

Anatomia do coração de fetos de Guinea pig em final de gestação (*Cavia porcellus* [Linnaeus, 1758])

Mariangela de Toledo Barbino^{1*}

Claudia Marinovic Oliveira²

Erika Toledo Fonseca²

Phelipe de Oliveira Favaron²

Márcio Nogueira Rodrigues²

Maria Angélica Miglino³

¹Universidade Paulista, São José dos Campos – SP, Brasil

²PPG em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo São Paulo – SP, Brasil

³Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Universidade de São Paulo São Paulo – SP, Brasil

*Autor para correspondência

mari_barbino@yahoo.com.br

Rua Raul Cornélio Brom, 11, Nova Caçapava, CEP 12283-120, Caçapava – SP, Brasil

Submetido em 13/05/2011

Aceito para publicação em 28/07/2011

Resumo

Desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de descrever a anatomia do coração de fetos de Guinea pig (*Cavia porcellus* [Linnaeus, 1758]) em final de gestação e obter caracterizações anatômicas que possam fundamentar e auxiliar na compreensão da fisiologia da circulação fetal. Coletou-se os fetos de três fêmeas em final de gestação, os quais foram descritos e fotodocumentados macroscopicamente, por microscopia de luz em coloração HE e por microscopia eletrônica de varredura. O coração do feto é dividido em quatro cavidades, envolvido pelo pericárdio, e possui três camadas: epicárdio, miocárdio e endocárdio. O forame oval possui grande importância na circulação fetal, porém não foi visualizado nos cortes realizados neste estudo. Através desses resultados concluímos que os corações de fetos de Guinea pig diferem dos de outras espécies em estruturas como a veia cava cranial, que não se divide em esquerda e direita, e que a espessura das paredes dos ventrículos direito e esquerdo não diferem significativamente.

Palavras-chave: Circulação, Descrição, Macroscopia, Microscopia

Abstract

Anatomy of the heart of Guinea pig fetuses in late gestation (*Cavia porcellus* [Linnaeus, 1758]).

This study has been developed in order to describe the anatomy of the heart of Guinea pig (*Cavia porcellus* [Linnaeus, 1758]) fetuses in late gestation and to obtain anatomical characteristics that can support and help the understanding of the physiology of fetal circulation. Fetuses have been collected from three female in late gestation, which were described and photographed macroscopically, through light microscopy in HE and

scanning electronic microscopy. The fetal heart is divided into four cavities, it is surrounded by the pericardium, and it has three layers: epicardium, myocardium, and endocardium. Foramen ovale has a great importance in the fetal circulation, but it could not be visualized in sections carried out in this study. Through these results we conclude that the hearts of Guinea pig fetuses differ from those of other species in structures such as the cranial vena cava, which is not divided into left and right, and that the walls thickness of left and right ventricles does not differ significantly.

Key words: Circulation, Description, Macroscopy, Microscopy

Introdução

O Guinea pig (*Cavia porcellus* [Linnaeus, 1758]) pertence à Classe Mammalia, Ordem Rodentia (COOPER; SCHILLER, 1975; STORER et al., 1998), e entre as finalidades de sua criação estão: pesquisa, alimentação e companhia (VALIM et al., 2004).

Por apresentarem determinadas características, como tamanho adequado, baixo custo de manutenção e curto período de prenhez, são considerados animais experimentais (BJORKMAN et al., 1981), e apesar de muitos estudos demonstrarem muitas semelhanças entre a circulação fetal em Guinea pig (KISERUD; ACHARYA, 2004) e humanos, muitas pesquisas ainda devem ser realizadas descrevendo a morfologia desses animais para que não ocorram interpretações errôneas.

O coração é o órgão cuja função é bombear o sangue através dos vasos sanguíneos para o corpo (ÁVILA et al., 2010). É um órgão muscular que se contrai ritmicamente, enquanto bombeia o sangue pelo sistema circulatório. Suas paredes são constituídas de três túnicas: o endocárdio, o miocárdio e o pericárdio. A região central fibrosa do coração, comumente chamada esqueleto fibroso, serve de ponto de apoio para as válvulas, além de ser também o local de origem e inserção das células musculares cardíacas (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2008).

