

Morfometria cardíaca e distribuição das artérias coronárias em bovinos mestiços

Mariana Correia-Oliveira ¹
José Miguel Farias Hernandez ¹
Marcelo Abidu-Figueiredo ² *

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

¹ Curso de Graduação em Medicina Veterinária

² Área de Anatomia Animal, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia

CEP 23890-000, Seropédica – RJ, Brasil

*Autor para correspondência

marceloabidu@gmail.com

Submetido em 09/08/2012
Aceito para publicação em 15/03/2013

Resumo

Modelos de doenças cardíacas foram desenvolvidos em diferentes animais. Investigações em modelos animais de grande porte possibilitam a transformação de descobertas da ciência básica em terapias clínicas. Trinta corações bovinos, de ambos os sexos, foram analisados; as artérias coronárias foram perfundidas com látex corado S-65 e depois fixadas em formol a 10%. As artérias coronárias e seus ramos foram dissecados até as ramificações visíveis. O objetivo deste estudo foi determinar a morfometria cardíaca e os principais ramos das artérias coronárias em bovinos. A artéria coronária esquerda se bifurcou em ramo interventricular paraconal e ramo circunflexo esquerdo em todos os corações dissecados. O ramo interventricular paraconal ocupou o sulco com o mesmo nome em todos esses corações. A média \pm desvio padrão do comprimento do ramo interventricular paraconal foi $15,50 \pm 0,5705$ nos machos e $15,44 \pm 0,6032$ nas fêmeas. A média \pm desvio padrão do comprimento do ramo circunflexo esquerdo foi $11,91 \pm 0,4336$ nos machos e $11,65 \pm 0,4813$ nas fêmeas. A média \pm desvio padrão do comprimento do ramo interventricular subsinuoso foi $10,37 \pm 0,3727$ nos machos e $10,44 \pm 0,4415$ nas fêmeas. A média \pm desvio padrão do comprimento da artéria coronária direita foi $9,240 \pm 0,4698$ nos machos e $10,13 \pm 0,5472$ nas fêmeas.

Palavras-chave: Coração; Medida; Vascularização

Abstract

Cardiac morphometry and coronary artery distribution in crossbred bovines. Cardiac disease models have been designed on different animals. Research on large animal models allows someone to turn the basic science discoveries into clinical therapies. Thirty bovine hearts, of both sexes, were analyzed; the coronary arteries were perfused with stained latex S-65 and, then, fixed in a 10% formaldehyde solution. The coronary arteries and their branches were dissected up to the visible ramifications. This study aimed to determine the cardiac morphometry and the main coronary artery branches in bovines. The left coronary artery bifurcated into paraconal interventricular and left circumflex branches in all hearts dissected. The paraconal interventricular branch was located at the groove with the same name in all of these hearts. The mean \pm standard deviation of

the interventricular paraconal branch length was 15.50 ± 0.5705 in males and 15.44 ± 0.6032 in females. The mean \pm standard deviation of the left circumflex branch length was 11.91 ± 0.4336 in males and 11.65 ± 0.4813 in females. The mean \pm standard deviation of the subsinuous interventricular branch length was 10.37 ± 0.3727 in males and 10.44 ± 0.4415 in females. The mean \pm standard deviation of the right coronary artery branch length was 9.24 ± 0.4698 in males and 10.13 ± 0.5472 in females.

Key words: Heart; Measurement; Vascularization

Introdução

Apesar da terapia médica ter avançado, a insuficiência cardíaca ainda é responsável pela morte de muitos pacientes. Cerca de 10.000, qualificam-se como candidatos a transplante, mas apenas cerca de 2.200 transplantes cardíacos são realizados a cada ano (TAYLOR et al., 2007). Como consequência, procedimentos cirúrgicos inovadores, dispositivos de assistência ventricular, e técnicas de remodelação do ventrículo esquerdo surgiram como as tecnologias preferidas para tratamento de fase final da doença cardíaca (COPELAND et al., 2004; MORGAN et al., 2004).

Sendo assim é importante para avaliar a eficácia destas novas tecnologias o estudo em modelos experimentais. Modelos animais, como bezerros, são frequentemente usados por possuírem algumas semelhanças com a anatomia cardíaca e fisiologia humanas. Modelos em bezerros têm sido utilizados para a investigação de biocompatibilidade de dispositivos terapêuticos, bem como a utilização de animais de grande porte para estabelecimento da insuficiência cardíaca são necessários para avaliar a eficácia de estratégias inovadoras terapêuticas contra a insuficiência cardíaca. Um estudo de avaliação tóxica da monensina em bezerros sugere que esta espécie pode proporcionar um modelo válido de indução de insuficiência cardíaca crônica, este modelo demonstrou-se eficaz sem a utilização de procedimentos invasivos (LITWAK et al., 2005; ZAHR et al., 2010). No entanto, a caracterização adicional deste modelo é ainda necessária.

