

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Ana Flávia Patini

**CINEMÁTICA DO SEGMENTO TORACOLOMBAR DE EQUINOS SUBMETIDOS
AOS EXERCÍCIOS FUNCIONAIS**

Kinematics of the thoracolumbar segment of horses submitted to functional training

Dracena

2021

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Ana Flávia Patini

**CINEMÁTICA DO SEGMENTO TORACOLOMBAR DE EQUINOS SUBMETIDOS
AOS EXERCÍCIOS FUNCIONAIS**

Kinematics of the thoracolumbar segment of horses submitted to functional training

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas
– Unesp, Câmpus de Dracena como parte das
exigências para graduação em Zootecnia.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Kátia de Oliveira.

Dracena

2021



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: CINEMÁTICA DO SEGMENTO TORACOLOMBAR DE EQUINOS SUBMETIDOS AOS EXERCÍCIOS FUNCIONAIS

Modalidade: Trabalho de **atividades de pesquisa**.

Autor: Ana Flávia Patini

Orientador (a): Kátia de Oliveira

Co-orientador(es):

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 10/12/2021

Kátia de Oliveira

Cristiana Andriguetto

Patrícia Aparecida da
Luz Zanetti

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Flávio Maurício Patini e Mariluci de Castilho e aos meus filhos Lorenzo Patini Oliveira (*in memoriam*) e Maurício Patini Oliveira que são meus maiores exemplos de amor e perseverança. Sem vocês não seria possível.

RESUMO

O treinamento funcional é comumente utilizado nos protocolos de exercícios ao manejo de dor na coluna, para restaurar a amplitude de movimento sem dor e da função deste segmento em humanos. Entretanto, há uma quantidade escassa de pesquisas que suportam os efeitos destes exercícios sobre a cinemática da região toracolombar em equinos. Este estudo teve por objetivo investigar os efeitos cinemáticos dos exercícios de mobilização dinâmica sobre o segmento toracolombar em cavalos assintomáticos de equitação fundamental. Foram utilizados quinze cavalos sem raça definida, com idade média com desvio padrão de 15.7 ± 5.0 anos e peso vivo médio com desvio padrão de $488 \pm 66,6$ Kg, no qual foram monitorados antes (dia 0) e ao término do período experimental (dia 60). Os tratamentos consistiram em três grupos experimentais, sendo um composto por cavalos não realizando os exercícios de mobilização dinâmica, denominado como controle, outro constituído por cavalos submetidos aos exercícios de mobilização e o terceiro constituído por cavalos submetidos a mobilização dinâmica associada ao levantamento do esterno. Assim, os cavalos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, totalizando em cinco repetições por tratamento. Os exercícios de mobilização dinâmica foram realizados nos cavalos três vezes por semana, durante dois meses. Os cavalos experimentais estiveram submetidos a uma série de exercícios de mobilização dinâmica constituída por três flexões cervicais longitudinais (cabeça no peito, cabeça entre os carpos, cabeça entre os cascos), uma extensão cervical e três flexões cervicais laterais (cabeça na espádua, na patela e no jarrete), lados direito e esquerdo, totalizando dez mobilizações e um dos grupos experimentais também realizou levantamento do esterno. Foram avaliadas as variáveis cinemáticas estáticas lineares de profundidade (cm) nos seguintes pontos anatômicos da toracolombar: décima vértebra torácica (T10), décima terceira vértebra torácica (T13), décima sétima vértebra torácica (T17) e primeira lombar (L1). As variáveis foram avaliadas quanto a normalidade de distribuição, usando o teste Kolmogorov-Smirnov. Para os dados com distribuição normal as análises foram conduzidas por meio da ANOVA (SAS, 2000). Os testes estatísticos utilizaram probabilidade de 5%. A realização dos exercícios funcionais produziu uma significativa redução na profundidade de todos os pontos anatômicos da toracolombar avaliados ($P < 0,05$) quando comparado aos cavalos do grupo controle. Portanto os exercícios de mobilização dinâmica associados ou não ao levantamento do esterno, provoca a flexão da região toracolombar, por meio do deslocamento dorsal da coluna, contribuindo na melhora da postura desta região em cavalos de equitação fundamental.

Palavras-chave: Biomecânica da coluna. Cavalos. Treinamento funcional.

ABSTRACT

Functional training is commonly used in exercise protocols to manage spinal pain, to restore pain-free range of motion and function of this segment in humans. However, there is a scarce amount of research supporting the effects of these exercises on the kinematics of the thoracolumbar region in horses. This study aims to investigate the kinematic effects of dynamic mobilization exercises on the thoracolumbar segment in asymptomatic leisure horses. Fifteen horses without defined breed will be used with a mean age of 15.7 ± 5.0 years and mean live weight of $488 \pm 66,6$ Kg. They will be monitored before (day 0) and at the end of the experimental period (day 60). The treatments consisted of three experimental groups: one consisted of horses that did not perform the dynamic mobilisation exercises (control), another consisted of horses submitted to the mobilisation exercises and the third group consisted of horses submitted to the dynamic mobilisation associated lifting of the sternum. The horses will be distributed in an entirely randomised design, with five repetitions per treatment. The dynamic mobilisation exercises were done performed on the horses three times a week for four months. The experimental horses were done submitted to a series of dynamic mobilisation exercises consisting of three longitudinal cervical flexions (head at the chest, head between the carpals, head between the hooves), one cervical extension and three lateral cervical flexions (head at the shoulder, patella and hock), right and left sides, totalling ten mobilisations, and one of the experimental groups will also carry out a lifting of the sternum. The static kinematic variables were done evaluated as depth (cm) at the following anatomical points of the thoracolumbar: tenth thoracic vertebra (T10), thirteenth thoracic vertebra (T13), seventeenth thoracic vertebra (T17), first lumbar vertebra (L1). Variables were done evaluated for normality of distribution using the Kolmogorov-Smirnov test. For data with normal distribution the analyses will be conducted using ANOVA (SAS, 2000). The statistical tests will use 5% probability. The performance of functional exercises produced a significant reduction in the depth of all anatomical points of the thoracolumbar evaluated ($P < 0.05$) when compared to horses in the control group. Therefore, dynamic mobilization exercises associated or not with lifting the sternum, causes flexion of the thoracolumbar region, through the dorsal displacement of the spine, contributing to improve the posture of this region in fundamental riding horses.

Keywords: Spine biomechanics. Horse. Functional training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esqueleto equino	18
Figura 2 - Composição vertebral do segmento axial nos equinos	19
Figura 3 - Sistema muscular do equino	21
Figura 4 - localização dos músculos, longíssimo dorsal, multifídus e íliocostal	22
Figura 5 - Ilustração do modelo arco e corda na coluna vertebral	25
Figura 6 - Ilustração dos exercícios aplicados: 1 – cabeça no peito; 2 – cabeça entre os carpos; 3 – cabeça entre os cascos; 4 – cabeça na espádua; 5 – cabeça na patela; 6 – cabeça no jarrete; 7 – extensão cervical; 8 – Levantamento do esterno	31
Figura 7 - Identificação dos processos espinhosos dorsais por meio de palpação..	33
Figura 8 - Cavalo posicionado para tomada das imagens	34
Figura 9 – Aferição da profundidade dos pontos anatômicos na toracolombar, da esquerda para direita, T10, T13, T17 e L1, respectivamente	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores médios e desvio-padrão (\pm) da profundidade (cm) de pontos anatômicos da toracolombar de cavalos submetidos aos exercícios funcionais ...36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Sistema esquelético	17
3.2 Sistema Muscular	20
3.3 Biomecânica	23
3.3.1 Cinemática	26
3.4 Treinamento funcional	28
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 Cavalos	30
4.2 Variáveis e Coletas de Dados	32
4.3 Análise Estatística	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6 CONCLUSÃO	37
7 REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Dor na coluna é uma condição complexa multifacetada, que pode adversamente afetar o desempenho de equinos, levando a impactos econômicos negativos, devido aos dias perdidos de treino e competição, bem como por reduzir o sucesso em torneios hípicas (SEITZINGER *et al.*, 2000; WISCHER *et al.*, 2006). A exploração de exercícios de fortalecimento à musculatura da coluna para reduzir ou eliminar a dor no dorso em cavalos poderá ser benéfica também por fornecer, aos proprietários, tratadores e treinadores, habilidade para avaliar o bem-estar de seus animais.

O segmento axial é constituído pelas vértebras cervicais, da toracolombar, sacral, coccígenas, bem como pela pélvis, devido a sua ligação a coluna pela articulação sacroilíaca (HIGGINS, 2015). A região toracolombar é responsável por fornecer sustentação ao dorso do cavalo e, além de dar condições ao animal para que suporte melhor o peso do cavaleiro, esta capacidade é alcançada por meio da ação do músculo multifídus em conjunto com os músculos abdominais (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Caso isto não ocorra devido ao enfraquecimento destes grupos musculares, o longuíssimo dorsal começa a apresentar espasmos musculares devido ao esforço excessivo do mesmo para auxiliar na sustentação da coluna (OLIVEIRA, 2018). Ainda, nesta situação pode ocorrer disfunção na pélvis também com limitação em sua flexão (CLAYTON *et al.*, 2012).

