

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
BACHARELADO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

LAIRA GOMES MIDON

**BIOMECÂNICA EQUINA E SUA IMPORTÂNCIA PARA A REABILITAÇÃO:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

PORTO ALEGRE

2024

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**BIOMECÂNICA EQUINA E SUA IMPORTÂNCIA PARA A REABILITAÇÃO:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Autor: *Laira Gomes Midon*

Trabalho apresentado à Faculdade de Veterinária como
requisito parcial para a obtenção da graduação em
Medicina Veterinária

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Henrique Zimmermann
Winter

Co-orientador: Prof. Dra. Grasiela De Bastiani

PORTO ALEGRE

2024

CIP - Catalogação na Publicação

Gomes Midon, Laira
BIOMECÂNICA EQUINA E SUA IMPORTÂNCIA PARA A
REABILITAÇÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA / Laira Gomes
Midon. -- 2024.
37 f.
Orientador: Gustavo Henrique Zimmermann Winter.

Coorientador: Graciela De Bastiani.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Veterinária, Curso de Medicina Veterinária, Porto
Alegre, BR-RS, 2024.

1. biomecânica equina. 2. reabilitação. 3.
atividade proprioceptiva. 4. musculatura torácica e
pélvica. 5. fâscias. I. Zimmermann Winter, Gustavo
Henrique, orient. II. De Bastiani, Graciela,
coorient. III. Título.

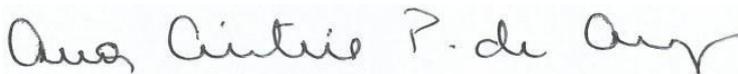
LAIRA GOMES MIDON

Biomecânica equina e sua importância para a reabilitação: uma revisão bibliográfica

Aprovado em 07/02/2024

APROVADO POR:

Prof. Dr. Gustavo Henrique Zimmermann Winter
Orientador e Presidente da Comissão



Prof. Dra. Ana Cristina Pacheco De Araújo
Membro da Comissão

Prof. Dr. Henrique Boll de Araujo Bastos
Membro da Comissão

Prof. Dra. Grasiela De Bastiani
Membro da Comissão

Dedico este trabalho a Deus, pois é Ele quem
coloca dentro de mim tanto o querer quanto o
realizar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Maíra Gomes, porque graças a ela tenho a possibilidade de sonhar. Posso viver sabendo que há uma rede de segurança embaixo de mim para o caso de uma queda inesperada... e essa rede também serve de trampolim, para que eu possa voar o mais alto que eu quiser.

Agradeço ao meu pai, Lourenço Zimmermann, por nossa relação ser como ele mesmo disse há uns anos: uma mangueira de pedra, que nem o tempo, nem a chuva, nem as intempéries podem destruir.

Àqueles que me guiaram durante a escrita, meu orientador Gustavo Winter e minha coorientadora Grasiela De Bastiani, sem os quais seria impossível ter escrito este trabalho. Obrigada por confiarem e acreditarem em mim.

Ao meu grupo de amigos da faculdade, agradeço por terem sido meu esteio seguro em meio ao caos mais vezes do que consigo me lembrar: Caroline Pertile, Vicente Saavedra, Mirela Caberlon, Erika Lacerda, Amanda Toigo, Júlia Fonte, Gabriele Guarnieri e Rafaela Friedman.

Por fim, ressalto o quão maravilhoso é encontrar alguém que quer ouvir, verdadeiramente, sobre todas as tuas ideias — arrisco dizer que são nessas conversas que os sonhos saem do mundo das idealizações para entrar na vida. Felipe Brito Brose, obrigada por nós.

Allah, depois de haver criado o céu e a terra, os animais da terra, os peixes do mar e as aves do ar, resolveu conceder ao homem um supremo sinal do seu favor. Chamou o vento sul e disse-lhe:

Quero transformar-te numa nova criatura, condensa-te!

Depois, Allah olhou os seres que já tinha formado; tomou a arrogância e a altivez do leão, a destreza e a agilidade do tigre, a velocidade do cervo, o olhar meigo da gazela, a fidelidade do cão, a memória privilegiada do elefante, o colo airoso do cisne, o seguro pé de ferro do onagro, ligou estas qualidades num todo de harmoniosas proporções e elegante contorno e fez o cavalo. (ALCORÃO SAGRADO, 20:53).

RESUMO

A biomecânica equina contempla o estudo da atividade locomotora, sendo, portanto, indissociável do tema cavalos atletas e sua reabilitação. O objetivo desse trabalho é fazer uma revisão bibliográfica da biomecânica equina a fim de melhorar a compreensão acerca da atividade muscular, fascial e proprioceptiva do cavalo. Os equinos apresentam membros torácicos com disposição ortogonal dos segmentos radial e metacarpal, implicando em 60% da sustentação de sua massa corporal ser feita pelos membros torácicos, enquanto os membros pélvicos, por meio de tendões longos e elásticos, reduzem o custo metabólico da locomoção. A musculatura cervical e toracolombar desempenha a função de manter o equilíbrio de todo o corpo durante a locomoção e o nível de sua ativação depende da velocidade da marcha. As fáscias desempenham papel estrutural e fornecem estabilidade ao corpo, além de possuírem propriedades viscoelásticas e capacidade proprioceptiva, permanecendo um campo de estudo vasto e ainda pouco compreendido. Os resultados dos estudos utilizados neste trabalho corroboram a importância de diversas técnicas na reabilitação do cavalo atleta, tais como o uso de terapias manuais, *kinesio taping*, eletroterapias, terapia térmica, hidroterapia e a periodização de exercícios para o retorno do atleta ao seu desempenho pré-lesão.

Palavras-chave: Atividade Proprioceptiva; Musculatura; Fáscias; Desempenho Atlético; Medicina Veterinária.

ABSTRACT

Equine biomechanics studies locomotor activity, and therefore is inseparable from the topic of equine athletes and their rehabilitation. The goal of this study is to make a literature review on equine biomechanics in order to better understand the muscular, fascial, and proprioceptive activity of the horse. Equines have thoracic limbs with orthogonal arrangement of the radial and metacarpal segments, implying that 60% of the support of their body mass is done by their thoracic limbs, while the pelvic limbs reduce the metabolic cost of locomotion through long, elastic tendons. The cervical and thoracolumbar muscles maintain balance throughout the body during locomotion, and its level of activation depends on the walking speed. Fascias play a structural role and provide stability to the body in addition to having viscoelastic properties and proprioceptive capacity, remaining a vast and still little understood field of study. The results of the studies used in this work corroborate the importance of several techniques in the rehabilitation of the athlete horse, such as the use of manual therapies, kinesio taping, electrotherapies, thermal therapy, hydrotherapy, and periodization of exercises to return the athlete to his performance.

Keywords: Proprioceptive Activity; Musculature; Fascia; Athletic Performance; Veterinary Medicine

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Marchas simétricas.....	28
Figura 2 – Marchas assimétricas	28
Figura 3 – Diagrama representando o Gerador de Padrão Central (GPC) em relação aos neurônios motores e tratos ascendentes e descendentes	29
Figura 4 – Musculatura extrínseca do membro torácico	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GRF	Força de reação do solo
GPC	Gerador de padrão central
ESWT	Extracorporeal shock wave therapy
LNМ	Limiar nociceptivo mecânico
LS	Ligamento suspensório
MCP	Articulação metacarpofalângea
MFDS	Músculo flexor digital superficial
TFDP	Tendão flexor digital profundo
TFDS	Tendão flexor digital superficial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	DEFINIÇÕES DE BIOMECÂNICA	15
2.2	ANATOMIA E ATIVIDADE PROPRIOCEPTIVA	17
2.3	MUSCULATURA E MOVIMENTAÇÃO CERVICAL E TORACOLOMBAR.	19
2.4	FÁSCIAS	20
2.5	MEMBRO TORÁCICO.....	21
2.5.1	Musculatura extrínseca do membro torácico	22
2.5.2	Musculatura intrínseca do membro torácico.....	22
2.6	MEMBRO PÉLVICO	24
2.6.1	Aparelho recíproco.....	26
3	ILUSTRAÇÕES	28
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
5	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A biomecânica é o estudo do movimento cujo conhecimento permite ao cavaleiro ou treinador fazer uma avaliação objetiva da forma como o cavalo se move. Isto, combinado com um bom conhecimento de anatomia e conformação, permite que o programa de treinamento seja desenhado para prolongar a vida desportiva do equino (Muybridge, 1982).

