

Estrutura, ultraestrutura e morfometria da veia cava de paca (*Cuniculus paca* Linnaeus, 1766) criada em cativeiro¹

Sérgio Pinter Garcia Filho^{2*}, Leandro Luís Martins², Ana Carolina Gonçalves dos Reis², Maria Rita Pacheco² e Márcia Rita Fernandes Machado²

ABSTRACT.- Garcia Filho S.P., Martins L.L., Reis A.C.G., Pacheco M.R. & Machado M.R.F. 2013. [Structure, ultrastructure and morphometry of the *Vena cava* in the paca (*Cuniculus paca* Linnaeus, 1766) raised in captivity.] Estrutura, ultraestrutura e morfometria da veia cava de paca (*Cuniculus paca* Linnaeus, 1766) criada em cativeiro. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 33(5):683-687. Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho, Campus Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Jaboticabal, SP 14884-900, Brazil. E-mail: sgarciafilho@hotmail.com

The paca (*Cuniculus paca*) is the second largest rodent of the Brazilian fauna. The excellent meat quality of this specie encourages the development of their commercial production. Moreover, this animal can become a viable alternative for animal experimentation although there exists scarce detailed information concerning their morphology. Therefore the purpose of this study is to describe the morphology, morphometry and ultrastructure in segments of the cranial and caudal portions of *vena cava* in four adult males and females of *Cuniculus paca* from the squad of Wild Animals Sector of Animal Science Department of FCAV-Unesp. Parts of the segments were examined by light microscopy and part by scanning electron microscopy. Thickness measures of the *tunica intima* and media complex and *tunica adventitia* of the *vena cava* were taken and analyzed using "T" test ($p < 0.05$). In *vena cava* the thickness values of the *intima*, *media* and *adventitia*, for all animals, were significantly higher in the cranial segment. The layers of the vessel walls showed variations in structure and thickness, presumably due to an adaptation to functional demand.

INDEX TERMS: *Vena cava*, histology, hystricomorph, *Cuniculus paca*, rodents, ultrastructure.

RESUMO.- A paca (*Cuniculus paca*) é o segundo maior roedor da fauna brasileira. Apresenta carne de excelente qualidade, o que incentiva a criação comercial. Além disso, este animal pode tornar-se uma opção válida em experimentação embora poucas sejam as informações detalhadas sobre sua morfologia. Assim, objetivou-se descrever a morfologia, morfometria e ultraestrutura de segmentos das porções cranial e caudal da veia cava de quatro pacas (*Cuniculus paca*) adultas excedentes do plantel do Setor de Animais Silvestres do Departamento de Zootecnia da FCAV-Unesp. Os segmentos venosos foram analisados à microscopia de luz e à microscopia eletrônica de varredura. Foram mensuradas as espessuras do complexo formado

pelas túnicas íntima e média, além da túnica adventícia e analisou-se os resultados pela estatística descritiva, teste "T" pareado ($p < 0,05$). Em relação à espessura das túnicas estudadas, comprovou-se que os valores da espessura das túnicas íntima, média e adventícia, para todos os animais, foram significativamente maiores no segmento cranial. As camadas das paredes dos vasos apresentaram variações entre si quanto à estrutura e espessura, supostamente devido a uma adaptação à exigência funcional.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Veia cava, histologia, histicomorfo, *Cuniculus paca*, roedores, ultraestrutura.

INTRODUÇÃO

Dentre as espécies selvagens que integram a fauna brasileira, a paca, roedor típico de regiões tropicais, depois da capivara é o maior da espécie no Brasil (Eisenberg & Redford 1989). Apresenta carne de excelente qualidade suscitando grande interesse em sua criação comercial (Matamoros 1982).

¹ Recebido em 9 de setembro de 2012.

Aceito para publicação em 15 de abril de 2013.

² Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (Unesp), Campus Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Jaboticabal, SP 14884-900 Brasil. *Autor para correspondência: sgarciafilho@hotmail.com

De outra forma é necessário a ampliação dos conhecimentos sobre a biologia reprodutiva deste histricomorfo no intuito de gerar novos modelos animais. Neste sentido Francioli et al. (2011) verificaram que estado do desenvolvimento embriológico dos roedores histricomorfos pode ser comparado à morfogênese de ratos, cobaias, coelhos e humanos nos diferentes estágios de desenvolvimento, independentemente da duração do período de gestação, embora se deva atentar às particularidades de cada espécie. Informações inerentes à morfologia geral e comparada entre histricomorfos também se destacam, neste caso Oliveira et al. (2006) descreveram a denticção da paca e da cutia (Oliveira et al. 2012) comparando estas estruturas entre os roedores.

As artérias, capilares e veias formam um sistema contínuo, revestido por endotélio ininterrupto de baixo atrito. As outras camadas de suas paredes variam amplamente na estrutura, na espessura e até mesmo em sua ocorrência, em evidente ou suposta adaptação a diferentes exigências funcionais (Dyce et al. 2010) e, exceto nos capilares, a parede dos vasos é tri-estratificada e denominadas, em direção ao lúmen ou luz, de túnica adventícia, média e íntima (Dellmann & Brown 1982, Didio 1999, Willekes et al. 1999, Junqueira & Carneiro 2008, Dyce et al. 2010).

Normalmente, as veias são classificadas, de acordo com seu calibre, em pequenas, médias e grandes. As veias correspondentes à aorta são conhecidas como grandes veias, ou simplesmente pelos seus nomes anatômicos, tais como veia cava e veia jugular (Dellmann & Brown 1982).

Nas veias de grande calibre a túnica íntima é mais espessa que a observada nas veias menores, e a lâmina elástica interna pode estar presente. A túnica média é formada principalmente por fibras colágenas e elásticas, enquanto o componente muscular liso está reduzido ou mesmo ausente. A túnica adventícia é bem desenvolvida, sendo a porção mais espessa da parede. Feixes dispersos de músculo liso também podem estar presentes nesta camada, em orientação paralela ao maior eixo do vaso. As válvulas estão ausentes na veia cava e na veia porta hepática (Banks 1992, Gartner & Hiatt 1999).

A túnica íntima da veia cava consiste em um endotélio formado de uma única camada de células pavimentosas poligonais, sustentado por camada de tecido conjuntivo subepitelial constituída de fibras colágenas e fibroblastos (Dellmann & Brown 1982).

Descrições sobre a presença de musculatura cardíaca em veias foram verificadas na literatura compilada. Na veia cava de cães, suínos e ruminantes foi observada presença de musculatura cardíaca (Carrow & Calhoun 1964), que também foi descrita para *Tupaia glis* (Endo et al. 1995), uma espécie da ordem Scandentia, onde os autores atribuíram esta ocorrência como um fato comum em mamíferos considerados inferiores na escala zoológica.

Foi observada a presença de células cardíacas nas veias pulmonares de animais e do homem e essas células localizavam-se além da junção átrio-venosa (Stieda 1877, Nathan & Eliakim 1966, Moubarak et al. 2000, Ho et al. 2001, Tagawa et al. 2001). Segundo Brunton & Fayer (1876) citado por Mueller-Hoecker et al. (2008), a ocorrência da pul-

sação independente das veias pulmonares e da veia cava sugerem a presença de células impulso condutoras nesses vasos.

Segundo Mello et al. (1997), não foram observadas diferenças estruturais importantes na parede da veia cava caudal do cão. Em todas as porções estudadas deste vaso nesta espécie, a túnica íntima mostrou-se como uma fina rede elástica subendotelial. A túnica média é uma estrutura fina constituída por feixes circulares de fibras musculares lisas entremeadas com feixes oblíquos de colágeno e fibras elásticas. A adventícia é a camada mais claramente visível em todas as três porções e consiste principalmente de colágeno, fibras elásticas na origem e porção pré-renal e, principalmente, de músculos e fibras musculares na parte pós-renal.