Nos animais domésticos, o coração é um órgão oco constituído de quatro cavidades, dois átrios e dois ventrículos separados pelos septos (DYCE et al., 2010), assim como observado em ratos (HEBEL; STROMBERG, 1986; POPESKO et al., 1992), camundongos (CISZEK et al., 2007) e na paca (ÁVILA et al., 2010).

Segundo Nocetti et al. (2002), o coração dos animais de maneira geral vêm sendo amplamente estudado já que divergências geradas a partir de estudos sobre patologias cardíacas têm requerido um retorno dos pesquisadores a informações básicas como morfologia, anatomia e histologia.

Visando a obtenção de caracterizações anatômicas que possam fundamentar e auxiliar na compreensão da fisiologia da circulação fetal em Guinea pig e em outros modelos experimentais este trabalho foi desenvolvido e tem por objetivo descrever a arquitetura macroscópica e microscópica do coração.

Material e Métodos

Para a realização do presente estudo foram utilizadas três fêmeas da espécie *Cavia porcellus* em final de gestação oriundas da doação de um criatório particular.

Os procedimentos de eutanásia foram realizados no laboratório de Anatomia Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo de acordo com o protocolo nº1954/2010 certificado pela Comissão de Ética no uso de animais da FMVZ/USP.

Os animais foram posicionados em decúbito dorsal e feita a incisão na região pré-retro-umbilical sobre a linha Alba. Após a exposição do útero os fetos foram coletados, realizou-se a dissecação e retirada do coração dos fetos e das fêmeas.

Os materiais destinados à microscopia de luz foram fixados em formaldeído a 10% em tampão fosfato (PBS), 0,1% pH 7,4. Em seguida o material foi desidratado em banhos de etanol em concentrações crescentes (de 50 a 100%) e diafanizado em xilol, seguido pela inclusão em

parafina. Foram realizados cortes consecutivos de 5µm de espessura, corados pelo método de hematoxilina-eosina e fotodocumentados.

Os materiais destinados à microscopia eletrônica de varredura foram imersos em solução fixadora de Glutaraldeído 2,5%, montados em base de alumínio (stubs) com cimento de carbono e em seguida cobertos com ouro (3nm), sendo então examinados por microscópio eletrônico de varredura Zeiss – LEO.

Resultados

Os fetos e as fêmeas adultas de Guinéa pig apresentaram coração com quatro cavidades: ventrículo direito, ventrículo esquerdo, átrio direito e átrio esquerdo, sendo o ápice voltado para o lado esquerdo.

Sua base era formada pelos átrios que possuíam paredes mais delgadas. Na base também era possível identificar os principais vasos: aorta, tronco pulmonar, veia cava caudal e veia cava cranial (Figura 1C e

1D), e dali também se originavam os ramos dos vasos coronários que se estendiam sobre a superfície ventricular (Figura 1A e 1B).

Os ventrículos representavam a maior parte do coração e tinham consistência mais firme, isso devido à parede destes ser mais espessa do que a dos átrios. Entre os ventrículos no coração dos fetos não se notou diferença significativa entre a espessura das paredes.

O coração estava envolvido pelo pericárdio, um saco seroso com líquido que se adaptava à sua forma.

Microscopicamente identificou-se três camadas constituindo o coração: o epicárdio, mais externo, o miocárdio e o endocárdio (Figura 2A). O endocárdio era constituído pelo endotélio, apoiado em uma camada de tecido conjuntivo frouxo. O miocárdio correspondia à camada mais espessa e era composto por fibras musculares cardíacas estando evidente a presença de pequenos vasos por toda sua extensão. O epicárdio era constituído por um epitélio pavimentoso simples (Figura 2B).

