

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**EFEITO DA SEDAÇÃO OU DO PISO NA AVALIAÇÃO
OBJETIVA DE CLAUDICAÇÃO EM EQUINOS COM
UM SISTEMA DE SENSORES INERCIAIS SEM FIO**

TESE DE DOUTORADO

Marcos da Silva Azevedo

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**EFEITO DA SEDAÇÃO OU DO PISO NA AVALIAÇÃO
OBJETIVA DE CLAUDICAÇÃO EM EQUINOS COM UM
SISTEMA DE SENSORES INERCIAIS SEM FIO**

Marcos da Silva Azevedo

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária, Área de Concentração em Clínica e Cirurgia Veterinária,
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como
requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Medicina Veterinária

Orientador: Prof. Flávio Desessards De La Côte

Santa Maria, RS, Brasil

2015

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Azevedo, Marcos da Silva

Efeito da sedação ou do piso na avaliação objetiva de claudicação em equinos com um sistema de sensores inerciais sem fio. / Marcos da Silva Azevedo.-2015.
65 f.; 30cm

Orientador: Flávio Desessards De La Côte
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, RS, 2015

1. Lameness Locator 2. Avaliação objetiva 3. Comportamento 4. Superfície. Claudicação de impacto 5. Claudicação de elevação I. De La Côte, Flávio Desessards II. Título.

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Marcos da Silva Azevedo. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: socram_vet@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro De Ciências Rurais
Programa De Pós-Graduação Em Medicina Veterinária**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado**

**EFEITO DA SEDAÇÃO OU DO PISO NA AVALIAÇÃO OBJETIVA DE
CLAUDICAÇÃO EM EQUINOS COM UM SISTEMA DE SENSORES
INERCIAIS SEM FIO**

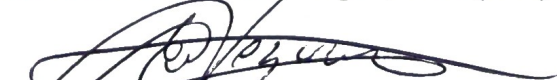
elaborada por
Marcos da Silva Azevedo

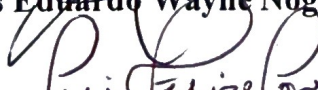
como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Medicina Veterinária

COMISSÃO EXAMINADORA:


Flávio Desessards De La Côte, PhD (UFSM)
(Presidente/Orientador)


Marco Aurélio Ferreira Lopes, PhD (UM)


Carlos Eduardo Wayne Nogueira, Dr (UFPEL)


Luis Felipe Dias Lopes, Dr. (UFSM)


Karin Erica Brass, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 02 de março de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao amigo e ex-estagiário Jacob Francisco Thiele (*in memoriam*). Na lembrança ficam as recordações dos bons momentos vividos e de sua pronta disposição em ajudar sempre que solicitado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

A Deus, por sempre me proteger;

Aos meus Pais, Valmor e Neraci, que são os responsáveis por me proporcionar uma vida digna e sempre apoiaram minhas decisões;

A Universidade Federal de Santa Maria, pela excelência em ensino médio/técnico, graduação e pós-graduação que tive a oportunidade de realizar;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos;

Ao meu orientador Prof. PhD Flávio Desessards De La Côte pela confiança e pela oportunidade de aprendizado nesses quase dez anos de convívio;

A minha co-orientadora Prof. Dra. Karin Erica Brass, pelos ensinamentos e confiança transmitidos nesses anos de convivência;

Ao Prof. Luis Felipe Dias Lopes e ao amigo Felipe Pivoto pelos auxílios estatísticos;

Aos Méd. Veterinários Ten. Guilherme Freitas e Ten. Lucas Campara por disponibilizarem os animais e as dependências do Círculo Militar de Uruguaiana para a realização dos experimentos;

Ao amigo Ricardo Pozzobon pela acolhida em Uruguaiana e pela ajuda na realização dos experimentos;

Ao colega e amigo Miguel Gallio pela ajuda na realização dos experimentos e pela companhia e tantas risadas proporcionadas nas várias viagens de Santa Maria a Uruguaiana;

Aos colegas e amigos Diego Rafael P. da Silva, Gabriele Biavaschi da Silva, Roberta C. da Fontoura Pereira e Stefano Leite Dau pela ajuda nas avaliações e pelo companheirismo durante esses anos de convívio.

Aos estagiários da nossa equipe e, em especial, aos da UNIPAMPA-Uruguaiana pelo auxílio prestado durante o experimento;

Aos ex-colegas e sempre amigos Ana Helena Carrion, Douglas Griebeler, Fernanda Boligon Zembrzuski, Gustavo Freitas Ilha, Juliana Felipetto Cargnelutti, Juliana Sperotto Brum, Kalyne Bertolin, Liana Pereira de Pereira.

Obrigado!

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria

EFEITO DA SEDAÇÃO OU DO PISO NA AVALIAÇÃO OBJETIVA DE CLAUDICAÇÃO EM EQUINOS COM UM SISTEMA DE SENSORES INERCIAIS SEM FIO

AUTOR: MARCOS DA SILVA AZEVEDO

ORIENTADOR: FLÁVIO DESESSARDS DE LA CÔRTE

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 02 de março de 2015.

O exame em movimento é uma etapa fundamental e complexa do exame clínico em equinos. Alguns fatores como temperamento do animal e o piso onde esse animal é examinado podem ter influência sobre os achados do exame. No primeiro trabalho nosso objetivo foi investigar, através de um sistema objetivo de avaliação da claudicação, a influência da utilização da acepromazina ou xilazina sobre a marcha de cavalos com diferentes comportamentos. Os resultados demonstraram que o número de cavalos saudáveis e com claudicação nos membros torácicos, antes e após o uso da acepromazina permaneceu o mesmo (sete saudáveis e nove mancos). Nos membros pélvicos, cinco cavalos foram considerados saudáveis e 11 rengos antes do tratamento e, oito saudáveis e oito rengos após o tratamento. Nos cavalos tratados com xilazina oito cavalos foram considerados saudáveis e oito mancos antes do tratamento e nove sadios e sete mancos, após o tratamento. Quatro cavalos foram considerados saudáveis e 12 claudicavam dos membros pélvicos antes do tratamento com xilazina e após o tratamento sete foram considerados sadios e nove permaneceram rengos. Não existiu diferença na altura máxima e mínima da cabeça e da pélvis, tanto nos membros torácicos quanto pélvicos. No segundo estudo, investigamos a influência que o tipo de piso sobre o qual o animal é examinado apresenta sobre os dados obtidos na avaliação objetiva com sensores inerciais. O resultado deste trabalho demonstrou não existir diferença nas variáveis de altura máxima e mínima da cabeça e da pélvis e da soma vetorial em cavalos examinados sobre três pisos diferentes (concreto, areia e grama). Houve diferença no número de passos coletados na areia em comparação aos demais pisos ($p < 0,0001$) nos membros torácicos e pélvicos. Claudicação de impacto nos membros torácicos foi apresentada por um número maior de animais no piso de concreto já a claudicação de elevação foi mais presente no piso de grama. Nos membros pélvicos a claudicação de impacto foi mais presente no piso de grama, enquanto a claudicação de elevação foi identificada em um número maior de animais no piso de concreto. Podemos concluir a partir dos dois trabalhos realizados que o uso da acepromazina ou xilazina não interferiu com a intensidade da claudicação, avaliada por sensores inerciais, em cavalos com diferentes comportamentos. Da mesma forma, o exame em movimento pode ser realizado em qualquer dos pisos utilizados sem necessidade de seguir uma sequência pré-determinada, visto que não existiu diferença nas variáveis da avaliação objetiva por sensores inerciais sem fio.

Palavras-chave: Lameness Locator. Avaliação objetiva. Comportamento. Superfície. Claudicação de impacto. Claudicação de elevação.

ABSTRACT

Doctoral Thesis
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria

EFFECT OF SEDATION OR TRACK SURFACE IN OBJECTIVE EVALUATION OF EQUINE LAMENESS WITH A WIRELESS INERTIAL SENSORS SYSTEM

AUTHOR: MARCOS DA SILVA AZEVEDO
ADVISOR: FLÁVIO DESESSARDS DE LA CÔRTE
Santa Maria, March 2nd, 2015.

Examination during movement is a fundamental and complex stage of the clinical exam of horses. The physical exam can be influenced by some factors such as the horses' temperament and ground surface on which the horse is examined. In the first study, we investigated the potential influence of using acepromazine or xylazine over the movement of horses with different temperaments using a system of objective assessment of lameness. In the second study, using the same objective methods of evaluation, we investigated the possible influence of the surface on which the horses were trotted. The results of the first study showed that the number of healthy and lame horses on the forelimbs, before and after use of acepromazine remained the same (seven healthy and nine lame); on the hindlimbs before treatment, five were healthy and eleven lame, after treatment eight were healthy and eight remained lame. The number of healthy and lame horses on the forelimbs before treatment with xylazine had eight horses of each condition; seven were lame after treatment and nine were healthy. Four horses were healthy and twelve limping of hindlimbs before treatment with xylazine; after treatment, nine were lame and seven remained healthy. There was no difference in maximum and minimum height of the head and pelvis, both on forelimbs or hindlimbs. In the second study, we investigated the influence of the type of surface where the animal is examined on the results obtained on the objective evaluation with wireless inertial sensors. The result of this study showed no difference in maximum or minimum height of the head, pelvis and vector sum in horses examined on concrete, sand or grass. Difference was observed on the number of strides made on sand compared to grass and concrete ($p < 0.0001$) on fore and hindlimbs. Impact lameness on forelimbs was presented on a larger number of animals on the concrete surface, whereas elevation lameness was more prevalent on the grass surface. On the hindlimbs more impact lameness was present on the grass surface, while the elevation lameness was observed in a greater number of animals on the concrete surface. In the first study the use of acepromazine or xylazine did not interfere with the lameness intensity measured by wireless inertial sensors in horses with different temperaments. The results of the second study demonstrated that the examination in motion can be performed on any of the tested surfaces without having to stick to a predetermined sequence, as there was no difference on the variables at the objective evaluation by wireless inertial sensors.

Keywords: Lameness locator. Objective evaluation. Behavior. Surface. Impact lameness. Elevation lameness.

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figure 1	18
----------------	----

ARTIGO 1

Figure 1	34
----------------	----

ARTIGO 2

Figure 1	48
Figure 2	49
Figure 3	50
Figure 4	51

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Table 1	33
---------------	----

ARTIGO 2

Table 1	46
---------------	----

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - The Use of Xylazine or Acepromazine Does Not Interfere in the Lameness Evaluation by Inertial Sensors – <i>Journal of Equine Veterinary Science</i>, 35 (2015) 27-30.....	65
--	-----------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. Claudicação.....	13
2.2. Avaliação da claudicação.....	14
2.2.1. Avaliação subjetiva.....	14
2.2.2. Avaliação objetiva.....	16
2.3. Lameness Locator™.....	17
2.4. O exame de claudicação em animais com alteração de comportamento.....	19
2.5. Influência do tipo de piso sobre a claudicação.....	19
3. ARTIGO 1 - The Use of Xylazine or Acepromazine Does Not Interfere in the Lameness Evaluation by Inertial Sensors.....	21
Abstract.....	23
1. Introduction.....	24
2. Materials and methods.....	25
3. Results.....	27
4. Discussion.....	28
5. Conclusions.....	30
6. Acknowledgements.....	30
7. References.....	30
4. ARTIGO 2 - Effect of surface on which the horse is trotted on lameness evaluated with a portable wireless inertial sensor-based system.....	35
Summary.....	37
Introduction.....	38
Materials and methods.....	39
Results.....	41
Discussion.....	42
Conclusions.....	45
Manufacturers addresses.....	45
References.....	52
5. DISCUSSÃO.....	56
6. CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS.....	60
ANEXOS.....	64

1. INTRODUÇÃO

Os equinos estão sujeitos a uma série de patologias do aparelho locomotor que se manifestam clinicamente pela claudicação. O exame de claudicação em equinos é dividido em várias etapas, sendo o exame em movimento uma das mais importantes, visto que é através dele que identificamos e graduamos o membro claudicante. Durante a realização do exame em movimento alguns fatores têm influência direta sobre a avaliação da claudicação. Exemplo disso são animais de temperamento sanguíneo, onde a perfeita avaliação e identificação da claudicação fica comprometida pelos movimentos erráticos (movimentos exagerados, empinar, trote irregular, etc.) de cabeça e/ou membros pélvicos que os animais apresentam quando trotados. Outro fator importante a ser considerado no exame em movimento é o local (superfície) onde o animal será trotado, visto que existe uma relação entre o tipo de superfície, piso duro ou piso macio, e o tipo de claudicação, de impacto ou elevação.

A elevada incidência de patologias do sistema locomotor dos equinos torna importante a busca por ferramentas que possibilitem um diagnóstico precoce da claudicação, de modo a se determinar com rapidez e precisão a localização da lesão. A detecção precoce possibilita intervir de forma adequada e rápida impedindo a progressão da patologia. Comumente a avaliação dos animais é feita de forma subjetiva através da avaliação visual do animal em estação e movimento o que pode gerar alguns equívocos que estão relacionados principalmente a experiência do avaliador, temperamento do animal, local do exame, etc.