A lordose é uma condição da região dorsal mais preocupante, que se caracteriza por uma curvatura exagerada da coluna, que leva a um afundamento significativo da região toracolombar, com o deslocamento ventral da mesma. Esta deformação pode ser primária, quando é congênita ou adquirida nos primeiros anos de vida, ou secundária, quando provocada por fatores externos (BUISINE, 2013). Gellman (1998), considera que o ajuste de sela e o treinamento proposto, se inadequados, interferem negativamente na atrofia muscular da região de cernelha. Porém é notório que todos os equinos de idade avançada apresentam um certo grau de lordose secundária (DENOIX, 1999).

Adicionalmente, pesquisas têm demonstrado que cavalos atletas, apresentam geralmente pouca movimentação do dorso e grande assimetria muscular, prejudicando sua capacidade funcional (GÓMEZ ÁLVAREZ *et al.*, 2007; GÓMEZ ÁLVAREZ *et al.*, 2018; DYSON; GREVE, 2016). Esta restrição de

movimento dorsal é significativa nas regiões próximas a cernelha e na última vértebra torácica (T18), que com sua evolução resulta em atrofia muscular, rebaixamento da coluna e, posteriormente, claudicação (GREVE *et al.*, 2017). Com a continuidade deste quadro, progride-se inevitavelmente, para uma aposentadoria precoce das atividades esportivas (OLIVEIRA, 2018). Assim, soluções que priorizam a prevenção de disfunções e/ou a estabilização da coluna de cavalos são imprescindíveis para o bem-estar e longevidade esportiva dos equinos atletas.

Os benefícios da adoção de um programa de treinamento físico baseado em exercícios funcionais vêm sendo bastante estudados nos últimos anos por ser tratar de técnicas simples e não invasivas (ALVES, 2019), que utilizam o próprio peso do animal para desenvolver a estabilidade do *core* (centro da força corporal) (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Dentre estes benefícios se pode destacar o aumento do equilíbrio e flexibilidade do animal (OLIVEIRA *et al.*, 2015), hipertrofia muscular (D' ANGELIS *et al.*, 2004; STUBBS *et al.*, 2011; TABOR, 2015), prevenção e reabilitação de equinos com desordens musculoesqueléticas (CLAYTON *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2015; CLAYTON, 2016) e melhora na qualidade do andamento como um todo (CLAYTON *et al.*, 2011).

O movimento funcional definido como dinâmico, aplicado no programa funcional, utilizado para controle da dor e disfunção dos sistemas articular, neural e muscular (GOFF, 2009), tem sido defendido como intervenção positiva para reduzir a lombalgia equina, usando exercícios semelhantes daqueles aplicados em humanos. Os exercícios de mobilização dinâmica é uma técnica descrita para uso em humanos por Petty (2004), mas também utilizada regularmente na reabilitação de cavalos. Para estes animais, os exercícios são realizados por meio de um petisco para que sejam guiados até a posição desejada, provocando uma alongação das estruturas associadas com a coluna dorsal, como ligamento supraespinhoso e musculatura epaxial (HAUSSLER, 2009).

A mobilização dinâmica da coluna é alcançada quando os cavalos seguem um movimento controlado padrão. Esta atividade consiste na realização da flexão longitudinal e flexão lateral do pescoço e do dorso, enquanto estabiliza-se o dorso e os membros para manter o equilíbrio (CLAYTON, 2016). Assim, grande número de músculos é recrutado, incluindo os abdominais, epaxial,

pélvico, propulsores e peitorais (OLIVEIRA, 2019). Esse grupo de exercícios aumenta a amplitude do movimento articular e fortalece a musculatura no qual o exercício é associado (CLAYTON *et al.*, 2012; RODRIGUES *et al.*, 2021).

2 OBJETIVOS

A despeito das pesquisas publicadas utilizando exercícios de mobilização dinâmica em equinos, em nenhuma destas investigou a cinemática do segmento toracolombar. Portanto, foi objetivado estudar os efeitos cinemáticos dos exercícios de mobilização dinâmica, ao longo de 60 dias, sobre a toracolombar em cavalos assintomáticos de equitação fundamental. Neste sentido, o mesmo tem como hipótese de que o treinamento funcional pode promover a flexão da região toracolombar, promovendo alterações cinemáticas lineares da coluna.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sistema esquelético

O aparelho locomotor equino é um sistema orgânico complexo composto pelo sistema esquelético e muscular que, juntos, realizam o trabalho mecânico de movimentação do corpo, estabilidade e suporte (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O esqueleto é composto por elementos isolados, os ossos, cartilagens, ligamentos e articulações que formam o sistema esquelético (KÖNIG; LIEBICH, 2016), desempenhando importantes funções de sustentação; proteção de órgãos internos; armazenamento de minerais; produção de várias células sanguíneas; determina a conformação, mantém a postura e junto aos músculos realiza a movimentação do corpo (HINCHCLIFF *et al.*, 2008; HIGGINS; MARTIN, 2012).

O sistema esquelético equino é composto por aproximadamente de 205 ossos, divididos em: axial, compreendendo o crânio, vértebras, esterno e costelas; e apendicular, que compõem os ossos dos membros torácicos e pélvicos (OLIVEIRA, 2018) (Figura 1).

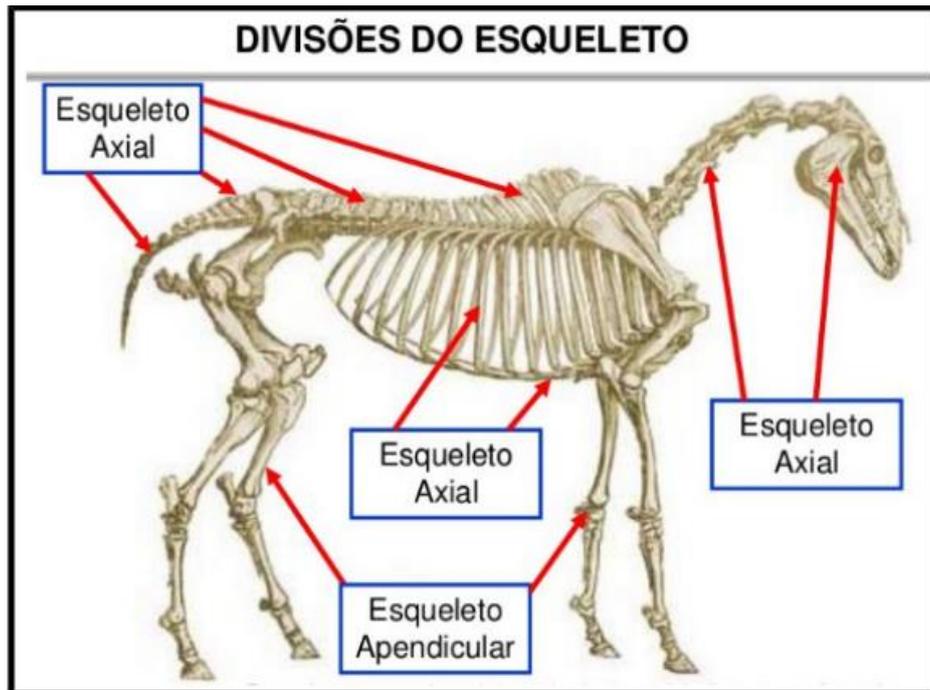


Figura 1- Esqueleto equino

Fonte: Oliveira (2019).

A coluna vertebral sustenta o corpo e assume a função central como parte do sistema locomotor ao formar uma ponte entre os membros pélvicos e torácicos (HENRIQUES *et al.*, 2013). As vértebras recebem terminologia, segundo sua localização na coluna, assim têm-se as vértebras cervicais (C), torácicas (T), lombares (L), sacrais (S) e caudais (Ca). Desta forma, a coluna do cavalo conta com número de 7 vértebras C, 18 T, 6 L (algumas vezes 5), 5 S e cerca de 20 Ca (OLIVEIRA, 2018). Baseado na orientação das facetas articulares das vértebras há uma divisão do segmento toracolombar da coluna, em quatro regiões funcionais, T1-T2, T2-T16, T16-L6 e L6-S1, de interesse à avaliação do movimento de equinos (OLIVEIRA, 2018) (Figura 2).

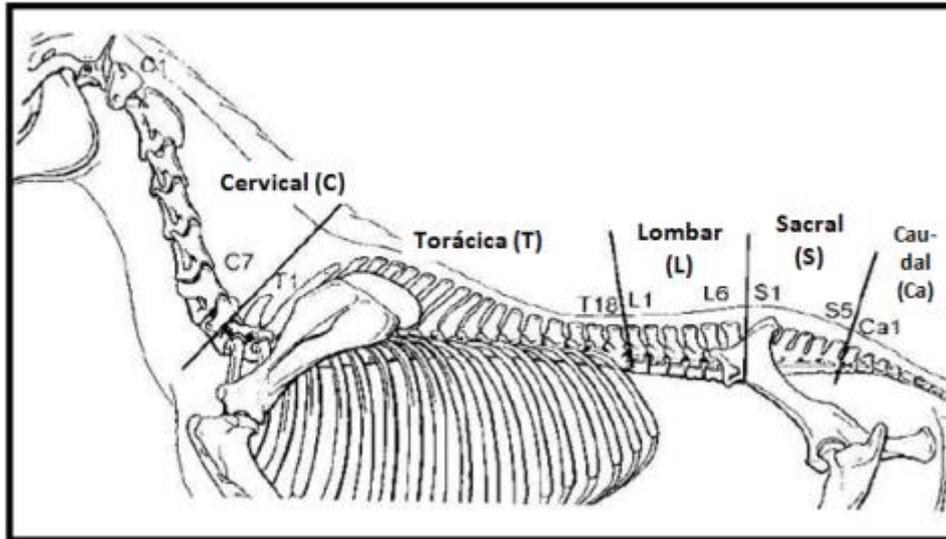


Figura 2 - Composição vertebral do segmento axial nos equinos

Fonte: Oliveira (2018)

A mobilidade da coluna vertebral varia em segmentos diferentes: desde a quase imobilidade na região do sacro até a flexibilidade das vértebras caudais, sendo mais livre na coluna cervical, onde as faces articulares são grandes e orientadas horizontalmente e as capsulas articulares são frouxas, permitindo maior grau de movimentos laterais, ventrais, dorsais e rotatórios e quanto mais próximas as articulações estiverem, maior será a mobilidade (LIEBICH; KÖNIG, 2016).

