

Fígado: vascularização colateral após isquemia induzida por clampeamento da aorta torácica

Liver: collateral vascularization following induced ischemia by crossed clamping of the thoracic aorta

CORRESPONDÊNCIA PARA:
João César Dias Oliveira
Departamento de Morfologia
Centro de Ciências da Saúde
Universidade Federal de Santa Maria
97015-900 - Santa Maria - RS
e-mail: cdojoao@ccs.ufsm.br

1-Departamento de Morfologia do
Centro de Ciências da Saúde da
UFMS-RS
2-Departamento de Clínica de
Pequenos Animais da UFMS-RS
3-Curso de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária da UFMS - RS
4-Curso de Medicina Veterinária da
UFMS-RS

João César Dias OLIVEIRA¹; Alceu Gaspar RAISER²; Luciana Dambrósio GUIMARÃES³; Renato Xavier FARIA³; Ricardo Alexandre HIPPLER⁴

RESUMO

A visibilização e a identificação dos vasos que irrigam os tecidos é facilitada quando são utilizadas substâncias com poder corante e de distensão vascular ou meios radiopacos. Nesta pesquisa, em 22 cães foi realizada toracotomia lateral intercostal esquerda no 8º espaço intercostal e clampeamento da aorta torácica a ± 1 cm cranial ao diafragma. Em 10 animais, foi perfundida solução de gelatina/anilina e, no restante, injetado contraste vascular positivo e acompanhamento radiográfico. Foram identificadas artérias que vascularizavam o diafragma, mas não o fígado quando é efetuado o clampeamento aórtico no tórax.

UNITERMOS: Anatomia; Víscera; Cães.

INTRODUÇÃO

Atualmente ocorrem mais de 140.000 mortes de pessoas apenas por causas de origem traumática. O maior índice de óbito incide nos primeiros minutos após o acidente¹. O clampeamento da aorta torácica distal tem sido um procedimento adotado para o controle temporário da pressão sanguínea. Embora esse procedimento seja altamente eficiente em restabelecer a pressão sanguínea cranial, pode causar, na dependência do tempo, comprometimento de diferentes vísceras situadas distalmente. Segundo Morais¹², o pinçamento da aorta torácica distal (PATD) é utilizado para desviar o fluxo sanguíneo para o encéfalo, miocárdio e pulmões e estancar uma hemorragia subdiafragmática. O PATD leva a uma isquemia hepática. Em seu trabalho de tese, Morais¹² efetuou clampeamento da aorta por 20 minutos, em cães submetidos a choque hemorrágico, e não encontrou alterações nos níveis de glicogênio hepático. Assim, é plausível supor a presença de uma possível irrigação colateral do fígado a partir de vasos

que se originam da aorta cranial ao ponto de pinçamento.

O fígado situa-se na parte mais cranial do abdome, imediatamente atrás do diafragma. É a maior glândula do corpo que desempenha muitas funções essenciais à vida. Recebe uma irrigação sanguínea muito abundante através da artéria hepática, um ramo da artéria celíaca, e pela veia porta⁵.

Vários produtos têm sido utilizados para melhor identificar o suprimento sanguíneo a determinado tecido. Recentemente, Oliveira⁹ testou a eficiência da gelatina e/ou da anilina para estudar a vascularização hepática. Os vasos foram perfundidos com auxílio de uma bomba de roletes, a uma velocidade de 30 rpm, sendo obtida pressão arterial de 110 mmHg durante a perfusão. Constatou que a associação entre ambas permite a distensão e coloração dos vasos, o que facilita sobremaneira sua identificação. Kraemer *et al.*¹¹ desenvolveram uma massa radiopaca para repleção vascular utilizando Bariogel, gelatina em pó e goma-arábica, a qual pode ser corada com pigmentos à base de PVA, permitindo, assim, estudos por dissecação e radiografias com melhor qualidade que os contrastes radiopacos de uso intravascular.