Inicialmente, as técnicas de medição e os métodos analíticos eram tediosos e demorados, mas, atualmente, *softwares* e *hardwares* aprimorados tornaram as análises mais eficientes (Egenvall *et al.*, 2022). Princípios biomecânicos podem ser usados para avaliar como a gravidade, a inércia e o giro afetam a interação do cavaleiro com o cavalo nas diferentes marchas e, no que tange aos equinos em geral, o sistema de controle neuromotor é programado para avaliar a eficiência no gasto energético (Clayton, 2023). Equinos atletas têm seu rendimento diminuído devido a lesões musculares, tendíneas e ósseas, as quais alteram a biomecânica natural do movimento. Tanto a reabilitação musculoesquelética e neurológica quanto o desempenho atlético estão relacionados e mediados pelo estímulo aferente proprioceptivo e mecanorreceptivo das articulações, tendões, ligamentos, fâscias e pele, que modulam o controle neuromuscular eferente. Em equinos de performance, o objetivo geral da reabilitação é restaurar as vias neuromusculares apropriadas, bem como fortalecer a musculatura para permitir que o cavalo retorne ao seu potencial atlético. (Wolschrijn, *et. al.*, 2013).

Tratando-se da reabilitação musculoesquelética, devolver o cavalo ao seu nível anterior de desempenho envolve a periodização de exercícios para melhorar progressivamente a propriocepção e o controle neuromuscular e para fortalecer a musculatura (Goff, Stubbs, 2007). Segundo Rogers *et al.* (2007), para que ocorra a hipertrofia muscular, as sessões de exercícios devem causar fadiga e danos celulares leves, resultando em uma resposta adaptativa de curto prazo. Esse aumento do nível de estresse precisa continuar durante todo o programa de treinamento, aumentando a carga sob o “princípio da sobrecarga” que, quando gerenciado adequadamente, leva à melhoria de desempenho. No entanto, segundo Tabor e Williams (2018), com base na quantidade de informações disponíveis para a elaboração dessa periodização em cavalos, o nível de exercício e, portanto, a carga necessária nos tecidos musculares é, na melhor das hipóteses, controversa.

Portanto, ao longo deste trabalho, no que tange à musculatura esquelética, abordaremos alguns exercícios já descritos na literatura para a reabilitação do equino atleta, sob a perspectiva de que este ainda é um campo de estudo a ser melhor elucidado. A fim de melhorar a

compreensão acerca da atividade muscular, fascial e proprioceptiva do cavalo, o objetivo principal deste trabalho é fazer uma revisão bibliográfica da biomecânica equina, correlacionando, quando houver informação disponível, com a sua importância para a reabilitação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta sessão será apresentada uma revisão de literatura abordando os seguintes tópicos: definições de biomecânica, anatomia e atividade proprioceptiva, musculatura e movimentação cervical e toracolombar, fâscias, membros torácico e pélvico e aparelho recíproco.

2.1 DEFINIÇÕES DE BIOMECÂNICA

A biomecânica é o estudo dos sistemas biológicos efetuado com os métodos da mecânica ou da física. Esse é um campo muito amplo que abrange estudos de todos os animais até o seu nível subcelular. Locomoção é o ato de mover o corpo como resultado da geração das forças de reação do solo (GRF) quando o casco empurra o mesmo. Sendo assim, a análise da marcha é definida como um ramo da biomecânica que descreve a mecânica locomotora sob a perspectiva cinemática e cinética. Enquanto a cinemática é o estudo do movimento, que descreve a geometria da locomoção em termos de deslocamentos lineares e angulares, velocidades e acelerações, a cinética descreve os efeitos das forças na produção ou alteração do movimento do corpo (Clayton, 2016). A força de reação exercida pelo solo sobre o membro de um cavalo gera uma reação da força exercida pelo cavalo sobre o solo. Essa força de reação frequentemente é dividida em três componentes: vertical (suporte de peso), craniocaudal (aceleração e desaceleração) e mediolateral (giro e equilíbrio) (Wilson, Weller, 2011).

Uma marcha é um padrão de movimentação entre membros executado repetidamente, com cada uma das repetições equivalendo a uma passada. Durante uma passada completa, cada membro tem uma fase de apoio, quando o casco está em contato com o solo, e uma fase de suspensão ou protração, quando o membro balança para frente em preparação para a próxima fase de apoio (Clayton, 2016). Em geral, o tempo da passada diminui com o aumento da velocidade (Wilson, Weller, 2011). O membro é protraído no início da suspensão e depois retraído para reduzir a velocidade do casco em relação ao solo no momento do contato, o que diminui a concussão no membro e reduz o risco de escorregar (Hasaneini *et al.*, 2014). A retração do membro continua durante a fase de apoio. As passadas são quantificadas cinematicamente de acordo com seu comprimento e duração (Clayton, 2016).

A marcha ainda é classificada como simétrica ou assimétrica de acordo com a simetria entre os movimentos do membro torácico/pélvico esquerdo e direito e com a forma de pisar (caminhar) ou saltar (correr), dependendo da presença ou ausência de uma fase de suspensão. Ela também é classificada de acordo com a quantidade de fases de suspensão por passada.

(Hildebrand, 1985; Clayton, 2004). Ao passo, o cavalo sempre tem pelo menos um membro em contato com o solo, e essa marcha apresenta a ausência de fases de suspensão. Em contrapartida, o galope tem uma ou mais fases de suspensão em cada passada. O trote normalmente tem duas fases de suspensão por passada, enquanto o *canter* e o galope geralmente têm apenas uma fase de suspensão por passada, embora cavalos galopando perto da velocidade máxima possam ter duas ou, ocasionalmente, até três fases de suspensão por passo (Seder e Vickery, 2003). Nas marchas com fase de suspensão, o corpo desce durante a fase de apoio devido à compressão das articulações dos membros pela ação do vetor peso corporal. As articulações são sustentadas por tecidos moles elásticos, como o ligamento suspensório e o tendão flexor digital superficial, que é alongado quando o membro está sustentando o peso. À medida que o peso corporal é transferido ao próximo membro, os tecidos elásticos deformam, liberando a energia potencial elástica armazenada. Nos passos com fase de suspensão, as energias potencial e cinética diminuem no apoio médio, e a eficiência metabólica é aumentada pelo armazenamento e liberação de energia nos tendões longos e elásticos, reduzindo o custo metabólico da locomoção (Clayton, 2016).

Marchas simétricas são caracterizadas por terem a mesma duração e comprimento dos passos para os membros torácicos e pélvicos esquerdo e direito, com os movimentos dos membros contralaterais fora de fase (Hildebrand, 1985; Clayton, 2004; Robilliard et al., 2007). As diferentes marchas simétricas são classificadas de acordo com a coordenação entre os passos dos membros torácicos e pélvicos, conforme ilustra a Figura 1. A caminhada tem uma sequência lateral de passos em que um contato traseiro é seguido pelo contato dianteiro ipsilateral e cada casco entra em contato com o solo separadamente, dando um ritmo de 4 batidas. (Clayton, 2016). O trote e o passo são marchas simétricas de dois tempos, nas quais os movimentos dos membros são coordenados de modo que um membro anterior e um membro posterior se movam sincronicamente em pares diagonais (trote) ou laterais (passo), com fases de suspensão intercaladas entre sucessivas fases de apoio diagonal ou lateral (Clayton, 2004).

Numa marcha assimétrica, por sua vez, as passadas de um ou ambos os pares de membros contralaterais ocorrem em ciclos em que há um curto intervalo entre sucessivos passos, ao que se segue um intervalo mais longo antes do próximo ciclo (Hildebrand, 1977). O *canter* e o galope são as marchas assimétricas dos cavalos, e eles são diferenciados pelo fato de que os movimentos do membro pélvico dianteiro e do membro torácico traseiro são sincronizados no *canter* para dar à passada um ritmo de 3 batidas (Clayton, 2016). As marchas assimétricas estão exemplificadas na Figura 2.

2.2 ANATOMIA E ATIVIDADE PROPRIOCEPTIVA

Os equinos são quadrúpedes que apresentam os membros torácicos se assemelhando a pilares ortogonais, devido à disposição perpendicular dos segmentos radial e metacarpal quando se encontram em estação. Isso implica que 60% da sustentação de sua massa corporal é feita pelos membros torácicos (Hobbs, Clayton, 2013). Enquanto isso, os membros pélvicos utilizam tendões longos e elásticos para reduzir o custo metabólico da locomoção (Clayton, Back, Chateau, 2013), auxiliando, portanto, na dissipação da força e da inércia. A medula espinal controla os padrões rítmicos da locomoção por meio de circuitos neuronais chamados de geradores de padrão central (GPC), os quais determinam as características temporais da passada, controlando flexões e extensões articulares, conforme exemplificado na Figura 3. Os quatro GPC que controlam o esqueleto apendicular estão localizados na região torácica (membros torácicos) e região lombar (membros pélvicos) da medula espinal (Griller, 2002). As vias próprio-espinais coordenam as saídas dos GPC com estímulos excitatórios ou inibitórios, que são responsáveis pela sincronização dos membros dentro ou fora da fase de apoio. Isto produz os padrões de coordenação característicos das diferentes marchas (Clayton, 2016). Entretanto, comandos gerados no córtex motor são transportados através de tratos próprio-espinais descendentes para os GPC, alterando a atividade muscular e podendo também modular as trajetórias dos membros em antecipação à uma resposta de evitação (Drew *et al.*, 2004).