Os pares de vértebras adjacentes formam unidades segmentares estruturais e funcionais. Cada unidade possui duas articulações sinoviais dorsais bilaterais, e uma articulação fibrocartilaginosa com um disco intervertebral entre os corpos. Cada uma dessas unidades funcionais permite pouco movimento, porém a somatória do movimento de cada unidade ao longo da coluna vertebral gera uma quantidade significativa de movimento (GÓMEZ ÁLVAREZ, 2007).

Na região lombar os corpos vertebrais são maiores do que na região torácica. Em ambas as regiões os corpos vertebrais apresentam uma crista proeminente, localizada ventralmente para a fixação dos músculos hipoaxiais e do diafragma (VON SCHEVEN, 2010) e os processos transversos apresentam diferentes tamanhos e orientações e atuam como alavancas horizontais da musculatura epaxial (HAUSSLER, 1999).

O movimento do sistema esquelético apendicular que é constituído pelo sistema esquelético e muscular (KÖNIG; LIEBICH, 2016) é o responsável pela locomoção dos equinos, nos diferentes andamentos. Erroneamente, admite-se que o movimento é originado nos membros torácicos, mas, na verdade, o mesmo tem início nos membros pélvicos. Portanto, os membros traseiros do cavalo possuem função específica de propulsão, sendo o principal motor para o salto e aos andamentos no adestramento (OLIVEIRA, 2019). Os membros torácicos, por sua vez, fornecem direção ao movimento gerado pelo “motor”, além de absorver impacto e suportar o peso do tórax. Devido sua função na absorção de impacto, os ossos dos membros anteriores são mais curtos e retilíneos do que os membros pélvicos (OLIVEIRA, 2019). A estabilidade articular, a movimentação dos membros, a postura e a locomoção dependem da ativação dos músculos (ALVES, 2008), que inseridos em alavancas, permite aos vertebrados a defesa, o ataque, o trabalho mecânico de movimentação, estabilidade e sustentação do corpo (FRANDSON *et al.*, 2016 *apud* OLIVEIRA, 2020).

3.2 Sistema Muscular

O sistema muscular dos equinos corresponde a mais de 700 músculos (PILLINER *et al.*, 2009) de diferentes formas, tamanho e velocidades de contração que, conjuntamente, são responsáveis pela função e movimentação do animal (OLIVEIRA, 2018) (Figura 3).

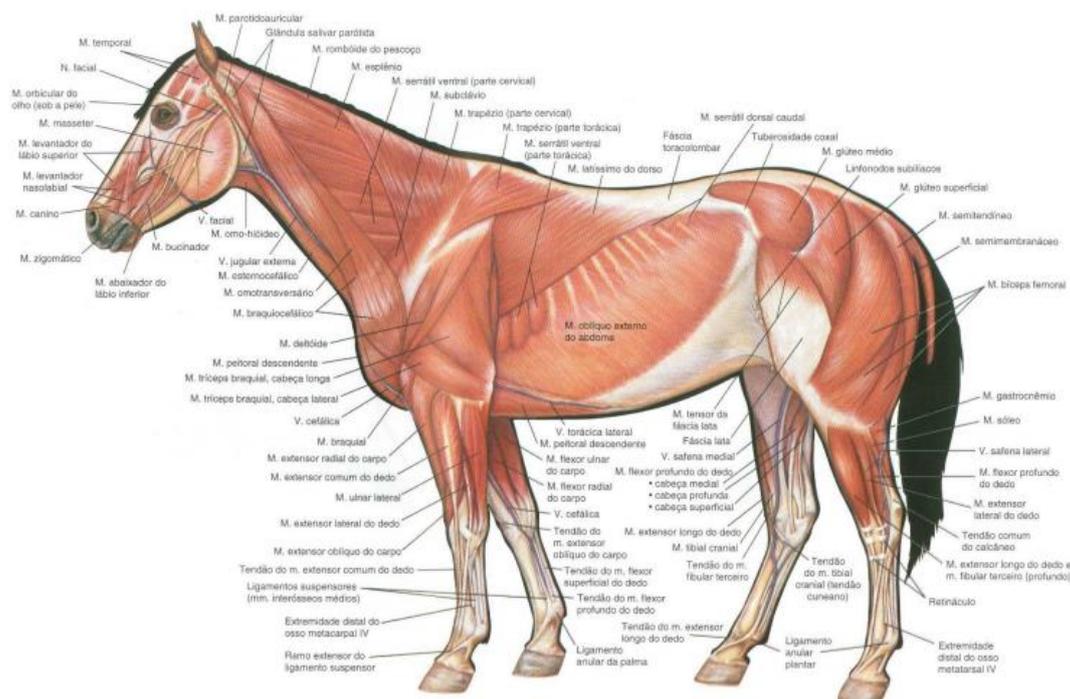


Figura 3 - Sistema muscular do equino.

Fonte: Atlas de Anatomia de Equinos ².

Em relação à musculatura, temos os grupos musculares que se ligam exclusivamente ao esqueleto axial, denominados intrínsecos e divididos em epaxiais (situados dorsalmente aos processos transversos) e hipaxiais (localizados ventralmente aos processos transversos) (BARRETO *et al.*, 2021). Os músculos epaxiais incluem: m. espinhoso, m. longuíssimo dorsal (sendo este o músculo mais forte), m. íliocostal e m. multifídus (se localiza sob o músculo espinhoso e está em contato direto com as vértebras, desempenhando importante papel na estabilidade e propriocepção vertebral) (BARRETO *et al.*, 2021) (Figura 4), que realizam dorso flexão da coluna quando contraídos bilateralmente e flexão lateral da coluna quando contraídos unilateralmente, contribuindo para a rotação da coluna (FANTINI; PALHARES, 2011; FONSECA, 2008).

¹² Disponível em: <https://www.vetarq.com.br/2017/10/anatomia-equinos-pdf.html>

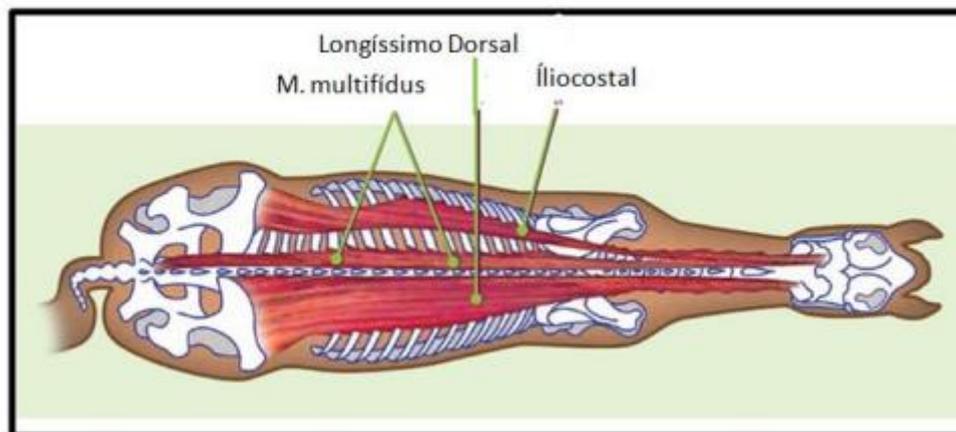


Figura 4 - localização dos músculos, longuíssimo dorsal, multifídus e íliocostal.

Fonte: Oliveira (2018)

Os músculos podem atuar em três diferentes formas de atividade: Contração Isométrica que se caracteriza pela estabilização de articulações, não havendo mudança no comprimento do músculo; Contração Concêntrica que ocorre quando o músculo se encurta para criar o movimento, resultando na redução da distância entre as porções de origem e inserção do músculo; Contração excêntrica que é quando o músculo gradualmente alonga-se para controlar o movimento e / ou suportar e estabilizar articulação. Então o movimento muscular é criado quando o músculo em contração traciona os ossos para mobilizar uma ou diversas articulações. Os músculos podem ter a função de produzir movimento corporal, que é o movimento global do corpo como galopar e saltar (OLIVEIRA, 2018), assim como promover estabilidade articular e postural resultantes de contrações musculares coordenadas (ALVES, 2008).

A atividade dos músculos estabilizadores profundos da coluna vertebral e pélvis demonstraram afetar o movimento e rigidez dos segmentos intervertebrais da coluna e da pelve, além disso, o controle dinâmico deficiente desses músculos demonstram ser um preditor de dor lombar (TABOR, 2015).