Atualmente existe no mercado um sistema para avaliação objetiva da claudicação, chamado de *Lameness Locator*TM, que consiste de sensores inerciais sem fio, desenvolvido especificamente como ferramenta para os veterinários de equinos na detecção e avaliação de claudicações sutis, aquelas de difícil visualização. A utilização desta ferramenta na avaliação da claudicação de equinos tem ganhado espaço principalmente nas áreas de pesquisa em que um dado objetivo oferece maior confiabilidade aos resultados encontrados. O uso do *Lameness Locator*TM como forma objetiva de avaliação possibilita também o esclarecimento de algumas dúvidas geradas durante a avaliação subjetiva, principalmente, quanto à influência que fatores como temperamento do animal, medicações e local do exame podem ter sobre o resultado final do exame de claudicação. Nesse sentido, se buscou estabelecer através da utilização dos sensores inerciais sem fio, a possível influência que fármacos utilizados para sedar e/ou tranquilizar os animais, assim como a superfície na qual o animal é examinado tem sobre a avaliação em movimento da claudicação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Claudicação

Todo tipo de esforço físico intenso é considerado um desafio ao sistema musculoesquelético dos cavalos, podendo acarretar lesões musculares, tendíneas ou osteoarticulares (ROSSDALE et al., 1985; PERKINS et al., 2005). Estas lesões têm sido consideradas causa de grandes prejuízos à indústria do cavalo. Estudos epidemiológicos revelam que mais de 50% dos cavalos de corrida apresentaram, pelo menos, um período de claudicação em suas carreiras esportivas e em 20% dos casos a claudicação foi suficiente para impedir os indivíduos de correrem após a lesão. Acredita-se também que três quartos dos cavalos com mau desempenho tenham lesões subclínicas do sistema locomotor (JEFFCOTT et al., 1982; MORRIS; SEEHERMAN, 1991).

Alguns fatores têm sido considerados no surgimento das lesões e na capacidade destas afetarem a carreira atlética dos animais, tais como: idade, conformação, métodos de treinamento, intervalo de tempo entre os treinamentos, desempenho, tipo de superfície sobre a qual o animal trabalha, qualidade de ferrageamento e até o ajuste da sela (GAUGHAN, 1996). Por isso a prevenção e identificação precoce das claudicações têm grande prioridade na medicina esportiva equina e bem-estar animal (WEISHAUPT, 2008).

A claudicação é a manifestação clínica de inflamação, dor ou alteração mecânica, que resulta em uma modificação da marcha. A definição é simples, mas sua localização, reconhecimento, caracterização e tratamento são complexos (ROSS, 2011a).

A manifestação da claudicação pode ser classificada de diferentes formas, sendo que o conhecimento de cada uma dessas formas é muito útil no estabelecimento do diagnóstico. Segundo BAXTER e STASHAK (2011) as claudicações podem ser:

- **De suporte ou impacto:** A claudicação se manifesta quando o cavalo toca o casco no solo até o momento em que o membro está totalmente em contato com o solo, suportando o peso do cavalo. Normalmente as estruturas envolvidas são ossos, articulações e tecidos moles de sustentação, como ligamentos e tendões flexores. É, sem dúvida, o tipo mais comum de claudicação encontrada no cavalo.

- **De elevação:** Neste tipo de claudicação a manifestação ocorre quando o membro está em movimento ou suspensão. Várias alterações patológicas podem ser a causa, mas as

alterações proximais e de esqueleto axial parecem ter um papel importante nesta forma de claudicação.

- **Mistas:** A claudicação ocorre tanto quando o membro está na fase de apoio, quanto na fase de elevação (suspensão). Uma combinação de estruturas afetadas pode estar envolvida como causa da alteração.

- **Primárias:** Corresponde a claudicação identificada durante o exame em movimento, antes da realização dos testes de manipulação. Nos casos em que existe mais de um membro claudicante, normalmente a claudicação primária corresponde ao membro que apresenta o maior grau de claudicação.

- **Secundárias:** Normalmente é uma claudicação de intensidade menor que a claudicação primária e se manifesta à medida que a claudicação primária é abolida. Geralmente ocorre no membro contralateral ao que apresenta a claudicação primária.

- **Compensatórias ou complementares:** Corresponde à manifestação de claudicação em outro membro que não o membro com alteração patológica. Normalmente ela se manifesta em função do desequilíbrio na distribuição de peso entre os membros. Existem duas manifestações clássicas para claudicação compensatória. A explicação para elas está baseada na Lei dos Lados. Segundo essa lei a claudicação primária em um membro torácico pode causar uma claudicação compensatória no membro pélvico contralateral e a claudicação primária em um membro pélvico pode provocar uma claudicação compensatória no membro torácico ipsilateral. A característica principal das claudicações compensatórias é que elas se resolvem à medida que a claudicação primária é solucionada.

2.2. Avaliação da claudicação

2.2.1 Avaliação subjetiva

A avaliação subjetiva tem início tão logo o clínico inicia o exame de claudicação, o que normalmente se dá pela identificação do problema através do conhecimento da história clínica do cavalo. A partir deste ponto passam a ser realizados procedimentos (exame de inspeção e exame de palpação) que visam identificar alterações que possibilitam ao clínico identificar a estrutura comprometida. Esses procedimentos têm na essência o caráter subjetivo de avaliação, visto que eles são baseados em informações e avaliações pessoais, que estão

sujeitas a diferentes graus de interpretação em função da experiência do avaliador, intensidade dos sinais, temperamento do animal, etc.

Quando o exame de claudicação passa para a etapa do exame em movimento, a identificação do membro claudicante e a determinação da intensidade (grau) da claudicação ainda são realizadas de forma subjetiva através da avaliação visual feita por médicos veterinários ao examinar o animal ao passo e ao trote, em linha reta (BAXTER; STASHAK, 2011; ROSS, 2011a). As principais alterações no movimento utilizadas para detectar claudicação através da avaliação subjetiva são a assimetria do movimento vertical da cabeça durante e após o apoio de cada um dos membros torácicos e a assimetria do movimento vertical das tuberosidades coxais durante e após o apoio de cada um dos membros pélvicos. No entanto, mesmo para clínicos experientes, uma claudicação sutil e leve poder ser difícil de ser identificada e graduada (KEEGAN et al., 1998; ROSS, 2011a).

A claudicação quando presente, em intensidade moderada ou severa, facilita a detecção correta do membro afetado. Nestes casos ocorre pouca discordância entre os clínicos no reconhecimento da claudicação. No entanto, em cavalos com claudicação intermitente, claudicação de intensidade média, ou que alternam a claudicação entre os membros, o resultado entre a avaliação dos clínicos é confuso e discordante (KRAMER & KEEGAN, 2004). Outro ponto importante na avaliação da claudicação é a experiência do avaliador e a capacidade deste em graduar corretamente a claudicação. Estes critérios também são importantes na diferenciação do lado (esquerdo ou direito) que está com a claudicação, o que pode ser difícil de ser determinado em claudicações discretas (KEEGAN, 2007).

Nos últimos anos, muitos estudos têm sido feitos na tentativa de avaliar a concordância entre especialistas na detecção e avaliação de cavalos com claudicação. Alguns destes estudos, como o conduzido por KEEGAN et al. (2010), tem demonstrado que a concordância entre avaliadores tem sido ligeiramente superior na claudicação de membros torácicos do que na claudicação de membros pélvicos. No mesmo estudo foi demonstrado que quando os avaliadores foram solicitados a determinar se um membro específico estava ou não afetado, houve concordância em 93,1% das vezes nas claudicações de intensidade moderada a grave (grau da AAEP maior que 1,5) e em apenas 61,9% dos casos de claudicação leve ou sutil (grau da AAEP menor que 1,5). No entanto quando solicitados a determinar se havia claudicação e qual era o membro mais afetado o nível de concordância não foi aceitável, ou seja, essa concordância foi de apenas 51,6%.

2.2.2 Avaliação objetiva

As limitações da avaliação subjetiva do movimento justificam o emprego de métodos mais objetivos para a detecção de claudicação em equinos, exemplo disso é a capacidade já demonstrada por sensores inerciais sem fio em identificar uma claudicação induzida antes que veterinários experientes o façam (McCRACKEN et al., 2012).

Até recentemente as únicas opções de avaliação objetiva eram através da avaliação cinemática (estudo do movimento sem considerar as forças) com o equino trotando numa esteira de exercício, onde marcadores colocados em várias partes do corpo refletem a luz e câmeras de alta frequência capturam as imagens que são transmitidas a um software que faz a análise dos dados, ou através da avaliação cinética (estudo das forças do movimento) com o uso de uma placa de força estacionária. Apesar de esses métodos serem muito mais confiáveis do que a avaliação subjetiva, as condições artificiais (ex: o piso) durante a avaliação na esteira ou com a placa de força estacionária, o elevado custo dos equipamentos e instalações necessárias e o seu uso na clínica e o fato da avaliação ser trabalhosa e demorada praticamente inviabilizam o seu uso na rotina clínica (KEEGAN, 2007).

Nos últimos anos, vários pesquisadores têm tentado desenvolver um método objetivo que seja mais prático para o uso na clínica. Tanto a abordagem cinética quanto a cinemática têm sido testadas e já existem alguns sistemas no mercado (KEEGAN, 2011; LOPES, 2011). Dentre eles destaca-se o *Lameness LocatorTM* que têm as seguintes vantagens: 1- custo muito mais baixo do que os métodos tradicionais de avaliação objetiva, 2- é portátil e permite o exame do animal sobre piso natural e nas mesmas condições em que o animal é exercitado em treinos e competições, 3- requer instrumentação mínima do animal o que reduz o trabalho e o tempo necessários para o exame de cada animal e não interfere como os movimentos do equino; 4- possui um software especificamente desenvolvido para a análise dos dados e elaboração de um relatório com os resultados (KEEGAN, 2011; LOPES, 2011); 5- já foi validado em experimentos comparando-o com avaliação subjetiva e avaliação cinemática tradicional e, nos membros torácicos, avaliação em placa de força estacionária (KEEGAN et al., 2012).

2.3. Lameness Locator™

É um sistema de sensores inerciais sem fio desenvolvido especificamente como ferramenta para os veterinários de equinos na detecção e avaliação de claudicações sutis, de difícil identificação. O *Lameness Locator*™ consiste de três sensores inerciais e um computador portátil para análise dos dados. Os sensores inerciais são fixados no alto da cabeça, aspecto dorsal da quartela do membro torácico direito e sobre a linha média dorsal entre as tuberosidades sacrais, na pelve. Estes sensores captam a aceleração vertical da cabeça e da pelve, assim como a velocidade angular do membro torácico direito distal enviando estes dados em tempo real a um computador portátil. Algoritmos desenvolvidos especificamente para esse equipamento são utilizados para detectar e quantificar a claudicação nos membros torácicos ou pélvicos quando o cavalo está trotando. O software detecta automaticamente quando o cavalo está em movimento ao trote (KEEGAN, 2010).

Algoritmos para o *Lameness Locator*™ foram desenvolvidos a partir de pesquisas com cinemática tradicional (gravando imagens de vídeo de equinos movendo-se sobre uma esteira de exercício). O movimento vertical da cabeça (para a detecção de claudicação dos membros torácicos) e da pelve (para a detecção de claudicação dos membros pélvicos) é convertido em distância. A claudicação é detectada e quantificada através do cálculo da média e desvio padrão das alturas máximas e mínimas da cabeça (maior que 6,0 mm) e da pelve (maior que 3,0 mm) para avaliação de membro torácico ou pélvico, respectivamente. Além disso, para membros torácicos é feito o cálculo da soma vetorial média (Vector Sum), que leva em consideração a média das diferenças de altura máxima da cabeça (HDmax) e diferenças de altura mínima da cabeça (HDmin). Esses valores indicam se o membro torácico apresenta claudicação e a intensidade da mesma, sendo a amplitude proporcional à gravidade da claudicação e o sinal (positivo ou negativo) indicativo do lado da claudicação. Experimentos anteriores estabeleceram um limiar para claudicação, de +/- 6 mm, tanto para a média de HDmax ou HDmin. Isto corresponde ao valor aproximado de VS (assumindo que HDmax e HDmin são 6,0 mm) de 6 mm. Quando pelo menos uma das variáveis (HDmax ou HDmin) se encontrar acima deste limiar indica claudicação desde que dados de 25 passos tenham sido colhidos de um cavalo trotando em linha reta (KEEGAN et al., 2011; RUNGSRI et al., 2014). Além disso, a identificação da origem da claudicação é feita pela associação entre o movimento da cabeça e da pelve e a velocidade angular do membro torácico direito. Os resultados da avaliação da claudicação são apresentados na forma de gráficos que indicam a

amplitude da assimetria do impacto e da propulsão em cada passo (KEEGAN, 2010). A figura 1 apresenta o relatório da avaliação de claudicação feita com o *Lameness Locator*TM.

