

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

NAYNE VIEIRA DA SILVA

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA E COMPORTAMENTAL DE
EQUINOS SUBMETIDOS A DESMOTOMIA PATELAR MEDIAL

Uberlândia

2024

NAYNE VIEIRA DA SILVA

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA E COMPORTAMENTAL DE
EQUINOS SUBMETIDOS A DESMOTOMIA PATELAR MEDIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Saúde animal.

Orientador: Prof. Dr. Geison Morel Nogueira.

Uberlândia

2024

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586 2024	Silva, Nayne Vieira da, 1996- Análise Eletromiográfica e Comportamental de Equinos Submetidos a Desmotomia Patelar Medial [recurso eletrônico] / Nayne Vieira da Silva. - 2024. Orientador: Geison Morel Nogueira. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ciências Veterinárias. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.86 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações. 1. Veterinária. I. Nogueira, Geison Morel, 1975-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências Veterinárias. III. Título. CDU: 619
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	CIÊNCIAS VETERINÁRIAS				
Defesa de:	DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO PPGCVET Nº 19/2023				
Data:	10 DE JANEIRO DE 2024	Hora de início:	08:30	Hora de encerramento:	10:40
Matrícula do Discente:	12212MEV009				
Nome do Discente:	NAYNE VIEIRA DA SILVA				
Título do Trabalho:	ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DE EQUINOS SUBMETIDOS A DESMOTOMIA PATELAR MEDIAL				
Área de concentração:	SAÚDE ANIMAL				
Linha de pesquisa:	CLÍNICA MÉDICA, CIRURGIA E MORFOLOGIA				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	TÉCNICAS ANESTÉSICAS, CIRÚRGICAS E DE REPARAÇÃO TECIDUAL NA MEDICINA VETERINÁRIA				

Reuniu-se por videoconferência a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores Doutores: Diego José Zanzarini Delfiol (FAMEV/UFU); Claudia Acosta Duarte (UNIPAMPA); Geison Morel Nogueira (FAMEV/UFU), orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Geison Morel Nogueira, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(as) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Geison Morel Nogueira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/01/2024, às 10:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Diego José Zanzarini Delfiol, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/01/2024, às 10:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Claudia Acosta Duarte, Usuário Externo**, em 10/01/2024, às 10:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4950342** e o código CRC **3508E587**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora, pelas oportunidades concedidas a mim.

Agradeço à minha mãe, Maria da Conceição, por seu amor infinito, compreensão e paciência nos momentos em que mais precisei. Ao meu pai, Sebastião (*in memoriam*), que de onde estiver, sei que está torcendo e comemorando todas as minhas conquistas. Ao meu filho canino, Barão, por seu companheirismo e imensa alegria.

Aos residentes e estagiários do setor de Clínica Médica e Cirúrgica de Grandes Animais do HOVET-UFU, por sua ajuda generosa e coleguismo ao longo do experimento.

Agradeço aos equinos, por sua inocência e bravura. Sem eles nada disso teria acontecido.

Agradeço ao Prof. Dr. Roberto Bernardino Júnior pelo inestimável apoio ao projeto, disponibilizando os equipamentos e compartilhando seu conhecimento indiscutível, o que foi crucial para o desenvolvimento do estudo.

Agradeço profundamente ao Prof. Dr. Diego Zanzarini Delfiol, a quem devo grande admiração e que possibilitou a realização da pesquisa nas dependências do Hospital Veterinário (UFU), além de contribuir continuamente para o meu desenvolvimento acadêmico.

Agradeço infinitamente ao meu pai acadêmico, Prof. Dr. Geison Morel Nogueira, pelos conhecimentos, paciência e incentivo constantes. Sua influência vai além do ambiente acadêmico e contribui significativamente para o meu crescimento pessoal e profissional.

Por fim, agradeço a Universidade Federal de Uberlândia, a qual tenho imenso orgulho em chamar de casa, e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, pelo acolhimento e incentivo a pesquisa.

OBRIGADA!

RESUMO

A sustentação passiva atua bloqueando a flexão das articulações do joelho e do tarso equino, evitando assim a fadiga muscular. Durante a deambulação, caso exista a falha de liberação desse mecanismo, o animal apresentará uma condição chamada fixação dorsal de patela que em casos graves o único tratamento é a desmotomia patelar medial (DPM). Objetivou-se com este estudo, averiguar as possíveis alterações musculares elétricas e comportamentais, após o comprometimento do aparelho de sustentação passiva, em equinos submetidos a cirurgia de DPM. Cinco equinos, sob queixa de fixação dorsal de patela foram considerados aptos para a realização do estudo. Para análise, as aferições ocorreram no momento pré-operatório e pós-operatórios imediato, 24 horas, 7, 14 e 21 dias, com o auxílio de um eletromiógrafo de superfície. Para a captação dos sinais, foram utilizados eletrodos posicionados nos músculos vasto lateral, tensor da fáscia lata, bíceps femoral e semitendíneo, bilateralmente. As coletas ocorreram durante 60 minutos, e os resultados se deram a partir da análise do *root means square* (RMS). Como resultado, notou-se que a média pré-operatória de descanso em apoio tripedal foi de 62%. Em contrapartida, a troca de apoio e descanso nos tempos pós-operatórios não ocorreram. Além disso, constatou-se o aumento gradual da necessidade de recrutamento muscular pós-cirúrgico. Desta forma, concluiu-se que os animais submetidos a desmotomia patelar medial, neste estudo, apresentaram incapacidade de se manter em apoio tripedal, além de maior necessidade de recrutamento de fibras musculares, evidenciado pelo aumento gradual do traçado eletromiográfico e valor de RMS total dos músculos avaliados.

Palavras-chave: aparato recíproco; sustentação passiva; fixação dorsal de patela; EMG.

ABSTRACT

The passive support mechanism acts by blocking the flexion of the equine stifle and hock joints, thus preventing muscular fatigue. In cases where this mechanism fails to release during locomotion, the animal may exhibit a condition known as dorsal fixation of the patella, with severe cases requiring medial patellar desmotomy (MPD) as the only treatment. The aim of this study was to investigate possible electrical and behavioral muscle alterations in horses undergoing MPD surgery due to compromised passive support. Five horses with a complaint of dorsal fixation of the patella were deemed suitable for the study. Measurements were taken preoperatively and immediately postoperatively, as well as at 24 hours, 7, 14, and 21 days, using a surface electromyograph. Electrodes were placed bilaterally on the vastus lateralis, tensor fasciae latae, biceps femoris, and semitendinosus muscles for signal capture. Data collection occurred over 60 minutes, and results were analyzed using *root mean square* (RMS). The preoperative average of tripedal support at rest was 62%. However, postoperatively, the variation in support Exchange and rest was nonexistent. Additionally, a gradual increase in postoperative muscle recruitment was observed. In conclusion, horses undergoing medial patellar desmotomy in this study demonstrated an inability to maintain tripedal support, along with an increased need for muscle fiber recruitment, as evidenced by the gradual rise in electromyographic tracings and total RMS values of the evaluated muscles.

Keywords: reciprocal apparatus; passive stay apparatus; dorsal patellar fixation; EMG.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Eletromiógrafo de superfície computadorizado – 830 C (EMG System do Brasil LTDA, São José dos Campos, SP, Brasil).....	33
Figura 2 - Eletrodos de superfície descartáveis 3M.	34
Figura 3 - Disposição dos eletrodos nos músculos tensor da fáscia lata (1), vasto lateral (2), bíceps crural (3), semitendíneo (4) e tuberosidade coxal do osso íleo (5)	36
Figura 4 - Aumento da amplitude do traçado eletromiográfico. (A) Pré-operatório. (B) Pós-operatório 21 dias.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Avaliação comportamental da troca de apoio (descanso) pré e pós-operatório de equinos submetidos a desmotomia patelar medial.	37
Tabela 2. Mediana do RMS em função dos músculos em relação ao tempo de cirurgia.	38
Tabela 3. Médias do RMS em função dos Membros em relação ao Tempo de cirurgia, com pressupostos da Anova satisfeitas, interação não significativa.	39

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.2 Objetivo geral	16
2.3 Objetivos específicos.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Anatomia da articulação femorotibiopatelar	17
3.2 Aparato recíproco e mecanismo de sustentação passiva	18
3.2.1 Musculatura envolvida no aparato recíproco e mecanismo de sustentação passiva.....	18
3.2.1.1 Músculo quadríceps.....	18
3.2.1.2 Músculo tensor da fáscia lata.....	19
3.2.1.3 Músculo bíceps femoral	19
3.2.1.4 Músculo semitendíneo.....	19
3.2.1.5 Músculo flexor digital superficial	20
3.2.1.6 Músculo fibular terceiro	20
3.2.1.7 Músculo gastrocnêmio.....	20
3.2.2 Sustentação passiva (bloqueio patelar).....	21
3.2.3 Aparelho recíproco	21
3.3 Fixação dorsal de patela	22
3.3.1 Tratamento.....	22
3.3.1.1 <i>Splitting</i>	22
3.3.1.2 Desmotomia patelar medial	23
3.3.2 Complicações decorrentes da desmotomia patelar medial	23
3.4 Eletromiografia de superfície (EMG).....	24
4 REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO II.....	29

Artigo “Análise Eletromiográfica e Comportamental de Equinos Submetidos a Desmotomia Patelar Medial” a ser publicado no periódico Journal of Equine Veterinary Science.....	29
ANEXO 1	45

CAPÍTULO I
CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

Nos equinos, os membros pélvicos são responsáveis pela impulsão, progressão e suporte do peso corporal por longos períodos. Para que essa capacidade seja mantida, sem que o animal sofra fadiga, a flexão do joelho e do tarso devem ser impedidas, o que é obtido por meio da chamada sustentação passiva. De forma concomitante, o mecanismo denominado aparato recíproco atua assegurando que o tarso sempre se flexione ou estenda juntamente à articulação femorotibiopatelar (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; FAILS, 2019).

Durante a deambulação, caso exista a falha de liberação da sustentação passiva, o ligamento patelar medial permanece preso à crista troclear medial, fazendo com que o joelho e o tarso permaneçam em posição de extensão, enquanto as articulações metatarsofalangiana e interfalangianas proximal e distal ficam flexionadas. Isso leva o animal a apresentar o membro afetado estendido em posição abduzida caudalmente com o boleto fletido, possibilitando o arrasto do dígito. Tal condição é conhecida como fixação dorsal de patela (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; BAXTER; SULLINS, 2020).

Essa enfermidade pode ser provocada por diversos fatores como anomalias conformacionais dos membros pélvicos, distúrbios neuromusculares, desnutrição e baixo condicionamento físico. Os sinais clínicos observados podem aparecer de modo intermitente ou persistente e ainda de forma leve, que consiste apenas no atraso da liberação da patela, como também de forma grave, onde apenas é possível o retorno manual da mesma (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012; FAILS, 2019).