Assim como em humanos, uma das principais causas de lombalgias em equinos é a atrofia do multifídus apresentando a área de seção transversal do músculo significativamente menor quando comparados aos pacientes sem lombalgia (HIDES *et al.*, 2008). O músculo multifídus, quando atrofiado, interfere negativamente na estabilização da coluna do cavalo, ou seja, na capacidade de

sustentação do dorso do mesmo, interferindo na habilidade e na forma como o cavalo se movimenta (OLIVEIRA, 2020).

Tabor (2015), relata que a prática do treinamento funcional permite a mudança do tamanho desses músculos de sustentação através da hipertrofia, uma vez que para realização dos exercícios de mobilização dinâmica é necessária a ativação dos músculos (abdominal, epaxial e pélvico) que conseqüentemente, alteram a postura do cavalo.

Oliveira (2020), ressalta que os cavalos podem ser favorecidos com um programa de treinamento funcional, fortalecendo e alongando a musculatura de sustentação durante sua rotina física, proporcionando ganhos na qualidade de vida, bem-estar e aumentando a longevidade do cavalo atleta.

3.3 Biomecânica

Biomecânica é a ciência que estuda os movimentos de um corpo vivo, bem como, as estruturas envolvidas na execução do movimento (músculos, ossos, tendões e ligamentos) (OLIVEIRA, 2020), com objetivo de definir o rendimento atlético, morfologia e prevenção de algumas lesões (ANDRADE, 2009; GOMIDE, 2012). Além da biomecânica, é de grande importância o estudo sobre a estática que auxilia o animal no equilíbrio de seu corpo, e da dinâmica para percepção do corpo do animal durante sua movimentação (MAIERL *et al.*, 2011), tornando possível observar alterações durante a locomoção (GOMIDE, 2012).

Avaliar a maneira com que um equino se movimenta fornece importantes dados aos pesquisadores, treinadores e profissionais da área a respeito dos pontos positivos e problemas que um animal possui, estas informações são essenciais para melhorar o desempenho atlético de animais atletas e de função (HOBBS *et al.*, 2010).

A biomecânica tornou-se uma ferramenta valiosa para evitar que os animais sofram com lesões. O elevado desempenho e o trabalho intenso imposto a animais precocemente, aumentam a exigência corporal, sobrecarregando músculos, articulações, tendões e ligamentos. Os cavalos muito jovens, por vezes, possuem o sistema musculoesquelético imaturo, o que, provavelmente, compromete o desempenho e acarreta problemas estruturais futuramente

(FONSECA, SERNA; ALCÂNTARA, 2016), uma vez que a atividade atlética e a rotina de competições são essencialmente traumáticas e não naturais sob o ponto de vista fisiológico (CHATEAU *et al.*, 2009).

O peso do cavaleiro e a performance durante os exercícios levam a interferências na biomecânica das articulações dos equinos, mas também dos músculos e ligamentos solicitados (BORBA, 2018/2). Assim como, as rédeas utilizadas para orientar o cavalo podem dificultar a locomoção natural do animal e contribuir para a rigidez da região axial (DAMMRICH; RANDELHOFF; WEBER, 1993).

As vertebrae onde se originam ou inserem os potentes grupos musculares flexores e extensores lombossacrais e coxofemorais, bem como os da musculatura da cintura escapular, que estão submetidos a grande carga biomecânica durante as diferentes fases do salto, apresentam números maiores de complexo de subluxação vertebral (PATRÍCIO, 2017). Que provavelmente é devido a elevada carga transmitida pelos músculos a esses segmentos durante a elevação do tórax, propulsão e absorção do impacto na recepção do salto (PATRÍCIO, 2017).

Portanto, as forças aplicadas sob as articulações e músculos de um cavalo durante o treino, a redução da amplitude dos movimentos e as dores que podem aparecer levam a rigidez da região axial dos animais (DENOIX; PAILLOUX, 1996).

A coluna vertebral dos equinos é responsável por propiciar os movimentos de dorso flexão, ventro flexão, latero flexão e rotação axial (BARRETO *et. al.*, 2021). Para realização desses movimentos, os grupos musculares, epaxiais e hipaxiais, atuam de forma eficiente, atendendo a necessidade específica do andamento (FANTINI; PALHARES, 2011).

A biomecânica da coluna vertebral pode ser ilustrada pelo modelo “arco e corda”, onde o arco é a coluna vertebral e a corda os músculos ventrais e o esterno, explicitando como ocorre a interação entre essas estruturas e a produção de movimento. A força gravitacional influencia no equilíbrio dinâmico da coluna, determinando tensão e relaxamento nos elementos arco e corda. Esta força age em direção ao solo, levando à extensão da coluna vertebral

(encurtamento e concavidade do eixo ósseo) e alongamento (BARRETO *et al.* 2021).

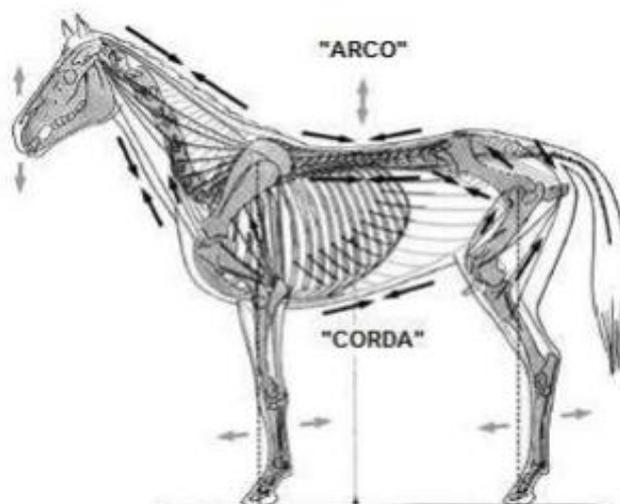


Figura 5 - Ilustração do modelo arco e corda na coluna vertebral Fonte: Adaptado de Gomes Álvarez (2007)

Os músculos extensores (ou epaxiais), que são: m. espinhoso, m. longo dorsal, m. ílio costal e m. multifidus são responsáveis pela extensão da coluna espinhal, aproximando os processos espinhosos, exercendo no elemento arco, força contrária aos músculos hipaxiais, que englobam: m. psoas maior e menor e m. reto oblíquo (FERNANDES, 2013). Esse grupo muscular se origina cranialmente na base do pescoço e se insere caudalmente no íleo, por isso, ao contrair, também causa elevação da pelve, induzindo a extensão da articulação lombossacral (SOUSA, 2012). A contração dos músculos hipaxiais provoca tensão no arco, até deformá-lo levando à flexão da coluna vertebral, opondo-se à lordose, desde que sejam contraídos bilateralmente, de forma simultânea (ALVES *et al.*, 2007).

Pode-se então concluir que o dorso equino é muito complexo ocupando posição central do sistema musculoesquelético e tem grande influência no desempenho do animal. O conhecimento do funcionamento da coluna, ou seja, o conceito biomecânico da mesma é crucial para o entendimento de várias técnicas e métodos de treinamento que podem afetar o sistema musculoesquelético (VAN WEEREN, 2004).

3.3.1 Cinemática

A análise biomecânica pode ser subdividida em cinética, que corresponde ao estudo das forças aplicadas ao corpo, responsáveis por gerar e alterar o movimento; e cinemática, que descreve os movimentos (CLAYTON, 2004; BACK; CLAYTON, 2013).

Gomez Alvarez (2007), considera que a locomoção de um equino poderia ser avaliada apenas subjetivamente por um observador, já que não identifica análises precisas de determinadas regiões, assim como a coluna que apresenta alterações imperceptíveis a observação visual. Sendo assim, a análise cinética e cinemática permite um exame detalhado da postura e locomoção equina (FIDÊNCIO, 2019). Uma vez que, as características de potência, força, amplitude e impulsão do animal são diretamente influenciadas por problemas musculares, articulares, pontos de tensão e restrição musculoesquelética, dores agudas ou crônicas (OLIVEIRA, 2017).

Os sistemas de análise cinética e cinemática do andamento têm sido utilizados em cavalos para detectar claudicações e ataxias, monitorar os efeitos de drogas sedativas, estudar o efeito do ferrageamento e o quanto este influencia na biomecânica do membro, assim como correlacionar as variáveis locomotoras com o desempenho dos animais (BACK *et al.*, 2009; BARREY, 1999, BARREY *et al.*, 2001, KEEGAN *et al.*, 2004; ISHIHARA *et al.*, 2009).

Os cavalos modificam sua biomecânica de marcha para compensar qualquer lesão ou finta de dor. A claudicação é um dos sintomas mais comuns de um distúrbio locomotor que afeta a biomecânica de todo o corpo, uma vez que os cavalos tentam lidar com a claudicação por vários mecanismos, todos com o objetivo de aliviar o membro dolorido, alterando a movimentação de outras partes do corpo que podem ser detectadas através de exame clínico (GOMES ÁLVAREZ, 2007).

Dada a posição central da coluna no corpo, a claudicação irá afetar diretamente o movimento da coluna vertebral, que pode ser manifestado com uma redução no desempenho do cavalo, uma vez que as dores lombares resultam em diminuição da amplitude de movimento e flexibilidade da coluna juntamente com rigidez muscular (GOMES ÁLVAREZ, 2007).