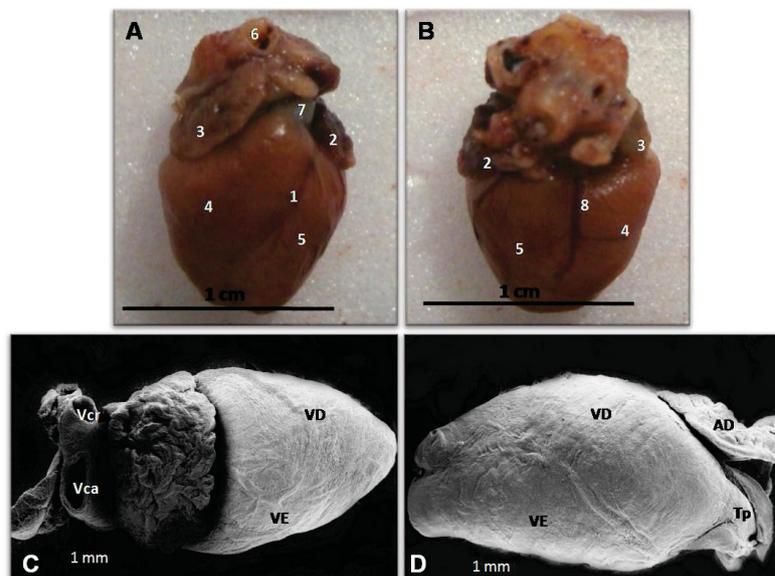


FIGURA 1: Fotografias do coração do feto de Guinéa pig. **A:** Vista esquerda e **B:** Vista direita. 1 – ramo interventricular paraconal; 2 – átrio esquerdo; 3 – átrio direito; 4 – ventrículo direito; 5 – ventrículo esquerdo; 6 – aorta; 7 – tronco pulmonar; 8 – ramo subsinuoso da artéria coronária esquerda. **C:** Micrografia eletrônica de varredura de coração de feto de Guinéa pig. Vista direita: Veia cava caudal (Vca); Veia cava cranial (Vcr), Ventrículo Direito (VD) e Ventrículo Esquerdo (VE). **D:** Micrografia eletrônica de varredura de coração de feto de Guinéa pig. Vista esquerda: Ventrículo direito (VD); Ventrículo Esquerdo (VE); Aurícula Direita (AD) e Tronco pulmonar (Tp).

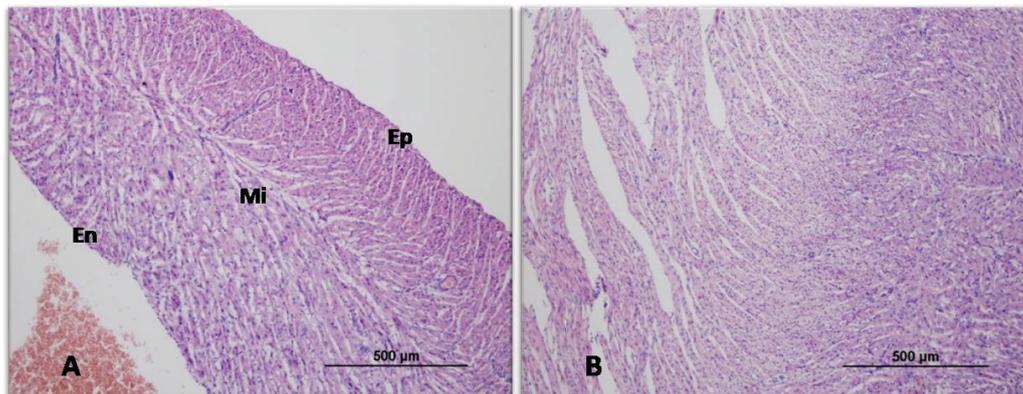


FIGURA 2: Fotomicrografias do coração de feto de Guinéa pig. **A:** Parede do átrio, onde é possível observar as três camadas que constituem o coração: Epicárdio (Ep), Miocárdio (Mi) e o Endocárdio (En). **B:** Fibras de músculo cardíaco do miocárdio. Coloração hematoxilina-eosina, aumento 10x.

