi realizada com o sistema de eletromiografia wireless Trigno®¹, de 16 canais, frequência de aquisição máxima de 2000 Hz e que utiliza o software EMGworks®¹.

Os sensores têm dimensões de 27 × 37 × 15 milímetros, massa média de 14,7 gramas e são compostos por eletrodos de prata sem fios dispostos em quatro barras paralelas e amplificador integrado. Esses sensores foram posicionados bilateralmente nos sentidos das fibras de cada músculo e com suas referências voltadas no sentido cranial.

¹ (Delsys – Wearable sensors for movement sciences – USA)

No músculo longuíssimo dorsal, os sensores foram fixados tomando-se como referência a distância de cinco centímetros lateral à linha média dorsal de cada lado da décima oitava vértebra torácica (Figura 1).

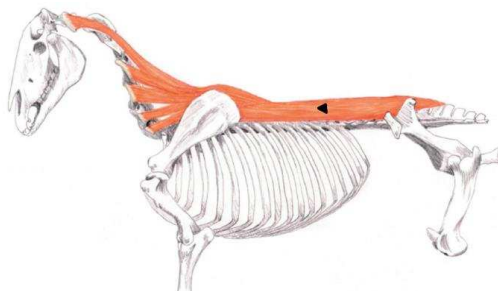


Figura 1: Localização anatômica do sensor referente ao músculo longuíssimo dorsal esquerdo. Figura adaptada de Williams e Mckenna (2016).

No reto abdominal, as distâncias foram de seis centímetros laterais à cicatriz umbilical (Figura 2).

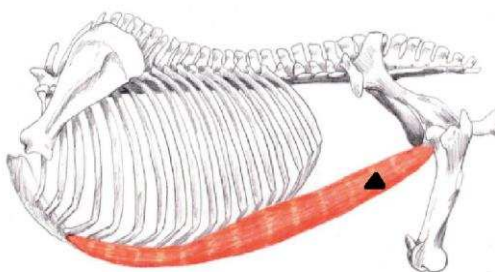


Figura 2: Localização anatômica do sensor referente ao músculo reto abdominal esquerdo. Figura adaptada de Williams e Mckenna (2016).

No glúteo médio foram considerados os pontos médios entre a tuberosidade coxal e o processo espinhoso da segunda vértebra sacral de ambos os lados (Figura 3).

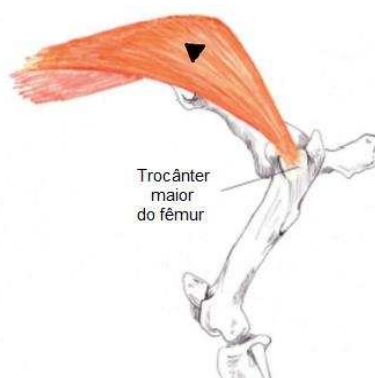


Figura 3: Localização anatômica do sensor referente ao músculo glúteo médio esquerdo. Figura adaptada de Williams e Mckenna (2016).

Finalizada a coleta de dados, os sinais eletromiográficos captados foram classificados visualmente com A (bom), AB (aceitável), B (ruidoso) e C (ruim) e triados, onde as duas melhores repetições de cada manobra foram trabalhadas no software MatLab, ou seja, tentativas em que o animal não realizou movimentos indesejados e maior número de sensores proporcionou leituras boas ou aceitáveis. No software MatLab o sinal de cada sensor foi submetido ao filtro *Butterworth* de quinta ordem tipo passa-banda (*bandpass*) com corte de frequência menor que 10 Hz e maior que 500 Hz, baseado na pesquisa de Simonato (2016), na tentativa de eliminar ou diminuir interferências atenuando a zero frequências menores que 10 Hz ou maiores que 500 Hz. Além disso, o sinal eletromiográfico foi processado pela fórmula do RMS (*root mean square*), ou seja, o sinal foi quantificado pelo cálculo da raiz quadrada do valor quadrático médio (RMS), sendo também encontrado o RMS médio de cada coleta.

O RMS foi utilizado para possibilitar a comparação de da ativação de cada músculo com ele mesmo, visto que é inviável a utilização da contração isométrica máxima para essa finalidade em animais irracionais. Sendo assim, a partir do RMS, os gráficos foram classificados e tabulados como ativado (1) ou sem alteração (0) de acordo com a análise do domínio temporal de cada coleta. Sendo assim, a partir do gráfico gerado pelo cálculo do RMS, foram considerados ativados (1) os gráficos que apresentaram aumentos nas amplitudes em microvolts (μV) superiores ao RMS médio durante o decorrer do tempo. Além disso, os que tiveram atividade muscular, os tempos iniciais e finais (em segundos) de um ou mais picos também foram tabulados para posteriormente serem analisados descritivamente (Figura 4).

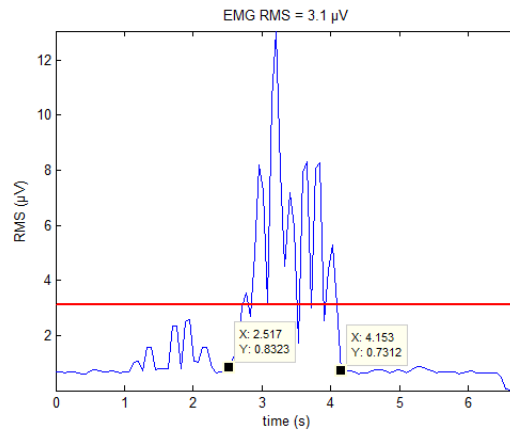


Figura 4: Sinal eletromiográfico RMS (*root mean square*) em microvolts (μV) ao longo do tempo (segundos) referente ao sensor número 9 localizado no músculo reto abdominal esquerdo fixado ao animal 7 durante a realização da manobra de flexão toracolombar por estímulo digital na linha média da cartilagem xifoide do osso esterno. Gráfico classificado como ativado (1) com duração de 1,636 segundos (tempo final de 4,153 – inicial de 2,517 segundos) e RMS médio de 3,1 μV .

Variáveis experimentais

A análise descritiva foi realizada a partir das variáveis de presença ou ausência da ativação muscular, durações médias dos picos eletromiográficos quando presentes e a sequência temporal da excitação muscular observada, sendo estes dados distribuídos em tabelas separadas por manobras, músculos, animais e repetições.

A presença e ausência de ativação muscular foi comparada com o esperado e quantificada em forma de porcentagem (%) a partir da divisão da quantidade de atividade esperada (presença ou ausência) observada por 14, que foi o número total de repetições realizadas pelos sete equinos em cada manobra.