Existem ainda grandes lacunas quanto à descrição específica de muitos dos aspectos anatômicos da paca, perante tal circunstância objetivou-se com este trabalho descrever, nesses animais, o arranjo estrutural de segmentos das porções cranial e caudal da veia cava, mediante análise à microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada neste estudo foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCAV-Unesp), sob o protocolo de número 005891-09.

Foram utilizadas quatro pacas adultas, excedentes do plantel do Setor de Animais Silvestres do Departamento de Zootecnia da FCAVUnesp. Este criatório é registrado junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), como criatório de espécimes da fauna brasileira para fins científicos (cadastro 482508).

Para a realização da análise morfológica dos segmentos venozos das pacas, procedeu-se exame à microscopia de luz e à microscopia eletrônica de varredura da porção cranial e porção caudal da veia cava. O segmento cranial da veia cava foi colhido na região cranial ao diafragma e o segmento caudal correspondeu a uma porção desse vaso com localização caudal ao diafragma. Imediatamente após a eutanásia dos animais foram colhidos segmentos das regiões dos vasos em questão e essas amostras foram divididas, sendo que parte delas foi preparada para análise comparativa à microscopia de luz e parte, processada para observação à microscopia eletrônica de varredura.

O material destinado a análise à microscopia de luz foi fixado em solução de McDowell e, em seguida, processado para a inclusão em parafina plástica (HISTOSEC®, Merck, Brasil). As preparações histológicas foram obtidas mediante cortes semi-seriados, respeitando-se intervalo de 100µm entre eles. Para a inclusão do material foi realizada a rotina histológica convencional (Behmer et al. 1976). Os cortes foram corados com Azul de toluidina e Hematoxilina floxina. As preparações histológicas foram analisadas e imagens capturadas em fotomicroscópio (Leica, DM5000 B) acoplado a câmera digital (Leica DFC300 FX), para a documentação.

Para o estudo ultraestrutural, as amostras colhidas foram fixadas em solução de glutaraldeído a 2,5% por 24 horas, lavadas em tampão fosfato 0,1M pH 7,4, pós-fixadas em tetróxido de ósmio a 1% por duas horas, lavadas novamente em tampão fosfato, desidratadas em série crescente de alcoóis (30 a 100%), secas ao ponto crítico no aparelho EMS® 850, metalizadas com átomos de ouro em aparelho DESK II® (DESK II DETON VACCUN NJ, EUA) e exami-