Gunn *et al.*⁷ avaliaram a presença ou ausência de irrigação sanguínea para o fígado, através de meios de contraste radiopacos, com acompanhamento da progressão e distribuição do contraste por chapas radiográficas seriadas. Efetuaram estudo por período de 12 dias não identificando o desenvolvimento de circulação colateral, detectando apenas um aumento de anastomose entre as artérias gastroepiplóica direita e esquerda. Jefferson *et al.*¹⁰, estudando a circulação colateral para o fígado, demonstraram a presença de anastomoses entre as artérias frênicas, principalmente a artéria frênica caudal (inferior) esquerda, com a artéria hepática em cães. Os autores realizaram a remoção cirúrgica de parte do tronco principal da artéria hepática, e seus ramos, desde a origem na artéria celíaca até o hilo hepático. Perfundiram a aorta torácica com corante comercial à base de chumbo, e fizeram um exame cuidadoso e dissecação de todo o sistema hepático. A presença das anastomoses foi identificada nos animais que sobreviveram à cirurgia, entretanto, após o sacrifício dos animais, que foi realizado de 3 a 172 dias após a cirurgia.

A maioria das artérias, com tamanhos variáveis, emite ramos colaterais ou laterais antes de suas terminações em leitos capilares. A maior parte dos ramos colaterais, tanto pequenos quanto grandes, une-se aos seus vizinhos. As anastomoses arteriais dilatam-se quando o fluxo sanguíneo for desviado por oclusão do seu trajeto principal. A capacidade para desenvolver uma circulação colateral adequada é maior quando a obstrução se desenvolver lentamente, e menor quando for rápida ou por envelhecimento ou por alterações patológicas na parede dos vasos^{3,4}.

A artéria torácica interna origina-se da artéria subclávia e corre ventrocaudalmente no mediastino. No seu percurso, estabelece anastomoses com as artérias intercostais terminando nas artérias musculofrênica e epigástrica cranial. A primeira corre dorsalmente no ângulo entre a parede torácica lateral e o diafragma, irrigando este último^{5,6}.

Considerando que o cão possui rica vascularização colateral, é proposição investigar possíveis ramificações, independentes da derivação direta da aorta, que mantenham o fígado sob determinado grau de isquemia, que não signifique ausência completa de perfusão. Mais especificamente, objetiva identificar o grau de vascularização colateral para o fígado, na vigência de clampeamento da aorta torácica.

MATERIAL E MÉTODO

Estudos de vascularização colateral com solução de gelatina/anilina

Foram utilizados dez cães, machos ou fêmeas, de padrão físico semelhante, obtidos da rotina clínico-cirúrgica

do Hospital Veterinário (HV) da Universidade Federal de Santa Maria, que estavam sendo encaminhados para eutanásia por causas variadas, mas que não interferissem com a integridade vascular ou hepática.

Os animais foram pré-medicados com maleato de acepromazina^a (0,02 mg/kg), submetidos a tricotomia da região ventral do pescoço (*Regio colli ventralis*)⁸ e região torácica lateral esquerda (*Regio costalis lateralis sinistra*), e indução e anestesia com tiopental sódico^b (30 mg/kg). Já na mesa cirúrgica, foram heparinizados com 7.500 UI de heparina^c, intravenosa. A seguir, foram posicionados em decúbito lateral direito e submetidos a anti-sepsia dos campos operatórios. Com o animal anestesiado e em ventilação positiva, foi praticada toracotomia lateral esquerda no oitavo espaço intercostal (*Spatium intercostale*) para identificação da aorta torácica (*Aorta thoracica*), caudal ao hilo pulmonar (*Hilus pulmonis*) e, a um centímetro do diafragma, foi efetuado clampeamento com pinça Satinski reta. A aorta permaneceu pinçada por 40 minutos. Enquanto se aguardava o tempo, foi feita abordagem das artérias carótidas comuns (*Aa. carotides communes*) e de uma veia jugular externa (*V. jugularis externa*). Após dissecação, em cada vaso foram adaptados dois fios de reparo, sendo um para ligadura e outro para fixação do cateter ou cânula adaptado em sua luz. Na veia jugular, foi feita incisão em V com tesoura de Mayo ponta fina, para introdução de um cateter, adaptado de equipo para soro^d, contendo solução salina, cuja ponta foi conduzida até a junção das veias cavas (*Vv. cavae*). À extremidade livre do cateter, foi conectada uma seringa com êmbolo pressionado temporariamente, a qual, após o início da perfusão, foi substituída por um frasco de drenagem. Na artéria carótida foi introduzido, de maneira semelhante, um cateter de equipo para soro ou um cateter de polietileno n° 120 de acordo com a espessura do vaso, cuja ponta foi posicionada em nível do tronco braquiocefálico (*Truncus brachiocephalicus*) para perfundir o corante. A porção livre permanecia clampeada temporariamente. A outra carótida era cateterizada e conectada a um manômetro de mercúrio para monitoração da pressão arterial média.