Essa adaptação em resposta à estimulação proprioceptiva tem sido utilizada em terapias físicas que dependem da estimulação sensorial dos membros para modificar o padrão locomotor. Segundo Clayton (2016), uma das técnicas envolve prender pulseiras leves (55g) ao metacarpo, fazendo com que elas entrem em contato com o casco e, durante a locomoção, produzam sons que estimulam uma resposta de evitação mediada pela saída do GPC. Quando cavalos usam as pulseiras de estimulação proprioceptiva em seus metatarsos, o arco de voo dos cascos traseiros é significativamente elevado devido ao aumento da flexão de todas as articulações, exceto as do quadril (Clayton *et al.*, 2010). As pulseiras proprioceptivas são, portanto, uma alternativa útil para restaurar a amplitude de movimento articular durante a reabilitação de claudicação dos membros pélvicos (Clayton, 2016).

Clinicamente, a propriocepção é definida como a capacidade de sentir se uma articulação está se movendo e, se sim, em qual direção. Sabemos que esta capacidade depende do funcionamento de mecanorreceptores especializados de rápida adaptação nas cápsulas articulares e tendões (Proske, Gandevia, 2012). Quando falamos em propriocepção e dor, havia

pouco conhecimento sobre a inervação do tecido conjuntivo e sua função proprioceptiva até muito recentemente, no entanto, hoje sabe-se que ao menos as fâscias musculares profundas e as aponeuroses são ricamente inervadas com fibras aferentes de pequeno diâmetro que podem transmitir sinais nociceptivos (Mense, 2019). O que permanece desconhecido é até que ponto o tecido conjuntivo contribui para sensações não dolorosas, como aquelas experimentadas durante pressão e alongamento profundos, e até que ponto as sensações dele decorrentes contribuem para a propriocepção e a interocepção (Lanvegin, 2021). Interocepção compreende os processos pelos quais o corpo sente, interpreta, integra e regula sinais de dentro de si e inclui sensações decorrentes do tecido conjuntivo profundo da pele. Esta definição inclui a propriocepção no seu sentido mais amplo, significando a percepção sensorial e a consciência da posição e movimento do corpo. (Chen, *et al.*, 2021). Além de ser importante na propriocepção, a mobilidade da fâscia pode ser um componente-chave da dor miofascial, uma condição ainda pouco compreendida, mas extremamente comum (Fricton, 2016). Da mesma forma, os tecidos miofasciais recebem cada vez mais atenção como possíveis “geradores de dor”, sendo esta uma disciplina emergente que requer o desenvolvimento de biomarcadores teciduais robustos que facilitem o desenvolvimento de tratamentos eficazes, os quais refletirão no bem-estar dos pacientes (Lanvegin, 2021) e, conseqüentemente, no seu desempenho atlético. Alguns tratamentos para as disfunções do tecido miofascial serão apresentados posteriormente neste trabalho.

Segundo Dyson (2017), a qualidade do desempenho equino pode ser influenciada pela dor, ela resultando ou não de uma claudicação evidente. Além disso, a capacidade de detectar a presença de dor pode ser desafiadora, principalmente quando partimos do pressuposto de que uma avaliação objetiva é necessária, existindo, portanto, limitações na interpretação desses dados. Até certo ponto, a região toracolombossacral é um espelho da saúde músculo-esquelética do cavalo e do seu funcionamento geral. A claudicação pode resultar em dor muscular epaxial secundária (Landman, *et al.*, 2004), visto que os cavalos se adaptam à claudicação enrijecendo a região toracolombar-sacral. Como resultado, pode haver atrofia dos músculos epaxiais e inicia-se um ciclo potencialmente vicioso (Gómez Álvarez, *et al.*, 2007). Cavalos e cavaleiros variam em suas habilidades naturais de desempenho, no entanto, quaisquer que sejam as circunstâncias, a otimização da interação cavalo-sela-cavaleiro é crucial para o desempenho e o bem-estar dos equinos (Dyson, 2017). Além disso, para tratamento de claudicação, Contino (2018) recomenda a *Extracorporeal Shock Wave Therapy* (ESWT), a qual deve ser feita por meio da aplicação de 2000 pulsos durante duas semanas de tratamento, seguidos por 1500 pulsos nas duas semanas seguintes. Segundo o autor, a EWST apresentou melhores resultados

em comparação com a administração de glicosaminoglicano polissulfadato via intramuscular, sendo benéfica particularmente para articulações de baixa mobilidade e para entesopatias na inserção de cápsulas articulares.

2.3 MUSCULATURA E MOVIMENTAÇÃO CERVICAL E TORACOLOMBAR

Os grandes músculos dorsais e ventrais das vértebras cervicais são responsáveis pelo movimento do pescoço e da cabeça junto com movimentos de protração dos membros torácicos. (Dyson, 2004). A morfologia do pescoço equino reflete soluções para múltiplas questões do seu comportamento natural: o posicionamento da cabeça durante a alimentação, a observação em múltiplas direções devido ao fato de o cavalo ser uma presa, o alcance, além da redução do custo metabólico durante a locomoção (Zsoldos, 2015).

Em equinos de performance, os músculos do pescoço desempenham, sob a perspectiva biomecânica, a função de manter o equilíbrio de todo o corpo (Zsoldos, *et al.*, 2010). A flexibilidade, posição e curvatura do pescoço podem ser amplamente adaptados e o uso dessa musculatura depende também da marcha. Isto significa que, com o aumento da velocidade da marcha, há maior ativação da musculatura e estabilização da coluna cervical, com conseqüente diminuição de movimento intervertebral (Zsoldos, 2015). A estabilidade da coluna é alcançada pelo sistema nervoso central, estimulando ativamente grupos musculares antagonistas (por exemplo, flexores e extensores), controlando assim a estabilidade de estruturas cervicais tais quais articulações, ligamentos e fâscias. De acordo com Dunbar *et al.* (2008), a mobilidade da coluna vertebral apresenta uma relação diretamente proporcional à capacidade de geração de força muscular. Ainda, de acordo com os autores, foi constatado mínimo movimento entre o pescoço e o tronco durante o trote, o que indica uma estabilização muito eficiente durante esta marcha. Em contrapartida, durante a caminhada, foi constatado deslocamento máximo do pescoço, indicando que, devido à menor aceleração, a necessidade de estabilização é limitada.

Os ligamentos da porção toracolombar da coluna vertebral armazenam grande quantidade de energia, assim como as estruturas elásticas do pescoço. O ligamento nugal emerge da protuberância occipital externa, recebe a lâmina nugal na altura da 3ª vértebra cervical e se insere no processo espinhoso da 4ª vértebra torácica, onde continua como o ligamento supraespinhoso ao longo da coluna vertebral toracolombar (König, 2011). A elasticidade da fâscia cervical, a qual se funde caudalmente com a fâscia toracolombar, sugere o envolvimento desta estrutura também na função de armazenamento de energia. Embora a função de muitos tecidos moles já esteja bem descrita (como os discos intervertebrais, as

cápsulas articulares e os ligamentos), as fâscias estão atualmente recebendo mais atenção (Zsoldos, 2015) e serão tratadas posteriormente nesse trabalho. O estudo de Greve *et al.* (2017), no qual foram realizadas análises cinemáticas em 14 cavalos que não apresentavam claudicação, observou que os círculos induzem uma assimetria entre as rédeas esquerda e direita. Ainda segundo os autores, o movimento em círculo induz mudanças mensuráveis na junção toracolombar em comparação ao deslocamento em linha reta, resultando, desta forma, em alterações nos membros pélvicos durante a marcha que não necessariamente significam patologias. Além de sua associação com os membros pélvicos, já foi demonstrado anteriormente que cavalos com claudicação dos membros pélvicos e espessamento da musculatura do dorso ao nível das vértebras T8, T13 e T18 tiveram maior risco de escorregamento de sela do que cavalos com outras assimetrias toracolombares, segundo Greeve e Dyson (2013).

2.4 FÁSCIAS

As fâscias fazem parte de uma rede que recebe nomes diferentes à medida que passa do nível celular para os tecidos, órgãos e todo o corpo: matriz extracelular, interstício, tecido conjuntivo e fâscias (Langevin, 2021). O sistema fascial está organizado em diversas camadas e subcamadas em orientações multidirecionais. Quando o cavalo está em movimento, este sistema proporciona mobilidade e estabilidade entre diferentes estruturas a diferentes níveis (miofascial, articular, neural e vascular). O tecido conjuntivo frouxo desempenha um papel fundamental no movimento entre as diferentes camadas de tecido, enquanto o tecido conjuntivo denso fornece suporte estrutural e estabilidade ao corpo (Luomala, 2022). A qualidade do tecido fascial varia consideravelmente entre os indivíduos. Além disso, suas propriedades viscoelásticas são reduzidas sob estresse e por doença (Guidera *et al.*, 2014). Ao fornecer informações proprioceptivas sobre a posição relativa de partes vizinhas do corpo e a distribuição de força entre o pescoço e o tronco, a continuação da fâscia que cobre os músculos cervicais é bastante vantajosa. (Zsoldos, 2015). Processos inflamatórios com causas diversas podem reduzir o pH local dos tecidos, contribuindo para alterações na viscosidade do hialuronato, o que pode reduzir a capacidade do sistema miofascial (Klingler, 2015), ocasionando disfunções miofasciais. As disfunções miofasciais, segundo Luomala (2022), podem ser classificadas em três tipos: a perda da viscoelasticidade do tecido com consequente perda de suas propriedades conectivas, causada comumente após traumas ou injúrias repetitivas no tecido; as adesões, caracterizadas pela perda de densidade do tecido, causadas após traumas

ou na fase precoce de cicatrização de processos cirúrgicos; e as fibroses, que se formam a partir de longos períodos de estresse e inflamação tecidual. Ainda segundo o autor, a percepção da dor depende de avaliações subjetivas, ao passo que algumas ferramentas podem ser utilizadas para avaliar a dor miofascial, como a Escala Grimace em equinos e a palpação.