Os tempos finais e iniciais de cada pico eletromiográfico foram tabulados e subtraídos para encontrar as durações totais de cada repetição, as quais foram divididas pelo número de picos eletromiográficos observados durante cada manobra para encontrar as durações médias individualmente e total.

A sequencial temporal da ativação muscular em cada repetição foi encontrada considerando-se os tempos iniciais de cada pico eletromiográfico. Esses tempos iniciais foram classificados em ordem crescente e seus respectivos músculos tabulados nessa mesma ordem para análise. Se um ou mais músculos apresentassem picos distintos durante o tempo de execução de uma mesma manobra, esses foram computados e registrados separadamente possibilitando a observação repetida dos músculos na tabela.

Manobras

As manobras para ativação do core equino foram realizadas no próprio centro de treinamento em local de piso firme e não escorregadio. Durante o tempo de adaptação os equinos foram familiarizados com os pesquisadores, movimentos e local de treinamento.

As coletas dos dados eletromiográficos para cada manobra para ativar o core equino foram iniciadas e finalizadas com pelo menos meio segundo de posição neutra mantida pelo contato do instrutor com o cabresto, quando necessário. Os estímulos reflexivos foram mantidos por pelo menos 5 segundos e foi realizado um intervalo de pelo menos um minuto entre repetições com objetivo de evitar-se algum efeito de aquecimento muscular ou fadiga.

As manobras foram realizadas em sequência, na seguinte ordem: flexão toracolombar, flexão lombar e lombossacra, flexão global e tração de cauda. Esse protocolo foi escolhido por serem estímulos reflexivos tipicamente prescritos para ativar músculos do core equino.

Na flexão toracolombar foi realizado um estímulo digital com ritmo cadenciado na linha média da cartilagem xifoide do osso esterno, onde se buscou promover ventroflexão, principalmente do segmento torácico, gerando leve elevação do dorso (Figuras 5A e B).



Figura 5A e B: Representação do equino com destaque para os segmentos torácico, lombar e sacral da coluna vertebral (linha laranja) e articulações coxofemoral e fêmuro-tíbio-patelar (linha preta) na posição inicial (A) e durante a ventroflexão induzida pelo estímulo digital na linha média da cartilagem xifoide do osso esterno (B) na manobra de flexão toracolombar. Fonte: Arquivo pessoal.

A manobra de flexão lombar e lombossacra foi induzida pelo estímulo digital bilateral repetitivo na base da cauda na altura das tuberosidades isquiáticas para realizar os movimentos de flexão da articulação lombossacra com extensão da articulação coxofemoral e elevação do dorso (Figuras 6A e B).

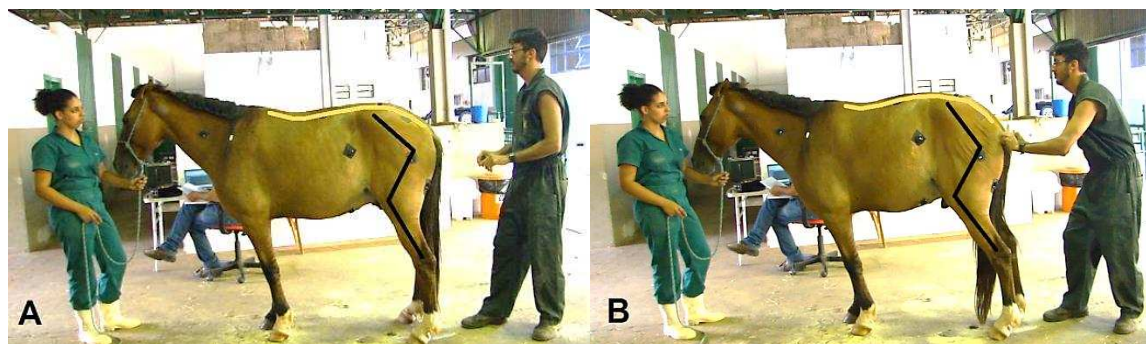


Figura 6A e B: Representação do equino com destaque para os segmentos torácico, lombar e sacral da coluna vertebral (linha laranja) e articulações coxofemoral e fêmuro-tíbio-patelar (linha preta) na posição inicial (A) e durante a flexão da articulação lombossacra com elevação do dorso induzidos pelos estímulos digitais bilaterais na base da cauda próximos as tuberosidades isquiáticas (B) na manobra de flexão lombar e lombossacra. Fonte: Arquivo pessoal.

A flexão global foi induzida pela combinação simultânea dos estímulos digitais na cartilagem xifoide e base da cauda buscando promover ventroflexão de maior parte do segmento toracolombar e flexão da articulação lombossacra com extensão da articulação coxofemoral (Figuras 7A e B).



Figura 7A e B: Representação do equino com destaque para os segmentos torácico, lombar e sacral da coluna vertebral (linha laranja) e articulações coxofemoral e fêmuro-tíbio-patelar (linha preta) na posição inicial (A) e durante a ventroflexão do segmento toracolombar e flexão da articulação lombossacra com extensão da articulação coxofemoral induzidos simultaneamente pelos estímulos digitais na linha média da cartilagem xifoide do osso esterno e bilateralmente próximos às tuberosidades isquiáticas na base da cauda (B) na manobra de flexão global. Fonte: Arquivo pessoal.

A tração da cauda foi realizada com a tração gentil e gradual no sentido caudoventral pela aplicação do peso do próprio instrutor para que a atuação dessa força durante essa manobra estimulasse o equino a deslocar seu centro de massa cranialmente como resposta a esse desequilíbrio (Figuras 8).



Figura 8: Representação do equino com destaque para os segmentos torácico, lombar e sacral da coluna vertebral (linha laranja) e articulações coxofemoral e fêmuro-tíbio-patelar (linha preta) durante aplicação gentil e gradual do peso do instrutor no sentido caudoventral para provocar o deslocamento do centro de massa do equino na manobra de tração de cauda. Fonte: Arquivo pessoal

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na flexão toracolombar buscou-se promover ventroflexão, principalmente do segmento torácico, gerando leve elevação do dorso (Figuras 5A e B), sendo esperada contração concêntrica bilateral dos músculos retos abdominais, que apresentaram 100% de ativação muscular e maiores durações médias, totalizando 1,19 e 1,42 segundo nos antímeros esquerdo e direito respectivamente. No entanto, foram observados aumentos de amplitude dos sinais eletromiográficos não esperados em 79% das repetições dos músculos longuíssimos dorsais e glúteos médios. Porém com durações médias menores de 0,79, 0,60, 0,76 e 0,69 segundo respectivamente em cada antímeros esquerdo e direito (Tabela 1). Também é observada uma tendência na sequência temporal das atividades musculares iniciarem com os retos abdominais, seguido dos longuíssimos dorsais e finalizarem com os glúteos médios, mas algumas repetições revelaram reativações musculares ao longo do tempo de coleta (Tabela 2).