Um aumento significativo na compreensão sobre as bases moleculares e celulares da biologia cardiovascular vem sendo obtido em estudos com modelos de pequenos animais, especialmente o camundongo. No entanto, existem diferenças significativas no que diz respeito às

características cardíacas, tais como a frequência cardíaca, o consumo de oxigênio, proporção de receptores adrenérgicos, e resposta à perda de proteínas reguladoras, quando os camundongos são comparados com humanos (HAGHIGHI et al., 2003; GINIS et al., 2004). Além disso, a expressão da proteína contrátil, crítica para a excitação-contração processo de acoplamento, parece diferir entre as duas espécies (HAGHIGHI et al., 2003). Há evidências de diferenças fenotípicas entre as células-tronco humanas e de camundongos (GINIS et al., 2004). Consequentemente, a extrapolação das variáveis obtidas em camundongos, especialmente após a indução de estresse cardiovascular, torna-se problemática ao fazer interpretações da fisiopatologia da insuficiência cardíaca humana. Portanto, os modelos animais de grande porte de insuficiência cardíaca, que mais se aproximam da fisiologia humana, função e anatomia, são essenciais para desenvolver as descobertas a partir de modelos murinos em terapias clínicas e intervenções para insuficiência cardíaca.

O coração é irrigado pelas artérias coronárias direita e esquerda que se iniciam nos seios aórticos direito e esquerdo. Elas ocupam os sulcos coronários (atrioventricular) e interventricular, apresentando diferenças na distribuição e trajeto de acordo com a espécie (NICKEL et al., 1983; GETTY, 1986). O objetivo desta pesquisa foi realizar a morfometria cardíaca e descrever os principais ramos das artérias coronárias em bovinos, fornecendo desta maneira subsídios para melhor compreensão da morfofuncionalidade cardíaca.

Material e Métodos

Trinta corações de bovinos mestiços Gir x Holandês, 15 machos e 15 fêmeas com idade compreendida entre seis e 12 meses foram obtidos no Departamento de Parasitologia da UFRRJ. Após abate e retirada do coração

do tórax de cada animal, procedeu-se à sua lavagem com água corrente para a retirada dos coágulos das cavidades e do interior das artérias coronárias. Cada coração recebeu uma etiqueta plástica de identificação. As cavidades foram preenchidas com algodão para conservação da forma. Para melhor visualização das artérias coronárias e de seus ramos principais, foi introduzida uma cânula de plástico no segmento de aorta em nível do óstio das artérias coronárias direita e esquerda para injeção de Petrolátex S-65 corado. Os corações foram imersos e conservados em cubas contendo solução de formaldeído a 10% por sete dias. Decorridos esses dias, os corações foram lavados em água corrente. Em seguida procedeu-se a dissecação das artérias coronárias até as terminações macroscopicamente visíveis dos seus ramos, que foram nomeados de acordo com a nomenclatura anatômica veterinária (SCHALLER, 1999). A morfometria coronariana foi efetuada utilizando-se trena metálica flexível estendida ao longo da artéria e de seus ramos. O ponto de referência adotado nesta pesquisa correspondeu ao ponto de interseção dos sulcos: interventricular paraconal e coronário. Utilizou-se o paquímetro digital 7VT 200 mm da marca Eda para medir a largura, espessura, altura e circunferência do coração. A largura foi medida entre a margem ventricular esquerda e direita na altura do sulco coronário situado na base do coração. A espessura foi medida desde a face auricular tendo como base o ponto situado entre o tronco pulmonar e átrio esquerdo até a face atrial, tendo como referência o ponto situado entre o ventrículo esquerdo e o ventrículo direito. A altura foi medida desde a base do coração a partir do surgimento da artéria coronária esquerda até o ápice do coração. A circunferência foi medida em nível do sulco atrioventricular.

Análise estatística

Com o intuito de verificar se a distribuição de frequências observadas para os 30 corações mensurados está de acordo com a teoria, aplicou-se o teste do X^2 (qui-quadrado), para testar se a hipótese de nulidade é verdadeira, no que diz respeito aos arranjos das artérias coronárias nos dois sexos. As medidas em centímetros (cm) do coração foram expressas em média e desvio padrão, e através do teste t não pareado, os valores foram comparados em ambos os sexos. Considerou-se $p < 0,05$ como significativo. Toda a análise foi realizada no software Graphpad Prism 5.

Resultados

A média e desvio padrão das medidas em centímetros da largura, espessura, altura e circunferência da base do coração em bovinos de ambos os sexos estão representados na Tabela 1.