Para o tratamento, a terapia conservativa em casos leves é o mais indicado, seguido de *splitting* em casos moderados e desmotomia patelar medial em casos graves, onde as terapias anteriores não surtiram efeito (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012; FAILS, 2019). No entanto, a realização desse procedimento pode acarretar diversos efeitos não desejados no pós-operatório, como fragmentação osteocondral do ápice da patela, irregularidade da cartilagem do sulco troclear, entesófitos (GIBSON et al., 1990; RILEY; YOVICH, 1991; MARTINS, 2004), alteração na viscosidade do líquido sinovial (MARTINS; SILVA; BACCARIN, 2007), desmite patelar intermédia e instabilidade patelar (MARTINS, 2004). Apesar disso, os danos permanentes causados por essa terapia na manutenção do sistema passivo, ainda não foram analisados.

Para avaliar as implicações neuromusculares dessa intervenção cirúrgica, a eletromiografia de superfície pode ser considerada, pois permite a aferição dos potenciais de

ação nas membranas excitáveis dos músculos, durante a realização ou não do movimento muscular (MARCHETTI; DUARTE, 2011).

Pelo envolvimento anatômico do ligamento patelar medial no aparelho de sustentação passiva dos equídeos, acredita-se que, a partir da desmotomia patelar medial, ocorra algum comprometimento deste mecanismo. Tal condição, em pacientes submetidos ao procedimento cirúrgico, pode causar o impedimento do descanso em postura tripedal dos equinos tratados.

2 OBJETIVOS

2.2 Objetivo geral

Objetivou-se com este estudo, averiguar as possíveis alterações musculares elétricas e comportamentais, após o comprometimento do aparelho de sustentação passiva, em equinos submetidos a cirurgia de desmotomia patelar medial.

2.3 Objetivos específicos

1. Diagnosticar equinos portadores de fixação dorsal de patela sem presença de enfermidades osteoarticulares.
2. Efetuar a aferição do tempo de descanso tripedal e quadrupedal, dentro de intervalo pré-estabelecido, bem como medir os potenciais de ação (uso) dos músculos tensor da fáscia lata, vasto lateral, bíceps femoral e semitendíneo utilizando a eletromiografia de superfície.
3. Realizar a cirurgia de desmotomia patelar medial.
4. Avaliar o tempo de descanso e o uso da musculatura citada nos tempos: pós-operatório imediato, 24 horas, sete dias, 14 dias e 21 dias, para critério de comparação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Anatomia da articulação femorotibiopatelar

A articulação femorotibiopatelar se mantém em angulação de 150° e é a maior e mais complexa dos equinos (FAILS, 2019; BAXTER; SULLINS, 2020). É composta pela epífise distal do fêmur, epífise proximal da tíbia e pelo osso sesamoide, a patela (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

O fêmur em sua extremidade distal, possui a tróclea, uma estrutura dividida em cristas lateral e medial, sendo essa última de maior tamanho e adicionada do denominado tubérculo troclear nos equinos. A tróclea apresenta um sulco que se articula com a patela para a formação da articulação femoropatelar. A patela está situada no tendão de inserção do músculo quadríceps, e nos equinos, ainda se prolonga medialmente através da fibrocartilagem patelar. A tíbia em sua extremidade proximal possui três faces e dois côndilos, cada um se articula com os côndilos correspondentes do fêmur, formando a articulação femorotibial (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

Os côndilos femorais são parcialmente separados da tíbia por dois meniscos intra-articulares. Os meniscos são discos em formato de meia-lua que se ajustam à superfície da extremidade proximal da tíbia e são côncavos na superfície dorsal para se ajustar ao respectivo côndilo da extremidade distal do fêmur. Esses meniscos ajudam a manter a articulação congruente e a absorver impactos. O joelho é ainda estabilizado por ligamentos colaterais mediais e laterais e por dois ligamentos cruzados intracapsulares que formam um “X” ao se cruzarem entre a tíbia e o fêmur (FAILS, 2019).

Por mais que os movimentos principais do joelho sejam de flexão e extensão é permitido um pequeno e limitado movimento de rotação pela mobilidade dos meniscos. A articulação femoropatelar propriamente dita nos equinos, é composta pelos ligamentos femoropatelares medial e lateral e pelos ligamentos patelares medial, intermédio e lateral que se inserem na tuberosidade da tíbia (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

3.2 Aparato recíproco e mecanismo de sustentação passiva

O membro pélvico é responsável pela impulsão e progressão do corpo, possuindo uma musculatura bem desenvolvida. Nos equinos, diferenciações anatômicas contendo faixas de colágeno derivadas de tecido muscular e adaptações esqueléticas, promoveram a redução do esforço muscular responsável pela sustentação do peso (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016).

Para que o membro pélvico sustente o peso necessário por longos períodos, sem que sofra fadiga, a flexão do joelho e do tarso devem ser impedidas (sustentação passiva). Outra condição anatômica que atua concomitantemente a sustentação passiva é o denominado aparato recíproco. Este assegura que o tarso sempre flexione ou estenda juntamente à articulação femorotibiopatelar, ou seja, o aparato recíproco faz com que o tarso fique travado em extensão assim como o joelho (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; FAILS, 2019).

3.2.1 Musculatura envolvida no aparato recíproco e mecanismo de sustentação passiva

Os músculos possivelmente envolvidos no aparato recíproco e sustentação passiva são o músculo quadríceps, tensor da fáscia lata, bíceps femoral, semitendíneo, flexor superficial, fibular terceiro e gastrocnêmio (WENTINK, 1978; SCHUURMAN; KERSTEN; WEIJS, 2003; MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; FAILS, 2019).

3.2.1.1 Músculo quadríceps

O músculo quadríceps femoral é dividido em quatro ventres separados por suas origens, porém, com inserção mediada por um único tendão, que contém a patela (osso sesamóide) e termina na tuberosidade da tíbia com os ligamentos patelares (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

É composto pelo músculo reto femoral, que se origina no corpo do ílio, imediatamente cranial ao acetábulo, e outras três cabeças (vasto medial, vasto intermédio e vasto lateral) que se originam no fêmur (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

O quadríceps é o principal músculo extensor da articulação femorotibiopatelar. Ele impulsiona o quadril e promove a estabilidade ao joelho. Além disso, o músculo reto femoral contribui para a flexão do quadril (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

3.2.1.2 Músculo tensor da fáscia lata

O tensor da fáscia lata trata-se da musculatura mais cranial do quadril. Ele é responsável pela flexão da pelve e extensão do joelho, além de promover o avanço do membro durante a deambulação. Especificamente em equinos, origina-se na tuberosidade coxal e após junção a fáscia lata, insere-se de forma indireta na patela por meio do ligamento patelar lateral e na margem cranial da tíbia (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

3.2.1.3 Músculo bíceps femoral

Em equinos, o músculo bíceps femoral é dividido em dois ventres musculares, onde a parte cranial emerge dos processos espinhosos e transversos das três vértebras sacrais, da margem caudal do ligamento sacrotuberal largo e da tuberosidade isquiática, enquanto a parte caudal emerge da face ventral e da borda caudal do ísquio (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

Esses dois ventres musculares se unem e se dividem novamente em um ramo cranial, médio e caudal. O ramo cranial é fixado na face caudal do fêmur, distalmente ao terceiro trocanter, na patela e ligamento patelar lateral. O ramo médio se insere na fáscia crural, no ligamento patelar lateral e face cranial da tíbia. Já o ramo caudal se estende da fáscia crural e dá origem ao tendão tarsal, que se insere no calcâneo (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

O bíceps femoral é responsável pela extensão e abdução do membro. O ventre cranial impulsiona o quadril e o joelho, enquanto o ventre caudal, além de promover a extensão do quadril, também flexiona a articulação femorotibiopatelar. Além disso, por sua inserção no tendão tarsal, ele também contribui para a extensão do tarso (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

3.2.1.4 Músculo semitendíneo

No equino, o músculo semitendíneo possui duas origens, uma na face ventral da tuberosidade isquiática e outra no sacro. Os dois ventres musculares se combinam e continuam na forma de um tendão até a face medial da perna, onde parte se estende na fáscia crural e parte se insere na margem cranial da tíbia. O restante desse tendão se une ao tendão tarsal do músculo bíceps femoral, com o qual se insere na tuberosidade calcanear (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

O músculo semitendíneo é responsável pela extensão das articulações coxofemoral, femorotibiopatelar e do tarso quando o casco é apoiado ao solo, impulsionando o tronco. Ele também flexiona o joelho e gira a perna lateralmente, movendo para trás o membro que não está sustentando o peso do corpo (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016).

3.2.1.5 Músculo flexor digital superficial

O músculo flexor digital superficial é em quase sua totalidade tendíneo. Têm sua origem na fossa supracondilar na face caudal do fêmur sob o músculo gastrocnêmio. Possui inserção à segunda falange (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; SINGH, 2019).

Esse músculo é responsável pela flexão do dígito, extensão do tarso e flexão do joelho. Participa também como parte fundamental do aparelho recíproco (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; SINGH, 2019).

3.2.1.6 Músculo fibular terceiro

O músculo fibular terceiro é estritamente tendinoso e origina-se na fossa extensora do côndilo femoral lateral. Após sua bifurcação no tarso, o ramo lateral se insere no calcâneo e quarto osso társico, enquanto o ramo dorsal insere-se na parte proximal do terceiro osso társico e terceiro metatarsiano. Esse músculo tendíneo é de grande importância no aparelho recíproco, já que une o joelho ao quadril impossibilitando a extensão ou flexão dessas articulações de maneira não concomitante (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; SINGH, 2019).

3.2.1.7 Músculo gastrocnêmio

O músculo gastrocnêmio é o maior músculo caudal da tíbia em equinos, origina-se como duas cabeças nas tuberosidades supracondilares do fêmur e inserem-se na forma de um único tendão (tendão gastrocnemius) na tuberosidade calcânea, formando boa parte do tendão calcanear comum. Como função, cita-se a flexão do joelho, extensão do tarso e a distribuição de peso sobre a tíbia (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; SINGH, 2019).

3.2.2 Sustentação passiva (bloqueio patelar)

O bloqueio patelar funciona devido à disposição dos ligamentos patelares e ossos da articulação femorotibiopatelar, podendo resultar no bloqueio da patela e consequente imobilização do joelho e tarso. Na flexão e extensão normais da articulação do joelho, a patela deve deslizar no sulco troclear e o deslocamento para além da extremidade proximal do sulco, juntamente com um giro medial da patela, faz com que a crista medial do fêmur se projete entre os ligamentos patelares medial e intermédio. A fibrocartilagem parapatelar se curva sobre o tubérculo da tróclea e, desse modo, bloqueia o joelho na posição de extensão. Esse mecanismo permite que o equino descanse seu peso em um membro pélvico com esforço muscular mínimo (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; FAILS, 2019).

Durante a ativação desse mecanismo em um membro, o cavalo descansa o outro com a pinça tocando ao chão. Para a liberação desse bloqueio, o peso é deslocado para o outro membro e o músculo quadríceps femoral retrai a patela proximalmente. Através de um ténue giro lateral, a patela retorna para o sulco troclear (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; FAILS, 2019).

3.2.3 Aparelho recíproco

O tarso e a articulação femorotibiopatelar normalmente são flexionados e estendidos ao mesmo tempo, graças ao aparelho recíproco, uma combinação de estruturas ligamentares que conectam o fêmur ao tarso e ao metatarso (FAILS, 2019).

