



**Maria Jorge Vaz de Barros dos Santos**

**Análise angular e simetria dos ângulos definidos  
pela apófise sacral e tuberosidade coxal em cavalos  
com claudicação dos membros posteriores**

**Orientador:** Professor Doutor João M. C. S. Abrantes

**Co-Orientador:** Dr. José Prazeres

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa

2021

**Maria Jorge Vaz de Barros dos Santos**

**Análise angular e simetria dos ângulos definidos  
pela apófise sacral e tuberosidade coxal em cavalos  
com claudicação dos membros posteriores**

Dissertação defendida em provas públicas para a obtenção de Grau de Mestre em Medicina Veterinária no curso de Mestrado integrado em Medicina Veterinária conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, no dia 17 de dezembro de 2021, com o Despacho de Nomeação de Júri N<sup>o</sup> 347/2021, de 7 de dezembro de 2021 com a seguinte composição:

**Presidente:** Prof. Doutora Sofia Van Harten

**Arguente:** Prof. Doutora Susana Monteiro

**Orientador:** Prof. Doutor João M. C. S. Abrantes

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

2021

Os cavalos têm outra passada, quase sem tocar na terra.  
Evoluem no sertão como se fossem nuvens riscando os céus.

Mia Couto.

## Agradecimentos

A realização desta dissertação é uma longa viagem de 6 anos, que incluiu um percurso permeado por inúmeros desafios, incertezas, alegrias e de alguns percalços pelo caminho. Chegar até aqui só foi possível com o apoio de várias pessoas e algumas instituições às quais com o maior carinho pretendo mostrar o meu profundo agradecimento:

À Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona, pelas condições de aprendizagem e trabalho proporcionados, desde o excelente corpo docente, aos conteúdos lecionados e ao equipamento disponibilizado.

À Diretora da FMV-ULHT, Dra. Laurentina Pedroso, pelo exemplar e contínuo esforço para garantir que os alunos do Mestrado de Medicina Veterinária tivessem acesso aos conteúdos e métodos mais credenciados no mercado, por todo o apoio que me deu ao longo de 5 anos de curso, como delegada, por todas as chamadas e reuniões marcadas sempre com o propósito de ajudar os seus alunos.

Aos Orientador Dr. João Abrantes e Co-orientador Dr. José Prazeres, por todo o apoio e ajuda que me proporcionaram ao longo desta dissertação, transmitindo-me sempre os seus grandes conhecimentos, sem os quais não seria possível a realização deste estudo.

Ao Hospital Veterinário Escolar de Santo Estevão, no qual trabalhei 2 anos como bolseira agradecendo, todos os conhecimentos e ensinamentos transmitidos ao longo deste percurso, bem como a disponibilidade do local para a realização desta dissertação e em especial ao Dr. João Borges e à Dra. Ana Cabete, pela ajuda na recolha de dados e permanente disponibilidade para me apoiarem no que fosse preciso.

Aos meus parceiros de curso Luís de Castro, Sofia Trindade, Catarina Costa e Margarida Silva, que considero família, estiveram sempre presentes nos bons e maus momentos da minha vida, prontos para me dar um abraço ou limpar uma lágrima, a eles, devo muito.

À minha amiga Alexandra Fernandes por toda a ajuda e apoio, sem os seus conselhos e sem a sua ajuda nada disto poderia ter sido alcançado.

À minha família, em especial à minha mãe, por todo o apoio dado e por nunca me ter deixado desistir deste sonho, mesmo quando as coisas não corriam como eu queria, sem ela nada disto seria possível.

E por último ao meu pai, apesar de já não estar cá, foi também por ele que arranjei forças para continuar a lutar por este sonho, onde ele estiver, sei que estará orgulhoso de mim.

## Resumo

Um dos principais motivos de consulta em medicina desportiva são as claudicações. As claudicações são frequentemente uma manifestação clínica de patologias músculo-esqueléticas sendo comuns em cavalos de desporto. Para avaliar um problema músculo-esquelético é realizado um exame locomotor. O médico veterinário começa por avaliar o movimento do equino e, pela observação direta, retira conclusões nomeadamente de que membro é que o cavalo claudica e qual o grau de claudicação que apresenta. Os procedimentos clínicos seguintes dependerão de cada caso individualmente.

Apesar da experiência comprovada dos médicos veterinários em diagnosticar por observação visual direta, o presente trabalho tem como objetivo conceptual compreender como pode uma análise baseada em metodologias quantitativas, no âmbito da Biomecânica Equina, contribuir para encontrar um exame complementar que suporte objetivamente as decisões clínicas.

O objetivo operacional do presente estudo foi a deteção de assimetrias em cavalos que apresentavam claudicação dos membros posteriores (n=11) confrontando os dados da respetiva cinemática com uma amostra de cavalos controlo (n=14), clinicamente saudáveis. A metodologia quantitativa associada à cinemática angular constitui o instrumento de medida das deslocações associadas à garupa. Os deslocamentos da garupa do lado direito tiveram como critério de medida o ângulo entre a horizontal e a linha formada entre a apófise sacral e a tuberosidade coxal direita e os deslocamentos da garupa do lado esquerdo tiveram como critério de medida o ângulo entre a horizontal e a linha formada entre a apófise sacral e a tuberosidade coxal esquerda.

Em conclusão podemos verificar que o método utilizado tem a capacidade de adquirir resultados para análise cinemática e adquirir resultados satisfatórios relativos à presença de assimetrias em cavalos que apresentavam claudicação dos membros posteriores. Conseguiu-se comprovar que os cavalos que apresentavam claudicação nos membros posteriores a trote, apresentavam um aumento na amplitude no membro em que claudicava. Já no passo os cavalos controlo e os cavalos em estudo tiveram resultados semelhantes de assimetrias. É necessário realizar mais estudos, relativamente à análise quantitativa dos membros posteriores, tentando deste modo encontrar metodologias que permitam diminuir possíveis erros na observação e avaliação subjetiva das claudicações.

**Palavras – chave:** claudicação membros posteriores, deslocamento da garupa, cinemática angular, biomecânica equina, simetria dos ângulos definidos pela apófise sacral e tuberosidade coxal em cavalos com claudicação.

## Abstract

One of the main reasons for consulting in sports medicine is lameness. Lameness is often a clinical manifestation of musculoskeletal disorders being common in sport horses. To assess a musculoskeletal problem, a locomotor exam is performed. The veterinarian begins by evaluating the movement of the horse and, by direct observation, draws conclusions, namely which limb the horse is lame and what degree of lameness it presents. The following clinical procedures will depend on each case individually.

Despite the proven experience of veterinarians in diagnosing by direct visual observation, the present work has the conceptual objective to understand how an analysis based on quantitative methodologies, within the scope of Equine Biomechanics, can contribute to finding a complementary exam that objectively supports clinical decisions.

The operational objective of the present study was the detection of asymmetries in horses that presented lameness of the hind limbs (n=11) comparing the respective kinematics data with a sample of clinically healthy control horses (n=14). The quantitative methodology associated with angular kinematics is the instrument for measuring the displacements associated with the croup. Displacements of the right croup had as measurement criterion the angle between the horizontal and the line formed between the sacral apophysis and the right coxal tuberosity and displacements of the left croup had as measurement criterion the angle between the horizontal and the line formed between the sacral apophysis and the left coxal tuberosity.

In conclusion, we can verify that the method used has the ability to acquire results for kinematic analysis and to acquire satisfactory results related to the presence of asymmetries in horses that presented lameness of the hind limbs. It was possible to prove that the horses that presented lameness in the posterior limbs at trot, presented an increase in the amplitude in the limb in which it was lame. In the step, the control horses and the horses under study had similar results of asymmetries.

It is necessary to carry out more studies regarding the quantitative analysis of the hind limbs, thus trying to find methodologies that allow to reduce possible errors in the observation and subjective assessment of lameness.

**Keywords:** hindlimb lameness, Hip displacement, angular kinematics, equine biomechanics, symmetry of angles defined by the sacral apophysis, and coxal tuberosity in lame horses.

## Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos:

% - Percentagem

AAEP - American Association of Equine Practitioners

AP – Anestesia Perineural

TFDP – Tendão Flexor Digital Profundo

AIA – Anestesia Intra articular

ED – Ecografia Diagnóstica

TFDS – Tendão Flexor Digital Superficial

LS – Ligamento Suspensor

LSD – Ligamento Sesamoide Distal

LATFDP – Ligamento Acessório do Tendão Flexor Digital Profundo

USMT – Ultrassonografia do Metatarso

MT – Metatarso

ATMT – Articulação Tarso Metatarsal

RM - Ressonância Magnética

RF – Radiofrequência

AINES – Anti-Inflamatório Não Esteroide

AH – Acido Hialurónico

IV – Intravenoso

GAG – Glicosaminoglicanos

PSGAGS – Glicosaminoglicanos Polissulfatados

IM – Intramuscular

IA – Intra-articular

OA – Osteoartrite

BPs – Bifosfonatos

TCEM – Terapia de Células Estaminais Mesenquimatosas

CEMs – Células Estaminais Mesenquimatosas

MO-CTMs – Medula Óssea – Derivada de Células Tronco Mesenquimatosas

CMs – Células Mesenquimatosas

PRP – Plasma Rico em Plaquetas

TOCE – Terapia por Ondas de Choque Extracorpórea

AS – Artrite Séptica

DLS – Desmite do Ligamento Suspensor

OCD – Osteocondrite Dissecante

XIX – Vinte e um



ml - Mililitros

cm - Centímetros

HVEE – Hospital Veterinário Escolar Equinos

Fps – Imagens por segundo

TOPR – Terapia por ondas de pressão radial

Et al. -- E outros

ASI – Assimetria

TC – Tomografia Computorizada

CN – Cintigrafia Nuclear

|  |    |
|--|----|
| Índice   |    |
| Índice de Figuras .....  | 11 |
| Índice de Gráficos.....  | 12 |
| Índice de Tabelas .....  | 13 |
| Capítulo I - Breve descrição das atividades desenvolvidas durante o estágio..... | 14 |
| Capítulo II – Revisão Bibliográfica .....  | 15 |
| 1. Anatomia dos membros posteriores.....   | 15 |
| 1.1 Base osteológica.....  | 15 |
| 1.2 Articulações do membro pélvico.....  | 16 |
| 1.3 Músculos do membro pélvico.....  | 17 |
| 1.4 Tendões e ligamentos do membro pélvico.....                                  | 18 |
| 1.5 Inervação, artérias e veias do membro pélvico.....                           | 18 |
| 2. Claudicações dos membros posteriores.....                                     | 19 |
| 2.1 Exame locomotor .....  | 19 |
| 2.1.1 Exame estático.....  | 19 |
| 2.1.2 Exame claudicação .....  | 20 |
| 2.1.2.1 Tabela de grau de claudicações.....                                      | 20 |
| 2.1.2.2 Fases de apoio do membro .....   | 21 |
| 3. Meios complementares de diagnóstico .....                                     | 22 |
| 3.1 Bloqueios anestésicos.....   | 22 |
| 3.1.1 Tipo de anestésico local .....   | 22 |
| 3.1.2 Anestesia perineural .....   | 22 |
| 3.1.3 Anestesia intra-articular .....  | 23 |
| 3.1.3.1 Anestesia intra-sinovial.....  | 24 |
| 3.2 Radiografia.....   | 24 |
| 3.3 Ecografia .....  | 24 |
| 3.4 Ressonância Magnética .....  | 25 |
| 3.5 Tomografia Computorizada .....   | 25 |
| 3.6 Cintigrafia Nuclear .....  | 26 |
| 3.7 Termografia.....   | 26 |
| 3.8 Biomecânica como meio de diagnóstico.....                                    | 26 |
| 3.8.1 Tecnologias de apoio à análise cinemática.....                             | 27 |
| a) Marcadores .....  | 27 |
| b) Sistema fotográfico .....   | 27 |
| c) Sistema optoelectrónico .....   | 27 |
| d) Sistema de tecnologia inercial .....  | 28 |

|  |    |
|--|----|
| e) Acelerómetros, giroscópios e magnetómetros .....  | 28 |
| 4. Patologias mais comuns associadas a claudicações dos membros<br>posteriores. ....                     | 28 |
| 4.1 Patologias ósseas e articulares mais comuns.....   | 28 |
| 4.2 Patologias de tecidos moles mais comuns.....   | 29 |
| 5. Terapêuticas.....   | 30 |
| 5.1 Convencionais. ....  | 30 |
| 5.1.1 Terapêutica sistêmica ou parenteral.....   | 30 |
| 5.1.2 Glicosaminoglicano polissulfatado .....  | 31 |
| 5.1.3 Ácido hialurónico.....   | 31 |
| 5.1.4 Bifosfonatos .....   | 31 |
| 5.2 Medicina regenerativa.....   | 32 |
| 5.2.1 Terapia com células-estaminais mesenquimatosas.....  | 32 |
| 5.2.2 Medula Óssea – derivada de células-estaminais mesenquimatosas....                                  | 32 |
| 5.2.3 Plasma rico em plaquetas.....  | 32 |
| 5.3 Complementar .....   | 33 |
| 5.3.1 Terapia por ondas de choque extracorpórea e terapia por ondas de<br>pressão radial.....            | 33 |
| 5.3.2 Fisioterapia e Reabilitação - Terapia térmica, Terapia manuais,<br>Crioterapia e Hidroterapia..... | 33 |
| 6. Justificação do estudo .....  | 34 |
| 7. Objetivo do estudo .....  | 35 |
| Capítulo III – Análise cinemática do deslocamento angular dos membros<br>posteriores. ....               | 36 |
| 1. Caracterização do estudo .....  | 36 |
| 2. Amostra do estudo .....   | 36 |
| 3. Critérios de inclusão .....   | 36 |
| 4. Material e Métodos .....  | 36 |
| 4.1 Configuração experimental.....   | 36 |
| 4.1.1 Local das filmagens.....   | 38 |
| 4.1.1 Colocação dos marcadores no animal.....  | 38 |
| 4.1.2 Filmagens e Digitalização .....  | 39 |
| 4.2 Critérios de medida .....  | 39 |
| 5. Processamento dos dados e análise estatística .....   | 41 |
| 5.1 Validação da amostra em estudo.....  | 42 |
| 6. Resultados.....   | 43 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 6.1 Amostra controlo.....  | 43 |
| 6.1.1 Passo.....           | 45 |
| 6.1.2 Trote.....           | 46 |
| 6.2 Amostra em estudo..... | 46 |
| 6.2.1 Passo.....           | 47 |
| 6.2.2 Trote.....           | 48 |
| 7. Discussão.....          | 50 |
| 8. Conclusão.....          | 55 |
| Bibliografia.....          | 56 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Representação do osso coxal de um equino.....  | 15 |
| Figura 2. Representação osteológica do membro posterior de um equino .....   | 16 |
| Figura 3. Articulações do membro posterior de um equino.....   | 17 |
| Figura 4. Músculos do membro posterior de um equino.....   | 17 |
| Figura 5. Representação de Tendões e ligamentos do membro posterior de um equino .....   | 18 |
| Figura 6. “Stance Phase” – fase de apoio .....   | 21 |
| Figura 7. “Swing Phase” – fase de suspensão .....  | 21 |
| Figura 8. Bloqueio do nervo digital palmar .....   | 23 |
| Figura 9. Bloqueio sesamoide abaxial .....   | 23 |
| Figura 10. Bloqueio em semi-anel .....   | 23 |
| Figura 11. Bloqueio intra-articular anestésico na articulação tarsometatarsal .....  | 23 |
| Figura 12. Bloqueio intra-articular anestésico na articulação tarsocrural .....  | 23 |
| Figura 13. Ressonância magnética .....   | 25 |
| Figura 14. Locais mais comuns para colocação de marcadores na pele para análise cinemática.....  | 27 |
| Figura 15. Radiografia da lesão de osteoartrite da articulação coxofemoral .....   | 29 |
| Figura 16. Radiografia de esparvão ósseo.....  | 29 |
| Figura 17. Tendinite do tendão flexor digital superficial.....   | 30 |
| Figura 18. Desmíte do ligamento suspensor do boleto.....   | 30 |
| Figura 19. Marcadores. ....  | 37 |
| Figura 20. Material utilizado .....  | 37 |
| Figura 21. Tripé .....   | 37 |
| Figura 22. Local das filmagens. ....   | 38 |
| Figura 23. Outro exemplo de local de filmagens.....  | 38 |
| Figura 24. Colocação dos marcadores “Pearl Markers” em diversos cavalos. ....  | 39 |
| Figura 25. Análise de vídeo no programa kinovea.....   | 40 |
| Figura 26. Frequência de exportação – 4 centésimos de segundo .....  | 40 |
| Figura 27. Modo de desentrelaçar .....   | 40 |
| Figura 28. Obtenção de coordenadas cartesianas no programa Digitize XY 3.0 .....   | 41 |
| Figura 29. A) Obtenção de resultados no excel. Folha de registo das coordenadas retiradas do DigitizeXY 3.0 durante as fases de apoio e de suspensão de uma filmagem com uma passada. B) Ângulos obtidos a partir da tuberosidade coxal esquerda durante as fases de apoio e suspensão.Fonte: A autoria da discente..... | 41 |

Índice de gráficos

Gráfico 1. Casuística de casos assistidos na clínica de Santo estevão durante o estágio curricular ..... 14

## Índice de Tabelas

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. Tabela americana de graus de classificação de claudicação .....      | 21 |
| Tabela 2. Caracterização da amostra controlo .....                             | 44 |
| Tabela 3. Resultados do passo dos cavalos controlo .....                       | 45 |
| Tabela 4. Resultados do trote dos cavalos controlo .....                       | 46 |
| Tabela 5. Caracterização da amostra em estudo .....                            | 47 |
| Tabela 6. Resultados do passo dos cavalos em estudo que claudicam do MPE ..... | 48 |
| Tabela 7. Resultados do passo dos cavalos em estudo que claudicam do MPD ..... | 48 |
| Tabela 8. Resultados a trote dos cavalos em estudo que claudicam do MPE .....  | 49 |
| Tabela 9. Resultados a trote dos cavalos em estudo que claudicam do MPD .....  | 49 |

## Capítulo I - Breve descrição das atividades desenvolvidas durante o estágio.

Para a conclusão do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária foi realizado o estágio curricular, no Hospital Veterinário Escolar de Equinos (HVEE) da FMV-ULHT, entre os meses de outubro 2020 e fevereiro de 2021, sob a orientação clínica do Dr. José Prazeres, e com o acompanhamento da atividade clínica do Dr. João Borges, pertencente ao corpo clínico da referida clínica. O HVEE atua prestando cuidados veterinários de primeira linha a nível médico e cirúrgico nas mais variadas áreas da medicina de equinos. O HVEE funciona como centro hospitalar escolar e disponibiliza um serviço de clínica ambulatoria, através do qual é feito o atendimento imediato aos seus clientes particulares. A HVEE funciona também como centro hospitalar de referência pelo que muitos dos casos observados durante o período de estágio foram consultas de segunda opinião relativas a afeções músculo-esqueléticas, do aparelho respiratório, e, maioritariamente do foro gastrointestinal.