Após os 40 minutos de clampeamento aórtico, o cateter da carótida destinado à perfusão foi conectado a uma bomba de roletes^e, a qual permitia perfusão vascular com o agente de contraste, sob pressão controlada. Como corante, foi utilizada a solução de gelatina/anilina, misturadas na proporção de 1:1, sendo a gelatina^f em pó comercial de cor verde (sabor limão) diluída a 20% e a anilina^g hidrossolúvel para tingimento de tecidos têxteis na cor verde a 1%, ambas em água morna ($\pm 40^\circ\text{C}$). Preparada a solução corante, uma das extremidades da cânula de perfusão foi conectada ao recipiente com o produto e a outra conectada ao cateter da artéria carótida

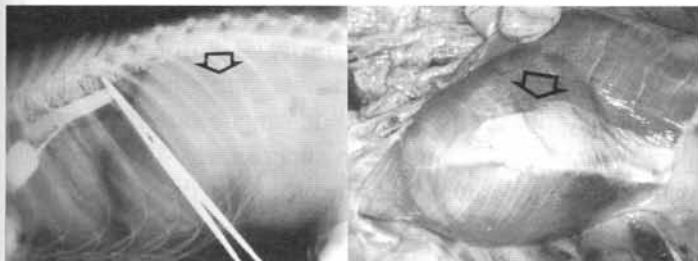


Figura 1

Imagem radiográfica e pós-morte da vascularização frênica em cão submetido a clampeamento da aorta e perfundido com iohexol (esquerda) e gelatina/anilina (direita).

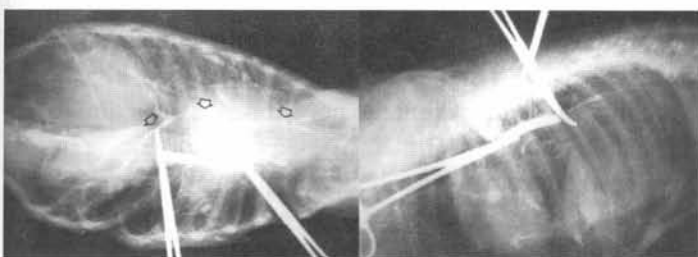


Figura 2

Imagem radiográfica obtida com a associação gelatina-bariogel-goma-arábica, delineando a artéria torácica interna (setas) e vascularização torácica na vigência de clampeamento aórtico. Não é identificada vascularização para o fígado.

comum. Ligada a bomba, o corante foi perfundido a uma velocidade de ± 30 rpm para ser obtida uma pressão arterial de 110 mmHg. Iniciada a perfusão, foi liberada a seringa do cateter da veia jugular para que se processasse a drenagem do sangue. O animal foi perfundido por tempo suficiente para que o produto drenado tivesse coloração muito próxima daquele introduzido no cateter da carótida. Logo após o início da perfusão, os animais foram sacrificados pelo aprofundamento da anestesia.