Tabela 1: Distribuição das ocorrências da atividade muscular observada durante a manobra de flexão toracolombar realizada em duas repetições (A e B) por cada animal (1 a 7) comparada com o esperado em porcentagem (%). Médias e desvios padrões (SD), em segundos, entre as durações médias (duração total dividida por números de ativações) das duas repetições (A e B) por animal em cada músculo durante a manobra. Onde: LDE (longuíssimo dorsal esquerdo); LDD (longuíssimo dorsal direito); RAE (reto abdominal esquerdo); RAD (reto abdominal direito); GME (glúteo médio esquerdo); GMD (glúteo médio direito); ○ (ativação muscular presente); ✗ (ativação muscular ausente); % (quantidade esperada observada/número total de repetições).

FLEXÃO TORACOLOMBAR (ESTÍMULO DIGITAL NO ESTERNO)																	
ANIMAL	1		2		3		4		5		6		7		ESPERADO	%	
REPETIÇÕES	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	Média ± SD (total)		
M Ú S C U L O S	LDE	○	○	○	○	○	○	○	○	✗	✗	○	○	○	✗	✗	21
	Média ± SD	0,87 ± 0,21		2,17 ± 2,26		0,34 ± 0,08		0,66 ± 0,13		0,00 ± 0,00		1,16 ± 0,57		0,37 ± 0,52	0,79 ± 0,96		
	LDD	○	○	○	○	○	○	○	○	✗	✗	○	○	○	✗	✗	21
	Média ± SD	0,76 ± 0,00		0,61 ± 0,01		0,42 ± 0,30		0,76 ± 0,26		0,00 ± 0,00		0,81 ± 0,54		0,85 ± 1,20	0,60 ± 0,48		
	RAE	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100
	Média ± SD	0,68 ± 0,20		0,78 ± 0,01		0,90 ± 0,71		2,57 ± 1,73		0,85 ± 0,22		0,49 ± 0,06		2,11 ± 0,66	1,19 ± 0,95		
	RAD	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100
	Média ± SD	0,98 ± 0,31		1,42 ± 0,54		0,68 ± 0,25		3,30 ± 0,50		0,50 ± 0,00		1,25 ± 0,08		1,79 ± 0,93	1,42 ± 0,97		
	GME	○	○	○	○	○	○	✗	○	✗	○	○	○	✗	○	✗	21
	Média ± SD	0,50 ± 0,00		1,72 ± 0,11		0,67 ± 0,19		0,31 ± 0,44		0,12 ± 0,17		0,16 ± 0,23		1,83 ± 0,80	0,76 ± 0,74		
GMD	○	○	○	○	○	○	○	○	✗	✗	○	○	○	✗	✗	21	
Média ± SD	0,57 ± 0,35		1,23 ± 1,29		0,70 ± 0,28		0,96 ± 0,28		0,00 ± 0,00		0,75 ± 0,62		0,63 ± 0,89	0,69 ± 0,61			

Tabela 2: Sequência temporal considerando os tempos iniciais de cada atividade muscular observada durante a manobra de flexão toracolombar realizada em duas repetições (A e B) por cada animal (1 a 7). Onde: Lde (longuíssimo dorsal esquerdo); Ldd (longuíssimo dorsal direito); Rae (reto abdominal esquerdo); Rad (reto abdominal direito); Gme (glúteo médio esquerdo); Gmd (glúteo médio direito).

FLEXÃO TORACOLOMBAR (ESTÍMULO DIGITAL NO ESTERNO)																	
ANIMAL		1		2		3		4		5		6		7			
REPETIÇÕES		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	PREDOMINANTES	
S E Q U Ê N C I A T E M P O R A L	1°	Rad	Rad	Lde	Gme	Rad	Lde	Rae	Gme	Rad	Rae	Rae	Rae	Rad	Rad	Rad	
	2°	Rad	Ldd	Ldd	Rad	Rae	Gme	Rad	Rad	Rae	Rad	Rae	Rad	Ldd	Gme	Rad	
	3°	Gmd	Rae	Gme	Gme	Rad	Rad	Gmd	Gmd		Gme	Lde	Rae	Rae	Rae	Rae	
	4°	Rae	Rad	Rae	Gmd	Lde	Ldd	Lde	Lde			Ldd	Lde	Gme		Lde	
	5°	Lde	Lde	Gmd	Rad	Ldd	Rae	Ldd	Rae			Rad	Ldd	Gmd		Ldd	
	6°	Ldd	Ldd	Gme	Ldd	Gmd	Gmd		Gme			Ldd	Gmd	Lde		Ldd	
	7°	Rad	Gme	Ldd	Rae	Gme	Gme		Lde			Gmd				Gme	
	8°	Gme	Lde	Rad	Rae		Rad		Gmd			Gme				Rad	Gme
	9°		Rae	Rae	Lde		Rae		Ldd			Lde				Rae	
	10°		Gmd	Rad	Gmd		Ldd		Rae			Ldd				Ldd	Gmd
	11°		Gme	Ldd	Ldd		Gmd									Ldd	
	12°			Rae	Rae		Lde									Rae	
	13°				Rad		Rae									Rae	Rad
	14°				Gmd		Gme									Gme	Gmd

Na manobra de flexão lombar e lombossacra era esperado induzir a flexão da articulação lombossacra com extensão da articulação coxofemoral e elevação do dorso (Figuras 6A e B) a partir da contração concêntrica bilateral dos músculos reto abdominal e glúteo médio, que demonstraram ativações musculares em 100% das repetições com durações médias de 2,25, 2,34, 2,54 e 2,79 segundos nos antímeros esquerdo e direito respectivamente. Porém, nessa manobra também foram observadas ocorrência de atividade eletromiográfica não esperada do longuíssimo dorsal em 64 e 50% das repetições com durações médias de 0,75 e 0,63 segundo em cada antímeros direito e esquerdo respectivamente (Tabela 3). Na sequência temporal da atividade muscular foi observada a tendência em iniciar o movimento com os glúteos médios, seguir para os retos abdominais e finalizar com os longuíssimos dorsais. Além disso, algumas repetições novamente apresentaram reativações musculares tanto dos retos abdominais e glúteos médios, quanto do longuíssimo dorsal no decorrer do tempo de realização da manobra (Tabela 4).