Durante o meu estágio no HVEE tive a possibilidade de acompanhar quarenta e sete casos clínicos, de diferentes especialidades médicas, conforme descrito no gráfico seguinte (Gráfico 1). O sistema locomotor representa 65% dos casos e este divide-se em 36% para biomecânica, 25% para o sistema músculo-esquelético, 2% para cirurgia músculo-esquelética e por fim 2% para exames de ato de compra. O sistema gastrointestinal representa 10%, Oftalmologia representa 2%, Cirurgia abdominal representa 11%, cirurgia ortognática representa 2% e por último odontologia representa 10%.

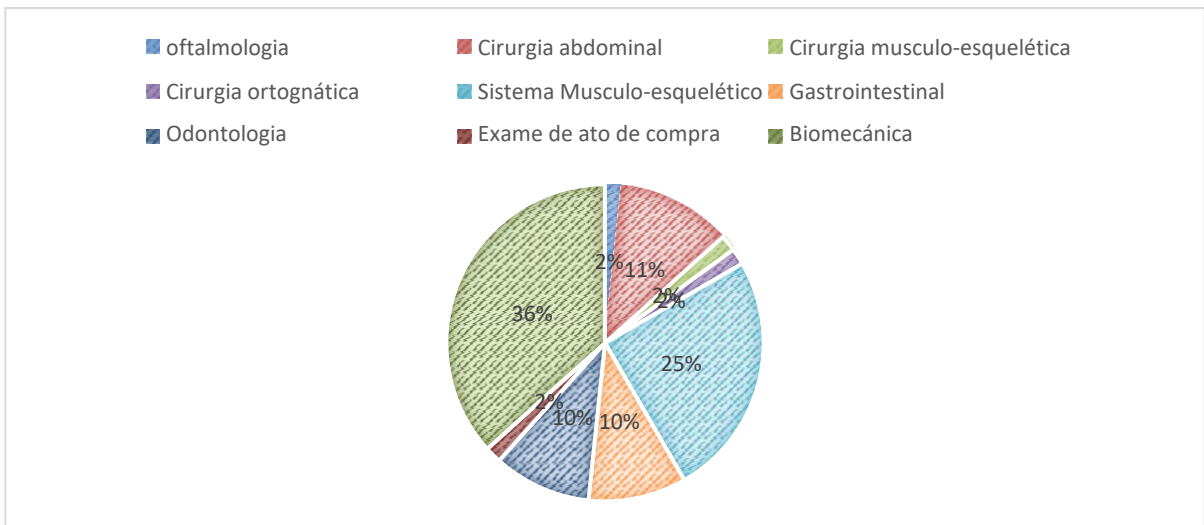


Gráfico 1 – Representação dos quarenta e sete casos clínicos pelos diferentes Sistemas do equino.



## Capítulo II – Revisão Bibliográfica

### 1. Anatomia do membro pélvico

#### 1.1 Base Osteológica

O membro pélvico consiste num conjunto de ossos, tais como: a pélvis óssea, fêmur, tíbia e fíbula, patela, ossos do tarso, ossos metatársicos, ossos sesamoides (proximal e distal) e falanges (proximal, média e distal) (Pilliner, et al, 2009). A pélvis óssea é constituída por um amplo anel ósseo, cuja estrutura reflete o seu amplo espectro funcional (König & Liebich, 2016). A pélvis é composta por dois ossos coxais (*Ossa coxae*), ventralmente unidos na sínfise pélvica (*Synphysis pélvica*) e dorsalmente fixos em ambos os lados por uma articulação sinovial plana com o osso sacro (König & Liebich, 2016). Cada osso coxal é composto por três ossos: ílio, púbis e o ísquio, que se fundem num só. Estes unem-se no acetábulo, que se articula com a cabeça do fêmur para formar a articulação coxo-femural (Pilliner, et al., 2009).

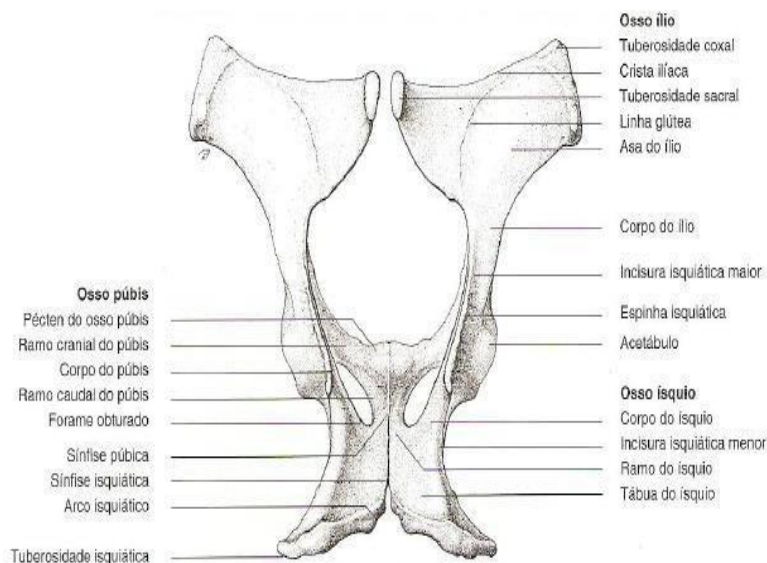


Fig 1. Osso coxal de um equino. Adaptado de: (König & Liebich, 2016)

O fêmur é o maior de todos os ossos longos, desempenhando funções essenciais de suporte do peso, e é composto pelo trocanter maior, menor e terceiro trocanter. A tíbia e a fíbula são dois ossos de resistências diferentes. A fíbula não alcança o côndilo distal do fêmur, sendo a tíbia o único suporte do peso nesta zona (König & Liebich, 2016).

A patela comporta-se como um osso sesamoide, e está associada à soldra, sendo o equivalente ao da rótula humana (Pilliner, et al., 2009). Nos equinos, a sua superfície medial apresenta uma expansão cartilágnea, denominada por fibrocartilagem parapatelar medial (König & Liebich, 2016). Os ossos do tarso ou curvilhão consistem em seis a sete ossos társicos curtos e planos dispostos em três fileiras: uma fileira proximal, uma fileira média e

uma fileira distal (Pilliner, et al., 2009). A fileira proximal articula-se com cóclea da tibia como articulação tarsocrural, da mesma maneira a fileira distal articula-se com os ossos metatársicos na articulação tarsometatársica (König & Liebich, 2016).

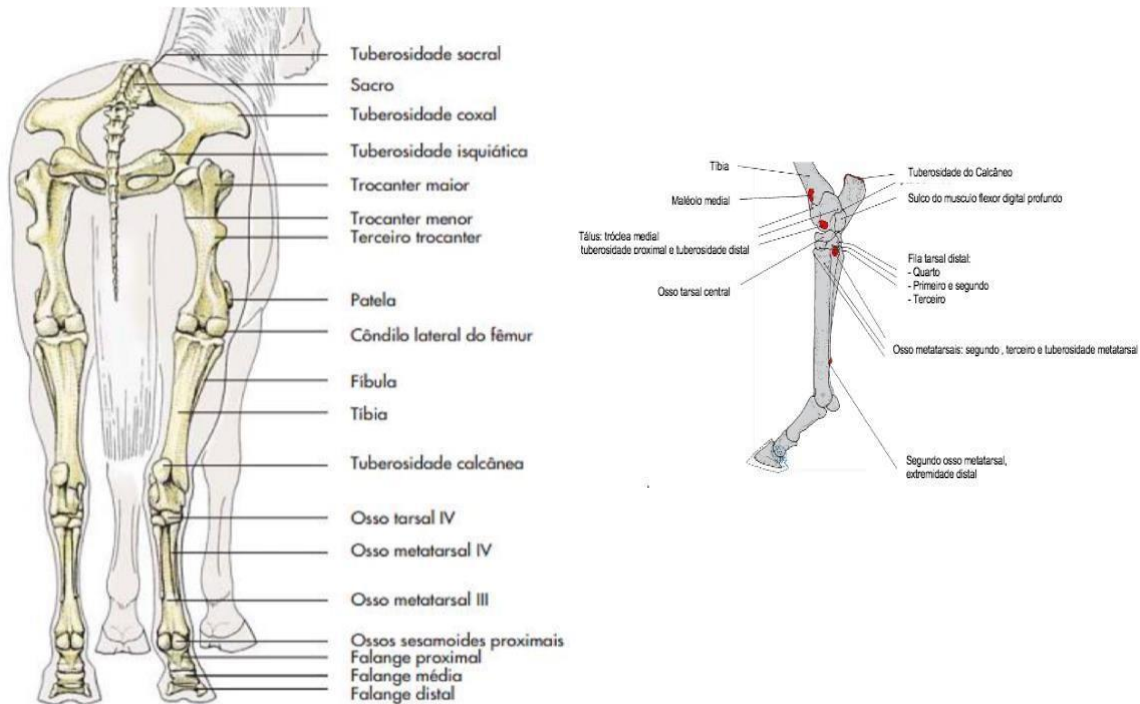


Fig 2. Representação osteológica do membro posterior de um equino. Adaptado de: (König & Liebich, 2016; Ashdown & Done, 2011).

## 1.2 Articulações do membro pélvico

O membro pélvico é constituído pelas seguintes articulações: articulação sacroilíaca, articulação femoro-tibio-patelar, articulação tibiotársica, articulação metatarso-falângica e articulação interfalângica proximal e distal. A articulação femoro-tibio-patelar é composta por duas articulações, a articulação femorotibial que se situa entre o fémur e a tibia e a articulação femoropatelar que se situa entre o fémur e a patela (König & Liebich, 2016). A articulação do curvilhão é composta por 7 articulações, nomeadamente articulação tarsocrural, articulação talocalcanea, articulação talocalcanea central e quartal, articulação centrodistal, articulação tarsometatársica e articulações intertársicas (Budras, et al., 2012; König & Liebich, 2016).

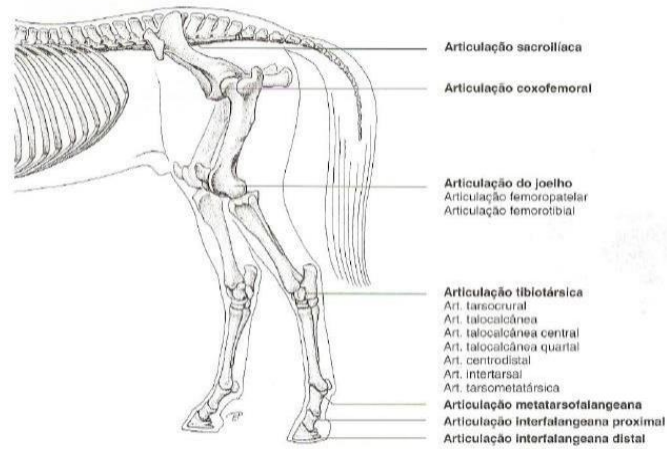


Fig.3: Articulações do membro posterior de um equino. Adaptado de: (König & Liebich, 2016).

### 1.3 Músculos do membro pélvico

Os músculos pertencentes ao membro pélvico são: glúteos, bíceps femoral, músculo semitendinoso, músculo semimembranoso, músculo grácil, músculos extensores digitais e o músculo gastrocnémio. O bíceps femoral tem uma função extensora e abduzora do membro posterior, ou seja, participa na ação de propulsão, elevação e no movimento de coices (Pilliner, S., et al., 2009). O músculo semitendinoso vai atuar como extensor das articulações coxofemoral, femoropatelar, femorotibial e tibiotársica. Na fase de propulsão este flexiona a patela, aduzindo e recuando as extremidades. Na fase de propulsão o músculo semimembranoso atua como adutor das extremidades (König & Liebich, 2016). O músculo gastrocnémio fornece a função de extensão na articulação tibiotársica e auxilia na flexão da patela (Pilliner, S., et al., 2009).



Fig.4: Músculos do membro posterior de um equino. Adaptado de: (König & Liebich, 2016).

#### 1.4 Tendões e ligamentos do membro pélvico

O esforço dos músculos intrínsecos dos membros dos cavalos é bastante reduzido, devido à presença de tendões e ligamentos. Estes ajudam a estabilizar as articulações numa posição adequada para o suporte do corpo do cavalo (Budras, et al., 2012).

Os membros posteriores são constituídos por tendões e ligamentos tais como o tendão flexor digital superficial, tendão flexor digital profundo, ligamento acessório do tendão flexor digital, ligamento acessório, ligamento suspensor do boleto e tendão extensor digital longo como representado da (figura 5) (Pilliner, et al., 2009; Budras, et al., 2012; Stashak, 2013).

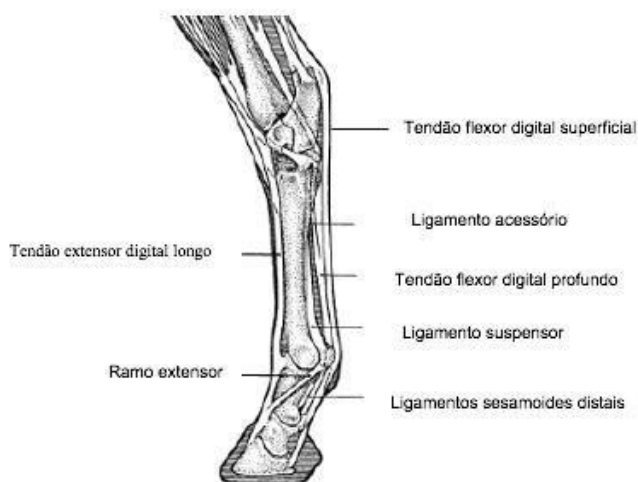


Fig.5 : Representação de tendões e ligamentos do membro posterior de um equino. Adaptado de: (Stashak, 2013).

#### 1.5 Inervação, Artérias e Veias do membro pélvico

O membro pélvico, incluindo a garupa, é inervado pelos nervos cuneais craniais, médio e caudal, pelos ramos ventrais do primeiro e segundo nervo lombares, pelo o nervo femoral cutâneo lateral, medialmente pelo o nervo genitofemoral e caudalmente pelo o nervo femoral cutâneo caudal, craniolateralmente pelo nervo fibular comum e caudomedialmente pelo nervo tibial, e originam-se respetivamente em nervos espinhais lombar, sacral e caudal. A enervação cutânea do membro é fornecida medialmente pelo nervo safeno, craniolateralmente pelo nervo fibular comum e caudomedialmente pelo nervo tibial (Budras, et al., 2012).

A superfície medial e lateral do metatarso e do dedo recebe a inervação cutânea do nervo safeno e mais distalmente por ramos dos nervos tibial e fibular. A superfície dorsal é fornecida pelos nervos metatarsais dorsais que são ramos do nervo fibular profundo. Já a

superfície plantar é constituída pelos nervos plantares mediais e os nervos digitais lateral e medial (Budras, k., et al., 2012).

O fornecimento de sangue e o seu retorno ao membro pélvico dá-se através dos vasos ilíacos externos. O membro do equino possui a veia digital dorsal comum II do metatarso que acaba se por unir à veia plantar medial, pelos ramos caudais da veia safena medial, pela veia tibial caudal, veia safena lateral, pelas veias plantares medial e lateral. A artéria safena anastomosa-se com a artéria tibial caudal e dá origem às artérias plantares medial e lateral (Budras, k., et al., 2012).

