MAGALI GASPAR LOURENÇO

**“Vascularização Arterial dos Músculos Papilares
do Ventrículo Esquerdo de Cães” (*Canis familiaris*, L. 1758)**

São Paulo

2003

Magali Gaspar Lourenço

**“Vascularização Arterial dos Músculos Papilares
do Ventrículo Esquerdo de Cães”** (*Canis familiaris*, L. 1758)

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre, junto à Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo

Departamento:

Cirurgia

Área de concentração:

Anatomia dos Animais Domésticos

Orientador:

Prof. Dr. Liberato John Alphonse Di Dio

São Paulo, Junho de 2003

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.1243 Lourenço, Magali Gaspar
FMVZ Vascularização arterial dos músculos papilares do ventrículo esquerdo de cães – *Canis familiaris* – L. 1758 / Magali Gaspar Lourenço—São Paulo : M. G. Lourenço, 2003.
96 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, 2003.

Área de concentração: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

Orientador: Prof. Dr. Liberato John Alphonse Di Dio.

1. Artérias. 2. Coração. 3. Músculos. 4. Cães. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Vascularização arterial dos músculos papilares do ventrículo esquerdo de cães", protocolo nº 216/2002, utilizando apenas carcaças de cães, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Liberato John Alphonse Di Dio, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado "ad referendum".

(We certify that the Research "Blood supply of the papillary muscles of the dog left ventricle" protocol number 216/2002, under the responsibility of Prof. Dr. Liberato John Alphonse Di Dio, utilizing carcass of the dogs, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Biotic Commission of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechny of University of São Paulo and was approved "ad referendum").

São Paulo, 28 de maio de 2003

Profª Drª Júlia Maria Matera
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome do autor: LOURENÇO, Magali Gaspar

Título: “Vascularização Arterial dos Músculos Papilares do Ventrículo Esquerdo de Cães”
(*Canis familiaris*, L. 1758)

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Anatomia.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____
Julgamento: _____

Instituição: _____
Assinatura: _____

Prof. Dr. _____
Julgamento: _____

Instituição: _____
Assinatura: _____

Prof. Dr. _____
Julgamento: _____

Instituição: _____
Assinatura: _____

*"Não há sonho mais bonito,
que o da grande fraternidade humana.*

Quando dois homens se encontrarem,

*sejam de povos, sejam de raças,
sejam de classes diferentes ...*

Que eles possam sempre apertar as mãos como amigos.

*Se as nossas mãos se encontrarem,
podemos fazer com elas, uma corrente para transformar o
mundo.*

*E se cada um de nós,
for a semente que o vento espalha ...
Este sonho poderá ser realidade um dia."*

Dedicatória

Aos meus pais:

Mauro e Maria Inês

*Que me geraram e permitiram meu nascimento, enquanto muitos
não tiveram a mesma sorte*

*Que me alimentaram e me deram condições para que eu me
tornasse um ser humano saudável físico, intelecto e moralmente,
enquanto muitos estão desorientados e perdidos*

*Que me educaram, com sentido de dignidade, responsabilidade, integridade e
respeito a si e ao próximo, enquanto muitos
não sabem o significado destas palavras em ações e acabam por ferir seu
semelhante e a si mesmo, e conseqüentemente se tornam
seres frios, arrogantes e solitários...*

*Obrigada por não conhecer a solidão, a fome ou o desamor,
Obrigada por permitirem que eu faça parte de uma população privilegiada
deste mundo ... Eu os amo.*

Que Deus não permita

*Que eu perca o **Romantismo**, mesmo sabendo que as rosas não falam*

*Que eu perca o **Otimismo**, mesmo sabendo que
o futuro que nos espera não é assim tão alegre*

*Que eu perca a **Vontade de Viver**, mesmo sabendo que
a vida é, em muitos momentos, dolorosa...*

*Que eu perca a vontade de **Ter Grandes Amigos**, mesmo sabendo que,
com as voltas do mundo, eles acabam indo embora de nossas vidas...*

*Que eu perca a vontade de **Ajudar as Pessoas**, mesmo sabendo que
muitas delas são incapazes de ver, reconhecer e retribuir esta ajuda.*

*Que eu perca o **Equilíbrio**, mesmo sabendo que
inúmeras forças querem que eu caia*

*Que eu perca a **Vontade de Amar** mesmo sabendo que
a pessoa que eu mais amo pode não sentir o mesmo sentimento por mim...*

*Que eu perca a **Luz e o Brilho no Olhar**, mesmo sabendo que
muitas coisas que verei no mundo, escurecerão meus olhos.*

*Que eu perca a **Garra**, mesmo sabendo que
a derrota e a perda são dois adversários extremamente perigosos.*

*Que eu perca a **Razão**, mesmo sabendo que
as tentações da vida são inúmeras e deliciosas.*

*Que eu perca o **Sentimento de Justiça**, mesmo sabendo que
o prejudicado possa ser eu.*

*Que eu perca o meu **Forte Abraço**, mesmo sabendo que
um dia meus braços estarão fracos...*

*Que eu perca a **Beleza e Alegria de Ver**, mesmo sabendo que
muitas lágrimas brotarão dos meus olhos e escorrerão por minha alma...*

*Que eu perca o **Amor Por Minha Família**, mesmo sabendo que
ela muitas vezes me exigirá esforços incríveis para manter a sua harmonia.
Que eu perca a vontade de **Doar Este Enorme Amor** que existe em meu coração,
mesmo sabendo que muitas vezes ele será subestimado e até rejeitado.*

*Que eu perca a vontade de **Ser Grande**, mesmo sabendo que
o mundo é pequeno... E acima de tudo...*

***Que eu jamais me esqueça que Deus me ama infinitamente, que um pequeno grão de
alegria e esperança dentro de cada um é capaz de mudar e transformar qualquer
coisa, pois...***

A Vida é Construída Nos Sonhos e Concretizada no Amor

Amorosamente, Francisco Cândido Xavier

Agradecimento

*A todos os Mestres, Doutores, Cientistas...
Que dedicam grande parte de suas vidas à Ciência.
A vocês meu respeito, minha admiração...*

*Galeno de Pergamum - Leonardo Da Vinci - Andreas Vesalius
William Harvey - Albert Einstein - Linus Pauling
Liberato John Alphonse Di Dio, o*

*qual é o responsável pelo resultado desta pesquisa, meu orientador, um ser
singular, “entusiasta” em seu próprio nome... que me olhou nos olhos ... e,
acreditou na minha vontade de nunca esmorecer diante dos obstáculos desta vida,
cuja vida se revela em atos, criteriosamente atuados
com brilho que a todos contagia...*

*Sinto-me privilegiada e abençoada pela oportunidade que Deus, em sua maneira de
“escrever certo por linhas tortuosas” me concedeu,
ao acaso, de partilhar estas páginas de minha vida com este ser
tão soberano em sua humildade e tão simples diante de toda sua sabedoria.*

*É bem verdade meu Mestre, o **acaso** é
uma maneira que Deus encontrou de se manifestar sem ser percebido ...*

*... só tenho a agradecer
àqueles que permitiram que este acaso acontecesse.
Vocês foram peças fundamentais, nesta minha nova rota ...
sobrevivi ao naufrágio ...
Muito obrigada !*

*Não poderia deixar de agradecer a vocês, ... cada um, a sua maneira,
contribuiu para que eu chegasse até aqui:*

Ao Departamento de Cirurgia da FMVZ/USP:

Professores:

*Dr^a. Arani Nanci B. Mariana
Dr. Eduardo Cunha Farias
Dr^a. Maria Angélica Miglino
Dr. Zenon Silva*

Pós-graduandos:

*Adriana R. Ribeiro
Lilian Kamikawa
Lucas A. Gomes
Roseâmely A. de C. Barros
Wilker G. de Oliveira*

Secretárias:

*Claudia Lima
Deyse A. Flexa
Jaqueline M. Santana
Kazue Takishi
Patrícia A.R. da Paixão
Sandra D. Marceo*

Técnicos da Anatomia:

*Diogo N. Palermo
Edinaldo R. Farias
Ronaldo A. da Silva*

Bibliotecária: *Maria Claudia Pestana e Pedra Margarete de S.G. Pires*

Ao Departamento de Anatomia e Fisiologia do ICB/USP:

Técnicos de Anatomia:

*Adevair Urenha Alves
Edison D. da Silva
José Adão Mendes*

Secretários:

*Celso Dias Pereira
Hiroko Nakashima Kiyohara*

Bibliotecários:

*Ana Paula R. da Silva
Antônio Paulo G. da Silva
Carmelina de Fácio
Edilson de O. Bernardino
Sílvio M. da Costa
Yoshiyuki Nakatsubo*

A Universidade Santa Cecília:

*Iracema da S. Martins Luís Paulo Silva
Ivan B. S. Farias Rogério P. Macedo*

*Rosângela Alo M.
Flores
Walter Denari*

A UNESP de Araçatuba:

*Dr. Wilson Machado de Souza, Dr^a Nair Trevizan Machado de Souza,
Roberto Gameiro, Claudia N. Correa e Adão Ângelo Custódio*

*A Sr^a. Cleomildes da C. Andrade,
secretária da Vice-Presidência da OSEC - UNISA*

Aos professores do E. Fundamental do Guarujá:

Edna P. Santana

Maria Aparecida M. César

Flávia Aparecida de Paulo

Raquel Rodrigues

Aos meus irmãos:

*Marinêz G. Lourenço, Mauro Lourenço Júnior e
Millene G. Lourenço*

Ao meu sobrinho: Pedro G. Lourenço

Aos que muito me ajudaram:

Andréa da C. Duarte

Paulo de Mello

Kevin Akasaça Perez

Cláudia C. Carvalho

Rosely Akasaça Perez

Luís Daniel N. da Silva

José Manoel Perez

Marcelo Cunha Novas

***Obrigada,
pelo amor, pela amizade, pela compreensão ...
Sou-lhes eternamente grata.***

RESUMO

LOURENÇO, M. G. **“Vascularização Arterial dos Músculos Papilares do Ventrículo Esquerdo de Cães” (*Canis familiaris* – L. 1758)** [Arterial Vascularization of the Papillary Muscles of the left Ventricle of the Dog's Heart (*Canis familiaris* – L. 1758)]. 2003. 96 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

A irrigação cardíaca, tanto no homem quanto em outros mamíferos, é assunto relevante e tem sido pesquisado por diversos autores, entre os quais se destacam, em nosso meio, H. Rodrigues e os membros de sua equipe, procurando subsidiar a base biomorfológica de doenças vasculares do miocárdio. Relativamente aos músculos papilares, mesmo considerando sua destacada importância, as informações sobre o comportamento dos vasos arteriais a eles relacionados são, porém, incompletas e escassas na literatura médica. Objetivando estabelecer a origem destas artérias e sua distribuição nos músculos papilares do ventrículo esquerdo, fizemos nossa pesquisa com 30 corações de cães adultos, machos e fêmeas de raça não definida e de várias idades. Nestas espécies, após a doação de suas carcaças pelo Centro de Zoonose, logo em seguida ao óbito, o coração foi removido, isolado dos pulmões e do pericárdio parietal, lavado em água corrente e em seguida injetado através do óstio da artéria coronária esquerda com uma solução de acetato de vinil corado, neoprene látex 650 corado ou gelatina a 10%. Em alguns corações, a cor da solução variou segundo as subdivisões das artérias injetadas. Os músculos papilares em todas as técnicas utilizadas foram fixados com solução de formol a 10 %.