No aspecto cranial da tíbia, o fibular terceiro, se estende do côndilo femoral lateral até as inserções no tarso e extremidade proximal dos metatarsianos. Feito isso, é formado uma faixa relativamente não passível de extensão, pela superfície extensora do joelho e superfície flexora do tarso. No aspecto caudal da tíbia, o músculo flexor digital superficial se origina na superfície disto caudal do fêmur e se insere no calcâneo, antes de sua inserção na terceira falange. Isso origina uma conexão ligamentar que cruza a superfície flexora do joelho e extensora do tarso. Esses elementos criam um paralelogramo de ligamentos, em que a mudança de ângulo no joelho é acompanhada por uma mudança similar no tarso, ou seja, um cavalo em posição quadrupedal com o joelho travado, inevitavelmente, também estará com o tarso travado em extensão (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; FAILS, 2019).

3.3 Fixação dorsal de patela

A fixação dorsal de patela consiste em uma falha na solda do mecanismo de sustentação passiva (bloqueio patelar) (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012). Caso a patela não possa ser desbloqueada, ou seja, quando o ligamento patelar medial fica preso à crista troclear medial, o joelho e o tarso permanecem bloqueados em posição de extensão, enquanto as articulações metatarsofalangiana e interfalangeanas proximal e distal são flexionadas. Esta condição provoca uma postura do membro afetado estendido em posição abduzida caudalmente, com o boleto flexionado, promovendo o arrasto do casco do equino (MAIERL; WEISSENGRUBER; KÖNIG, 2016; BAXTER; SULLINS, 2020).

Tal condição pode ser provocada por anomalias conformacionais dos membros pélvicos, distúrbios neuromusculares, desnutrição e falta de condicionamento físico (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012; FAILS, 2019).

A extensão do joelho, pode acontecer de forma intermitente ou persistente e ainda de forma leve, que consiste apenas no atraso da liberação da patela, como também de forma grave, onde somente é possível o retorno manual da mesma (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012; FAILS, 2019).

3.3.1 Tratamento

Para o tratamento, a terapia conservativa em casos leves é o mais indicado e consiste na realização de exercícios físicos controlados, para o desenvolvimento do músculo quadríceps e controle da patela pelo cavalo. Em casos moderados, o tratamento cirúrgico de *splitting* pode ser sugerido e em casos graves, onde nenhuma das terapias anteriores surtiu efeito, a desmotomia patelar medial apresenta-se como única opção de tratamento (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012; FAILS, 2019).

3.3.1.1 *Splitting*

O *splitting* é um tratamento menos invasivo em casos de fixação dorsal de patela, não resolvidos por meio da nutrição e condicionamento físico. Para realização do procedimento é necessária apenas sedação e bloqueio local, com auxílio ou não de aparelho ultrassonográfico, podendo ser realizada apenas por palpação sem quaisquer dificuldades (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012).

O procedimento consiste na realização de múltiplas incisões longitudinais no terço médio do ligamento patelar medial, que resultará em fibrose e encurtamento do ligamento, evitando que o mesmo se fixe no tubérculo da tróclea (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012).

3.3.1.2 Desmotomia patelar medial

A desmotomia patelar medial é recomendada em casos de fixação dorsal de patela grave e persistente, onde a melhora da nutrição e condicionamento físico não aniquilam a condição patológica. Este procedimento deve ser muito bem pensado e realizado apenas em último caso, já que a sua realização está associada a diversas complicações pós-operatórias, principalmente em cavalos sem período de repouso adequado (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012).

O procedimento cirúrgico é realizado sob sedação, e após tricotomia e antissepsia da região cirúrgica, recomenda-se a aplicação de anestésico local subcutaneamente à borda medial do ligamento intermédio e ao redor do ligamento patelar medial. Feito isso, uma incisão de 1,0 cm é realizada sobre a borda medial do ligamento patelar intermédio, próximo a inserção do ligamento à tuberosidade da tíbia. Com o auxílio de uma pinça hemostática curva o ligamento patelar medial deve ser tracionado até a incisão de pele, em seguida, excisado com o auxílio de uma lâmina de bisturi, com posterior dermorráfia (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012).

3.3.2 Complicações decorrentes da desmotomia patelar medial

A realização da desmotomia patelar medial pode acarretar diversos efeitos não desejados, no pós-operatório de cavalos submetidos a esse procedimento cirúrgico. Dentre eles, a fragmentação osteocondral do ápice da patela, irregularidade da cartilagem do sulco troclear e entesofitos, foram diagnosticados por meio de avaliação radiográfica (GIBSON et al., 1990; RILEY; YOVICH, 1991; MARTINS, 2004). Podem ocorrer ainda, alteração na viscosidade do líquido sinovial, (MARTINS; SILVA; BACCARIN, 2007) desmite do ligamento patelar intermédio, instabilidade patelar (MARTINS, 2004) e anormalidades de marcha (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012) verificados respectivamente através de punção asséptica, exame ultrassonográfico, palpação e inspeção (MARTINS; SILVA; BACCARIN, 2007).

Além disso, por mais que 98% dos equinos diagnosticados com fixação dorsal de patela apresentem a resolução do caso com o procedimento cirúrgico, 6% desses, podem apresentar claudicação a longo prazo, sendo incapazes de voltar a vida atlética (FOWLIE; STICK; NICKELS, 2012).

3.4 Eletromiografia de superfície (EMG)

A eletromiografia consiste em uma forma de mensurar o potencial elétrico das membranas excitáveis do corpo (MARCHETTI; DUARTE, 2011), e é considerada uma opção para análise do sistema neuromuscular durante a realização de movimentos, já que em humanos, é uma técnica utilizada em pesquisas esportivas e de reabilitação (VALENTIN; ZSOLDOS, 2016; VIGOTSKY et al., 2018; BARSANTI, 2019).

Essa técnica quando aplicada à musculatura, quantifica os potenciais de ação oriundos da excitação dos sarcolema daquela região muscular, sendo possível a monitoração da excitação muscular, através da oscilação da voltagem em função do tempo (ENOKA, 2000; BARSANTI, 2019).

Esta pode ser mensurada de forma quantitativa ou qualitativa (NODA; MARCHETTI; VILELA-JUNIOR, 2014), e ainda de maneira invasiva ou não. Na primeira, são utilizadas agulhas específicas para captar sinais de músculos mais profundos, frequentemente utilizada no diagnóstico de doenças neuromusculares. Já a não invasiva, também chamada de superfície, utiliza-se de sensores cutâneos fixados na pele e regulados para captar sinais eletromiográficos de músculos superficiais (ZSOLDOS; KRÜGER; LICKA, 2014; BARSANTI, 2019).

A eletromiografia de superfície (EMG), como o próprio nome diz, é uma técnica para mensurar os padrões da estimulação de músculos superficiais, já que o sensor capta sinais provenientes de região subjacente a pele (ZSOLDOS; KRÜGER; LICKA, 2014; BARSANTI, 2019). É normalmente aplicada no estudo da fadiga neuromuscular, sistemas de eletroestimulação e no acionamento de próteses mioelétricas (NODA; MARCHETTI; VILELA-JUNIOR, 2014).

A fadiga muscular nada mais é do que o decréscimo gradual da capacidade do músculo em gerar força. Quando se utiliza da eletromiografia de superfície para avaliar tal fenômeno, é possível notar que, ao realizar contrações excessivas, a musculatura recruta um maior número de fibras musculares (unidades motoras) para que se consiga realizar o trabalho pretendido. Com isso, é visível o aumento da amplitude basal do sinal eletromiográfico e valor de RMS (*root means square*) (NODA; MARCHETTI; VILELA-JUNIOR, 2014).

Em equinos, a EMG já foi utilizada para avaliação eletromiográfica dos músculos supraespinhal e infraespinhal, com ou sem cavaleiro ao passo, trote e galope (AOKI et al., 1984), para a avaliação da atividade muscular dos membros torácicos durante a deambulação (HARRISON et al., 2012) e no auxílio ao diagnóstico clínico de doenças locomotoras (ROBINSON; NAYLOR; CRICLOW, 1990; WIJNBERG et al., 2004). Também foi

empregada na avaliação dos efeitos da inclinação e velocidade de esteira na atividade de dois músculos dos membros pélvicos durante o trote (ROBERT; VALETTE; DENOIX, 2001). Contudo, a avaliação dos músculos envolvidos na manutenção do sistema semipassivo de bloqueio patelar, ainda não foi realizada.

4 REFERÊNCIAS

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**, v. 21, n. 21, p. 100–104, 1984. DOI: <https://doi.org/10.11535/jes1977.1984.100>.

BARSANTI, R. R. **Análise Descritiva do Sinal Eletromiográfico dos Músculos Longuíssimo Dorsal, Reto Abdominal e Glúteo Médio de Equinos Durante a Realização de Manobras Utilizadas para Ativação do CORE**. 2019. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

BAXTER, G. M.; SULLINS, K. E. The Stifle: Femoropatellar Region. In: **Adams and Stashak's Lameness in Horses**. 7. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2020. p. 709–724.

CHIEFFI, A.; HOMEM DE MELLO, L. Contribuição para o estudo da localização do centro de gravidade no corpo dos animais domésticos e dos fatores que produzem seu deslocamento temporário ou permanente. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo**, v. 1, n. 2, p. 97, 1939. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2318-5066.v1i2p97-152>.

CHUNG, E. L. T. et al. Sleeping patterns of horses in selected local horse stables in Malaysia. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 26, p. 1–4, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2018.03.014>.

DRECHSLER, W. I.; CRAMP, M. C.; SCOTT, O. M. Changes in muscle strength and EMG median frequency after anterior cruciate ligament reconstruction. **European Journal of Applied Physiology**, v. 98, n. 6, p. 613–623, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0311-9>.

ENOKA, R. **Bases Neuromecânicas da Cinesiologia**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2000.

FAILS, A. D. F. O Pé e o Aparelho de Sustentação Passiva dos Equinos. In: **Anatomia e Fisiologia dos Animais de Produção**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan LTDA, 2019. p. 114–127.

FOWLIE, J. G.; STICK, J. A.; NICKELS, F. A. Stifle. In: **Auer, J. A.; Stick, J.A. Equine Surgery**. 4. ed. St. Louis: Elsevier, 2012. p. 1490–1513.

GIBSON, K. T. et al. Production of Patellar Lesions by Medial Patellar Desmotomy in Normal Horses. **Veterinary Surgery**, v. 18, n. 6, p. 466–471, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1990.tb01128.x>.

HARRISON, S. M. et al. Forelimb muscle activity during equine locomotion. **Journal of Experimental Biology**, v. 215, n. 17, p. 2980–2991, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1242/jeb.065441>.

LIEBICH, H.; KÖNIG, H.; MAIERL, J. Membros Pélvicos ou Posteriores (Membra Pelvina). In: **Aparelho locomotor; v.1**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. p. 224–288.

MAIERL, J.; WEISSENGRUBER, C.; KÖNIG, H. E. Estática e Dinâmica. In: **Anatomia dos Animais Domésticos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. p. 289–294.