## 2. Claudicações dos membros posteriores

A claudicação é indiscutivelmente um dos problemas médicos mais importantes em equinos (Keegan, 2007). Esta condição é definida como um movimento anormal causado por fatores estruturais ou funcionais do aparelho locomotor. Equinos sem patologias movem-se em equilíbrio e possuem um movimento simétrico, enquanto equinos com patologias tendem a ter andamentos assimétricos. A claudicação é um sinal clínico e não uma doença em si, manifestando-se a partir de uma disfunção mecânica ou défice neuromuscular (Davidson, 2018).

A idade, o sexo, a raça e a aptidão são fatores que influenciam a predisposição de certas causas subjacentes de claudicação. Por exemplo, cavalos de corrida são propensos a fraturas por stress, devido aos treinos de alta intensidade, enquanto que cavalos de desporto mais velhos são propensos a osteoartrite e outras condições músculo-esqueléticas (Davidson, 2018).

### 2.1 Exame Locomotor

O exame locomotor compreende o exame estático e o exame dinâmico. O exame estático geralmente é realizado antes de se observar o animal no exame dinâmico (Baxter, 2011).

#### 2.1.1 Exame Estático

O exame estático consiste num exame físico abrangente, começando com uma inspeção visual e avaliação da conformação, assim como uma avaliação do comportamento, postura e simetria corporal (Davidson, 2018). Neste também é realizado palpação das estruturas a avaliar, avaliação do pulso digital e utilização da pinça de cascos.

## 2.1.2 Exame de claudicação

O exame dinâmico tem como objetivo a avaliação do equino em movimento: a passo e a trote, permitindo ao clínico a oportunidade de analisar de que membro é que o equino claudica e a gravidade da claudicação (Baxter, 2011; Davidson, 2018).

O exame de claudicação, geralmente começa com o equino a passo e, posteriormente, a trote em linha reta, seguindo-se a realização de círculos numa superfície dura e numa superfície mole. Para obtenção de uma resposta mais precisa, realizam-se testes de flexão, que por sua vez podem ser seguidos de analgesia diagnóstica (Hinchcliff, K. W., et al., 2014; Hardeman, et al., 2019). Durante o trote a cabeça deve ter liberdade de movimento, para que possa ser avaliada a sua posição e do pescoço. As superfícies ideais para a realização do exame em linha reta devem ser planas, firmes e não escorregadias. O cavalo deve ser observado enquanto trotta, avaliando o movimento dos posteriores e garupa à medida que se afasta, e de novo no trote em sentido contrário, quando se aproxima de novo do observador. (Hinchcliff, K. W., et al., 2004; Davidson, 2018).

### 2.1.2.1 Tabela de graus de claudicações

Existem diversas maneiras de classificar a claudicação em equinos.

Na América do Norte, o sistema de claudicação mais comum de pontuação é de 0 a 5 da *American Association of Equine Practitioners* (AAEP) (Hinchcliff, K. W., et al., 2004; Davidson, 2018; Baxter, 2011) Embora útil, este sistema tem limitações, porque classifica a claudicação tanto no passo como no trote, não tendo em consideração o facto do cavalo poder apresentar uma patologia no passo e não no trote, ou vice-versa. No Reino Unido, é usado um sistema de pontuação subjetiva de 0 a 10. O zero, indica que o cavalo está sem patologia e o 10 indica uma completa incapacidade de uso do membro (Davidson, 2018).

Na maioria dos casos existe uma claudicação primária. A claudicação pode ainda ser secundária resultando da sobrecarga como consequência da claudicação primária. A claudicação também pode ser classificada de acordo com o momento em que a mesma ocorre ou é observada na passada (Baxter, 2011).

| AAEP   |   |
|--------|---|
| Grau 0 | Não é perceptível a claudicação   |
| Grau 1 | Difícil de observar e inconsistente independentemente das condições   |
| Grau 2 | Difícil de observação a passo ou a trote em linha reta, mas é consistente em certas condições (círculos, inclinações e superfícies duras) |
| Grau 3 | Observável a trote consistentemente em quaisquer condições  |
| Grau 4 | A claudicação é óbvia a passo (marcação da claudicação com a cabeça movimento da cabeça, coxear ou passada curta)                         |
| Grau 5 | Apoio mínimo em repouso ou em movimento; incapacidade de andar  |

Tabela 1. Tabela americana de graus de classificação de claudicação. Adaptado: (American Association of Equine Practitioners, 1999)

#### 2.1.2.3 Fases de movimento do membro do equino

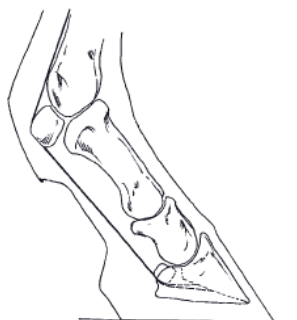


Fig. 6: “Stance Phase” – fase de apoio: (Baxter, 2011).

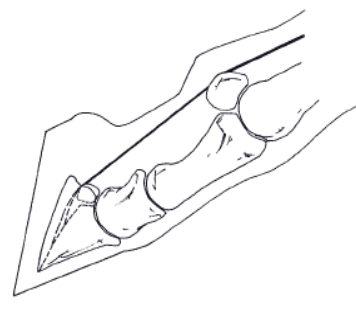


Fig. 7: “Swing Phase” – fase de suspensão: (Baxter, 2011).

O ciclo de movimento do membro compreende duas fases: a primeira é a fase de apoio (figura 6), quando o casco está em contato com o solo, e a segunda é a fase de suspensão (figura 7), no qual o casco não tem qualquer contato com o solo (Leach, et al., 1984; Baxter, 2011).

### 3. Meios complementares de diagnóstico

#### 3.1 Bloqueios anestésicos

A anestesia regional é um meio de diagnóstico complementar e é frequentemente usado para identificar o segmento responsável pela claudicação. A anestesia regional, pode ser usada para fornecer alívio temporário da dor crónica (Moyer, et al., 2007; Schumacher & Boone, 2019). Fazem parte da anestesia regional os bloqueios perineurais (atuam em nervos específicos de forma a dessensibilizar certas regiões do membro), bloqueios intra-articulares e ainda os bloqueios intra-lesionais (em locais próximos de suspeita de lesão).

##### 3.1.1 Tipo de anestésicos local

Os agentes anestésicos locais mais utilizados na analgesia diagnóstica em cavalos na Europa, são a lidocaína a 2% e a mepivacaína a 2%. A lidocaína é um anestésico local de curta duração com rápido início de ação. A mepivacaína apresenta uma menor atividade vasodilatadora, em certas partes do mundo a mepivacaína está menos disponível e os agentes anestésicos locais que acabam por ser mais utilizados são a lidocaína a 2% e bupivacaína a 0,5% (Baller & Hendrickson, 2002; Schumacher & Boone, 2019). A bupivacaína é o anestésico local mais potente e duradouro, este tende a ter um início de ação mais lento, mas com uma duração de 3 a 8 horas (Baller & Hendrickson, 2002).

##### 3.1.2 Anestesia Perineural

A anestesia perineural (AP) é normalmente realizada da distal para proximal (Baxter, 2011). Os principais bloqueios a serem realizados são: bloqueio do nervo digital plantar (figura 8), bloqueio sesamoide abaxial (figura 9) e bloqueio do seis pontos baixos. Se a claudicação do equino não melhorar após o bloqueio do nervo digital plantar, poderá realizar-se um bloqueio em semi-anel em torno do metatarso (figura 10), de forma a anestesiar os ramos dorsais do nervo digital que enervam o pé. Normalmente nestes bloqueios administra-se 2 a 3 ml de anestésico local (Schreier, 2018).

Em caso de suspeita de desmíte do ligamento suspensor do boleto, a origem do ligamento (ramo profundo do nervo plantar lateral) pode ser infiltrada diretamente (bloqueio intra-lesional) (Schreier, 2018).

Os principais nervos a anestesiar são: nervos digitais palmares ou plantares medial e lateral, no caso do bloqueio do nervo digital palmar ou plantar este deve ser anestesiado o mais próximo possível da borda proximal da cartilagem do casco; no bloqueio sesamoide



abaxial, os nervos são anestesiados ao nível da parte inferior dos ossos sesamoides, com o feixe neurovascular facilmente palpável; por último, o bloqueio dos seis pontos baixos (membro posterior) é realizado próximo à articulação metacarpo falângica. Este bloqueio pode ser efetuado ao nível do ápice do sesamoide ou mais proximalmente (Schreier, 2018).



Fig. 8: Bloqueio do nervo digital palmar. Adaptado de: (Moyer, et al., 2007)

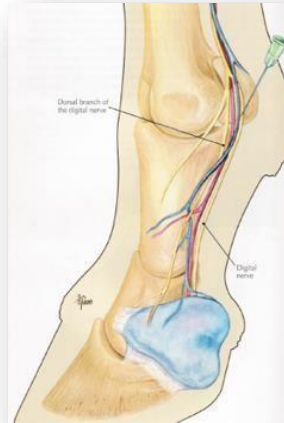


Fig. 9: Bloqueio sesamoide abaxial. Adaptado de: (Moyer, et al., 2007)

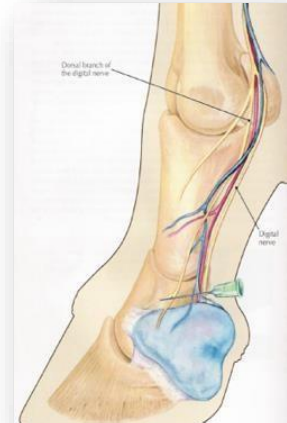


Fig. 10: Bloqueio em semi-anel. Adaptado de: (Moyer, et al., 2007)

### 3.1.3 Anestesia intra-articular

A anestesia intra-articular (AIA) é utilizada quando há suspeita de dor articular (Pilsworth & Dyson, 2015). Os bloqueios com AIA podem ser feitos na articulação interfalângica distal, na bursa navicular, nas articulações metatarsicofalângicas, no curvilhão (articulação tibiotarsal, tarsometatarsal (figura 11), intertarsal proximal, intertarsal distal e tarsocrural (figura 12), na soldra (articulação femoropatelar e femerotibial), na articulação coxofemoral e por último na articulação sacroilíaca (Moyer, et al., 2007)

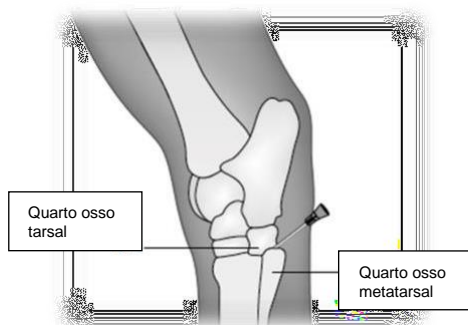


Fig. 11: Bloqueio intra-articular anestésico na articulação tarsometatarsal. Adaptado: (Taylor, et al., 2010)

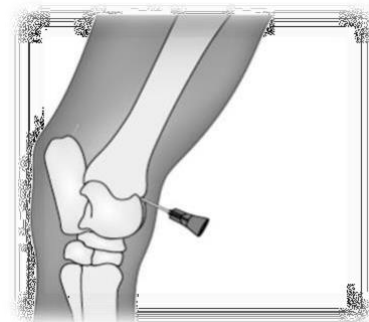


Fig. 12: Bloqueio intra-articular anestésico na articulação tarsocrural. Adaptado de: (Taylor, et al., 2010)

### 3.1.3.1. Anestesia intra-sinovial

A utilização de anestesia intra-sinovial desempenha um papel importante no diagnóstico de patologias do aparelho locomotor. Estes bloqueios são realizados em cavalos que tendem a ter problemas nas articulações ou se os achados clínicos sugerirem envolvimento de uma estrutura sinovial (bainhas de tendões ou bursas) (Baxter, 2011).

## 3.2 Radiografia

A radiografia continua a ser a base para o diagnóstico de patologias esqueléticas em equinos de desporto, devido ao preço acessível, portabilidade e facilidade de uso. Esta é uma modalidade de imagem planar que reflete 5 opacidades radiográfica (ar, gordura, tecidos moles, osso e metal). As principais limitações da radiografia incluem sobreposição, falta de visualização direta da cartilagem e o grau relativamente grande de 30% a 50% de alteração óssea necessária antes da visualização da lesão (Wulster, 2018).

O exame de rotina pode consistir em 2 a 8 incidências do membro a radiografar, sendo por vezes necessárias visualizações adicionais para definir e demonstrar melhor as lesões. Depois de adquiridas as incidências, procedemos à identificação de possíveis lesões radiográficas e para isto é necessário o conhecimento da anatomia radiográfica e dos sinais radiográficos da doença. Isto permite-nos elaborar uma lista de diagnósticos diferenciais e, posteriormente, um diagnóstico final (Baxter, 2011).

## 3.3 Ecografia

Em 1982 a ecografia surge como uma ferramenta de diagnóstico para examinar tendões e ligamentos em cavalos. Os critérios mais importantes para a avaliação ecográfica de lesões tendinosas ou ligamentares são: as mudanças na ecogenicidade, no tamanho, na direção das fibras e na definição das margens, sendo que estas devem ser comparadas com o membro contra-lateral. Podemos caracterizar as lesões como focais, difusas e multifocais (Toholj, et al., 2011; Baxter, 2011). A ecografia também é usada para avaliar o tecido subcutâneo, tecido peritendinoso, vasos e contorno da cortical óssea da região, assim como uma variedade de outros problemas, como fraturas de ossos longos, osteíte ou osteomielite, penetração de corpos estranhos e infeção de implantes, além de ser usada no intraoperatório para auxiliar em alguns procedimentos cirúrgicos (Baxter, 2011).

### 3.4 Ressonância magnética

A ressonância magnética (RM) é uma modalidade de imagem relativamente nova em cavalos, que se está a tornar essencial para o diagnóstico de lesões músculo-esqueléticas dos membros distais em equinos (Baxter, 2011). O encontro de achados clínicos na ressonância magnética ajudam a direcionar o tratamento e os protocolos de reabilitação, além de fornecer informações prognósticas (Barrett, M. F., et al., 2016).

O uso de imagens de RM tem sido clinicamente benéfico para a avaliação de tecidos moles e fornece informações que outros meios não o conseguem dar. Esta é formada por um campo magnético que utiliza pulsos de radiofrequência (Mair, et al., 2005; Murray, et al., 2007).

Esta modalidade de imagem é particularmente útil na detecção de lesões no casco do membro anterior e posterior, sendo também possível, obter imagens das articulações dos metatarsos, metacarpos, boleto, carpo e tarso. A RM permite um diagnóstico e prognóstico mais preciso (Giorio, M. E., 2018).



Fig. 13: Ressonância magnética. Adaptado de: (Medicalexpo)

### 3.5 Tomografia computadorizada

A tomografia computadorizada (TC) é uma técnica de imagem por raio-x de corte transversal, que fornece informação em 3D. É excelente para patologias ósseas, ajudando a detetar certos tipos de alterações ósseas. A TC é muito utilizada no apoio em cirurgias ortopédicas que envolvam fraturas, especificamente fraturas das falanges, ossos do tarso ou carpo, contudo fornece informações limitadas quanto a tecidos moles (Baxter, 2011).

Segundo Baxter, 2011 de todas as várias técnicas de imagem, a TC é a única que possui capacidade de criar imagens de uma combinação de tecidos moles, ossos e vasos sanguíneos em alta resolução.

### 3.6 Cintigrafia Nuclear

A cintigrafia nuclear (CN) envolve a administração de um nuclídeo radioativo que é conjugado a um composto que se torna preferencialmente localizado no sistema corporal ou na lesão (Taylor, et al., 2010).

A CN é mais útil na detecção de lesões ósseas agudas, que normalmente são difíceis de definir na sua fase inicial, como por exemplo, fraturas de stress. Em patologias que se encontrem em fases mais crônicas este meio de diagnóstico também é muito utilizado, como por exemplo, em casos de doença articular degenerativa e em patologias musculares e ligamentares (Taylor, et al., 2010). As mudanças patológicas que podem ser detetadas incluem: edema ósseo, necrose, inflamação, lesão trabecular e fibrose, lesões de tendões e ligamentos e danos na cartilagem (Taylor, et al., 2010).

### 3.7 Termografia infravermelha

A termografia infravermelha é uma técnica de imagem que assinala as mudanças de temperatura da superfície corporal e indica distúrbios inflamatórios - nomeadamente inflamação subclínica, vasculares ou neurológicos (Soroko, & Howell, 2018). O padrão circulatório e o fluxo sanguíneo relativo ditam o padrão térmico, que é a base para a interpretação termográfica (Baxter, 2011).

### 3.8 Biomecânica como exame complementar

A claudicação representa um dos problemas de saúde mais comuns em equinos, o que justifica o esforço investido na quantificação e observação objetiva da claudicação (Keegan, et al., 2004; Greve & Dyson, 2018; Braganca, et al., 2018; Roepstorff, et al., 2021).