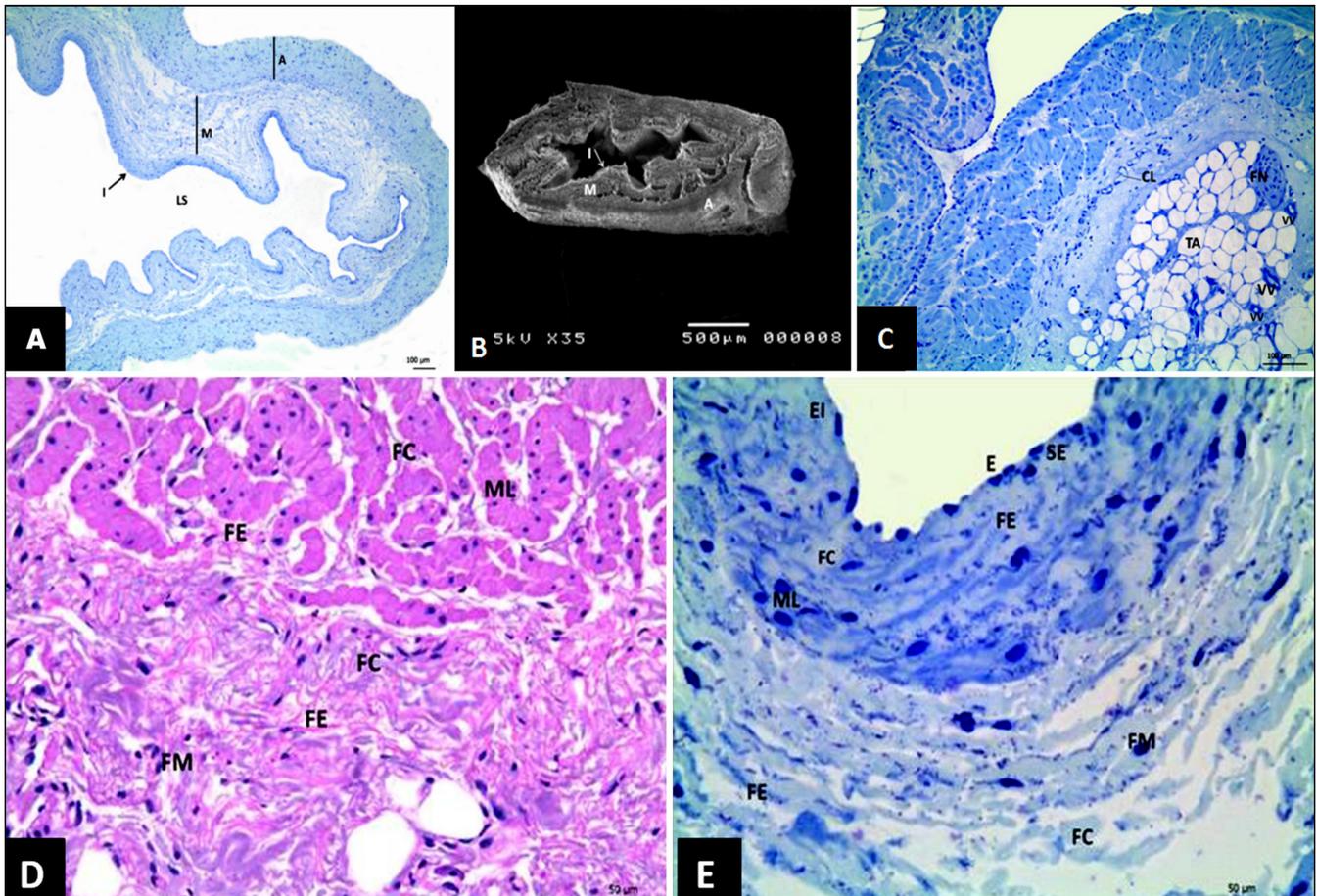


Fig.1. (A) Estrutura histológica da parede da veia cava cranial de paca adulta, evidenciando luz sinuosa (LS) e as túnicas íntima (I), média (M) e adventícia (A). Azul de toluidina, obj.5x. (B) Veia cava cranial de paca adulta, evidenciando as túnicas íntima (I), média (M) e adventícia (A). (C) Segmento da veia cava cranial de paca adulta evidenciando na túnica adventícia, presença de tecido adiposo (TA), *vasa vasorum* (VV), fascículo nervoso (FN) e capilar linfático (CL). Azul de toluidina, obj.10x. (D) Segmento da veia cava cranial de paca adulta evidenciando na túnica média as fibras musculares lisas transversais (ML) entremeadas às fibras elásticas (FE) e às fibras de colágeno (FC); na túnica adventícia as fibras elásticas (FE), as fibras de colágeno (FC) e fibras musculares (FM). Hematoxilina floxina, obj.20x. (E) Segmento da veia cava caudal de paca adulta evidenciando na túnica íntima o endotélio (E), o subendotélio (SE) e a membrana limitante elástica interna (EI); na túnica média as fibras musculares lisas (ML) entremeadas às fibras elásticas (FE) e às fibras de colágeno (FC); na túnica adventícia as fibras elásticas (FE), as fibras de colágeno (FC) e feixes de fibras musculares lisas (FM). Azul de toluidina, obj.40x.

nadas ao microscópio eletrônico de varredura JEOL® (JEOL®, JSM 5410 Tokyo, Japão), operando com feixe de elétrons de 15 keV, onde, algumas amostras foram documentadas.