A dissecação foi realizada para evidenciarmos a vascularização arterial e para tal utilizamos solução de ácido sulfúrico a 40 % de forma a acelerar o processo. Para realização das radiografias utilizamos injeção com mercúrio o que auxiliou a montagem dos esquemas da vascularização estudada. Assim como utilizamos a técnica de diafanização de Spalteholz para melhor visualizar a irrigação cardíaca. Evidenciamos que os músculos papilares subauricular e subatrial são irrigados pelos ramos da artéria coronária esquerda. O m. subauricular pelos ramos interventricular paraconal e circunflexo e o m. subatrial predominantemente pelo ramo circunflexo. Os sub-segmentos que suprem o m. subauricular do ramo interventricular paraconal são os ramos: colateral e ventriculares à esquerda, e do ramo circunflexo são os ramos: dorsais à esquerda e intermédio (marginal ventricular esquerdo) e mais raramente o ramo da borda ventricular esquerda (ramo diafragmático). Os sub-segmentos do ramo circunflexo que suprem o m. subatrial são os ramos: intermédio (marginal ventricular esquerdo), da borda ventricular esquerda (ramo diafragmático), ramos dorsais direito e ramo interventricular subsinuoso. Em alguns casos observamos o ramo colateral e o próprio ramo interventricular paraconal atingir a porção do vértice do m. subatrial. Em 100% dos casos foram observadas anastomoses entre os ramos que atingem o ápice cardíaco: interventricular paraconal e seu sub-segmento colateral, além dos sub-segmentos do ramo circunflexo: ramo intermédio (marginal ventricular esquerdo), ramo da margem ventricular esquerda e o ramo interventricular subsinuoso.

Palavras-chave: Artérias. Coração. Músculos. Cães.

ABSTRACT

LOURENÇO, M. G. **Arterial Vascularization of the Papilares Muscles of the left Ventricle of the Dog's Heart (*Canis familiaris* – L. 1758)** [“Vascularização Arterial dos Músculos Papilares do Ventriculo Esquerdo de Cães” - *Canis familiaris* – L. 1758] 2003. 96 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

Cardiac irrigation, both in man and in other mammals, is a relevant subject that has been researched by several authors, among whom H. Rodrigues and his team, who have been seeking to subsidy the biomorphological base for myocardium vascular diseases. Information about the arterial vases related to papillary muscles is incomplete and scarce in the medical literature, in spite of their great importance. Aiming at establishing the origin of these arteries and their distribution through the papillary muscles in the left ventricle, we conducted our research using 30 adult dog hearts, both male and female, of undefined breeds and of several ages. After these species' carcasses were donated by the Zoonosis Center, immediately after death, the animals' hearts were removed, isolated from the lungs and from the parietal pericardium, washed in running water, and then injected through the left coronary artery ostium with a colored vinyl acetate solution, with colored latex neoprene 650, or with 10% gelatin. The solution color varied in a few hearts according to the injected artery subdivisions. The papillary muscles were fixed with a 10% formaldehyde solution in all techniques that were used. Dissection was performed to reveal arterial vascularization. During the procedure, we used a 40% sulfuric acid solution to accelerate the process.

To perform the X-ray, we used a mercury injection to help us to assemble the studied vascularization schemes, and we also used the Spalteholz technique to view cardiac irrigation better. We found that subauricular and subatrial papillary muscles are irrigated by the left coronary artery branches: the m. subauricular by the paraconal interventricular and circumflex branches and the m. subatrial predominantly by the circumflex branch. The sub-segments that supply the m. subauricular of the paraconal interventricular paraconal branch are the collateral and left ventricular, while sub-segments that supply the circumflex branch are the left dorsal and intermediate (marginal left ventricular) and, more rarely, the left ventricular edge branch (diaphragmatic branch). The sub-segments of the circumflex branch that supply the m. subatrial are the following branches: intermediate (marginal left ventricular), the left ventricular edge (diaphragmatic branch), right dorsal branches and the sub-sinuuous interventricular branch. In a few cases, we also observed the collateral branch and the paraconal interventricular branch itself reaching the vertex portion of the m. subatrial. In 100% of the cases, anastomosis was observed between the branches that reach the cardiac apex: paraconal interventricular and its collateral sub-segment, over and beyond the circumflex branch sub-segments: intermediate branch (marginal left ventricular), the left ventricular margin branch, and the sub-sinuuous interventricular branch.

Key words: Artery. Heart. Muscles. Dogs.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	19
3	MATERIAL E MÉTODO.....	41
3.1	MATERIAL.....	42
3.2	MÉTODO.....	44
3.2.1	MODELAGEM ARTERIAL COM ACETATO DE VINIL.....	45
3.2.2	MODELAGEM ARTERIAL COM NEOPRENE LÁTEX.....	46
3.2.3	DIAFANIZAÇÃO PELA TÉCNICA DE SPALTEHOLZ.....	47
3.2.4	RADIOGRAFIA.....	48
4	RESULTADOS.....	49
5	DISCUSSÃO.....	83
6	CONCLUSÕES.....	89
	REFERÊNCIAS.....	92

Galeno de Pergamum (129 -190 a.C.) cognominado o

Príncipe dos Médicos

cujas idéias eram consideradas como verdadeiros dogmas. Afirmou em um de seus tratados:

Existem geralmente entre as artérias e veias, anastomoses ou inosculações recíprocas, pelo intermédio das quais umas tomam sangue ou espíritos das outras através de vias tão invisíveis quanto estreitas. Agora, se a natureza mantivesse a embocadura da vena arteriosa sempre aberta da mesma maneira e não tivesse inventado nenhum dispositivo capaz de fechá-la quando fosse necessário,

ou de voltar abri-la, nunca ocorreria que o sangue atravessasse por aberturas tão delicadas e invisíveis quando os pulmões estivessem retraídos. Porque nem tudo pode ser atraído ou repelido da mesma forma, senão que as coisas mais leves são sempre mais facilmente atraídas do que as coisas mais pesadas por um instrumento (oco) que se dilata, e mais facilmente repelidas por um instrumento (oco) que se contrai, e do mesmo modo, aquilo que com rapidez é aspirado ou impelido através de um tubo amplo, será muito menos por um tubo estreito.”

1 – INTRODUÇÃO

A presente dissertação faz parte da linha de pesquisa sobre a morfologia dos diversos territórios cardíacos sugerida e orientada pelo Prof. Dr. Liberato John Alphonse Di Dio e desenvolvida no Setor de Anatomia do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, São Paulo, sob a coordenação da Prof^a. Dr^a. Maria Angélica Miglino do Setor de Pós-graduação do Programa de Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

A vascularização arterial do coração foi exaustivamente pesquisada por diversos autores, talvez pela importância do sistema cardiovascular com relação aos processos patológicos do miocárdio, entretanto, em relação aos mm. papilares, motivo do presente trabalho, muito pouco encontramos na literatura consultada.

Iniciamos nossa pesquisa em Fevereiro de 2002, motivados a desenvolver este tema devido a escassez de relatos na literatura sobre a irrigação dos músculos papilares do ventrículo esquerdo em cães e pela importância de seu conhecimento em casos de ressecção parcial desse ventrículo.

Considerando as informações encontradas na literatura especializada, este trabalho teve por objetivo realizar o estudo da irrigação arterial dos músculos papilares do ventrículo esquerdo em cães. A identificação deste comportamento vascular é relevante não apenas como conhecimento morfológico, mas devido também à eventual possibilidade de analogias com a espécie humana.

Os músculos papilares (**Climent e Murillo-Ferrol, 1996**) - *projeções cônicas que se abrem na luz do miocárdio ventricular* (musculatura estriada cardíaca que envolve o sistema interno de condução (**Schaller, 1992**)) e se conectam às cúspides das valvas atrioventriculares por meio das cordas tendíneas - são estruturas de fundamental importância no funcionamento destas valvas, pois servem de inserção das cordas tendíneas (cordas fibromusculares entre as valvas atrioventriculares e os vértices dos músculos

papilares). Os mm. papilares são uma especialização das trabéculas cárneas - *cristas subendocárdicas do miocárdio que se projetam na luz do ventrículo* (cada uma das câmaras do coração ventralmente ao sulco coronário) - que interagem sincronicamente às solicitações mecânicas impostas sobre o sistema valvar - *dispositivo que permite a passagem do sangue em um único sentido, impedindo seu retorno* - de considerável imposição quando particularizamos a valva atrioventricular esquerda (formada por uma lâmina de tecido conjuntivo denso recoberta em ambas as faces pelo endocárdio, apresentando forma descontínua com duas subdivisões incompletas, as válvulas ou cúspides).

Para a realização desta pesquisa, o cão apresentou-se como animal de eleição por se tratar de um modelo experimental empregado em nosso meio, especialmente quando se buscam informações relativas a morfofisiologia do sistema vascular.

Para tal, foram realizadas análises macroscópicas através de moldes da irrigação cardíaca pela a. coronária esquerda, com injeções de acetato de vinil, neoprene látex e gelatina, seguido de corrosão, dissecação ou técnica de diafanização. Os músculos papilares do ventrículo esquerdo foram conservados através de fixação com formol. Foram feitas radiografias com contraste (injeção de mercúrio), para auxiliar a realização dos esquemas da irrigação dos músculos papilares do ventrículo esquerdo.

William Harvey, 1628 (**Rebollo et al., 1999**) professa em seu livro *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, onde apresenta a teoria do movimento circular do sangue, que a anatomia deve ser aprendida e ensinada, não através de livros, mas por dissecações e tomando como ponto de partida não as posições que tomaram os filósofos, mas sim a própria fábrica da natureza.

Contudo, objetivamos em nosso trabalho pesquisar o arranjo arterial cardíaco, no cão, para com isto atribuir no seu esclarecimento as origens dos vasos arteriais que suprem os músculos papilares do ventrículo esquerdo, locais de inserção das cordas

tendíneas relativas à valva atrioventricular esquerda e freqüentemente acometida de processos patológicos que, evidentemente, irão influenciar o funcionamento deste aparelho valvar, desta forma objetivamos contribuir com as possíveis abordagens cirúrgicas sobre o órgão.

*“Na idade Média,
era da Renascença, sob a influência do método científico,
surgiram anatomistas e médicos, que
revolucionaram conceitos e práticas antigas. Destacando-se
Leonardo da Vinci
um dos maiores gênios que a humanidade produziu, excelente em todas as numerosas
profissões e atividades, quando já era muito difícil ser bom numa só delas.
Leonardo (1452 – 1519), dono de extrema versatilidade, foi exímio
artista, pintor, escultor, anatomista, biólogo, engenheiro,
arquiteto, inventor e sábio.”*

2 – REVISÃO DA LITERATURA

Na literatura médica relativa aos mm. papilares, mesmo considerando sua destacada importância, as informações sobre o comportamento dos vasos arteriais a eles relacionados são, porém, incompletas.

Ellenberger e Baum (1891) descreveram somente um ramo circunflexo e um ramo descendente da a. coronária (direita e esquerda) na anatomia de cães.

Spalteholz (1907) descreve as relações vasculares encontradas nos seus preparados de corações diafanizados, entre outros também no cão. Segundo o autor, as aa. coronárias anastomosam-se perto da superfície em todos os segmentos de forma intensa entre si e com os vasa vasorum das artérias maiores (aorta e pulmonar). Também no trajeto intramuscular dos ramos arteriais e principalmente sob o endocárdio foram determinadas numerosas anastomoses. Cada m. papilar recebe diversos vasos, que formam anastomoses entre si.