Svoboda et al. (2011), afirma a importância da qualidade do passo do cavalo para que ele possa realizar com eficiência o movimento. Desta forma, o alongamento do dorso (CLAYTON, 2004) e fortalecimento da musculatura abdominal e pélvica (HIGGINS, 2009b) são pré-requisitos fundamentais para a boa movimentação tridimensional, que são negligenciados pelos pesquisadores que avaliam este tema (OLIVEIRA, 2020).

A análise se baseia no registro de imagens e avaliação de pontos marcados no corpo do animal, permitindo a mensuração de diferentes variáveis, tais como: angulação das articulações, distâncias vertical e horizontal do centro de massa, velocidade e aceleração (BOBBERT *et al.*, 2005; MIYASHIRO, 2012). E têm sido de grande utilidade para o diagnóstico de disfunções musculoesqueléticas, na prescrição de terapias e na avaliação da evolução do tratamento, principalmente na fase de reabilitação (FIDÊNCIO, 2019), sendo mais empregada em pesquisas com equinos, provavelmente devido à facilidade de mensuração e de visualização das variáveis quando comparadas com outras técnicas utilizadas na biomecânica (BARREY, 1999; BARREY, 2008; CLAYTON; SCHAMHARDT, 2001).

As análises cinemáticas são realizadas por meio de vídeo ou dispositivos com software especialmente projetado que permite a análise de marcadores localizados em pontos de referência selecionados (GOMES ÁLVAREZ, 2007). Um dos tipos de marcadores mais comumente usados em estudos cinemáticos em cavalos é o marcador de pele passivo, que é colado diretamente na pele sobre um osso subjacente (TAYLOR *et al.*, 2005).

Contudo a análise cinemática provou ser uma excelente ferramenta para avaliar os padrões de movimento da coluna vertebral e dos membros equinos permitindo a quantificação precisa de dados angulares e posicionais, demonstrando assim, as mudanças que são muito sutis para serem avaliadas por exame clínico, sendo possível melhorar a compreensão das cadeias de movimentos complexas que conectam o esqueleto axial e apendicular no cavalo (GOMES ÁLVAREZ, 2007).

3.4 Treinamento funcional

Atualmente, cada vez mais se busca técnicas menos invasivas e eficazes para reduzir a incidência de desordens musculoesqueléticas (ALVES, 2019). Dentre essas técnicas, os exercícios funcionais vêm sendo estudados nos últimos anos, e seus benefícios da redução de lesões musculoesqueléticas, bem como a melhora do desempenho físico de equinos, vem sendo comprovados (STUBBS *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2015; CLAYTON, 2016; TABOR *et al.*, 2018).

A incidência dessas desordens é aumentada quando a atividade física em questão não é realizada de forma correta, quando a intensidade das atividades físicas é exagerada, nas ocasiões em que o cavaleiro ou amazona não possui um nível mínimo de equitação ou até mesmo quando ocorre a utilização de equipamentos inadequados àquele animal (CLAYTON, 2004; STUBBS; CLAYTON, 2008). Como consequência, o animal começa a apresentar uma movimentação de baixa qualidade, desempenho atlético reduzido, claudicações, baixa capacidade de concentração e vontade de trabalhar ou treinar reduzidas, resultando em uma diminuição no valor comercial dos equinos, principal causa de perdas econômicas na equideocultura (HODGSON *et al.*, 2014).

A adoção de um programa de treinamento funcional para equinos atletas e de trabalho gera inúmeros benefícios à saúde dos animais, aumentando sua flexibilidade, promovendo hipertrofia muscular, reduzindo a ocorrência de lesões e melhorando seu desempenho atlético como um todo, sendo assim, é de grande importância a adoção de práticas que atuem na prevenção de desordens musculoesqueléticas (ALVES, 2019).

Os exercícios funcionais podem reduzir as restrições de movimento em qualquer segmento da coluna ao promover maior flexibilidade, redução da tensão e relaxamento dos músculos, melhora da coordenação motora e fortalecimento muscular (OLIVEIRA, 2017) uma vez que são movimentos que utilizam o próprio peso do animal para desenvolver a estabilidade do core (centro da força corporal), fortalecendo os mais diversos grupos musculares (OLIVEIRA, 2018), tornando os músculos mais bem preparados para realização de atividades físicas e promovendo uma melhor qualidade de vida aos animais (FIDÊNCIO, 2019). Contudo, estes exercícios devem ser sempre realizados

após aquecimento prévio do animal, já que o aquecimento aumenta a temperatura corpórea e, conseqüentemente, desencadeia um relaxamento do musculo e aumento da flexibilidade muscular (GUIRRO *et al.*, 2012).

Uma das atividades que compõem o programa de treinamento funcional são os exercícios de mobilização dinâmica, que nada mais é do que sessões de alongamento ativo realizadas de maneira voluntária pelo próprio animal que irá atuar em grupos musculares específicos (CLAYTON, 2016), e ocorre quando o animal é guiado com o auxílio de um petisco e exercita sua musculatura por meio de flexões longitudinais e laterais de pescoço, dorso e pélvis. Eles podem ser divididos em: extensão cervical, flexão lateral da cabeça, flexão longitudinal da cabeça e pescoço e flexão lateral do pescoço e dorso (HAUSSLER, 2009; CLAYTON, 2016).

A mobilização dinâmica promove o fortalecimento e aumento da estabilidade de grupos musculares superficiais e profundos, tais como o Longuíssimo dorsal e multifídus, respectivamente. Levando ao melhor desempenho desses animais devido ao alinhamento e sustentação corporal (STUBBS *et al.*, 2011).

Fidêncio (2019), relatou que além do aumento observado na área transversal total do músculo multifídus presente no segmento epaxial, resultados positivos também são obtidos quando avaliado comprimento de passada, distância de passada e mudanças de comportamento, diminuindo desobediências e sonolência por parte dos animais. Uma vez que a mobilização dinâmica promove o fortalecimento e aumento da estabilidade de grupos musculares superficiais e profundos, alinhamento e sustentação corporal (STUBBS *et al.*, 2011), hiper tonicidade muscular, aumento da amplitude de movimento articular e redução de dor (HAUSSLER, 2009).

Os resultados com treinamento funcional foram obtidos também por Oliveira *et al.* (2011), aplicando os exercícios por dois meses, relata que os cavalos apresentaram melhora nas lesões e equilíbrio ao serem montados, retomando às competições com bom desempenho, comprovando novamente, que a adoção de um programa de treinamento funcional para equinos atletas e de trabalho gera inúmeros benefícios à saúde dos animais (ALVES, 2019).

Entretanto, é essencial uma avaliação precisa da condição musculoesquelética do cavalo para saber qual tratamento de exercícios será selecionado (FIDÊNCIO, 2019). A aplicação dessas técnicas requer aprofundado conhecimento da anatomia e fisiologia do sistema musculoesquelético equino, bem como de todos os métodos do treinamento e suas indicações para cada indivíduo em particular (GOOF, 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Cavalos

O estudo foi conduzido em centro de treinamento localizado na cidade de São José do Rio Preto – SP. O critério para inclusão de cavalos ao estudo foi de nenhuma claudicação visível, sem sinais ou sintomas compatíveis com lesões musculoesqueléticas e sendo utilizados em aulas de equitação ao nível fundamental.

Foram utilizados quinze cavalos sem raça definida, os quais eram monitorados antes (dia 0) e ao término do período experimental (dia 60), sendo o número amostral adequado ao proposto (STUBBS *et al.*, 2011). Vale ressaltar ainda, que os pesquisadores supra-citados, usaram apenas oito cavalos em seu estudo, no qual foi considerado satisfatório para realização das análises estatísticas.

Os tratamentos consistem em três grupos experimentais, sendo um composto por cavalos não realizando os exercícios de mobilização dinâmica, denominado como controle, outro constituído por cavalos submetidos aos exercícios de mobilização e o outro constituído por cavalos submetidos a mobilização dinâmica associado ao levantamento de esterno. Assim, os cavalos estão distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, totalizando em cinco repetições por tratamento (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Os exercícios de mobilização dinâmica foram realizados nos cavalos três vezes por semana, durante dois meses, ou seja, necessitando-se de um período experimental total, de 60 dias para conclusão.

Os cavalos experimentais foram submetidos a uma série de exercícios de mobilização dinâmica constituída por três flexões cervicais longitudinais (cabeça

no peito, cabeça entre os carpos, cabeça entre os cascos), uma extensão cervical e três flexões cervicais laterais (cabeça na espádua, na patela e no jarrete), lados direito e esquerdo, totalizando dez mobilizações conforme a metodologia de Oliveira *et al.*, (2015), e um dos grupos experimentais também realizou levantamento do esterno. Cada exercício de mobilização foi repetido por cinco vezes, para cada sessão de exercícios e feitas com auxílio de um petisco, para conduzir os cavalos às posições desejadas, bem como mantidos na posição por cinco segundos, além de um intervalo de 30 segundos entre cada repetição (Figura 6).