Tabela 3: Distribuição das ocorrências da atividade muscular observada durante a manobra de flexão lombar e lombossacra realizada em duas repetições (A e B) por cada animal (1 a 7) comparada com o esperado em porcentagem (%). Médias e desvios padrões (SD), em segundos, entre as durações médias (duração total dividida por números de ativações) das duas repetições (A e B) por animal em cada músculo durante a manobra. Onde: LDE (longuíssimo dorsal esquerdo); LDD (longuíssimo dorsal direito); RAE (reto abdominal esquerdo); RAD (reto abdominal direito); GME (glúteo médio esquerdo); GMD (glúteo médio esquerdo); ○ (ativação muscular presente); × (ativação muscular ausente); % (quantidade esperada observada/número total de repetições).

FLEXÃO LOMBAR E LOMBOSSACRA (ESTÍMULO DIGITAL NA TUBEROSIDADE ISQUIÁTICA)																	
ANIMAL		1		2		3		4		5		6		7		ESPERADO	%
REPETIÇÕES		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	Média ± SD (total)	
M Ú S C U L O S	LDE	×	○	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	×	36
	Média ± SD	0,35 ± 0,49		0,00 ± 0,00		0,50 ± 0,71		1,52 ± 0,86		0,88 ± 0,08		1,82 ± 0,71		0,22 ± 0,31		0,75 ± 0,77	
	LDD	×	×	×	×	○	×	○	○	○	○	○	○	×	×	×	50
	Média ± SD	0,00 ± 0,00		0,00 ± 0,00		0,25 ± 0,35		1,49 ± 0,28		0,84 ± 0,29		1,84 ± 0,69		0,00 ± 0,00		0,63 ± 0,78	
	RAE	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100
	Média ± SD	1,71 ± 1,30		3,09 ± 2,00		1,30 ± 0,35		2,52 ± 0,37		2,08 ± 1,15		1,99 ± 0,55		3,07 ± 0,10		2,25 ± 1,00	
	RAD	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100
	Média ± SD	1,85 ± 0,57		2,55 ± 2,59		1,32 ± 0,12		3,13 ± 1,06		1,36 ± 0,13		1,87 ± 0,73		4,32 ± 0,62		2,34 ± 1,34	
	GME	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100
	Média ± SD	3,39 ± 1,97		4,85 ± 0,93		1,23 ± 0,04		1,10 ± 0,05		2,22 ± 0,69		2,19 ± 0,31		2,79 ± 0,94		2,54 ± 1,43	
GMD	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100	
Média ± SD	1,84 ± 0,68		3,68 ± 1,79		1,00 ± 0,57		3,99 ± 3,13		2,64 ± 2,48		3,04 ± 2,10		3,33 ± 0,09		2,79 ± 1,70		

Tabela 4: Sequência temporal considerando os tempos iniciais de cada atividade muscular observada durante a manobra de flexão lombar e lombossacra realizada em duas repetições (A e B) por cada animal (1 a 7). Onde: Lde (longuíssimo dorsal esquerdo); Ldd (longuíssimo dorsal direito); Rae (reto abdominal esquerdo); Rad (reto abdominal direito); Gme (glúteo médio esquerdo); Gmd (glúteo médio esquerdo).

FLEXÃO LOMBAR E LOMBOSSACRA (ESTÍMULO DIGITAL NA TUBEROSIDADE ISQUIÁTICA)																	
ANIMAL		1		2		3		4		5		6		7		PREDOMINANTES	
REPETIÇÕES		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
S E Q U Ê N C I A T E M P O R A L	1°	Gme	Gmd	Gmd	Gme	Rae	Gmd	Gmd	Gmd	Rad	Rae	Gmd	Rae	Rad	Rad	Gmd	
	2°	Rad	Gme	Rad	Gmd	Rad	Rae	Rad	Rad	Lde	Rad	Gme	Ldd	Gme	Gmd	Rad	
	3°	Gmd	Rae	Rae	Rae	Rad	Rad	Rae	Gme	Ldd	Ldd	Lde	Gmd	Gmd	Rae	Rae	
	4°	Rae	Rad	Gme	Gmd	Rad	Gme	Lde	Rae	Ldd	Gme	Rae	Lde	Rae	Gme	Rae	Gme
	5°	Gme	Lde		Rae	Gmd	Lde	Ldd	Gme	Rae	Gmd	Gmd	Rad		Lde	Lde	Gmd
	6°	Gmd	Gmd		Rad	Rae	Rad	Gme	Lde	Lde	Rad	Gme	Gme			Rad	Gme
	7°		Gmd		Rae	Gmd	Gmd	Gme	Gmd	Gme	Lde	Ldd	Gme			Gmd	
	8°		Rae		Rad	Gme	Gme	Rae	Rae	Gmd	Gme	Rad	Ldd			Rae	Gme
	9°					Ldd	Rae	Rad	Ldd	Rad	Gmd		Lde			Ldd	Rad
	10°						Rad	Lde	Gmd	Gmd	Rae		Rad			Rad	Gmd
	11°							Ldd		Rad	Ldd		Rae			Ldd	

Na flexão global buscou-se promover ventroflexão de maior parte do segmento toracolombar e flexão da articulação lombossacra com extensão da articulação coxofemoral (Figuras 7A e B). Para esse movimento era esperada atuação concêntrica bilateral do músculo reto abdominal, que foi ativado em 100% das repetições, e do glúteo médio, que foi recrutado na sua porção esquerda em 86% e direita em 79% das repetições. Porém, também foram observadas atividades eletromiográficas não esperadas dos músculos longuíssimos dorsais esquerdo e direito com atividade em 57 e 50% das tentativas respectivamente. Contudo, essas ativações bilaterais não esperadas do longuíssimo dorsal apresentaram uma tendência de duração média de 0,48 e 0,34 segundo para cada antímeros esquerdo e direito respectivamente. Menores do que as observadas dos retos abdominais e glúteos médios, que foram de 1,77, 2,05, 1,48 e 1,69 segundos em cada antímeros conforme a tabela 5. Com relação à sequência temporal dos inícios de cada excitação muscular, a manobra de flexão global demonstrou propensão em iniciar o movimento com atuação dos glúteos médios, seguido dos retos abdominais e finalizando com os longuíssimos dorsais e assim como nas manobras anteriores, houve reativações dos três músculos pesquisados durante sua realização (Tabela 6).