Para a realização das análises morfométricas foi utilizado o software de análise *Leica Qwin®* (*Leica Image Processing and Analysis Software, Leica Microsystem Ltd., Heerbrugg, Switzerland*), sendo mensurados os seguintes parâmetros: espessura do complexo formado pelas túnicas íntima e média e espessura da túnica adventícia.

Mediante aplicação da estatística descritiva foram calculados, dos parâmetros analisados, os valores das médias e dos desvios padrão e para o estabelecimento de comparações aplicou-se o teste “T” pareado nos valores encontrados para as túnicas da veia cava através do programa estatístico GraphPad Prism 5.0®. Valores menores a 0,05 foram considerados significativos.

RESULTADOS

A histoarquitetura da veia cava da paca, neste estudo, mostrou-se constituída pelas túnicas íntima, média e adventícia e por uma luz sinuosa (Fig.1a), observadas e fotodocumen-

tadas também pela microscopia eletrônica de varredura (Fig.1b).

Na túnica íntima da veia cava foi observada uma rede elástica fina subendotelial; na média, presença de feixes circulares de fibras musculares lisas entremeadas com feixes de colágeno e fibras elásticas e na túnica adventícia, colágeno, fibras elásticas e feixes dispersos de fibras musculares (Fig.1d,e).

Ainda na túnica adventícia pode-se notar a presença de tecido adiposo, *vasa vasorum*, fascículo nervoso e capilar linfático (Fig.1c).

Na túnica íntima da veia cava da paca, à microscopia eletrônica de varredura, notou-se o endotélio formado por camada de células pavimentosas poligonais (Fig.2a) e na túnica adventícia as fibras elásticas e as fibras colágenas dispostas de forma variada, constituindo uma rede (Fig.2b).

A análise dos resultados obtidos neste estudo referentes aos valores médios \pm desvio-padrão da espessura do complexo formado pelas túnicas íntima e média e da espessura

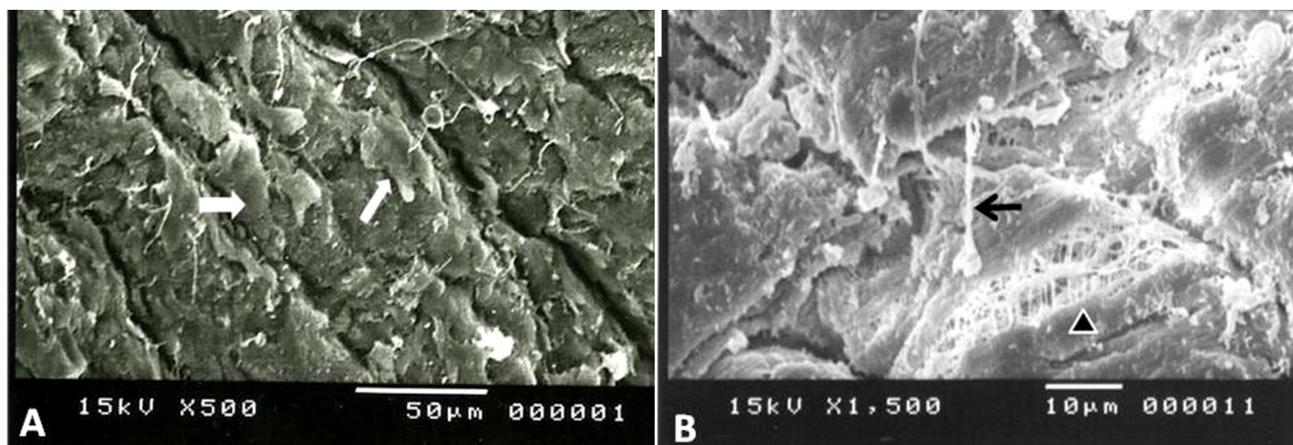


Fig.2. (A) Túnica íntima da veia cava caudal de paca adulta, evidenciando o endotélio formado por camada de células pavimentosas poligonais (seta). (B) Túnica adventícia da veia cava cranial de paca adulta, evidenciando as fibras elásticas (seta) e fibras colágenas (cabeça de seta), dispostas de forma variada.

da túnica adventícia, dos segmentos de veia cava cranial e caudal de quatro pacas adultas, estão expostos na Figura 3.