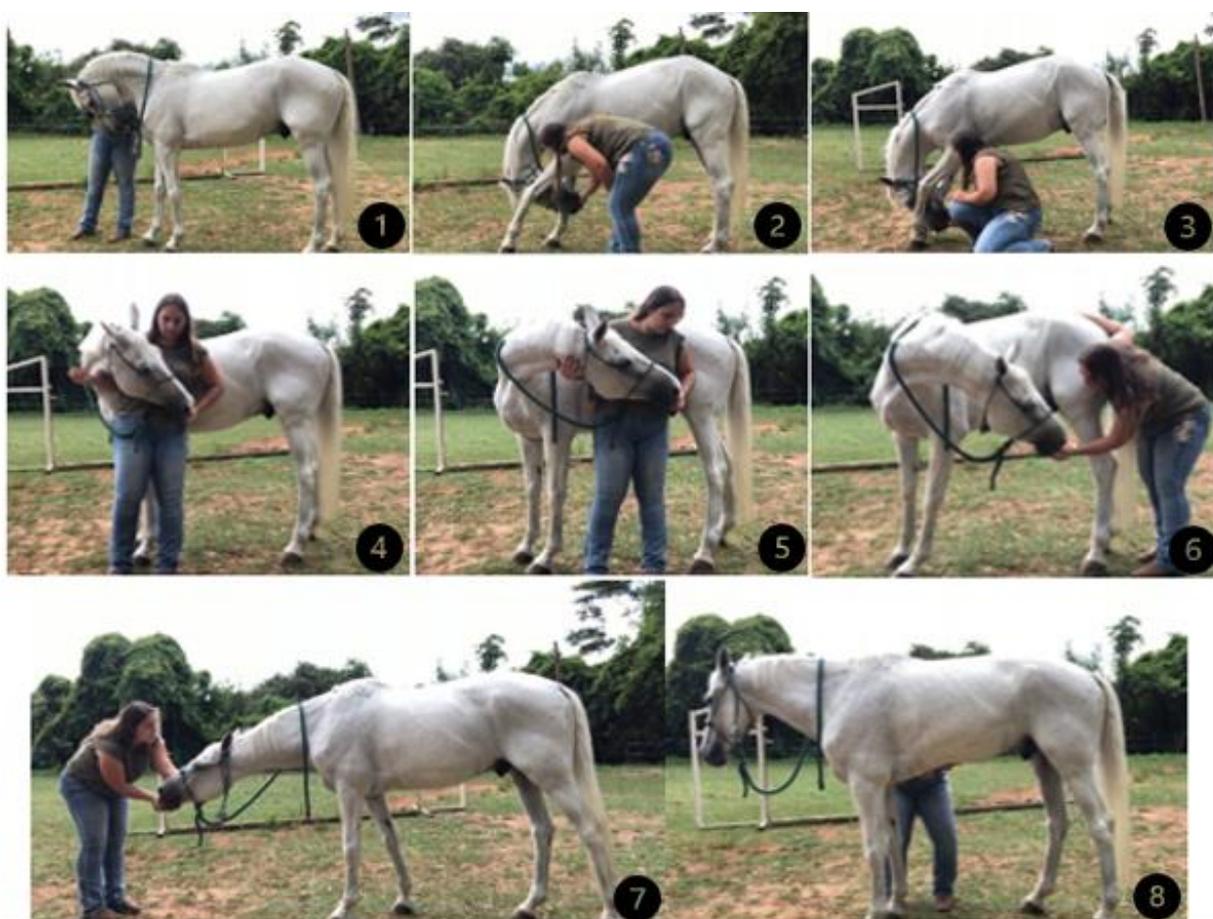


Figura 6 - Ilustração dos exercícios aplicados: 1 – cabeça no peito; 2 – cabeça entre os carpos; 3 – cabeça entre os cascos; 4 – cabeça na espádua; 5 – cabeça na patela; 6 – cabeça no jarrete; 7 – extensão cervical; 8 – Levantamento do esterno.

Fonte: Dados do próprio autor.

Durante período experimental os cavalos permaneceram estabulados em baia de alvenaria contendo área de 9 m², piso cimentado coberto com material de cama, bebedouro e comedouros para consumo de concentrado e sal mineral. O arraçoamento foi dividido em três refeições iguais de concentrado e de volumoso, sendo oferecido às 7:00, 13:00 e 19:00 h. O nível de ingestão de matéria seca total foi de 2,5% do peso vivo, em uma relação de concentrado e volumoso de 30:70. As dietas foram formuladas para atender as exigências mínimas nutricionais de cavalos em trabalho moderado (NRC, 2007).

A atividade física monitorada por treinador de equitação capacitado era realizada diariamente, cinco dias por semana, em arena aberta, com pista de areia plana, contendo 2,5 – 5,0 cm de espessura, composta por atividade montada com duração de 1 hora. Esta rotina de trabalho montado foi a mesma desenvolvida pelos cavalos por no mínimo há três anos, estando os mesmos adaptados. Sempre aos finais de semana, era permitido aos cavalos, acesso a piquete de areia por quatro horas. Ainda, os cavalos foram desverminados com antiparasitário de amplo espectro à base de ivermectina, previamente ao início do ensaio.

4.2 Variáveis e Coletas de Dados

As variáveis experimentais foram obtidas por meio de duas avaliações, sendo a primeira realizada antes de se iniciar os exercícios (dia 0), e a segunda mensuração obtida após dois meses de mobilização dinâmica (dia 60). Foram avaliadas as variáveis cinemáticas estáticas lineares da região toracolombar, por meio de marcadores hemisféricos. Marcadores hemisféricos foram aplicados aos processos espinhosos dorsais. Os marcadores dorsais foram colocados no ponto mais alto da cernelha, T10, T13, T17, L1 e L3 indicados por meio de palpação (GREVE; DYSON, 2015) (Figura 7).



Figura 7 - Identificação dos processos espinhosos dorsais por meio de palpação.

Fonte: Dados do próprio autor.

Para tomada das imagens, cada cavalo esteve parado em estação, no piso plano e cimentado, com a cabeça em posição neutra, com a boca do animal ao nível da ponta do ombro (Figura 8). Esta posição era obtida por meio de consistentes correções usando cabresto e cabo de corda (BERNER *et al.*, 2012). As imagens fotográficas dos cavalos, foram feitas usando um iPad mini (Apple iPad mini model A1432, Apple, Cupertino, CA, USA). O iPad foi fixado a um tripé colocado a uma altura de 120 cm e a 3 m lateralmente e perpendicular ao lado esquerdo do cavalo. Ainda, uma faixa vertical medindo 1 m foi colocada no plano da imagem, para servir de ponto de referência, para criação de uma escala para mensuração, que foi calculada durante análise digital subsequente (TABOR, 2015).



Figura 8 - Cavalo posicionado para tomada das imagens.

Fonte: Dados do próprio autor.

A análise digital das imagens foi realizada com o auxílio do software Corel Draw (versão X7), no qual permitiu a mensuração das variáveis cinemáticas estáticas da profundidade (cm) para cada ponto vertebral analisado (T10, T13, T17 e L1) (DYSON et al., 2011). Uma linha horizontal foi desenhada a partir do marcador na cernelha até ao marcador posicionado na L3, então linhas verticais foram plotadas, para cada marcador da toracolombar (T10 à L1), ao encontro da linha horizontal, que possibilitou obter a medida de profundidade individual para cada marcador (T10 à L1) (Figura 9). A variação na profundidade da região toracolombar foi calculada pela diferença entre as imagens tomadas antes (dia 0) e após (dia 60) ensaio, individualmente para cada marcador de T10 a L3.



Figura 9 – Aferição da profundidade dos pontos anatômicos na toracolombar, da esquerda para direita, T10, T13, T17 e L1, respectivamente

Fonte: Dados do próprio autor.

4.3 Análise Estatística

Os dados cinemáticos da coluna dos cavalos estão apresentados como média, tendo como medida de dispersão o desvio padrão ($\pm d.p.$). As variáveis foram avaliadas quanto a normalidade de distribuição, usando o teste Kolmogorov-Smirnov. Para os dados com distribuição normal as análises foram conduzidas por meio da ANOVA (SAS, 2000). Os testes estatísticos utilizam probabilidade de 5%.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização dos exercícios funcionais produziu uma significativa redução na profundidade de todos os pontos anatômicos da toracolombar avaliados ($P < 0,05$) quando comparado aos cavalos do grupo controle (Tabela 1).