Tabela 5: Distribuição das ocorrências da atividade muscular observada durante a manobra de flexão global realizada em duas repetições (A e B) por cada animal (1 a 7) comparada com o esperado em porcentagem (%). Médias e desvios padrões (SD), em segundos, entre as durações médias (duração total dividida por números de ativações) das duas repetições (A e B) por animal em cada músculo durante a manobra. Onde: LDE (longuíssimo dorsal esquerdo); LDD (longuíssimo dorsal direito); RAE (reto abdominal esquerdo); RAD (reto abdominal direito); GME (glúteo médio esquerdo); GMD (glúteo médio esquerdo); ○ (ativação muscular presente); × (ativação muscular ausente); % (quantidade esperada observada/número total de repetições).

FLEXÃO GLOBAL (ESTÍMULO DIGITAL NO ESTERNO E TUBEROSIDADE ISQUIÁTICA)																	
ANIMAL		1		2		3		4		5		6		7		ESPERADO	%
REPETIÇÕES		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	Média ± SD (total)	
M Ú S C U L O S	LDE	×	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	43
	Média ± SD	0,00 ± 0,00		0,24 ± 0,33		0,70 ± 0,42		1,12 ± 0,33		1,04 ± 0,13		0,25 ± 0,35		0,00 ± 0,00		0,48 ± 0,50	
	LDD	○	×	○	○	○	×	○	○	×	×	○	×	×	×	×	50
	Média ± SD	0,13 ± 0,18		0,50 ± 0,00		0,40 ± 0,57		1,13 ± 0,27		0,00 ± 0,00		0,20 ± 0,28		0,00 ± 0,00		0,34 ± 0,43	
	RAE	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100
	Média ± SD	1,84 ± 1,31		0,95 ± 0,45		1,15 ± 0,21		2,28 ± 0,73		1,95 ± 0,09		0,64 ± 0,08		3,64 ± 0,08		1,77 ± 1,07	
	RAD	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100
	Média ± SD	1,76 ± 0,88		2,75 ± 3,05		1,03 ± 0,67		2,92 ± 1,65		1,29 ± 0,76		1,01 ± 0,71		3,61 ± 0,05		2,05 ± 1,45	
	GME	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	86
	Média ± SD	0,28 ± 0,40		5,55 ± 0,55		0,45 ± 0,07		0,74 ± 0,51		1,54 ± 0,66		1,20 ± 0,62		0,63 ± 0,89		1,48 ± 1,82	
GMD	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	×	○	79	
Média ± SD	0,35 ± 0,49		4,95 ± 0,78		1,05 ± 0,35		1,49 ± 0,56		0,97 ± 1,37		2,37 ± 0,22		0,66 ± 0,93		1,69 ± 1,62		

Tabela 6: Sequência temporal considerando os tempos iniciais de cada atividade muscular observada durante a manobra de flexão global realizada em duas repetições (A e B) por cada animal (1 a 7). Onde: Lde (longuíssimo dorsal esquerdo); Ldd (longuíssimo dorsal direito); Rae (reto abdominal esquerdo); Rad (reto abdominal direito); Gme (glúteo médio esquerdo); Gmd (glúteo médio esquerdo).

FLEXÃO GLOBAL (ESTÍMULO DIGITAL NO ESTERNO E TUBEROSIDADE ISQUIÁTICA)																		
ANIMAL		1		2		3		4		5		6		7		PREDOMINANTES		
REPETIÇÕES		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B			
S E Q U Ê N C I A T E M P O R A L	1°	Rae	Rae	Gme	Gme	Gme	Gmd	Gmd	Gmd	Gmd	Gme	Gme	Rad	Gme	Rae	Gme		
	2°	Rad	Rad	Gmd	Gmd	Rad	Rae	Gmd	Rae	Gme	Rae	Lde	Gme	Gmd	Rad	Rad		
	3°	Gme		Rad	Rad	Lde	Rad	Rad	Lde	Rae	Lde	Ldd	Gmd	Rad		Rad		
	4°	Gmd		Rae	Rae	Rae	Gme	Gmd	Ldd	Rad	Gme	Rae	Rae	Rae		Rae		
	5°	Ldd		Lde	Rae	Gme	Lde	Gme	Rad	Lde	Rad	Rad	Gme			Lde	Rad	Gme
	6°	Rae		Rad	Ldd	Ldd		Gme	Gme			Gmd	Rad			Ldd	Rad	Gme
	7°	Rad		Rae		Gmd		Lde	Gmd			Lde				Lde	Gmd	
	8°			Rae		Rad		Gme	Rae			Ldd				Rae		
	9°			Ldd				Rae	Lde			Rae				Rae		
	10°			Lde				Lde	Ldd			Rad				Lde		
	11°			Ldd				Ldd	Gme			Ldd				Ldd		
	12°							Lde				Rad				Lde	Rad	
	13°							Ldd								Ldd		

Na tração da cauda, o esperado é que o desequilíbrio aplicado caudoventralmente estimule o equino a deslocar seu centro de massa cranialmente ativasse os músculos longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio (Figuras 8). Essa foi a manobra que as ocorrências de ativação muscular mais se aproximaram do esperado, sendo cada antímeros esquerdo e direito ativado em 79% vezes para os longuíssimos dorsais, 100 e 93% para os retos abdominais e 100% para os glúteos médios. Com relação às durações médias dos mesmos, essas se mostraram relativamente estáveis durante a tração de cauda, variando de 0,63 até 2,09 segundos (Tabela 7). Já analisando a sequência temporal dos inícios da atividade muscular, é observada uma tendência que esta manobra inicie com atuação dos glúteos médios e retos abdominais, finalizando com os longuíssimos dorsais.

Tabela 7: Distribuição das ocorrências da atividade muscular observada durante a manobra de tração de cauda realizada em duas repetições (A e B) por cada animal (1 a 7) comparada com o esperado em porcentagem (%). Médias e desvios padrões (SD), em segundos, entre as durações médias (duração total dividida por números de ativações) das duas repetições (A e B) por animal em cada músculo durante a manobra. Onde: LDE (longuíssimo dorsal esquerdo); LDD (longuíssimo dorsal direito); RAE (reto abdominal esquerdo); RAD (reto abdominal direito); GME (glúteo médio esquerdo); GMD (glúteo médio esquerdo); ○ (ativação muscular presente); ✗ (ativação muscular ausente); % (quantidade esperada observada/número total de repetições).