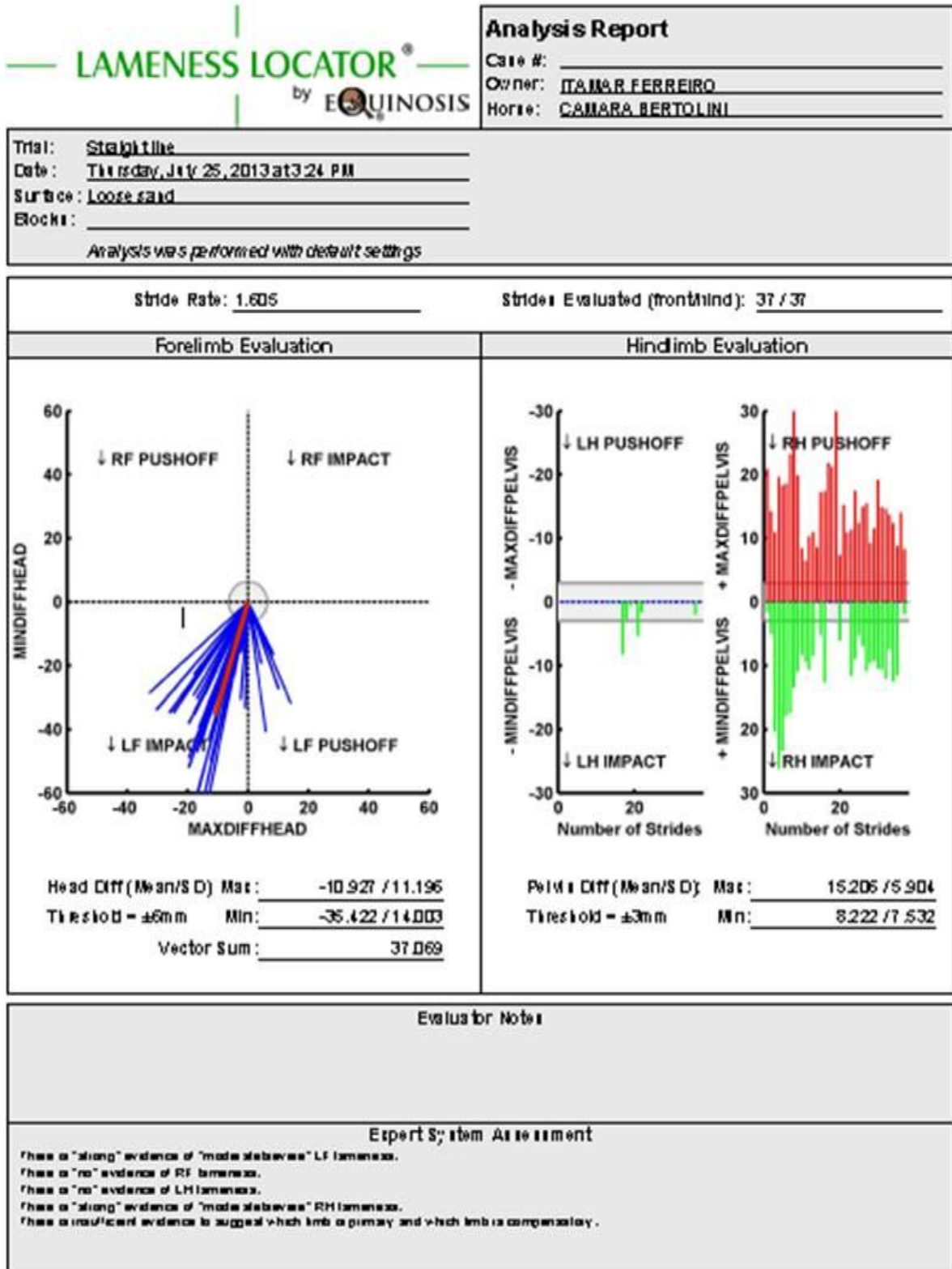


Figura 1 - Relatório da avaliação de claudicação feita com o *Lameness Locator*TM

2.4. O exame de claudicação em animais com alteração de comportamento

A utilização de fármacos sedativos ou tranquilizantes muitas vezes se faz necessário quando animais de temperamento sanguíneo são submetidos ao exame de claudicação em movimento (ROSS, 2011b). Esses animais, por apresentarem comportamento agitado, frequentemente manifestam movimentos erráticos que interferem na identificação correta do membro claudicante. Isso é um problema principalmente quando a queixa de claudicação está relacionada aos membros torácicos, onde o movimento de pendulo da cabeça é utilizado como um dos indicadores do membro claudicante.

A acepromazina é um agente neuroléptico utilizado em medicina equina, principalmente, por sua ação tranquilizante. A acepromazina possui a capacidade de tranquilizar o animal sem causar sonolência ou ataxia, reduzindo apenas a atividade motora espontânea. A xilazina tem sido usada, na medicina equina, pela sua capacidade de sedação, analgesia e relaxamento muscular. Sua administração intravenosa produz profunda sedação dose dependente, caracterizada por sonolência, abaixamento da cabeça e ataxia (PLUMB, 1999).

2.5. Influência do tipo de piso sobre a claudicação

A escolha do local onde será realizado o exame é particularmente importante, visto que alguns tipos de claudicação são exacerbados ou atenuados em função do piso. O cavalo deve, sempre, ser examinado em uma superfície plana e lisa. É importante também que a superfície onde o exame será conduzido não seja escorregadia, já que alguns cavalos parecem alterar a marcha encurtando o passo como forma de proteção e não por claudicação (BAXTER; STASHAK, 2011; ROSS, 2011b).

As propriedades da superfície têm efeito sobre as forças de tensão e deformação pelas quais um cavalo passa durante o trabalho (BURN, 2006; GUSTAS et al., 2006; BURN; USMAR, 2007). CREVIER-DENOIX et al. (2013) demonstraram que, no final da fase de apoio (elevação/propulsão) a carga sobre o tendão flexor digital superficial é significativamente afetada pela superfície, e que a carga aumenta mais na superfície de areia do que na superfície de asfalto. CHATEAU et al. (2013) verificou também que a redução observada nas forças extra sagitais em momentos durante o círculo, em superfícies mais macias, corrobora com os achados clínicos, tais como a redução dos sinais clínicos de

claudicação quando cavalos que sofrem de lesões nas articulações estão sendo examinados no círculo em uma superfície mais macia. O incremento na duração do apoio e do momento transversal deve ser levado em conta na interpretação do aumento da claudicação do membro torácico no lado interno do círculo, especialmente em superfícies firmes. Enquanto o aumento do pico de força vertical e taxa de carga deve ser considerado na interpretação de claudicação acentuada pelo lado de fora, especialmente em superfícies macias.

Além disso, a superfície em conjunto com a modalidade esportiva é outro fator preponderante no desenvolvimento de lesões. Em cavalos Puro Sangue de Corrida as superfícies utilizadas para treinamento e corrida têm um impacto significativo sobre o risco de lesão (CHENEY et al, 1973; PARKIN et al, 2004; PERKINS et al., 2005), exemplo disso é a probabilidade 2,5 vezes maior que cavalos que se exercitam em piso firme tem de desenvolverem doença metacarpiana dorsal (MOYER et al., 1991). Já cavalos de adestramento que comumente treinam e competem em superfícies mais macias tem maior incidência de lesões no ligamento suspensório dos membros pélvicos (MURRAY et al., 2006).

A principal influência que a escolha do piso tem sobre a claudicação está no fato que algumas claudicações são exacerbadas em pisos duros e outras em piso macio. Superfícies duras, como pavimento ou concreto criam uma concussão máxima, que pode exacerbar claudicações sutis. É importante ressaltar que alguns destes animais, muitas vezes, não manifestavam nenhum grau de claudicação na superfície em que estavam habituados a trabalhar (ROSS, 2011b). Superfícies macias que permitem um maior afundamento do casco predisõem a uma grande variedade de lesões em tecidos moles, o que pode estar relacionado à fadiga. Dentre essas lesões destaca-se a desmíte do ligamento suspensório do boleto, tendinite do tendão flexor digital superficial, desmíte do ligamento acessório inferior e miosite glútea. Já as superfícies duras predisõem a lesões por impacto, representadas pelas lesões de casco, traumas articulares, lesões ósseas e dor no esqueleto axial (MAHER; SNYDER, 2011).

3. ARTIGO 1

The Use of Xylazine or Acepromazine Does Not Interfere in the Lameness Evaluation by Inertial Sensors

**Marcos da Silva Azevedo, Flávio Desessards De La Côte, Karin Erica
Brass, Miguel Gallio, Ricardo Pozzobon, Marco Aurélio Ferreira Lopes,
Luis Felipe Dias Lopes**

Artigo Publicado em: *Journal of Equine Veterinary Science*, **35 (2015) 27-30**.

DOI: 10.1016/j.jevs.2014.10.007

Anexo A

1 **THE USE OF XYLAZINE OR ACEPROMAZINE DOES NOT INTERFERE IN THE**
2 **LAMENESS EVALUATION BY INERTIAL SENSORS**

3
4
5
6 **Marcos da Silva Azevedo DVM, MSc^{a,*}, Flávio Desessards De La Côte DVM, PhD^a,**
7 **Karin Erica Brass DVM, PhD^a, Miguel Gallio DVM, MSc^a, Ricardo Pozzobon DVM,**
8 **PhD^b, Marco Aurélio Ferreira Lopes DVM, PhD^c, Luis Felipe Dias Lopes DVM, PhD^d**

9
10 ^aDepartamento de Clínica de Grandes Animais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil

^bDepartamento de Clínica de Grandes Animais, Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brazil

^cDepartment of Veterinary Medicine and Surgery, College of Veterinary Medicine, Columbia, MO

^dDepartamento de Ciências da Administração, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil.

*Corresponding author at: **Marcos da Silva Azevedo, DVM, MSc**, Departamento de Clínica de Grandes Animais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio grande do Sul, Brazil.

E-mail address: socram_vet@yahoo.com.br (M. da Silva Azevedo).

Abstract

11

12 The purpose was to investigate the influence of the use of acepromazine and of xylazine in the
13 gait pattern of horses with different behavior, submitted to lameness evaluation using inertial
14 sensors. Sixteen adult horses with different lameness degrees were used. On the first day, the
15 horses were pulled at the trot in a straight line before and 5 minutes after administering
16 acepromazine (0.025 mg/kg IV). The next day, the tests were repeated using xylazine (0.25
17 mg/kg). The data a1/a2, DIFFMAX and DIFFMIN of the forelimb and hindlimb were based
18 on specific algorithms for Lameness Locator. The occurrence of lameness (before and after
19 treatment) was evaluated by Fisher exact test. To analyze the DIFFMAX and DIFFMIN
20 variables, the Wilcoxon test was used. The number of sound horses and presenting forelimb
21 lameness before and after use the use acepromazine remained the same (seven sound and nine
22 lame horses); in hind limbs, there were five were sound and eleven 11 lame horses before
23 treatment and eight sound and eight lame horses after treatment. The number of horses
24 considered sound and with forelimb lameness before treatment with xylazine was eight horses
25 for each condition; seven were lame after treatment and nine were sound. Four horses were
26 sound and 12 had hind limb lameness before treatment with xylazine; after treatment, nine
27 were lame and seven remain sound. DIFFMAX and DIFFMIN of fore and hind limbs showed
28 no difference. The use of a tranquilizer or sedative did not interfere with the gait and lameness
29 of horses with different behavior and lameness intensity, evaluated by inertial sensors.

30

31 **Keywords:** horse; lame; Lameness Locator; objective evaluation; behavior.

32

33 1. Introduction

34

35 Lameness is the major cause of lost of training days, early retirement and large
36 economic losses in the horse industry [1, 2]. A retrospective study with 198 young
37 Thoroughbred horses has shown that 67% of the training interruption cases were related to
38 lameness issues [2].

39 The accuracy of the lameness evaluation is mainly dependent of the expertise level of
40 the examiner, mostly because of the subjective interpretation criteria commonly used to score
41 lameness, such as the variability of the flexion tests or even the real effect evaluation of
42 anesthetic blocks performed (intra-articular or perineural) [3].

43 The Lameness Locator (LL; Equinosis, EUA) is a system based on the wireless
44 transmission of data through inertial sensors that works as an objective method in the
45 detection and evaluation of subtle lameness [4].

46 Sedatives drugs are sometimes needed to perform a lameness examination in horses
47 presenting restless behavior because the erratic movements of their heads while trotting
48 interfere with data collection, generating unreliable data [5]. The use of sedatives during the
49 perineural or joint anesthetic block might be necessary; however this can change the gait
50 pattern of the horses, making it hard to diagnose a subtle lameness [6].

51 Acepromazine maleate (ACE) and xylazine hydrochloride (XYL) are two of the drugs
52 available that are commonly used to make the exam easier and safer. Acepromazine is a
53 neuroleptic agent used in horses mostly by its tranquilizing action without secondary
54 undesirable effects [7, 8]. Xylazine has been used because of its sedative capacity, analgesia,
55 and muscle relaxation. The IV administration results in deep, dose-dependent sedation,
56 characterized by somnolence and low head carriage [9, 8].

57 This study aimed to investigate the potential influence of the use of ACE and XYL in
58 the gait pattern of horses with different behavior, submitted to an objective lameness
59 evaluation using wireless inertial sensors (LL).

60

61 **2. Materials and Methods**

62

63 An approval from Committee on Animal Research and Ethics for this project was
64 obtained from Federal University of Santa Maria (number 23081.007645/2014/20).

65

66 2.1 Horses

67 Sixteen healthy adult mongrel horses, allocated in the city of Uruguaiiana, Rio Grande
68 do Sul state, Brazil, with subtle (grade 1 or 2) and moderate lameness (grade 3) based on the
69 American Association Equine Practitioners lameness scale [10], in any limb (fore or hind),
70 were used in this study.

71

72 2.2 Drug treatments

73 At the first day of the study, all horses were objectively evaluated using the LL
74 (Equinosis), to get a baseline for subsequent evaluation. Then eight horses were treated with
75 0.025 mg/kg of acepromazine 1% (ACE group) IV (Vetnil, Louveira, Brazil) and the other
76 eight horses were sedated with 0.25 mg/kg of xylazine 10% (XYL group) IV (PRO-SER,
77 Buenos Aires, Argentina). All horses were reevaluated with the LL 5 minutes after treatment.
78 At the second day, the protocol was repeated (baseline evaluation and post treatment), with
79 the horses initially assigned to the ACE treatment receiving XYL and vice-versa. Baseline
80 evaluations performed before each treatment were used as control for each animal,
81 respectively.