Lesões na fáscia podem, ainda, ser tratadas com o uso da *kinesio taping*, técnica que tem o objetivo de liberar, relaxar e redirecionar o movimento da fáscia na direção fisiológica, por meio do recuo que a fita causa na pele, criando assim micromovimentos nos tecidos subjacentes que liberam as aderências e atuam como uma micromassagem contínua. Esse relaxamento da fáscia permite a restauração da mobilidade da pele sobre os músculos e articulações, promovendo assim o retorno à amplitude de movimento adequada da área tratada, conforme mostra o estudo realizado em humanos por Kim *et al.*, (2015), o qual apresenta aplicabilidade para os animais. No estudo realizado por Garcia Piqueres e Jackson (2021), o efeito analgésico da *kinesio taping* foi avaliado através de teste de sensibilidade à palpação segundo limiar nociceptivo mecânico (LNM) em 15 cavalos, na região de processos transversos das vértebras T12, T15, T18, L2 e L4. Constatou-se uma diminuição clinicamente significativa da sensibilidade à palpação dessa região após aplicação da fita, a qual não se manteve 24 horas após a remoção da mesma, evidenciando que esta técnica relativamente simples possui efeito analgésico de curto prazo. Além da *kinesio taping*, intervenções manuais também podem ser apresentadas como alternativas para fins terapêuticos, são elas: o alongamento passivo, a mobilização de tecidos moles ou a mobilização articular para restaurar a amplitude de movimento (Atalaia, *et al.*, 2021).

2.5 MEMBRO TORÁCICO

Os cavalos possuem cintura escapular incompleta, logo, a articulação entre o membro torácico e o tronco é feita através de uma sinsarcose formada pela musculatura extrínseca e seus tecidos moles associados (Payne *et al.*, 2005). A musculatura do membro torácico equino apresenta como funções conectar o membro apendicular ao tronco, estabilizar as articulações em oposição à força da gravidade durante a fase de apoio, gerar forças que são utilizadas para propulsão, frenagem e giro, e flexionar as articulações para levantar o casco do solo durante a fase de balanço (Clayton, Back, Chateau, 2013). Segundo Atalaia, *et al.* (2021), lesões tanto na musculatura torácica quanto pélvica podem ser tratadas com terapias térmicas, que consistem na aplicação de calor (termoterapia) ou de frio (crioterapia) na pele do animal, alterando assim a temperatura dos tecidos cutâneos, intra-articulares ou outros tecidos moles como adjuvantes

no tratamento de lesões musculoesqueléticas e de tecidos moles. Ainda segundo o autor, a aplicação de calor pode reduzir a rigidez das articulações, além de diminuir a sensibilidade dos nervos, enquanto as aplicações frias podem reduzir a dor, o inchaço e contrair os vasos sanguíneos, bloqueando os impulsos nervosos. O calor e o frio são métodos de tratamento de baixo custo e de fácil aplicação.

2.5.1 Musculatura extrínseca do membro torácico

Os músculos extrínsecos do membro torácico equino são grandes, com fascículos longos e paralelos e uma baixa relação entre comprimento músculo-tendão, o que equivale à capacidade de realizar trabalho. São eles: o músculo esplênio, rombóide, trapézio, serrátil ventral cervical, braquiocefálico, omotransverso, peitoral descendente, peitoral ascendente, latíssimo do dorso e serrátil ventral torácico, ilustrados na Figura 4. O músculo serrátil ventral torácico, embora grande, apresenta fascículos muito curtos em comparação ao comprimento da aponeurose, o que sugere sua contribuição para as propriedades elásticas gerais do membro (Payne *et al.*, 2005). As estruturas proximais do membro torácico funcionam como uma mola rígida, mostrando uma propensão para gerar trabalho negativo durante o apoio, fase da passada onde observou-se a absorção de energia pela musculatura extrínseca, mais especificamente pelo latíssimo do dorso, também chamado de músculo grande dorsal (St-George *et al.*, 2022). Segundo os autores, na claudicação de membros torácicos houve aumento na amplitude de movimento do latíssimo do dorso durante a fase de suspensão tardia e de apoio inicial, tornando a protração significativamente mais precoce e diminuindo as transições de extensão para flexão da articulação do cotovelo e ombro em cerca de 35% do ciclo da passada.

2.5.2 Musculatura intrínseca do membro torácico

A musculatura intrínseca possui alta capacidade de resistir à contração isométrica, devido ao alongamento dos tendões que atuam em série com o músculo. À medida que os tendões se esticam, eles armazenam energia elástica, a qual será liberada posteriormente na fase de apoio, quando o peso do membro é descarregado. Este mecanismo reduz o trabalho muscular e aumenta a economia de locomoção (Alexander, 2002). Os músculos intrínsecos do ombro são: o músculo supraespinhal, o infraespinhal, o bíceps braquial, o tríceps braquial, o *lacertus fibrosus* e o ancôneo. Já os músculos intrínsecos do antebraço são: o músculo flexor carpo radial, o extensor carpo radial, o flexor carpo ulnar, o ulnar lateral, o flexor digital superficial,

o flexor digital profundo, com suas três cabeças (umeral, radial e ulnar) e o extensor digital comum.

O músculo supraespinhal possui capacidade limitada de geração de força e um pequeno momento de força no ombro, justificando, portanto, seu maior papel na estabilização do que no movimento dinâmico das articulações (Watson, Wilson, 2007). O músculo supraespinhal e o infraespinhal estão ativos durante o apoio inicial e médio no passo, trote e galope (Aoki *et al.*, 1984; Robert *et al.*, 1998). Segundo avaliação eletromiográfica da atividade muscular da musculatura intrínseca do membro torácico realizada por Harrison *et al.* (2012), os músculos distais do membro, ou seja, aqueles que se inserem distal ao carpo, como o MFDS, estabilizam o membro torácico durante a fase de apoio em preparação para o alongamento das estruturas passivas (tendões e ligamentos) na fase de suspensão. Ainda segundo os autores, essa musculatura permanece ativa durante todo o apoio apenas durante o galope, quando os torques resultantes que atuam sobre as articulações distais dos membros torácicos são mais altos. Enquanto isso, segundo o mesmo estudo, os músculos proximais do membro torácico, ou seja, aqueles que se inserem proximal ao carpo como o tríceps braquial, o supraespinhoso e o infraespinhoso, são ativados para posicionar e estabilizar as articulações do ombro e cotovelo durante o contato com o solo.

Segundo Clayton, *et al.* 2000, o músculo bíceps braquial e a cabeça longa do músculo tríceps braquial são biarticulares e sua interação também afeta o movimento e a estabilidade das articulações do ombro e do cotovelo. Ainda segundo o estudo, no cavalo ao passo, o ombro atua principalmente como um amortecedor de energia, absorvendo energia em seu aspecto extensor (cranial), o que se deve provavelmente à ação excêntrica do bíceps braquial controlando a extensão do ombro.

Os músculos do antebraço movem e estabilizam as articulações do carpo e dos dedos. A ruptura do tendão extensor carpo radial permite que o carpo hiperflexione durante a fase de balanço ao caminhar e pode fazer com que o cavalo tropece ou caia ao trote porque não consegue prostrar o membro torácico com rapidez suficiente (Clayton, Back, Chateau, 2013). O tendão flexor digital profundo (TFDP) possui três ventres musculares distintos, umeral, ulnar e radial, cada um dos quais é inervado por um ramo separado do nervo mediano, sugestivo de compartimentalização neuromuscular a nível do canal do carpo (Zarucco *et al.*, 2004). As funções do TFDP são flexionar as articulações digitais durante a fase de balanço e gerar uma força propulsiva durante a segunda metade do apoio. Como o músculo flexor digital profundo possui uma porcentagem relativamente alta de fibras de contração rápida, ele é suscetível à fadiga durante o exercício (Hermanson, Cobb, 1992; Butcher *et al.*, 2007). Já o músculo flexor

digital superficial (MFDS) possui uma alta porcentagem de fibras musculares de contração lenta (Butcher *et al.*, 2007) que são resistentes à fadiga. As fibras de contração lenta e resistentes à fadiga do tendão MFDS agem excêntrica ou isometricamente durante o apoio, com alterações no comprimento da unidade musculotendinosa sendo devidas quase inteiramente ao alongamento do tendão elástico (Butcher *et al.*, 2007). Segundo Muñoz *et al.* (2019), a hidroterapia é uma ferramenta eficaz no tratamento de cavalos com lesões dos tendões flexores digitais superficiais ou profundos bem como de seus ligamentos acessórios. Segundo o autor, o controle da velocidade da esteira e da profundidade da água são componentes importantes do programa de reabilitação e a hidroterapia é recomendada para tratamento de lesões subagudas e crônicas de tendões, ligamentos e osteoartrite crônica.