Quanto às comparações morfométricas das camadas vasculares da paca nos diferentes segmentos analisados, comprovou-se que a espessura das túnicas íntima, média e adventícia, em todos os animais, foram maiores no segmen-

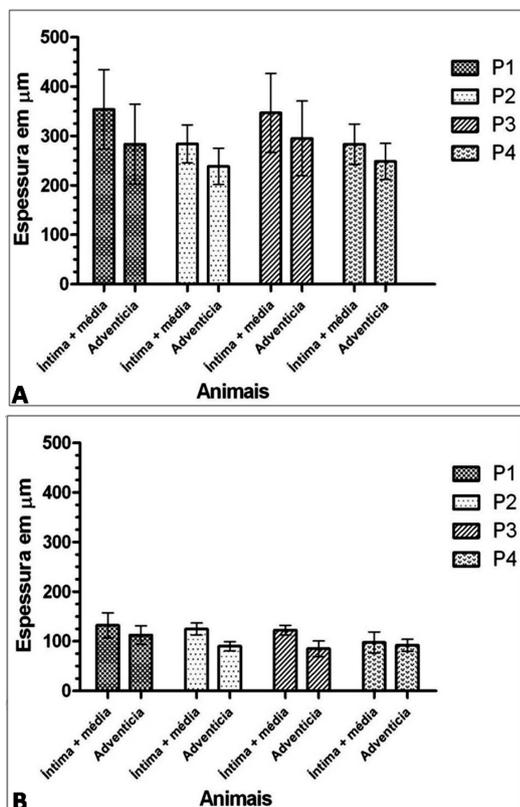


Fig.3. (A) Valores médios \pm DP da espessura em μm , do complexo formado pelas túnicas íntima + média e espessura da túnica adventícia referentes ao segmento da veia cava cranial de quatro pacas adultas (P1, P2 P3 e P4). (B) Valores médios \pm DP da espessura em μm , do complexo formado pelas túnicas íntima + média e espessura da túnica adventícia referentes ao segmento da veia cava caudal de quatro pacas adultas (P1, P2 P3 e P4).

Quadro 1. Valores médios (μm) e desvio padrão ($\pm\text{DP}$) da espessura do complexo formado pelas túnicas íntima+média referentes aos segmentos de veia cava analisados de pacas adultas

	Média	$\pm\text{DP}$
Veia cava cranial	317,17 a	\pm 69,96
Veia cava caudal	119,40 b	\pm 22,02

Letras diferentes denotam significância ($p < 0,05$) pelo teste "T" pareado.

Quadro 2. Valores médios (μm) e desvio padrão ($\pm\text{DP}$) da espessura da túnica adventícia referentes aos segmentos de veia cava analisados de pacas adultas

	Média	$\pm\text{DP}$
Veia cava cranial	266,54 a	\pm 63,83
Veia cava caudal	95,05 b	\pm 17,62

Letras diferentes denotam significância ($p < 0,05$) pelo teste "T" pareado.

to cranial da veia cava da paca. A túnica adventícia apresentou menor espessura em relação ao complexo das outras túnicas, em ambos os segmentos.