A análise objetiva da locomoção em cavalos visa a promover um processo de tomada de decisão clínica baseado em evidências, superando as limitações associadas à avaliação subjetiva da locomoção visual (Starke, et al., 2012; Bragança, et al., 2018). As medições obtidas objetivamente são resistentes ao viés de expectativa inerente às avaliações subjetivas e são potencialmente mais sensíveis, uma vez que alguns tipos de dados objetivos podem ser adquiridos a uma taxa mais rápida do que é possível a olho nu (Bell, et al., 2016).

As limitações de uma avaliação subjetiva contribuem para uma baixa repetibilidade e concordância nas avaliações da claudicação (Hardeman, et al., 2019).

Existe atualmente uma enorme diversidade de métodos de captura e análise de movimentos em duas dimensões (2D) (Hobbs, et al., 2010). A análise cinemática quantifica

as particularidades dos andamentos, estes são analisados de uma forma qualitativa e visual em vários tipos de medições (Clayton & Schamhardt, 2013). Segundo Egan, et al., 2019 o uso da tecnologia de sensor vestível, para análise do movimento, está a emergir fortemente, embora grandes conjuntos de dados holísticos que seriam habilitados por esta tecnologia não sejam refletidos na literatura atual de análise da locomoção equina e, portanto, representam uma oportunidade importante para este campo.

### 3.8.1 Tecnologias de apoio à análise cinemática

- a) **Marcadores:** A maioria dos sistemas de análise de movimento são baseados em marcadores de rastreamento fixos na pele ou nos ossos, como representado na (figura 14). Na análise bidimensional, são utilizados marcadores circulares, de 1 a 3 cm de diâmetro. Estes marcadores são compostos por material refletivo. Também pode ser utilizada a tinta refletiva, mas devido a uma enorme aglomeração das marcas refletoras no corpo do equino, estas tornam-se difíceis de utilizar (Back & Clayton, 2013).

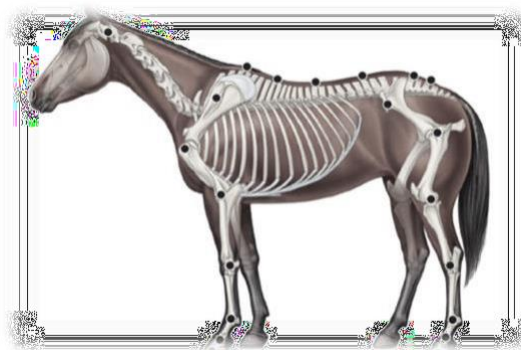


Fig. 14: Locais mais comuns para colocação de marcadores na pele para a análise cinemática bidimensional. Adaptado de: (Back & Clayton, 2013)

- b) **Sistema fotográfico:** Muitos dos sistemas de análise cinemática depende da captação de vídeo para se proceder à sua análise (Akhtaruzzaman et al., 2016). A videografia tem sido um dos métodos mais utilizado na aquisição de imagens, esta apresenta uma perda mínima de informação quando as filmagens são processadas de frequências superiores para frequências inferiores (Clayton & Schamhardt, 2013).
- c) **Sistema optoelectrónico:** O sistema optoelectrónico é uma técnica de análise da locomoção em que, os marcadores ativos ou passivos são fixo com o ponto

de interesse no corpo do equino. Estes marcadores são posteriormente traçados por sistema optoeletrónico que converte os sinais de luz em sinais elétricos. Estes sinais elétricos acabam por ser usados para construir modelos de análise de locomoção (Akhtaruzzaman, et al., 2016).

- d) **Sistema de tecnologia inercial:** O sistema inercial acumula acelerómetros e giroscópios juntos, uma unidade de medição inercial (UMI) que consiste num giroscópio triaxial e num acelerómetro triaxial. A combinação destas diferentes tecnologias possibilita a medição de movimento angular e linear em 3D e a respetiva aquisição da velocidade e aceleração sem a necessidade de recorrer a câmeras ou referências externas (Akhtaruzzaman, et al., 2016).
  
- e) **Acelerómetros, giroscópios e magnetómetros:** Acelerómetros, giroscópios e magnetómetros fornecem diferentes pedaços de informação que podem ser combinados para fornecer mais imagens do padrão de movimento da locomoção do equino. Estes são utilizados em diversas combinações na análise do movimento. A miniaturização dos componentes permite a sua fixação às extremidades sem afetar a cinemática ou a cinética (Back & Clayton, 2013).

#### 4. Patologias mais comuns associadas a claudicações dos membros posteriores

##### 4.2 Patologias ósseas e articulares mais comuns

O cavalo de desporto é considerado um cavalo com um bom desempenho e altamente selecionado para ter conformação, movimento pronunciado e resistência. Por tal facto, os distúrbios do aparelho locomotor têm vindo a ter um impacto significativo sobre estas características específicas, e podem afetar gravemente o uso eficiente de cavalos nos desportos de alta competição (Metzger & Distl, 2020). Existem várias causas de claudicação associadas a patologias ósseas e articulares entre as quais: a osteocondrose, quistos ósseos, artrite séptica, luxações das articulações do tarso, osteocondrite dissecante, esparvão ósseo e osteoartrite, sendo que estas últimas são as patologias mais relevantes.

A osteoartrite é uma das principais causas de problemas esqueléticos em cavalos (figura 15) e atualmente ainda não existe um tratamento completamente eficaz para esta doença (Garbin & Olver, 2019; Schlueter & Orth, 2004). É caracterizada pela deterioração

progressiva da cartilagem articular e mudanças estruturais em toda a articulação sinovial, incluindo sinóvia, articulação femoro-tibio-patelar, tecido adiposo do ligamento peri-articulare osso subcondral (Balamurugan, et al., 2020). A fase final da OA resulta numa perda total da cartilagem articular, causando dor, deformidade, perda de movimento e diminuição da função do membro (Schlueter & Orth, 2004).

Espurvão ósseo (figura 16) ou osteoartrite da articulação tarsometatarsal e intertarsal distal é uma das causas de claudicação em equinos. O diagnóstico de espurvão ósseo é realizado através de uma combinação de exame de claudicação, testes de flexão, analgesia diagnóstica e avaliação radiográfica. Cavalos com esta patologia podem ter uma grande variedade de achados radiográficos de uma aparência radiográfica normal a grandes osteófitos, espaços articulares estreitos e fusão do espaço articular (McCarroll & McClure, 2002).



Fig: 15 – Radiografia da lesão de osteoartrite da articulação coxofemoral . Adaptado de: (Baxter, 2011)



Fig: 16– Radiografia de espurvão ósseo . Adaptado de: (Oklahoma state university)

#### 4.3 Patologias de tecidos moles mais comuns

Podem ocorrer tendinites e desmites em qualquer um dos ligamentos ou tendões, sendo os mais comuns: tendão flexor digital superficial e o ligamento suspensor do boleto. Estas lesões ocorrem com uma maior frequência em equinos que desempenham algum tipo de desporto (O'Brien, et al., 2020; Mitchell, R. D et al., 2020; Tipton, et al., 2013; Brokken, et al., 2016).

O tendão flexor digital superficial (TFDS), é um tendão de armazenamento de energia altamente suscetível a lesões durante atividades como o galope e o salto, sendo uma das causas de claudicação mais comuns em cavalos de alta performance (O'Brien, et al., 2020). A maioria dos dados publicados sobre tendinite TFDS (figura 17) em cavalos, está

associada às modalidades de esporte e corrida e esta lesão normalmente localiza-se no centro do tendão na região do metatarso (Tipton, et al., 2013).

A desmíte do ligamento suspensor proximal (DLS), tem a sua origem no terceiro osso do metatarso e é uma causa comum de claudicação em todos os tipos de cavalos de esporte. A DLS proximal acontece devido a uma tensão excessiva quando as forças de sustentação de peso excedem as do ligamento, devido a uma sobrecarga única ou lesão por uso repetitivo, representado na (figura 18) (Brokken, et al., 2016)



Fig: 17 – Tendinite do tendão flexor digital superficial. Adaptado de: (Baxter, 2011)

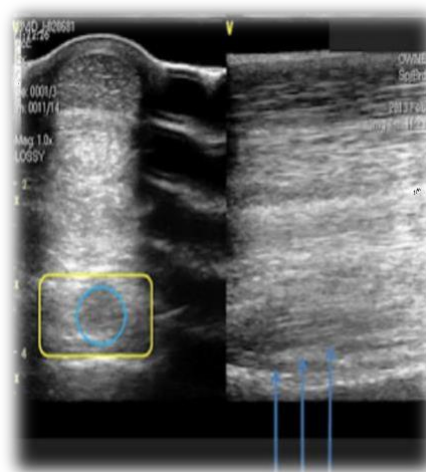


Fig: 18 – Desmíte do ligamento suspensor do boleto. Adaptado de: (Michael Porter)

## 5. Terapêuticas

### 5.1 Convencionais

A administração sistêmica ou parenteral de fármacos para tratamento de doenças músculo-esqueléticas em equinos abrange principalmente fármacos como anti-inflamatórios não esteroides (AINES), nutracêuticos orais, glicosaminoglicanos polissulfatados intramusculares e ácido hialurônico intravenoso. O ácido hialurônico oral e os bifosfonatos são fármacos também utilizados mas com uma menor frequência (Baxter, 2011).

#### 5.1.1 Terapêutica sistêmica ou parenteral

Os AINES utilizados podem ser a fenilbutazona, o cetoprofeno e o carprofeno, sendo o mais utilizado a fenilbutazona. Os AINES mencionados acima, geralmente são usados por via oral, no entanto em casos agudos de inflamação, quando a dor e o edema ainda não foram tratados, a via de administração mais eficaz é a intravenosa que produz um efeito farmacológico mais rápido. Injeções intravenosas (IV) sucessivas não são recomendadas pois



pode dar início a perivasculites (Baxter, 2011).

### 5.1.2 Glicosaminoglicano Polissulfatado

Os Glicosaminoglicanos polissulfatados (PSGAGs) são uma mistura de GAG de baixo peso molecular. A administração de PSGAGs tem sido associada à redução da gravidade dos sinais clínicos em equinos com artrite. Os efeitos clínicos benéficos, são atribuíveis aos efeitos anti-inflamatórios que consistem na inibição da prostaglandina E2, na libertação de citocinas e nos efeitos estimuladores nos componentes da matriz da cartilagem. Os modos de administração são por via intramuscular (IM) e intra-articular (IA) (Baxter, G. M., 2011).

As indicações para a administração sistêmica incluem sinovite, degradação da cartilagem, osteoartrite e capsulite. Teoricamente, este medicamento deve prevenir ou pelo menos minimizar a progressão da osteoartrite se esta atingir níveis suficientemente altos na articulação (Baxter, G. M., 2011).

### 5.1.3 Ácido Hialurónico

O Ácido hialurónico (AH) está presente naturalmente em muitos tecidos e fluidos, mas mais abundantemente na cartilagem articular e líquido sinovial (Gupta, R. C., et al., 2019). As injeções intrassinoviais são provavelmente a via de administração mais eficaz, com o passar do tempo, o desejo de tratar múltiplas articulações simultaneamente levou os médicos veterinários a usar preparações intravenosas e orais (Baxter, G. M., 2011). As ações do AH na articulação sinovial incluem aumento da viscosidade do líquido sinovial, lubrificação das articulações sem carga, restauração das propriedades do líquido sinovial e inibição da inflamação (Baxter, G. M., 2011).

O AH é normalmente usado no tratamento de sinovite, nas OA de várias articulações e osteoartrose em cavalos de corrida. Pode ser injetado diretamente na articulação afetada e geralmente há uma redução significativa da claudicação. Este é especialmente indicado para níveis leves a moderados de sinovite associada a OA equina (Gupta, R. C., et al., 2019).

### 5.1.4 Bifosfonatos

Os Bifosfonatos (BPs) podem ser classificados em dois grupos, os que contêm nitrogénio e os que não contêm nitrogénio (Mitchell, A., et al., 2019). Os BPs inibem a reabsorção óssea mediada por osteoclastos, uma propriedade que se acredita ter um papel importante no

tratamento de condições nas quais a redução da renovação óssea pode ter efeitos benéficos, para a OA e o edema do osso navicular (Baxter, G. M., 2011). Os BPs são usados em equinos no tratamento de claudicação crónica devido aos efeitos analgésicos relatados por estes (Mitchell, A., et al., 2019). A Flunixinina meglumina é normalmente administrada em conjunto com os BPs, porque, ocasionalmente, os cavalos podem vir a sofrer de cólicas secundárias à administração deste fármaco (Baxter, G. M., 2011).

## 5.2 Medicina Regenerativa

### 5.2.1 Terapia com células-estaminais mesenquimatosas

A terapia com células-estaminais mesenquimatosas (TCEM) realiza processos de multiplicação sustentada, autorrenovação e diferenciação multilinhagem que ajuda a reconstruir os tecidos danificados. É assim vista como uma terapia com imenso potencial terapêutico (Gugjoo, et al., 2018). Segundo Ross & Dyson, 2010, o papel da TCEM ainda não é totalmente conhecido e existem dúvidas se as células-estaminais funcionam, em última instância, como células específicas de um tecido, ou se ajudam na reconstrução tecidual por meio da secreção de fatores bioativos imunomoduladores e tróficos. As células estaminais mesenquimatosas (CEMs) possuem propriedades que diminuem a inflamação, protegem os tecidos da lesão de hipoxia ou reperfusão de tecidos, evitam a rejeição alogénica e suprimem as respostas imunes (Gugjoo, et al., 2018).

### 5.2.2 Medula Óssea– Derivada de células estaminais mesenquimatosas

A medula óssea – derivada de células estaminais mesenquimatosas (MO-CEMs) podem ser obtidos de forma fácil e invasiva, comparando com outras CEMs, estas têm uma maior capacidade de se diferenciar noutros tipos de tecido. (Ross & Dyson, 2010). As células são obtidas através do esterno ou ílio do cavalo em estação, e de seguida, são transferidas para cultura para possíveis utilizações no futuro (Gale, et al., 2019). Existem dois processos de tratamento, num deles a medula óssea fresca é injetada diretamente no tecido com lesão, e noutra a população de células aderentes nucleadas que contém as MO-CEMs é isolada e replicada em laboratório antes da injeção (Ross & Dyson, 2010). Em medicina equina estas células são mais utilizadas no tratamento de lesões do tendão flexor digital superficial (TFDS) e ligamento suspensor (LS) (Lange-Consiglio, et al., 2013).

### 5.2.3 Plasma Rico em Plaquetas

O Plasma rico em plaquetas (PRP) é apresentado como um produto biológico autólogo produzido a partir do sangue total que contém uma concentração de plaquetas mais

elevada em comparação com as concentrações sanguíneas basais (Smit, et al., 2019). Durante a cicatrização de feridas, a agregação plaquetária resulta na libertação de substâncias bioativas que promovem a reparação do tecido, regulam a inflamação e estimulam o recrutamento de células-tronco (Ross & Dyson, 2010). Os PRP são mais utilizados na medicina regenerativa para tratar doenças musculoesqueléticas, como osteoartrite pós-traumática, lesões de tendões e ligamentos. Artigos recentes indicam que o PRP também possui propriedades antimicrobianas (Gilbertie, et al., 2020). O uso do PRP na cicatrização de tecidos tem como objetivo potencializar o processo biológico natural induzido após a agregação e desgranulação plaquetária (Ross & Dyson, 2010).

### 5.3 Complementar

#### 5.3.1 Terapia por Ondas de Choque Extracorporal e Terapia por Ondas de Pressão Radial

A terapia por ondas de choque extracorporal (TOCE), envolve a aplicação de ondas sónicas de alta pressão, com um tempo de subida rápido e de curta duração (Chen, et al., 2019; Alteneiji, et al., 2020), além de estimular a recuperação e a regeneração dos tecidos, a TOCE pode reduzir significativamente a dor associada a distúrbios músculo-esqueléticos (Chen, et al., 2019). Tem como princípio básico ondas focalizadas, pulsadas e de alta energia, quando aplicadas na área lesionada, que acabam por levar à neovascularização e à remodelação dos tecidos (Mama & Hector, 2019). Segundo (Yocom & Bass, 2017), a TOCE permitiu um retorno mais rápido ao desempenho em cavalos com desmiste do ligamento suspensor proximal, um intervalo mais curto para a formação de padrões de fibras longitudinais em lesões do TFDS, analgesia e redução da claudicação e um melhor desempenho em cavalos com dor no dorso.

A terapia de ondas de pressão radial (TOPR) é criada por um dispositivo acionado pneumáticamente para atingir a superfície, as formas de onda têm diferentes níveis de energia e diferentes profundidades de penetração (Alteneiji, et al., 2020).