O músculo interósseo terceiro, comumente denominado ligamento suspensório (LS), suporta a articulação metacarpofalangeana (MCP) durante a fase de apoio, o que é fundamental para a função do membro equino. Durante a posição em pé, o ligamento suspensório é totalmente capaz de suportar passivamente o peso do cavalo, e a arquitetura de suas fibras sugere que sua função implica na estabilidade dos membros torácicos e no armazenamento de energia elástica durante a locomoção (Clayton, Back, Chateau, 2013). O mecanismo de armazenamento de energia elástica exercida pelos tendões e ligamentos foi demonstrado por Harrison *et al.* (2010), no qual os tendões que abrangem a articulação MCP (TFDS, TFDP e LS) desenvolveram as maiores forças durante a caminhada, trote e galope, conseqüentemente demonstrando que a articulação está sujeita às cargas mais altas em todas as três marchas. Assim, os tendões e articulações que facilitam o armazenamento e a utilização da energia de deformação elástica no membro torácico distal também sofrem as maiores cargas, o que pode explicar a alta frequência de lesões observadas nesses locais. Uma alternativa terapêutica para a reabilitação de equinos com desmíte suspensiva proximal recorrente é a terapia por ondas de pressão radial, descrita por Crowe *et al.*, (2004). Nesse estudo, 65 cavalos receberam tratamentos com intervalos de 2 semanas e foi relatado que o grupo onde foi realizado a terapêutica obteve melhores resultados do que o grupo placebo.

2.6 MEMBRO PÉLVICO

Muitos dos músculos dos membros pélvicos são multiarticulares e possuem conexões fasciais complexas que dificultam a separação das funções extrínsecas e intrínsecas. O músculo glúteo superficial, o menor dos músculos glúteos, é um flexor do quadril, enquanto o músculo glúteo médio é um extensor monoarticular do quadril com papel na geração de força e energia

de propulsão (Clayton *et al.*, 2001). Os músculos do membro pélvico são: o psoas menor, o psoas maior, o íliaco, o glúteo superficial, o glúteo profundo, o tensor da fáscia lata, o bíceps femoral com suas três cabeças (intermédia, vertebral e caudal), o semitendinoso com suas duas cabeças (vertebral e pélvica), o semimembranoso, o sartório, o grácil, o pectíneo, o adutor, o quadríceps femoral com suas 4 cabeças (reto femoral, vasto medial, vasto intermédio e vasto lateral), o poplíteo, o gastrocnêmio, o sóleo, o flexor digital superficial, o flexor digital profundo, o flexor digital medial, o flexor digital lateral, o tibial cranial, o tibial caudal, o extensor digital longo e o extensor digital lateral. Frick (2010) revisou o uso de exercícios de alongamento para melhorar a amplitude de movimento, prevenir lesões e diminuir a dor dos membros pélvicos, mais especificamente atuando na extensão do quadríceps e no cruzamento dos membros pélvicos para alongar os adutores. Segundo o autor, foi recomendado que cada alongamento fosse realizado por 3 a 5 minutos, uma vez ao dia, 3 a 7 dias por semana, para fornecer um estímulo adequado e apresentar resultados satisfatórios na reabilitação.

As fibras musculares dos músculos do membro pélvico fixam-se em largas lâminas aponeuróticas que podem fornecer algum armazenamento de energia elástica. Internamente, o glúteo médio apresenta compartimentalização funcional. Sendo assim, as partes superficiais do músculo são compostas principalmente por fibras do tipo II, o que sugere uma função propulsora, enquanto as partes mais profundas possuem mais fibras do tipo I, que são típicas de uma função postural (Lopez-Rivero *et al.*, 1992; Serrano *et al.*, 1996). Por causa do tamanho do glúteo médio e de seu potencial para produção de força no equino hígido, qualquer atrofia deste músculo teria consequências para a geração de força e extensão do quadril e, em menor grau, interferiria também na função secundária do músculo para abduzir o quadril. Como o glúteo médio cobre o ílio e a região lombar, a atividade alterada poderia potencialmente reduzir o desempenho do cavalo (Tabor, Williams, 2018). Além disso, segundo Johnson e Moore-Coyler (2009), com o ganho de velocidade no galope há aumento da flexão e extensão na articulação lombossacral, evidenciando que a compreensão dos efeitos da velocidade no dorso de cavalos saudáveis pode ajudar no entendimento de demandas colocadas nesta articulação em cavalos de esporte.

O músculo bíceps femoral é um músculo multiarticular que pode atuar como extensor do quadril, flexor do joelho e extensor do tarso, desempenhando um papel importante na estabilização das articulações do quadril e do joelho (Clayton, Back, 2013). Segundo Tabor e Williams (2018), dada a função principal do bíceps femoral como extensor do quadril, isso sugere que ele seja capaz de criar uma grande quantidade de força de propulsão, a qual acelera o corpo para avançar. Ainda segundo os autores, para selecionar exercícios que recrutem

preferencialmente o bíceps femoral são necessários mais dados sobre as diferenças entre as atividades nas diferentes porções do músculo, fazendo-se necessária uma melhor compreensão do papel desse músculo durante a rotação e nos movimentos de círculos para a prescrição de exercícios de reabilitação.

O músculo semitendíneo possui cabeças vertebrais e pélvicas, o que apoia seu suposto papel na propulsão, e é considerado importante na geração de grandes forças durante a retração dos membros pélvicos, enquanto o músculo quadríceps auxilia no suporte e estabilização da articulação do joelho, que é a articulação chave no aparelho de fixação dos membros pélvicos (Clayton, Back, 2013). Segundo estudo feito por Takahashi, *et al.* (2014), o vasto lateral do músculo quadríceps não mostrou qualquer diferença significativa de atividade em uma inclinação de 6% quando em comparação à sua atividade na horizontal, o que mostra que o nível de declive pode ser mais significativo do que anteriormente se pensava na ativação dessa musculatura, sugerindo que para ativar o vasto lateral durante a reabilitação seria desejável uma inclinação de pelo menos 10%.

Uma revisão para descrever protocolos de exercícios controlados comumente utilizados na reabilitação após lesões musculares, ósseas, tendinosas e ligamentares foi realizada por Davidson (2016), e, segundo o estudo, foram feitas prescrições de exercícios por 8 semanas para lesões musculares, para lesões ósseas a periodização durou 16 semanas, ao passo que para lesões tendinosas/ligamentares, a periodização durou 42 semanas. Os exercícios prescritos pelo autor evoluíam gradativamente do repouso na baía à caminhada, seguido de trote, galope e por fim, introdução gradual ao trabalho de salto ou velocidade.

2.6.1 Aparelho recíproco

No cavalo em pé, o peso corporal atua por meio da articulação coxofemoral e é neutralizado pela força de reação do solo que atua no casco. Os cavalos passam uma porção considerável do seu tempo em pé, o que é facilitado pela presença do aparelho de permanência passiva que utiliza estruturas tendinoligamentares para reduzir a atividade muscular necessária para manter a postura em estação (Dyce *et al.*, 1996).

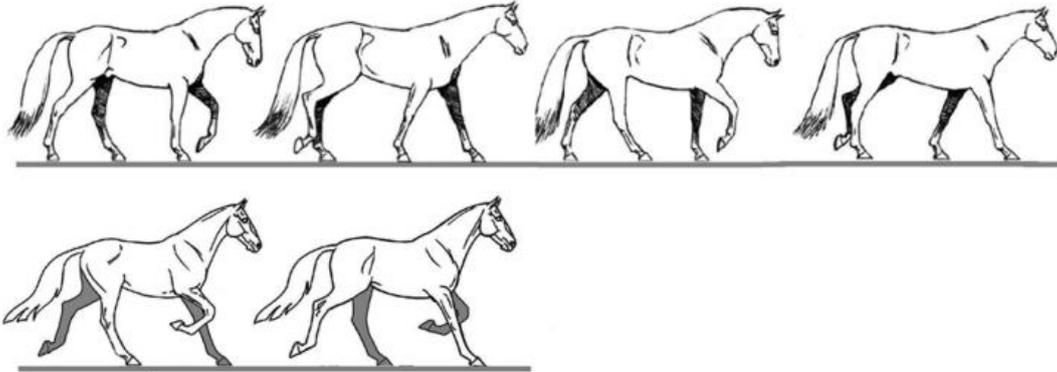
O aparelho recíproco é responsável por estabilizar passivamente o membro pélvico durante a posição ortostática, e seus componentes compreendem, cranialmente, o músculo fibular terceiro, que também é visível, lateralmente, do fêmur ao tarso, e, proximalmente, do fêmur ao metatarso. Caudalmente, o músculo flexor digital superficial também compõe o aparelho recíproco, do fêmur ao tubérculo do calcâneo. Através da interação entre esses

componentes, o tarso é travado em extensão e uma pequena quantidade de atividade muscular no quadríceps é capaz de garantir a continuação desta configuração de travamento, evitando a flexão do joelho, bem como das articulações tarsocrurais. A superextensão da articulação metacarpofalangeana é evitada através do suporte prestado pelos tendões digitais flexores e pelo aparelho suspensor, o qual constitui-se de ligamento suspensor, ossos sesamoides proximais e seus ligamentos (Kainer, Fails, 2011). A patela equina é envolvida pela fibrocartilagem parapatelar, que dá fixação a todas as partes do quadríceps, bem como ao tensor da fáscia lata, bíceps femoral, grácil e sartório.