Vischia (1926) estudando corações de *Homo sapiens*, *Bos taurus*, *Sus scrofa* e *Canis familiaris*, observou que tanto no homem como no bovino e no cão, a a. coronária esquerda exerce predomínio sobre a a. coronária direita, no que tange a irrigação cardíaca.

Moore (1930) descreve as aa. coronárias do cão em quatro principais ramos: direito, descendente anterior esquerdo, circunflexo esquerdo e septal esquerdo, sendo os três últimos de mesma origem, na porção anterior da valva semilunar aórtica, em todos os casos. O ramo septal direciona-se para o miocárdio e porção do septo interventricular, dividindo-se em ramos anterior e posterior, anastomosando-se com a artéria descendente esquerda e circunflexa esquerda.

O ramo descendente anterior da artéria coronária esquerda segue curso subpericárdico ao longo do sulco interventricular anterior do ventrículo esquerdo. O ramo circunflexo segue trajeto aurículo-ventricular e termina no sulco interventricular posterior no

vértice cardíaco. Muitas anastomoses são observadas no ápice cardíaco entre as artérias coronárias (direita e esquerda) e seus ramos.

Segundo **Schlesinger (1938)** as aa. coronárias em corações humanos normais, mesmo em senis, não possuem anastomoses e nem as desenvolvem com o passar da idade. As mesmas se desenvolvem sempre que ocorre estreitamento arteriosclerótico ou oclusão causando obstrução na circulação da a. coronária. O autor sugeriu que os canais arteriais colaterais sejam formações neovasculares e estes permitiriam que o sangue se desvie de uma obstrução arterial de progressão lenta o que indica que esses vasos se desenvolvam como uma resposta à anoxia e não como resultado de envelhecimento como havia proposto **Gross em 1933**. **Schlesinger** deu uma atenção especial à a. coronária esquerda devido à alta incidência de infartos no ventrículo esquerdo, uma região claramente nutrida por este vaso, porém observou que graças às anastomoses, se esta for obstruída, a circulação colateral poderá fazer a nutrição da região sem prejuízo do órgão. Observou também comunicação entre ambas as aa. coronárias (direita e esquerda), além do suprimento do septo interventricular se fazer inteiramente pela a. coronária descendente esquerda.

Pianetto (1939) descreveu duas aa. coronárias (direita e esquerda) em cães. Em alguns casos encontrou duas aa. coronárias esquerdas com origens independentes na aorta, o ramo circunflexo e o descendente e, em outros casos a a. septal também tinha uma origem independente, mais raramente havia uma quarta artéria. Geralmente apenas uma a. coronária direita foi observada, em alguns casos duas e muito raramente três. O diâmetro e a extensão da artéria variou proporcionalmente ao tamanho do cão. A a. septal apresentou numerosas ramificações, sendo dois ramos sempre individualizados, os quais nutrem os mm. papilares direito e todo o septo interventricular. Diferente do homem, nos cães, a a. coronária esquerda irriga um território maior do que a direita.

Prinzmetal, Simkin, Bergman e Kruger (1947) estudaram a circulação colateral cardíaca na espécie humana, observaram a existência de numerosas anastomoses (inclusive arteriolares) no ventrículo esquerdo e uma circulação secundária (entre os ventrículos direito e esquerdo), assim como a existência de anastomoses arteriovenosas.

Esferas de tamanhos variados, perfundidas em uma das aa. coronárias, foram encontradas na a. coronária oposta e nas cavidades ventriculares, o que tornou possível quantificar os diâmetros dos vários canais anastomóticos. No que diz respeito ao diâmetro dos canais anastomóticos (arterioluminal, arteriosinusoidal e vv. tebesianas) entre as aa. coronárias e as cavidades ventriculares não foi notada nenhuma diferença entre os ventrículos (direito e esquerdo).

O coração humano possui uma extensa circulação secundária com canais anastomóticos de vários tipos, sempre prontos funcionalmente. Estes canais se tornam maiores na presença de declive de pressão favorável.

Lücke (1955) estudou a vascularização cardíaca em cães. Descreveu:

A) A irrigação arterial do coração, a qual é realizada por ambas as aa. coronárias e pelos seus ramos, como se segue:

- a) a. coronária esquerda seus ramos: paraconal descendente, circunflexo esquerdo, subsinuoso descendente, suas ramificações e subdivisões;
- b) a. coronária direita, seu ramo circunflexo direito, suas ramificações e subdivisões;

B) As vv. cardíacas, a seguir descritas:

- a) v. cordis media ou descendente subsinuosa, suas ramificações e subdivisões;
- b) v. ventricular esquerda distal, suas ramificações e subdivisões;
- c) v. cordis magna, suas ramificações e subdivisões;
- d) v. oblíqua, suas ramificações e subdivisões;

- e) v. cordis parva, suas ramificações e subdivisões;
- f) v. cordis minima, suas ramificações e subdivisões;

C) A circulação colateral e as anastomoses cardíacas.

A a. coronária esquerda e os seus dois principais ramos irrigam as paredes do ventrículo esquerdo, ou seja, a parede externa como também a parede divisória e os mm. papilares.

Lücke observou uma constância nas anastomoses, entre:

- a) o ramo descendente paraconal e subsinuoso no ápice do coração;
- b) o ramo descendente paraconal e o seu ramo colateral;
- c) o ramo colateral e ramo ventricular esquerdo proximal;
- d) o ramo descendente paraconal e ramos septo-ventricular no segmento intermediário;
- e) o ramo descendente subsinuoso e ramo septo-ventricular perto da base
- f) o ramo atrial direito distal e o ramo atrial esquerdo proximal.

Entre ramificações dos diferentes ramos arteriais e entre as artérias dos ventrículos (direito e esquerdo) foram encontradas anastomoses muito pequenas. Na região dos dois mm. papilares (do ventrículo esquerdo) também foram encontradas..

Bellman e Frank (1958) observaram que nos corações humanos e de porcos durante o trajeto superficial da aa. coronárias muitas partes durante o curso eram recobertas por uma fina camada do miocárdio, o que não foi observado em cães. Ramificações arteriais pequenas, nas três espécies, freqüentemente alcançavam a superfície do endocárdio nos ápices dos mm. papilares. Foram observadas comunicações entre um e outro ramo das aa. coronárias em todos os corações de cães, em humanos houve similaridade, porém, em porcos e coelhos a incidência foi escassa. O rato apresentou domínio na irrigação através da a. coronária esquerda. O tronco da a. coronária descendente anterior, em corações humanos, de porcos e de cães dirigiu-se para o ápice e para baixo da superfície anterior do

ventrículo esquerdo, adjacente à junção anterior do septo interventricular, às vezes, passando sobre o ápice. Em todos os corações de humanos e de cães e na maioria dos corações de porcos foram observadas conexões arteriais intercoronárias. Em ratos não foram observados e em coelhos houve uma pequena incidência. As conexões observadas nos corações de porcos eram intramusculares e freqüentemente relacionadas aos mm. papilares e trabéculas cárneas, assim como nas paredes dos ventrículos, próximo ao ápice. Em corações de humanos e de cães numerosas conexões foram observadas, a maioria perto das superfícies do epicárdio e endocárdio, nesta última em relação aos vasos papilares e trabeculares, similares às observadas em corações de porcos, mas em maior número.

Christensen e Campeti (1959) descreveram o modelo arterial e venoso cardíacos de cães e porcos, observando que os vasos atriais de cães e porcos diferem em relação ao tamanho e distribuição das ramificações terminais, mais precisamente em relação ao número e origem dos vasos maiores. As aa. ventriculares em cães surgem de duas aa. coronárias saindo da base da aorta. A a. coronária esquerda emite dois ramos um descendente anterior e um circunflexo que tem um trajeto posterior, ambos se dirigem ao ápice do coração, sendo responsáveis pelo suprimento sangüíneo do ventrículo esquerdo. A a. septal tem origem próximo à junção dos ramos descendente e circunflexo da a. coronária esquerda. As ramificações provenientes da a. coronária esquerda foram mais significantes no suprimento do septo interventricular do que a a. septal. Isto também acontece no coração do porco e de outros animais domésticos, como também no de homem.

Smith (1962) estudou a circulação coronária em humanos e cães, e salientou que a a. coronária esquerda pode originar três ramos, sendo a terceira subdivisão, na maioria dos casos, ramificação da a. descendente anterior, denominada a. septal.

O 1º ramo principal, a a. descendente anterior, ramo da a. coronária esquerda, se dirige para o sulco interventricular anterior no sentido do ápice cardíaco e na

maioria dos casos circunda o ápice em direção ao sulco interventricular posterior, originando três principais ramos:

- a) ramos à direita, no sentido à superfície anterior do ventrículo direito;
- b) ramos ventriculares à esquerda, os quais descem diagonalmente para baixo em direção à margem obtusa, e na maioria dos casos, terminam na parede ventricular posterior esquerda;
- c) a. septal ou ramos perfurantes que se aproximam do ventrículo direito durante a porção inicial, curvam-se em direção a porção média do septo, no sentido ântero-posterior.

O 2º ramo principal, circunflexo esquerdo, ramo da a. coronária esquerda, circunda o sulco atrioventricular e emerge abaixo do átrio esquerdo na margem obtusa, continua posteriormente para terminar na superfície posterior do ventrículo esquerdo, próximo ao septo interventricular posterior, originando pelo menos três ramos:

- a) ramos ventriculares esquerdos anterior, que se distribuem pela superfície epicardial da parede ventricular anterior esquerda e emite ramos perfurantes em direção ao ângulo direito para irrigar a porção ântero-superior do ventrículo esquerdo;
- b) ramo da margem obtusa, sempre constante;
- c) ramos anteriores do átrio esquerdo, os quais irrigam o nódulo sinoatrial em 40 % dos casos;

Eventualmente surgem os ramos descritos a seguir:

- d) ramos posteriores do ventrículo esquerdo, os quais se originam próximos à margem obtusa e irrigam a porção póstero-lateral do ventrículo esquerdo;
- e) ramos posteriores para o átrio esquerdo que variam consideravelmente.

A presença ou não desses dois últimos ramos descritos, depende da a. circunflexa proceder além da margem obtusa. Verificou-se também que anastomoses

intercoronárias arteriais podem, ou não, ser observadas em lugares distantes de uma oclusão. Em experimentos de circulação fetal envolvendo a indução de infartos do miocárdio em cães, canais colaterais arteriais inativos se abrem prontamente, demonstrando que embora a formação neovascular possa ocorrer, canais colaterais intercoronários dormentes estão presentes e demonstráveis seguindo estímulos apropriados. No padrão, arterial coronário balanceado, ambas as aa. coronárias, direita e esquerda, terminam na cruz do coração. A a. coronária esquerda irriga o ventrículo esquerdo e a porção anterior do septo interventricular, enquanto a a. coronária direita irriga o ventrículo direito e a porção posterior do septo interventricular. A a. coronária direita não tem ramificações para a metade posterior do ventrículo esquerdo e a a. coronária esquerda através do seu ramo circunflexo esquerdo não tem ramificações transversalmente ao sulco interventricular posterior.

No cão, com o predomínio da irrigação pela a. coronária esquerda, ramos desta irrigam todo o septo interventricular, o ventrículo esquerdo, o nódulo atrioventricular, e porções (anterior e posterior) do ventrículo direito, continuamente ao sulco interventricular.

