

Angiografia *in vivo* para avaliação da vascularização do casco de eqüinos

In vivo angiography for evaluation of equine foot vasculature

Carlos Henrique Maciel Brunner^{1*} Maria de Fátima Monteiro Martins¹
Enio Eduardo Bovino¹

RESUMO

A proposta deste trabalho foi estabelecer a angiografia digital palmar como método de avaliação qualitativa *in vivo* da vascularização distal laminar em eqüinos em posição quadrupedal. Foram realizadas 15 angiografias de eqüinos mestiços, sendo seis machos castrados e nove fêmeas, com idade variando entre seis e oito anos. As angiografias foram realizadas, após bloqueio anestésico perineural do nervo digital palmar lateral ou medial, por meio da aplicação de 20mL de contraste na veia digital palmar lateral ou medial garroteada por atadura elástica e torniquete. Imediatamente depois, foi realizada a primeira exposição radiológica em incidência dorso-palmar. Após a dispersão do contraste, o mesmo procedimento foi realizado com o casco submetido ao tratamento térmico com água aquecida e com água resfriada. Em quatro animais, obteve-se imagem radiopaca, com bordas maldefinidas, de aspecto sombreado, ao redor de cada lâmina dérmica, que foi creditada à vasodilatação ocasionada pelo calor. Quando da vasoconstrição ocasionada pelo tratamento com frio, observou-se redução da imagem radiopaca laminar. Esse aspecto pôde ser comprovado em quatro radiografias, porém não se repetiu em todas as angiografias realizadas. Em sete radiografias, houve falha de preenchimento de contraste, o que inviabilizou a comparação entre tratamentos térmicos, sendo que as radiografias realizadas sem nenhum tratamento térmico possuíam preenchimento de contraste adequado. A angiografia digital em eqüinos mostrou-se um método sensível para evidenciar vasoconstrição e vasodilatação *in vivo* dentro do estojo córneo, porém inúmeros fatores podem contribuir para o aparecimento de artefatos de técnica, o que inviabiliza a comparação de alterações da perfusão laminar do casco por esse método.

Palavras-chave: radiografia contrastada, falange distal, cavalo.

ABSTRACT

This study was aimed at establishing the palmar digital angiography as an *in vivo* qualitative method of evaluation the laminar digital vasculature on horses in standing position. Six gelding and nine mares were used in this study, with age going from 6 to 8 years old. After the perineural anesthesia of lateral or medial palmar digital nerve and the surgical preparation an intravenous catheter was fixed to the palmar digital vein, lateral or medial. After performing a simple radiography an elastic bandage and tourniquet was applied to the area. The animal and the RX equipment were adequately positioned and 20mL of contrast were injected, followed by a first radiological exposition in dorsum palmar incidence. In sequence the tourniquet and the elastic bandage were removed for the dissipation of the contrast, keeping the venous access with infusion of isotonic saline solution. The same procedure was performed with the hoof submitted to the thermal treatment with warmed water and cold water. In four animals a radiopaque image, around each dermic lamina with vasodilatation induced by the heat was obtained, with poorly defined edges and blurred aspect. On the other hand, it was observed reduction of the radiopaque laminar image because of the vasoconstriction caused by the treatment with cold water. This fact can be seen only in four radiographies, but it has not being repeated in all angiographies performed. In seven radiographies incomplete contrast filling was observed. For this reason, it was not possible to compare the radiographs performed with no thermal treatment, that have had the appropriate filling of the contrast. The digital angiography in horses was showed to be a sensible method to evidence *in vivo* vasoconstriction and vasodilatation inside the hoof, however this method cannot be use to analyze alteration in the laminar perfusion because some techniques artefactual.

Key words: angiography, distal phalange, horse.

¹Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Paulista (UNIP), Rua Tenente Julio Prado Neves, 965, Bairro Tremembé, 02370-000, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: carlosbrunner@uol.com.br. * Autor para correspondência.

INTRODUÇÃO

A laminite é uma doença vascular periférica resultante da diminuição da perfusão capilar no casco com significativa abertura de anastomoses arteriovenosas, isquemia, necrose de suas lâminas e dor (STASHAK, 1987; RODGERSON et al., 2000). O sistema vascular na patogenia da laminite tem sido objeto de estudo devido a sua importância e a dificuldade em avaliá-lo (HOOD, 1999). O complexo leito arterial e venoso podal está envolvido por um estojo córneo, que em muito dificulta a sua avaliação durante os quadros clínicos de laminite (POLLITT & MOLYNEUX, 1990).