#### 5.3.2 Fisioterapia e Reabilitação – Terapia térmica, Terapia manuais, Crioterapia e Hidroterapia

Os programas de fisioterapia e reabilitação musculoesquelética incluem uma combinação de intervenções como terapia térmica, terapias manuais, crioterapia e hidroterapia (Tabor & Williams, 2018; Alteneiji, et al., 2020). A terapia manual utiliza técnicas de movimento passivo ou assistido. Esta terapia é utilizada como auxílio no tratamento da dor

e quando o equino apresenta deficiências na mobilidade das articulações, músculos e tecido neural (Alteneiji, et al., 2020), a terapia térmica é usada para obter efeitos opostos aos da crioterapia. Só deve ser iniciada após 72 horas e só pode ser utilizada por um período de 5 a 7 dias. A crioterapia é a aplicação de frio numa área afetada do corpo, como por exemplo um local cirúrgico onde esta fornece efeitos terapêuticos, reduzindo a temperatura do tecido. A hidroterapia é utilizada em equinos que apresentam problemas na amplitude de movimento, propriocepção, força, controle neuromotor, dor e inflamação (Alteneiji, et al., 2020). A monitorização do progresso do paciente é importante na reabilitação, e isso deve ser alcançado utilizando métodos que sejam capazes de avaliar com segurança, a mudança do cavalo desde a avaliação inicial até ao final do tratamento (Tabor & Williams, 2018; Tabor & Williams, 2020).

## 6. Justificação do estudo

A deteção de uma claudicação em equinos ainda é um desafio, devido ao facto de ocorrerem alterações subtis do movimento e os sinais de dor ainda não serem precocemente detetados (Müller-Quirin, J., et al., 2020). A deteção precisa do membro que claudica em cavalos é um pré-requisito para um diagnóstico bem-sucedido e importante, para o tratamento e para a própria recuperação do cavalo (Rhodin, M., et al., 2013).

A avaliação visual da claudicação ainda se apresenta pouco confiável, para a deteção de assimetrias subtis do movimento quando comparada com a análise de movimento objetiva devido ao facto de o médico veterinário poder ter dificuldade em dizer se aquele equino possuiu uma claudicação com significado clínico ou não. As técnicas objetivas para quantificar as assimetrias da locomoção incluem sistemas de captura ótica de movimento (COM) ou unidades de medida inercial (UMI), que consideram os padrões de movimento assimétricos da cabeça, garrote e pélvis, análogos às áreas anatómicas observadas durante a avaliação visual (Müller-Quirin, J., et al., 2020). Por estas razões realizou-se este projeto de forma que se possa detetar possíveis assimetrias pélvicas em cavalos controlo e cavalos patológicos, tentando desta forma confirmar a avaliação subjetiva veterinária, recorrendo à avaliação objetiva do movimento.

## 7. Objetivo

Querendo analisar melhor esta ideia, decidiu-se realizar o presente estudo, com o objetivo de detetar assimetrias dos membros posteriores em cavalos que não apresentavam patologias e cavalos que apresentavam claudicações dos membros posteriores (sendo que estes apresentavam graus de claudicação de 1 em 5 e de 2 em 5 segundo a escala de graus de claudicação da AAEP), através da análise cinemática: durante o apoio e suspensão de

modo que este permitisse um processo de tomada de decisão clínica baseado em evidências e superando as limitações associadas à avaliação subjetiva da locomoção visual.

Deste modo, o objetivo deste trabalho desenvolveu-se em dois âmbitos, conceptual e operacional, que interagem. O objetivo conceptual: compreender como pode uma análise baseada em metodologias quantitativas, no âmbito da Biomecânica Equina, contribuir para encontrar um exame complementar que suporte objetivamente as decisões clínicas. O objetivo operacional do presente estudo foi a deteção de assimetrias em cavalos que apresentavam claudicação dos membros posteriores. Estes apresentaram graus de claudicação de 1 em 5 (são cavalos em que a claudicação é de difícil observação e inconsistente independentemente das condições) e de 2 em 5 (são cavalos em que a claudicação é de difícil observação a passo e a trote em linha reta mas consistente em certas condições) de acordo com a tabela de graus de claudicação de AAEP. Os deslocamentos da garupa do lado direito tiveram como critério de medida o ângulo entre a horizontal e a linha formada entre a apófise sacral e a tuberosidade coxal direita e os deslocamentos da garupa do lado esquerdo tiveram como critério de medida o ângulo entre a horizontal e a linha formada entre a apófise sacral e a tuberosidade coxal esquerdo.

Durante o estudo, foram colocadas questões, com o propósito de serem respondidas no final do estudo. Uma das primeiras questões colocada foi: Será este método de análise objetivo um método fiável, em comparação com a análise subjetiva da passada? , a segunda questão: Será a assimetria invariavelmente um sinal de claudicação?, a terceira questão: Então como é que podemos saber se aquele cavalo apresenta efetivamente claudicação ou não? Será que podemos confiar nos resultados obtidos neste estudo? e por ultimo a quarta questão: Qual é o ângulo que a tuberosidade coxal esquerda e direita faz durante a “*stance phase*” e “*swing phase*”? E como é que é obtido este ângulo?

## **Capítulo III – Metodologia biomecânica para análise cinemática do deslocamento da garupa**

### **1. Caracterização do estudo**

Este estudo, que obteve a aprovação da Comissão de Ética e Bem Estar Animal da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, caracterizou-se como prospetivo e descritivo, tendo decorrido no Hospital Veterinário Escolar de Equinos (HVEE) da FMV-ULHT, no centro equestre Companhia das Lezírias, Centro Equestre Arruda dos Vinhos e Centro Equestre da Bicuda e também em ambulatórios, entre os meses de outubro 2020 e fevereiro de 2021. Visou a análise quantitativa, num grupo de cavalos de desporto, em cavalos controlo e cavalos com claudicação dos membros posteriores.

### **2. Amostra do estudo**

A amostra utilizada neste estudo contemplou Vinte e Cinco equinos com idades compreendidas entre os quatro e os dezanove anos de diversas modalidades, tais como: dressage, endurance, saltos de obstáculos e lazer. Todos os Vinte e Cinco equinos foram vistos por dois médicos veterinários. Estes foram divididos em duas amostras:

- Amostra controlo: Catorze animais, sem claudicação visível por análise veterinária foram utilizados como controlo para o estudo.

- Amostra em estudo: Onze cavalos que apresentavam claudicação nos membros posteriores. Destes onze, sete cavalos apresentavam claudicação no membro posterior esquerdo e quatro apresentavam claudicação no membro posterior direito, e foram definidos como amostra a ser estudada.

### **3. Critérios de Inclusão**

De acordo com os dois Médicos Veterinários que avaliaram os cavalos, na amostra controlo foram incluídos todos os equinos que não apresentavam uma claudicação no dia em que foram filmados. Na amostra em estudo foram incluídos cavalos com claudicação dos membros posteriores. Não foi possível descartar que os animais não tenham algum tipo de patologia ortopédica. Esta é uma amostragem não aleatória, que foi constituída por conveniência, pelo que se incluíram equinos de qualquer género, idade, raça e aptidão.

### **4. Material e Métodos**

#### **4.1 Configuração experimental**

O estudo baseia-se na metodologia quantitativa associada à cinemática angular que constitui o instrumento de medida das deslocações associadas à garupa. Os deslocamentos

da garupa do lado direito tiveram como critério de medida o ângulo entre a horizontal e a linha formada entre a apófise sacral e a tuberosidade coxal direita e os deslocamentos da garupa do lado esquerdo tiveram como critério de medida o ângulo entre a horizontal e a linha formada entre a apófise sacral e a tuberosidade coxal esquerdo, estes ângulos foram obtidos durante as fases de “*stance phase*” e “*swing phase*”.

Este ângulo foi calculado através da filmagem de animais controlo e patológicos com 3 marcadores - “Pearl Markers”, com base de plástico de 17 mm e esfera refletora de 14 mm, localizados nas duas tuberosidades coxais e apófise espinhosa sacra (figura 19). Neste estudo os marcadores foram adaptados de maneira que se pudesse visualizar os mesmos em vídeo. Foi colocado à volta do marcador cliques para se conseguir formar uma antena e à volta do clip foi colocado vetrap (ligadura autoadesiva). A fixação dos marcadores no equino foi realizada através de fita-cola dupla face, de forma a serem de fácil colocação e remoção (figura 20). Após colocação dos marcadores foram realizadas filmagens de trás com os animais a passo e trote em linha reta e em piso duro. As filmagens foram obtidas a partir de uma câmara de um Iphone 8, que filma a 60fps (60 imagens por segundo) estando apoiada num tripé (figura 21). As gravações foram analisadas num computador com o sistema operativo Windows 8.

Para desconstrução dos filmes em imagem foi usado o software Kinovea 7.0 e para digitalização dos pontos anatómicos de referência (apófises sacral e tuberosidade coxal) o software DigitezeXY 3.0.



Fig: 19 – Marcadores. Fonte: Aatoria do discente. Local: Hospital veterinário Escolar de Equinos (HVEE) da FMV- ULHT. Data: 2020



Fig: 20 – Material utilizado. Fonte: Aatoria do discente. Local: HVEE. Data: 2020



Fig: 21 – Tripé. Fonte: Aatoria do discente. Local: HVEE. Data: 2020

Para este estudo foi utilizada a seguinte metodologia:

#### 4.1.1 Local das filmagens:

Foi criada uma delimitação no local das filmagens, posicionamento do tripé e da câmara. Esta foi alinhada perpendicularmente à pista (local das filmagens) a uma distância de 5 metros e nivelada com o solo. A colocação da câmara a esta distância garantiu a inclusão de pelo menos 2 passadas consecutivas. Os cavalos foram filmados sempre em piso duro independentemente do local de filmagens. É possível visualizar exemplos dos locais de filmagens nas figuras 22 e 23.



Fig: 22 –Local de filmagens. Fonte: Autoria do discente. Local: Hospital veterinário Escolar de Equinos (HVEE) da FMV-ULHT Data: 2020



Fig: 23 –Outros exemplos de locais de filmagens. Fonte: Autoria do discente. Local: Companhia das Lezírias e Academia de Dressage. Data: 2020

#### 4.1.2 Colocação dos marcadores no animal:

A colocação dos marcadores foi realizada sempre pela mesma pessoa em referências anatômicas previamente determinadas:

Marcador 1: Apófise sacra – a marcação deste ponto é palpável.

Marcador 2 A: Tuberosidade coxal esquerda – a marcação deste ponto é palpável.

Marcador 2 B: Tuberosidade coxal direita – a marcação deste ponto é palpável.



A colocação dos marcadores foi realizada da seguinte forma: Primeiro a colocação da fita-cola no posicionamento correto passando à colocação de fita-cola dupla face e dos marcadores refletores como pode ser visualizado na figura 24.



Fig: 24 –Colocação dos marcadores “Pearl Markers” em diversos cavalos do estudo. Fonte: Autoria do discente. Local: HVEE e Coudelaria Arruda dos vinhos. Data: 2020

#### 4.1.3 Filmagens e Digitalização:

As filmagens foram realizadas por uma câmara na opção de filmagem a 60fps e qualidade de filmagem a full HD, sempre apoiada no tripé para melhor estabilização. Nenhum dos animais realizou aquecimento prévio, começando logo pela realização das filmagens a passo e posteriormente a trote. Foram realizadas três filmagens a passo e a trote de trás, perfazendo um total de seis filmagens. Após as gravações os marcadores foram retirados de imediato sendo que nenhum dos animais demonstrou sinais de desconforto aquando da sua remoção.

Análise de vídeos e processamento de dados: após a realização das filmagens todos os vídeos foram descarregados para o computador, para a desconstrução dos filmes em imagem foi usado o software Kinovea 7.0 e para digitalização dos pontos anatómicos de referência (apófises sacral e tuberosidade coxal) foi usado o software DigitizeXY 3.0, para posterior análise e obtenção das medições angulares em excel.

O programa kinovea 7.0 foi utilizado para a análise de vídeos e captura de imagens nos segmentos desejados (Figura 25, 26 e 27). Neste programa é necessário ter em consideração alguns aspetos, nomeadamente: aferir se a câmara está a filmar a 60fps, realizar o ‘desentrelaçar’ do vídeo, seleccionar o segmento que nos interessa, e na passagem de vídeo para a sequência de imagens fazer a exportação destas a 0,04s, de forma a obter imagens com tempos regulares e iguais entre elas. O Digitize XY 3.0 foi utilizado para obtenção de coordenadas cartesianas (x,y) de cada imagem retirada do kinovea 7.0 (Figura 28 e 29).

#### 4.2 Critérios de medida

Após a obtenção das coordenadas estas foram inseridas num ficheiro Excel, previamente desenvolvido para obtenção dos ângulos. O programa calcula o ângulo entre

dois vetores com base no respetivo produto escalar. (Programa desenvolvido pelo Prof. Dr. João Abrantes).

A origem comum aos dois vetores é o ponto anatómico (apófise sacral). O primeiro vetor é definido pela origem e pelo ponto anatómico (tuberosidade coxal esquerda). O segundo vetor é definido pela origem e pelo ponto anatómico (tuberosidade coxal direita) (figura 29).

Na fase de apoio (“*Stance Phase*”) da passada, no instante de máxima descida de uma das tuberosidades coxais são registadas as duas coordenadas das duas tuberosidades coxais. O programa calcula os ângulos com a horizontal.

Na fase de suspensão (“*Swing Phase*”) da passada, no instante de máxima subida de uma das tuberosidades coxais são registadas as duas coordenadas das duas tuberosidades coxais. O programa calcula os ângulos com a horizontal

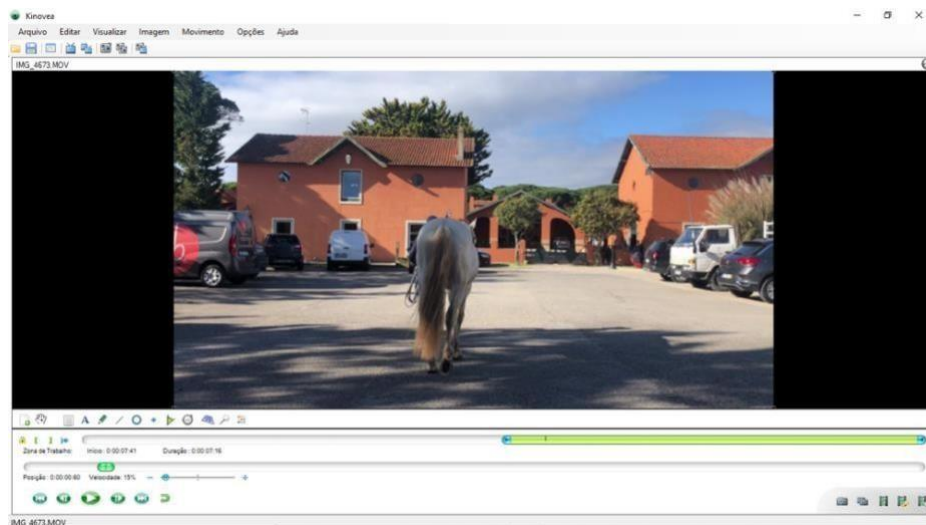


Fig: 25 – Análise de vídeo no programa kinovea. Fonte: Autoria do discente. Local: Centro Equestre da Bicuda. Data: 2020

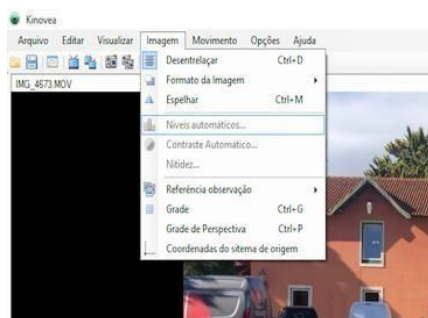


Fig: 26 – Modo de desentrelçar. Fonte: Autoria da discente.

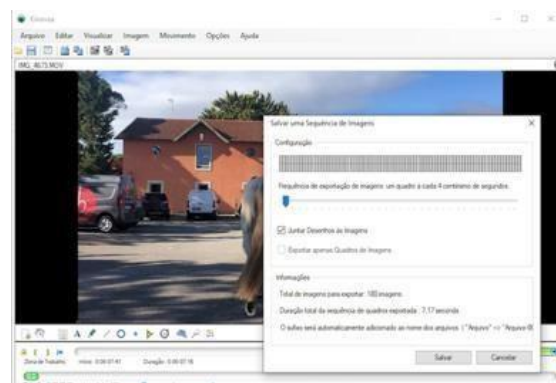


Fig: 27 – Frequência de exportação – 4 centésimos de segundo. Fonte: Autoria da discente.

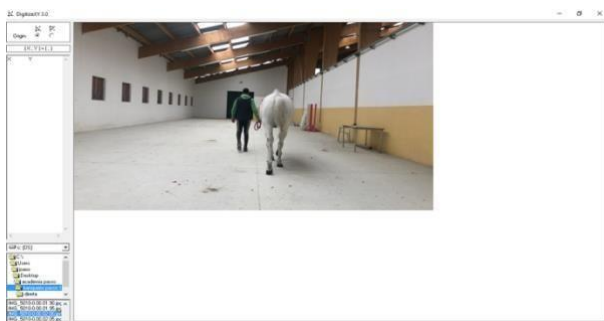


Fig: 28 –Obtenção de coordenadas cartesianas no programa Digitize XY 3.0. Fonte: Autoria da discente.