Concluída a perfusão, foram removidos os cateteres dos vasos, seguindo-se ligadura destes e reconstituição dos planos cirúrgicos abordados. Os cães perfundidos foram encaminhados para a câmara fria, visando a geleificação do corante. Os animais foram necropsiados pela técnica padrão (Barros²), após 48 horas do procedimento. A artéria aorta (*A. aorta*) foi ligada e seccionada no arco (*Arcus aortae*) e caudal à origem das artérias renais (*Aa. renales*); a veia cava caudal (*V. cava caudalis*), logo cranial ao diafragma (*M. diaphragma*), no tórax (*Thorax*), e após a junção das veias renais (*Vv. renales*). Foram também ligadas e incididas as artérias gástricas (*Aa. gastricae*), esplênica (*A. lienalis*), veia porta (*V. portae*) e ducto colédoco (*Ductus choledocus*). À necropsia,

também foi pesquisada a passagem do corante pelo ponto de clampeamento e a possível presença de vasos colaterais (*Vas collaterale*) em direção ao diafragma e fígado. A coluna vertebral (*Columna vertebralis*) foi seccionada em nível do quinto espaço intercostal e caudal ao ponto de ligadura da artéria aorta. O bloco, contendo, então, fígado (*Hepar*), diafragma e adjacências, foi removido e fixado em formalina^h a 10% por no mínimo 24 horas, com posterior dissecação, observando-se a capacidade de penetração do contraste nos pequenos vasos, especialmente os localizados na área hepática e adjacências, presença ou não de anastomoses entre as artérias frênicas e a hepática.

Estudos de vascularização colateral com contraste radiopaco vascular positivo

Inicialmente foram utilizados dez cães adultos, com padrão físico semelhante submetidos ao mesmo procedimento já descrito de clampeamento da aorta. Logo após o clampeamento, foram injetados 10 ml de iohexolⁱ imediatamente cranial ao ponto de pinçamento e, simultaneamente com o final da injeção, foi radiografada a região, em posição látero-lateral e ventro-dorsal, utilizando aparelho portátil de 85 Kv e filmes^j 30 x 40. Posteriormente, foi injetada uma associação de gelatina com goma-arábica e bariogel^k recomendada por Kraemer *et al.*¹¹, em dois animais de maneira semelhante ao procedimento inicial. Os animais foram sacrificados logo após. Na análise das radiografias, foi pesquisada a passagem de contraste para áreas caudais ao ponto de clampeamento, em especial as regiões hepática e diafragmática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clampeamento da aorta torácica foi eficiente no bloqueio do fluxo arterial, nos 10 cães submetidos ao pinçamento por 40 minutos, e subsequente perfusão com a solução de gelatina/anilina. Na necropsia ou durante a dissecação dos blocos fixados em formol, não foram identificados vasos coloridos e/ou distendidos de qualquer calibre, que partissem de áreas craniais ao ponto de clampeamento e chegassem ao fígado. Foram identificados vasos coloridos apenas no diafragma (Fig. 1), originando-se a partir dos ramos ventrais das artérias intercostais (*Rami intercostales ventrales*), que se originavam cranialmente ao ponto de clampeamento. Em 10 dos 12 animais em que foi realizado o clampeamento da aorta torácica e injeção do iohexol ou da associação gelatina-bariogel-goma-arábica, as imagens não mostraram passagem pelo ponto de pinçamento aórtico (Fig. 1). A análise radiográfica foi realizada apenas

nas imagens de posicionamento látero-lateral (Fig. 1) quando foi utilizado o iohexol, pois na incidência ventro-dorsal houve a sobreposição do coração (*Cor*), fígado e estômago (*Ventriculus [Gaster]*) com a área de clampeamento, o que impediu a visibilização de vasos que eventualmente irrigassem o diafragma e o próprio fígado. A imagem radiográfica dos animais em que foi injetada a associação gelatina-bariogel-goma-arábica foi de melhor qualidade (Fig. 2) que aquelas obtidas pela perfusão com o contraste vascular, permitindo inclusive a análise em posicionamento ventro-dorsal, concordando com Kraemer *et al.*¹¹, que desenvolveram o preparado para obter imagem contrastada de melhor qualidade. Dos 12 cães, nove apresentaram uma estrutura radiopaca condizente com vaso preenchido pelo contraste, que se estendia desde a nona até a décima segunda costela (*Costae*), apresentando bifurcações e ramificações condizentes com a irrigação do diafragma a partir dos ramos ventrais das artérias intercostais. A injeção com a associação gelatina-goma-arábica-bariogel permitiu, além dos estudos radiográficos, também a visibilização macroscópica dos vasos preenchidos durante a dissecação. Ressalta-se que o contraste gelatina/anilina foi injetado com bomba de roletes, ou seja, de forma pulsátil e com pressão controlada, conforme descrito por Oliveira⁹, o que simula uma condição semelhante à fisiológica. Mesmo assim, não se obteve indicação de permeabilidade vascular colateral.