Com a descrição de modelos experimentais de indução de laminite por meio de superalimentação com carboidratos (GARNER et al., 1975) e de ingestão de extrato da árvore noz negra americana (*Juglans nigra*) (MINNICK et al., 1987; GALEY et al., 1991), houve intenso incremento do conhecimento da patogenia dessa enfermidade equina (HOOD, 1999), possibilitando a diferenciação das alterações vasculares.

Estudos propuseram que eventos hemodinâmicos no estágio agudo da laminite incluíam venoconstrição na microvasculatura digital, abertura de anastomoses arteriovenosas e ocorrência de microtrombos (COFFMAN et al., 1970; ACKERMAN et al., 1975; MUNGALL et al., 2001; RODGERSON et al., 2000). A redução de circulação através dos capilares laminares, culminando na separação das junções dermo-epidérmicas, é descrita como resultado de isquemia e morte da lâmina digital (MUNGALL & POLLITT, 2002).

A compreensão das ocorrências vasculares dentro do casco passou a ser o foco de trabalhos científicos desde que COFFMAN et al. (1970) descreveram a circulação do casco através da angiografia venosa em equínos mantidos sob anestesia geral, demonstrando redução do fluxo sanguíneo laminar durante a laminite. Também por meio de angiografia, porém *in vitro*, ACKERMAN et al. (1975) descreveram as alterações vasculares arteriais no casco de animais com laminite crônica, evidenciando a redução acentuada da perfusão sanguínea das lâminas quando comparados com animais sadios. Em ambos os trabalhos, apenas características qualitativas do preenchimento vascular puderam ser avaliadas.

REEDEN et al. (1993) demonstraram que a técnica de venografia podia ser realizada *in vivo* com preenchimento retrógrado também do leito arterial. LESSA et al. (1997) descreveram a cateterização da artéria digital palmar comum, em animais sob anestesia geral, com fins de arteriografia, em vez da cateterização da artéria digital palmar medial, que, segundo SILVA

(1988), seria mais passível de obstruções. ROSENSTEIN et al. (2000) realizaram arteriografias em cascos isolados de equínos com vistas à medição do diâmetro arterial na extremidade distal do membro e constataram que o efeito de magnificação radiográfica altera as medições arteriais quando comparadas às *in vitro*. ACKERMAN et al. (1975), SCOTT et al. (1976) e ROSENSTEIN et al. (2000) evidenciaram espasmo arterial durante a aplicação de contraste radiológico na arteriografia, devido à punção arterial ou mesmo pela ação direta do contraste, o que podia comprometer a avaliação vascular por meio dessa técnica.

O Doppler ultra-som foi comparado à técnica de arteriografia, sendo considerado similar e menos invasivo. Foram demonstradas as alterações no preenchimento arterial durante o apoio e a sustentação do membro, evidenciando falha de preenchimento vascular durante a fase de apoio do casco ao solo; porém, essa técnica não permitiu a avaliação da vascularização dentro do estojo córneo (SANT'ANNA JÚNIOR et al., 2001).

WORSTERS et al. (2000) utilizaram cintilografia *in vivo* para avaliar os efeitos do calor e frio sobre a vascularização do casco de equínos saudáveis. A técnica foi escolhida por não ser invasiva e por eliminar a interferência do vasoespasmo descrito na arteriografia, apesar de custo mais elevado. Os autores concluíram que a exposição do casco a diferentes temperaturas reduz a perfusão tecidual quando exposto ao frio e, de maneira oposta, aumenta o fluxo sanguíneo quando o casco é submetido ao calor.

HOOD et al. (2001) avaliaram a relação entre calor e frio com a vascularização do casco de equínos saudáveis. O método empregado foi a medição da temperatura externa do casco e mostrou-se pouco sensível em demonstrar mudanças na perfusão vascular digital por sofrer influência da temperatura do ambiente externo.

REDDEN (2001) descreveu a técnica de venografia *in vivo* com equínos mantidos em apoio quadrupedal sob sedação. A técnica elimina a necessidade de anestesia geral, o que reduz a complexidade de aplicação do contraste radiopaco intravascular, da mesma forma que se minimizam os custos. O contraste não provocou espasmo vascular como nas arteriografias descritas anteriormente. A angiografia torna-se então uma alternativa, com mínima invasão, de avaliação do leito vascular do casco *in vivo* passível de realização no campo e com baixo custo.