Artéria coronária esquerda

A artéria coronária esquerda se originou diretamente da aorta em 100% dos corações em ambos os sexos. Originaram-se da artéria em estudo: o ramo interventricular paraconal e o ramo circunflexo esquerdo em 100% dos corações em ambos os sexos (Figura 1). O ramo diagonal teve origem a partir da artéria coronária esquerda, estando situado entre o ramo interventricular paraconal e o ramo circunflexo esquerdo (Figura 1). Em machos, o ramo diagonal esteve presente em sete corações (46,66%), sendo que em cinco corações (71,42%) este ramo teve seu término no terço proximal do ventrículo esquerdo e em dois corações (28,58%)

TABELA 1: Média e desvio padrão das medidas em centímetros da largura, espessura, altura e circunferência da base do coração em bovinos de ambos os sexos.

	Bovinos	
	Machos	Fêmeas
Largura	9,280 ± 0,2776	9,433 ± 0,3322 (p=0,7259)
Espessura	6,027 ± 0,1975	6,593 ± 0,2194 (p=0,0651)
Altura	12,24 ± 0,4256	12,49 ± 0,3090 (p=0,6338)
Circunferência da base	27,18 ± 0,7868	26,98 ± 0,8902 (p=0,8675)

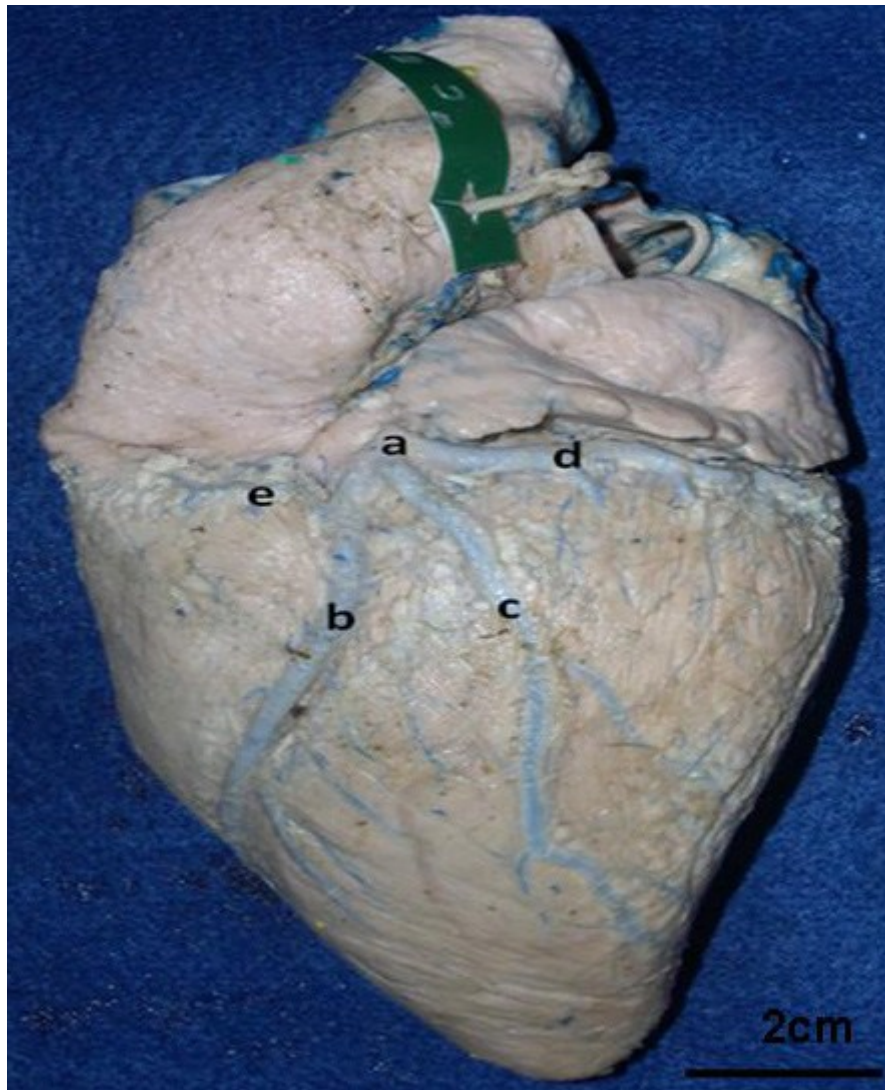
teve seu término no ápice do ventrículo esquerdo. Em fêmeas foi observado em quatro corações (26,66%), sendo que em dois corações (50%), este ramo teve seu término no terço proximal do ventrículo esquerdo e em dois corações (50%) no ápice do ventrículo esquerdo.