Discussão

O coração dos fetos de Guinéa pig, assim como o descrito para aves e mamíferos por Dyce et al. (2010) apresentavam forma cônica e com quatro cavidades: ventrículo direito, ventrículo esquerdo, átrio direito e átrio esquerdo; sendo o ápice voltado para o lado esquerdo; e as cavidades eram facilmente distinguíveis como observado em ratos e camundongos (HEBEL; STROMBERG, 1986; CISZEK et al., 2007). A separação dos átrios, assim como a dos ventrículos, ocorre pelos septos interatrial e interventricular. Mc Geade et al. (2006) ressaltam a importância do septo interatrial, pois é através de sua abertura, o forame oval, que o sangue flui do átrio direito para o esquerdo permitindo que o volume de sangue que flui para o lado esquerdo do coração seja maior do que o volume para o ventrículo direito. Ao nascimento esse forame se fecha completando a separação em átrio direito e átrio esquerdo. Van Vleet e Ferrans (2009) afirmam que em bovinos os defeitos congênitos mais comuns são defeitos no septo atrial e no septo ventricular sendo que, no septo atrial resumem-se à falha no fechamento do forame oval enquanto no septo interventricular geralmente são associados a outros defeitos cardíacos.

Os átrios possuíam paredes mais finas enquanto a parede do ventrículo esquerdo não apresentava diferença significativa quanto à espessura em relação ao ventrículo direito, diferentemente do observado e já descrito por Dyce et al. (2010) e Soares et al. (2010),

em espécies adultas, que possuem a parede do ventrículo esquerdo mais espessa já que a resistência vascular na circulação sistêmica torna-se maior após o nascimento (KAUFMAN; BARD, 1999). Nas aves, segundo Dyce et al. (2010), o ventrículo direito possui paredes finas enquanto o ventrículo esquerdo possui paredes espessas e em sua maior parte a parede é de três a quatro vezes mais espessa do que a do ventrículo direito.

O coração do feto de Guinéa pig estava envolto pelo pericárdio, um saco fibroso, consistente e translúcido assim como descrito em outras espécies por Alonso et al. (2001), Junqueira e Carneiro (2008), Ávila et al. (2010) e Soares et al. (2010).

A parede do coração assim como o descrito para outros mamíferos por Junqueira e Carneiro (2008), é constituída por três camadas: o epicárdio, o miocárdio e o endocárdio. O epicárdio corresponde à camada visceral do pericárdio e é constituído por uma camada de epitélio pavimentoso simples. O miocárdio representava a camada mais espessa do coração e consistia em células musculares cardíacas organizadas em camadas que envolviam as câmaras do coração, seu arranjo era extremamente variável, sendo vistas orientadas em várias direções ao corte histológico. E o endocárdio é uma camada constituída pelo endotélio apoiada sobre um tecido conjuntivo frouxo.

No átrio direito, desembocava a veia cava cranial e a veia cava caudal, assim como observado na cutia (OLIVEIRA et al., 1999), na avestruz (SOARES et al.,

2010) e diferente do descrito nas pacas, ratos e rato-do-banhado (HALPERN, 1953; ALONSO et al., 2001; ÁVILA et al., 2010), que possuem veia cava cranial esquerda e veia cava cranial direita além da veia cava caudal.

No átrio esquerdo desembocavam as veias pulmonares assim como o descrito por Soares et al. (2010) em seu estudo sobre a anatomia do coração da avestruz.

Do ventrículo direito emergia o tronco pulmonar, entre a aurícula esquerda e a aorta assim como o descrito por Alonso et al. (2001) e Soares et al. (2010).