Diversos métodos têm sido utilizados para avaliação do fluxo sanguíneo durante casos de laminite, porém não é possível o estabelecimento de uma única linha de entendimento dos fenômenos que ocorrem

desde a fase prodrômica até a fase crônica da entidade nosológica. A variedade de meios utilizados, em que todos avaliam o leito vascular por meios indiretos, nos quais se pode inferir maior ou menor fluxo sanguíneo, dificultam a compreensão dos eventos circulatórios. Além desse fato, não há concordância plena entre os autores a respeito dos mecanismos da patogenia. A bibliografia descrita evidencia a venografia como um possível modelo para estudo da isquemia presente durante o quadro de laminite induzida experimentalmente, porém não permite elucidar se pequenas alterações de vasoconstricção ou vasodilatação podem ser visualizadas por esse método.

Dessa forma, a proposição deste trabalho é demonstrar a venografia *in vivo* como meio de avaliação qualitativa vascular da circulação sanguínea do casco de equinos sadios, possibilitando um modelo simples, mas fidedigno, para avaliação futura da ação de fármacos vasoativos sobre a região descrita.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 15 equinos, sendo seis machos castrados e nove fêmeas, sem raça definida e com idade variando entre 6 e 8 anos. Os animais tiveram a face lateral e medial da quartela tricotomizada desde a região correspondente à face lateral da articulação metacarpofalangiana até a borda coronária do mesmo lado. Ambas as faces de um único membro anterior foram preparadas para que o melhor acesso venoso fosse eleito no momento da venopunção. O bloqueio anestésico no nervo digital palmar lateral e medial se fez necessário para o acesso venoso sem dor e foi realizado por meio da aplicação de 4ml de cloridrato de lidocaína 2%, sem vasoconstritor^a na região perineural distal à articulação metacarpofalangiana. Os animais foram sedados com 0,04mg por kg de peso de romifidina^b.

Após o tempo de latência do anestésico local, o cateter intravenoso^c foi colocado por venopunção asséptica na veia digital palmar lateral ou medial, no sentido da extremidade distal. Ao cateter fixou-se um tubo extensor de PVC^d de 20cm, proximal à articulação metacarpofalangiana, e foi mantido pérvio por meio da infusão contínua e lenta de solução salina isotônica. Em seguida, foi aplicada atadura elástica^e no terço distal da região metacarpiana e sobre ela um garrote fez a função de torniquete. O membro foi então posicionado sobre um apoio de madeira de forma a permitir a execução de exame radiográfico em incidência dorsopalmar, com 55 kV, 80 mA e tempo de 0,075s com foco na região do bordo coronário. Estando o animal e o equipamento radiográfico posicionados

adequadamente, foi cessada a infusão de solução salina isotônica e iniciou-se a aplicação sob pressão de 20mL de contraste radiopaco iohexol^f de maneira rápida. Terminada a aplicação, foi realizada, imediatamente, a primeira exposição radiológica em incidência dorsopalmar. Em seguida, o garrote e a atadura elástica foram removidos para que ocorresse dispersão do contraste aplicado, mantendo o acesso venoso com infusão de solução salina isotônica. Com a finalidade de aumentar a acurácia, foram realizadas radiografias simples, depois de solto o torniquete, para evidenciar possível acúmulo de contraste.

Estando a radiografia obtida com qualidade técnica desejável, o casco foi submetido ao tratamento térmico para promover vasodilatação, sendo submerso em água aquecida a 47° C por 30 minutos. Após esse período, foi aplicada novamente atadura elástica e torniquete e o membro posicionado de maneira adequada para incidência dorsopalmar, sendo uma nova infusão de 20mL de contraste radiopaco aplicada na veia digital palmar lateral ou medial. Imediatamente após a infusão de contraste, a tomada radiográfica foi realizada utilizando-se a mesma técnica radiológica. Em seguida, o garrote e a atadura elástica foram removidos. Para promover vasoconstricção, essa seqüência radiográfica foi realizada após o casco ser submerso em água resfriada a 4°C por 30 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As radiografias visaram ao acompanhamento das alterações vasculares digitais. Portanto, apenas a região mais distal da terceira falange foi observada, tendo-se em vista que a região correspondente à falange média fornecia intensa sobreposição de estruturas anatômicas, impedindo o estudo vascular.

Em todos os 15 exames angiográficos realizados, com uma exceção, na qual ocorreu falha de torniquete, foi possível observar o contorno da extremidade distal da falange distal, assim como o preenchimento vascular da intensa rede venosa laminar (Figura 1). COFFMAN et al. (1970) demonstraram aspectos vasculares digitais por meio de arteriografias e radiografias dorsopalmares em equinos com laminite. Porém, essas não são observações fidedignas, pois são passíveis de artefatos ocasionados pelo vasoespasm arterial (ACKERMAN et al., 1975; SCOTT et al., 1976; ROSENSTEIN et al., 2000). No presente trabalho, não foram observadas alterações compatíveis com espasmo vascular, caracterizado por diminuição do diâmetro vascular preenchido pelo contraste. Isso possivelmente ocorreu devido à utilização da via venosa