A irrigação do diafragma, a partir da parede costal identificada pela dissecação e análise radiográfica (Fig. 1) deriva das anastomoses dos ramos ventrais das artérias intercostais com a artéria torácica interna (artéria musculofrênica) (*A. thoracica interna*, *A. musculophrenica*) (Fig. 2) concordando com Getty⁶ e Evans; De Lahunta⁵, pois esses vasos têm origem em pontos craniais ao local de clampeamento. Por outro lado, tanto o estudo radiográfico como a dissecação após perfusão vascular não evidenciam a presença de vascularização para o fígado durante o clampeamento aórtico. Assim, pode ser inferido que não há vascularização colateral patente para esse órgão, a partir do diafragma, ou de vasos originários da aorta em até 1 cm cranial a ele. Se presente, não se torna permeável, pois o protocolo de clampeamento na ressuscitação é agudo, não havendo tempo para que se abra ou se desenvolva conforme citaram Gunn *et al.*⁷, que não a encontraram após 12 dias, e com a citação de Dyce *et al.*^{3,4} de que a circulação colateral se desenvolve mais lentamente quando a obstrução for aguda.

Não foi possível identificar anastomoses entre as artérias frênicas craniais (musculofrênica) e a artéria hepática, tão pouco entre as artérias frênicas caudais localizadas caudalmente ao ponto de clampeamento. A identificação de anastomoses entre as artérias frênicas (*Aa. phrenicae*),

especialmente a frênica caudal esquerda (*A. phrenica caudalis sinistra*), relatada por Jefferson *et al.*¹⁰, foi realizada no mínimo três dias após a cirurgia, onde foi realizada a interrupção do fluxo principal de sangue (artéria hepática) para o fígado, um tempo bem superior aos 40 minutos de clampeamento no atual experimento. Além disso, o sacrifício dos animais foi feito até 172 dias após, o que poderia levar a uma revascularização da área, embora os autores tenham sugerido que os animais já apresentavam as anastomoses antes das cirurgias, o que garantiria sua sobrevivência após a remoção do suprimento arterial principal do fígado. Na presente pesquisa, essas anastomoses não foram identificadas e, se presentes, não se abrem em tempo inferior a 40 minutos, pois, embora as preparações gelatina/anilina ou a associação gelatina-bariogel-goma-arábica sejam mais viscosas, o iohexol penetraria em pequenos vasos, se presentes. Assim, há necessidade de mais estudos sobre a função hepática, à semelhança daquele efetuado por Morais¹², que comprovem se há efetivamente sofrimento desse órgão durante a fase de clampeamento em que permanece isquêmico.

CONCLUSÕES

Na vigência de clampeamento aórtico por 40 minutos, conclui-se que:

1. o uso de iohexol, associação gelatina-bariogel-goma-arábica ou perfusão vascular com a solução gelatina/anilina não evidenciam irrigação colateral proveniente da região torácica para o fígado. Somente para o diafragma;

2. não são identificadas anastomoses entre as artérias musculofrênicas e a artéria hepática.