Durante a posição ortostática com o mecanismo de travamento patelar acionado, a única força muscular necessária para estabilizar o joelho é fornecida pela atividade tônica de baixo nível no vasto medial do quadríceps, que se insere na face medial da fibrocartilagem parapatelar. Estima-se que a tensão neste músculo seja apenas 2% da força que seria necessária sem o mecanismo de travamento patelar (Schuurman *et al.*, 2003).

3 ILUSTRAÇÕES

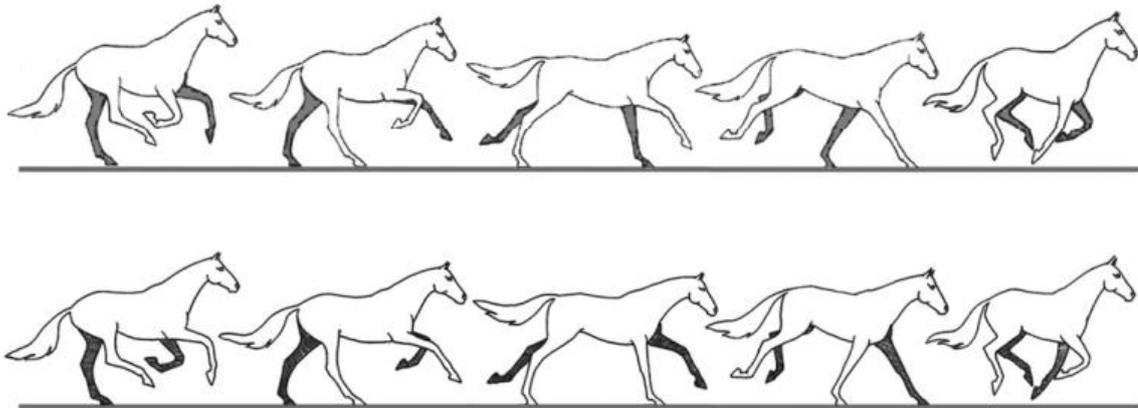
Figura 1 - Marchas simétricas



Fonte: Biomechanics of the exercising horse (2016).

Os movimentos dos membros esquerdo e direito estão fora de fase. Na caminhada, a sequência de passos é (da esquerda para direita) traseira esquerda, dianteira esquerda, traseira direita, dianteira direita. (embaixo) No trote, os membros são coordenados diagonalmente e a sequência de passos (da esquerda para a direita) é da esquerda para a frente e posterior direito seguido por anterior direito e posterior esquerdo. As fases de suspensão (não mostradas) intervêm entre as fases de apoio diagonal. Os membros esquerdos estão sombreados.

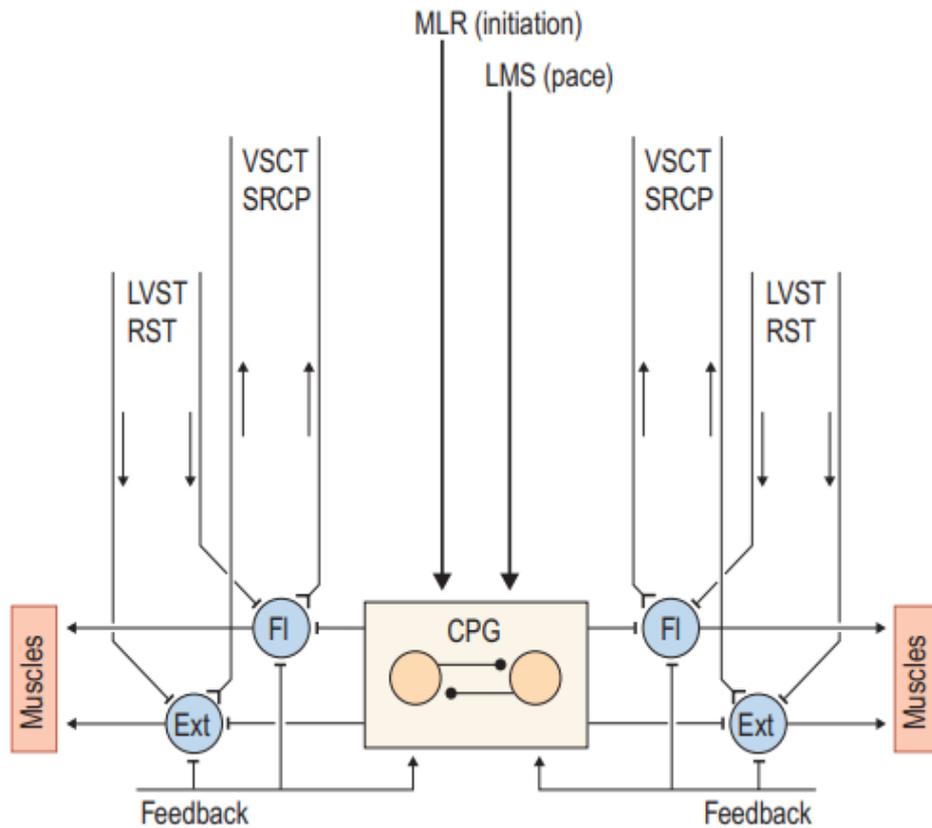
Figura 2 - Marchas assimétricas



Fonte: Biomechanics of the exercising horse (2016).

Os movimentos dos membros esquerdo e direito estão parcialmente em fase. No galope transversal, a sequência de passos (da esquerda para a direita) é traseira esquerda, traseira direita, dianteira esquerda, dianteira direita, seguida por uma suspensão. Os membros principais são o posterior direito e o anterior direito. (embaixo) No galope giratório, a sequência de passos (da esquerda para a direita) é traseira esquerda, traseira direita, dianteira direita, dianteira esquerda, seguida por uma suspensão. Os membros principais são a traseira direita e a dianteira esquerda. Os membros esquerdos estão sombreados.

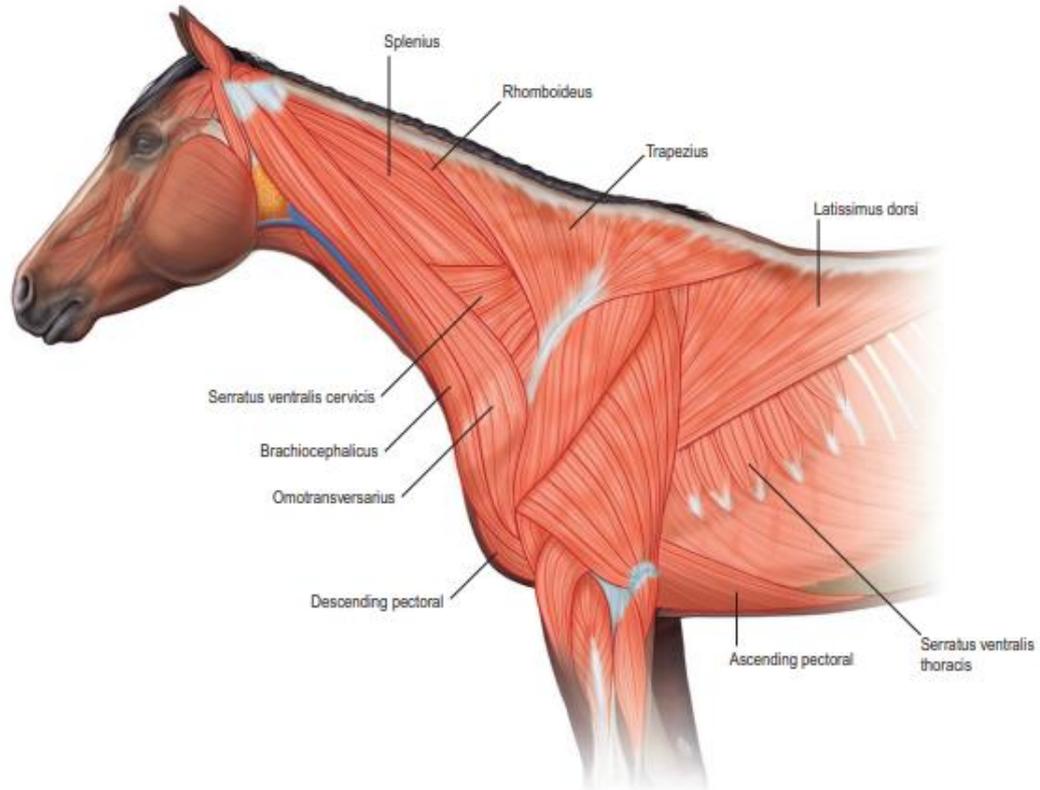
Figura 3 – Diagrama representando o GPC em relação aos neurônios motores



Fonte: Equine Locomotion (2013).