Foram observados três tipos de circulação anastomóticas:

- 1) intramural – aonde as arteríolas do tecido intersticial paralelas aos feixes musculares, penetram nestes e arborizam-se imediatamente em numerosos capilares que se anastomosam e convergem para formar vênulas que penetram nos espaços intersticiais e drenam diretamente a cavidade cardíaca. As anastomoses arteriais homocoronárias (entre a mesma a. coronária) são freqüentemente encontradas em porções profundas do miocárdio e, são mais presentes no ventrículo esquerdo e no septo interventricular, e menos nos átrios.
- 2) luminal – as quais consistem de vv. tebesianas, vasos arterioluminais e sinusóides miocárdicos. As vv. tebesianas unem somente as vv. coronárias e capilares diretamente ao

lúmen do coração. **Smith**, salienta que **Wearn et al., 1933** demonstraram comunicações vasculares entre as aa. coronárias e as câmaras cardíacas, denominado vasos arterioluminais, com aspecto histológico de veias assim que passam através do endocárdio; no miocárdio adquirem uma proteção muscular típica de uma arteríola, o que representa histologicamente uma anastomose arteriovenosa e conseqüentemente podem ser consideradas como vv. tebesianas. Os sinusóides miocárdicos são mais numerosos do que os vasos arterioluminais e representam uma rede de canais irregulares de paredes finas que nascem das ramificações das aa. coronárias, arteríolas ou capilares e se comunicam com as vv. Coronárias;

- 3) extra-cardíacas – estudos anatômicos e arteriográficos feitos por **Spada, 1962** indicam que os vasos nutrientes da aorta ascendente, a. pulmonar, v. cava inferior e vv. pulmonares, normalmente obtém seus fluxos do sistema coronário. Estes vasos também podem receber sangue da rede vascular pericárdica dependente das aa. mamárias internas que constituem um caminho anastomótico para uma circulação suplementar da rede pericárdica para o sistema coronário.

James (1965) fez uma revisão dos estudos sobre as aa. coronárias no homem. Descrevendo a a. coronária esquerda como suprimento principal do coração, e seus ramos, a a. descendente anterior, a qual se dirige ao ápice cardíaco e a a. circunflexa esquerda que se dirige para o sulco interventricular posteriormente, atingindo também o ápice cardíaco. Descreve a a. coronária direita como sendo uma circulação colateral, a qual termina próximo ao sulco interventricular posterior paralelamente aos ramos da a. descendente anterior oriunda da a. coronária esquerda. O autor descreve a presença constante de um m. papilar no ventrículo direito situado na parede anterior do septo interventricular cujo suprimento sangüíneo se dá predominantemente pelos ramos da a. coronária descendente anterior e, dois mm. papilares no ventrículo esquerdo cujo suprimento sangüíneo tem origens múltiplas. O m.

papilar anterior é suprido primariamente por um ou vários ramos da a. coronária ou pelos ramos diagonais das aa. ventriculares esquerdas, mas também por ramos marginais terminais da a. circunflexa esquerda. O m. papilar posterior é suprido pelos ramos terminais da superfície do diafragma do ventrículo esquerdo e pelos ramos terminais da a. circunflexa esquerda e da a. coronária direita. Quando a a. circunflexa esquerda nutre toda a superfície diafragmática do ventrículo esquerdo (em 10 % dos corações estudados) estes ramos suprem o m. papilar posterior. Quando a a. coronária direita se estende até o m. papilar (em 20 % dos corações estudados) é ela quem faz o suprimento deste.

Duran e Gunning (1968) observaram que nos fetos humanos e em filhotes de outras espécies a valva atrioventricular esquerda possui uma rede vascular extremamente mais densa que nos adultos de mesma espécie, alcançando a margem livre da valva e freqüentemente se anastomosam com os vasos dos mm. papilares, o que também foi observado na valva atrioventricular direita.

Ranganathan e Burch (1969) estudaram a morfologia e o suprimento arterial dos mm. papilares do ventrículo esquerdo em humano, destacando a importância destes músculos na competência das valvas atrioventriculares. Os mm. papilares são formas especializadas das trabéculas cárneas e variam em número, tamanho e forma. O m. papilar anterolateral recebe suprimento sangüíneo da a. descendente anterior e/ou das aa. diagonais ventriculares esquerda e/ou da a. circunflexa esquerda em seu ramo marginal terminal. O m. papilar posteromedial recebe suprimento sangüíneo variável da a. circunflexa esquerda e/ou ramos da a. coronária direita. O trajeto, distribuição de área e arranjos das artérias que suprem os mm. papilares parecem estar relacionados ao estado morfológico global destes músculos. As aa. coronárias ramificam-se da base para o ápice cardíaco emitindo vários ramos que suprem os mm. papilares, antes ou depois de penetrarem através da profundidade do miocárdio e se anastomosam na superfície do epicárdio, no ápice do coração.

Muti e Tavormina (1971) observou que segundo a classificação de **Henle (1871)** a porção carnosa de formato cônico encontrada na superfície interna do endocárdio ventricular (trabéculas cárneas de 1ª ordem) denominou-se músculo papilar, que se diferencia das trabéculas cárneas, por se fixar através de numerosas cordas tendíneas às cúspides das valvas atrioventriculares.

Os mm. papilares, as cordas tendíneas e as cúspides valvares são em conjunto um único aparelho atrioventricular, sendo os músculos o componente motor. O mesmo sofre alterações contínuas em sua forma, devido a solicitações de distensão e contração em variados movimentos, durante a abertura e fechamento da cúspide valvar atrioventricular, para tanto há um eficiente e abundante aporte sangüíneo que estabelece a ação de natureza químico-física, necessária para o funcionamento do músculo. O m. papilar, em sua extremidade terminal apresenta um abundante componente vascular em que a rede capilar assumiu uma disposição em forma de arco característica paralela ao ápice do m. papilar, rica em conexões.

A artéria se aprofunda através do ventre muscular, com ramos paralelos, desde a base até o ápice, formando um trabeculado de rede anastomótica. Da base ao ápice o número de capilares diminui à medida que o calibre aumenta. Na superfície vascular inicialmente vasos delgados tornam-se mais amplos em correspondência à junção do m. papilar com as cordas tendíneas. Foi concluído que os mm. papilares, em linha geral são mais vascularizados nas porções basal e central, do que em seu ápice, e que as cordas tendíneas não são vascularizadas.

Madjarova (1974) observou as artérias de pequeno calibre que penetram na musculatura do coração através do tecido conjuntivo. Sua direção comparada às fibras musculares tem um curso oblíquo ou transversal. As artérias quase sempre seguem um curso independente, mas não é incomum encontrá-las em grupos formados por uma veia e

uma artéria que se posicionam na mesma direção. Os pré-capilares se separam das arteríolas e se ramificam. Depois seguem curso em direção aos vasos capilares que se comunicam entre si em determinadas regiões, seguindo para os ventres musculares. Da rede capilar, originam-se, os vasos pós-capilares venosos de calibres diferentes nas várias partes dos mm. papilares.

Os resultados demonstraram que os vasos dilatados estão em diversas localizações no ventre do m. papilar, assim descritos:

- no miocárdio
- na camada conjuntiva do endocárdio
- entre o miocárdio e o endocárdio.

O autor acredita que os vasos venosos, dilatados, são formados por condições mecânicas na porção apical, sujeito à tensão rítmica fibrilar dos músculos no momento em que a valva atrioventricular se fecha. Em conclusão: estes vasos são formações funcionais adaptáveis em compensação às condições especiais produzidas na base do coração na hora da sístole.

Wiisten, Buss, Deist e Schaper (1977), objetivando substanciar a relevância fisiológica da capacidade aumentada do subendocárdio, após perfusão adequada, na presença de forças de compressão extra-vascular, observaram o aumento sucessivo do fluxo coronário desde a parede subepicárdica em oito estratos até a camada mais profunda.

A diminuição da resistência vascular do subendocárdio devido a uma melhor vascularização ocorre como um mecanismo compensatório devido a compressão extra-vascular durante a contração cardíaca. Tais estruturas vasculares podem ser fatores fluxo-limitantes que determinam reserva de fluxo coronário regional na ausência de forças compressivas extra-vasculares.

A pressão (perfusão normal) e carga ventricular no miocárdio condicionam fluxo do subendocárdio mais alto do que das camadas superficiais.

O fluxo coronário na camada ventricular mais superficial que se apresentou em 301 ml/min, na camada 6, mais profunda aumentou progressivamente para 644 ml/min e houve uma pequena diminuição nas duas últimas camadas, não significante. Considerando que o fluxo coronário regional é o resultado de uma interação complexa entre pressão de perfusão coronária e os componentes vasculares e extra-vasculares de resistência coronária, fica simples estabelecer o aumento da perfusão sub-endocárdica, assim o fluxo sanguíneo é uma função de equilíbrio entre a região intra-vascular arterial e pressão tecidual extra-vascular, logo, são as estruturas vasculares que controlam o fluxo sanguíneo.

Segundo a visão clássica, a auto-regulação de fluxo se dá pelas arteríolas, porém visões mais recentes indicam os vasos capilares ou esfíncteres pré-capilares como marco da auto-regulação.

Carvalho (1978) analisou a anatomia e nomenclatura das aa. coronárias, diante da necessidade de conhecê-las para se fazer um diagnóstico de suas variações, tendo em vista o grande avanço da cinecoronariografia e da cirurgia cardíaca, principalmente da re-vascularização do miocárdio. Também analisou e correlacionou a irrigação de estruturas cardíacas que apresentaram grande importância clínica e cirúrgica.

Pinto (1980) analisou mecanicamente os mm. papilares tentando obter o desempenho de deformação deste músculo em estado de repouso e ativo, em comparação com os corações de cães, coelhos, gatos e porcos.

Nickel, Schummer e Seiferle (1981) afirmaram que no cão, ovelha, cabra e boi o suprimento sanguíneo para o coração mostra-se como do tipo coronário esquerdo, isto é, os ramos interventricular paraconal e subsinuoso originam-se da artéria coronária esquerda, enquanto nos eqüinos e suínos originam-se da artéria coronária direita fornece o ramo subsinuoso e a artéria coronária esquerda emite o ramo paraconal; portanto, o cavalo e o suíno apresentam um tipo de suprimento coronário bilateral.

Di Dio e Rodrigues (1983) estudaram os segmentos cardíacos em corações humanos, sendo unidades anátomo-cirúrgicas independentes providos de ramificações principais das aa. coronárias. Esses segmentos foram subdivididos em sub-segmentos, classificados como: *Atrial e Ventricular* ambos subdivididos em segmentos: *Parietal, Septal e Parietoseptal (separados por planos intersegmentares)*. O hemi-coração ventricular direito tem três segmentos: *Conus, Marginal Direito e Interventricular Posterior*. O hemi-coração ventricular esquerdo tem quatro segmentos: *Interventricular Anterior, Lateral, Marginal Esquerdo e Ventricular Posterior*. Suas variações foram correlacionadas com os tipos, assim chamados: circulação coronária predominantemente unilateral ou balanceada.