82 2.3 Data collection and analysis

83 Each horse was equipped with three wireless inertial sensors: two accelerometers, the
84 first on the top of the head and the second on the dorsal midline at the sacral tuberosity, and a
85 gyroscope on the dorsal aspect of the right pastern. Each analysis consisted of trotting the
86 horses a distance of 25-30 meters four times, totalizing 100-120 meters, on a straight line (on
87 concrete surface), collecting an average of 62 steps, varying between 39-88 steps per
88 evaluation.

89 All data collected were transmitted in real time to a portable computer via Bluetooth,
90 where a specific software makes the data analysis, according to the study by Kramer et al
91 [11]. The following variables were analyzed: $a1/a2$ of the fore and hind limbs (relation
92 between the amplitude of the vertical movement of the head or pelvis produced by the
93 lameness and the amplitude of the basal movement of the head or pelvis); DIFFMAX and
94 DIFFMIN of the forelimbs and the hind limbs (mean and standard error; difference between
95 the highest or lowest point reached by the head or pelvis after weight support of the right
96 forelimb or right hind limb and the same point reached by the left forelimb or left hind limb,
97 respectively). The data collected by the gyroscope on the right distal forelimb are used to
98 determine the position of each limb because the trot is a symmetrical gait where the limbs
99 move in diagonal pairs.

100 The presence of lameness was considered when $a1/a2$ was greater than 0.5 in the fore
101 and 0.17 in the hind limbs; the DIFFMAX or DIFFMIN was greater than 6 mm in the
102 forelimbs and 3 mm in the hind limbs, and the standard deviation of DIFFMAX and
103 DIFFMIN was lower than the mean.

104

105

106

107 2.4 Statistical analysis

108 Statistical analysis was performed using commercially available software (Statistical
109 Analysis System, version 9, SAS Institute Inc,NC). The occurrence before and after sedation
110 and/or tranquilization) was evaluated by Fisher exact test, considering the effect of treatment
111 on the occurrence of lameness in the fore and hind limbs of sound horses (SOU) and lame
112 horses (LAM). To analyze the continuous variables (DIFFMAX and DIFFMIN) the Wilcoxon
113 test was used. The significance level was set at $P < 0.05$.

114

115 3. Results

116

117 Sixteen horses showed lameness during the baseline evaluation using the wireless
118 inertial sensors and were included in the study. Number and percentage of horses presented as
119 SOU (when values were below threshold) and LAM, data of DIFFMAX and DIFFMIN are
120 listed in Table 1.

121 Based on Fisher exact test, there were no difference in the occurrence of claudication
122 in fore or hind limbs. Considering the forelimbs, before tranquilization with ACE, seven
123 horses (43.75%) were SOU and nine (56.25%) were LAM. After treatment, the proportion of
124 SOU and LAM horses remained the same. The lameness evaluation indicated that eight (50%)
125 horses were SOU and eight (50%) horses were LAM before treatment with XYL. After XYL
126 nine (56.25%) horses were SOU and seven (43.75%) were LAM.

127 Considering the hind limbs, it was observed that four horses (25%) were sound and 12
128 (75%) were lame before sedation. After XYL the number of SOU horses increased to seven
129 (43.75%) and lame ones declined to nine (56.25%). In the ACE group, five (31.25%) were
130 sound and 11 (68.75%) were lame before treatment. After ACE, the number of SOU horse
131 increased to eight (50%) and the number of LAM ones decreased to eight (50%).

132 DIFFMAX and DIFFMIN of fore and hind limbs showed no difference comparing
133 SOU and LAM horses before and after treatments. There was no difference between horses
134 after XYL or ACE. However, a slightly greater trend of DIFFMAX and DIFFMIN values to
135 both fore and hind limbs and to SOU and LAM horses was observed after ACE treatment.
136 Sedation with XYL caused a mild increase of DIFFMAX and DIFFMIN values of the hind
137 limbs, both in SOU and in LAM horses, and XYL treatment caused a reduction in the
138 DIFFMAX values for the forelimbs in both SOU and LAM horses. DIFFMIN values of the
139 forelimbs were lower after XYL treatment but still greater in SOU horses (Fig 1).

140

141 **4. Discussion**

142

143 The decrease in the number of horses in the post-XYL LAM group (thoracic and
144 pelvic limbs) could be explained by the fact that some sedatives such as XYL may mask
145 subtle lameness due to its analgesic properties [5], its effect is believed to be strong in equines
146 [12]. However, in our study, the use of XYL did not show any analgesic effect in the
147 musculoskeletal system, as the proportion of horses with lameness in the thoracic and pelvic
148 limbs increased in the SOU group, as well as the DIFFMIN parameter increased in the
149 thoracic limbs and the DIFFMIN and DIFFMAX parameters increased in the pelvic limbs.
150 These results corroborate the description that the analgesic effect of XYL only occurs in
151 visceral pain, not being noticed any effect in the musculoskeletal system [9].

152 The absence of analgesic effect also can be demonstrated by the different results of
153 DIFFMAX and DIFFMIN in the thoracic and pelvic limbs where these parameters decreased
154 in the SOU group and increased in the LAM group after the use of XYL. In another study, the
155 influence of the XYL with lameness was tested in four horses, and changes were not found in
156 the lameness due to sedation [13]. The use of other more potent α 2-adrenergic agonist

157 (detomidine) also did not cause changes in the lameness, but showed changes in the standard
158 pattern of locomotion, when evaluated by kinematics. These changes were the increase in the
159 length and step duration [6].

160 The administered dose of ACE in this study caused no significant changes on the data;
161 however, there was a tendency of greater values of DIFFMAX and DIFFMIN under this drug.
162 These results corroborate data reporting the possibility that some horses, if treated, would in
163 fact exacerbate the lameness, making it easier to identify the problem [5].

164 The use of ACE or XYL, in these recommended dosages, allows better data collection
165 with wireless inertial sensors because horses became more cooperative; the gait pattern of the
166 horses was not changed and the occurrence of erratic head movements was reduced. These
167 data corroborate the findings of Hubbell [7] and Taylor and Clarke [8] that observed a
168 reduction in the spontaneous motor activity after tranquilization with ACE. The wireless
169 sensor technology is based on the registry of the head position to characterize lameness. The
170 reduction in the incidence of aberrant head movements in restless horses could contribute to
171 the accuracy of the data. According to some studies, the use of XYL, in any dose, is capable
172 of inducing ataxia [8], a fact that was not observed in our study. These results justify the use
173 of these drugs and dosages in stressed horses with subtle lameness because the intensity of
174 lameness will not be affected.

175 Our results contribute to the increasing number of studies on the use of wireless
176 inertial sensors for the detection of equine lameness, supporting the great interest of the
177 veterinary community on the objective lameness evaluation system. Results of previous
178 studies suggest that the inertial sensor system for lameness detection and evaluation of trotting
179 horses, in a straight line, has enough repeatability to validate its routine clinical use [14], and
180 is capable of identify a more subtle lameness than any subjective evaluation performed by
181 experienced veterinary practitioners [3].

182 **5. Conclusions**

183

184 The use of a tranquilizer (ACE) or sedative (XYL) in these recommended dosages
185 does not interfere with the gait of horses with different temperament and lameness degree
186 submitted to evaluation with wireless inertial sensors (LL, Equinosis, USA).

187

188 **6. Acknowledgements**

189

190 The authors thank Lucas Campara, DVM and Guilherme Freitas, DVM, at the
191 Military Circle – Uruguaiana, for their contribution to this study.

192

193 **7. References**

194

195 [1] Rossdale PD, Hopes R, Digby NJ, Offord K. Epidemiological study of wastage among
196 racehorses 1982 and 1983. *Vet. Rec.* 1985; 116: 66-69.

197

198 [2] Hernandez J, Hawkins DL. Training failure among yearling horses. *Am. J. Vet. Res.*
199 2001; 62: 1418-1422.

200

201 [3] McCracken MJ, Kramer J, Keegan KG, Lopes M, Wilson DA, Reed SK, et al.
202 Comparison of an inertial sensor system of lameness quantification with subjective
203 lameness evaluation. *Equine Vet. J.* 2012; 44: 652–656.

204

- 205 [4] Keegan KG. The Lameness Locator (wireless inertial sensors for detection of lameness
206 in horses). In: Proceedings of the 15th Congress of the European Society Veterinary
207 Orthopaedics and Traumatology; Bologna, Italy; 2010: 215-217.
208
- 209 [5] Ross MW. Movement. In: M.W. Ross, S.J. Dyson, eds. Diagnosis and Management of
210 Lameness in the Horse. Saint Louis, USA: Elsevier Saunders; 2011: 1395 p.
211
- 212 [6] Buchner HHF, Kubber P, Zohmann E, Peham CH. Sedation and antisedation as tools in
213 equine lameness examination. *Equine Vet. J. Suppl.* 1999; 30: 227-230.
214
- 215 [7] Hubbell JAE. Anesthesia of the equine athlete. In: K.W. Hinchcliff, A.J. Kaneps, R.J.
216 Geor, eds. *Equine Sports Medicine and Surgery: Basic and Clinical Sciences of the*
217 *Equine Athlete*. Saint. Louis, USA: Elsevier Saunders: 2004; 1364 p.
218
- 219 [8] Taylor PM, Clarke PW. Sedation e premedication. In: P.M. Taylor, P.W. Clarke, eds.
220 *Handbook of Equine Anaesthesia*. Saint Louis, USA: Elsevier Saunders: 2007; 220p.
221
- 222 [9] Daunt AD, Steffey EP. Alpha-2 adrenergic agonists as analgesics in horses. *Vet. Clin.*
223 *North Am. Equine Pract.* 2002; 18: 39-46.
224
- 225 [10] Judy CE, Galuppo ID. Evaluation of iatrogenic hemarthrosis of the metacarpophalangeal
226 joint as a method of induction of temporary reversible lameness in horses. *Am. J. Vet.*
227 *Res.* 2005; 66: 1084-1089.
228

- 229 [11] Kramer J, Keegan KG, Kelmer G, Wilson DA. Objective determination of pelvic
230 movement during hind limb lameness using a signal decomposition method and pelvic
231 height differences. *Am. J. Vet. Res.* 2004; 65: 741–747.
232
- 233 [12] Muir WW. Pain: mechanisms and management in horses. *Vet. Clin. North. Am. Equine*
234 *Pract.* 2010; 26: 467–480.
235
- 236 [13] Dyson S, Kidd L. A comparison of responses to analgesia of the navicular bursa and
237 intra-articular analgesia of the interphalangeal joint in 59 horses. *Equine Vet. J.* 1993;
238 25: 93-98.
239
- 240 [14] Keegan KG, Kramer J, Yonezawa Y, Maki H, Pai PF, Dent EV, et al. Assessment of
241 repeatability of a wireless, inertial sensor–based lameness evaluation system for horses.
242 *Am. J. Vet. Res.* 2011; 72: 1156–1163.
243

244 Table 1 – Number and percentage of horses with lameness in the fore and hind limb before and after the use of
 245 ACE and XYL, mean and SD of DIFFMAX and DIFFMIN of fore and hind limbs.

Moment	Number Of Horses	DIFFMAX		DIFFMIN	
		MEAN	SD	MEAN	SD
All horses					
Forelimb					
Before ACE	16	5.0031	4.5406	7.0436	6.4394
After ACE	16	5.6085	5.2609	11.1564	10.3442
Before XYL	16	6.3881	5.7228	7.5066	7.7812
After XYL	16	4.6573	5.1013	7.7998	5.2810
Hindlimb					
Before ACE	16	3.1179	2.0024	2.1654	1.5756
After ACE	16	3.2801	2.1961	2.6163	1.4932
Before XYL	16	2.6557	1.5677	2.1584	1.5684
After XYL	16	2.8630	1.7134	2.5834	2.2504
Sound and lame horses					
Forelimb					
Before ACE SOU	7 / 43.75	2.3051	1.4918	3.2173	2.0710
Before ACE LAM	9 / 56.25	7.1014	5.0661	10.0197	7.1943
After ACE SOU	7 / 43.75	2.3374	1.4928	6.1379	4.1419
After ACE LAM	9 / 56.25	8.1527	5.7947	15.0597	12.1896
Before XYL SOU	8 / 50.00	3.5565	2.7389	2.1469	2.6679
Before XYL LAM	8 / 50.00	9.2196	6.6597	12.8663	7.5475
After XYL SOU	9 / 56.25	3.2357	2.6457	4.1511	2.0380
After XIL LAM	7 / 43.75	6.4851	6.9854	12.4910	4.3059
Hindlimb					
Before ACE SOU	5 / 31.25	1.6112	1,1946	1.3686	1.0939
Before ACE LAM	11 / 68.75	3.8028	1.9474	2.5275	1.6684
After ACE SOU	8 / 50.00	2.3710	2.6172	2.0653	1.5349
After ACE LAM	8 / 50.00	4.1891	1.2635	3.1674	1.3144
Before XYL SOU	4 / 25.00	1.3968	0.8952	1.3990	0.5635
Before XYL LAM	12 / 75.00	3.0753	1.5376	2.4115	1.7286
After XYL SOU	7 / 43.75	1.9721	1.2279	1.8997	1.6748
After XYL LAM	9 / 56.25	3.5559	1.7718	3.1152	2.5816

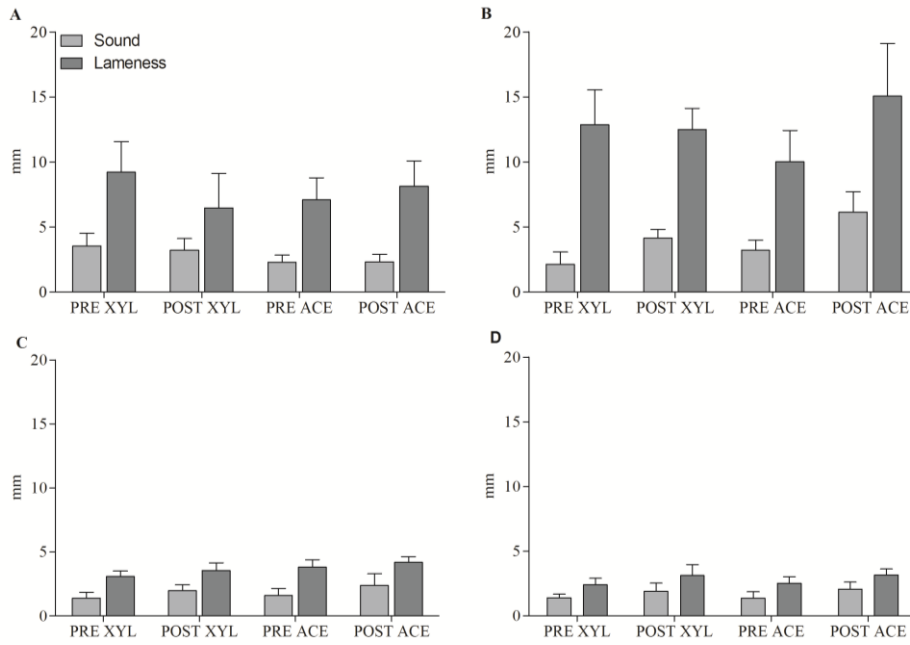
246 Abbreviations: ACE, acepromazine; LAM, lame; SD, standard deviation; SOU, sound; XYL, xylazine.