FONTES DE AQUISIÇÃO

^a Acepran 0,2%: Univet S.A., São Paulo, SP;

^b Thionembul: Abbott Laboratórios do Brasil Ltda., São Paulo, SP;

^c Heparin: Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda., Itapirica, SP;

^d Macro Gotas: Indústrias de Produtos Hospitalares Ltda., Curitiba, PR;

^e Bomba de roletes De Backey: Oficinas do Hospital de Clínicas, São Paulo, SP;

^f Gelatina Royal: Produtos Alimentícios Fleischmann e Royal Ltda., Rio de Janeiro, RJ;

^g AG Anilinas Gaúcha: CCE Indústria e Comércio de Anilinas, Porto Alegre, RS;

^h Formol Líquido 40%: Importadora Química Delaware Ltda., Porto Alegre, RS;

ⁱ Omnipaque: Winthrop Products Inc., Rio de Janeiro, RJ;

¹Filmes IBF: Indústria Brasileira de Filmes, Rio de Janeiro, RJ;

²Gelatina B-180: Importadora Química Delaware Ltda. Porto Alegre, RS;

¹ Goma-arábica pó: Importadora Química Delaware Ltda. Porto Alegre, RS;

^m Bariogel: Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda., Itapirica, SP.

SUMMARY

The visual observation and identification of the vessels that irrigate the corporal tissues is greatly facilitated by using special staining dyes and vessel distenders, or by using a positive vascular contrast solution. In this research, lateral intercostal thoracotomy was performed on the eighth intercostal space in the left side of 22 dogs followed by clamping of thoracic aorta \pm 1 cm cranial to the diaphragm. Ten dogs were then injected with the gelatin/aniline mixture, and the other 12 dogs were given a positive vascular contrast solution. In summary, following clamping of the thoracic aorta, arteries that irrigate the diaphragm, but not the liver, were identified.

UNITERMS: Anatomy; Viscera; Dogs.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS. **Advanced trauma life support course - atlas**. 3.ed. Chicago : American College of Surgeons, 1989. p.3.
- 2- BARROS, C.S.L. **Guia da técnica de necropsia dos mamíferos domésticos**. Santa Maria : Imprensa Universitária, 1988. p.20-5: Técnica de necropsia para carnívoros.
- 3- DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de anatomia veterinária**. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1990. p.1-19: Alguns aspectos e conceitos básicos.
- 4- DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de anatomia veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1997. p.171-205: O sistema cardiovascular.
- 5- EVANS, H.E.; DE LAHUNTA, A. **Miller guia para a dissecação do cão**. 3.ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1994. p.67-151: Pescoço, tórax e membro torácico; abdome, pelve e membro pélvico.
- 6- GETTY, R. **Sisson/Grossman anatomia dos animais domésticos**. 5.ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1981. p.1497-550: Coração e artérias do carnívoro.
- 7- GUNN, C.; GOURLEY, I.M.; KOBLIK, P.D. Hepatic dearterialization in the dog. *American Journal of Veterinary Research*, v.47, n.1, p.170-5, 1986.
- 8- INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE. **Nomina anatomica veterinaria**. 4.ed. Ithaca, World Association of Veterinary Anatomists, 1994. p.1-198.
- 9- OLIVEIRA, J.C. **Fígado: vascularização colateral após isquemia induzida por clampeamento da aorta torácica**. Santa Maria, 1998. 28p. Dissertação - (Mestrado em Cirurgia) - Curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria.
- 10- JEFFERSON, N.C.; MORRIS, M.P.; NECHELES, H. Collateral arterial circulation to the liver of the dog. *Surgery*, v.31, n.5, p.724-30, 1952.
- 11- KRAEMER, J.L.; SCHNEIDER, F.L.; SEVERINO, A.G. *et al.* Massa radiopaca para repleção vascular. *Revista Brasileira de Ciências Morfológicas*, v.5, n.2, p.122-4, 1988.
- 12- MORAIS, E.N. **Efeitos do pinçamento da aorta torácica distal sobre a pressão arterial média e os níveis do glicogênio miocárdico e do glicogênio hepático em cães submetidos a choque hemorrágico**. Ribeirão Preto, 1994. 81p. Tese - (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

Recebido para publicação: 31/08/1998

Aprovado para publicação: 05/04/1999