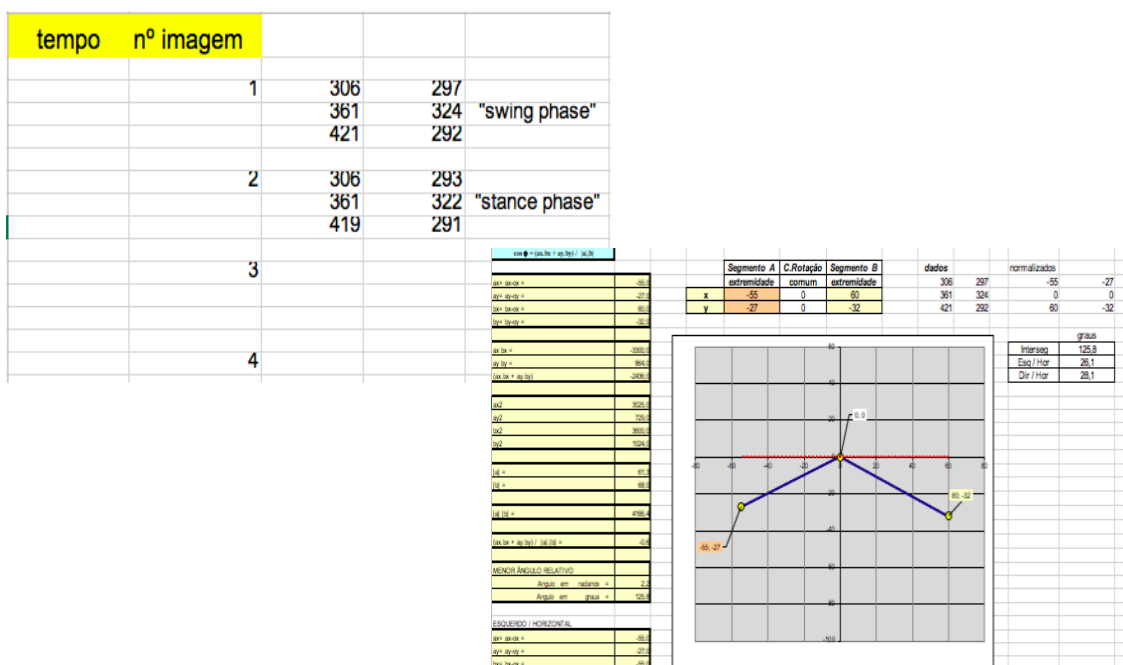


Fig: 29 – A) Obtenção de resultados no excel. Folha de registo das coordenadas retiradas do DigitizeXY 3.0 durante as fases de apoio e de suspensão de uma filmagem com uma passada. B) Ângulos obtidos a partir da tuberosidade coxal esquerda durante a fase de apoio  
Fonte: Autoria da discente.

## 5. Processamento dos dados e análise estatística

5.1 Validação na amostra controlo e na amostra em estudo dos valores de assimetria dos ângulos que a tuberosidade coxal esquerda e direita faz durante as fases de "stance phase" e "swing phase".

A fiabilidade que os dados possam trazer ao diagnóstico está relacionada com a aplicabilidade da metodologia de medida e processamento dos dados. A conclusão do número anterior foi de que: *a metodologia de medida e processamento dos dados tem suporte para ser aplicada a outras amostras*. Portanto, a metodologia desenvolvida pode, por exemplo, ser

um meio complementar de diagnóstico da claudicação ou no estudo do comportamento angular que a tuberosidade coxal esquerda e direita têm durante a “*stance phase*” e “*swing phase*”.

Normalmente a avaliação da claudicação depende da identificação visual em relação ao “normal” da assimetria de algumas características do movimento durante o passo e o trote. A avaliação no dia-a-dia médico-veterinário depende essencialmente da experiência profissional e, se possível, em dados de referência para a população em avaliação.

Se for considerado importante, para análise das características da locomoção do cavalo, que os ângulos que a tuberosidade coxal do lado direito e do lado esquerdo fazem durante a “*stance phase*” e a “*swing phase*” devem ter os mesmos comportamentos angulares estamos à procura da “simetria” desses comportamentos. No entanto, raramente os valores são perfeitamente iguais durante os ciclos da locomoção ou em instantes precisos de fases da mesma locomoção. Avaliar o grau de simetria corresponde a encontrar a assimetria (ASI) do comportamento angular. Apenas há “simetria” no caso de a assimetria ser “zero”.

A assimetria (ASI) pode ser avaliada de dois modos:

- No mesmo cavalo os ângulos “DIR” e “ESQ” são avaliados entre si e de modo independente de qualquer “população de controlo”;
- No mesmo cavalo a ASI “DIR/ESQ” é associada a uma medida relativa com os valores mais frequentes ou limites que tenham sido encontrados para a “população de controlo”. O resultado da avaliação vai depender da definição do conhecimento médico e de uma escala de valores de referência ou “ASI de referência” para cavalos que diagnosticados com lesões.

No primeiro caso, “a avaliação depende apenas do critério clínico” e baseia-se num conhecimento de Medicina Veterinária muito especializado. No segundo caso o critério clínico é associado aos valores de uma base de dados. Neste segundo caso a avaliação da ASI associa o conhecimento médico-veterinário especializado a valores mais frequentes ou limites que tenham sido encontrados para a “população de controlo”. Por exemplo, se os limites dos valores da “ASI de referência” se situam entre 0% e 70%, com uma margem de segurança de 95%, para cavalos sem patologias, e de uma amostra que engloba cavalos de diversas raças, idades, lesões anteriores, etc. o médico veterinário pode basear-se na sua avaliação.

**5.1.1** A metodologia para verificar a consistência da distribuição dos valores do “Índice de Assimetria (ASI)” baseia-se na comparação dos dados associados aos **91 “pares” DIR/ESQ** que constituem a “população de controlo” com a “distribuição gaussiana”. Como

acima se assinala, apenas há “simetria” no caso de a assimetria ser “zero”. Neste trabalho, o cálculo da (ASI), em ângulos associados aos ciclos da locomoção, são quantificados pela “adaptatio datradicional” equação de Nigg <sup>1</sup> e colaboradores.

$$ASI = (Xi\ DIR - Xi\ ESQ) / (1/2 * (Xi\ DIR + Xi\ ESQ)) * 100\%$$

## 6. Resultados

Foram filmados um total 28 cavalos a passo e a trote, sendo que 3 dos cavalos pertencentes ao grupo de controlo foram excluídos devido ao facto de não conseguir tirar coordenadas das filmagens dos mesmos.

Os resultados foram obtidos através do cálculo da diferença entre a amplitude máxima e mínima que o equino realiza durante as fase de apoio e de suspensão do lado esquerdo (Xi ESQ) e do lado direito (Xi DIR). Após obtenção dos resultados foi calculado o índice de assimetria (ASI) de cada cavalo.

Nas tabelas apresentadas com os valores dos índices de assimetria os resultados negativos significam que deslocamento angular máximo que da tuberosidade coxal sobe é superior ao deslocamento mínimo que a tuberosidade coxal desce, sendo que as variações positivas representam o inverso. No entanto estas variações positivas e negativas são só indicações, não temos dados preliminares que comprovem se existe uma proeminência no lado esquerdo ou no lado direito, não considerando desta forma um valor absoluto.

### 6.1 Amostra controlo

Na amostra controlo (n=14) foram utilizados cavalos entre os 4 e os 15 anos (média= 8,5 e  $\delta$ =2,8), de diversas modalidades das quais dressage, endurance, saltos de obstáculos e lazer, e de raças Puro Sangue Lusitano (PSL), Hanoveriano, Puro Sangue Árabe (PSA) e Cruzado Português (Tabela 2).

---

<sup>1</sup>:Herzog W., Nigg B., Read L., Olsson E., (1989) Asymmetries in ground reaction force patterns in normal human gait, *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol 21(1) 110-114. ... “The upper and lower limits of normal gait were calculated such that 95% of all symmetry indices obtained from this subject population fell within these limits. Upper and lower limits were found to vary from  $\pm 4\%$  to over  $\pm 13,000\%$ . Extremely high percentages were found for variables which had absolute magnitudes close to zero and/or variables which occurred at distinctly different instants during the gait cycle. The results of these variables need to be interpreted with caution.”

**Tabela 2:** Caraterização da amostra controlo

| Cavalos Controlo | Idade   | Modalidade | Raça        |
|------------------|---------|------------|-------------|
| Cavalo 1         | 8 anos  | Dressage   | Hanoveriano |
| Cavalo 2         | 9 anos  | Dressage   | PSL         |
| Cavalo 3         | 5 anos  | Dressage   | PSL         |
| Cavalo 4         | 15 anos | Dressage   | PSL         |
| Cavalo 5         | 8 anos  | Dressage   | PSL         |
| Cavalo 6         | 10 anos | Dressage   | PSL         |
| Cavalo 7         | 8 anos  | Endurance  | PSA         |
| Cavalo 8         | 8 anos  | Endurance  | PSA         |
| Cavalo 9         | 13 anos | Endurance  | PSA         |
| Cavalo 10        | 5 anos  | Dressage   | PSL         |
| Cavalo 11        | 9 anos  | Dressage   | PSL         |
| Cavalo 12        | 9 anos  | Dressage   | PSL         |
| Cavalo 13        | 8 anos  | Dressage   | PSL         |
| Cavalo 14        | 4 anos  | Dressage   | PSL         |

### 6.1.1 **Passo**

No grupo de cavalos controlo, no passo, foi possível visualizar que os valores do índice de assimetria não são muito dispares, sendo que variam de 0.0% (o que indica uma simetria perfeita) a valores de 36,8% (**Tabela 3**). Também é possível verificar que não existem quase diferenças de graus de amplitude do (XI DIR) para o (XI ESQ), o cavalo que apresenta maior diferença é o cavalo número 10 com um valor de 3,2 graus (Tabela 3).

**Tabela 3** – Resultados do passo dos cavalos controlo.

| Cavalo Controlo | XI DIR | XI ESQ | ASI      | Valor absoluto de ASI |
|-----------------|--------|--------|----------|-----------------------|
| 1               | 3,7    | 4,3    | - 15,0 % | 15 %                  |
| 2               | 2,9    | 3,8    | - 26,9 % | 26,9%                 |
| 3               | 3,8    | 3,1    | 20,3 %   | 20,3 %                |
| 4               | 5,6    | 6,8    | - 19,4 % | 19,4 %                |
| 5               | 2,5    | 3,0    | - 18,2 % | 18,2 %                |
| 6               | 4,9    | 4,1    | 17,8 %   | 17,8%                 |
| 7               | 4,1    | 4,7    | - 13,6 % | 13,6 %                |
| 8               | 0,6    | 0,7    | 15,4 %   | 15,4 %                |
| 9               | 0,6    | 0,8    | - 28,6 % | 28,6 %                |
| 10              | 7,1    | 10,3   | - 36,8 % | 36,8 %                |
| 11              | 5,6    | 7,4    | - 27,7 % | 27,7 %                |
| 12              | 8,2    | 6,2    | 27,8 %   | 27,8 %                |
| 13              | 4,2    | 3,3    | 24,0 %   | 24,0 %                |
| 14              | 2,4    | 2,4    | 0,0 %    | 0,0 %                 |

### 6.1.2 Trote

No grupo de cavalos controlo, no trote, foi possível verificar que os valores do índice de assimetria apresentam-se um pouco mais dispares e elevados, variando entre o 0,0 % (que indica uma simetria perfeita) a valores de 66,7%. (**Tabela 4**). Também é possível verificar que não existem quase diferenças de graus de amplitude do (XI DIR) para o (XI ESQ), variando os valores entre 0,0 a 2,2 graus (**Tabela 4**)

**Tabela 4** – Resultados do trote dos cavalos controlo.

| Cavalo Controlo | XI DIR | XI ESQ | ASI      | Valor absoluto de ASI |
|-----------------|--------|--------|----------|-----------------------|
| 1               | 2,8    | 2,4    | 15,4 %   | 15,4 %                |
| 2               | 1,9    | 2,4    | - 23,3 % | 23,3 %                |
| 3               | 1,6    | 0,8    | 66,7 %   | 66,7 %                |
| 4               | 3,3    | 4,1    | - 21,6 % | 21,6 %                |
| 5               | 1,6    | 2,7    | - 51,2 % | 51,4 %                |
| 6               | 5,1    | 4,2    | 19,4 %   | 19,4 %                |
| 7               | 4,3    | 4,3    | 0,0 %    | 0,0 %                 |
| 8               | 5,2    | 3,2    | 47,6 %   | 47,6 %                |
| 9               | 2,6    | 3,2    | - 20,7 % | 20,7 %                |
| 10              | 1,2    | 2,3    | - 62,9 % | 62,9 %                |
| 11              | 1,9    | 2,3    | - 19 %   | 19 %                  |
| 12              | 3,5    | 2,5    | 33,3 %   | 33,3 %                |
| 13              | 6,2    | 4,0    | 43,1 %   | 43,1 %                |
| 14              | 5,1    | 5,1    | 0,0 %    | 0,0 %                 |

### 6.2 Cavalos em estudo

Na amostra de cavalos em estudo foram usados cavalos entre os 4 e os 19 anos (média= 10,8 e  $\delta=15,1$ ), de diversas modalidades das quais *dressage*, endurance, saltos de obstáculos e lazer, e de raças Puro Sangue Lusitano (PSL), Hanoveriano, Puro Sangue Árabe (PSA) e Cruzado Português. Nesta amostra este grupo de cavalos foi dividido em dois grupos: os cavalos que apresentavam claudicação do membro posterior esquerdo (MPE) e os cavalos que apresentavam claudicação do membro posterior direito (MPD), (**Tabela 5**).



**Tabela 5** – Caracterização da amostra em estudo.

| Cavalos em estudo | Idade   | Modalidade           | Raça              | Membro que claudica |
|-------------------|---------|----------------------|-------------------|---------------------|
| Cavalo 1          | 12 anos | Dressage             | PSL               | MPE                 |
| Cavalo 2          | 4 anos  | Dressage             | PSL               | MPD                 |
| Cavalo 3          | 8 anos  | Dressage             | PSL               | MPE                 |
| Cavalo 4          | 12 anos | Endurance            | PSA               | MPE                 |
| Cavalo 5          | 8 anos  | Endurance            | PSA               | MPD                 |
| Cavalo 6          | 9 anos  | Saltos de obstáculos | PSL               | MPE                 |
| Cavalo 7          | 8 anos  | Dressage             | PSL               | MPD                 |
| Cavalo 8          | 8 anos  | Dressage             | PSL               | MPD                 |
| Cavalo 9          | 13 anos | Dressage             | Cruzado Português | MPE                 |
| Cavalo 10         | 18 anos | Lazer                | Cruzado Português | MPE                 |
| Cavalo 11         | 19 anos | Lazer                | PSL               | MPE                 |

### 6.2.1 Passo

No grupo de cavalos em estudo que apresentavam claudicação do membro posterior esquerdo (MPE), no passo, foi possível visualizar que os valores do índice de assimetria não são muito dispare, sendo que variam de 38,7% a 49,2 %. (**Tabela 6**). Também é possível verificar que não existem quase diferenças de graus de amplitude do (XI DIR) para o (XI ESQ), sendo os valores entre 0,2 a 4,7 graus (**Tabela 6**).

No grupo de cavalos em estudo que apresentavam claudicação do MPD, no passo, verificou-se que os valores do índice de assimetria também não são muito dispare, apresentando variações entre 10,9 % a 15,1 % (**Tabela 7**). Também é possível verificar que não existem quase diferenças de graus de amplitude do (XI DIR) para o (XI ESQ), variando os valores entre 1,2 a 3,2 graus (**Tabela 7**).

Nestes cavalos não foi possível a deteção da claudicação, os cavalos apresentam valores de assimetria muito semelhantes aos dos cavalos controlo. Os cavalos controlo apresentaram valores de índice de assimetria de 0,0% a 36,8% já os cavalos que apresentaram claudicação apresentaram valores de índice de assimetria de 38,7% a 49,2%. Os cavalos 1, 3, 10 e 11, apresentam mais simetria positiva à direita, estes apresentavam um grau de claudicação de 2 em 5 de acordo com a AAEP (**Tabela 6**). Os cavalos 4, 6 e 9, apresentam uma simetria negativa à esquerda. Estes, ao exame de claudicação, apresentavam um grau de claudicação de 1 em 5 de acordo com a AAEP (**Tabela 6**) Os cavalos 5 e 8 apresentaram uma simetria positiva à direita, e os cavalos 2 e 7 apresentaram uma simetria negativa à esquerda ao exame de claudicação apresentavam um grau de claudicação de 1 em

5 de acordo com a AAEP (**Tabela 7**).