MARCHETTI, P. H.; DUARTE, M. Eletromiografia: uma breve revisão sobre os procedimentos de aquisição do sinal. **Terapia Manual**, v. 9, n. 44, p. 548–553, 2011.

MARTINS, E. A. N. **Avaliação clínica , radiográfica e ultra-sonográfica da articulação fêmuro-tíbio-patelar pós desmotomia patelar medial experimental em eqüinos**. 2004. 127 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MARTINS, E. A. N.; SILVA, L. C. L. C. da; BACCARIN, R. Y. A. Líquido sinovial da articulação femuropatelar após desmotomia patelar medial experimental em eqüinos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 784–788, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000300028>.

NODA, D. K. G.; MARCHETTI, P. H.; VILELA-JUNIOR, G. de B. Eletromiografia de superfície em estudos relativos à produção de força. **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 6, n. 3, p. 3, 2014.

RILEY, C. B.; YOVICH, J. V. Fracture of the apex of the patella after medical patellar desmotomy in a horse. **Australian veterinary journal**, v. 68, n. 1, p. 37–39, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1991.tb09845.x>.

ROBERT, C.; VALETTE, J. P.; DENOIX, J. M. The effects of treadmill inclination and speed on the activity of three trunk muscles in the trotting horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 33, n. 5, p. 466–472, 2001. DOI: <https://doi.org/10.2746/042516401776254745>.

ROBINSON, J. A.; NAYLOR, J. M.; CRICHLLOW, E. C. Use of electromyography for the diagnosis of equine hyperkalemic periodic paresis. **Canadian journal of veterinary research = Revue canadienne de recherche vétérinaire**, v. 54, n. 4, p. 495–500, 1990.

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, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2003.00166.x>.

SINGH, B. Membro pélvico dos equinos. In: **Tratado de Anatomia Veterinária**. p. 855.

VALENTIN, S.; ZSOLDOS, R. R. Surface electromyography in animal biomechanics: A systematic review. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 28, p. 167–183, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.12.005>.

VIGOTSKY, A. D. et al. Interpreting signal amplitudes in surface electromyography studies in sport and rehabilitation sciences. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. JAN, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00985>.

WENTINK, G. H. Biokinetic Analysis of the Movements of the Pelvic Limb of the Horse and the Role of the Muscles in the Walk and Trot. **Anatomy and Embryology**, v. 152, p. 261–272, 1978. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00350524>.

WIJNBERG, I. D. et al. The role of electromyography in clinical diagnosis of neuromuscular locomotor problems in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 36, n. 8, p. 718–722, 2004. DOI: <https://doi.org/10.2746/0425164044848019>.

ZSOLDOS, R. R.; KRÜGER, B.; LICKA, T. F. From maturity to old age: Tasks of daily life require a different muscle use in horses. **Comparative Exercise Physiology**, v. 10, n. 2, p. 75–88, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3920/CEP140001>.

CAPÍTULO II

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA E COMPORTAMENTAL DE EQUINOS SUBMETIDOS A DESMOTOMIA PATELAR MEDIAL

Artigo a ser publicado no periódico
Journal of Equine Veterinary Science

FI: 1,3 (JCR 2022)

Normas para publicação (ANEXO I):

<https://www.elsevier.com/journals/journal-of-equine-veterinary-science/0737-0806/guide-for-authors>

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA E COMPORTAMENTAL DE EQUINOS SUBMETIDOS A DESMOTOMIA PATELAR MEDIAL

HIGHLIGHTS

- Após a desmotomia patelar medial o equino é incapaz de se manter em apoio tripedal.
- A necessidade de recrutamento muscular pós-operatória foi aumentada gradativamente.
- A desmotomia patelar medial provoca o aumento de fadiga muscular localizada.

RESUMO

A sustentação passiva atua bloqueando a flexão das articulações do joelho e do tarso equino, evitando assim a fadiga muscular. Durante a deambulação, caso exista a falha de liberação desse mecanismo, o animal apresentará uma condição chamada fixação dorsal de patela que em casos graves o único tratamento é a desmotomia patelar medial (DPM). Objetivou-se com este estudo, averiguar as possíveis alterações musculares elétricas e comportamentais, após o comprometimento do aparelho de sustentação passiva, em equinos submetidos a cirurgia de DPM. Cinco equinos, sob queixa de fixação dorsal de patela foram considerados aptos para a realização do estudo. Para análise, as aferições ocorreram no momento pré-operatório e pós-operatórios imediato, 24 horas, 7, 14 e 21 dias, com o auxílio de um eletromiógrafo de superfície. Para a captação dos sinais, foram utilizados eletrodos posicionados nos músculos vasto lateral, tensor da fáscia lata, bíceps femoral e semitendíneo, bilateralmente. As coletas ocorreram durante 60 minutos, e os resultados se deram a partir da análise do *root means square* (RMS). Como resultado, notou-se que a média pré-operatória de descanso em apoio tripedal foi de 62%. Em contrapartida, a troca de apoio e descanso nos tempos pós-operatórios não ocorreram. Além disso, constatou-se o aumento gradual da necessidade de recrutamento muscular pós-cirúrgico. Desta forma, concluiu-se que os animais submetidos a desmotomia patelar medial, neste estudo, apresentaram incapacidade de se manter em apoio tripedal, além de maior necessidade de recrutamento de fibras musculares, evidenciado pelo aumento gradual do traçado eletromiográfico e valor de RMS total dos músculos avaliados.

Palavras-chave: aparato recíproco; bloqueio patelar; fixação dorsal de patela; EMG.

1. Introdução

Nos equinos, os membros pélvicos são responsáveis pela impulsão, progressão e suporte do peso corporal por longos períodos. Para que essa capacidade seja mantida, sem que o animal sofra fadiga, a flexão do joelho e do tarso devem ser impedidas, o que é obtido por meio da chamada sustentação passiva. De forma concomitante, o mecanismo denominado aparato recíproco atua assegurando que o tarso sempre se flexione ou estenda juntamente à articulação femorotibiopatelar [1,2].

Durante a deambulação, caso exista a falha de liberação da sustentação passiva, o ligamento patelar medial permanece preso à crista troclear medial, fazendo com que o joelho e o tarso permaneçam em posição de extensão, enquanto as articulações metatarsofalangiana e interfalangianas proximal e distal ficam flexionadas. Isso leva o animal a apresentar o membro afetado estendido em posição abduzida caudalmente com o boleto fletido, possibilitando o arrasto do dígito. Tal condição é conhecida como fixação dorsal de patela [1,3].

Essa enfermidade pode ser provocada por diversos fatores como anomalias conformacionais dos membros pélvicos, distúrbios neuromusculares, desnutrição e baixo condicionamento físico. Os sinais clínicos observados podem aparecer de modo intermitente ou persistente e ainda de forma leve, que consiste apenas no atraso da liberação da patela, como também de forma grave, onde apenas é possível o retorno manual da mesma [4,2].

Para o tratamento, a terapia conservativa em casos leves é o mais indicado, seguido de *splitting* em casos moderados e desmotomia patelar medial em casos graves, onde as terapias anteriores não surtiram efeito [4,2]. É sabido, que a realização desse procedimento pode acarretar diversos efeitos não desejados no pós-operatório, como fragmentação osteocondral do ápice da patela, irregularidade da cartilagem do sulco troclear, entesofitos [5-7], alteração na viscosidade do líquido sinovial [8], desmite patelar intermédia e instabilidade patelar [7]. Porém, os danos permanentes causados por essa terapia na manutenção do sistema passivo, ainda não foram avaliados.

Pelo envolvimento anatômico do ligamento patelar medial no aparelho de sustentação passiva dos equídeos, acredita-se que, a partir da desmotomia patelar medial, ocorra algum comprometimento deste mecanismo. Tal condição em pacientes submetidos ao procedimento cirúrgico, pode causar o impedimento do descanso em postura tripedal dos equinos tratados.

Objetivou-se com este estudo, averiguar as possíveis alterações musculares elétricas e comportamentais, após o comprometimento do aparelho de sustentação passiva, em equinos submetidos a cirurgia de desmotomia patelar medial.

2. Material e Métodos

2.1 Delineamento experimental e preparação dos pacientes

Esse estudo foi aprovado pela Comissão de Ética na Utilização de Animais da Universidade Federal de Uberlândia, protocolo nº 23117.079884/2022-37.

Para realização do estudo, foram selecionados cinco equinos, sob queixa de fixação dorsal de patela, sem predileção por sexo, idade ou raça e sem indícios de qualquer outra patologia concomitante.

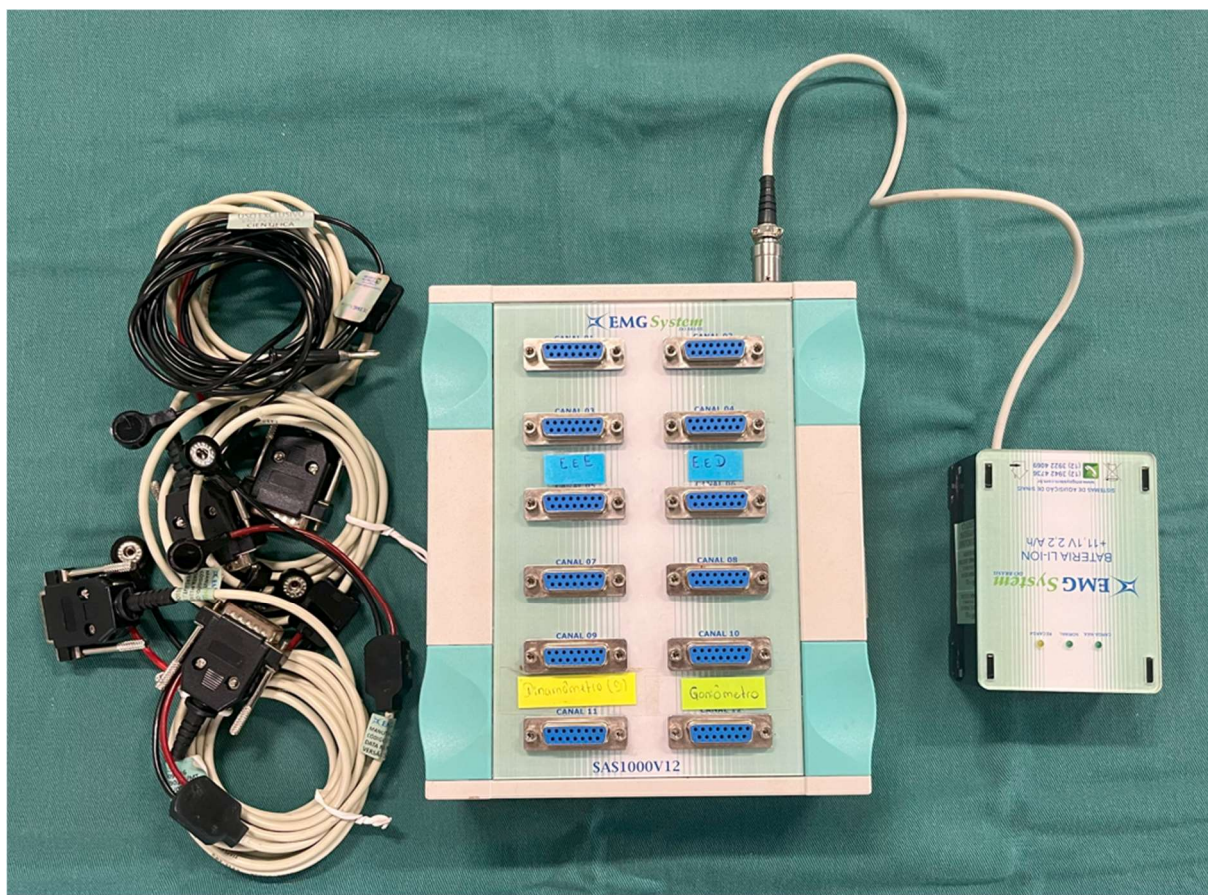
Todos os animais passaram por exame clínico geral, a partir da aferição de parâmetros vitais, peso, escore de condição corporal, e específico do sistema locomotor, além da avaliação laboratorial de hemograma, perfil renal e hepático.