A aorta é observada originando-se do ventrículo esquerdo e dando origem às artérias coronárias, que irrigam todo o coração a partir de seus ramos. As artérias coronárias e suas ramificações foram estudadas em diferentes espécies por Moura et al. (2008), Ávila et al. (2010), Tenani et al. (2010) e em Guinéa pig por Vicentini et al. (1991) sendo nestes consideradas como pertencentes ao padrão coronariano esquerdo. No presente estudo pode-se observar os ramos subsinuoso das artérias coronária esquerda e o ramo interventricular paraconal, que se ramificam para irrigar toda a superfície ventricular do coração.

Segundo Macedo et al. (2011), devido aos complexos eventos envolvidos no desenvolvimento embrionário do coração e grandes vasos, há oportunidades substanciais para o desenvolvimento de defeitos congênitos, sendo variável a gravidade destes. Mc Geady et al. (2006) afirmam que a prevalência de defeitos congênitos cardíacos é de 1% em cães, 0,2% em equinos, 0,17% em bovinos e acima de 4% em suínos.

No presente estudo, devido às técnicas e cortes utilizados para descrição do coração do feto, não foi visualizado o forame oval, porém é uma estrutura presente e de importância na circulação fetal, como descrito por Detmer (1992) que, estudando a circulação materno-fetal em fetos de Guinéa pig, constatou que aproximadamente $\frac{3}{4}$ do sangue venoso umbilical passa pelo forame oval para o lado esquerdo do coração, e que o sangue mais oxigenado, derivado da veia hepática esquerda, atravessa o forame oval e o lado esquerdo do coração para suprir a parte anterior

do corpo, enquanto o sangue menos oxigenado da veia hepática direita vai para o ventrículo direito, passa pelo ducto arterioso, aorta descendente, parte posterior do corpo e placenta.

Após o nascimento a circulação sanguínea da placenta através da veia umbilical esquerda cessa abruptamente e a circulação pulmonar assume sua função levando a algumas alterações. As mudanças anatômicas que ocorrem assim que se inicia a respiração incluem o fechamento do forame oval e do ducto arterioso, que é um processo mecânico de acordo com Kauffman e Bard (1999).

A partir das descrições e literaturas apresentadas neste trabalho pode-se concluir que o coração dos fetos de Guinéa pig, assim como o de fetos de outras espécies possui particularidades adaptadas ao tipo de circulação, como: espessura semelhante em ventrículos esquerdo e direito, presença de forame oval, ducto arterioso. E pode-se dizer ainda que em indivíduos adultos há diferenças quanto à veia cava caudal, que nesta espécie apresenta-se num ramo único, e em relação à ramificação coronária. Essas informações auxiliarão na interpretação de estudos que utilizem a espécie *Cavia porcellus* como modelo de experimentação animal.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento deste trabalho (Proc. 2010/08850-5) através da concessão de uma bolsa de Iniciação Científica.

Referências

- ALONSO, C. R.; RAFASQUINO, M. E.; ANGUIS, F. J.; PIOVE, M. L.; IDIART, J. R. Características macro y microscópicas del corazón y grandes vasos del coipo (*Myocastor coypus*, Molina) de diferentes edades. **Revista Chilena de Anatomia**, Temuco, v. 19, n. 1, 2001
- ÁVILA, B. H. P.; MACHADO, M. R. F.; OLIVEIRA, F. S. Descrição anátomo-topográfica do coração da paca (*Agouti paca*). **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 38, n. 2, p. 191-195, 2010.
- BJÖRKMAN, N.; DANTZER, V.; HASSELAGER, H. H.; KJAERGAARD, P. Perfusion in vivo of the porcine placenta. Fixation for EM. **Placenta**, London, v. 2, p. 287-302, 1981.