**Tabela 6** – Resultados do passo dos cavalos em estudo que claudicam do MPE.

| Cavalo em estudo | Xi DIR | Xi ESQ | ASI      | Valor Absoluto de ASI |
|------------------|--------|--------|----------|-----------------------|
| Cavalo 1         | 3,8    | 2,3    | 49,2 %   | 49,2 %                |
| Cavalo 3         | 12,7   | 8,5    | 39,6 %   | 39,6 %                |
| Cavalo 4         | 3,7    | 5,8    | - 44,2 % | 44,2 %                |
| Cavalo 6         | 0,4    | 0,6    | - 40,0 % | 40,0 %                |
| Cavalo 9         | 1,5    | 2,4    | - 46,2 % | 46,2 %                |
| Cavalo 10        | 5,7    | 3,5    | 47,8 %   | 47,8 %                |
| Cavalo 11        | 14,5   | 9,8    | 38,7 %   | 38,7 %                |

**Tabela 7** – Resultados do passo dos cavalos em estudo que claudicam do MPD.

| Cavalo em estudo | Xi DIR | Xi ESQ | ASI      | Valor Absoluto de ASI |
|------------------|--------|--------|----------|-----------------------|
| Cavalo 2         | 2,0    | 3,2    | - 12,7 % | 12,7%                 |
| Cavalo 5         | 7,3    | 4,1    | 10,9 %   | 10,9%                 |
| Cavalo 7         | 3,1    | 4,8    | - 14,5 % | 14,5%                 |
| Cavalo 8         | 7,0    | 4,3    | 15,1 %   | 15,1 %                |

### 6.1.1 Trote

No grupo de cavalos em estudo que apresentavam claudicação do MPE, no trote, foi possível visualizar que os valores do índice de assimetria são muito mais dispares, variando entre 85,7% a 170,4%, os cavalos apresentaram um aumento amplitude de assimetria no lado em que apresentavam claudicação (**Tabela 8**). Também é possível verificar que existem diferenças de graus de amplitude do (XI DIR) para o (XI ESQ), o lado esquerdo apresenta valores de diferença de amplitude mais elevados (**Tabela 8**).

No grupo de cavalos em estudo que apresentavam claudicação do MPD, no trote, foi possível visualizar que os valores do índice de assimetria apresentam-se muito dispares, sendo que variam 96% a 160,7%. Verificou-se que houve um aumento de amplitude de assimetria no lado em que apresentavam claudicação (**Tabela 9**). Também é possível verificar que existem diferenças de graus de amplitude do (XI DIR) para o (XI ESQ), sendo que o lado direito apresenta valores de diferença de amplitude mais elevados (**Tabela 9**). Nas (Tabelas 8 e 9) é possível verificar que a claudicação é mais notável a trote do que a passo (Tabelas 6 e 7)

**Tabela 8** – Resultados do trote dos cavalos em estudo que claudicam do MPE.

| Cavalo em estudo | Xi DIR | Xi ESQ | ASI       | Valor Absoluto de ASI |
|------------------|--------|--------|-----------|-----------------------|
| Cavalo 1         | 2,9    | 16,4   | - 139,9 % | 139,9%                |
| Cavalo 3         | 2,4    | 6,0    | - 85,7 %  | 85,7%                 |
| Cavalo 4         | 1,2    | 5,8    | -131,4 %  | 131,4%                |
| Cavalo 6         | 2,3    | 6,1    | -90,5 %   | 90,5%                 |
| Cavalo 9         | 0,6    | 7,5    | -170,4 %  | 170,4%                |
| Cavalo 10        | 4,4    | 20,5   | -129,3 %  | 129,3%                |
| Cavalo 11        | 5,1    | 24,7   | -131,5 %  | 131,5%                |

**Tabela 9** – Resultados do trote dos cavalos em estudo que claudicam do MPD.

| Cavalo em estudo | Xi DIR | Xi ESQ | ASI     | Valor Absoluto de ASI |
|------------------|--------|--------|---------|-----------------------|
| Cavalo 2         | 5,5    | 0,6    | 160,7 % | 160,7%                |
| Cavalo 5         | 8,5    | 2,9    | 98,2 %  | 98,2%                 |
| Cavalo 7         | 7,4    | 2,6    | 96,0 %  | 96,0%                 |
| Cavalo 8         | 10,6   | 1,9    | 139,2 % | 139,2%                |

## 7. Discussão

Este estudo teve como objetivo a detecção de assimetrias nos membros posteriores de cavalos que não apresentavam qualquer tipo de claudicação e cavalos que apresentavam claudicação dos MPE e MPD entre os graus 1 e 2 em 5, através de uma análise objetiva (cinemática). Foram colocadas várias questões no início deste estudo com o objetivo de no final do mesmo serem respondidas.

Uma das primeiras questões colocada foi: Será este método de análise objetivo um método fiável, em comparação com a análise subjetiva da passada? De acordo com o nosso estudo este método é fiável na obtenção de diferenças de amplitude do lado esquerdo e direito a partir da medição do ângulo que a tuberosidade coxal faz durante as fases de apoio e de suspensão, tanto no passo como no trote. Foi necessário confirmar a viabilidade dos resultados, pois este método foi adotado por nós e não foi utilizado em mais nenhum estudo de análise cinemática, como vamos verificar nos pontos seguintes. Segundo, Bragança et al (2018) existe um número suficiente de evidências que apoia a utilização da análise objetiva do movimento durante um exame de claudicação num ambiente de estudo e clínico. É importante ressaltar que a tecnologia deve ser utilizada como uma ferramenta de apoio ao clínico com a finalidade de se chegar a um diagnóstico baseado em evidências, prognóstico e plano terapêutico.

Segunda questão: Será a assimetria invariavelmente um sinal de claudicação? Não, sabemos que cada equino tem a sua conformação, por vezes a assimetria não é indicativo de uma patologia. Esta pode estar associada a vários outros fatores, entre os quais a idade do cavalo: equinos mais jovens tendem a ter uma locomoção mais assimétrica. Cavalos que apresentam défices musculares em algum dos lados, também podem apresentar assimetrias no movimento. Atualmente, a maioria dos métodos de análise objetivo do movimento depende de medidas de simetria da locomoção. A este respeito, é importante questionar se a assimetria corresponde a um sinal de claudicação. De acordo com o nosso estudo, podemos verificar que só foram detetadas assimetrias em equinos a trote. Segundo Bragança et al (2018) as assimetrias do movimento podem não ser evidentes em cavalos com claudicação e cavalos que tenham claudicação bilateral, estas apenas se tornam aparentes após o uso de analgesia diagnóstica unilateral.

Terceira questão: Então como é que podemos saber se aquele cavalo apresenta efetivamente claudicação ou não? Será que podemos confiar nos resultados obtidos neste estudo? Neste estudo os equinos utilizados foram todos vistos por dois médicos veterinários, que confirmaram se os cavalos apresentavam claudicação ou não. Este exame faz-se através de uma avaliação subjetiva, a partir da qual, os médicos veterinários atribuem ao cavalo um grau de claudicação que está estipulado na tabela de graus de claudicação da AAEP. Através

da análise objetiva foi possível confirmar que os cavalos apresentavam claudicação no MPE ou no MPD, pois foi demonstrado que estes apresentavam maiores graus de amplitude no membro que claudicava, e maiores percentagens de assimetria no membro em que claudicava a trote. Neste estudo, aos cavalos que apresentaram claudicação foi-lhes atribuídos graus de claudicação entre 1 e 2 em 5, segundo a tabela de graus da AAEP. Com isto, afirma-se que cavalos que apresentam grau de claudicação de 1 em 5 são cavalos em que a claudicação é difícil de se observar e é inconsistente independentemente das condições e cavalos que apresentaram grau de claudicação de 2 em 5, são cavalos em que a claudicação é difícil observação a passo ou a trote em linha reta, mas é consistente em certas condições. Com a ajuda da análise objetiva foi possível confirmar estas afirmações, pois os cavalos que apresentavam claudicações tiveram resultados de assimetria iguais aos cavalos controlo no passo e só demonstraram diferenças de graus de assimetria no trote. Também não houve diferenças na amplitude do membro entre os cavalos que apresentavam grau de claudicação de 1 em 5 e cavalos que apresentavam grau de claudicação de 2 em 5. Num estudo realizado por Marunova et al (2021), foram medidos os parâmetros de assimetria pélvica através de um telemóvel, na maioria dos casos houve diferenças nos parâmetros objetivos registados entre os diferentes graus de claudicação. Estas diferenças, no entanto, muitas vezes não eram significativas em graus de claudicação em que existia apenas a diferença de um grau. Este achado pode ser útil para se usar num ambiente clínico, pois muitas vezes é difícil distinguir subjetivamente um cavalo que não apresente claudicação de um cavalo que apresente uma claudicação subtil. Segundo Starke et al (2015) para detetar assimetrias na locomoção dos equinos visualmente ou tecnologicamente, é necessário a avaliação da assimetria do movimento vertical, sendo esta altamente correlacionada com o grau de dor que o equino apresenta durante a claudicação. Em andamentos como o passo e o trote, os perfis de força vertical do membro contra-lateral são normalmente quase idênticos, resultando num movimento do corpo simétrico para cima e para baixo duas vezes por passada. Num cavalo sem claudicação, durante o trote, o movimento vertical que o sacro realiza possuiu uma forma sinusoidal quase perfeita, enquanto a rotação axial da pélvis causa uma assimetria no movimento vertical em cada tuberosidade coxal. Já num cavalo que apresenta claudicação, a interação assimétrica vertical, a translação de toda a pélvis e a rotação pélvica, resultam em diferentes padrões de movimento na tuberosidade coxal esquerda e direita e no sacro.

Quarta questão: Qual é o ângulo que a tuberosidade coxal esquerda e direita faz durante a “*stance phase*” e “*swing phase*”? E como é que é obtido este ângulo? Relativamente aos ângulos que a tuberosidade coxal faz durante estas duas fases, já existem alguns estudos com o propósito da avaliação da assimetria pélvica na ajuda de deteção de claudicações, mas a maioria mediu a aceleração e a velocidade do movimento máximo e mínimo vertical a que a tuberosidade coxal esquerda e direita atinge durante o passo e o trote. Também já foi

avaliado o movimento que a apófise sacral tem durante a locomoção, assim como já foram calculadas as diferenças de amplitude do deslocamento vertical da tuberosidade coxal esquerda e direita, contudo, nenhum destes estudos utilizou medições angulares. Pesquisando um pouco pelos estudos, as várias técnicas mais utilizadas para a medição deste ângulo foram: giroscópios, acelerómetros e sistema inercial de captura de movimento. Em Keegan et al (2004) foram utilizados oito equinos adultos, em que foram feitas medições através de giroscópios, acelerómetros e foi realizado um estudo em que utilizaram método de sistema de captação do movimento por vídeo. Foram obtidos os resultados relativos a aceleração vertical da cabeça e pélvis assim como também a velocidade angular do membro posterior. Concluíram que a deteção da gravidade da claudicação nos membros posteriores foi mais bem detetada a partir dos sistemas com acelerómetros e giroscópios do que com o sistema baseado em vídeo. Num estudo realizado por Roepstorff et al (2021), foi utilizado o método de sistema de captação do movimento por vídeo. Mediram 222 cavalos de várias raças, a passo e a trote sob diferentes condições, incluindo superfícies moles, duras e em passadeira, e os equinos foram analisados em linha reta e em círculos. Foram colocados marcadores no garrote, na apófise sacral e nas tuberosidades coxais esquerda e direita. Os resultados foram extraídos da pélvis, do movimento vertical do garrote e das rotações pélvicas. Em conclusão, verificaram que a partir dos resultados, os componentes rotacionais da pélvis são mais pronunciados no trote que no passo. Isto ocorre, devido ao facto que no passo são utilizados na fase de apoio 2 a 3 membros e no trote são só utilizados dois membros na fase de apoio e dois membros na fase de suspensão. Verificaram que estudar a rotação pélvica nem sempre é fácil, pois existe uma dificuldade em extrair os valores exatos mínimos, máximos e a amplitude de movimento nos momentos em que o casco esquerdo e direito entra em contato com o solo. Relativamente ao nosso estudo, podemos verificamos que foi mais fácil detetar assimetrias pélvicas no trote que no passo, pois foi demonstrado que os cavalos que apresentavam claudicação só mostraram resultados satisfatórios na deteção de assimetrias no trote.

Relativamente a medição do ângulo, como referido anteriormente, não existem estudos feitos com medições angulares. Neste estudo o único deslocamento angular foi o que se verifica entre a tuberosidade coxal e apófise sacral com a horizontal. A origem comum aos dois vetores é o ponto anatómico (apófise sacral). O primeiro vetor é definido pela origem e pelo ponto anatómico (tuberosidade coxal esquerda). O segundo vetor é definido pela origem e pelo ponto anatómico (tuberosidade coxal direita). Na fase de apoio ("*Stance Phase*") da passada, no instante de máxima descida de uma das tuberosidades coxais são registadas as duas coordenadas das duas tuberosidades coxais. O programa calcula os ângulos com a horizontal. Na fase de suspensão ("*Swing Phase*") da passada, no instante de máxima subida de uma das tuberosidades coxais são registadas as duas coordenadas das duas

tuberosidades coxais. O programa calcula os ângulos com a horizontal. Num estudo realizado por Bragança et al (2017) foram utilizados três cavalos de escola de diferentes raças, diferentes alturas, diferentes pesos e idades, que foram analisados a trote, através do sistema de captura de movimento em 3D. Para cada marcador os parâmetros de simetria calculados foram: a posição máxima e mínima da pélvis, as diferenças de deslocamento vertical quando a pélvis está em cima e em baixo e as diferenças de amplitude do deslocamento vertical da tuberosidade coxal esquerda e direita em milímetros. A posição mínima da pélvis ocorre durante a fase de “*midstance*”, ou seja, é neste momento que a pélvis está ligeiramente mais inclinada, fazendo com que a tuberosidade coxal fique numa posição mais alta em relação ao membro que está em fase de suspensão. Já a posição máxima da pélvis é calculado na fase em que a pélvis atinge a sua posição máxima vertical, ou seja, no momento em que o cavalo está prestes a atingir o solo na fase final da suspensão. As diferenças de amplitude do deslocamento vertical da tuberosidade coxal esquerda e direita em milímetros nos três cavalos foi: 21,4 (8) mm, 0,6 (9,5) mm e -11,5 (10, 9) mm. Foi possível verificar a partir dos resultados obtidos nas tabelas que o sistema utilizado funciona melhor para o trote do que para o passo.

Não foi possível fazer uma comparação direta com resultados de outros estudos já realizados, uma vez que, no melhor do nosso conhecimento, não há estudos que tenham utilizado a mesma metodologia e tivessem exatamente o mesmo objetivo que o presente trabalho. Apesar deste método conseguir medir ângulos e assimetrias e poder ser utilizado como ferramenta futura para outros estudos e investigações, também apresentou algumas limitações durante o decorrer do projeto, nomeadamente:

- Fator climático: Nos dias de chuva, o céu encontrava-se nublado, havendo desta forma menos luz natural, o que provocou uma perda de definição das filmagens. Devido a este facto tivemos de alterar a definição de imagem para uma superior e aumentar a luminosidade no telemóvel de modo a captar melhores filmagens.

- Maneio: Houve uma maior dificuldade na colocação dos marcadores em cavalos mais jovens, devido ao facto de estes terem um menor maneio do que cavalos mais velhos.

- Colocação dos marcadores: Foi uma tarefa mais difícil em cavalos mais jovens ou com menos maneio. Relativamente a esta situação, o problema deveu-se ao facto de demorarmos mais tempo na colocação dos marcadores e a haver uma menor segurança para os investigadores. Ainda assim, foi possível a colocação de todos os marcadores e a realização das filmagens em todos os cavalos.

- Higiene dos animais: Houve uma certa dificuldade em colocar marcadores em animais com o pelo muito comprido e/ou sujo. Foi necessário proceder à limpeza do animal antes da colocação dos marcadores e por este motivo foi necessário repetir as filmagens algumas vezes, devido à queda de alguns marcadores.

A metodologia do estudo foi baseada na aplicação de software de livre acesso: kinovea, digitize 3.0 e programa excel customizado. Este conjunto possibilitou desenvolver um método de análise objetivo. Estes programas, apesar de serem livre acesso têm também algumas limitações. Os programas kinovea 7.0 e DigitizeXY 3.0, só podem ser instalados em sistemas operativos Windows e não em sistema operativo Apple, ou seja, para quem só tem o sistema operativo Apple terá de adquirir um sistema Windows para conseguir trabalhar com estes programas. Relativamente ao Kinovea 7.0 há limitações na divisão do conjunto de imagens do filme. O número de imagens está limitado ao intervalo de tempo mínimo de 0,04 s o que é, por vezes, insuficiente para definir com precisão as imagens inicial e final, seja “*stance phase*” seja da “*swing phase*”. Esta limitação pode ter influência nos resultados. Os resultados dos citados programas Digitize 3.0 e Excel ficam dependentes destas características de divisão temporal das imagens sendo aconselhável um intervalo de tempo de, pelo menos, 0,01 s.

A solução para mais precisão implica a utilização de programas laboratoriais, como por exemplo o sistema Vicon brevemente disponibilizado no Hospital Veterinário Escolar de Equinos da Faculdade de Medicina Veterinária da ULHT.

No entanto, foi bastante entusiasmante trabalhar com este novo método de análise cinematográfica, pois não só é um método de baixo custo, de realização simples e de fácil leitura de resultados, como também poderá num futuro ser utilizado como uma nova ferramenta na realização de novos estudos, quer em animais saudáveis quer em animais que apresentem algum tipo de patologia. Assim sendo, este é um novo método que poderá ser utilizado como uma ferramenta de apoio de diagnóstico e de prognóstico.