Os animais diagnosticados com fixação dorsal de patela foram mantidos durante todo o tempo do experimento no Setor de Clínica Médica e Cirúrgica de Grandes Animais do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia (HOVET-UFU) em baias de 3,15 m², recebendo alimentação (feno Tifton) e água *ad libitum*, para submissão à avaliação eletromiográfica de superfície dos membros pélvicos, antes e depois do procedimento cirúrgico de desmotomia patelar medial bilateral, em tempos distintos.

2.2 Eletromiógrafo

As amostras foram coletadas em um eletromiógrafo de superfície computadorizado – 830 C (EMG System do Brasil LTDA, São José dos Campos, SP, Brasil) (figura 1). A transmissão de dados para o computador foi possível por meio de conexões com porta USB, Ethernet -TCP-IP e rádio frequência. A alimentação do aparelho foi realizada através de bateria recarregável integrada externa [10].

Figura 1 - Eletromiógrafo de superfície computadorizado – 830 C (EMG System do Brasil LTDA, São José dos Campos, SP, Brasil)



Fonte: Arquivo pessoal.

2.3 Sinais eletromiográficos

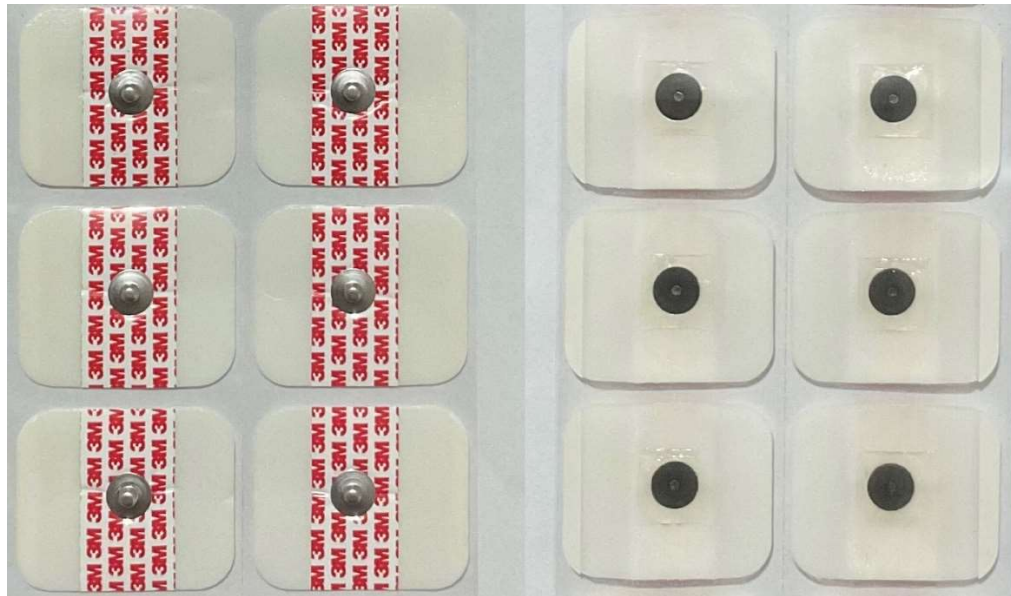
Os sinais eletromiográficos foram coletados e processados utilizando o software EMGLab V1.1 – EMG System do Brasil versão 2014 (EMG System do Brasil LTDA, São José dos Campos, SP, Brasil), sendo assim possível a visualização em tempo real, processamento e armazenamento de dados [10]. O software foi calibrado para coleta de dados em uma frequência de amostragem de 1000 Hz por canal.

2.4 Eletrodos

Para a captação dos sinais foram utilizados dois eletrodos de superfície descartáveis (figura 2) (3M do Brasil LTDA, Produtos Médico-Hospitalares, Sumaré, SP, Brasil), constituído de dorso de espuma de polietileno, coberto com adesivo acrílico hipoalergênico em

uma das faces e laminado com fita de polipropileno impresso na outra face, gel condutivo adesivo, pino metálico de aço inox 304 ou 316 e contra-pino de polímero ABS reforçado com fibra de vidro recoberto com tratamento de prata/cloreto de prata (Ag/AgCl) e liner de poliéster ou papel siliconado de 4,5 x 3,8 cm.

Figura 2 - Eletrodos de superfície descartáveis 3M.



Fonte: Arquivo pessoal.

Os eletrodos foram conectados a um pré-amplificador bipolar diferencial, composto por dois discos de Ag/AgCl de 10 milímetros de diâmetro (EMG System do Brasil, São José dos Campos, SP, Brasil), através de dois cabos de 10 cm de comprimento e conectados ao eletromiógrafo por outro cabo único de 1 m de comprimento. O sinal passou por um pré-amplificador com um ganho de 20 vezes, impedância de entrada de 10 G Ω e razão de rejeição em modo comum (CMRR - Common Mode Rejection Ratio) de >120 db a 60 Hz. Como referência, foi utilizado o mesmo tipo de eletrodo descartável, associado a outro eletrodo unipolar da EMG System do Brasil, composto por um disco de Ag/AgCl de 10 milímetros de diâmetro, conectado ao eletromiógrafo por um cabo de 1 m de comprimento [10].

2.5 Procedimento cirúrgico

Para a realização da cirurgia de desmotomia patelar medial bilateral, os animais foram submetidos a jejum hídrico e alimentar de 12 horas e protocolo de sedação e bloqueio anestésico local. O protocolo consistiu na aplicação de detomidina (10 μ g/kg), por via intravenosa seguida

de bloqueio local realizado subcutaneamente com lidocaína 2%, sobre a borda medial do ligamento patelar intermédio e ao redor do ligamento patelar medial.

Foi realizada tricotomia e antissepsia da região de interesse cirúrgico. Em seguida, uma incisão de 1,0 cm foi realizada sobre a borda medial do ligamento patelar intermédio, próximo a inserção na tuberosidade da tíbia. Com o auxílio de uma pinça hemostática curva o ligamento medial patelar foi tracionado até a incisão de pele, em seguida, com o auxílio de um bisturi, foi excisado, e posteriormente, realizou-se a dermorrafia em padrão de sutura separada (Wolff), com fio de náilon número 0.

Como protocolo pós-operatório, implementou-se uma abordagem envolvendo terapia anti-inflamatória com flunixin meglumine (1,1 mg/kg, durante três dias), analgesia através de dipirona (25 mg/kg, durante três dias) e terapia antibiótica com enrofloxacino (5 mg/kg, durante sete dias).

2.6 Coleta de dados

Foram coletados os valores de potências de ação muscular em quatro músculos distintos, em cada membro pélvico. As coletas ocorreram de forma individual no período da manhã. Foram procedidas aferições pré-operatória e pós-operatórias nos momentos de avaliação: imediato, 24 horas, 7, 14 e 21 dias, com o paciente em posição quadrupedal, permanecendo em tronco de contenção durante todo o tempo de aferição.

Para coleta dos dados eletromiográficos, os eletrodos foram posicionados em dois pontos, com distância inter-eletrodos de 10 mm, em cada um dos quatro ventres musculares avaliados, após tricotomia e higienização do ponto de implantação.

O local de posicionamento foi determinado por meio de palpação, visualização de referências anatômicas e com o auxílio de um aparelho de ultrassonografia (Mindray, DP-2200Vet), para identificação dos músculos.

Foram utilizados no estudo os músculos: vasto lateral, tensor da fáscia lata, bíceps femoral (cabeça caudal) e semitendíneo, bilateralmente.

Para realizar a coleta eletromiográfica do músculo vasto lateral, os eletrodos foram dispostos na região dorsolateral ao fêmur, a uma distância de 8,0 cm proximal ao ápice da patela. Na coleta do tensor da fáscia lata, o eletrodo foi posicionado a 4,0 cm, distalmente à tuberosidade coxal. A aferição do semitendíneo foi obtida com os eletrodos posicionados a 6,0 cm, distalmente à tuberosidade isquiática, enquanto a cabeça caudal do bíceps femoral foi

mensurada na superfície lateral do músculo, em seu terço médio. O eletrodo de referência foi posicionado na área de pele que recobria a tuberosidade coxal (figura 3).

Figura 3 - Disposição dos eletrodos nos músculos tensor da fáscia lata (1), vasto lateral (2), bíceps crural (3), semitendíneo (4) e tuberosidade ilíaca (5)



Fonte: Arquivo pessoal.

O tempo de aferição de cada momento de avaliação foi de 60 minutos, divididos em três segmentos de 20 minutos, a fim de calcular a média de aferição, a partir da análise do *root means square* (RMS), valor expresso em microvolt (μV). Isso foi feito no intuito de minimizar possíveis interferências externas no sinal eletromiográfico. Além da medição dos potenciais de ação, a troca de apoio e tempo de descanso também foram quantificados e registrados com o auxílio de dois observadores.

2.4 Análise estatística

Os dados coletados foram tabulados em planilha do programa Microsoft Excel, e a análise estatística foi conduzida de forma mista, tanto qualitativa, quanto quantitativa, utilizando os testes de Shapiro-Wilk, o teste de Levene, o teste de Durbin-Watson, o teste de Kruskal-Wallis e o teste de Scott-Knott.

Para a análise qualitativa, utilizou-se dos dados de comportamento e capacidade de descanso pré e pós cirurgia de desmotomia patelar medial. Já para a análise quantitativa, foram analisados os dados de RMS pré e pós-operatórios.

3. Resultados

Na análise qualitativa (tabela 1), notou-se que a média pré-operatória de apoio tripedal dos equinos estudados foi de 37 minutos e 40 segundos por meio de uma média de troca apoio de 54,8 vezes durante uma hora, ou seja, aproximadamente 62% do tempo do cavalo em estação é em apoio tripedal. Em contrapartida, o tempo de troca de apoio e descanso pós-operatório foi zero.

Tabela 1. Avaliação comportamental da troca de apoio (descanso) pré e pós-operatório de equinos submetidos a desmotomia patelar medial.