247 There was no difference between the variables at a significance level of $P < 0.05$.

248 DIFFMAX and DIFFMIN indicate maximum and minimum heights during and/or after left and right stance
 249 phases for the head or pelvis.

250

251 Figure 1 - Graphic of DIFFMAX and DIFFMIN of fore (A and B, respectively) and hind limbs (C and D,
252 respectively) of sound SOU and lame horses before acepromazine (PRE ACE) and after acepromazine (POST
253 ACE) use and before (PRE XYL) and after xylazine (POST XYL) use. DIFFMAX and DIFFMIN indicate
254 maximum and minimum heights during and/or after left and right stance phases for the head or pelvis.
255



256

257

1

4. ARTIGO 2

Trabalho a ser submetido para publicação:

Effect of surface on which the horse is trotted on lameness evaluated with a portable wireless inertial sensor-based system

Marcos da Silva Azevedo, Flávio Desessards De La Côte, Karin Erica Brass, Miguel Gallio, Ricardo Pozzobon, Marco Aurélio Ferreira Lopes, Luis Felipe Dias Lopes

EQUINE VETERINARY JOURNAL, 2015

2 **Title Page**

3

4 **Effect of surface on which the horse is trotted on lameness evaluated with a portable**
5 **wireless inertial sensor-based system**

6

7 Marcos S Azevedo*, Flávio D De La Côte*, Karin E Brass*, Miguel Gallio*, Ricardo
8 Pozzobon†, Marco AF Lopes‡, Luis FD Lopes§

9

10 * Department of Large Animal Clinics, School of Veterinary Medicine, Federal University of
11 Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil

12 † Department of Large Animal Clinics, Federal University of Pampa, Uruguaiiana, Rio Grande
13 do Sul, Brazil

14 ‡ Department of Veterinary Medicine and Surgery, College of Veterinary Medicine, Missouri,
15 USA

16 § Department of Administration Science, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Rio
17 Grande do Sul, Brazil

18

19 Correspondence: Marcos da Silva Azevedo, Department of Large Animal Clinics, School of
20 Veterinary Medicine, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul,
21 Brazil, 97.105-900

22 E-mail: socram_vet@yahoo.com.br

23 Tel.: +55 55 9902 9106.

24 SUMMARY

25 **Reasons for performing the study:** No studies have been conducted to evaluate lameness
26 objectively in horses when trotting on different types of track.

27 **Objectives:** The aim of this study was to evaluate objectively the potential influence of the
28 surface on which horses are examined, regarding the phase of lameness manifestation (impact
29 or elevation).

30 **Study design:** Randomized crossover study.

31 **Methods:** Ten horses diagnosed with lameness in at least one of the limbs underwent
32 lameness evaluation with wireless inertial sensors on three different track surfaces (concrete,
33 loose sand and grass). Six crossover track sequences were established. The results of the
34 variables vector sum, maximum and minimum height of the head, maximum and minimum
35 height of the pelvis, variation coefficient of the maximum and minimum height of the head
36 and pelvis were analyzed using ANOVA, followed by the Tukey test to compare the means
37 between track surface and sequence, at a significance level of 5%. The lameness phase
38 (impact or elevation) was also analyzed considering the proportion of affected animals.

39 **Results:** There were no differences on the variables of vector sum, maximum and minimum
40 height or variation coefficient of the head, maximum and minimum height or variation
41 coefficient of the pelvis. Difference was observed on the number of strides registered on sand
42 compared to grass and concrete ($p < 0.0001$) for fore and hindlimbs. Impact type of lameness
43 on forelimbs was presented in a larger number of animals on the concrete surface; elevation
44 type of lameness was more evident on the grass surface. At the hindlimbs, impact lameness
45 was more evident on the grass surface, while elevation lameness was observed in a greater
46 number of animals on concrete surfaces.

47 **Conclusions:** The track sequence on which horses were trotted during the lameness
48 evaluation does not seem to be a factor, but the number of lame horses and the phase of
49 lameness manifestation can vary between different track surfaces, as some horses showed
50 impact lameness on soft ground and elevation lameness on hard ground.

51 INTRODUCTION

52 Musculoskeletal injuries are a common health problem in athletic horses, and the
53 lesions have a significant relationship with the sport discipline [1]. Type and condition of
54 track surface on which horses are exercised also directly affect performance and
55 predisposition to musculoskeletal injuries in these animals [2, 3].

56 The tensile and deformation strengths which act on the horse during exercise differ
57 according to physical and structural track surface properties [4, 5, 6] and to the sport
58 discipline in which the horses compete. The surfaces used for training and racing
59 thoroughbred horses have a significant impact on the risk of injury [7, 8, 9]; an example is
60 that horses exercised/trained on packed dirt surface are 2.5 times more likely to develop
61 dorsal metacarpal disease [10], a clinical manifestation of stress fractures. In contrast,
62 dressage horses that commonly exercise and compete on loose sand surfaces have a higher
63 incidence of injuries in the suspensory ligament of the hindlimbs [11].

64 The track surface used during the lameness exam is particularly important, since some
65 types of lameness can be exacerbated or attenuated on hard surfaces and others on soft
66 surfaces [12]. Soft surfaces that allow a greater sinking/immersion of the hoof in the ground
67 predispose to a high variety of soft tissue injuries that could be related to fatigue. Some of
68 these injuries are fetlock desmitis of the suspensory ligament, superficial digital flexor
69 tendonitis, inferior accessory ligament desmitis and gluteal myositis. On the other hand, hard

70 surfaces predispose to injuries like hoof, joint, bone lesions and pain in the axial skeleton
71 [13].

72 The aim of this study was to evaluate objectively, through body mounted wireless
73 inertial sensors, the possible influence of different track surfaces on which horses are
74 examined on the type of lameness (impact or push off), as well as assess if there is influence
75 of the track sequence in which tests are performed.

76 MATERIAL AND METHODS

77 **Animals:** Ten horses (5 geldings, 5 mares; mean age 11 ± 5 years; body mass $407,5 \pm 47$ kg)
78 of different sport modalities (2 jumping, 3 polo, e 5 hippo therapy) were used in this study.
79 The inclusion criteria in the study were based on the identification of lameness through a
80 commercial wireless inertial sensor system (Lameness Locator) in at least one of the limbs
81 during the first trot sequence. Some of these horses showed compensatory lameness, which
82 also were included in the assessment.

83 **Treatments:** The animals underwent lameness examinations at a trot, on three different
84 surfaces (concrete, loose sand and grass) (Figure 1). Six test sequences were established.
85 Sequence 1(**SEQ 1**) consisted of trotting on concrete, loose sand and grass; sequence 2 (**SEQ**
86 **2**) loose sand, concrete and grass; sequence 3 (**SEQ 3**) grass, concrete and loose sand;
87 sequence 4 (**SEQ 4**) loose sand, concrete and grass; sequence 5 (**SEQ 5**) concrete, grass and
88 loose sand; sequence 6 (**SEQ 6**) grass, loose sand and concrete. The order of the sequences
89 was determined at random as follows: **SEQ 1, SEQ 4, SEQ 3, SEQ 2, SEQ 5** and **SEQ 6**.
90 Each horse trotted one sequence in the morning and another in the afternoon. A standard 5-
91 minute interval was established between each surface exam.

92 **Data collection:** All animals were instrumented with three inertial sensors: an accelerometer
93 at the poll region, other accelerometer on the dorsal midline between the sacral tuberosities
94 and a gyroscope on the dorsal aspect of the pastern of the right forelimb. The sensors measure
95 the vertical acceleration of head and pelvis and the angular velocity of the right forelimb digit.
96 After instrumentation, the horse was trotted on a straight line and on a flat surface. Each
97 analysis consisted of trotting the horse for a distance of 25-30 meters and coming back (total
98 distance 50-60 meters).

99 **Data analysis:** The data collected (at a frequency of 200 measurements per second) were
100 transferred in real time via Bluetooth to a laptop computer where a specific software
101 performed data analysis. This analysis included calculation of the following variables: vector
102 sum (**VS**) that represent the mean difference of maximum (**HDmax**) and minimum height
103 (**HDmin**) of the head; HDmax of forelimbs (mean and standard deviation) is the difference
104 between the highest point of the head after support on the right forelimb and the highest point
105 of the head after support on the left forelimb; HDmin of forelimbs (mean and standard
106 deviation) corresponds to the difference between the lowest point of the head while support
107 on the right forelimb and the lowest point of the head during support on the left forelimb.
108 **PDmax** of hindlimbs (mean and standard deviation) correspond to the difference between the
109 highest point of the pelvis after support on the right hindlimb and highest point of the pelvis
110 after support on the left hindlimb; **PDmin** of hindlimbs (mean and standard deviation) is the
111 difference between the lowest point of the pelvis during support on the right hindlimb and the
112 lowest point of the pelvis during the support on the left pelvic limb. The data obtained by the
113 gyroscope positioned on the right forelimb digit served to detect the position of the right
114 forelimb digit and infer the position of each member once the trot is a symmetrical gait in
115 which the horse's limbs move in diagonal pairs. Forelimb lameness was observed when **VS**
116 was greater than the threshold (8.5 mm), HDmax and/or HDmin, greater than 6mm and the

117 standard deviation lower than the average. The hindlimb was considered lame when PDmax
118 and/or PDmin had an average higher than 3 mm and the standard deviation was below the
119 average. The variation coefficient (CV) was established by dividing the standard deviation by
120 the mean of each of the respective variables (HDmax, HDmin, PDmax, PDmin), however
121 when the mean was less than the reference value, division was made by the standard deviation
122 reference value (6 or 3 mm for forelimbs or hindlimbs, respectively). For statistical
123 calculation, we used the absolute value CVmaxh, CVminh, CVmaxp, CVminp. The
124 classification of lameness phase (impact or push off) was performed by reviewing the chart
125 generated by the software (Lameness Locator)^a (Figure 1).

126 **Statistical analysis:** Statistical analysis was performed using a commercially available
127 software (Statistical Analysis System, version 9). To analyze continuous variables (HDmax,
128 HDmin, VS, PDmax, PDmin, CVmaxh, CVminh, CVmaxp and CVminp) ANOVA was
129 followed by Tukey test to compare the means between the different surfaces and between the
130 surface sequences. The significance level was 5%. Data are presented as mean \pm sd.

131 **RESULTS**

132 The number of strides collected during the evaluation on the sand floor was lower (p
133 <0.0001) than on other types of surface for both forelimbs and hindlimbs (Figure 2)

134 The frequency of lameness by the affected limb, stride phase (impact or push-off),
135 type of ground surface and test sequence performed is presented on Table 1.

136 On the concrete surface a higher incidence of impact forelimb lameness was detected
137 than on loose sand and grass surfaces (38/34/33, respectively), without considering a possible

138 influence of test sequence. Assessments of push-off lameness on forelimbs were more
139 frequent on grass surface than on concrete and loose sand surfaces (18/9/7, respectively). The
140 hindlimb evaluation revealed predominance of impact lameness on the grass surface, followed
141 by loose sand and concrete surfaces (25/23/20, respectively). Evaluations of push-off
142 lameness on the hindlimbs showed a higher number of lame horses on the concrete surface
143 compared to grass and loose sand surfaces (26/22/9, respectively).

144 Continuous variables HDmax, HDmin, VS, PDmax, PDmin, CVmaxh, CVminh,
145 CVmaxp and CVminp showed no difference ($P>0.05$) between track surfaces. There was also
146 no influence of the sequence of gait examination on the results of HDmax, HDmin, VS,
147 PDmax and PDmin (Figure 3), CVmaxh, CVminh, CVmaxp and CVminp (Figure 4).