Tabela 1- Valores médios e desvio-padrão (\pm) da profundidade (cm) de pontos anatômicos da toracolombar de cavalos submetidos aos exercícios funcionais

Variáveis*	Tratamentos			Valor de P
	Controle	Mobilização	Mobilização + Esterno	
T10	7,36 \pm 0,54 ^a	6,35 \pm 0,19 ^b	5,95 \pm 0,67 ^b	0,0427
T13	9,40 \pm 0,75 ^a	8,35 \pm 0,73 ^b	8,55 \pm 0,37 ^b	0,0451
T17	7,39 \pm 0,67 ^a	6,22 \pm 0,64 ^b	6,32 \pm 0,62 ^b	0,0471
L1	4,49 \pm 0,84 ^a	3,55 \pm 0,82 ^b	3,50 \pm 0,71 ^b	0,0403

* T10 = décima vértebra torácica; T13 = décima terceira vértebra torácica. T17 = décima sétima vértebra torácica; L1 = primeira vértebra lombar. Médias com letras diferentes nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A técnica da mobilização dinâmica e sua associação com o levantamento do esterno produziu a flexão da região toracolombar dos cavalos, ou seja, provocando o deslocamento dorsal da coluna, em acordo com a teoria de funcionamento desta região, denominada arco e corda (SLIJPER, 1946). Os exercícios funcionais deste ensaio, provocaram aumento no recrutamento da musculatura interna, responsável pela postura da região toracolombar e pelo equilíbrio do cavalo como observado por (CLAYTON, 2004)

Portanto, este estudo preliminar demonstrou que a aplicação da mobilização dinâmica, associada ou não ao exercício do levantamento do esterno pode ser usado para produzir flexão da região toracolombar, cuja região está comumente associada com dor e pior desempenho (ZIMMERMAN *et al.*, 2012). A redução na profundidade dos pontos anatômicos estudados, demonstra a ocorrência da flexão da coluna, bem como o deslocamento dorsal dos mesmos, de forma permanente aos 60 dias de treinamento funcional (BERNER *et al.*, 2012; RHODIN *et al.*, 2005; VAN WEEREN *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Taylor *et al.* (2019), trabalhando com cavalos de equitação básica e submetidos a técnicas de mobilizações reflexivas também encontram redução significativa na profundidade dos mesmos pontos anatômicos da toracolombar. Estes pesquisadores encontram valores médios de profundidade da toracolombar nos pontos de T10, T13, T17 e L1 de 10,1, 9,7, 8,2 e 3,7 cm respectivamente, similares aos valores observados na atual pesquisa. Algumas discrepâncias entre os ensaios podem ser explicadas por inúmeros fatores

como, raça, metodologia, bem como desconforto subclínico causado por fontes externas como cavaleiro assimétrico ou ajuste inadequado da sela (DENOIX *et al.*, 1998).

Contudo, mais pesquisas são necessárias para avaliar o efeito deste deslocamento dorsal da região toracolombar sobre o desempenho, biomecânica e bem-estar dos cavalos atletas.

6 CONCLUSÃO

A mobilização dinâmica associada ou não ao exercício de levantamento do esterno, provoca a flexão da região toracolombar, por meio do deslocamento dorsal da coluna, contribuindo na melhora da postura desta região em cavalos de equitação fundamental.

7 REFERÊNCIAS

ALVES, A. L. G. Semiologia do sistema locomotor de equinos. **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico**, v. 2, p. 516-551, 2008.

ALVES, A. L. G., FONSECA, B. P. A., THOMASSIAN, A., NICOLETTI, J. L. M., HUSSNI, C. A., & SILVEIRA, A. B. (2007). Lombalgia em eqüinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, 44(3), 191–199.

ALVES, S. S. V. Exercícios funcionais para equinos de patrulhamento. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2019.

ANDRADE, A. G. P. Análise do padrão cinemático da marcha em equinos por meio de redes neurais artificiais. 2009. Minas Gerais, 92 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BACK, W., MACALLISTER, C.G., VAN HEEL, M.C.V., POLLMEIER, M., HANSON, P.D., The use of force plate measurements to titrate the dosage of a new COX-2 inhibitor in lame horses. **Equine Veterinary Journal Suppl.** 41, p. 309–312, 2009.

BACK, W.; CLAYTON, H. **Equine locomotions**. Washington: Saunders, 2013. 528p.

BARRETO, G. A.; NEGRUCCI, M. A.; PESSINATTI, B. D. A coluna toracolombar do cavalo atleta: Revisão. **Pubvet**, v.15, n.06, a844, p.1-8, jun., 2021.

BARREY, E. Biomechanics of locomotion in the athletic horse. In: HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J.; KANEPS, A.J. **Equine exercise physiology – the science of exercise in the athletic horse**. Saunders, p.143-168, 2008.

BARREY, E. Methods, applications and limitations of gait analysis in horse. **Equine Veterinary Journal**. v.1, p.1-22, 1999.

BARREY, E., et al. Locomotion evaluation for racing in Thoroughbreds. **Equine Veterinary Journal** v. 33, p. 99–103, 2001.

BERNER, D., WINTER, K., BREHM, W. and GERLACK, K., 2012. Influence of the head and neck position on radiographic measurements of intervertebral distances between thoracic dorsal spinous processes in clinically sound horses. **Equine Veterinary Journal** 44, Suppl. 43: 21-26.

BOBBERT, M. F.; SANTAMARÍA, S.; VAN WEEREN, P. R.; BACK, W.; BARNEVELD, A. Can jumping capacity of adult show jumping horses be predicted on the basis of submaximal free jumps at foal age? A longitudinal study. **The Veterinary Journal**, v. 170, p. 212-221, 2005.

BORBA, F. F. A utilização da fisioterapia na reabilitação de lesões na coluna vertebral de equinos atletas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018/2.

BUISINE, M. F. Abordagens médica e fisioterapêutica em dorsalgias nos equinos. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa. Lisboa, 2013.

CHATEAU, H.; ROBIN, D.; SIMONELLI, T.; PACQUET, L.; POURCELOT, P.; FALALA, S.; DENOIX; DENOIX, N. C. Design and validation of a dynamometric horseshoe for the measurement of three-dimensional ground reaction force on a moving horse. **Journal of Biomechanics**. 42, 2009, 336–340.

CLAYTON HM, Lavagnino M, Kaiser LJ, Stubbs, NC. Swing phase kinematic and kinetic response to weighting the hind pasterns. **Equine Vet J** 2011, 43:210-215.

CLAYTON, H. M. **Core training and rehabilitation in horses**. Veterinary Clinics: Equine Practice, v. 32, n. 1, p. 49-71, 2016.

CLAYTON, H. M.; KAISER, L. J.; LAVAGNINO, M.; STUBBS, N. C. Evaluation of intersegmental vertebral motion during performance of dynamic mobilization exercises in cervical lateral bending in horses. **American journal of veterinary research**, v. 73, n. 8, p. 1153-1159, 2012.

CLAYTON, H.M. **The mysteries of self-carriage**. USDF Connect. 2004, 14–17.

CLAYTON, H.M.; SCHAMHARDT, H.C. Measurement techniques for gait analysis. In: BACK, W; CLAYTON, H.M. W.B. **Equine locomotion**. Saunders, 2001, p.55-76.

D'ANGELIS FHF, MOTA MDS, FREITAS EVV, FERRAZ GC, ABRAHÃO AR, LACERDA-NETO JC, QUEIROZ-NETO A. Ultra-sonografia do músculo longissimus dorsi de eqüinos da raça Puro-sangue Árabe em treinamento de resistência associado à suplementação prolongada com creatina. **Bras Ci Vet** 2004, 12:142-146.

DAMMRICH, K., RANDELHOFF, A., WEBER, B. Morphological contribution to biomechanics of the equin thoracolumbar spine, and to pathogenesis of the kissing spines syndrome. *Pferdeheilkunde*, 1993.p. 9 (5), 267-273.

DENOIX, J. M. et al. 1998. Asymmetry in placement of bilateral skin markers on horses and effects os asymmetric skin marker placement on kinematic variables. **American Journal of Veterinary Research**, v. 59, p. 938-944, 1998.

DENOIX, J.M. (1999) Spinal biomechanics and functional anatomy. **Vet. Clin. N. Am.:** Equine Pract. 15, 27-60.

DENOIX, J.M.; PAILLOUX, J.P. **Physical therapy and massage for the horse**. 2. ed. Vermont: Trafalgar Square, 1996, p. 276.

DYSON, S. et al. 2011. An investigation of the relationships between angles and shapes of the hoof capsule and the distal phalanx. **Eq. Vet. J.** 43: 295-301.

DYSON, S.; GREVE, L. (2016). Saddle and girths: what is new? **The Veterinary Journal**, 207, 73-79.

FANTINI, P., PALHARES, M. S. (2011). Lombalgia em equinos. **Acta Veterinaria Brasilica**, 5(4), 359–363.

FERNANDES, M. L. Relação do exame físico e ultrassonográfico do segmento lombo-sacro íliaco e do disco intervertebral da articulação lombossacral com desempenho atlético em equinos. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

FIDÊNCIO, C. F. Exercícios funcionais na musculatura epaxial, biomecânica e comportamento em equinos de trabalho. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2019.

FONSECA, B. P. A. Protocolo de exame clínico e tratamento por ondas de choque da dor lombar em equinos da raça Quarto de Milha. 2008. 134p. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

FONSECA, R. T.; SERNA, J. V.; ALCÂNTARA, M. P. Biomecânica da Coluna Vertebral de Equinos: Revisão de Literatura. *Biociências, Biotecnologia e Saúde*, n. 15, 2016.

GELLMAN, K. (1998) 'An integrated approach to diagnosing and treating back pain in horses'. **Conference on Equine Sports Medicine and Science**. 119 – 139.

GOFF, L. M. Manual Therapy for the Horse—A Contemporary Perspective. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 29, n. 11, p. 799-808, 2009.

GOMEZ ÁLVAREZ, C. B. The biomechanical interaction between vertebral column and limbs in the horse: A kinematical study. Tese, Utrecht University, 2007.

GÓMEZ ÁLVAREZ, C.B.; WENNERSTRAND, J.; BOBBERT, M.F.; LAMERS, L.; JOHNSTON, C.; BACK, W.; van WEEREN, P.R., (2007). The effect of induced forelimb lameness on thoracolumbar kinematics during treadmill locomotion. **Equine Veterinary Journal** 39,197-201.

GÓMEZ ÁLVAREZ, C.B.; WENNERSTRAND, J.; BOBBERT, M.F.; LAMERS, L.; JOHNSTON, C.; BACK, W.; van WEEREN, P.R. The effect of induced hindlimb lameness on thoracolumbar kinematics during treadmill locomotion. **Equine Veterinary Journal** 40,147-152, 2018.