ANIMAIS	TROCA DE APOIO E DESCANSO PRÉ-OPERATÓRIO		TROCA DE APOIO E DESCANSO PÓS-OPERATÓRIO
	TEMPO DE DESCANSO (APOIO TRIPEDAL) EM UMA HORA	TROCA DE APOIO EM UMA HORA	
EQUINO 01	00:38:49	74	0
EQUINO 02	00:34:16	41	0
EQUINO 03	00:51:05	54	0
EQUINO 04	00:42:30	72	0
EQUINO 05	00:21:38	33	0
MÉDIA	00:41:40	54,8	0
DESVIO PADRÃO	0,004	16,31	0

Já na análise quantitativa (tabela 2), foi possível aferir que a necessidade de recrutamento muscular pós-operatório foi maior com o passar do tempo, chegando em seu ápice

ao momento de 21 dias após o procedimento cirúrgico, constatando maior utilização muscular quando comparado à condição pré-operatória.

Tabela 2. Avaliação da mediana do RMS em função dos músculos em relação ao tempo transcorrido de cirurgia.

Músculos	Momento					
	Pré	Pós Imediato	Pós24h	Pós7d	Pós14d	Pós21d
TFLd	3,22 ^{aA}	3,50 ^{aA}	3,16 ^{aA}	4,30 ^{aA}	3,02 ^{aA}	5,20 ^{aA}
TFLe	1,86 ^{bcC}	2,11 ^{bBC}	2,79 ^{aAB}	2,64 ^{abAB}	2,28 ^{abBC}	3,87 ^{aA}
VLd	2,19 ^{abB}	2,45 ^{abAB}	2,67 ^{aAB}	3,38 ^{abAB}	2,63 ^{abAB}	4,05 ^{aA}
VLe	2,25 ^{abB}	2,69 ^{abAB}	2,68 ^{aAB}	2,56 ^{bcAB}	2,42 ^{abAB}	3,28 ^{aA}
STd	2,19 ^{bcB}	2,04 ^{bcB}	2,01 ^{abB}	2,47 ^{bcdAB}	1,64 ^{bB}	3,16 ^{aA}
STe	1,60 ^{bcC}	1,81 ^{bcBC}	1,99 ^{abBC}	2,38 ^{bcdB}	1,71 ^{bBC}	7,46 ^{aA}
BFe	1,25 ^{bcB}	1,09 ^{cB}	1,57 ^{bB}	2,16 ^{cdB}	1,89 ^{bB}	2,73 ^{aA}
BFd	1,13 ^{cC}	1,33 ^{cBC}	1,76 ^{bAB}	1,34 ^{dBC}	2,15 ^{abA}	2,09 ^{bAB}
$CV_{Musc} = 59,04\%$; $CV_{Tempo} = 70,73\%$						
$W = 0,79$; $L = 0,99$; $DW = 2,20$						

* Medianas seguidas por letras distintas minúscula na coluna e maiúsculas na linha se diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 0,05 de significância; CV : coeficiente de variação; W , L , DW : respectivamente, estatísticas para os testes de Shapiro-Wilk, Levene e Durbin-Watson; Valores em negrito indicam resíduos normalmente distribuídos e independentes e variâncias homogêneas.

Realizando uma avaliação muscular individual com relação aos tempos de aferição, foi possível perceber que, no momento pós-operatório imediato, o músculo vasto lateral esquerdo apresentou a maior necessidade de recrutamento muscular em comparação ao momento pré-operatório. Após 24 horas, o músculo tensor da fáscia lata esquerdo foi o que representou a maior diferença nos valores de RMS em relação ao pré-cirúrgico.

Considerando a aferição após sete dias da desmotomia patelar, notou-se que o bíceps femoral esquerdo foi o músculo mais ativado nesse período. Aos 14 dias pós-operatório, o músculo bíceps femoral direito apresentou o maior recrutamento muscular. Por fim, aos 21 dias da cirurgia, observou-se que o semitendíneo esquerdo foi o músculo mais ativado.

Quanto ao momento pré-operatório, os músculos mais ativos foram o tensor da fáscia lata direto, seguido pelo vasto lateral esquerdo e direito.

Já em relação a diferença entre antímeros, as médias dos RMS totais de cada membro em todos os momentos avaliados (tabela 3), não indicaram diferença significativa. Através desses resultados foi possível inferir que independente do tempo (pré ou pós-operatório), não existiu alteração significativa entre os membros direito e esquerdo. Sabido isso, foi possível a conclusão de que independente do momento de aferição, a necessidade de força muscular aumentou com o passar do tempo, sendo a maior no último dia de aferição.

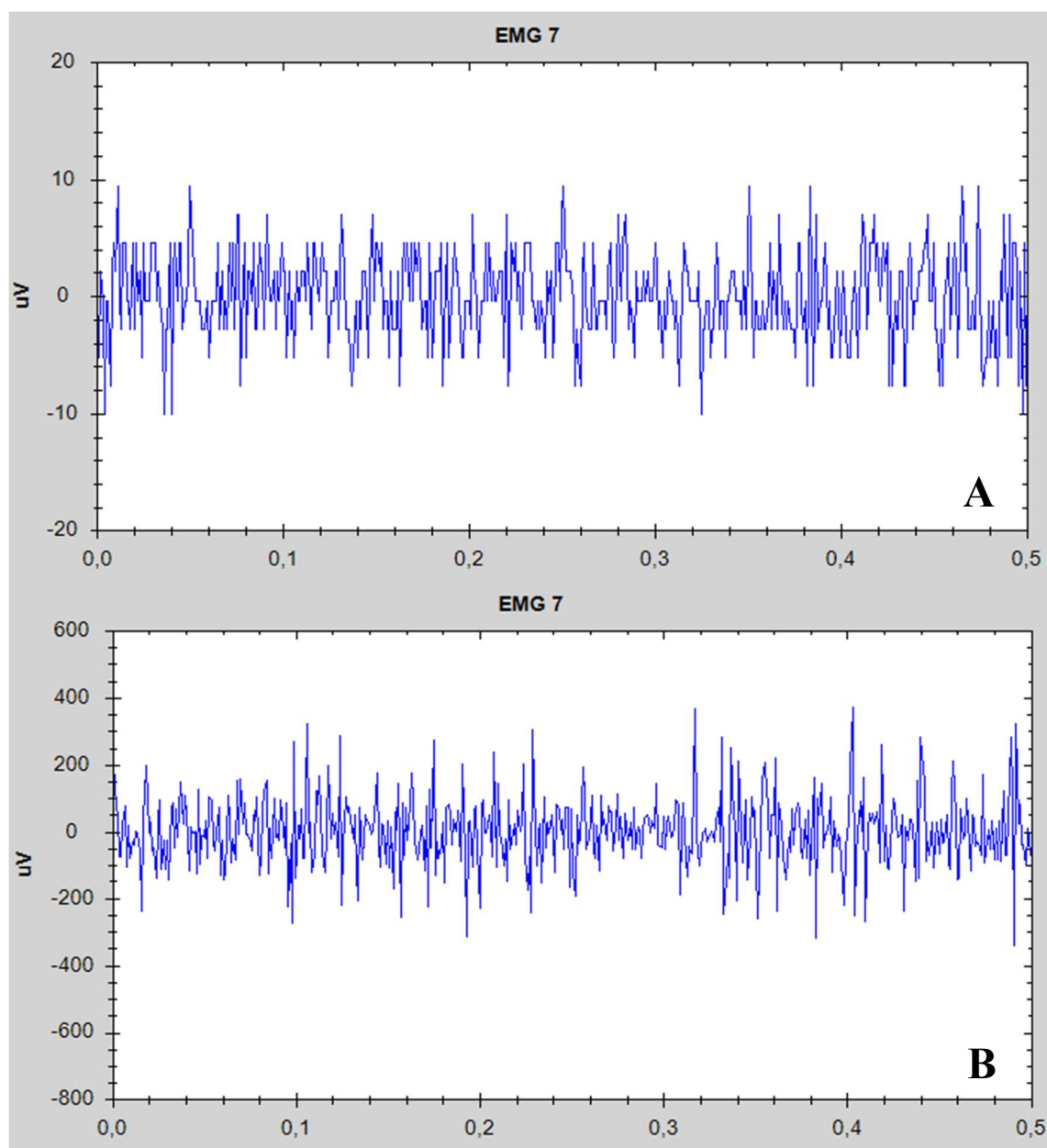
Tabela 3. Médias do RMS em função dos Membros em relação ao Tempo de cirurgia, com pressupostos da Anova satisfeitas, interação não significativa.

Membro	RMS ¹ total dos tempos pré e pós-operatório	Ambos os membros nos tempos de aferição	RMS
Direito	11,98 ^a	Pré-operatório	7,79 ^b
		Pós-imediato	8,98 ^b
		Pós 24h	9,51 ^b
Esquerdo	10,96 ^a	Pós 7d	13,62 ^b
		Pós 14d	11,34 ^b
		pós 21d	17,57 ^a
		$CV_{Membro} = 22,90\%$; $CV_{Tempo} = 44,35\%$	
$W = 0,97$; $L = 1,07$; $DW = 2,19$			

* Médias seguidas por letras distintas na coluna se diferem entre si pelo teste de Scoot-knott ao nível de 0,05 de significância; *CV*: coeficiente de variação; *W*, *L*, *DW*: respectivamente, estatísticas para os testes de Shapiro-Wilk, Levene e Durbin-Watson; Valores em negrito indicam resíduos normalmente distribuídos e independentes e variâncias homogêneas;¹transformação logarítmica.

Quanto a intensificação do esforço muscular após a realização da cirurgia de desmotomia patelar medial e comprometimento parcial do aparelho de sustentação passiva, pôde se notar, por meio da análise do traçado eletromiográfico, o aumento da amplitude do sinal e do valor de RMS, comparando o momento pré-operatório (dia zero) (figura 4A) com os demais tempos de aferição. Sendo o último dia de aferição (pós-operatório de 21 dias), aquele com maior diferença estatística (figura 4B). Ou seja, após o procedimento operatório, houve maior necessidade de recrutamento muscular para que os equinos se mantivessem em posição quadrupedal, indicando o desenvolvimento de fadiga muscular localizada, no grupo de músculos avaliados.

Figura 4- Aumento da amplitude do traçado eletromiográfico. (A) Pré-operatório. (B) Pós-operatório 21 dias.



Fonte: Arquivo pessoal.

4. Discussão

Considerando a frequente necessidade de realização da cirurgia de desmotomia patelar medial nos casos de fixação dorsal de patela, este estudo permitiu avaliar as possíveis alterações neuromusculares dessa terapia, avaliadas por meio da eletromiografia de superfície nos tempos pré-operatório e pós-operatório imediato, 24 horas, sete, 14 e 21 dias.

Para a mensuração desses parâmetros os eletrodos foram distribuídos sobre a superfície de pele referente aos músculos vasto lateral, tensor da fáscia lata, bíceps femoral e semitendíneo por apresentarem funções descritas junto ao aparelho de sustentação passiva e mecanismo de bloqueio patelar [11], principalmente com relação à extensão da articulação femorotibiopatelar [1,2,11].