Ramo interventricular paraconal

O ramo interventricular paraconal coincidiu com o sulco de mesmo nome em 100% dos corações analisados em ambos os sexos. O comprimento do ramo interventricular paraconal nos machos e nas fêmeas foram de $15,50 \pm 0,5705$ e $15,44 \pm 0,6032$, respectivamente ($p=0,9429$).

Em machos, o ramo interventricular paraconal emitiu para o ventrículo esquerdo, 14 ramos em um coração (6,66%), 13 ramos em um coração (6,66%), 10 ramos em um coração (6,66%), oito ramos em dois corações (13,33%), nove ramos em dois corações (13,33%), sete ramos em cinco corações (33,33%) seis ramos em um coração (6,66%), cinco ramos em um coração (6,66%) e dois ramos em um coração (6,66%). Para o ventrículo direito foram emitidos, 10 ramos em um coração (6,66%), nove ramos em um coração (6,66%), sete ramos em um coração (6,66%), seis ramos em um coração (6,66%), cinco ramos em

FIGURA 1: Fotomacrografia da face auricular do coração: a – artéria coronária esquerda; b – ramo interventricular paraconal; c – ramo diagonal; d – ramo circunflexo esquerdo; e – ramo do cone arterioso.



um coração (6,66%), quatro ramos em sete corações (46,66%), três ramos em dois corações (13,33%), dois ramos em um coração (6,66%). Em machos, o ramo interventricular paraconal emitiu de 2-14 ramos, média de oito ramos, sendo enviados para o ventrículo direito 38% desses ramos, já o ventrículo esquerdo recebeu 62% dos ramos.

Em fêmeas, o ramo interventricular paraconal emitiu para o ventrículo esquerdo, 12 ramos em um coração (6,66%), 10 ramos em um coração (6,66%), nove ramos em dois corações (13,33%), oito ramos em um coração (6,66%), sete ramos em um coração (6,66%), quatro ramos em três corações (20%), cinco ramos em quatro corações (26,66%), três ramos em um coração (6,66%) e um ramo em um coração (6,66%). Para o ventrículo direito foram emitidos, sete ramos em um coração (6,66%), seis ramos em três corações (20%), cinco ramos em um coração (6,66%), quatro ramos em cinco corações (33,33%), três ramos em dois corações (13,33%), dois ramos em três corações (20%). Em fêmeas, o ramo interventricular paraconal emitiu de 1-12 ramos, média de 6,5 ramos, sendo emitidos para o ventrículo direito 40,5% desses ramos, já o ventrículo esquerdo recebeu 59,5% dos ramos.

O ramo do cone arterioso foi o primeiro ramo emitido a partir do ramo interventricular paraconal para o ventrículo direito, irrigando o tronco pulmonar em 100% dos animais estudados (Figura 1).

Ramo circunflexo esquerdo

O ramo circunflexo esquerdo percorreu o sulco coronário em 100% dos corações estudados de ambos os sexos. O comprimento do ramo circunflexo esquerdo nos machos e nas fêmeas foram de $11,91 \pm 0,4336$ e $11,65 \pm 0,4813$, respectivamente ($p = 0,6987$).

Ramo interventricular subsinuoso

O ramo interventricular subsinuoso coincidiu com o sulco de mesmo nome e se originou do ramo circunflexo esquerdo em 100% dos corações investigados em ambos os sexos (Figura 1). O comprimento do ramo interventricular subsinuoso nos machos e nas

fêmeas foram de $10,37 \pm 0,3727$ e $10,44 \pm 0,4415$, respectivamente ($p=0,9090$).

Em machos, o ramo interventricular subsinuoso emitiu para o ventrículo esquerdo, sete ramos em um coração (6,66%), seis ramos em dois corações (13,33%), cinco ramos em dois corações (13,33%), quatro ramos em um coração (6,66%), três ramos em um coração (6,66%), dois ramos em seis corações (40%) e um ramo em dois corações (13,33%). Para o ventrículo direito foram emitidos, nove ramos em um coração (6,66%), seis ramos em dois (13,33%), cinco ramos em quatro corações (26,66%), quatro ramos em três corações (20%), três ramos em quatro corações (26,66%), dois ramos em um coração (6,66%). Em machos, o ramo interventricular subsinuoso emitiu de 1-9 ramos, média de cinco ramos, sendo que o ventrículo direito recebeu 57,3% dos ramos e o ventrículo esquerdo recebeu 42,7% dos ramos.