148 **DISCUSSION**

149 The present study aimed to investigate the possible influence of the surface on which
150 horses were examined over impact and push-off lameness when evaluated by a computer-
151 based system with known efficiency and repeatability. Several studies have been conducted
152 previously with these body-mounted inertial sensors for evaluation of flexion tests, effect of
153 anesthetic drugs, but no study has been performed to analyze whether ground surface has an
154 influence on lameness exam results [14, 15, 16]. The first objective was to verify if the inertial
155 sensors could detect a significant change when animals were evaluated on three different
156 ground surfaces and if different sequences of surfaces on which horses are examined could
157 affect the results. No difference ($P>0.05$) was observed between **VS**, **HDmax**, **HDmin**,
158 **PDmax**, **PDmin**, **CVmaxh**, **CVminh**, **CVmaxp** and **CVminp** regardless of the surface on
159 which horses were examined, neither the surface sequence used during the exam. This result
160 has an important role on the clinical gait examination, allowing the lameness exam to be

161 initiated on any type of surface independently of clinical suspicion and type of lameness. In
162 addition, no difference in variability was observed between different track surfaces and
163 sequences. The surface on which the test is performed depends on the clinician's preference
164 and the availability of different surfaces for such procedure at a time. Some clinicians prefer
165 harder surfaces like asphalt and concrete for the gait exam, since this condition causes a
166 greater concussion that could exacerbate subtle lameness [12]. The choice of soft or deeper
167 surfaces would be preferable to exacerbate soft tissue lameness [13].

168 The difference observed in the number of strides listed on the sand surface compared
169 to other surfaces can be related to the speed as the animal trots during the test, so the higher
170 the speed, the lower the number of strides listed for the same distance. Studies done using
171 kinematic analysis have shown that the animals get higher speeds when trotted on a sand
172 surface than when trotted on an asphalt surface, probably due to the reduction in stance phase
173 time and an increase in stride length [17, 18]. Although the coefficient of variation (CV) has
174 not differed between the track surfaces, it can be seen that the CV was higher on the sand
175 surface, which leads to greater variability assessment during the examination on this type of
176 surface.

177 A definitive diagnosis of the horses selected for this study was not established; the
178 classification of impact or push-off lameness was elaborated based on results of HDmax,
179 HDmin, PDmax and PDmin and evaluation of the charts generated by the software. Previous
180 studies showed that the phase of forelimb lameness is established by analyzing HDmax
181 values, where values greater than +6mm represent impact lameness on the right forelimb or
182 push-off on the left forelimb, and values lower than -6mm represent impact lameness on the
183 left forelimb or elevation on the right forelimb. On the other hand, HDmin enables
184 identification of the lame limb, where values greater than +6mm represent lameness of the
185 right forelimb and values greater than -6mm lameness of the left forelimb. PDmax represents

186 push-off lameness where values over +3mm correspond to the right hindlimb and values
187 lower than -3mm to the left hindlimb. PDmin means values greater than +3mm correspond to
188 right hindlimb impact lameness and values lower than -3mm the left hindlimb [19].

189 Ground surfaces like asphalt and concrete have a greater probability to cause impact
190 lameness. Hard surfaces like these generate maximal concussion and thus worsening of a
191 subtle lameness or predisposes to development of joint, bone and hoof injuries [12, 13].
192 Similar results were observed in or study considering only forelimb lameness, a greater
193 number of animals showed impact lameness during examination on concrete surface than on
194 the other two surfaces. Literature reports that soft surfaces predispose horses to a variety of
195 soft tissue injuries such as desmitis and tendonitis [13]. The results observed in the present
196 study demonstrate that this affirmative is not always true, since a greater number of horses
197 showed push-off lameness when trotted on grass than when trotted on loose sand, which
198 appears to be the softest surface. Studies demonstrated that at the end of the stance phase
199 (push- off/propulsion) the load on the superficial digital flexor tendon is significantly affected
200 by the ground surface, and the load is greater on the loose sand than on the asphalt surface.
201 Horses suffering from tendon injuries usually do not demonstrate improvement in lameness
202 when examined on soft ground [20]. One explanation for a higher incidence of push-off
203 lameness in horses on grass compared to loose sand is the presence of organic matter, which
204 strongly influences density of the grass and thus ground compaction [21, 22]. However, in the
205 authors opinion, the grass surface used in this study did not present such feature.

206 Hindlimb impact lameness was observed in a larger number of horses trotting on grass
207 surface than on the others, which represents just the opposite to the concept that impact
208 lameness initiates on hard surfaces as concrete [12]. A possible explanation is the fact that
209 some grass surfaces may present a high degree of compaction over time, increasing the
210 density and hardness of the surface [23, 22]. Likewise, push-off lameness was more prevalent

211 in horses trotting on the concrete surface, which is the opposite of what would be expected
212 considering the literature about push-off lameness or hard surfaces [12]. The data reported
213 that some hindlimb lameness could be compensatory to forelimb lameness. Kinematic studies
214 demonstrated that horses with induced lameness in the forelimb decreased displacement and
215 acceleration of the sacral tuberosity when the lame fore and contralateral hindlimb were in the
216 stance phase. This condition generates a false lameness on contralateral pelvic limb that may
217 be apparent [24].

218 More studies are needed to assess the influence of the ground surface considering the
219 type of injury that the horse presents (tendon and ligament structures versus bone and joint
220 structures).

221 **CONCLUSION**

222 The results of this study demonstrated that the motion exam could be performed on
223 any of the surfaces used without a predetermined sequence, since there was no difference in
224 the variables of the objective evaluation. However, examination on the sand surface provides
225 fewer strides collected by the system than for the same distance on other surfaces.

226 **MANUFACTURERS' ADDRESSES**

227 ^a Equinosis LLC, Columbia, Missouri, USA.

228 ^b SAS Institute Inc., North Carolina, USA.

229

230 **TABLE LIST**

231 Table 1- Frequency of lame horses according to affected limb, phase of lameness (impact or
 232 push-off), type of surface (C: concrete; S: loose sand; G: grass) and sequence of exams.

233

Sequence		1			4			3			2			5			6				
Surface		C	S	G	S	C	G	G	C	S	S	G	C	C	G	S	G	A	C		
Frontlimbs																					
	Impact	6	4	4	5	7	3	7	6	7	7	7	7	7	5	5	7	6	5		
	Push-off	0	3	3	1	1	4	3	2	1	0	2	2	2	5	1	1	1	2		
Hindlimbs																					
	Impact	3	2	5	4	2	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5		
	Push-off	3	1	3	1	5	4	4	6	2	2	4	5	3	3	2	4	1	3		
Total Animals																					
		Surface																			
Frontlimbs																					
	Impact	38	34	33																	
	Push-off	9	7	18																	
Hindlimbs																					
	Impact	20	23	25																	
	Push-off	26	9	22																	

234

235

236 **LIST OF FIGURE LEGENDS**

237 **Figure 1** – A) Concrete surface; B) Loose sand surface; C) Grass surface, and D) Chart
238 generated by Lameness Locator^a software showing one horse with push-off lameness on the
239 left forelimb (red line on the left chart represents Vector Sum and maximum values of
240 HDmax positive, and HDmin negative); and push-off lameness on the left hindlimb (red
241 columns above threshold on the right chart, PDmax negative and PDmin positive).

242 **Figure 2** – Graphic showing the forelimb (A) and hindlimb (B) strides according to the
243 evaluated surface.

244 **Figure 3** – Graphic showing HDmax, HDmin and VS of forelimbs and PDmax and PDmin of
245 hindlimbs according to the evaluated surface.

246 **Figure 4** – Graphic showing CVmaxh (A), CVminh (B) of forelimbs and CVmaxp (C),
247 CVminp (D) (A) of hindlimbs according to evaluated surface.