- CISZEK, B.; SKUBISZEWSKA, D.; RATAJSKA, A. The anatomy of the cardiac veins in mice. **Journal of Anatomy**, Maiden, v. 211, n. 1, p. 53-63, 2007.
- COOPER, G.; SCHILLER, A. L. **Anatomy of the guinea pig**. Cambridge: Harvard University Press, 1975. 417 p.
- DETMER, A. **Intrauterine growth retardations**. An experimental study of fetal growth, regional blood flow and hepatic lipid metabolism in the anesthetized guinea pig. 1992. 100 f. Tese (Akademisk Avhandling) – Sveiges Lantbruksuniversitet, Uppsala. 1992.
- DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 834 p.
- HALPERN, M. H. The azygos vein system in the rat. **The Anatomical Record**, Hoboken, v. 116, n. 1, p. 83-93, 1953.
- HEBEL, R.; STROMBERG, M. W. **Anatomy and embryology of the laboratory rat**. Wörthsee: Biomed Verlag, 1986. 173 p.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 524 p.
- KAUFMAN, M. H.; BARD, J. B. L. **The anatomical basis of mouse development**. California: Academic Press, 1999. 290 p.
- KISERUD, T.; ACHARYA, G. The fetal circulation. **Prenatal Diagnosis**, Bergen, v. 24, n. 13, p. 1049-1059, 2004.
- MACEDO, J. T. S. A.; LUCENA, R. B.; GIARETTA, P. R.; KOMMERS, G. D.; FIGHERA, R. A.; IRIGOYEN, L. F.; BARROS, C. S. L. Defeitos congênitos em bovinos da Região Central do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 31, n. 4, p. 297-306, 2011.
- MC GEADY, T. A.; QUINN, P. J.; FITZ-PATRICK, E. S.; RYAN, M. T. **Veterinary Embriology**. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 376 p.
- MOURA JUNIOR, P. C.; VIEIRA, T. H. M.; VIEIRA, S. R. C.; SOBREIRO, D.; RUIZ, C. R.; WAFÆ, G. C.; SILVA, N. C.; WAFÆ, N. Estudo anatômico das artérias coronárias em suínos Landrace. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 28, n. 2, p. 103-107, 2008.
- NOCETTI, L. M.; BOMBONATO, P. P.; SANTANA, M. I. S.; CARNEIRO E SILVA, F. O.; SEVERINO, R. S. Pontes de miocárdio em corações de javali. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 66-73, 2002.
- OLIVEIRA, P. F. N.; CARVALHO, M. A. M.; SOUZA, W. M.; MIGLINO, M. A. The right azygos vein in agouti (*Dasyprocta agouti*, Rodentia). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 36, n. 4, 1999. doi: 10.1590/S1413-95961999000400002.
- POPESKO, P.; RAJTOVA, V.; HORÁK, J. **A colour atlas of anatomy of small laboratory animals**. Vol. 2. London: Wolfe, 1992. 255 p.
- SOARES, G. L.; OLIVEIRA, D.; BARALDI-ARTONI, S. M. Aspectos da anatomia do coração do avestruz. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 38-42, 2010.
- STORER, T. I.; USINGER, R. L.; STEBBINS, R. C.; NYBAKKEN, J. W. **Zoologia geral**. 1 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1998. 816 p.
- TENANI, S. C.; MELO, A. P. F.; RODRIGUES, R. F. Estudo da vascularização arterial em corações de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* – Carleton, M. D. 1984). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 47, n. 3, p. 204-208, 2010.
- VALIM, M. P.; AMORIM, M.; SERRA-FREIRE, N. M. Parasitismo por Acari e Phthiraptera em cobaias [*Cavia Porcellus* (Linnaeus, 1758)] de ambientes rural e urbano nos municípios de Silva Jardim e Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 240-246, 2004.
- VAN VLEET, J. F.; FERRANS, V. J. Sistema Cardiovascular. In: MC GAVIN, M. D.; ZACHARY J. F. (Eds). **Bases da Patologia em Veterinária**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. p. 559-614.
- VICENTINI, C. A.; ORSI, A. M.; DIAS, S. M. Anatomical observations of the coronary artery vascularization in the guinea pigs (*Cavia porcellus*). **Anatomischen Anzeiger**, Deerfield Beach, v. 172, n. 3, p. 209-212, 1991.