Em fêmeas, o ramo interventricular subsinuoso emitiu para o ventrículo esquerdo, nove ramos em dois corações (13,33%), oito ramos em dois corações (13,33%), sete ramos em três corações (20%), cinco ramos em um coração (6,66%), quatro ramos em um coração (6,66%), três ramos em dois corações (13,33%), dois ramos em dois corações (13,33%), um ramo em dois corações (13,33%). Para o ventrículo direito foram emitidos, oito ramos em um coração (6,66%), seis ramos em um coração (6,66%), cinco ramos em seis corações (40%), quatro ramos em dois corações (13,33%), três ramos em dois corações (13,33%), dois ramos em três corações (20%). Em fêmeas, o ramo interventricular subsinuoso emitiu de 1-9 ramos, média de cinco ramos, sendo que o ventrículo direito recebeu 45,7% dos ramos e o ventrículo esquerdo recebeu 54,3% dos ramos.

Artéria coronária direita

A artéria coronária direita se originou diretamente da aorta em 100% dos corações em ambos os sexos (Figura 2). Esta artéria percorreu o sulco coronário e terminou gradativamente em direção à origem do sulco subsinuoso. O comprimento da artéria coronária direita em machos e em fêmeas foram de $9,240 \pm 0,4698$ e $10,13 \pm 0,5472$, respectivamente ($p = 0,2291$).

FIGURA 2: Fotomacrografia da face atrial do coração: a – artéria coronária direita; b – ramo interventricular subsinuoso; c – ramo circunflexo da artéria coronária esquerda.



Discussão

Artéria coronária esquerda

As artérias coronárias esquerda e direita se originaram a partir da aorta, conforme literatura consultada (NICKEL et al., 1983; GETTY, 1986).

A artéria coronária esquerda originou os ramos interventricular paraconal e circunflexo esquerdo em diferentes mamíferos: em castor (BISAILLON, 1981), em ruminante (NICKEL et al., 1983; GETTY, 1986), em coelho da raça Nova Zelândia (DURSUN et al., 1996), em burro (OZGEL et al., 2004), em suíno (MOURA-JUNIOR et al., 2008), em paca (ÁVILA et al., 2009), o mesmo foi observado nesta presente pesquisa. No homem, a artéria coronária esquerda originou o ramo descendente anterior e o ramo circunflexo esquerdo em 54,7% (BAPTISTA et al., 1991). O comprimento em centímetros da artéria coronária esquerda no homem apresentou $1,35 \pm 0,27$ (SHILPA et al., 2011).

Ramo interventricular paraconal

Em ruminantes (GETTY, 1986), em coelhos da raça Nova Zelândia (DURSUN et al., 1996), em burros (OZGEL et al., 2004), em suínos e caprinos (MOURA-JUNIOR et al., 2008; 2009), em pacas (ÁVILA et al., 2009) e em cães (OLIVEIRA et al., 2010), foi observado que o ramo interventricular paraconal percorreu o sulco de mesmo nome, o mesmo foi observado nos espécimes estudados. O ramo do cone arterioso foi originado a partir do ramo interventricular paraconal, concordando com estudos feitos em coelhos sem raça definida (DAY; JOHNSON, 1958), em coelhos da raça Angorá (PODESSER et al., 1997) e em burros (OZGEL et al., 2004).

Para Moura-Junior et al. (2009), em caprinos, o ramo interventricular paraconal apresentou média de comprimento de 10,5 cm. Em suínos Landrace, a média do comprimento do referido ramo foi de 13,4 cm (MOURA-JUNIOR et al., 2008). Para Oliveira et al. (2010), em cães, o ramo interventricular paraconal apresentou média de comprimento de 6,9 cm. Embora estes trabalhos mencionados utilizassem animais de ambos os sexos, não houve separação dos resultados

quanto ao sexo. Na presente pesquisa, o sexo não influenciou na medida do ramo interventricular paraconal.

Para Moura-Junior et al. (2009), em caprinos, o ramo interventricular paraconal emitiu média de 12 ramos. Desses ramos, o ventrículo direito recebeu 49,5%, já o ventrículo esquerdo recebeu 50,5%. Para Oliveira et al. (2010), em cães, o ramo interventricular paraconal emitiu 5-14 ramos, sendo 49,5% para o ventrículo direito e 50,5% para o ventrículo esquerdo. No presente estudo, o referido ramo emitiu percentualmente maior número de ramos para o ventrículo esquerdo, diferentemente dos resultados obtidos por Moura-Junior et al. (2008) em estudos realizados com suínos Landrace, onde o ramo interventricular paraconal emitiu 52,3% dos ramos para o ventrículo direito. Em estudos feitos em burros (OZGEL et al., 2004), o ramo interventricular paraconal emitiu cinco ramos para o ventrículo direito e seis ramos para o ventrículo esquerdo.

Ramo circunflexo esquerdo

Segundo Bahar et al. (2007), em coelhos da raça Angorá, o ramo circunflexo esquerdo percorreu o sulco coronário imediatamente após sua origem na artéria coronária esquerda, corroborando com os resultados em coelhos sem raça definida (DAY; JOHNSON, 1958), em castor (BISAILLON, 1981) e em cães (OLIVEIRA et al., 2010), a atual pesquisa concorda com os resultados consultados na literatura.