248

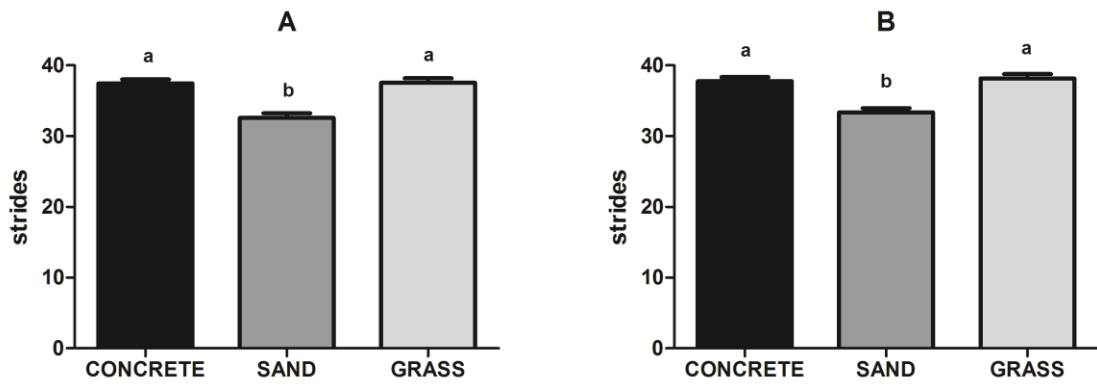
249 **Figure 1.**



250

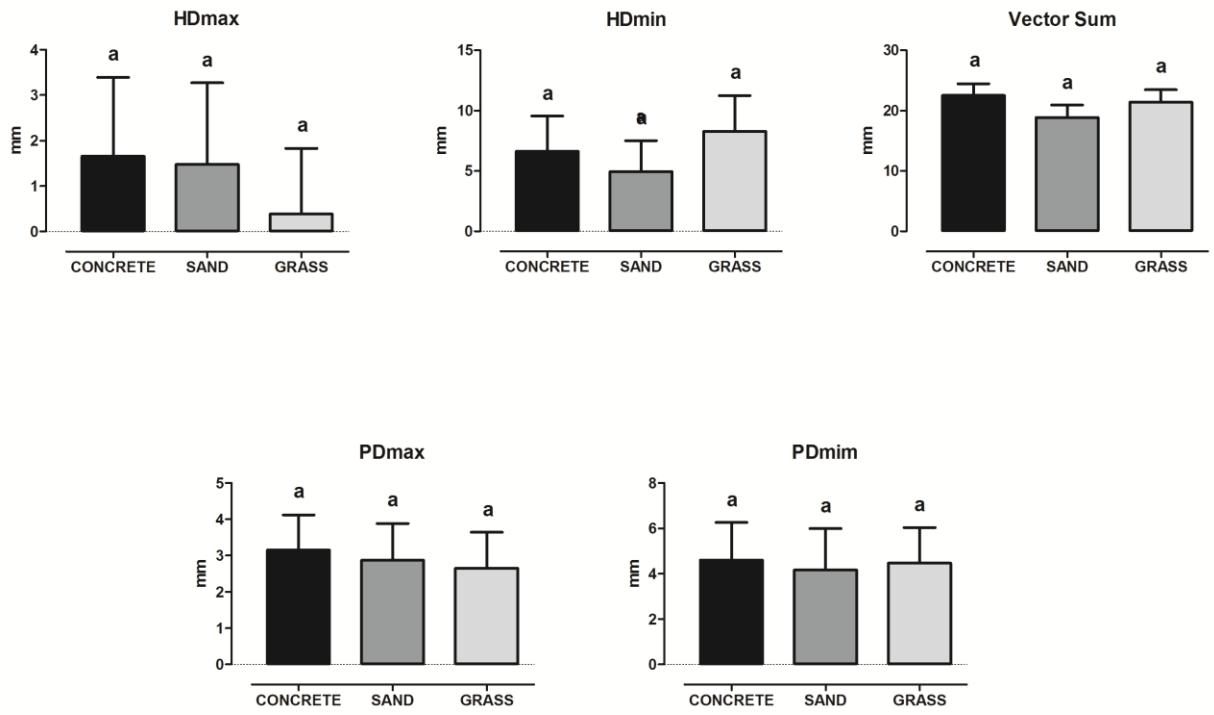
251

252 **Figure 2.**



253

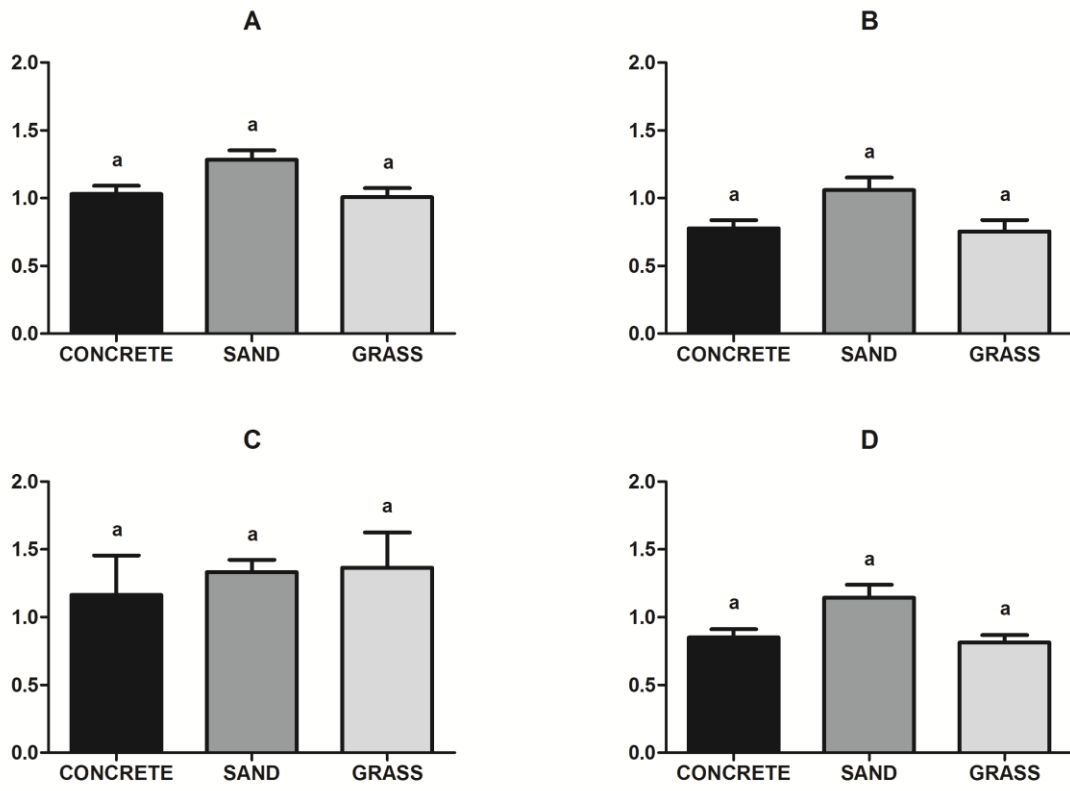
254

255 **Figure 3.**

256

257

258 **Figure 4.**



259

260 **REFERENCES**

- 261 [1] Smith, R.K.W., Ross, M.W., Genovese, R.L., Dyson, S.J., Jorgensen, J.S., Fortier, L.,
262 Schramme, M.C., Cauvin, E.R.J., Boswell, J.C. and Bertone, A.L., (2011) Part VIII: The soft
263 tissues. In: *Diagnosis and management of lameness in the horse*, 2nd ed., Eds: M.W. Ross and
264 S.J. Dyson, Saunders, St Louis, Missouri. pp 694-839.
- 265 [2] Nigg, B.M. and Segesser, B. (1988) The influence of playing surfaces on the load on the
266 locomotor system and on football and tennis injuries. *Sports Med* **5**, 375–385.
- 267 [3] Williams, R.B., Harkins, L.S., Hamond, C.J. and Wood, J.L.N., 2001. Racehorse injuries,
268 clinical problems and fatalities recorded on British racecourses from flat racing and National
269 Hunt racing during 1996, 1997 and 1998. *Equine Vet J* **33**, 478–486.
- 270 [4] Burn, J.F. (2006) Time domain characteristics of hoof–ground interaction at the onset of
271 stance phase. *Equine Vet J* **38**, 657–663.
- 272 [5] Burn, J.F. and Usmar, S.J. (2007) Hoof landing velocity is related to track surface
273 properties in trotting horses. *Equine Comp Exerc Physiol* **2**, 37–41.
- 274 [6] Gustas, P., Johnston, C. and Drevemo, S. (2006) Ground reaction force and hoof
275 deceleration patterns on two different surfaces at the trot. *Equine Comp Exerc Physiol* **3**, 209–
276 16.
- 277 [7] Cheney, J.A., Shen, C.K. and Wheat, J.D. (1973) Relationship of racetrack surface to
278 lameness in the thoroughbred racehorse. *Am J Vet Res* **34**, 1285–1289.
- 279 [8] Parkin, T.D., Clegg, P.D., French, N.P., Proudman, C.J., Riggs, C.M., Singer, E.R.,
280 Webbon, P.M and Morgan, K.L. (2004) Risk of fatal distal limb fractures among

- 281 thoroughbreds involved in the five types of racing in the United Kingdom. *Vet Rec* **154**, 493–
282 497.
- 283 [9] Perkins, N.R., Reid, S.W.J. and Morris, R.S. (2005) Risk factors for musculoskeletal
284 injuries of the lower limbs in thoroughbred racehorses in New Zealand. *New Zeal Vet J* **53**,
285 171–183.
- 286 [10] Moyer, W., Spencer, P.A.A. and Kallish, M. (1991) Relative incidence of dorsal
287 metacarpal disease in young thoroughbred racehorses training on two different surfaces.
288 *Equine Vet J* **23**, 166-168.
- 289 [11] Murray, R.C., Dyson, S.J., Tranquille, C. and Adams, V. (2006) Association of type of
290 sport and performance level with anatomical site of orthopaedic injury diagnosis. *Equine Vet*
291 *J Suppl* **38**, 411–416.
- 292 [12] Ross, M.W. (2011) Diagnosis and management of lameness in the horse. In: Diagnosis
293 and management of lameness in the horse, 2nd ed., Eds: M.W. Ross and S.J. Dyson,
294 Saunders, St Louis, Missouri. pp 64-80.
- 295 [13] Maher, O. and Snyder, J.R. (2011) Occupation-related lameness conditions –
296 jumping/eventing/dressage horses. In: *Adams and Stashak's lameness in horses*. 6nd ed., Ed:
297 G.M. Baxter, Blackwell Publishing, West Sussex, pp 1242-1332.
- 298 [14] Marshall, J.F., Lund, D.G. and Voute, L.C. (2012) Use of a wireless, inertial sensor-
299 based system to objectively evaluate flexion tests in the horse. *Equine Vet J* **44**, *Suppl*, 43, 8-
300 11.
- 301 [15] Rungsri, P.K., Staecker, W., Leelamankong, P., Estrada, R.J., Schulze, T. and Lischer,
302 C.J. (2014) Use of body-mounted inertial sensors to objectively evaluate the response to

- 303 perineural analgesia of the distal limb and intra-articular analgesia of the distal
304 interphalangeal joint in horses with forelimb lameness. *J Equine Vet Sci* **34**, 972–977.
- 305 [16] Azevedo, M.S., De La Côte, F. D., Brass, K., Gallio, M., Pozzobon, R., Lopes, M.A.F
306 and Lopes, L.F.D. (2014) The use of xylazine or acepromazine does not interfere in the
307 lameness evaluation by inertial sensors. *J Equine Vet Sci*, **35**, 27-30.
- 308 [17] Chateau, H., Holden, L., Robin, D., Falala, S., Pourcelot, P., Estoup, P., Denoix, J.M. and
309 Crevier-denoix, N. (2010) Biomechanical analysis of hoof landing and stride parameters in
310 harness trotter horses running on different tracks of a sand beach (from wet to dry) and on an
311 asphalt road. *Equine Vet J, Suppl.* 38, 488-495.
- 312 [18] Chateau, H., Camus, M., Holden-Douilly, L., Falala, S., Ravary, B., Vergari, C., Lepley,
313 J., Denoix, J.M., Pourcelot, P. and Crevier-Denoix, N. (2013) Kinetics of the forelimb in
314 horses circling on different ground surfaces at the trot. *Vet J* **198**, 20-26.
- 315 [19] Keegan, K.G. (2010) The Lameness Locator (wireless inertial sensors for detection of
316 lameness in horses) In: *Proc Eur Soc Vet Orthop Trauma* **15**, 215-217.
- 317 [20] Crevier-Denoix, N., Ravary-Plumioën, B., Vergari, C., Camus, M., Holden-Douilly, L.,
318 Falala, S., Jerbi, H., Desquilbet, L., Chateau, H., Denoix, J. M. and Pourcelot, P. (2013)
319 Comparison of superficial digital flexor tendon loading on asphalt and sand in horses at the
320 walk and trot. *Vet J* **198**, 130-136.
- 321 [21] Baker, S.W., Cook, A. and Binns, D.J. (1998) The effect of soil type and profile
322 construction on the performance of cricket pitches. I. Soil properties and grass cover during
323 the first season of use. *J Turfgrass Sci* **74**: 80-92.

- 324 [22] Saffih-Hdadi, K., Défossez, P., Richard, G., Cui, Y.-J., Tang, A.-M. and Chaplain, V.
325 (2009) A method for predicting soil susceptibility to the compaction of surface layers as a
326 function of water content and bulk density. *Soil Till Res* **105**, 96-103.
- 327 [23] Brosnan, J.T., McNitt, A.S. and Serensits, T.J. (2009) Effects of varying surface
328 characteristics on the hardness and traction of baseball field playing surfaces. *Int Turfgrass*
329 *Soc Res J* **11**: 1-13.
- 330 [24] Buchner, H.H.F., Savelberg, H.H.C.M., Schamhardt, H.C., and Barneveld, A. (1996)
331 Head and trunk movement adaptations in horses with experimentally induced fore- and
332 hindlimb lameness. *Equine Vet J* **28**:71-6.
- 333

5. DISCUSSÃO

Atualmente, o padrão para avaliação de claudicação em cavalos é a classificação subjetiva por meio de escalas, sendo que a mais utilizada é a escala AAEP(1991). Recentemente, a utilização dos métodos objetivos de avaliação de claudicação tem ganhado importância a partir de vários trabalhos realizados com avaliação subjetiva de claudicação seguida da avaliação objetiva. Resultados tem demonstrado que a avaliação subjetiva, mesmo entre especialistas, é apenas ligeiramente aceitável em claudicações de severidade leve (KEEGAN et al., 1998; ARKELL et al., 2006).

A utilização de métodos objetivos de avaliação da claudicação, como os sensores inerciais sem fio, tem sido considerada uma importante ferramenta durante a avaliação clínica por ser de fácil manipulação, apresentar boa repetibilidade de resultados e ser mais sensível que a avaliação subjetiva de claudicação na detecção de claudicações leves (KEEGAN, 2011; KEEGAN et al., 2011; McCracken et al., 2012). Portanto, o uso de métodos de avaliação capazes de proporcionar resultados padronizados e mais confiáveis como esse sistema objetivo de avaliação de claudicação é fundamental em pesquisa.

O temperamento do animal é um fator muito importante neste contexto porque pode interferir de forma substancial nos achados clínicos do exame de claudicação em movimento, principalmente em animais com claudicação leve. É sabido que animais de temperamento sanguíneo podem tornar difícil a identificação do membro claudicante, principalmente, quando a alteração está localizada nos membros torácicos, visto que os movimentos erráticos de cabeça produzidos durante o exame interferem no movimento de pêndulo do pescoço utilizado como um dos indicadores de claudicação para os membros torácicos (ROSS, 2011b). A alta sensibilidade que o sistema a base de sensores inerciais sem fio tem em captar milímetros de assimetria entre os antímeros esquerdo e direito também pode ser altamente influenciada por movimentos erráticos e isso pode prejudicar a avaliação e a confiabilidade dos resultados (KEEGAN et al., 2011).

A utilização de fármacos como acepromazina e xilazina, drogas com potencial tranquilizante e sedativo, respectivamente, se mostraram efetivas no controle de movimentos erráticos, além de não causarem impacto significativo nas variáveis geradas pelo sistema de sensores inerciais sem fio para identificação da claudicação. Os dados obtidos com o uso da acepromazina vão ao encontro dos resultados encontrados por HUBBELL (2004) e TAYLOR & CLARKE (2007) que observaram uma redução na atividade motora espontânea após

tranquilização com acepromazina. A xilazina, um agonista α -adrenérgico também é considerada um potente analgésico, principalmente visceral, não tem demonstrado efeito analgésico sobre o sistema musculoesquelético, como demonstrado em nosso estudo, assim como no conduzido por DYSON & KIDD (1993).

Outro ponto importante do exame clínico é o local onde será conduzido o exame em movimento, visto que o piso no qual os animais são exercitados e treinados possui um efeito importante no surgimento e tipo de lesões. Ou seja, existe uma relação direta do piso onde serão examinados com o tipo de lesão que será exacerbada (ROSS, 2011b). Alguns trabalhos têm sido realizados com diferentes tipos de piso a fim de avaliar a carga em estruturas tendíneas (CREVIER-DENOIX et al., 2013), a pressão exercida pelo casco sobre uma placa de força colocada em superfícies macias (OOSTERLINCK et al., 2014), assim como o efeito de três diferentes tipos de superfícies sobre a flexão/extensão e amplitude de movimento do carpo, tarso e boletos de cavalos (MENDEZ-ANGULO et al., 2014).

No entanto, não se tem conhecimento de trabalhos que abordem a utilização destes sensores inerciais para avaliação de animais em diferentes tipos de superfícies e a possível relação que o tipo de superfície tem sobre o tipo de claudicação e as variáveis geradas pelo software. Nossos resultados demonstraram que o exame em movimento em três diferentes tipos de superfície, independente do diagnóstico, não afeta significativamente as variáveis geradas pelo software, com exceção do número de passos coletados que foi em menor número na superfície de areia. Isso permite dizer que, independente do tipo de claudicação (impacto ou elevação), a ordem com que o exame foi realizado nos três diferentes tipos de superfície não afeta de forma significativa as variáveis geradas pelo software. Assim a escolha por qual tipo de superfície o animal será primeiramente examinado recai sobre a preferência do clínico.

A diferença no número de passos pode ser explicada pela velocidade maior que os animais imprimem na superfície de areia, visto que eles percorrem a mesma distância em um menor tempo devido ao aumento no comprimento do passo e redução no tempo de apoio, quando comparado às demais superfícies testadas (CHATEAU et al., 2010; CHATEAU et al., 2013)

Foi observado que o concreto, a superfície mais firme, identificou um maior número de animais com claudicação de impacto em membros torácicos, concordando com ROSS (2011b), já no membro pélvico foi identificado um maior número de animais com claudicação de elevação, fato este que acreditamos ser em razão destas serem classificadas como claudicações compensatórias em sua maioria. A superfície de grama identificou um maior número de animais com claudicação de elevação nos membros torácicos e um maior número

de claudicação de impacto nos membros pélvicos. Esses resultados não podem ser totalmente explicados, visto que os animais foram avaliados no mesmo momento quanto à claudicação nos membros torácicos e pélvicos e os resultados nos tipos de manifestação da claudicação foram diferentes. O teor de matéria orgânica ou o grau de compactação do solo poderiam ser os responsáveis por um maior ou menor número de claudicações de elevação e impacto, respectivamente (BAKER et al., 1998; BROSINAN et al., 2009; SAFFIHI-HDADI et al., 2009). Contudo acreditamos que o grau de compactação mais acentuado da superfície de grama utilizada possa ser o fator a considerar no elevado índice de claudicação de impacto. Isso se deve ao fato que a superfície em questão pertence ao um campo de polo com anos de construção e que é constantemente usado para treinamento e competição, o que aumenta o grau de compactação.