TRAÇÃO DE CAUDA																	
ANIMAL		1		2		3		4		5		6		7		ESPERADO	%
REPETIÇÕES		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	Média ± SD (total)	
M Ú S C U L O S	LDE	○	✗	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	✗	✗	○	79
	Média ± SD	0,32 ± 0,45		0,97 ± 0,31		1,13 ± 0,53		0,58 ± 0,08		0,57 ± 0,01		0,83 ± 0,28		0,00 ± 0,00		0,63 ± 0,44	
	LDD	✗	✗	○	✗	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	79
	Média ± SD	0,00 ± 0,00		0,32 ± 0,45		0,98 ± 0,74		1,06 ± 0,69		0,69 ± 0,08		1,16 ± 0,13		1,42 ± 0,76		0,8 ± 0,61	
	RAE	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100
	Média ± SD	0,58 ± 0,11		1,85 ± 0,58		0,45 ± 0,07		0,87 ± 0,20		0,59 ± 0,06		1,02 ± 0,60		4,44 ± 0,83		1,40 ± 1,40	
	RAD	○	○	○	○	○	○	○	○	○	✗	○	○	○	○	○	93
	Média ± SD	0,89 ± 0,42		0,90 ± 0,11		0,25 ± 0,07		0,73 ± 0,22		0,75 ± 1,06		1,03 ± 0,45		2,94 ± 1,07		1,07 ± 0,95	
	GME	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100
	Média ± SD	0,93 ± 0,16		0,75 ± 0,35		1,42 ± 0,54		2,41 ± 1,49		0,93 ± 0,48		0,73 ± 0,30		1,98 ± 1,38		1,30 ± 0,88	
GMD	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100	
Média ± SD	1,60 ± 0,04		1,29 ± 1,02		1,49 ± 1,29		3,19 ± 0,74		2,69 ± 0,18		0,91 ± 0,31		3,44 ± 1,70		2,09 ± 1,19		

Tabela 8: Sequência temporal considerando os tempos iniciais da atividade muscular observada durante a manobra de tração de cauda realizada em duas repetições (A e B) por cada animal (1 a 7). Onde: Lde (longuíssimo dorsal esquerdo); Ldd (longuíssimo dorsal direito); Rae (reto abdominal esquerdo); Rad (reto abdominal direito); Gme (glúteo médio esquerdo); Gmd (glúteo médio esquerdo).

TRAÇÃO DE CAUDA																		
ANIMAL		1		2		3		4		5		6		7				
REPETIÇÕES		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	PREDOMINANTES		
S E Q U Ê N C I A T E M P O R A L	1°	Rad	Rae	Ldd	Rad	Rad	Gmd	Gmd	Lde	Gmd	Gmd	Rad	Lde	Gmd	Ldd	Gmd		
	2°	Gme	Gme	Rae	Lde	Rae	Gme	Lde	Gme	Gme	Gme	Gme	Ldd	Ldd	Gmd	Gme		
	3°	Gmd	Gmd	Lde	Rad	Lde	Ldd	Ldd	Gmd	Rae	Rae	Ldd	Rae	Gme	Rad	Ldd	Rae	Gmd
	4°	Rad	Rad	Rad	Gmd	Ldd	Gme	Rad	Gme	Ldd	Ldd	Lde	Rad	Rae	Rae	Rad		
	5°	Gme	Gme	Gme	Rae	Gmd	Gmd	Gme	Rae	Lde	Gme	Rad	Gmd	Rad	Gme	Gme		
	6°	Lde		Gmd	Rad	Gmd	Rad	Lde	Gmd	Rad	Rae	Rae	Gme		Gmd	Gmd		
	7°	Rae		Gme	Gme	Gme	Gme	Rae	Lde	Rae	Lde	Gmd	Gme		Gme	Gme		
	8°	Rae				Lde	Lde	Rad	Rae	Gme		Rad	Lde		Rad	Lde	Rad	
	9°					Gmd	Ldd	Ldd	Ldd	Lde			Ldd			Ldd		
	10°						Rae	Lde	Rae				Rae			Rae		
	11°						Lde	Ldd	Rad				Rad			Rad		
	12°								Lde							Lde		

Em nosso conhecimento, essa é a primeira pesquisa que buscou descrever a atividade eletromiográfica durante a realização de manobras para ativar músculos do core equino. Por isso, somado a impossibilidade de realizar a contração isométrica voluntária máxima com animais para realizar a normalização dos dados eletromiográficos e permitir comparações mais fidedignas, optou-se por realizar primeiramente uma análise descritiva dos achados eletromiográficos.

Os músculos longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio foram escolhidos devido ao fato de serem músculos superficiais e considerados fundamentais para flexibilidade e estabilidade do core equino, além de participarem na transferência de energia dos membros pélvicos para o esqueleto axial. Segundo Valentin e Zsoldos (2016), o longuíssimo dorsal é o músculo mais pesquisado, seguido do glúteo médio. O reto abdominal está em sexto na frequência relativa de pesquisas na área veterinária, mas é o segundo se tratando de análises da musculatura toracolombar.

Essa área de pesquisa está em constante desenvolvimento e os parâmetros estudados podem ser relevantes para avaliar a atividade de grupos musculares específicos, bem como, interações sinérgicas e antagônicas. Apesar da maioria dos estudos de eletromiografia superficial em equinos analisar parâmetros de amplitudes médias e máximas, presença ou ausência de ativação muscular e intensidade dos mesmos pelo cálculo da área sobre a curva integral do sinal (VALENTIN; ZSOLDOS, 2016). Esse artigo se focou em descrever, interpretar e discutir a distribuição da presença ou ausência da atividade muscular bem como suas durações médias e sequência temporal de ocorrência, tabulando essas variáveis por manobras para os músculos do core equino de interesse.

Como constatado em outros estudos de eletromiografia em equinos, Peham et al. (2001) descrevem que o longuíssimo dorsal é o músculo mais importante para dorsoflexão quando ativado bilateralmente, sendo também descrito por Robert et al. (2002) e Licka et al. (2009) como um músculo de atuação multiarticular, estabilizadora e antagônica aos movimentos de ventroflexão. Visto isso, os picos dos sinais eletromiográficos referentes aos músculos longuíssimo dorsal nas três manobras de flexão foram provavelmente por atuação excêntrica seja impedindo a hiperflexão do tronco durante o movimento ou concêntrica na tentativa de restabelecer a postura de repouso inicial ou até mesmo a combinação

de ambos os fatores, pois algumas repetições revelaram reativações musculares ao longo do tempo de coleta sugestivos dos reflexos da cadência do estímulo digital aplicado em cada manobra, ou seja, o movimento não foi fluido e constante em algumas tentativas, mas provavelmente ritmado em sequências de flexão e extensão da coluna. Já na manobra de tração de cauda, o longuíssimo dorsal possivelmente desempenhou atuação mais estabilizadora por contração isométrica reflexa ao desequilíbrio provocado pela tração.