Em suínos e caprinos (MOURA-JUNIOR et al., 2008; 2009), a média de comprimento deste ramo em estudo foi de 9,4 cm e 8,2 cm, respectivamente. Para Oliveira et al. (2010), em cães, este ramo apresentou comprimento entre 3,3-6,7 cm. Na presente pesquisa, o sexo não influenciou na medida do ramo circunflexo esquerdo.

Ramo diagonal

Para Moura-Junior et al. (2008), em suínos Landrace, o ramo diagonal se apresentou como ramo da artéria coronária esquerda, o mesmo foi observado no atual estudo, onde o ramo diagonal foi originado a partir desta referida artéria, estando situado entre o

ramo interventricular paraconal e o ramo circunflexo esquerdo. Já para Sahni et al. (2008), em suínos, este referido ramo se originou a partir do ramo circunflexo da artéria coronária esquerda.

Para Sahni et al. (2008), o ramo diagonal foi observado em 50% dos corações estudados. Para Moura-Junior et al. (2009), em caprinos, o ramo diagonal esteve presente em 9,7% dos corações estudados. Em suínos Landrace, o ramo diagonal apareceu em 20% dos casos (MOURA-JUNIOR et al., 2008), já em corações humanos a frequência é de 45,3% (BAPTISTA et al., 1991). Para Oliveira et al. (2010), em cães, o ramo diagonal esteve presente em 13,3% dos corações. No presente estudo, o ramo diagonal foi observado em corações em ambos os sexos.

Ramo interventricular subsinuoso

Em burros, o ramo interventricular subsinuoso, se originou exclusivamente da artéria coronária direita (OZGEL et al., 2004); concordando com estudos feitos em suínos (SAHNI et al., 2008) e em camelos (GUOQIANG et al., 2009). Para Aksoy e Karadag (2002), em gatos pode existir um tipo bilateral coronariano, onde tanto o ramo circunflexo esquerdo quanto o direito participam da formação do ramo interventricular subsinuoso. Para Moura-Junior et al. (2009), em caprinos, observaram que o ramo interventricular subsinuoso é terminação do ramo circunflexo da artéria coronária esquerda, concordando com estudos realizados em cães (DURSUN, 1979), em ruminantes (GETTY, 1986), em camelos (TAHA; ABEL-MAGIED, 1996), em gatos e coelhos Nova Zelândia (AKSOY; KARADAG, 2002), semelhantes resultados foram observados nos corações estudados.

Em suínos e caprinos (MOURA-JUNIOR et al., 2008; 2009), a média do comprimento deste referido ramo foi de 8,2 cm e 3,1 cm respectivamente, já para Oliveira et al (2010), em cães, o comprimento deste ramo variou de 1,1-6,2 cm. Na presente pesquisa, a média geral do comprimento deste ramo nos espécimes estudados foi de 10,40 cm.

Segundo Moura-Junior et al. (2009), em caprinos, o ramo interventricular subsinuoso emitiu para o ventrículo direito 63,2% dos ramos e 36,8% para o

ventrículo esquerdo, já em suínos, este ramo emitiu para o ventrículo direito 50,9% e 49,1% para o ventrículo esquerdo (MOURA-JUNIOR et al., 2008). Para Oliveira et al. (2010), em cães, o ventrículo direito recebeu 59,6% dos ramos e o ventrículo esquerdo 40,4%. No presente estudo, o ventrículo direito recebeu a maior quantidade de ramos proveniente do ramo interventricular subsinuoso nos machos, diferentemente das fêmeas, que receberam maior quantidade de ramos para o ventrículo esquerdo.

Artéria coronária direita

Segundo Nickel et al. (1983), a artéria coronária direita percorreu o sulco coronário e teve seu término na origem do sulco subsinuoso, esta observação foi encontrada no atual estudo. Em suínos e caprinos (MOURA-JUNIOR et al., 2008; 2009), a média de comprimento da artéria coronária direita foi de 9,0 cm e 6,0cm, respectivamente. Para Oliveira et al. (2010), em cães, o comprimento variou entre 1,0-7,2 cm. Na presente pesquisa, as médias do comprimento da artéria coronária direita foram 9,24 cm nos machos e 10,12cm nas fêmeas, média geral de 9,7 cm. No homem, o comprimento variou de $6,95 \pm 0,75$ (SHILPA et al., 2011).