Weaver, Pantely, Bristow e Ladley (1986) enfatizaram que a circulação arterial coronária do porco é relativamente parecida com a do homem. Como no homem, os suínos apresentaram a a. coronária esquerda dominante e com maior diâmetro, sendo ela a responsável pelo suprimento do septo posterior e nódulo atrioventricular, pelo ramo descendente posterior. Em 49 % da massa ventricular esquerda foi suprida pela a. coronária esquerda descendente anterior, 25,5 % pela a. coronária direita, e 25,5 % pela a. circunflexa. A a. coronária esquerda descendente anterior proveu 58 % da massa do septo interventricular, enquanto os outros 42 % ficou a cargo da a. coronária descendente posterior. O m. papilar anterior do ventrículo esquerdo sempre foi suprido por ramos da a. coronária esquerda. Para o m. papilar posterior o suprimento se deu principalmente pela a. coronária direita, mas ocasionalmente por ramos da terminação marginal do ramo circunflexo da a. coronária esquerda, e da terminação apical posterior da a. coronária esquerda descendente anterior, sendo a distribuição dos vasos muito parecido com a do homem. Entretanto o retorno venoso coronário é muito diferente. O rápido avanço na tecnologia transgênica tem

potencialmente solucionado muitas das dificuldades imunológicas do uso de órgãos de porcos para manter a vida no ser humano.

Zamir e Chee (1987) salientaram a dificuldade e o pouco progresso na descrição quantitativa para identificar e medir os vasos coronários. O diâmetro e a extensão de cada um desses vasos variou consideravelmente ao longo do curso sendo raramente possível decidir uma maneira não arbitrária aonde os vasos terminariam. Baseando-se no conceito de segmentos de vasos em vez de vasos inteiros, sendo um segmento de vaso o intervalo entre duas ramificações consecutivas, foi possível apresentar uma descrição quantitativa da rede coronária; o que não se fez possível através da descrição clássica que se baseia no número de vasos completos em cada categoria. Concluíram que a razão pela qual o diâmetro aproximado do segmento diminui, representa a razão pela qual a rede está se propagando de artérias principais para leito dos vasos capilares. Os segmentos dos vasos de diâmetro menores ocorrem na maioria em todos os níveis da rede, isto contradiz a noção clássica que os vasos primários têm diâmetros mais largos do que vasos secundários, e as últimas têm diâmetros mais largos que os vasos terciários.

Evans (1993) descreve o ventrículo esquerdo do coração de cão como tendo uma forma cônica sendo seu ápice, o ápice do coração. Recebe sangue dos pulmões através do átrio esquerdo e o bombeia para a maior parte do corpo através da aorta.

A valva atrioventricular é uma larga abertura entre o átrio e o ventrículo. O óstio da aorta localiza-se no centro da base do coração sendo a abertura deste ventrículo para a aorta ascendente. Sua camada é espessa, três a quatro vezes mais, que o ventrículo direito e possui dois grandes mm. papilares.

Os mm. papilares originam-se da parede externa, sendo roliços, robustos e advém do miocárdio, seus ápices se combinam ao nível do ápice, e dão origem as cordas tendíneas desta câmara cardíaca. O m. papilar dorsal fica perto do sulco ou ranhura

interventricular subsinuoso. O m. papilar ventral fica perto do sulco ou ranhura interventricular paraconal. Juntamente com o m. papilar ventral, perto da sua junção está uma rede fina de filamentos musculares que vêm da parede septal. O filamento mais próximo da abertura atrioventricular é mais largo do que os outros e se estende obliquamente ao m. papilar ventral da parede septal, talvez seja o único presente. Perto do vértice ou ápice do ventrículo algum desses finos encadeamentos ou fios que compõem esta rede se estende embaixo do endocárdio que cobre as cristas musculares.

Outros encadeamentos estendem-se sobre o sulco entre a mais larga trabécula cárnea e o m. papilar ventral. As cordas tendíneas do m. papilar ventral direcionam-se para ambas partes (dorsais e ventrais) da valva atrioventricular esquerda. As que se direcionam para as partes ventral ou septal são mais curtas e chegam mais perto da parede ventricular do que aqueles que vão para as partes dorsais ou externas da valva. O m. papilar dorsal está separado do músculo ventral por uma profunda fenda. A origem, o curso e a terminação da corda tendínea são similares em ambos os mm. papilares, os quais estendem-se ao alcance de poucos milímetros do ápice do ventrículo. O septo interventricular consiste de uma insignificante fina e pequena parte membranácea e uma larga e grossa parte muscular. A parte membranácea é a última parte do septo para formar embriologicamente valvas atrioventriculares.

Quando o coração é visto da base, os feixes de fibras do miocárdio correm em direção ao ápice, mostrando uma volta no sentido horário. No ápice do coração eles se dobram e correm em direção à base, de tal maneira que eles cruzem em ângulos retos as fibras superficiais. Elas formam os mm. papilares do ventrículo esquerdo.

As fibras superficiais penetram a camada média do ventrículo direito para se tornarem a camada mais profunda, depois se dispõe do lado esquerdo. A camada média forma o volume das paredes ventriculares, são massas musculares circulares e espirais

que ficam interdigitalizadas entre as duas câmaras. Elas primeiramente diminuem o tamanho do lúmen dos ventrículos e, as camadas superficiais e profundas reduzem e torcem o órgão. O ápice do coração é formado por fascículos musculares da camada superficial do ventrículo esquerdo. As valvas atrioventriculares são irregulares pontas finas e serrilhadas localizadas nos óstios atrioventriculares, impedindo o refluxo para os átrios. Perifericamente prendem-se aos anéis fibrosos e estes separam a musculatura dos átrios ao dos ventrículos.

Piras, Rodrigues, Lopes e Di Dio (1993) estudaram a relação entre os mm. papilares e o segmento anátomo-cirúrgico do ventrículo esquerdo do coração humano e observaram que o m. papilar anterior foi suprido pela a. interventricular anterior, ramo lateral e ramo marginal esquerdo correspondente aos respectivos segmentos anátomo-cirúrgicos:

- 51,1 % (46/90 corações) – segmento da a. interventricular anterior;
- 90,0 % (81/90 corações) – segmento do ramo lateral;
- 47,8 % (43/90 corações) – segmento do ramo marginal esquerdo.

Embora mais de uma artéria possa prover o m. papilar esquerdo, os resultados mostraram que este músculo freqüentemente era mais suprido pelo ramo lateral, só ou em conjunto com o segmento adjacente. O m. papilar posterior do ventrículo esquerdo foi suprido pela a. interventricular anterior, ramo lateral, ramo marginal esquerdo e a. interventricular posterior, correspondendo:

- 5,6 % (5/90 corações) – segmento da a. interventricular anterior;
- 2,2 % (2/90 corações) – segmento do ramo lateral;
- 43,3 % (39/90 corações) – segmento do ramo marginal esquerdo;
- 48,9 % (44/90 corações) – segmento do ramo ventricular posterior;
- 82,2 % (74/90 corações) – segmento da a. interventricular posterior.

O m. papilar posterior foi mais suprido pela a. interventricular posterior, só ou em conjunto com outro segmento e, mais precisamente da a. coronária direita.

Reig, Jornet e Petit (1993) analisaram os segmentos do ventrículo esquerdo de corações humanos e concluíram que o suprimento arterial deste depende fundamentalmente da artéria interventricular anterior e da artéria circunflexa.

Banai et al. (1994) estudaram a indução angiogênica em relação ao fluxo de sangue colateral no miocárdio isquêmico através do fator de crescimento endotelial vascular em cachorros. A medida que ocorre estreitamento arterial coronário progressivo, a viabilidade funcional do miocárdio se dá pela capacidade dos vasos colaterais. O desenvolvimento colateral não é inteiramente compreendido: fatores mecânicos, mediadores químicos e fatores de crescimento angiogênico já foram responsabilizados pelo processo. Nas condições de oclusão coronária progressiva, o gradiente de pressão trans-colateral aumentado leva a um maior fluxo pelos vasos colaterais, com aumento na tensão da parede e do estresse. Essas alterações isoladas, ou possivelmente acompanhadas por alterações metabólicas em tecidos hipoperfundados poderia levar à síntese ou a liberação de fatores de crescimento de peptídeos ou ao aumento na taxa de liberação de seus receptores.

Pesquisa feita com mini-suínos demonstrou que a presença de isquemia não é um pré-requisito para o desenvolvimento de ramos colaterais, o que é consistente com o conceito de que fatores locais (maior estiramento ou esforço transversal endotelial) são responsáveis pelo desenvolvimento colateral. Em qualquer nível de pressão arterial, o fluxo do sangue coronário é limitado exclusivamente por determinantes anatômicos de resistência vascular.

Crick, Sheppard, Yen Ho, Gebstein e Anderson (1998) observaram algumas diferenças anatômicas importantes entre os corações de porco e do homem, muitas das diferenças morfológicas, contudo, simplesmente explicáveis pelas posturas contrastantes de duas espécies quadrúpedes versus bípedes, fatores importantes na evolução de seus respectivos sistemas cardiovasculares. Considerou-se que algumas das diferenças podem ter

resultado da postura comprimida do tórax de porcos comparado com o achatado dorso-ventral tórax humano. Tais fatos podem afetar o desempenho pós-operatório do transplante de coração, na qual precisará se adaptar rapidamente à influência das mudanças gravitacionais em pressões sangüíneas exigido pelo corpo humano. O efeito postural em favor dos ângulos direito entre os orifícios das vv. cavas (superior e inferior) ao penetrarem no átrio direito permite um retorno venoso adequado nos porcos e em outros mamíferos quadrúpedes. Em contraste, no humano, os orifícios das vv. cavas estão em linha vertical, como acontece com outros animais como canguru e primata (**Hammer, 1991**).

Taylor (2000) determinou os sinusóides que penetram nos mm. papilares de corações humanos. Os mm. papilares do ventrículo esquerdo são propensos à isquemia, mas raramente se rompem. Os sinusóides são vasos primitivos que precedem as aa. coronárias, provendo nutrientes para todas as partes do coração embrionário. Os sinusóides podem completar fluxo arterial normal dos mm. papilares, podendo mitigar os efeitos de oclusão coronária.

Técnicas cirúrgicas com redução do volume ventricular esquerdo, sem que se faça uma ventriculectomia, segundo **Nair et al. (2001)** são relativamente simples, sendo esta uma técnica que reordena os mm. papilares como um suplemento para a revascularização coronária, os resultados preliminares mostraram melhoria funcional encorajadora, porém futuros controles são exigidos para avaliar tal técnica.

Jensen, Fontaine e Yoganathan (2001) acreditam que forças que agem nos mm. papilares podem ser uma medida funcional de regurgitação da válvula mitral, assim como doenças que acometem o coração como isquemia pode causar mudanças na morfologia do ventrículo esquerdo e deslocamento dos mm. papilares, o que pode conduzir a um aumento na tensão das cordas tendíneas e conseqüentemente perturbar a morfofisiologia da valva mitral, pois o equilíbrio de forças nos componentes individuais da valva mitral é que governa

sua função, o que foi avaliado por um modelo *in vitro* através da quantificação da posição e do vetor de forças tridimensionais aplicado na parede ventricular esquerda e nos mm. papilares. Este sistema permitiu a quantificação da força global no ventrículo esquerdo em condições normais e em processos patológicos.

Apesar da influência da desnutrição no desempenho do miocárdio não ter sido definido completamente, **Okoshi, Okoshi, Pai V.D., Pai-Silva e Matsubara (2001)** examinaram seus efeitos em função do músculo cardíaco e sua morfologia, especificamente o m. papilar do ventrículo esquerdo, em ratos, e observaram mudanças morfológicas importantes, como sendo polimorfas as mitocôndrias e as fibras cardíacas, sendo algumas de diâmetro reduzido, redução de conteúdo sarcoplasmático, além de ausência e/ou desorganização de miofilamentos e aumento na concentração de colágeno.