Embora o músculo vasto medial apresente grande importância nesse mecanismo de sustentação passiva [12], o acesso a ele torna-se dificultoso devido à prega inguinal, inviabilizando o uso do aparelho de eletromiografia, principalmente em sua porção proximal. Assim, torna-se inviável aferir com precisão o real envolvimento dessa porção muscular pela eletromiografia de superfície, razão pela qual optou-se por avaliar o quadríceps em sua porção lateral.

Apesar do aparato recíproco apresentar envolvimento com mecanismo de sustentação passiva, seus componentes anatômicos principais, representados pelos músculos fibular terceiro e flexor digital superficial, possuem uma composição tendinosa, o que impossibilita a aferição de dados eletromiográficos [13], por esse motivo não foram utilizados nesse estudo

O tempo de coleta comumente utilizado nos exames de eletromiografia de superfície pode variar de cinco a 60 segundos [12,14,15]. Neste estudo, optou-se por coletas em períodos prolongados de três segmentos de 20 minutos, totalizando 60 minutos de aferição. Isso se deve ao intuito da pesquisa não se limitar apenas a aferição dos potenciais de ação e ao possível aumento de recrutamento muscular. Também foi proposto averiguar o comportamento pré e pós-operatório desses animais, em relação a capacidade ou não de descanso pós desmotomia patelar medial.

A partir dos resultados obtidos por esse estudo, foi possível notar um aumento gradual da amplitude do sinal eletromiográfico e valor de RMS, porém, estatisticamente significativo apenas aos 21 dias, indicando provável fadiga muscular progressiva e localizada, evidenciada pelo aumento do recrutamento de unidades motoras para manutenção em posição quadrupedal, em repouso. Isso corrobora com Noda; Marchetti e Vilela-Junior (2014), quando citam que a fadiga muscular nada mais é do que o decréscimo gradual da capacidade do músculo em gerar força, explicada pelo visível aumento da amplitude basal do sinal eletromiográfico e valor de RMS, devido ao aumento de unidades motoras em trabalho.

Nesta pesquisa, como já mencionado, foi possível observar um aumento significativo no recrutamento muscular aos 21 dias do procedimento cirúrgico, ou seja, os equinos desenvolveram precocemente a capacidade de compensação muscular. Este resultado difere do encontrado em humanos por Drechsler; Cramp e Scott (2006), os quais notaram que indivíduos

submetidos à eletromiografia de superfície, após a reconstrução do ligamento cruzado anterior unilateral, apresentaram a capacidade de ampliar o sinal eletromiográfico e valores de RMS em três meses de pós-operatório. Esse achado sugere que a compensação unilateral pode ser mais lenta, devido à sobrecarga no membro contralateral, atrasando assim o processo de resposta à cicatrização. Vale ressaltar que, nesse estudo, a cirurgia foi realizada bilateralmente, impossibilitando a descarga de função e peso no membro contralateral. Sugere-se que esse fato, forçou os equinos a se adaptarem de maneira mais rápida às alterações anatômicas causadas pelo procedimento cirúrgico.

Chieffi; Homem De Mello (1939) sugeriram que enquanto o equino se mantém em apoio tripedal, seu centro de gravidade é deslocado para o lado oposto pela contração dos músculos laterais e mediais do membro apoiado ao solo, indicando que o recrutamento da musculatura em apoio seria maior do que a em descanso. No entanto, durante o experimento, notamos que não houve diferença em recrutamento muscular, comparando os membros direito e esquerdo no pré e pós-operatório. Ou seja, a necessidade de ativação da musculatura, enquanto um dos membros não estavam em apoio, não foi significativa quando comparada ao animal em posição quadrupedal. O aumento foi notado quando aferimos o conjunto muscular de ambos os antímeros em relação aos tempos pós-cirúrgico.

Chung et al. (2018) constataram que durante o dia, os equinos possuíam o comportamento de descanso através do aparelho de sustentação passiva e aparato recíproco, o que possibilitou a postura tripedal em cerca de 55% do tempo. No entanto, neste trabalho observou-se que a média da capacidade de descanso em apoio tripedal no período pré-operatório foi de aproximadamente 62%, e, após a desmotomia patelar medial, os animais perderam completamente essa habilidade. Ou seja, a realização da desmotomia patelar medial comprometeu essa capacidade de repouso em apoio tripedal em 100% dos casos.

5. Conclusão

Os animais submetidos a desmotomia patelar medial, neste estudo, apresentaram incapacidade de se manter em apoio tripedal no período pós-cirúrgico, além de apresentarem maior necessidade de recrutamento de fibras musculares, demonstrado pelo aumento gradual do traçado eletromiográfico e valor de RMS total dos músculos avaliados, com seu ápice aos 21 dias pós-operatórios.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu nenhum subsídio específico de agências de financiamento dos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

Referências

- [1] Maierl, J.; Weissengruber, C.; König, H. E. Estática e Dinâmica. In: **Anatomia dos Animais Domésticos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. p. 289–294.
- [2] Fails, A. D. F. O Pé e o Aparelho de Sustentação Passiva dos Equinos. In: **Anatomia e Fisiologia dos Animais de Produção**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan LTDA, 2019. p. 114–127.
- [3] Baxter, G. M.; Sullins, K. E. The Stifle: Femoropatellar Region. In: **Adams and Stashak's Lameness in Horses**. 7. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2020. p. 709–724.
- [4] Fowlie, J. G.; Stick, J. A.; Nickels, F. A. Stifle. In: **Auer, J. A.; Stick, J.A. Equine Surgery**. 4. ed. St. Louis: Elsevier, 2012. p. 1490–1513.
- [5] Gibson, K. T. et al. Production of Patellar Lesions by Medial Patellar Desmotomy in Normal Horses. **Veterinary Surgery**, v. 18, n. 6, p. 466–471, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1990.tb01128.x>.
- [6] Riley, C. B.; Yovich, J. V. Fracture of the apex of the patella after medical patellar desmotomy in a horse. **Australian veterinary journal**, v. 68, n. 1, p. 37–39, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1991.tb09845.x>.
- [7] Martins, E. A. N. **Avaliação clínica , radiográfica e ultra-sonográfica da articulação fêmuro-tíbio-patelar pós desmotomia patelar medial experimental em eqüinos**. 2004. 127 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- [8] Martins, E. A. N.; Silva, L. C. L. C.; Baccarin, R. Y. A. Líquido sinovial da articulação femuropatelar após desmotomia patelar medial experimental em eqüinos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 784–788, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000300028>.
- [9] Marchetti, P. H.; Duarte, M. Eletromiografia: uma breve revisão sobre os procedimentos de aquisição do sinal. **Terapia Manual**, v. 9, n. 44, p. 548–553, 2011.
- [10] Menegazzo, E. B. et al. Avaliação eletromiográfica dos músculos posturais e mastigatórios em cirurgia dentista com e sem a prática de atividade física: Relato de caso

- clínico. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 3, p. 8829–8843, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n3-038>
- [11] Singh, B. Membro pélvico dos equinos. In: **Tratado de Anatomia Veterinária**. 5 ed, Rio de Janeiro: Elsevier, 2019. p. 611-630.
- [12] Schuurman, S. O.; Kersten, W.; Weijts, W. A. The equine hind limb is actively stabilized during standing. **Journal of Anatomy**, v. 202, n. 4, p. 355–362, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2003.00166.x>.
- [13] De Luca, C. J. The use of Surface Electromyography in Biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135–163, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1123/jab.13.2.135>.
- [14] Bessa, S. N. F. et al. Atividade eletromiográfica do vasto medial oblíquo em portadoras da síndrome da dor patelofemoral TT - Electromyographic activity of the vastus medialis oblique muscle in female patients with patellofemoral syndrome. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 15, n. 2, p. 157–163, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1809-29502008000200008>.
- [15] Harrison, S. M. et al. Forelimb muscle activity during equine locomotion. **Journal of Experimental Biology**, v. 215, n. 17, p. 2980–2991, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1242/jeb.065441>.
- [16] Noda, D. K. G.; Marchetti, P. H.; Vilela-Junior, G. B. **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 6, n. 3, p. 3, 2014.
- [17] Drechsler, W. I.; Cramp, M. C.; Scott, O. M. Changes in muscle strength and EMG median frequency after anterior cruciate ligament reconstruction. **European Journal of Applied Physiology**, v. 98, n. 6, p. 613–623, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0311-9>.
- [18] Chieffi, A.; Homem De Mello, L. Contribuição para o estudo da localização do centro de gravidade no corpo dos animais domésticos e dos fatores que produzem seu deslocamento temporário ou permanente. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo**, v. 1, n. 2, p. 97, 1939. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2318-5066.v1i2p97-152>.
- [19] Chung, E. L. T. et al. Sleeping patterns of horses in selected local horse stables in Malaysia. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 26, p. 1–4, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2018.03.014>.

ANEXO 1

GUIDE FOR AUTHORS – Journal of Equine Veterinary Science

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Journal of Equine Veterinary Science (JEVS) is an international publication designed for the practicing equine veterinarian, equine researcher, and other equine health care specialists. Published monthly, each issue of *JEVS* includes original research, reviews, case reports, short communications, and clinical techniques from leaders in the equine veterinary field, covering such topics as laminitis, reproduction, infectious disease, parasitology, behavior, podology, internal medicine, surgery and nutrition. *JEVS* is also an official publication of the Equine Science Society.

Types of article

Original Research Papers (Regular Papers) Review Articles Case Reports Short Communications Clinical Techniques

Original Research: Research or extensive clinical reports containing significant new findings. The material presented should be original and not have been published elsewhere, except in a preliminary form. Papers will be reviewed by referees familiar with the subject matter of the paper. Revisions are likely to be expected.

Review Articles should cover subjects falling within the scope of the journal, which are of active current interest. Papers need not contain original work or ideas. They will be reviewed for completeness, accuracy, style and suitability of content by referees familiar with the subject and the Editor-in-Chief. Revisions may be requested

Case Reports are practitioner-oriented reports meant to communicate the facts of an interesting case or series of cases. Papers will be peer reviewed. Revisions are likely to be expected. The major concerns of the critique will be accuracy of diagnosis and relevance to equine practice.

Short Communications are intended to provide quick publication of highly relevant and interesting information. Manuscripts should contain original data and be limited to 2000 words. The number of tables and figures are limited to two each. A limited number of references should be included. Manuscripts will be peer reviewed by two reviewers and the Editor.

Clinical Techniques should describe a procedure or technique that must include 1) an overview and a description of the procedure; 2) a detailed series of images and descriptive text describing each step of the procedure; 3) a detailed description of the instruments and other materials needed to perform the procedure as well as trade name, manufacturer's name and address; 4) a summary or conclusion; and 5) references. Additional information acceptable for this section would include topics of current interest to our colleagues whether it is a technique or subject that can be used in the clinical situation. "New drug regimens for use in the horse" is one example of such a clinical topic that has direct application to the equine.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Please ensure you create line numbers (continuous) and page numbers (lower right) in your word processor.
- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all tables and figures are "stand alone" with enough detail to be understood without reference to the body of the manuscript and acronyms are spelled out on first appearance in the figure legends and table titles/legends
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print *Graphical Abstracts* / *Highlights files* (where applicable) *Supplemental files* (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Ensure you have added your ethical statement into the materials and methods section of your manuscript. This will include your institutional ethics/animal care and use committee approval number and the date of approval. In the case where equids have been seen as part of veterinary treatment, a statement confirming that owners provided informed consent will be required.
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information on [Ethics in publishing](#).