Diferente do que foi encontrado na pesquisa de Robert et al. (2002), na qual foram observadas aumentos da atividade muscular do reto abdominal de caráter estabilizador durante o trote equino refletindo em menor movimentação no plano sagital do segmento toracolombar e permitindo maior propulsão dos membros pélvicos, no presente estudo, a ativação do músculo reto abdominal sugere que esse desempenhou atuação concêntrica durante as manobras para contribuir na flexão e elevação do dorso. Todavia, a sua característica estabilizadora possa ser observada na manobra de tração de cauda e na posição final dos movimentos de flexão, mas para essa comprovação seria necessário pareamento dos dados eletromiográficos com a cinemática do movimento.

Estudo de Robert et al. (1999) associam atividade eletromiográfica do glúteo médio com o movimento de natação da pelve durante o trote de equinos em esteira e também discute a atuação desse músculo na extensão coxofemoral. Este fato pode justificar a observação de atividade muscular do glúteo médio durante as manobras de flexão, principalmente na lombar e lombossacra, e global, que além de provocarem natação da pelve, também promovem extensão da articulação coxofemoral.

Durante a manobra de tração de cauda foram observadas ocorrências de atividades musculares mais próximas das esperadas, contudo era a única manobra em que era esperada ativação muscular dos seis músculos em avaliação. Quesito esse, onde as manobras anteriores justamente se distanciaram do esperado, ou seja, os movimentos de flexão toracolombar, lombar e lombossacra e global desencadearam maior ativação de grupos musculares que não eram esperados, principalmente dos longuíssimos dorsais nas três manobras e dos glúteos médios na flexão toracolombar. Abercromby et al. (2007) também encontraram resultados divergentes aos esperados com

humanos em plataformas vibratórias. Onde, os pesquisadores levantam as possibilidades dessa variabilidade de resposta ser decorrente da atividade muscular involuntária reflexa à vibração tônica somada à variação da ativação muscular voluntária para realizar o exercício na plataforma com vibração em diferentes direções. Outra hipótese levantada pelos pesquisadores, é que seria um reflexo para controle da postura durante a realização do exercício. Semelhante ao que suspeitamos ocorrer durante as manobras para ativar o core equino, que durante os movimentos de flexão do dorso existe uma tendência de ativar o músculo longuíssimo dorsal bilateralmente de maneira excêntrica para limitar o movimento ou de modo concêntrico para restabelecer a postura inicial de repouso.

Essa atividade de grupos musculares inesperados e sequência temporal de ativação não padronizada, tanto individualmente quanto entre repetições de um mesmo indivíduo durante uma mesma manobra, também foi descrito nos resultados de Ludvig e Larivière (2016) em estudo sobre a atividade eletromiográfica reflexa a perturbações externas em humanos, onde a análise eletromiográfica variou tanto de indivíduo para indivíduo, quanto entre repetições.

Para contornar essa variação, Ludvig e Larivière (2016) selecionaram tentativas mais consistentes, pelo cálculo do erro quadrático médio de cada indivíduo por músculo, onde a repetição menos consistente foi removida se proporcionasse melhora da consistência dos resultados em mais de 50%. Apesar desse cálculo não ter sido realizado no presente estudo, houve uma triagem dos dados, na qual as duas repetições onde o maior número de sensores não apresentou interferências ou ruídos exagerados foram submetidas à análise, porém esse cálculo pode ser interessante para estudos posteriores.

Já as durações médias sugerem que essas ativações musculares inesperadas foram menos relevantes para a contração muscular do que as dos músculos esperados, que apresentaram durações médias superiores. Esse desafio para interpretar dados eletromiográfico sem a normalização pela contração isométrica voluntária máxima também é relatada por Valentin e Zsoldos (2016).

Para justamente evitar a necessidade da normalização pela contração voluntária máxima em estudo sobre exercícios com plataformas vibratórias em

humanos, Abercromby et al. (2007) compararam os valores eletromiográficos da raiz quadrada dos valores quadráticos médios (RMS) encontrados durante os exercícios vibratórios com as condições individuais basais, ou seja, sem vibração, o que pode ser interessante para aplicação em estudos eletromiográficos com animais.

Adicionalmente a essa variabilidade de presença ou ausência de atividade muscular, a falta de padronização das mesmas quando presentes, tanto em sincronia na interpretação da sequência temporal, quanto na duração média das ativações musculares observadas, que apesar de demonstrarem tendências também apresentaram alto desvio padrão de certas médias. Tal constatação pode sugerir como essas manobras para ativação do core equino proporcionam recrutamento muscular variado e possivelmente trabalham o equilíbrio corporal dos equinos, semelhante ao encontrado por Jarvinen et al. (2003) que exercícios em plataformas vibratórias foram capazes de melhorar de modo imediato e transitório o desempenho físico, incluindo força isométrica, capacidade de salto e equilíbrio corporal, de humanos adultos e saudáveis.

Essa possível analogia de resultados imediatos e transitórios após uma única carga de vibração corroboram com as indicações de Clayton (2016) e Williams e Mckenna (2016) que estas manobras para ativação do core equino podem e devem ser realizadas imediatamente antes da atividade física diária do animal para ativar e pré-aquecer a musculatura de controle postural do animal. Porém, não podemos descartar possíveis benefícios em longo prazo incluindo a prevenção de lesões e ativação de outros grupos musculares importantes para manutenção sadia do core equino, como pesquisado por Stubbs et al. (2011) em que foi observada hipertrofia do músculo multifídus após 3 meses de prática de exercícios com semelhante linha de pensamento.

Robert et al. (2002) em estudo de locomoção com diferentes velocidades na esteira encontraram que a maioria das durações das atividades musculares não foi significativamente afetada pelo aumento da velocidade do trote e foi possível correlacionar à ativação muscular com fases do andamento por meio da análise cinemática pareada. Apesar destas manobras para ativar o core equino não serem extremamente padronizados e cíclicos, como um andamento equino também eram esperadas respostas mais uniformes.

Porém, Ludvig e Larivière (2016) em estudos com humanos sobre reflexos musculares em respostas a perturbações na postura demonstram que a atividade eletromiográfica reflexa também não demonstrou correlação com as estimativas das respostas mecânicas reflexas. Assim, é provável que essas quatro manobras para ativar o core equino trabalhem mais as capacidades de propriocepção, postura e estabilidade do que apenas a realização do movimento mecânico em si. Ludvig e Larivière (2016) também revelam que reflexos a perturbações ativaram seis grupos musculares do tronco de humanos, tanto flexores quanto extensores, porém alguns músculos e espaços temporais registraram maior atividade eletromiográfica reflexa a perturbações do que outros, semelhante ao descrito na presente pesquisa.