Teixeira-Filho, Roll, Soares e Carambula (2001) estudaram o suprimento sanguíneo dos mm. papilares do ventrículo esquerdo do gado Hereford, dissecando 50 corações e descreveram que o m. papilar craniano é suprido pelo ramo colateral da a. paraconal descendente, em todos os casos, só ou junto com o ramo circunflexo da a. coronária esquerda. Já o m. papilar caudal é suprido pelas artérias que vêm principalmente do ramo circunflexo da a. coronária esquerda e também dos ramos descendente subsinuoso e descendente paraconal.

Na literatura, diversas alusões são encontradas sobre a distribuição dos vasos cardíacos no coração, sem, entretanto relacionar este comportamento vascular com uma possível divisão segmentar do órgão, **Souza (2001)**, objetivou uma aplicação prática deste conhecimento nas possíveis operações cirúrgicas cardíacas, a qual permanece problemática e controversa.

Em seu estudo foi estabelecido os segmentos arteriais cardíacos em cães, evidenciando, neste órgão, os segmentos arteriais ventriculares: ventrais (esquerdos e

direitos) e dorsais (esquerdos e direitos), que se sobrepõem aos correspondentes segmentos venosos ventriculares, assim como, estabeleceu a frequência de variação anatômica dos mesmos, aonde os segmentos arteriais do ventrículo esquerdo variam entre 5 (16,6 %) e 7 (33,3 %), com maior frequência de 6 (50,0 %); e os venosos entre 5 (26,6 %) e 7 (20,0 %), com maior incidência de 6 (53,3 %); e, os segmentos arteriais do ventrículo direito oscilaram entre 4 (16,6 %) e 6 (20%), com maior frequência de 5 (63,3 %); e os venosos entre 4 (43,3 %) e 6 (3,3 %) com maior incidência de 5 (53,3 %). Souza também observou que o número de artérias era igual ao de veias em 14 das preparações (46,6 %), e superior a estas no restante.

Foram evidenciados os vasos que se originam da a. coronária esquerda:

- interventricular paraconal (100,0 %);
- ventricular ventral 'esquerdo POT. 1' (100,0 %);
- ventricular ventral 'esquerdo POT. 2' (63,3 %);
- ventricular marginal esquerdo (100,0 %);
- ventricular dorsal 'esquerdo POT. 1' (100,0 %);
- ventricular dorsal 'esquerdo POT. 2' (53,3 %);
- interventricular subsinuoso (100,0 %);

Da a. coronária direita originam-se os segmentos:

- da a. adiposa (100,0 %);
- ventricular dorsal 'esquerdo POT. 1' (100,0 %);
- ventricular dorsal 'esquerdo 2' (60,0 %);
- ventricular marginal direito (100,0 %);
- ventricular dorsal 'direito POT. 1' (100,0 %);
- ventricular 'dorsal direito POT. 2' (43,3 %).

Menicanti, Di Donato, Frigiola e Buckberg (2002) destacaram a importância de um acesso cirúrgico preciso conhecendo-se a direção e sentido da vascularização arterial com o objetivo de se chegar a um bom prognóstico nas intervenções cirúrgicas em cardiomiopatas, seja devido à dilatação ventricular, regurgitação mitral, função reduzida da bomba cardíaca, hipertensão pulmonar ou doença da a. coronária, antes que se chegue a este conhecimento continuaremos com resultados paliativos.

Diante disto, nossos estudos se direcionaram a espécie *Canis familiaris*, e nós nos limitamos a esquematizar o trajeto dos ramos da a. coronária esquerda que irrigam especificamente os mm. papilares.

*“Uma figura imponente foi
Andréas Vesalius (1514 – 1564),
nascido em Bruxelas, considerado o Reformador da Anatomia
por ter dado a esta novas diretrizes. Foi autor do famoso
Tratado **De Humani Corporis Fabrica.**”*

3 – MATERIAL E MÉTODO

3.1 MATERIAL

Na realização deste trabalho foram utilizados 30 corações de cães adultos (*Canis familiaris*), machos e fêmeas, sem raça definida (SRD), de várias idades, com peso corpóreo oscilando entre 4 e 27 Kg e procedentes de diversos municípios do estado de São Paulo.

Estes espécimes nos foram doados pelos Centros de Zoonoses da cidade de São Paulo, de seus respectivos municípios, já sacrificados e imediatamente foram conduzidos para o laboratório de Anatomia, do departamento de Cirurgia da FMVZ/USP.

Os mesmos foram pesados, suas idades aproximadamente determinadas através de análise da arcada dentária, suas medidas: *circunferência torácica* e comprimento *occipito-atlântico até sacro-coccígeo* (Crown-Rump), foram registrados, assim como seu sexo, para posterior análise.

Neste estudo, utilizamos ainda os seguintes materiais:

- acetato de vinil (vinilite) diluído em acetona e corado com corante aerojet (brasileira fiberglass-LTDA);
- neoprene látex 650 diluído em água e corado com tinta plástica para artesanato (acrilex);
- solução de ácido sulfúrico a 40 %;
- solução de formol a 10 %;
- solução salina a 10 %;
- heparina;
- gelatina incolor a 10 %;
- álcool etílico (etanol) em várias concentrações;
- benzol;
- solução de salicilato de metila com benzoato de benzila na proporção 3X2;

- água oxigenada 30 volumes;
- instrumental para dissecação;
- cinábrio (HgS);
- mercúrio puro (Ourodent-Metaldente-LTDA);
- aparelho radiográfico com Diagnostic Film da Kodak (15X30 cm) t-mattm g/ra-1;
- máquina Cânon 2.0 – Mega Pixel af Power Shot – A200 – Digital zoom 4X – PC1025;
- programa Paint Shop Pro (Versão 7.02 – Jasc Software, INC);
- scanner Canoscan da Cânon (modelo FB636U);
- impressora Epson Stylus C62.

3.2 MÉTODO

Imediatamente abrimos o tórax do animal, retiramos cuidadosamente o coração, cortando: *os vasos pulmonares próximos ao coração, as vv. cavas cranial e caudal cerca de 1cm próximo ao átrio direito e a aorta na sua porção ascendente próximo ao seu arco.*

Em seguida, o coração, imerso em solução salina com heparina (10ml/l *para evitar formações de coágulos*) previamente aquecida (*aproximadamente 35°C*), foi massageado suavemente diversas vezes, e a solução trocada, até que o coração ficasse livre de quaisquer resíduos de sangue.

Realizou-se a dissecação mantendo íntegro, aproximadamente, 1 cm de comprimento dos vasos que entram e saem do coração. Seccionou-se a aorta longitudinalmente próximo ao óstio da a. coronária esquerda, para que o mesmo fosse evidenciado.

Para utilização de todos os métodos abaixo descritos os corações foram mantidos em solução salina aquecida. Para cada uma das três primeiras técnicas descritas a seguir, foram utilizados 10 corações cada, os mesmos foram radiografados.

3.2.1 MODELAGEM ARTERIAL COM ACETATO DE VINIL.

Para preparação da modelagem arterial, foi introduzida uma cânula pela a. coronária esquerda, direcionando-a a um dos ramos a ser injetado, primeiramente com Acetona p.a. e, a seguir com Acetato de Vinil (vinilite) diluído em Acetona e corado com corante Aerojet – Brasileira Fiberglass LTDA, a seguir retirou-se a cânula e amarrrou-se o vaso. Tal procedimento, após limpeza do material, se repetiu até preenchimento de todos os segmentos da a. coronária esquerda. Em alguns corações utilizamos apenas uma cor para preenchimento de toda a a. coronária esquerda, e em outros utilizamos cores diferenciadas para cada segmento. Esta manobra foi procedida após abertura do trato inicial da aorta, identificação do óstio da a. coronária esquerda e sua canulação com sonda de polietileno, através do qual o vinil foi injetado até completa repleção vascular.

Depois de resfriada a peça em temperatura ambiente, o órgão foi reduzido, removendo-se os átrios e o ventrículo direito. Através do óstio atrioventricular esquerdo os mm. papilares foram fixados mediante injeção de solução de Formol a 10 %. Em seguida, tal preparado foi submetido à ação do Ácido Sulfúrico a 40 %, sendo cada peça examinada periodicamente para verificar a adequada corrosão. De cada órgão foram obtidos fotografias e desenhos esquemáticos da rede arterial coronária para a documentação do trabalho.

3.2.2 MODELAGEM ARTERIAL COM NEOPRENE LÁTEX.

Para esta preparação seguiu-se o mesmo procedimento anterior, realizado com Vinil, porém nesta, utilizamos Neoprene Látex 650, diluído em água e corado com tinta plástica para artesanato (Acrilex). Os ramos arteriais da a. coronária esquerda foram igualmente preenchidos, até completa repleção vascular.

Seguiu-se o mesmo protocolo para resfriamento e redução do órgão. O coração foi fixado em solução de formol a 10 %. Os mesmos foram dissecados, mantendo-se apenas os mm. papilares do ventrículo esquerdo do órgão e parte de sua parede ventricular, com auxílio de solução de Ácido Sulfúrico a 40 %.

Um dos corações, após fixação, foi desidratado naturalmente, conservando-se a forma do mesmo, graças ao uso de algodão colocado em suas cavidades ventriculares antes da fixação, e retirado pouco antes de total desidratação. Procedeu-se a dissecação do pericárdio seroso (lâmina visceral), evidenciando-se os ramos coronários. A seguir o coração foi submetido ao clareamento com oxigenada a 30 volumes.

De cada órgão foram obtidos fotografias e desenhos esquemáticos da rede arterial coronária para a documentação do trabalho.

3.2.3 DIAFANIZAÇÃO PELA TÉCNICA DE SPALTEHOLZ

Foi introduzido uma cânula pela a. coronária esquerda primeiramente injetamos acetona p.a., e a seguir, Gelatina a 10%. Deixamos a peça descansar em refrigerador por 24 horas. Mergulhamos o órgão em formol a 10 %, o qual permaneceu por 72 horas. A seguir, foi lavado em água corrente por 48 horas e após um mergulho inicial em álcool etílico a 50 % por 6 horas iniciou-se a Técnica de Diafanização de Spalteholz, a seguir descrito:

*Realizamos a desidratação do material, passando o órgão pelas séries de álcoois: 7 dias em cada um dos álcool 70%, 75% e 80%; 5 dias em cada um dos álcool 85%, 90% e 95% e 3 dias em cada um dos álcool Absoluto I, Absoluto II e Absoluto III.

*Antes de iniciarmos a série de Benzol escoremos o material em papel de filtro.

*Passamos a peça em séries de Benzol: 7 dias em cada um dos Benzol I, II e III.

*Preparamos uma solução de Salicilato de Metila com Benzoato de Benzila, na proporção 3X2, e mantivemos a peça nesta solução até completa diafanização.

*Preparamos uma nova solução de Salicilato de Metila com Benzoato de Benzila, na proporção 3X2, para reservar a peça.

De cada órgão foram obtidos fotografias e desenhos esquemáticos da rede arterial coronária para a documentação do trabalho.

3.2.4 RADIOGRAFIA

Nos mesmos corações utilizados nas técnicas anteriores, antes de realizar tais técnicas, manipulando-se da mesma forma a cânula, esta foi introduzida pelo óstio da a. coronária esquerda, injetamos, primeiramente Acetona p.a., e a seguir, Mercúrio puro – Ourodent –Metaldente LTDA.