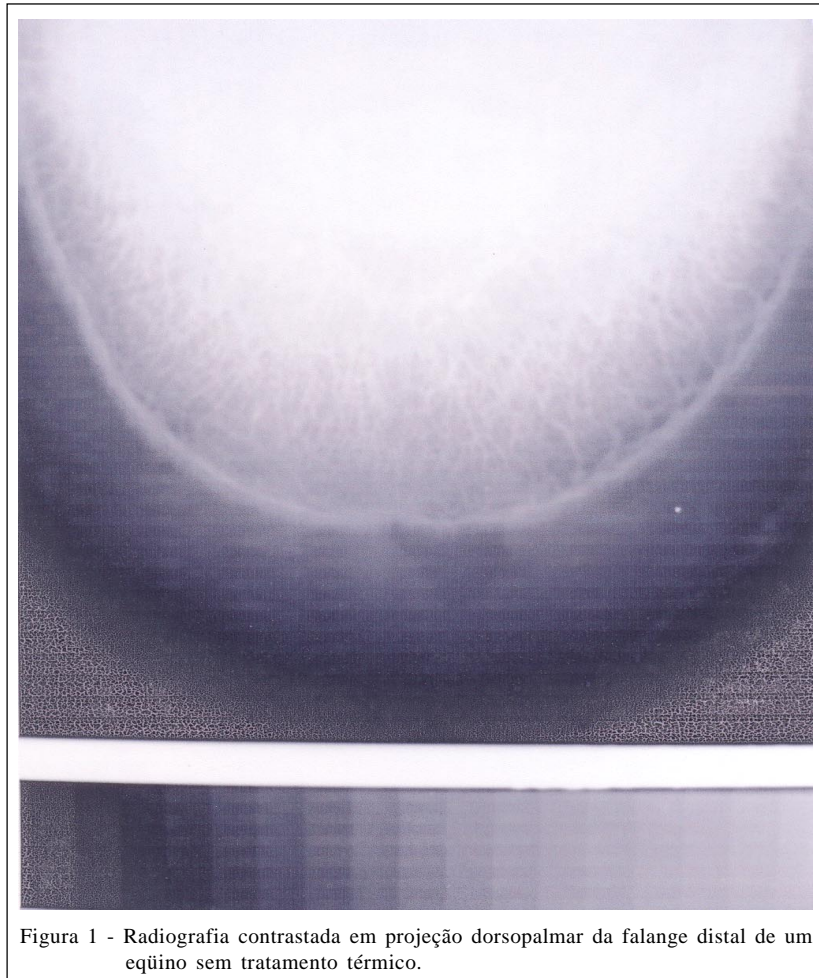


Figura 1 - Radiografia contrastada em projeção dorsopalmar da falange distal de um equino sem tratamento térmico.

e não da arterial, de maneira semelhante à descrita por ROSENSTEIN et al. (2000).

As radiografias simples realizadas logo após a liberação do garroteamento demonstraram que, após 20 segundos de desfeito, não é mais possível evidenciar contraste no leito vascular evitando-se um artefato de técnica por efeito cumulativo, após várias aplicações sequenciais do mesmo.

REDDEN (2001) descreve a técnica da venografia digital com exposição radiográfica predominantemente lateromedial, que ocasiona sobreposição da imagem dos vasos. A exposição dorsopalmar mostrou-se mais efetiva em minimizar o efeito de sobreposição vascular obtida na vista lateromedial, de forma que é possível a individualização da vasculatura laminar. No entanto, a intensa ramificação desse leito venoso impede a mensuração direta de seu diâmetro sobre a radiografia na metodologia realizada por ROSENSTEIN et al. (2000).

A cateterização da veia digital palmar medial ou lateral foi facilitada pela analgesia provocada pela

anestesia regional e pela sedação, porém a concavidade lateromedial da região interfalangiana em muito dificultou o acesso vascular e, principalmente, sua manutenção, durante todo o período necessário para o procedimento. O acesso venoso por meio de *scalp*, como descrito por REDDEN (2001), é realizado com menor dificuldade, porém sua manutenção intravascular não resiste à movimentação do animal, mesmo que mínima, durante todo o período necessário. Assim sendo, a utilização de um cateter mostrou-se superior.