(FI, flexores; Ext, extensores) e tratos ascendentes e descendentes. CPG, padrão central gerador; Feedback, feedback proprioceptivo dos músculos, tendões e receptores articulares; RST, trato rubroespinal; TSVE, trato vestibuloespinal lateral; VSCT, trato espinocerebelar ventral; CPRS, trato espinorreticulocerebelar; MLR, região locomotora mesencefálica; LMS, sistema motor límbico.

Figura 4 – Músculos extrínsecos do membro torácico



Fonte: Equine Locomotion (2013).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo revisar os princípios da biomecânica equina e correlacionar sua importância para a reabilitação do cavalo atleta. A atividade muscular dos membros torácicos e pélvicos desempenham um papel indissociável na biomecânica da locomoção: enquanto os membros torácicos desempenham as funções de conectar o membro ao tronco, estabilizar as articulações durante a fase de apoio, gerar forças propulsivas, de frenagem e de giro, e de flexionar as articulações para levantar o casco do solo durante a fase de balanço, os membros pélvicos dissipam força e inércia por meio de fortes tendões e ligamentos. O aparato recíproco, por meio do mecanismo de travamento patelar, permite ainda que o membro pélvico permaneça estabilizado com menos dispêndio energético na posição ortostática. A musculatura cervical e toracolombar reduz o custo metabólico do indivíduo durante a locomoção, além de desempenhar o importante papel de estabilização da coluna por meio da ação de grupamentos musculares antagonistas. Os autores revisados nesse estudo corroboram, por meio de análises cinemáticas, a influência do movimento toracolombar nos membros pélvicos, trazendo à luz a importância do estudo de outras estruturas para a biomecânica da locomoção que vão além apenas da unidade músculo esquelética. Sob esta perspectiva, as fáscias musculares permanecem como um campo de estudo vasto e ainda pouco desbravado para a compreensão do desempenho do equino atleta, além do papel proprioceptivo que este sistema executa.

Os resultados dos estudos utilizados no presente trabalho apontam ainda para a importância do estudo da interação cavalo-sela-cavaleiro para o melhor desempenho dos equinos, bem como para sua reabilitação e bem-estar. A correlação entre dor e desempenho atlético, segundo apontam os autores, depende de uma avaliação objetiva, a qual pode ser desafiadora e apresenta limitações, embora algumas ferramentas sejam citadas pelos autores para a padronização desta avaliação, como a escala de dor Escala Grimace em equinos.

A presente pesquisa buscou estabelecer um diálogo entre a biomecânica equina, a atividade proprioceptiva e a reabilitação do cavalo, não tendo a pretensão de percorrer todo conteúdo existente na literatura, mas sim de trazer a biomecânica como um campo de estudo considerável para o desempenho atlético e reabilitação.

5 CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi alcançado através da realização de uma revisão bibliográfica da biomecânica equina, a qual foi correlacionada parcialmente, quando houve informação disponível, com a sua importância para a reabilitação. Os exercícios de reabilitação apresentados nesse trabalho incluem o uso da técnica *kinesio taping*, intervenções terapêuticas manuais como o alongamento passivo, eletroterapias como a terapia por pressão radial e a ESWT, tratamentos térmicos como a crioterapia e a termoterapia, o uso da hidroterapia, bem como a periodização de exercícios para o retorno do desempenho atlético após lesões musculares, ósseas, tendíneas e ligamentares.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, CB G. *et al.* The effect of induced forelimb lameness on thoracolumbar kinematics during treadmill locomotion. **Equine veterinary journal**, Condado de Cambridge, v. 39, n. 3, p. 197-201, mai. 2007.
- ALVAREZ, CB G. *et al.* The effect of induced hindlimb lameness on thoracolumbar kinematics during treadmill locomotion. **Equine Veterinary Journal**, Condado de Cambridge, v. 40, n. 2, p. 147-152, mar. 2008.
- AOKI, O. *et al.* Electromyographic studies on supraspinatus and infraspinatus muscles of the horse with or without a rider in walk, trot and canter. **Bulletin of Equine Research Institute**, Tokamicho, v. 1984, n. 21, p. 100-104, mai. 1984.
- ATALAIA, Tiago *et al.* Equine rehabilitation: a scoping review of the literature. **Animals**, Lisboa, v. 11, n. 6, p. 1508, 2021.
- BACK, W.; CLAYTON, H. M. **Equine locomotion**. 2 ed. Filadélfia: Elsevier Health Sciences, 2013. 528 p.
- BAXTER, G. M. **Adams and Stashak's lameness in horses**. 7 ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2011. 1248 p.
- BUTCHER, M. T. *et al.* Superficial digital flexor tendon lesions in racehorses as a sequela to muscle fatigue: a preliminary study. **Equine veterinary journal**, Condado de Cambridge, v. 39, n. 6, p. 540-545, nov. 2007.
- CHEN, W. G. *et al.* The emerging science of interoception: sensing, integrating, interpreting, and regulating signals within the self. **Trends in neurosciences**, Cambridge, v. 44, n. 1, p. 3-16, jan. 2021.
- CLAYTON, H. M. *et al.* Hindlimb response to tactile stimulation of the pastern and coronet. **Equine veterinary journal**, Condado de Cambridge, v. 42, n. 3, p. 227-233, abr. 2010.
- CLAYTON, H. M. *et al.* The hindlimb in walking horses: 2. Net joint moments and joint powers. **Equine veterinary journal**, Condado de Cambridge, v. 33, n. 1, p. 44-48, jan. 2001.
- CLAYTON, H. M. Horse species symposium: Biomechanics of the exercising horse. **Journal of animal science**, Kettering, v. 94, n. 10, p. 4076-4086, out. 2016.
- CLAYTON, H. M. **The dynamic horse: A biomechanical guide to equine movement and performance**. 1 ed. Mason: Sport Horse Publications, 2004. 265 p.
- CLAYTON, H. M.; MACKECHNIE-GUIRE, R.; HOBBS, S. J. Riders' Effects on Horse - Biomechanical Principles with Examples from the Literature. **Animals**, Basileia, v. 13, n. 24, p. 3854, dez. 2023.
- CONTINO, Erin K. Management and rehabilitation of joint disease in sport horses. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, Fort Collins, v. 34, n. 2, p. 345-358, 2018.

CROWE, O. M. et al. Treatment of chronic or recurrent proximal suspensory desmitis using radial pressure wave therapy in the horse. **Equine Veterinary Journal**, Condado de Leicestershire, v. 36, n. 4, p. 313-316, 2004.

DAVIDSON, Elizabeth J. Controlled exercise in equine rehabilitation. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, Pennsylvania, v. 32, n. 1, p. 159-165, 2016.

DREW, T.; PRENTICE, S.; SCHEPENS, B. Cortical and brainstem control of locomotion. **Progress in brain research**, Cambridge, v. 143, p. 251-261, 2004.

DUNBAR, D. C. *et al.* Stabilization and mobility of the head, neck and trunk in horses during overground locomotion: comparisons with humans and other primates. **Journal of Experimental Biology**, Histon, v. 211, n. 24, p. 3889-3907, dez. 2008.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Textbook of veterinary anatomy**. 1 ed. Filadélfia: WB Saunders Co., 1987. 848 p.

DYSON, S. Equine performance and equitation science: Clinical issues. **Applied Animal Behaviour Science**, Cambridge, v. 190, p. 5-17, mai. 2017.

DYSON, S. Understanding neck pain. **Horse and Hound**, v. 117, p. 4225, 2004.

EGENVALL, A. *et al.* A Scoping Review of Equine Biomechanics Revisited. **Journal of Equine Veterinary Science**, Cambridge, v. 113, p. 103920, jun. 2022.

FRICK, Ava. Stretching exercises for horses: are they effective?. **Journal of Equine Veterinary Science**, Missouri, v. 30, n. 1, p. 50-59, 2010.

FRICTON, J. Myofascial pain: mechanisms to management. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics**, Cambridge, v. 28, n. 3, p. 289-311, ago. 2016.

GOFF, L.; MCGOWAN, C.; STUBBS, N. **Animal Physiotherapy: Assessment, Treatment and Rehabilitation of Animals**. 1 ed. Hoboken: Blackwell Publishing, 2007. 258 p.

GREVE, L.; DYSON, S. J. An investigation of the relationship between hindlimb lameness and saddle slip. **Equine veterinary journal**, Condado de Cambridge, v. 45, n. 5, p. 570-577, set. 2013.