Realizamos as radiografias em aparelho radiográfico com Diagnostic Film da Kodak - 15 X 30 cm – T-Mattm G/RA-1, a seguir, facilmente retiramos boa parte do mercúrio injetado, através de suaves massagens, e pelo mesmo óstio realizamos as técnicas anteriores descritas.

Todas as técnicas acima descritas foram realizadas com o propósito de identificar os ramos arteriais da a. coronária esquerda que irrigam os mm. papilares do ventrículo esquerdo, e assim, ilustrar o nosso trabalho.

De cada órgão, em todas as técnicas, foram obtidas fotografias em máquina Cânon 2.0 (Mega Pixel af Power Shot – A200 – Digital zoom 4X – PC1025) e desenhos esquemáticos foram realizados em Paint Shop Pro (Versão 7.02 – Jasc Software, INC). As radiografias obtidas foram processadas em Scanner Canoscan da Cânon (Modelo FB636U). Todo material foi impresso em Epson Stylus C62.

A terminologia adotada nesta pesquisa fundamenta-se nas recomendações da Nômina Anatômica Veterinária, 1996, editado por **Oskar Schaller**.

“William Harvey (1578 – 1657),

médico e professor de Anatomia, certa vez declarou:

*Os verdadeiros filósofos são aqueles que não se julgam suficientemente sophós e tão cheios de sapiência
ou tão ricos em idéias próprias, ou ainda repletos de juízo e que não estejam dispostos a ceder
diante de novas verdades não se importando de onde e de quem elas possam vir.*

*Pois, por mais que saibamos, é tão somente uma parte mínima daquilo que ignoramos. Os verdadeiros filósofos são aqueles que nas
aulas nos ensinam a recusar igualmente as fábulas dos poetas, os
delírios dos loucos e as falsas conclusões dos céticos. E, se além de
estudiosos são bons e honestos, não permitem que sua mente seja perturbada por paixões,
como ódio ou a inveja, que faz com que os homens sejam incapazes de julgar.*

Pois sabem perfeitamente que é humano errar e enganar-se...

*Ele observou que quando coração está ileso, quase todas as demais partes podem voltar à vida,
mas se ele fica danificado ...*

*Talvez seja por esta causa que a tristeza, o amor, a inveja, e outros estados de ânimo semelhantes
causam emagrecimento, debilitação e caquexia, originando a má digestão que leva a todos os tipos
de males ..., pois, as chamadas perturbações de ânimo que agitam as mentes
humanas por causa da dor, da alegria, da esperança ou da ansiedade, se estendem até o coração
e acarretam, em sua pulsação e em tudo o mais, mudanças que corrompem a nutrição
na sua própria origem e dessa forma debilitam o seu vigor.”*

4 – RESULTADOS

A análise das preparações pertinentes a esta pesquisa, nos permitiu verificar primeiramente a posição anatômica do coração de cão na cavidade torácica, na região do mediastino médio. O coração posiciona-se crânio-caudalmente, do ventrículo direito ao ventrículo esquerdo, cujo ápice cardíaco se encontra na porção mais caudo-ventral e os vasos da base se posicionam dorsalmente. Os ápices ventriculares (direito e esquerdo) situam-se paralelamente ao osso esterno.

O ventrículo direito posiciona-se crânio-ventralmente, sua parede dorsal situa-se no antímero direito e sua parede ventral situa-se no antímero esquerdo, em relação ao antímero do animal. O ventrículo direito é separado do esquerdo pelo septo interventricular, o qual situa-se num plano transverso. Dorsalmente a ele encontramos o ventrículo esquerdo cuja posição é caudo-ventral, sua parede dorsal situa-se no antímero direito e sua parede ventral situa-se no antímero esquerdo (Figura 1).

Os vasos arteriais, provenientes da a. coronária direita irrigam o átrio direito, o ventrículo direito e pequena porção do septo interventricular. Os ramos da a. coronária esquerda distribuem-se através do ventrículo esquerdo, átrio esquerdo, septo interventricular e continuam-se por todo o órgão através ou não de anastomoses (Figura 2).

Observamos que a irrigação arterial do coração de cão é realizada por ambas as aa. coronárias (direita e esquerda) e seus ramos, com predomínio da a. coronária esquerda, como se segue (Figura 3):

- a) a. coronária direita e seus ramos (irrigam o átrio direito, o ventrículo direito e pequena porção do septo interventricular);
- b) a. coronária esquerda distribui-se através do ventrículo esquerdo, átrio esquerdo, septo interventricular e continua-se por todo o órgão através ou não de anastomoses, seus ramos:
 - septal, emite ramos por todo o septo interventricular;

- interventricular paraconal, percorre o sulco interventricular anterior no sentido do ápice cardíaco, circundando-o em direção ao sulco interventricular posterior e seus sub-segmentos:
 - ramos ventriculares à direita, direcionam-se à superfície esquerda do ventrículo direito e septo interventricular;
 - ramos ventriculares à esquerda, direcionam-se à superfície esquerda do ventrículo esquerdo;
 - ramo colateral, estende-se à margem ventricular esquerda no sentido do vértice cardíaco.
- Circunflexo, vagueia pelo sulco coronário em direção ao sulco interventricular posterior e seus sub-segmentos:
 - ramos dorsais esquerdo, originam-se na porção inicial do ramo circunflexo e correm em direção ao ápice cardíaco, mas terminam antes;
 - ramo intermédio (marginal ventricular esquerdo), inicia-se ao nível da face anterior da margem ventricular esquerda e estende-se próximo ao ápice cardíaco;
 - ramo da margem ventricular inicia-se ao nível na margem ventricular esquerda e estende-se ao ápice cardíaco;
 - ramos dorsais direito, originam-se na face direita do ventrículo esquerdo, caudalmente ao ramo interventricular subsinuoso;
 - ramo interventricular subsinuoso percorre o sulco interventricular posterior no sentido do sulco interventricular paraconal.

Pudemos observar que estes vasos distribuem-se neste órgão de forma a criar comunicações diversas na região do epicárdio, principalmente no ápice cardíaco (Figura 4).

Fizemos esquemas dos ramos da a. coronária esquerda, ilustrando os músculos papilares subauricular e subatrial, e os sub-segmentos arteriais que suprem estes músculos, de todos os corações analisados (Figura 5). Observamos que:

- O músculo papilar subauricular é suprido pelos ramos da artéria coronária esquerda:
 - * interventricular paraconal, e seus sub-segmentos:
 - em sua porção terminal, ao nível do ápice ventricular em 09 dos 30 corações (30,00 %);
 - pelo ramo colateral em 29 dos 30 corações (96,66 %);
 - pelos ramos ventriculares à esquerda, ao menos um ramo, em 29 dos 30 corações (96,66 %).
 - * circunflexo, e seus sub-segmentos:
 - pelos ramos dorsais esquerdos, ao menos um ramo, em 26 dos 30 corações (86,66 %);
 - pelo ramo intermédio (marginal ventricular esquerdo), em pelo menos um de seus ramos, em 26 dos 30 corações (86,66 %);
 - pelo ramo da margem ventricular esquerda, em pelo menos um de seus ramos, em apenas dois dos 30 corações (2,88 %) estudados.
- O músculo papilar subatrial é suprido pelos ramos da artéria coronária esquerda:
 - * interventricular paraconal, e seus sub-segmentos:
 - em sua porção terminal, ao nível do ápice ventricular em 09 dos 30 corações (30,00 %);
 - pelo ramo colateral em 10 dos 30 corações (33,33 %);
 - pelos ramos ventriculares à esquerda, ao menos um de seus ramos, em 10 dos 30 corações (33,33 %).
 - * circunflexo:
 - pelos ramos dorsais esquerdos, ao menos um deles, em 01 dos 30 corações (3,33 %);

- pelo ramo intermédio (marginal ventricular esquerdo), em todos os 30 corações estudados (100 %);
- pelo ramo da margem ventricular esquerda, em pelo menos um de seus ramos, em apenas 02 dos 30 corações (02,88 %);
- pelos ramos dorsais direitos, ao menos um deles, em 16 dos 30 corações (53,33 %);
- pelo ramo interventricular subsinuoso, em pelo menos um de seus ramos, em todos os 30 corações estudados (100 %).

As radiografias (Figura 6) foram de fundamental importância, pois além de nos auxiliar na execução dos esquemas, pudemos observar minuciosamente todo o trajeto desses vasos. Assim como pudemos indicar, através das fotos, ilustrações das técnicas utilizadas em nosso trabalho (Figura 7) todos os ramos e sub-segmentos arteriais que suprem os músculos papilares.

Os dados relacionados ao sexo, peso, idades aproximadas e medidas da *circunferência torácica* e comprimento *occipito-atlântico até sacro-coccígeo* (Crown-Rump), foram registrados em uma tabela (Figura 8), e após análise, não obtivemos nenhuma correlação associada a irrigação dos músculos papilares do ventrículo esquerdo.

Nossos resultados indicaram que os mm. papilares subauricular e subatrial são irrigados pelos ramos da a. coronária esquerda:

- o m. subauricular pelos ramos interventricular paraconal e circunflexo;
- o m. subatrial predominantemente pelo ramo circunflexo.

Foram observadas várias anastomoses entre os ramos interventricular paraconal e seu sub-segmento colateral, além dos sub-segmentos do ramo circunflexo: intermédio (marginal ventricular esquerdo), ramo da margem ventricular esquerda e o interventricular subsinuoso, por toda a superfície e em todos os segmentos de forma intensa, principalmente no ápice cardíaco, a maioria perto da superfície do epicárdio. Assim como

foram observadas anastomoses em relação aos vasos papilares e trabeculares a nível do endocárdio.

Figura 1 – Plano Sagital – Antímero esquerdo – Cavidades torácica e abdominal.

As legendas indicam as relações: cranial (CR), caudal (CA), dorsal (DO) e ventral (VE).

A = Pulmão esquerdo: Lobo cranial (LcrPe) e Lobo caudal (LcaPe), e Músculo diafragma (Md).

B = Realizou-se ressecção do lobo cranial do pulmão esquerdo para melhor evidenciarmos as estruturas: Ventrículo direito (Vd) situado cranialmente ao Septo interventricular (Tracejado) e Ventrículo esquerdo (Ve) caudalmente a este.

C = Ápice cardíaco (**SETA**) e ápices ventriculares (**SETAS**).

Figura 2 – Coração injetado com látex, desidratado e dissecado sua porção epicárdica.

A – Esquema do coração (das fotos B, C, D e E que estão a seguir) evidenciando a valva semilunar pulmonar (a) e valva semilunar aórtica (b), além da a. coronária direita (C), e a a. coronária esquerda (D) e seus subsegmentos. Os músculos papilares subauricular (MPSau) e subatrial (MPSat) estão demarcados no esquema.

Os vasos em Vermelho evidenciam os ramos da artéria coronária esquerda, e em Azul da artéria coronária direita.

As legendas indicam as relações: cranial (CR), caudal (CA), dorsal (DO) e ventral (VE); além das porções do órgão: ventrículo direito (Vd), septo interventricular (TRACEJADO) e ventrículo esquerdo (Ve).

B - Vista do antímero esquerdo.

C - Vista do antímero direito.

D - Vista da base, porção dorsal.

E - Vista do ápice cardíaco. Tracejado em ponto indica a margem ventricular esquerda.

Figura 3 – Coração injetado com gelatina a 10 % e diafanizado.