A aplicação de contraste posterior à venopunção foi realizada apenas após a constatação de retorno sangüíneo pelo tubo extensor. Todas as vezes em que esse princípio não foi respeitado, houve falha de preenchimento pelo contraste, devido à baixa compressão aplicada ao garroteamento, que permitia a rápida dispersão do contraste. Entretanto, o garroteamento, devidamente aplicado, causou incômodo ao animal logo após sua colocação e, principalmente, durante a administração do contraste, levando à movimentação durante a exposição

radiográfica, o que inviabilizou inúmeras vezes o procedimento.

REDDEN (2001) indica a manutenção do membro em flexão para serem evitadas falhas de preenchimento. Essa técnica não pôde ser mantida, pois o casco não permanece necessariamente na mesma posição em cada radiografia realizada. Portanto, não há padronização em todas as exposições, o que impossibilita a comparação de preenchimento dos vasos pelo contraste nas radiografias seqüenciais com e sem tratamento térmico. No presente trabalho, os animais tiveram seus cascos mantidos em apoio sobre um suporte durante cada radiografia, mantendo-se a posição com precisão. Os cascos apoiados, por sua vez, em muito dificultaram a aplicação do contraste. A pressão necessária para cada aplicação foi intensa, elevando em mais de um minuto cada administração e propiciando incômodo ao animal, com sua conseqüente movimentação. Diversas vezes a pressão demasiada desconectou a seringa do tubo extensor ou este do cateter, levando à perda de contraste e ocasionando o não aproveitamento de eventos experimentais.

O suporte empregado para o casco mostrou-se satisfatório, permitindo, quando da cooperação do

animal, uma estabilidade do membro e padronização radiográfica. Os cascos permaneceram em apoio durante o exame, porém sem que fosse possível dimensionar a força empregada por cada animal no apoio.

No presente estudo, as angiografias obtidas após tratamento térmico, quente e frio, produziram alterações radiográficas perceptíveis no plexo circunflexo, as quais, porém não se repetiram em todas as exposições seqüenciais realizadas. Em 26,66% dos animais obteve-se imagem radiopaca, com bordas mal definidas, de aspecto nebuloso, ao redor de cada lâmina dérmica (Figura 2), causada pela vasodilatação induzida pelo calor, fato que poderia ser comprovado, segundo WORSTER et al. (2000), através de maior perfusão das lâminas, por meio de cintilografia. De maneira oposta, pode-se observar redução da imagem laminar radiopaca quando da vasoconstrição ocasionada pela imersão do casco em água a 4°C, por 30 minutos (Figura 3). A imagem radiopaca que evidencia, as lâminas sem delimitá-las perfeitamente, foi creditada a um maior preenchimento vascular pelo contraste quando da vasodilatação. Na vasoconstrição, quando a