Ao se analisar os valores das médias e desvios padrão da espessura do complexo íntima e média e da espessura da túnica adventícia para a veia cava (Quadros 1 e 2), verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparados as duas regiões analisadas. Os valores das médias para a túnica adventícia nas regiões cranial e caudal também foram significativamente diferentes ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Analisando os dados da histoarquitetura e dos elementos constituintes das paredes da veia cava da paca, tanto à microscopia de luz quanto à microscopia eletrônica de varredura, verificou-se que a estrutura geral desses vasos consistiu em camadas íntima, média e adventícia como reportado por Dellmann & Brown (1982); Didio (1999); Willes et al. (1999); Junqueira & Carneiro (2008) e Dyce et al. (2010).

Nos vasos estudados, a túnica íntima mostrou-se delgada e constituída por endotélio e lâmina elástica interna, sendo esta bastante evidente. Esta estrutura geral da íntima é evidente nos diferentes tipos descritos de artérias e veias em animais domésticos e humanos (Dellmann & Brown 1982, Junqueira & Carneiro 2008).

Notou-se que as veias são revestidas por um endotélio ininterrupto e as camadas de suas paredes variam tanto na estrutura quanto na espessura devido a uma suposta adaptação à diferentes exigências funcionais (Dyce et al. 2010).

Foi encontrado na túnica íntima da veia cava a lâmina elástica interna e endotélio formado de uma única camada de células; na túnica média, fibras colágenas e elásticas bem como componente muscular liso tal qual descrito por Dellmann & Brown (1982) e Banks (1992) para os animais domésticos; por Mello et al. (1997) para o cão e por Gartner & Hiatt (1999) para os humanos.

A túnica adventícia da veia cava da paca mostrou-se bem desenvolvida, porém não era a porção mais espessa da parede, contrariando as descrições de Banks (1992) para os animais domésticos e Gartner & Hiatt (1999) para os humanos. Nesta camada foi observada presença de colágeno, fibras elásticas e feixes dispersos de fibras musculares tal qual descrito por Mello et al. (1997) em suas observações para o cão. Válvulas estavam ausentes na veia cava da paca conforme indicaram as descrições de Banks (1992) para os animais domésticos e Gartner & Hiatt (1999) para os humanos.

Não foi detectada na paca a presença de musculatura cardíaca na veia cava conforme verificado na literatura para cães, suínos, ruminantes e *Tupaia glis* (Carrow & Calhoun 1964, Endo et al. 1995). Características como presença de células cardíacas e células impulso condutoras também não foram observadas como mencionadas na literatura (Stieda 1877, Nathan & Eliakim 1966, Moubarak et al. 2000, Ho et al. 2001, Tagawa et al. 2001, Mueller-Hoecker et al. 2008).

O segmento venoso cranial também apresentou valores de suas camadas significativamente maiores que os valores das camadas do segmento venoso caudal, possivelmente em decorrência de fatores hemodinâmicos no retorno venoso, ou suposta adaptação a diferentes exigências funcionais (Dyce et al. 2010).

Os resultados do presente trabalho demonstram que a espessura do complexo formado pelas túnicas íntima e média foi significativamente maior para os dois segmentos de veia cava analisados; os segmentos craniais foram os que apresentaram maior espessura de túnicas e as camadas das paredes dos vasos apresentaram variações entre si quanto à estrutura e espessura.

REFERÊNCIAS

Banks W.J. 1992. Histologia Veterinária Aplicada. 2ª ed. Manole, São Paulo, p.629.

Behmer O.A., Tolosa E.M.C. & Freitas Neto A.G. 1976. Manual de técnicas para histologia normal e patológica. Edart, São Paulo. 115p.

Carrow R. & Calhoun M.L. 1964. The extent of cardiac muscle in the great veins of the dog. Anat. Rec. 150:249-256.

Dellmann H. & Brown E.M. 1982. Histologia Veterinária. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 397p.

Didio L.J.A. 1999. Tratado de Anatomia Aplicada Póluss Editorial, São Paulo, p.520-523.

Dyce M.K., Sack O.W. & Wensing G.J.C. 2010. Tratado de Anatomia Veterinária. 4ª ed. Saunders Elsevier, Rio de Janeiro. 834p.