GOMIDE, L. M. W. Efeito do tipo de ferradura e angulação do casco sobre o movimento do membro torácico em equinos ao trote. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de Paulista. São Paulo, 2012.

GREVE, L., DYSON, S. Saddle fit and management: an investigation of the association with equine thoracolumbar asymmetries, horse and rider health. **Equine Veterinary Journal** 47,415-421, 2015.

GREVE, L.; PFAU, T.; DYSON, S. (2017). Thoracolumbar movement in sound horses trotting in straight lines in hand and on the lunge and the relationship with hind limb symmetry or asymmetry. **The Veterinary Journal** 220, 5- 104.

GUIRRO, E. C. B. P.; HILGERT, A. R.; MARTIN, C. C. Tratamento fisioterapêutico em equino com deslocamento de vértebras cervicais secundário a traumatismo: relato de caso. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, p. 105-109, 2012.

HAUSSLER, K.K. Anatomy of the thoracolumbar vertebral region. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**. v.15, p.13-26, 1999.

HAUSSLER, K. K. Review of manual therapy techniques in equine practice. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 29, n. 12, p. 849-869, 2009

HENRIQUES, K. M. C. et al. Método de avaliação da disciplina anatomia topográfica pertinente à análise comparativa das vertebrais caudais dos equinos e carnívoros (cães e gatos). **XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE**. Recife, 09 a 13 de dezembro.

HIDES, J.; GILMORE, C.; STANTON, W.; BOHLSCHEID, E. Multifidus size and symmetry among chronic LBP and healthy asymptomatic subjects. **Manual therapy**, v. 13, n. 1, p. 43-49, 2008.

HIGGINS G. **Posture and performance: principles of training horses from the anatomical perspective**. British Library: 2015.

HIGGINS, G. **How your horse move**. 1. ed. Cincinnati: David & Charles Book. 2009. 153p.

HIGGINS, G.; MARTIN, S. **Horse Anatomy for Performance**. David & Charles, 2012, 160p.

HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. Equine exercise physiology: The science of exercise in the athletic horse. **Elsevier Health Sciences**, 2008, 456p.

HOBBS, S.J. et al. Motion analysis and its use in equine practice and research. **Veterinary Medicine Austria**, v.97, p.55-64, 2010.

HODGSON, D. R.; MCKEEVER, K. H.; MCGOWAN, C. M. The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine. **Elsevier Health Sciences**, p. 36, 2014. 404p

ISHIHARA, A., et al. Use of kinetic gait analysis for detection, quantification, and differentiation of hind limb lameness and spinal ataxia in horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 234, p. 644–651, 2009.

KEEGAN, K.G., et al. Detection of spinal ataxia in horses using fuzzy clustering of body position uncertainty. **Equine Veterinary Journal** v. 36, p. 712–717, 2004.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos Animais Domésticos**:- Texto e Atlas Colorido. 4. ed. Belo Horizonte: Artmed Editora, 2016. 610p.

MAIERL, J.; WEISSENBGRUBER, G; LIEBICH, H.-G. **Estática e Dinâmica**. In: **KÖNIG, H. E. Anatomia dos Animais Domésticos**. Porto Alegre: Artmed, 2011. Cap:5p. 297-302.

MIYASHIRO, P. Comparação entre julgamento tradicional e avaliação cinemática do salto de cavalos da raça Brasileiro de Hipismo. 2012. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of horses**. 6 ed. Washington, D.C.: 2007. 341p.

OLIVEIRA, K. et al. Terapia manual e pilates aplicados à equinos atletas em reabilitação: Relato extensionista do nequi – Unesp/Dracena, 76º Congresso de Extensão Universitária da Unesp, 2011. Águas de Lindóia, SP. Anais eletrônico... PROEX/UNESP. ISSN nº 2176-9761. p.0097 0097, 2011.

OLIVEIRA, K. et al. Gymnastic Training of Hippotherapy Horses Benefits Gait Quality When Ridden by Riders with Different Body Weights. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 94, 2020.

OLIVEIRA, K. Restrição de Movimento: **HorseMove método**. 1. ed. Porto Alegre: Simplissimo, 2018. 75p.

OLIVEIRA, K. Pilates para cavalo: **HorseMove método**. 1. ed. Porto Alegre: Simplissimo, 2019. 42p.

OLIVEIRA, K. Ginástica laboral para cavalos terapeutas [recurso eletrônico] / Kátia de Oliveira. - Ananindeua, PA: Itacaiúnas, 2020. 80p.

OLIVEIRA, K.; PATINI, A.F.; ARAÚJO, M.S.; BOCCI, C.L. (2019). Ginástica laboral em cavalos terapeutas melhora a qualidade do movimento tridimensional do trote. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering** 13, 2, 147-154.

OLIVEIRA, K.; SOUTELLO, R. V.; DA FONSECA, R.; COSTA, C.; PAULO, R. D.L.; FACHIOLLI, D. F.; CLAYTON, H. M. Gymnastic training and dynamic mobilization exercises improve stride quality and increase epaxial muscle size in therapy horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 35, n. 11-12, p. 888-893, 2015.

PATRÍCIO, C. M. Perfil de complexos de subluxação da coluna vertebral de equinos de salto na avaliação quiroprática veterinária. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Veterinária da UFRGS. Porto Alegre, 2017.

PETTY, NJ., 2004. **Principles of neuromusculoskeletal treatment and management**. Elsevier, London, UK, pp. 111-137.

PILLINER, S.; ELMHURST, S.; DAVIES, Z. **The horse in motion: The anatomy and physiology of equine Locomotion**. John Wiley & Sons, 2009, 207p.

RHODIN, M. et al. 2005. The effect of diferente head and neck positions on the caudal back and hindlimb kinematics in the elite dressage horse at trot. **Equine Veterinary Journal**, v. 37, p.7-11, 2005.

RODRIGUES, PG., et al. Muscle and biomechanical response time in patrol horses submitted to functional training. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, e26710313204, 2021.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's: guide statistics**. Cary: 2000. 211p.

SEITZINGER, A.H., KANE, A., KOPRAL, C., MORLEY, P., GARBER, L., LOSINGER, W. & HILL, G.W. (2000). A comparison of the economic costs of equine lameness, colic, and equine protozoal myeloencephalitis (EPM). Proceedings of the 9th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics 2000, ss. 1–3

SIIJPER, E. J. Comparative biologic-anatomical investigations on the vertebral column and spinal musculature of mammals. **Kon Ned Akad Wet Verh (Tweede Sectie)**, Vol 42, No 5: 1–128, 1946.

SOUSA, M. T. S. (2012). **Abordagem à patologia de dorso em equinos**. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar.

STUBBS, N. C.; CLAYTON, H. M. Activate your horse's core: Unmounted Exercises for Dynamic Mobility, Strength, & Balance. Michigan: **Sport Horse Publications**, p. 5-9, 2008.

STUBBS, N. C.; KAISER, L. J.; HAUPTMAN, J.; CLAYTON, H. M. Dynamic mobilization exercise increase cross sectional area of Musculus Multifidus. **Equine Veterinary Journal**, v. 43, n. 5, p. 522-529, 2011.

SVOBODA, Z. et al. Does the rider influence the horses movement in hippotherapy? **Acta University Palacki. Olomuc. Gymn.**, v.41, n.4, p.37-41, 2011.

TABOR, G. 2015. The effect of dynamic mobilisation exercises on the equine multifidus muscle and thoracic profile. Research Masters, Plymouth University, UK.

TABOR, G.; WILLIAMS, J. Equine Rehabilitation: A Review of Trunk and Hind Limb Muscle Activity and Exercise Selection. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 60, p. 97-103, 2018.

TAYLOR, F. ; TABOR , G. ; WILLIAMS , J. M. Itered thoracolumbar position during application of craniocaudal spinal mobilisation in clinically sound leisure horses . **Comparative Exercise Physiology**, v. 15, n. 1, p. 49-53, 2019.

TAYLOR, W., EHRIG, R., DUDA, G., SCHELL, H., SEEBECK, P. and HELLER, M. (2005) On the influence of soft tissue coverage in the determination of bone kinematics using skin markers. **Journal of Orthopaedic Research** 23, 726-734.

VAN WEEREN , P. R. Structure nad biomechnaical concept of the equine back. **Pferdeheilkunde**, v. 20, p. 341-348, 2004.

VAN WEEREN, P. R. et. al. 2010. Quantification of equine sacral and iliac motion during gait : a comparison between motion capture with skin-mountes ans bone-fixated sensors. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, p. 468-474, 2010.

VON SCHEVEN, C.C.A. The anatomy and function of the equine thoracolumbar longissimus dorsi muscle. 2010. 163p. Tese (Doutorado) - Departamento de Ciências Veterinárias, Universidade Ludwig Maximilian, Munique.

WISCHER, S. et al. Factors associated with failure of thoroughbreds to train and race. 2006. **Eq. Vet. J.** 38: 113-118.

ZIMMERMAN, M. ; DYSON, S. ; MURRAY, R. Close, impinging and overriding spinous processes in the thoracolumbar spine: The relationship between radiological and scintigraphic findings and clinical signs. **The veterinary Journal**, v. 44, p. 178-184, 2012.