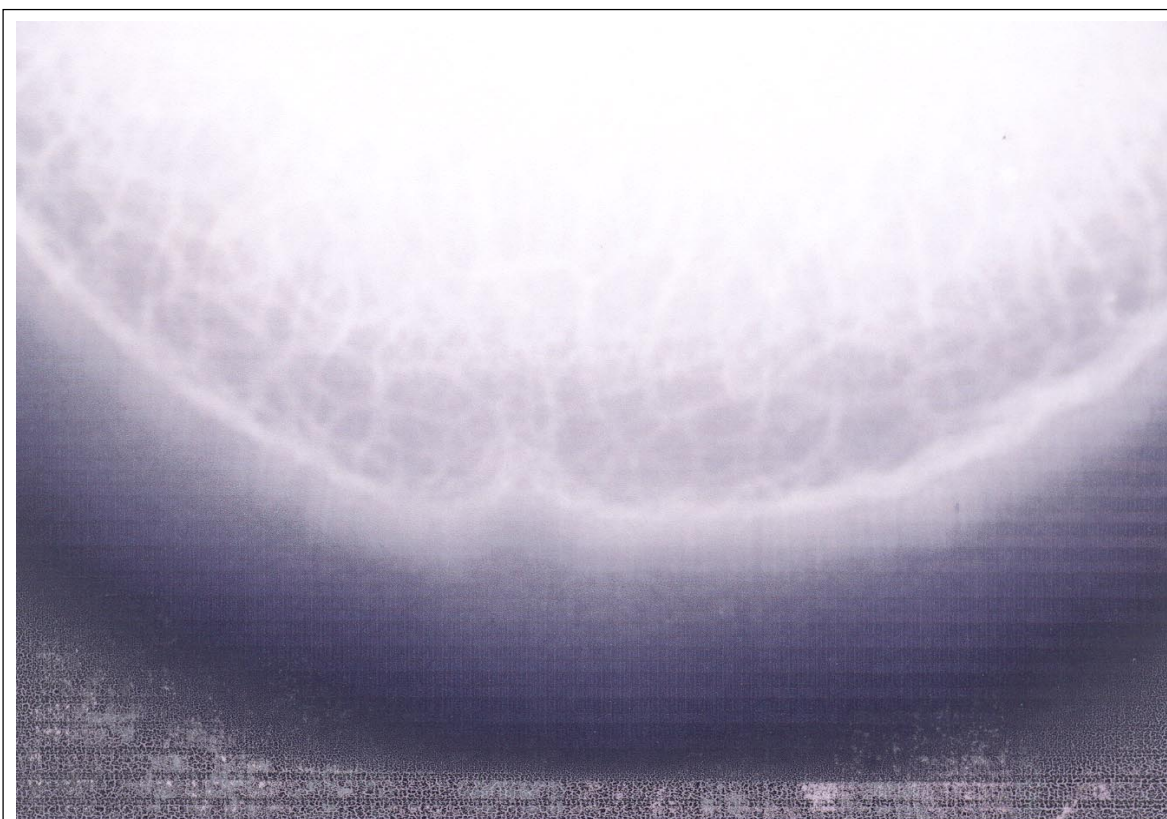


Figura 2 - Radiografia contrastada em projeção dorsopalmar da falange distal de um equino após tratamento por calor com evidência das lâminas dérmicas.

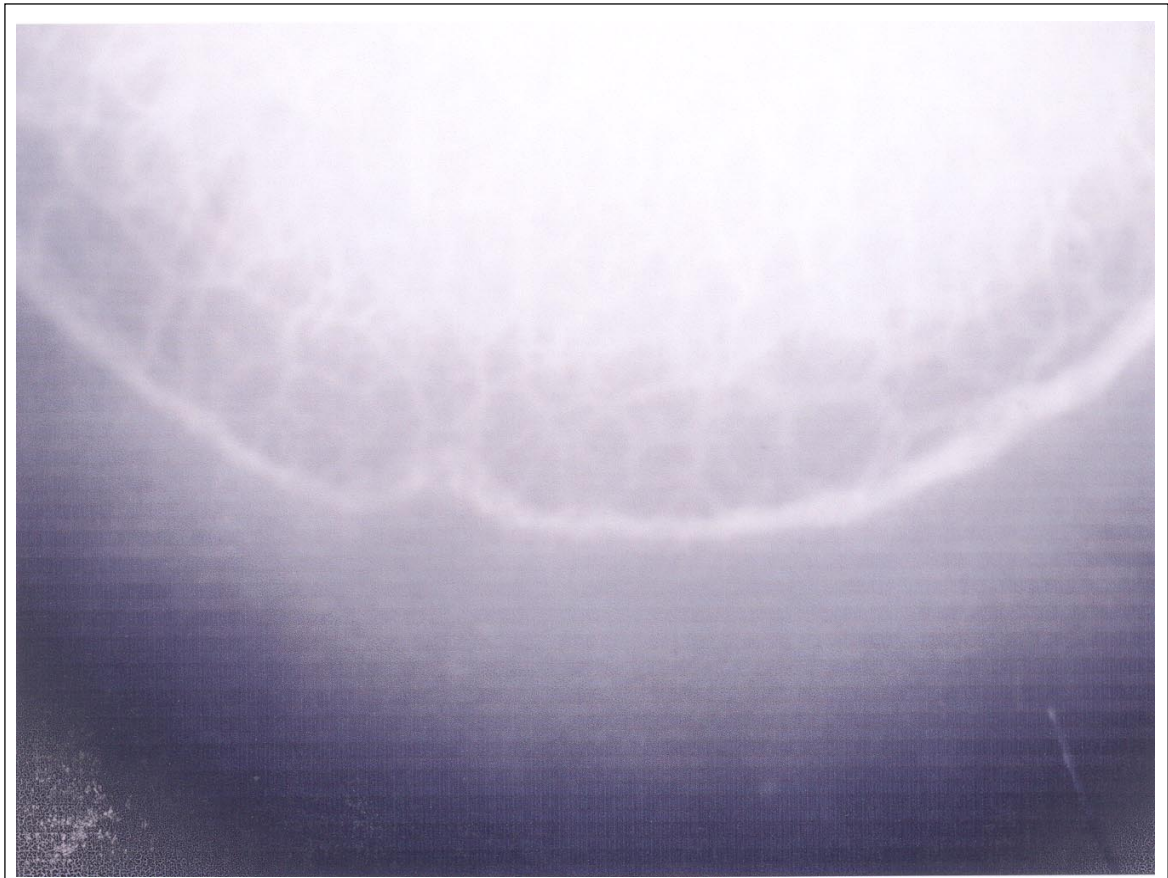


Figura 3 - Radiografia contrastada em projeção dorsopalmar da falange distal de um equino após tratamento por frio sem evidência das lâminas dérmicas.

visualização das lâminas dérmicas foi dificultada, pôde-se inferir que houve menor plenitude no preenchimento das lâminas pelo contraste. Esse aspecto pode ser comprovado em quatro radiografias, porém não se repetiu em todas as angiografias realizadas.