Eisenberg J.F., Redford K.H. 1989. Order rodentia, p.395-397. In: Ibid. (Eds), Mammals of the Neotropics: the northern Neotropics Panama, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana. University of Chicago, Chicago.

Endo H., Maeda S., Kimura J., Yamada J., Rerkamnuaychoke W., Chungsamnyart N., Tanigawa M., Kurohmaru M., Hayashi Y. & Nishida T. 1995. Cardiac musculature of the cranial vena cava in the common tree shrew (*Tupaia glis*). J. Anat. 187:347-352.

Francioli A.L.R., Ambrósio C.E., Oliveira M.F., Morini A.C., Favaron P.O., Machado M.R.F. & Miglino M.A. 2011. Os histicomorfos sul-americanos: uma análise comparativa do desenvolvimento embriológico. Pesq. Vet. Bras. 31:441-446.

Gartner L.P. & Hiatt J.L. 1999. Tratado de Histologia. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 577p.

Ho S.Y., Cabrera J.A., Tran V.H., Farre J., Anderson R.H. & Sanchez-Quintana D. 2001. Architecture of the pulmonary veins: relevance to radiofrequency ablation. Heart 86:265-270.

Junqueira L.C. & Carneiro J. 2008. Sistema circulatório, p.210-218. In: Junqueira L.C. & Carneiro J. (Eds), Histologia Básica. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Matamoros Y. 1982. Notas sobre la biología del tepezcuintle, *Cuniculus (Agouti) paca* Brisson (Rodentia: Dasyproctidae) en cautiverio. Brevesia 19/20:71-82.

Mello J.M., Piffer C.R., Orsi A.M. & Eleutério M.L. 1997. Structure of the vena cava caudalis of the dog (*Canis familiaris*). Rev. Chil. Anat. 15:45-50.

Moubarak J.B., Rozwadowski J.V., Strzalka C.T., Buck W.R., Tan W.S., Kish G.F., Kiesel T., Fronc H.C. & Maloney J.D. 2000. Pulmonary veins-left atrial junction: anatomic and histological study. Pacing Clin. Electrophysiol. 23:1836-1838.

Mueller-Hoecker J., Beitinger F., Fernandez B., Bahlmann O., Assmann G., Trold C., Dimomeletis L., Käb S. & Deindl E. 2008. Of rodents and humans: a light microscopic and ultrastructural study on cardiomyocytes in pulmonary veins. Int. J. Med. Sci. 5:152-158.

Nathan H. & Eliakim M. 1966. The junction between the left atrium and the pulmonary veins: an anatomic study of human hearts. Circulation 34:412-422.

Oliveira F.S., Canola J.C., Oliveira P.T., Pécora J.D. & Capelli A. 2006. Anatomic-radiographic description of the teeth of pacas bred in captivity (*Agouti paca* Linnaeus, 1766). Anat. Histol. Embryol. 35:316-318.

Oliveira F.S., Martins L.L., Canola J.C., Oliveira P.T., Pécora J.D. & Pauloni A.P. 2012. Macroscopic description of teeth of Azara's agouti (*Dasyprocta azarae*). Pesq. Vet. Bras. 32:93-95.

Stieda L. 1877. Ueber quergestreifte Muskelfasern in der Wand von Lungenvenen. Arch. Mike Anat. 14:243.

Tagawa M., Higuchi K., Chinushi M., Washizuka T., Ushiki T., Ishihara N. & Aizawa Y. 2001. Myocardium extending from the left atrium onto the pulmonary veins: a comparison between subjects with and without atrial fibrillation. Pacing Clin. Electrophysiol. 24:1459-1463.

Willekes C., Brands P.J., Willigers J.M., Hoeks A.P.G. & Reneman R.S. 1999. Assessment of local differences in intima-media thickness in the human common carotid artery. J. Vasc. Res. 36:222-228.