Acreditamos ainda que mais estudos são necessários a fim de avaliar a influência do tipo de piso em função do tipo de lesão que o animal apresenta (estruturas tendíneas e ligamentares versus estruturas ósseas e articulares).

6. CONCLUSÃO

No primeiro estudo se constatou que o uso de um tranquilizante (acepromazina) ou sedativo (xilazina) nas dosagens recomendadas não interfere na marcha de cavalos com diferentes graus de claudicação e temperamento, submetidos a uma avaliação com sensores inerciais sem fio.

No segundo estudo, podemos concluir que o exame em movimento pode ser realizado em qualquer um dos pisos testados sem necessidade de seguir uma sequência pré-determinada, visto que não houve diferença nas variáveis da avaliação objetiva por sensores inerciais sem fio. Deve se dar atenção para o número de passos coletados na superfície areia, que em geral são em menor número se comparado às demais superfícies.

REFERÊNCIAS

ARKELL, M. et al. Evidence of bias affecting the interpretation of the results of local anesthetic nerve blocks when assessing lameness in horses. **Veterinary Record**, v. 159, p. 346-349, 2006.

BAKER, S. W.; COOK, A.; BINNS, D. J. The effect of soil type and profile construction on the performance of cricket pitches. I. Soil properties and grass cover during the first season of use. **Journal Turfgrass Science**, v. 74: p. 80-92, 1998.

BAXTER, G. M.; STASHAK, T. S. Examination for lameness In: BAXTER, G. M. **Adams and Stashak's lameness in horses**. 6 ed. West Sussex: Blackwell Publishing, 2011. Cap. 3, p. 128-233.

BROSNAN, J. T., MCNITT, A. S.; SERENSITS, T. J. Effects of varying surface characteristics on the hardness and traction of baseball field playing surfaces. **International Turfgrass Society Research Journal**, v. 11: p. 1-13, 2009.

BURN, J. F. Time domain characteristics of hoof-ground interaction at the onset of stance phase. **Equine Veterinary Journal**, v. 38, n. 7, p. 657-663, 2006.

BURN, J. F.; USMAR, S. J. Hoof landing velocity is related to track surface properties in trotting horses. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v. 4, n. 2, p. 37-41, 2007.

CHENEY, J. A.; SHEN, C. K.; WHEAT, J.D. Relationship of racetrack surface to lameness in the thoroughbred racehorse. **American Journal of Veterinary Research**, v. 34, n. 10, p. 1285-1289, 1973.

CHATEAU, H., et al. Biomechanical analysis of hoof landing and stride parameters in harness trotter horses running on different tracks of a sand beach (from wet to dry) and on an asphalt road. **Equine Veterinary Journal**, v. 42 (Suppl. 38), p. 488-495, 2010.

CHATEAU, H., et al. Kinetics of the forelimb in horses circling on different ground surfaces at the trot. **Veterinary Journal**, v. 198, p. 20-26, 2013.

CREVIER-DENOIX, N., et al. Comparison of superficial digital flexor tendon loading on asphalt and sand in horses at the walk and trot. **Veterinary Journal**, v. 198, p. 130-136, 2013.

DYSON, S.; KIDD, L. A comparison of responses to analgesia of the navicular bursa and intra-articular analgesia of the interphalangeal joint in 59 horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 25, p. 93-98, 1993.

GAUGHAN, E. M. Skeletal origins of exercise intolerance in horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 12, p. 517-535, 1996.

GUSTAS, P.; JOHNSTON, C.; DREVEMO, S. Ground reaction force and hoof deceleration patterns on two different surfaces at the trot. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v. 3, n. 4, p. 209–216, 2006.

HUBBELL, J. A. E. Anesthesia of the equine athlete. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. **Equine sports medicine and surgery: basic and clinical sciences of the equine athlete**. Philadelphia: Saunders, 2004. Cap. 59, p. 1167-1178.

JEFFCOTT, L. B. et al. An assessment of wastage in thoroughbred racing from conception to 4 years of age. **Equine Veterinary Journal**, v. 14, n. 3, p. 185–198, 1982.

KEEGAN, K. G. Evidence-based lameness detection and quantification. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.23, p.403-423, 2007.

KEEGAN, K. G. The Lameness Locator (wireless inertial sensors for detection of lameness in horses). In: EUROPEAN SOCIETY OF VETERINARY ORTHOPAEDICS AND TRAUMATOLOGY CONGRESS, 15, 2010, Bologna, Italy. **Proceedings...Italy:ESVOT**, 2010. p.215-217.

KEEGAN, K. G. Objective assessment of lameness. In: BAXTER, G. M. **Adams and Stashak's lameness in horses**. 6 ed. West Sussex: Blackwell Publishing, 2011. Cap. 3, p. 154-164.

KEEGAN, K. G. et al. Evaluation of mild lameness in horses trotting on a treadmill by clinicians and interns or residents and correlation of their assessments with kinematic gait analysis. **American Journal Veterinary Research**, v.59, n. 11, p.1370–1377, 1998.

Keegan, K. G. et al. Repeatability of subjective evaluation of lameness in horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, p. 92-97, 2010.

KEEGAN, K. G. et al. Assessment of repeatability of a wireless, inertial sensor-based lameness evaluation system for horses. **American Journal of Veterinary Research**. v. 72, p. 1156-1163, 2011.

KEEGAN, K. G. et al. Comparison of an inertial sensor system to the stationary force plate for evaluation of horses with bilateral forelimb lameness. **American Journal of Veterinary Research**. v. 73, n. 3, p. 368-374, 2012.

KRAMER, J.; KEEGAN, K. G. Kinematics of lameness. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. **Equine sports medicine and surgery: basic and clinical sciences of the equine athlete**. Philadelphia: Saunders, 2004. Cap. 13, p. 231-246.

LOPES, M. A. F. Detecção de claudicação em equinos com um equipamento portátil à base de sensores inerciais sem fio. **Revista Brasileira de Medicina Equina**, v. 37, p. 10-16, 2011.

MAHER, O.; SNYDER, J. R. Occupation-related Lameness Conditions—Jumping/Eventing/Dressage horses. In: BAXTER, G. M. **Adams and Stashak's Lameness in horses**. 6 ed. West Sussex: Blackwell Publishing, 2011. Cap. 9, p.1242-1332.

McCRACKEN, M. J. et al. Comparison of an inertial sensor system of lameness quantification with subjective lameness evaluation. **Equine Veterinary Journal**, v. 44, n. 6, p. 652-656, 2012.

MENDEZ-ANGULO, J. L., et al. Impact of walking surface on the range of motion of equine distal limb joints for rehabilitation purposes. **The Veterinary Journal**, v. 199, p. 413-418, 2014.

MORRIS, E. A; SEEHERMAN, H. J. Clinical evaluation of poor performance in the racehorse: the results of 275 evaluations. **Equine Veterinary Journal**, v. 23, n. 3, p. 169-174, 1991.

MOYER, W; SPENCER, P. A. A.; KALLISH, M. Relative incidence of dorsal metacarpal disease in young thoroughbred racehorses training on two different surfaces. **Equine Veterinary Journal**, v. 23, n. 3, p. 166-168, 1991.

MURRAY, R.C. et al. Association of type of sport and performance level with anatomical site of orthopaedic injury diagnosis. **Equine Veterinary Journal**, v. 38, n. S36, p. 411-416, 2006.

OOSTERLINCK, M. et al. A preliminary study on pressure-plate evaluation of forelimb toe–heel and mediolateral hoof balance on a hard vs. a soft surface in sound ponies at the walk and trot. **Equine Veterinary Journal**, v. 46, p. 751-755, 2014.

PARKIN, T.D. H. et al. Risk of fatal distal limb fractures among thoroughbreds involved in the five types of racing in the United Kingdom. **Veterinary Record**, n. 154, n. 16, p. 493-497, 2004.

PERKINS, N. R.; REID, S. W.; MORRIS, R. S. Profiling the New Zealand Thoroughbred racing industry. 2. Conditions interfering with training and racing. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 53, n. 1, p. 69-76, 2005.

PLUMB, D. C. Veterinary drug handbook. 3th. ed. Minnesota: Iowa State University Press, 1999: 750p.

ROSS, M. W. Lameness in horses: basic facts before starting. In: ROSS, M. W. & DYSON, S. J. **Diagnosis and management of lameness in the horse**. Philadelphia: Saunders, 2011a. Cap. 2, p. 3-8.

ROSS, M. W. Movement. In: ROSS, M. W. & DYSON, S. J. **Diagnosis and management of lameness in the horse**. 2. ed. Philadelphia: Saunders, 2011b. Cap. 7, p. 64-80.

ROSSDALE, P. D. et al. Epidemiological study of wastage among racehorses 1982 and 1983. **Veterinary Record**, v. 116, n. 3, p. 66-69, 1985.

RUNGSRI, P. K. et al. Use of body mounted inertial sensors to objectively evaluate the response to perineural analgesia of the distal limb and intra-articular analgesia of the distal interphalangeal joint in horses with forelimb lameness. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, n. 8, p. 972-977, 2014.

SAFFI-HDADI, K. et al. A method for predicting soil susceptibility to the compaction of surface layers as a function of water content and bulk density. **Soil and Tillage Research**, v. 105, p. 96-103, 2009.

TAYLOR, P. M.; CLARKE, P. W. Sedation e premedication. In: P.M. TAYLOR, P. M.; CLARKE, P. W. **Handbook of equine anaesthesia**. Saint Louis: Saunders, 2007. Cap. 2, p. 17-31.

WEISHAUP, M. Adaptation strategies of horses with lameness. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 24, p. 79-100, 2008.

ANEXOS

ANEXO A

Journal of Equine Veterinary Science 35 (2015) 27–30



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Equine Veterinary Science

journal homepage: www.jevs.com



Original Research

The Use of Xylazine or Acepromazine Does Not Interfere in the Lameness Evaluation by Inertial Sensors



Marcos da Silva Azevedo^{a,*}, Flávio Desessards De La Côrte^a, Karin Erica Brass^a, Miguel Gallio^a, Ricardo Pozzobon^b, Marco Aurélio Ferreira Lopes^c, Luis Felipe Dias Lopes^d

^aDepartamento de Clínica de Grandes Animais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil

^bDepartamento de Clínica de Grandes Animais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Rio Grande do Sul, Brazil

^cDepartment of Veterinary Medicine and Surgery, College of Veterinary Medicine, Colorado, USA

^dDepartamento de Ciências da Administração, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 23 May 2014

Received in revised form 2 October 2014

Accepted 23 October 2014

Available online 5 November 2014

Keywords:

Horse

Lame

Lameness locator

Objective evaluation

Behavior

ABSTRACT

The purpose was to investigate the influence of the use of acepromazine and xylazine in the gait pattern of horses with different behavior submitted to lameness evaluation using inertial sensors. Seven adult horses with different lameness degree were used. On the first day, the horses were pulled at the trot in a straight line before and 5 minutes after administering acepromazine (0.025 mg/kg IV). The next day, the tests were repeated using xylazine (0.25 mg/kg). The data of Δ 2, DIFFMAX, and DIFFMIN of the forelimb and hind limb were based on specific algorithms for lameness locator. The occurrence of lameness (before and after treatment) was evaluated by Fisher exact test. To analyze the DIFFMAX and DIFFMIN variables, the Wilcoxon test was used. The number of sound horses and presenting forelimb lameness before and after the use of acepromazine remained the same (seven sound and nine lame horses), in hind limbs, there were five sound and 11 lame horses before treatment and eight sound and eight lame horses after treatment. The number of horses considered sound and with forelimb lameness before treatment with xylazine was eight horses for each condition, seven were lame after treatment and nine were sound. Four horses were sound and 12 had hind limb lameness before treatment with xylazine, after treatment, nine were lame and seven remain sound. DIFFMAX and DIFFMIN of fore and hind limbs showed no difference. The use of a tranquilizer or sedative did not interfere with the gait and lameness of horses with different behavior and lameness intensity, evaluated by inertial sensors.

© 2015 Elsevier Inc. All rights reserved.

1. Introduction

Lameness is the major cause of lost training days, early retirement and large economic losses in the horse industry [1,2]. A retrospective study with 138 young Thoroughbred

horses has shown that 67% of the training interruption cases were related to lameness issues [2].

The accuracy of the lameness evaluation is mainly dependent of the expertise level of the examiner, mostly because of the subjective interpretation criteria commonly used to score lameness, such as the variability of the flexion tests or even the real effect evaluation of anesthetic blocks performed (intra-articular or perineural) [3].

The Lameness locator (LL; Equimove, ELM) is a system based on the wireless transmission of data through inertial

* Corresponding author. E-mail: Marcos da Silva Azevedo, Departamento de Clínica de Grandes Animais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil.

E-mail address: mazzam_vet@yahoo.com.br (M. da Silva Azevedo).