Animal Welfare

Circumstances relating to animal experimentation must meet the International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals as issued by the Council for the International Organizations of Medical Sciences. They are obtainable from the following URL: http://www.cioms.ch/publications/guidelines/1985_texts_of_guidelines.htm. An animal welfare statement must be stated at an appropriate point in the article. Unnecessary cruelty in

animal experimentation is not acceptable to the Editors of *Journal of Equine Veterinary Science*.

Conflict of Interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted.

2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#)

Declaration of generative AI in scientific writing

The below guidance only refers to the writing process, and not to the use of AI tools to analyse and draw insights from data as part of the research process.

Where authors use generative artificial intelligence (AI) and AI-assisted technologies in the writing process, authors should only use these technologies to improve readability and language. Applying the technology should be done with human oversight and control, and authors should carefully review and edit the result, as AI can generate authoritative-sounding output that can be incorrect, incomplete or biased. AI and AI-assisted technologies should not be listed as an author or co-author, or be cited as an author. Authorship implies responsibilities and tasks that can only be attributed to and performed by humans, as outlined in Elsevier's [AI policy for authors](#).

Authors should disclose in their manuscript the use of AI and AI-assisted technologies in the writing process by following the instructions below. A statement will appear in the published work. Please note that authors are ultimately responsible and accountable for the contents of the work.

Disclosure instructions

Authors must disclose the use of generative AI and AI-assisted technologies in the writing process by adding a statement at the end of their manuscript in the core manuscript file, before the References list. The statement should be placed in a new section entitled 'Declaration of Generative AI and AI-assisted technologies in the writing process'.

Statement: During the preparation of this work the author(s) used [NAME TOOL / SERVICE] in order to [REASON]. After using this tool/service, the author(s) reviewed and edited the content as needed and take(s) full responsibility for the content of the publication.

This declaration does not apply to the use of basic tools for checking grammar, spelling, references etc. If there is nothing to disclose, there is no need to add a statement.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by

the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright- holder. To verify compliance, your article may be checked by [Crossref Similarity Check](#) and other originality or duplicate checking software.

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information).

Preprint posting on SSRN

In support of [Open Science](#), this journal offers its authors a free preprint posting service. Preprints provide early registration and dissemination of your research, which facilitates early citations and collaboration.

During submission to Editorial Manager, you can choose to release your manuscript publicly as a preprint on the preprint server [SSRN](#) once it enters peer-review with the journal. Your choice will have no effect on the editorial process or outcome with the journal. Please note that the corresponding author is expected to seek approval from all co-authors before agreeing to release the manuscript publicly on SSRN.

You will be notified via email when your preprint is posted online and a Digital Object Identifier (DOI) is assigned. Your preprint will remain globally available free to read whether the journal accepts or rejects your manuscript.

For more information about posting to [SSRN](#), please consult the [SSRN Terms of Use](#) and [FAQs](#).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Content should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader; contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition; and use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, stereotypes, slang, reference to dominant culture and/or cultural assumptions. We advise to seek gender neutrality by using plural nouns ("clinicians, patients/clients") as default/wherever possible to avoid using "he, she," or "he/she." We recommend avoiding the use of descriptors that refer to personal attributes such as age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition unless they are relevant and valid. When coding terminology is used, we recommend to avoid offensive or exclusionary terms such as "master", "slave", "blacklist" and "whitelist". We suggest using alternatives that are more appropriate and (self-) explanatory such as "primary", "secondary", "blocklist" and "allowlist". These guidelines are meant as a point of reference to help identify appropriate language but are by no means exhaustive or definitive.

Reporting sex- and gender-based analyses

Reporting guidance

For research involving or pertaining to humans, animals or eukaryotic cells, investigators should integrate sex and gender-based analyses (SGBA) into their research design according to funder/ sponsor requirements and best practices within a field. Authors should address the sex and/or gender dimensions of their research in their article. In cases where they cannot, they

should discuss this as a limitation to their research's generalizability. Importantly, authors should explicitly state what definitions of sex and/or gender they are applying to enhance the precision, rigor and reproducibility of their research and to avoid ambiguity or conflation of terms and the constructs to which they refer (see Definitions section below). Authors can refer to the [Sex and Gender Equity in Research \(SAGER\) guidelines](#) and the [SAGER guidelines checklist](#). These offer systematic approaches to the use and editorial review of sex and gender information in study design, data analysis, outcome reporting and research interpretation - however, please note there is no single, universally agreed-upon set of guidelines for defining sex and gender.

Definitions

Sex generally refers to a set of biological attributes that are associated with physical and physiological features (e.g., chromosomal genotype, hormonal levels, internal and external anatomy). A binary sex categorization (male/female) is usually designated at birth ("sex assigned at birth"), most often based solely on the visible external anatomy of a newborn. Gender generally refers to socially constructed roles, behaviors, and identities of women, men and gender-diverse people that occur in a historical and cultural context and may vary across societies and over time. Gender influences how people view themselves and each other, how they behave and interact and how power is distributed in society. Sex and gender are often incorrectly portrayed as binary (female/male or woman/man) and unchanging whereas these constructs actually exist along a spectrum and include additional sex categorizations and gender identities such as people who are intersex/have differences of sex development (DSD) or identify as non-binary. Moreover, the terms "sex" and "gender" can be ambiguous—thus it is important for authors to define the manner in which they are used. In addition to this definition guidance and the SAGER guidelines, the [resources on this page](#) offer further insight around sex and gender in research studies.

Author contributions

For transparency, we require corresponding authors to provide co-author contributions to the manuscript using the relevant CRediT roles. The [CRediT taxonomy](#) includes 14 different roles describing each contributor's specific contribution to the scholarly output. The roles are: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing -original draft; and Writing - review & editing. Note that not all roles may apply to every manuscript, and authors may have contributed through multiple roles. [More details and an example](#).

Authorship

All authors should have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors

that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal uses the Elsevier Article Transfer Service to find the best home for your manuscript. This means that if an editor feels your manuscript is more suitable for an alternative journal, you might be asked to consider transferring the manuscript to such a journal. The recommendation might be provided by a Journal Editor, a dedicated [Scientific Managing Editor](#), a tool assisted recommendation, or a combination. If you agree, your manuscript will be transferred, though you will have the opportunity to make changes to the manuscript before the submission is complete. Please note that your manuscript will be independently reviewed by the new journal. [More information](#).

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement, it is recommended to state this.

Open access

Please visit our [Open Access page](#) for more information.

Elsevier Researcher Academy

Researcher Academy is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the **English Language Editing service** available from Elsevier's Author Services.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Submit your article

Please submit your article via <https://www.editorialmanager.com/JEVS/default.aspx>.

Referees

Please submit, as part of the covering letter with the manuscript, the names, full affiliation (department, institution, city and country) and email addresses of up to 5 potential Referees. Appropriate Referees should be knowledgeable about the subject but have no close connection with any of the authors. In addition, Referees should be from institutions other than (and preferably countries other than) those of any of the Authors. You may also suggest reviewers you do not want to review your manuscript, but please state your reasons for doing so. The Editors retain the right to choose reviewers as deemed appropriate. All submissions will be reviewed by at least two anonymous reviewers to evaluate them for originality, clear statement of a hypothesis, appropriate experimental design, completeness of methods, a logical and comprehensive discussion, and conclusions that are supported by data.

PREPARATION

Queries

For questions about the editorial process (including the status of manuscripts under review) or for technical support on submissions, please visit our **Support Center**.

Peer review

This journal operates a single anonymized review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. Editors are not involved in decisions about papers which they have written themselves or have been written by family members or colleagues or which relate to

products or services in which the editor has an interest. Any such submission is subject to all of the journal's usual procedures, with peer review handled independently of the relevant editor and their research groups. [More information on types of peer review](#).

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <https://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered

1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may begin with a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may

standalone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal as they help increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the [example Highlights](#).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531×1328 pixels (h $\times$ w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5×13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, it is recommended to include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Nomenclature

Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the International Code of Botanical Nomenclature, the International Code of Nomenclature of Bacteria, and the International Code of Zoological Nomenclature. Virologists should consult the latest Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses for proper nomenclature and spelling. All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified. For chemical nomenclature, the conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry and the official recommendations of the IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be followed.

Formulae

Give the meaning of all symbols immediately after the equation in which they are first used. For simple fractions use the solidus (/) instead of a horizontal line. Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered. The use of fractional powers instead of root signs is recommended.

Powers of e are often more conveniently denoted by exp. In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca^{2+} , not as Ca^{++} . Isotope numbers should precede the symbols, e.g. ^{18}O . The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P_2O_5).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Image manipulation

Whilst it is accepted that authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, this journal is applying the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.
- Ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi. TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF) or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) in addition to color reproduction in print. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

Preprint references

Where a preprint has subsequently become available as a peer-reviewed publication, the formal publication should be used as the reference. If there are preprints that are central to your work or that cover crucial developments in the topic, but are not yet formally published, these may be referenced. Preprints should be clearly marked as such, for example by including the word preprint, or the name of the preprint server, as part of the reference. The preprint DOI should also be provided.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software](#).

Reference style

Text: Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given.

List: Number the references (numbers in square brackets) in the list in the order in which they appear in the text.

Examples:

Reference to a journal publication:

[1] Papa FO, Melo CM, Monteiro GA, Papa PM, Guasti PN, Maziero RRD, et al. Equine perineal and vulvar conformation correction using a modification of Pouret's technique. *J Equine Vet Sci* 2014;34:459–64. Reference to a book:

[2] Strunk Jr W, White EB. *The elements of style*. 4th ed. New York: Longman; 2000. Reference to a chapter in an edited book:

[3] Mettam GR, Adams LB. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones BS, Smith RZ, editors. *Introduction to the electronic age*, New York: E-Publishing Inc; 2009, p. 281–304.

Note shortened form for last page number. e.g., 51–9, and that for more than 6 authors the first 6 should be listed followed by 'et al.' For further details you are referred to 'Uniform Requirements for Manuscripts submitted to Biomedical Journals' (*J Am Med Assoc* 1997;277:927–34) (see also http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

Reference to a dataset:

[4] Oguro M, Imahiro S, Saito S, Nakashizuka T. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions, Mendeley Data, v1; 2015.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions [here](#) to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings, which may also include software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Research Elements

This journal enables you to publish research objects related to your original research – such as data, methods, protocols, software and hardware – as an additional paper in a [Research Elements journal](#).

Research Elements is a suite of peer-reviewed, open access journals which make your research objects findable, accessible and reusable. Articles place research objects into context by providing detailed descriptions of objects and their application, and linking to the associated original research articles. Research Elements articles can be prepared by you, or by one of your collaborators.

During submission, you will be alerted to the opportunity to prepare and submit a manuscript to one of the Research Elements journals.

More information can be found on the [Research Elements page](#).

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

To ensure a fast publication process of the article, we kindly ask authors to provide us with their proof corrections within two days. Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).