Em sete radiografias, houve falha de preenchimento pelo contraste na face lateral ou medial, o que inviabilizou a comparação entre tratamentos térmicos. A incompleta visualização vascular ocorreu após aplicação de calor sobre o casco ou após tratamento pelo frio, sendo que as radiografias realizadas antes do tratamento térmico possuíam preenchimento de contraste adequado. Possivelmente, esse artefato tenha ocorrido por apoio desigual do membro sobre o suporte, o que ocorreu de maneira imperceptível durante o exame, mas que acarreta pressão extraluminal desigual sobre os vasos dentro do casco (Figura 4).

CONCLUSÃO

A angiografia digital em equinos pode ser realizada *in vivo* com o animal em posição quadrupedal. É um método sensível para evidenciar vasoconstrição e vasodilatação dentro do estojo córneo em radiografias dorsopalmares, porém inúmeros fatores podem contribuir para o aparecimento de artefatos de técnica, o que inviabiliza a avaliação qualitativa da perfusão laminar do casco por esse método.

FONTES DE AQUISIÇÃO

^aHipolabor Farmacêutica Ltda - Sabará, MG., Brasil.

^bSedivet® - Boehringer Ingelheim do Brasil – São Paulo, SP, Brasil.

^cNipro® - Nipro Medical Ltda – Sorocaba, SP, Brasil.

^dTecnobio® - Tecnobio Ltda – São Paulo, SP, Brasil.

^eTensor® - Sara Lee Corporation – Cotia, SP, Brasil.

^fOmnipaque® Sanofi-Synthelabo Ltda – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