GREVE, L.; DYSON, S. J. The interrelationship of lameness, saddle slip and back shape in the general sports horse population. **Equine veterinary journal**, Condado de Cambridge, v. 46, n. 6, p. 687-694, nov. 2014.

GRILLNER, S. The spinal locomotor CPG: a target after spinal cord injury. **Progress in brain research**, Cambridge, v. 137, p. 97-108, 2002.

GUIDERA, A. K. *et al.* Head and neck fascia and compartments: no space for spaces. **Head & neck**, Cambridge, v. 36, n. 7, p. 1058-1068, jul. 2014.

HARRISON, S. M. *et al.* Forelimb muscle activity during equine locomotion. **Journal of Experimental Biology**, Histon, v. 215, n. 17, p. 2980-2991, set. 2012.

- HARRISON, S. M. *et al.* Relationship between muscle forces, joint loading and utilization of elastic strain energy in equine locomotion. **Journal of Experimental Biology**, Histon, v. 213, n. 23, p. 3998-4009, dez. 2010.
- HASANEINI, S. J. *et al.* Swing-leg retraction efficiency in bipedal walking. In: **2014 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems**, 2014, Chicago. Resumo. Chicago: Biblioteca Digital IEEE, 2014, p. 2515-2522.
- HERMANSON, J. W.; COBB, M. A. Four forearm flexor muscles of the horse, *Equus caballus*: anatomy and histochemistry. **Journal of morphology**, v. 212, n. 3, p. 269-280, jun. 1992.
- HILDEBRAND, M. Analysis of asymmetrical gaits. **Journal of Mammalogy**, Oxford, v. 58, n. 2, p. 131-156, mai. 1977.
- HILDEBRAND, M. *et al.* **Functional vertebrate morphology**. Reimpressão, Cambridge: Harvard University Press, 1985. 430 p.
- HOBBS, S. J.; CLAYTON, H. M. Sagittal plane ground reaction forces, centre of pressure and centre of mass in trotting horses. **The Veterinary Journal**, Condado de Cambridge, v. 198, p. e14-e19, dez. 2013.
- HOHEISEL, U.; ROSNER, J.; MENSE, S. Innervation changes induced by inflammation of the rat thoracolumbar fascia. **Neuroscience**, Cambridge, v. 300, p. 351-359, ago. 2015.
- JOHNSON, J. L.; MOORE-COLYER, M. The relationship between range of motion of lumbosacral flexion-extension and canter velocity of horses on a treadmill. **Equine veterinary journal**, Condado de Cambridge, v. 41, n. 3, p. 301-303, mar. 2009.
- KIM, S. *et al.* Effects of kinesio taping on lumbopelvic-hip complex kinematics during forward bending. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, n. 3, p. 925-927, mar. 2015.
- LANDMAN, M. A. A. M. *et al.* Field study of the prevalence of lameness in horses with back problems. **Veterinary Record**, Hoboken, v. 155, n. 6, p. 165-168, ago. 2004.
- LANGEVIN, H. M. Fascia mobility, proprioception, and myofascial pain. **Life**, Basileia, v. 11, n. 7, p. 668, jul. 2021.
- LIEBICH, H. G.; FORTENPONTNER, G.; KÖNIG, H. E. **Anatomia dos Animais Domésticos**, 4ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora SA, 2011. 780 p.
- LOPEZ-RIVERO, J. L. *et al.* Variability of muscle fibre composition and fibre size in the horse gluteus medius: an enzyme-histochemical and morphometric study. **Journal of Anatomy**, v. 181, n. Pt 1, p. 1-10, ago. 1992.
- LUOMALA, T. Clinical Application of Myofascial Therapy in Horses. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, Maryland Heights, v. 38, n. 3, p. 493-507, dez. 2022.

- MCNEILL, A. R. Tendon elasticity and muscle function. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Leeds, v. 133, n. 4, p. 1001-1011, ago. 2002.
- MENSE, S. Innervation of the thoracolumbar fascia. **European journal of translational myology**, Pavia, v. 29, n. 3, p. 8297, ago. 2019.
- MOLLE, S. Kinesio taping fundamentals for the equine athlete. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, Maryland Heights, v. 32, n. 1, p. 103-113, abr. 2016.
- MUÑOZ, Ana et al. The use of the water treadmill for the rehabilitation of musculoskeletal injuries in the sport horse. **Journal of Veterinary Research**, Cordoba, v. 63, n. 3, p. 439, 2019.
- MUYBRIDGE, J. The horse in motion. **Nature**, Londres, v. 25, n. 652, p. 605-605, abr. 1882.
- PAYNE, R. C. *et al.* Functional specialisation of pelvic limb anatomy in horses (*Equus caballus*). **Journal of Anatomy**, v. 206, n. 6, p. 557-574, jun. 2005.
- PAYNE, R. C.; VEENMAN, P.; WILSON, A. M. The role of the extrinsic thoracic limb muscles in equine locomotion. **Journal of Anatomy**, v. 206, n. 2, p. 193-204, fev. 2005.
- PIQUERES, M. G.; JACKSON, P. F. Evaluation of kinesio taping applied to the equine thoracolumbar spine: clinical response and mechanical nociceptive threshold. **Journal of Veterinary Medical Research**, Beni Suef, v. 28, n. 1, p. 1-11, jun. 2021.
- PROSKE, U.; GANDEVIA, S. C. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. **Physiological reviews**, Rockville, v. 92, n. 4, p. 1651-1697, out. 2012.
- ROBILLIARD, J. J.; PFAU, T.; WILSON, A. M. Gait characterisation and classification in horses. **Journal of Experimental Biology**, Histon, v. 210, n. 2, p. 187-197, jan. 2007.
- ROGERS, C. W. *et al.* Describing workload and scientific information on conditioning horses. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, Cambridge, v. 4, n. 1, p. 1-6, mar. 2007.
- ROSS, M. W.; DYSON, S. J. **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. 2^a ed. Cambridge: WB Saunders, 2011. 1424 p.
- SCHLEIP, R. *et al.* **Fascia: the tensional network of the human body-e-book: the science and clinical applications in manual and movement therapy**. 2 ed. Filadélfia: Elsevier Health Sciences, 2021. 744 p.
- SCHLEIP, R.; WILKE, J.; BAKER, A. **Fascia in sport and movement**. 2 ed. Londres: Handspring Pub Ltd, 2021. 559 p.
- SCHUURMAN, S. O.; KERSTEN, W.; WEIJS, W. A. The equine hind limb is actively stabilized during standing. **Journal of anatomy**, v. 202, n. 4, p. 355-362, abr. 2003.

SEDER, J. A.; VICKERY III, C. E. Double and triple fully airborne phases in the gaits of racing speed Thoroughbreds. **Journal of Equine Veterinary Science**, Cambridge, v. 23, n. 5, p. S73-S81, mai. 2003.

SERRANO, A. L. *et al.* Myosin isoforms and muscle fiber characteristics in equine gluteus medius muscle. **The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists**, Cambridge, v. 244, n. 4, p. 444-451, abr. 1996.

ST GEORGE, L. B. *et al.* Adaptations in equine appendicular muscle activity and movement occur during induced fore-and hindlimb lameness: An electromyographic and kinematic evaluation. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausana, v. 9, p. 989522, nov. 2022.

STECCO, C. *et al.* Dermatome and fasciatome. **Clinical Anatomy**, Cambridge, v. 32, n. 7, p. 896-902, out. 2019.

TABOR, G.; WILLIAMS, J. Equine rehabilitation: a review of trunk and hind limb muscle activity and exercise selection. **Journal of Equine Veterinary Science**, Cambridge, v. 60, p. 97-103. e3, jan. 2018.

TAKAHASHI, T. *et al.* The Effects of Inclination (Up and Down) of the Treadmill on the Electromyogram Activities of the Forelimb and Hind limb Muscles at a Walk and a Trot in Thoroughbred Horses. **Journal of equine science**, Cambridge, v. 25, n. 4, p. 73-77, dez. 2014.

WATSON, J. C.; WILSON, A. M. Muscle architecture of biceps brachii, triceps brachii and supraspinatus in the horse. **Journal of anatomy**, v. 210, n. 1, p. 32-40, jan. 2007.

ZARUCCO, L.; TAYLOR, K. T.; STOVER, S. M. Determination of muscle architecture and fiber characteristics of the superficial and deep digital flexor muscles in the forelimbs of adult horses. **American journal of veterinary research**, Schaumburg, v. 65, n. 6, p. 819-828, jun. 2004.

ZSOLDOS, R. R. *et al.* Electromyography activity of the equine splenius muscle and neck kinematics during walk and trot on the treadmill. **Equine Veterinary Journal**, Condado de Cambridge, v. 42, n. 38, p. 455-461, nov. 2010.

ZSOLDOS, R. R.; LICKA, T. F. The equine neck and its function during movement and locomotion. **Zoology**, Cambridge, v. 118, n. 5, p. 364-376, out. 2015.