O estudo das doenças cardiovasculares em modelos animais de grande porte pode permitir a translação de descobertas da ciência básica em terapias clínicas. Modelos de infarto do miocárdio, cardiomiopatia isquêmica, pressão ventricular e sobrecarga de volume, foram criados em cães, porcos e ovelhas para a investigação de insuficiência cardíaca e potenciais terapias (DIXON; SPINALE, 2009). Modelos animais de grande porte, recapitulando o fenótipo clínico de insuficiência cardíaca translacionam a ciência básica para aplicações clínicas tentando dessa forma tornar possível a transferência dos resultados obtidos das pesquisas para a prática clínica (DIXON; SPINALE, 2009). Sendo assim, os modelos animais de grande porte de insuficiência cardíaca continuarão a desempenhar um papel crucial na elucidação de processos biológicos envolvidos na insuficiência cardíaca, desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas terapias.

Não houve diferença estatística entre as medidas da altura, largura, espessura e circunferência da base

do coração em ambos os sexos. As artérias coronárias esquerda e direita se originaram a partir da aorta em todos os corações em ambos os sexos. As morfologias gerais das artérias coronárias observadas em bovinos mestiços se assemelharam a de outros mamíferos.

Referências

- AKSOY, G.; KARADAG, H. An anatomic investigation on the heart and coronary arteries in the domestic cat and white New Zealand rabbits. **Veteriner Bilimleri Dergisi**, Ankara, v. 18, n. 1, p. 33-40, 2002.
- ÁVILA, B. H. P.; MACHADO, M. R. F.; GERBASI, S. H. B.; OLIVEIRA, F. S. DE. As artérias coronárias da paca (*Agouti paca* Linnaeus 1766). **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 4, p. 159-162, 2009.
- BAHAR, S.; OZDEMIR, V.; EKEN, E.; TIPIRDAMAZ, S. The distribution of the coronary arteries in the Angora rabbit. **Anatomy, Histology and Embryology**, Berlin, v. 36, n. 5, p. 321-327, 2007.
- BAPTISTA, C. A.; DIDIO, L. J.; PRATES, J. C. Types of division of the left coronary artery and the ramus diagonalis of the human heart. **Japanese Heart Journal**, Tokyo, v. 32, n. 3, p. 323-335, 1991.
- BISAILLON, A. Gross anatomy of the cardiac blood vessels in the North American beaver (*Castor canadensis*). **Anatomischer Anzeiger**, Jena, v. 150, n. 3, p. 248-258, 1981.
- COPELAND, J. G.; SMITH, R. G.; ARABIA, F. A.; NOLAN, P. E.; SETHI, G. K.; TSAU, P.H.; MCCLELLAN, D.; SLEPIAN, M. J. Cardiac replacement with a total artificial heart as a bridge to transplantation. **The New England Journal of Medicine**, Boston, v. 351, n. 9, p. 859-867, 2004.
- DAY, S. B.; JOHNSON, J. A. The distribution of the coronary arteries of the rabbit. **The Anatomical Record**, New York, v. 132, n. 4, p. 633-643, 1958.
- DIXON, J. A.; SPINALE, F. G. Large animal models of heart failure: a critical link in the translation of basic science to clinical practice. **Circulation Heart Failure**, Hagerstown, v. 2, n. 3, p. 262-271, 2009.
- DURSUN, N. An anatomical investigation on the coronary arteries of dog. **Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, Ankara, v. 26, n. 1, p. 17-33, 1979.
- DURSUN, N.; YILDIZ, D.; KABAK, M. Yeni Zelanda tavsanında (*Oryctolagus cuniculus* L.) septum interventriculare'Nin arterial vaskularizasyonu. **Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, Ankara, v. 43, n. 1, p. 391-395, 1996.
- GETTY, R. **Sisson/Grossman. Anatomia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. 1134 p.
- GINIS, I.; LUO, Y.; MIURA, T.; THIES, S.; BRANDENBERGER, R.; GERECHE-NIR, S.; AMIT, M.; HOKE, A.; CARPENTER, M. K.; ITSKOVITZ-ELDOR, J.; RAO, M. S. Differences between human and mouse embryonic stem cells. **Developmental Biology**, New York, v. 269, n. 2, p. 360-380, 2004.
- GUOQIANG, Y.; JINGHONG, M.; WENLING, Y.; ZHONGTIAN, B.; JIANLIN, W. Macroanatomy of coronary arteries in