Como foi dito por Bragança et al. (2018) é importante ressaltar que a tecnologia deve ser utilizada como uma ferramenta de apoio ao clínico com a finalidade de se chegar a um diagnóstico baseado em evidências, prognóstico e plano terapêutico.



## 8. Conclusão

Com este estudo podemos verificar que o método utilizado tem a capacidade de adquirir resultados para análise cinemática e adquirir resultados satisfatórios relativos à presença de assimetrias em cavalos que apresentavam claudicação dos membros posteriores, especialmente em cavalos com claudicação subtis a trote.

Não foi possível uma conclusão definitiva devido ao baixo número de amostra de cavalos. Este problema ocorreu devido ao facto deste trabalho ter sido realizado no meio de uma pandemia. Relativamente ao índice de assimetria foi possível verificar que animais que claudicavam a trote do MPE ou do MPD, apresentavam uma maior amplitude no membro com patologia, podendo afirmar-se com maior certeza de que aqueles equinos apresentavam claudicação.

Assim, é necessário realizar mais estudos relativamente à análise cinemática verificada na claudicação dos membros posteriores, tentando deste modo diminuir possíveis erros na observação e avaliação subjetiva dessas claudicações.

## Bibliografia:

- Alteneiji, K., Falaknaz, F., Andrea-Segovia, J., & Morales-Briceño, A. (2020). An Approach to Equine Physiotherapy and Rehabilitation in United Arab Emirates. *J Anim Res Vet Sci*, 4, 025.
- Akhtaruzzaman, M., Shafie, A. A., & Khan, M. R. (2016). Gait analysis: systems, technologies and importance. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 16(07), 1630003. doi:10.1142/s0219519416300039
- Back, W., & Clayton, H. M., (2013). Measurement techniques for gait analysis In: Clayton, H. M. & Schamhardt, H. C. *Equine Locomotion*. (2<sup>th</sup> ed, pp. 31-54) Elsevier Health Sciences.
- Balamurugan, K., Shammi, M., George, R. S., Kannan, T. A., & Sivashankar, R. (2020). A Retrospective Study on Equine Lameness and Influence of Age, Breed and Joint in Osteoarthritis. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 9(7), 3391-3393.
- Baller, L. S., & Hendrickson, D. A. (2002). Management of equine orthopedic pain. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 18(1), 117–131. doi:10.1016/s0749-0739(01)00003-7
- Barrett, M. F., Frisbie, D. D., King, M. R., Werpy, N. M., & Kawcak, C. E. (2016). A review of how magnetic resonance imaging can aid in case management of common pathological conditions of the equine foot. *Equine Veterinary Education*, 29(12), 683– 693. doi:10.1111/eve.12542
- Baxter, G. M., (2011). Hindlimb, fundamentals of lameness diagnosis, assessment of the lame horse, imaging, common conditions of the hindlimbs, therapeutic options. In Fails A. D., & Kainer., R. A. , Baxter, G. M., & Stashak. T. S., Martínez, A. V., et al., Baxter, G. M., et al., Goodrich L. R., et al., Adams and Stashak's lameness in horses. (1<sup>th</sup> ed, pp. 65-384) John Wiley & Sons.
- Bragança, F. S., Rhodin, M., & van Weeren, P. R. (2018). On the brink of daily clinical application of objective gait analysis: What evidence do we have so far from studies using an induced lameness model?. *The Veterinary Journal*, 234, 11-23.

- Braganca, F. M., Rhodin, M., Wiestner, T., Hernlund, E., Pfau, T., Van Weeren, P. R., & Weishaupt, M. A. (2017). Quantification of the effect of instrumentation error in objective gait assessment in the horse on hindlimb symmetry parameters. *Equine veterinary journal*, 50(3), 370-376
- Brokken, M. T., Schneider, R. K., Roberts, G. D., Holmes, S. P., Gavin, P. R., Sampson, S. N., Dahlgren, L. A. (2016). Evaluation of a New Surgical Treatment for Equine Hind Limb proximal Suspensory Desmitis. *Veterinary Surgery*, 45(7), 868–878. doi:10.1111/vsu.12527
- Budras, K., Sack, W. O. & Rock, S., (2012). Pelvic limb. Budras, K., Sack, W. O. & Rock, S., *Anatomy of the horse* (6<sup>th</sup> ed., pp. 16-24) Schlutersche.
- Chen, J. -W., Stefanovski, D., Haughan, J., Jiang, Z., Boston, R., Soma, L. R., & Robinson, M. A. (2019). Inflammatory mediators are potential biomarkers for extracorporeal shockwave therapy in horses. *Equine Veterinary Journal*. doi:10.1111/evj.13183
- Clayton, H. M., & Schamhardt, H. C. (2013). Measurement techniques for gait analysis. Em W. Back & H. M. Clayton (Eds.), *Equine Locomotion* (2<sup>a</sup>, pp. 31–60). Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Davidson, E. J. (2018). Lameness Evaluation of the Athletic Horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 34(2), 181-191. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.04.013>.
- Egan, S., Brama, P., & McGrath, D. (2019). Research trends in equine movement analysis, future opportunities and potential barriers in the digital age: A scoping review from 1978 to 2018. *Equine Veterinary Journal*. doi:10.1111/evj.13076
- Gale, A. L., Linardi, R. L., McClung, G., Mammone, R. M., & Orved, K. F. (2019). Comparison of the Chondrogenic Differentiation Potential of Equine Synovial Membrane-Derived and Bone Marrow-Derived Mesenchymal Stem Cells. *Frontiers in Veterinary Science*, 6. doi:10.3389/fvets.2019.00178
- Garbin, L. C., & Olver, C. S. (2019). Platelet-Rich Products and their application to osteoarthritis. *Journal of Equine Veterinary Science*, 102820. doi:10.1016/j.jevs.2019.102820

- Gilbertie, J. M., Schaer, T. P., Schubert, A. G., Jacob, M. E., Menegatti, S., Ashton Lavoie, R., & Schnabel, L. V. (2020). Platelet-rich plasma lysate displays anti-biofilm properties and restores antimicrobial activity against synovial fluid biofilms in vitro. *Journal of Orthopaedic Research*.doi:10.1002/jor.24584
- Giorio, M. E. (2018). Referral of the lameness case for standing magnetic resonance imaging. *UK-Vet Equine*, 2(1), 22-26.
- Greve, L., & Dyson, S. (2018). What can we learn from visual and objective assessment of non-lame and lame horses in straight lines, on the lunge and ridden? *Equine Veterinary Education*. doi:10.1111/eve.13016
- Gugjoo, M. B., Amarpal, Makhdoomi, D. M., & Sharma, G. T. (2018). Equine Mesenchymal Stem Cells: Properties, Sources, Characterization And Potential Therapeutic Applications. *Journal of Equine Veterinary Science*. doi:10.1016/j.jevs.2018.10.007
- Gupta, R. C., Lall, R., Srivastava, A., & Sinha, A. (2019). Hyaluronic Acid: Molecular Mechanisms and Therapeutic Trajectory. *Frontiers in Veterinary Science*, 6.doi:10.3389/fvets.2019.00192
- Hardeman, A. M., Serra Bragança, F. M., Swagemakers, J. H., van Weeren, P. R., & Roepstorff, L. (2019). Variation in gait parameters used for objective lameness assessment in sound horses at the trot on the straight line and the lunge. *Equine Veterinary Journal*. doi:10.1111/evj.13075
- Hinchcliff, K. W., Kaneps, A. J., & Geor, R. J. (2004). Diagnosis of lameness. In: Kaneps, A. J., *Equine Sports Medicine and Surgery*. (1<sup>th</sup> ed., pp. 249-260) Elsevier Health Sciences.
- Hinchcliff, K. W., Kaneps, A. J., & Geor, R. J. (2014). Musculoskeletal system. Diagnosis of lameness. In: Kaneps, A. J *Equine Sports Medicine and Surgery*. (2<sup>th</sup> ed., pp. 245-255) Elsevier Health Sciences.
- Hobbs, S. J., Levine, D., Richards, J., Clayton, H., Tate, J., & Walker, R. (2010). Motion analysis and its use in equine practice and research. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 97 (3/4), 55-64.

- Keegab, K. G. (2007). Evidence-based lameness Detection and Quantification. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 23(2), 403-423. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2007.04.008>.
- Keegan, K. G., Yonezawa, Y., Pai, P. F., Wilson, D. A., & Kramer, J. (2004). Evaluation of a sensor-based system of motion analysis for detection and quantification of forelimb and hind limb lameness in horses. *American journal of veterinary research*, 65(5), 665-670.
- König, H. E., & Liebich, H. G. (2016). Membros posteriores ou pélvicos. In König, H. E., & Liebich, H. G., *Anatomia dos Animais Domésticos: Texto e Atlas Colorido*. (pp. 203-263) Artmed Editora.
- Lange-Consiglio, A., Tassan, S., Corradetti, B., Meucci, A., Perego, R., Bizzaro, D., & Cremonesi, F. (2013). Investigating the efficacy of amnion-derived compared with bone marrow-derived mesenchymal stromal cells in equine tendon and ligament injuries. *Cytherapy*, 15(8), 1011–1020.[doi:10.1016/j.jcyt.2013.03.002](https://doi.org/10.1016/j.jcyt.2013.03.002)
- Leach, D. H., Ormrod, K., & Clayton, H. M. (1984). Standardised terminology for the description and analysis of equine locomotion. *Equine veterinary journal*, 16(6), 522-528.
- Mair, T. S., Kinns, J., Jones, R. D., & Bolas, N. M. (2005). Magnetic resonance imaging of the distal limb of the standing horse. *Equine Veterinary Education*, 17(2), 74-78.
- Mama, K.R., & Hector, R.C. (2019). Therapeutic developments in equine pain management. *The Veterinary Journal*.[doi:10.1016/j.tvjl.2019.02.010](https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.02.010)
- Marunova, E., Dod, L., Witte, S., & Pfau, T. (2021). Smartphone-Based Pelvic Movement Asymmetry Measures for Clinical Decision Making in Equine Lameness Assessment. *Animals*, 11(6), 1665.
- McCarroll, G. D., & McClure, S. R. (2002). Initial experiences with extracorporeal shock wave therapy for treatment of bone spavin in horses – part II. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 15(03), 184–186. [doi:10.1055/s-0038-1632735](https://doi.org/10.1055/s-0038-1632735)
- Mitchell, A., Watts, A. E., Ebetino, F. H., & Suva, L. J. (2019). Bisphosphonate use in the horse: what is good and what is not? *BMC Veterinary Research*, 15(1).[doi:10.1186/s12917-019-1966-x](https://doi.org/10.1186/s12917-019-1966-x)

- Mitchell, R. D., DaSilva, D. D., Rosenbaum, C. F., Blikslager, A. T., & Edwards, R. B. (2020). Ultrasound findings in tendons and ligaments of lame sport horses competing or training in South Florida venues during the winter seasons of 2007 through 2016. *Equine Veterinary Education*.doi:10.1111/eve.13298
- Metzger, J., & Distl, O. (2020). Genetics of Equine Orthopedic Disease. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*.doi:10.1016/j.cveq.2020.03.008
- Moyer, W., Schumacher, J., & Schumacher, J., 2007. Regional nerve blocks In: Moyer, W., Schumacher, J., & Schumacher, J. *guide to equine joint injection and regional anesthesia*. (2<sup>th</sup> ed, pp. 80-90) Veterinary Learning Systems.
- Müller-Quirin, J., Dittmann, M. T., Roepstorff, C., Arpagaus, S., Latif, S. N., & Weishaupt, M. A. (2020). Riding Soundness—Comparison of Subjective With Objective Lameness Assessments of Owner-Sound Horses at Trot on a Treadmill. *Journal of Equine Veterinary Science*, 95, 103314.
- Murray, R. C., Dyson, S., Branch, M., & Schramme, M. (2007). Validation of Magnetic Resonance Imaging Use in Equine Limbs. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 6(1), 26–36.doi:10.1053/j.ctep.2006.11.003
- O'Brien, C., Marr, N., & Thorpe, C. (2020). Microdamage in the equine superficial digital flexor tendon. *Equine Veterinary Journal*. doi:10.1111/evj.13331
- Pilliner, S., Elmhurst, S., & Davies, Z. (2002). The hind limb. Pilliner, S., Elmhurst, S., & Davies, Z. *The horse in motion: the anatomy and physiology of equine locomotion*. (pp. 43-58) John Wiley & Sons.
- Piché, A., Halpern, R., Savallo, M. A., & Granatosky, M. C. (2020). *Equine Locomotion*.
- Pilsworth, R., & Dyson, S. (2015). Where does it hurt? Problems with interpretation of regional and intra-synovial diagnostic analgesia. *Equine Veterinary Education*, 27(11), 595–603. doi:10.1111/eve.12392

- Rhodin, M., Pfau, T., Roepstorff, L., & Egenvall, A. (2013). Effect of lungeing on head and pelvic movement asymmetry in horses with induced lameness. *The Veterinary Journal*, 198, e39–e45. doi:10.1016/j.tvjl.2013.09.031
- Roepstorff, C., Dittmann, M. T., Arpagaus, S., Bragança, F. M. S., Hardeman, A., Persson-Sjödin, E., & Weishaupt, M. A. (2021). Reliable and clinically applicable gait event classification using upper body motion in walking and trotting horses. *Journal of Biomechanics*, 114, 110146.
- Ross, M. W., & Dyson, S. J. (2010). *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse- E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Schlueter, A. E., & Orth, M. W. (2004). Equine osteoarthritis: a brief review of the disease and its causes. *Comparative Exercise Physiology*, 1(4), 221.
- Schumacher, J., & Boone, L. (2019). Local anaesthetics for regional and intra-articular analgesia in the horse. *Equine Veterinary Education*. doi:10.1111/eve.13235
- Schreier, A. (2018). Equine distal limb local anaesthesia. *Veterinary Nursing Journal*, 33(3), 83–85. doi:10.1080/17415349.2017.1414412
- Schlueter, A. E., & Orth, M. W. (2004). Equine osteoarthritis: a brief review of the disease and its causes. *Comparative Exercise Physiology*, 1(4), 221.
- Smit, Y., Marais, H. J., Thompson, P. N., Mahne, A. T., & Goddard, A. (2019). Clinical findings, synovial fluid cytology and growth factor concentrations after intra-articular use of a platelet-rich product in horses with osteoarthritis. *Journal of the South African Veterinary Association*, 90. doi:10.4102/jsava.v90i0.1721
- Starke, S. D., Witte, T. H., May, S. A., & Pfau, T. (2012). Accuracy and precision of hind limb foot contact timings of horses determined using a pelvis-mounted inertial measurement unit. *Journal of Biomechanics*, 45(8), 1522–1528. doi:10.1016/j.jbiomech.2012.03

- Starke, S. D., May, S. A., & Pfau, T. (2015). Understanding hind limb lameness signs in horses using simple rigid body mechanics. *Journal of biomechanics*, 48(12), 3323-3331.
- Soroko, M., & Howell, K. (2018). Infrared Thermography: Current Applications in Equine Medicine. *Journal of Equine Veterinary Science*, 60, 90–96.e2. doi:10.1016/j.jevs.2016.11.002
- Stack, J. D., Levingstone, T. J., Lalor, W., Sanders, R., Kearney, C., O'Brien, F. J., & David, F. (2016). Repair of large osteochondritis dissecans lesions using a novel multilayered tissue engineered construct in an equine athlete. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 11(10), 2785–2795. doi:10.1002/term.2173
- Tabor, G., & Williams, J. (2020). Objective measurement in equine physiotherapy. *Comparative Exercise Physiology*, 16(1), 21–28. doi:10.3920/cep190049
- Tabor, G., & Williams, J. (2018). The use of outcome measures in equine rehabilitation. *The Veterinary Nurse*, 9(9), 497–500. doi:10.12968/vetn.2018.9.9.497
- Taylor, F. G., Brazil, T., & Hillyer, M. H, 2010. Musculoskeletal diseases In: Taylor, F. G., Brazil, T., & Hillyer, M. H. *Diagnostic Techniques in Equine Medicine*. (2<sup>th</sup> ed, pp. 252-256) Elsevier Health Sciences.
- Tipton, T. E., Ray, C. S., & Hand, D. R. (2013). Superficial digital flexor tendonitis in cutting horses: 19 cases (2007–2011). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243(8), 1162–1165. doi:10.2460/javma.243.8.1162.
- Toholj, B., Spasojevic, J., Stevancevic, M., Savovic, M., Apic, I., Cincovic, M., & Nenad, S. (2011). Ultrasound examination of horse tendons-comparing ultrasound and anatomy findings. *Contemporary agriculture savremena poljoprivreda*, 65.
- Wulster, K. B. (2018). Diagnosis of Skeletal Injury in the Sport Horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 34(2), 193–213. doi:10.1016/j.cveq.2018.04.014.



Yocom, A. F., & Bass, L. D. (2017). Review of the application and efficacy of extracorporeal shockwave therapy in equine tendon and ligament injuries. *Equine Veterinary Education*.doi:10.1111/eve