Para pesquisas futuras, o pareamento da análise cinemática com a eletromiografia de superfície pode contribuir para correlação entre a atividade muscular com a movimentação promovida durante a realização de manobras para ativação e alongamento do core equino (PEHAM et al., 2001). Além disso, pode auxiliar no entendimento da biomecânica equina e acerca dos sinergismos e antagonismos musculares durante a realização de diferentes manobras para equinos, pois assim como em humanos, estudos sobre o comportamento da ativação muscular do core em diferentes atividades físicas podem indicar melhores estratégias de treinamento (BORGHUIS; HOF; LEMMINK, 2008) e possivelmente reduzir o risco de lesões nos equinos relacionadas ao esporte de alto desempenho (ZSOLDOS et al., 2010).

Portanto, em estudos futuros, além do pareamento com análise cinemática tridimensional com marcadores tanto no animal quanto na pessoa que induzirá a realização das manobras com intuito de analisar a influência do ritmo dos estímulos digitais na execução das manobras por exemplo. Também são interessantes, mensurações em diferentes referências cutâneas do mesmo músculo e avaliação da adaptação muscular em longo prazo durante a realização das manobras, possibilitando até comparações durante a locomoção em diferentes velocidades de animais praticantes e não praticantes dessas técnicas para ativar o core equino.

CONCLUSÃO

A partir dessa pesquisa pode-se inferir que as manobras de flexão toracolombar, lombar e lombossacra, global e tração de cauda foram capazes de provocar ativações musculares pontuais e transitórias acima das esperadas, demonstrando a relevância destes movimentos para ativar os músculos longuíssimo dorsal, reto abdominal e glúteo médio dos equinos. Sendo as manobras de flexão lombar e lombossacra e a tração de cauda as mais eficientes para ativação desses três músculos do core equino. Porém, a alta variabilidade da ocorrência, duração e sequência temporal, seja pela raça, temperamento ou nível de propriocepção do animal ou a própria natureza das manobras, sugerem a importância em serem realizadas mais de duas repetições com mais de cinco segundos de estímulo reflexivo. No intuito deste aumento do número de repetições e permanência na posição final, de forma gradual e sempre respeitando os limites individuais de cada animal, possa alcançar a ativação de maior número de grupos musculares durante cada manobra.

REFERÊNCIAS

ABERCROMBY, A. F. J. et al. Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 9, p. 1642–1650, 2007.

BORGHUIS, J.; HOF, A. L.; LEMMINK, K. A. P. M. The Importance of Sensory-Motor Control in Providing Core Stability: Implications for Measurement and Training. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 38, n. 11, p. 893–916, 2008.

CLAYTON, H. M. Core Training and Rehabilitation in Horses. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 32, n. 1, p. 49–71, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2015.12.009>>.

DENOIX, J. M.; DYSON, S. J. Thoracolumbar Spine. In: **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. 1. ed. Philadelphia: Saunders Ltd, 2003. p. 509–521.

HAUSSLER, K. K. The lower back and pelvis of performance horses receive a closer look. v. 16, n. 7, p. 279–281, 1996.

HAUSSLER, K. K. Back problems. Chiropractic evaluation and management. **The Veterinary clinics of North America. Equine practice**, v. 15, n. 1, p. 195–209, 1999. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30172-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30172-4)>.

HIGGINS, G. **How your horse moves: A unique guide to improving performance**. Cincinnati: David & Charles, 2011.

JARVINEN, M. et al. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 22, n. 2, p. 145–152, 2003.

JEFFCOTT, L. B. Back Problems in the Horse-A look at past, present and future progress. **Equine Veterinary Journal**, v. 11, n. December 1977, p. 129–136, 1979.

JEFFCOTT, L. B. Disorders of the thoracolumbar spine of the horse — a survey of 443 cases. **Equine Veterinary Journal**, v. 12, n. 4, p. 197–210, 1980.

KANEPS, A. J. **Practical Rehabilitation and Physical Therapy for the General Equine Practitioner** **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, 2016. .

LICKA, T.; FREY, A.; PEHAM, C. Electromyographic activity of the longissimus dorsi muscles in horses when walking on a treadmill. **Veterinary Journal**, v. 180, n. 1, p. 71–76, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.11.001>>.

LUDVIG, D.; LARIVIÈRE, C. Trunk muscle reflexes are elicited by small

continuous perturbations in healthy subjects and patients with low-back pain. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 30, p. 111–118, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.06.007>>.

PEHAM, C. et al. Evaluation of the EMG activity of the long back muscle during induced back movements at stance. **Equine veterinary journal**, v. 33, p. 165–8, 2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11721561>>.

ROBERT, C. et al. Correlation between surface electromyography and kinematics of the hindlimb of horses at trot on a treadmill. **Cells Tissues Organs**, v. 165, n. 2, p. 113–122, 1999.

ROBERT, C. et al. Effects of trotting speed on muscle activity and kinematics in saddlehorses. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n. S34, p. 295–301, 2002.

SIMONATO, S. P. **ANÁLISE DESCRITIVA DA CINEMÁTICA TRIDIMENSIONAL E ELETROMIOGRÁFICA DA COLUNA TORACOLOMBAR DA RAÇA MANGALARGA MARCHADOR**. 2016. Universidade Federal de Viçosa, 2016. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/8559>>.

STUBBS, N. C. et al. Functional anatomy of the caudal thoracolumbar and lumbosacral spine in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 38, n. SUPPL.36, p. 393–399, 2006.

STUBBS, N. C. et al. Dynamic mobilisation exercises increase cross sectional area of. v. 43, p. 522–529, 2011.

VALENTIN, S.; ZSOLDOS, R. R. **Surface electromyography in animal biomechanics: A systematic review** **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 2016. .

VIGOTSKY, A. D. et al. Interpreting signal amplitudes in surface electromyography studies in sport and rehabilitation sciences. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. JAN, 2018.

WILLIAMS, G.; MCKENNA, A. **Horse Movement: Structure, Function and Rehabilitation**. p. 310, 2016.

ZSOLDOS, R. R. et al. Activity of the equine rectus abdominis and oblique external abdominal muscles measured by surface EMG during walk and trot on the treadmill. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, n. SUPPL. 38, p. 523–529, 2010.

ZSOLDOS, R. R. et al. Long term consistency and location specificity of equine gluteus medius muscle activity during locomotion on the treadmill. **BMC Veterinary Research**, v. 14, n. 1, p. 1–10, 2018.

ZSOLDOS, R. R. R.; KRÜGER, B.; LICKA, T. F. F. From maturity to old age: tasks of daily life require a different muscle use in horses. **Comparative exercise physiology**, v. 10, n. 2, p. 75–88, 7 jan. 2014.