- Bactrian camels (*Camelus bactrianus*). **Veterinary Research Communications**, Amsterdam, v. 33, n. 4, p. 367-377, 2009.
- HAGHIGHI, K.; KOLOKATHIS, F.; PATER, L.; LYNCH, R. A.; ASAHI, M.; GRAMOLINI, A. O.; FAN, G. C.; TSIAPRAS, D.; HAHN, H. S.; ADAMOPOULOS, S.; LIGGETT, S. B.; DORN, G. W. I. I.; MACLENNAN, D. H.; KREMASTINOS, D. T.; KRANIAS, E. G. Human phospholamban null results in lethal dilated cardiomyopathy revealing a critical difference between mouse and human. **The Journal of Clinical Investigation**, New Haven, v. 111, n. 6, p. 869-876, 2003.
- LITWAK, K. N.; MCMAHAN, A.; LOTT, K. A.; LOTT, L. E.; KOENIG, S. C. Monensin toxicosis in the domestic bovine calf: a large animal model of cardiac dysfunction. **Contemporary Topics in Laboratory Animal Science**, Memphis, v. 44, n. 3, p. 45-49, 2005.
- MORGAN, J. A.; JOHN, R.; RAO, V.; WEINBERG, A. D.; LEE, B. J.; MAZZEO, P. A.; FLANNERY, M. R.; CHEN, J. M.; OZ, M. C.; NAKA, Y. Bridging to transplant with the Heart- Mate left ventricular assist device: The Columbia Presbyterian 12-year experience. **The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, Stanford, v. 127, n. 5, p. 1309-1316, 2004.
- MOURA-JUNIOR, P. C.; VIEIRA, T. H. M.; VIEIRA, S. R. C.; SOBREIRO, D.; RUIZ, C. R.; WAF AE, G. C.; SILVA, N. C.; WAF AE, N. Anatomic study of coronary arteries Landrace pigs. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 28, n. 2, p. 103-107, 2008.
- MOURA-JUNIOR, P. C.; VIEIRA, T. H. M.; VIEIRA, S. R. C.; PINTO-NETO, J. L.; LEÃO, C. E. S.; LOPES, A. K. M. e S.; RUIZ, C. R.; WAF AE, G. C.; SILVA, N. C. DA.; WAF AE, N. Estudo anatômico das artérias coronárias em caprinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 29, n. 4, p. 358-362, 2009.
- NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. **The anatomy of the domestic animals**. Berlin: Verlag Paul Parey, 1983. 610 p.
- OLIVEIRA, C. L.; DORNELAS, D.; CARVALHO, M. DE.; WAF AE, G. C.; DAVIS, G. S.; ARAÚJO, S.; SILVA, N. C. DA.; RUIZ, C. R.; WAF AE, N. Anatomical study on coronary arteries in dogs. **European Journal of Anatomy**, Salamanca, v. 14, n. 1, p. 1-4, 2010.
- OZGEL, O.; HALIGUR, A.; DURSUN, A.; KARAKURUM, E. The macroanatomy of coronary arteries in donkeys (*Equus asinus* L.). **Anatomy, Histology and Embryology**, Berlin, v. 33, n. 1, p. 278-283, 2004.
- PODESSER, B.; WOLLENEK, G.; SEITELBERGER, R.; SIEGEL, H.; WOLNER, E.; FIRBAS, W.; TSCHABITSCHER, M. Epicardial branches of the coronary arteries and their distribution in the rabbit heart: the rabbit heart as a model of regional ischemia. **The Anatomical Record**, Philadelphia, v. 247, n. 4, p. 521-527, 1997.
- SAHNI, D.; KAUR, G. D.; HARJEET, INDAR, J. I. T. Anatomy & distribution of coronary arteries in pig in comparison with man. **Indian Journal of Medical Research**, Chandigarh, v. 127, n. 6, p. 564-570, 2008.
- SCHALLER O. **Nomenclatura anatômica veterinária ilustrada**. São Paulo: Manole, 1999. 614 p.
- SHILPA, B.; DIXIT, D.; SIDDIBHAVI, M.; SHIROL, V. S. A study of variations in coronary arterial system in cadaveric human heart. **World Journal of Science and Technology**, Karnataka, v. 1, n. 5, p. 30-35, 2011.
- TAHA, A. A.; ABEL-MAGIED, E. M. The coronary arteries of the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). **Anatomy, Histology and Embryology**, Berlin, v. 25, n. 4, p. 295-299, 1996.
- TAYLOR, D. O.; EDWARDS, L. B.; BOUCEK, M.M.; TRULOCK, E. P.; AURORA, P.; CHRISTIE, J.; DOBBELS, F.; RAHMEL, A. O.; KECK, B. M.; HERTZ, M. I. Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: twenty-fourth official adult heart transplant report. **The Journal of Heart and Lung Transplantation**, Addison, v. 26, n. 1, p. 769-781, 2007.
- ZHR, R.; DAEED, D.; FUMOTO, H.; HORAI, T.; SHALLI, S.; ANZAI, T.; ARAKAWA, Y.; DESSOFFY, R.; CATANESE, J.; MASSIELLO, A.; LITWAK, K. N.; FUKAMACHI, K. A pilot study for inducing chronic heart failure in calves by means of oral monensin. **International Journal of Biomedical Science**, Maryland, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2010.