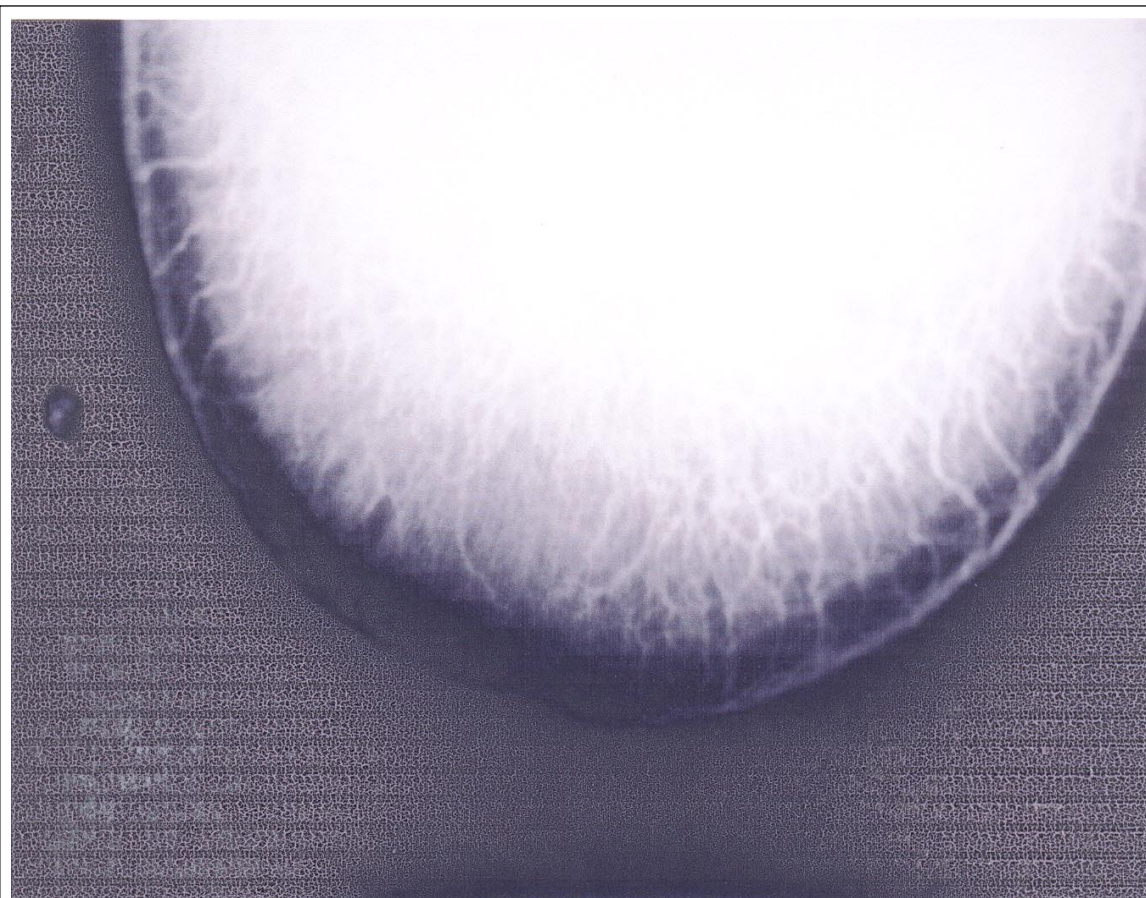


Figura 4 - Radiografia contrastada em projeção dorsopalmar da falange distal de um equino com evidência de falha de preenchimento vascular por contraste.

REFERÊNCIAS

- ACKERMAN, N. et al. Angiographic appearance of the normal equine foot and alterations in chronic laminitis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.166, n.1, p.58-62, 1975.
- COFFMAN, J.R. et al. Hoof circulation in equine laminitis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.156, n.1, p.76-83, 1970.
- GALEY, F.D. et al. Black walnut (*Juglans nigra*) toxicosis: a model for equine laminitis. **Journal of Comparative Pathology**, v.104, n.3, p.313-326, 1991.
- GARNER, H.E. et al. Equine laminitis of alimentary origin: An experimental model. **American Journal of Veterinary Research**, v.36, n.4, p.441, 1975.
- HOOD, D.M. et al. Evaluation of hoof wall surface temperature as an index of digital vascular perfusion during the prodromal and acute phases of carbohydrate-induced laminitis in horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.62, n.7, p.1167-1172, 2001.
- HOOD, D.M. Laminitis as a systemic disease. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.15, n.2, p.481-494, 1999.
- LESSA, D.A.B. et al. Estudo da via de acesso longitudinal para punção e cateterização da artéria digital palmar comum II no cavalo (*Equus caballus*) para fins arteriográficos. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.4, n.3, p.121-125, 1997.
- MINNICK, P.D. et al. The induction of equine laminitis with an aqueous extract of the heartwood of black walnut (*Juglans nigra*). **Veterinary and Human Toxicology**, v.29, n.3, p.230-233, 1987.
- MUNGALL, B.A. et al. *In vitro* evidence for a bacterial pathogenesis of equine laminitis. **Veterinary Microbiology**, v.79, n.3, p.209-223, 2001.
- MUNGALL, B.A.; POLLITT, C.C. Thermolysin activates equine lamellar hoof matrix metalloproteinases. **Journal of Comparative Pathology**, v.126, n.1, p.9-16, 2002.
- POLLITT, C.C.; MOLYNEUX, G.S. A scanning electron microscopical study of dermal microcirculation of the equine foot. **Equine Veterinary Journal**, v.22, n.2, p.79-87, 1990.

- REDDEN, R.F. A technique for performing digital venography in the standing horse. **Equine Veterinary Education**, v.13, n.3, p.128-134, 2001.
- REDDEN, R.F. et al. The use of venograms as a diagnostic tool. In: BLUEGRASS LAMINITIS SYMPOSIUM, 7., 1993, Kentucky. **Proceedings...** Kentucky: International Equine Podiatry Center, 1993. p.1-6.
- RODGERSON, D.H. et al. Digital angiography of the feet of horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.61, n.3, p.225-259, 2000.
- ROSENSTEIN, D.S. et al. Digital angiography of the feet of horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.61, n.3, p.255-259, 2000.
- SANT'ANNA JÚNIOR, L.P. et al. Estudo comparativo entre o Doppler ultra-som e a arteriografia convencional no diagnóstico das obstruções das artérias digitais no membro torácico do eqüino (*Equus caballus*). **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.8, n.1, p.24-30, 2001.
- SCOTT, E.A. et al. Angiography of equine metacarpus and phalanges: Alterations with medial palmar artery and medial palmar digital artery ligation. **American Journal of Veterinary Research**, v.37, n.8, p.869-873, 1976.
- SILVA, A.C. **Arteriografia digital palmar comum II no cavalo (*Equus caballus*)**. 1988. 64f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense.
- STASHAK, T.S. Lameness. In: _____. **Adams' lameness in horses**. 4.ed. Philadelphia: Lea & Febirger, 1987. Cap.9, p.486-498.
- WORSTER, A.A. et al. Effects of external thermal manipulation on laminar temperature and perfusion scintilography of the equine digit. **New Zealand Veterinary Journal**, v.48, n.4, p.111-116, 2000.