A – Esquema do coração (das fotos B, C, D e E que estão a seguir) evidenciando a valva semilunar pulmonar (**a**) e valva semilunar aórtica (**b**), além da a. coronária direita (C), e a a. coronária esquerda (D) e seus subsegmentos. Os músculos papilares sabauricular (MPSau) e subatrial (MPSat) estão demarcados no esquema.

As legendas das fotos que se seguem indicam as relações: cranial (CR), caudal (CA), dorsal (DO) e ventral (VE); além das porções do órgão: átrio direito (Atd), aurícula direita (Aud), átrio esquerdo (Ate), aurícula esquerda (Aue), ventrículo direito (Vd), septo interventricular (TRACEJADO) e ventrículo esquerdo (Ve).

B – Artéria coronária direita (SETA BRANCA).

C – Artéria coronária esquerda (SETA BRANCA), óstio átrioventricular esquerdo (SETA VERMELHA) e óstio do tronco pulmonar (SETA AZUL).

D1 – Ramo interventricular paraconal (SETA BRANCA) –Vista do antímero esquerdo.

D2 – Ramo interventricular paraconal (SETA BRANCA) – Vista do antímero direito.

E1 – Ramo circunflexo (SETA BRANCA) – Vista da face dorsal voltada ao antímero esquerdo – Evidenciando os óstios: atrioventricular esquerdo (SETA VERMELHA) e do tronco pulmonar (SETA AZUL)

E2 – Ramo circunflexo (SETA BRANCA) - Antímero direito – Evidenciando os óstios: atrioventricular esquerdo (SETA VERMELHA) e do tronco pulmonar (SETA AZUL).

Figura 4 – Coração injetado com mercúrio e diafanizado.

As legendas indicam as relações: cranial (CR), caudal (CA), dorsal (DO) e ventral (VE); além das porções do órgão: ventrículo direito (Vd), septo interventricular (TRACEJADO), ventrículo esquerdo (Ve), óstio atrioventricular direito e óstio atrioventricular esquerdo .

A – A seta vermelha indica o ramo interventricular paraconal da a coronária esquerda.

B – A seta vermelha indica o ramo circunflexo da a. coronária esquerda e a seta azul o sub-segmento intermédio (marginal ventricular esquerdo).

C1 – A seta vermelha indica o ramo interventricular paraconal da a. coronária esquerda e a seta azul o ramo circunflexo. A seta amarela indica um sub-segmento dorsal esquerdo, a verde o intermédio (marginal ventricular esquerdo) e a branca o interventricular subsinuoso.

Figura 5 – Esquemas da irrigação da artéria coronária esquerda dos 30 corações de cães (SRD).

As legendas indicam as relações: cranial (CR), caudal (CA), dorsal (DO) e ventral (VE) e, as porções do órgão: ventrículo direito (Vd), aurícula direita (Aud), septo interventricular (TRACEJADO), ventrículo esquerdo (Ve) e aurícula esquerda (Aue). Segue abaixo a nomenclatura dos vasos arteriais, ramos da:

Artéria coronária esquerda:

a. septal

a. interventricular paraconal, e seus sub-segmentos:

ramos ventriculares à direita

ramos ventriculares à esquerda

ramo colateral

a. circunflexa, e seus sub-segmentos:

ramos dorsais esquerdo

ramo intermédio (marginal ventricular esquerdo)

ramo da margem ventricular esquerdo

ramos dorsais direito

ramo interventricular subsinuoso

Seta Negra: porção ventral do coração, dividindo-o em antímeros direito e esquerdo

01 – Representação apenas esquemática.

02 – Coração representado na Figura 2.

03 – Coração representado na Figura 3.

04 - Coração - Foto A - representado na Figura 4.

05 - Coração - Foto B - representado na Figura 4.

06 - Coração - Foto C - representado na Figura 4.

07 - Coração - Foto A - representado na Figura 6.

08 – Coração - Foto B - representado na Figura 6.

09 – Coração - Fotos A, B, C e D - representado na Figura 7.

10 - Coração - Foto E - representado na Figura 7.

11 - Coração - Foto F - representado na Figura 7.

12 - Coração - Foto G - representado na Figura 7.

13 – Coração - Foto H - representado na Figura 7.

14 – Representação apenas esquemática.

15 – Representação apenas esquemática.

16 – Representação apenas esquemática.

17 – Representação apenas esquemática.

18 – Representação apenas esquemática.

19 – Representação apenas esquemática.

20 – Representação apenas esquemática.

21 – Representação apenas esquemática.

22 – Representação apenas esquemática.

23 – Representação apenas esquemática.

24 – Representação apenas esquemática.

25 – Representação apenas esquemática.

26 – Representação apenas esquemática.

27 – Representação apenas esquemática.

28 – Representação apenas esquemática.

29 – Representação apenas esquemática.

30 – Representação apenas esquemática.

Figura 6 – Corações injetados com mercúrio, radiografados e a seguir preparados segundo as Técnicas de injeção de látex (A) e vinil (B).

As legendas das fotos evidenciam os músculos papilares: Subatrial (MPSat) e Subauricular (MPSau) e ao lado suas radiografias demarcam a posição desses músculos.

Podemos observar os diversos sub-segmentos arteriais direcionando-se aos músculos.

Figura 7 – Artéria coronária esquerda injetada com vinil. Músculos papilares fixados com formol a 10 %. O órgão foi dissecado com auxílio de solução de ácido sulfúrico a 40 %.

Legendas para as fotos A, B, C e D.

Artéria coronária esquerda:

a. septal

a. interventricular paraconal, e seus sub-segmentos:

ramos ventriculares à direita

ramos ventriculares à esquerda

ramo colateral

a. circumflexa, e seus sub-segmentos:

ramos dorsais esquerdo

ramo intermédio (marginal ventricular esquerdo)

ramo da margem ventricular esquerdo

ramos dorsais direito

ramo interventricular subsinuoso

E – Vista do antímero esquerdo. Observa-se rede arterial intensa, mais densa no ápice cardíaco.

F – Vista do antímero esquerdo evidenciando os músculos papilares: Subauricular (à esquerda) e Subatrial (à direita).

G – Vista do antímero esquerdo. Evidenciando a. interventricular paraconal e seus sub-segmentos em vermelho. Os sub-segmentos da a. circunflexa estão evidenciados em marrom (ramos dorsais esquerdos), em amarelo (ramo intermédio) e em verde (ramo marginal ventricular esquerdo).

H – Vista do antímero esquerdo. Evidenciando a. interventricular paraconal e seus sub-segmentos em amarelo. Os sub-segmentos da a. circunflexa estão evidenciados em azul (ramo intermédio), em vermelho (ramo marginal ventricular esquerdo) e em azul claro (ramo interventricular subsinuoso).

Figura 8 – Tabela com os dados relacionados ao sexo, peso, idades aproximadas e medidas da *circunferência torácica* (CIR. TOR.) e comprimento *occipito-atlântico até sacro-coccígeo* (Crown-Rump). Os símbolos indicam: feminino (F) e masculino (M).

	SEXO	PESO	IDADE $\cong$	CIR. TOR.	CROWN-RUMP
01	M	09,0 kg	114 meses	51 cm	67 cm
02	M	13,0 kg	102 meses	55 cm	62 cm
03	F	27,0 Kg	036 meses	70 cm	91 cm
04	F	10,0 Kg	018 meses	53 cm	77 cm
05	M	07,0 kg	042 meses	50 cm	66 cm
06	M	16,0 kg	090 meses	61 cm	83 cm
07	F	13,0 kg	066 meses	60 cm	69 cm
08	M	13,0 kg	030 meses	58 cm	80 cm
09	F	07,5 kg	030 meses	49 cm	52 cm
10	F	06,5 kg	030 meses	45 cm	57 cm
11	F	06,0 kg	030 meses	56 cm	63 cm
12	F	06,5 kg	042 meses	47 cm	58 cm
13	F	07,0 kg	042 meses	48 cm	56 cm
14	M	07,0 kg	030 meses	48 cm	65 cm
15	F	15,0 kg	078 meses	59 cm	72 cm
16	F	08,5 kg	010 meses	50 cm	68 cm
17	M	15,0 kg	010 meses	57 cm	69 cm
18	M	09,5 kg	042 meses	51 cm	62 cm
19	F	15,0 kg	120 meses	61 cm	68 cm
20	M	07,5 kg	040 meses	48 cm	58 cm
21	F	23,0 kg	090 meses	64 cm	88 cm
22	F	04,0 kg	018 meses	39 cm	55 cm
23	M	17,0 kg	018 meses	62 cm	85 cm
24	M	19,0 kg	024 meses	60 cm	80 cm
25	M	09,0 kg	012 meses	50 cm	61 cm
26	F	22,0 kg	072 meses	62 cm	83 cm
27	F	08,0 kg	024 meses	47 cm	58 cm
28	M	14,0 kg	042 meses	54 cm	86 cm
29	F	14,0 kg	042 meses	62 cm	70 cm
30	F	09,0 kg	024 meses	48 cm	56 cm

*“A maioria das idéias fundamentais é essencialmente simples e pode, de modo geral,
ser expressada numa linguagem compreensível para todos.”*

Albert Einstein – 1879-1955

Físico alemão

5 – DISCUSSÃO

Aristóteles (350 a.C.) deu nome ao que hoje se entende por artérias, acreditando porém que nelas fluísse ar. Artéria provém do Grego *aer*, ar e *terein*, conter; em Latim significa traquéia. Já em 320 a.C. Erasístrato, grande médico e anatomista grego, diferenciou as veias das artérias e identificou as valvas cardíacas tricúspide, bicúspide e as semilunares, e como a maioria dos médicos gregos, sustentava a presença de ar nas artérias. Em 310 a.C. a anatomia topográfica do coração foi descrito por Erasistratus e Herophilus em Alexandria, e até os dias atuais, teorias referentes a sua estrutura sofreu avanços e modificações.

A teoria de Galeno (Séc. II), anatomista e médico de Pergamon, na antiga província de Mysia, na Ásia Menor, segundo a qual o sangue se transformava em “espírito vital” ao fluir do lado direito do coração, atravessando os pequenos poros do septo cardíaco para se misturar com o ar no ventrículo esquerdo, era aceita como dogma até a Idade Média.

William Harvey, 1628 (**Rebollo et al., 1999**) observou que durante o tempo em que o coração se move ele empalidece e que ao parar de movimentar-se adquire uma cor de sangue mais púrpura, ou seja, ao contrair o coração esvazia-se e, se as artérias enchem e se dilatam é porque o sangue é introduzido nelas através da contração dos ventrículos.

O problema da passagem do sangue das menores artérias às menores veias, que Harvey intuía, mas não pudera demonstrar por não existirem então aparelhos ópticos que o permitissem, só pôde ser resolvido com o advento do microscópio e a descoberta dos capilares em 1661 por Marcello Malpighi (**Di Dio, 1994**).

Com isso, ficou completo o conhecimento fundamental da circulação, como se entende atualmente: “uma rede fechada de vasos na qual o sangue, bombeado pelo coração, tem fluxo unidirecional determinado pelas válvulas”. O coração é um dos órgãos

mais focalizados pelo seu contínuo trabalho, e graças ao seu bombeamento, todos os vasos impelem continuamente e num só sentido o sangue e a linfa, os principais fluidos do corpo, conhecimento relativamente recente (**Di Dio e F. A. Jatene, 2002**).

Através de diversos estudos, verificou-se que o coração, como um órgão em constante atividade durante toda a vida animal, requer um significativo aporte sangüíneo, e para tanto, um sistema diferenciado de vasos.

Os vasos arteriais que suprem o coração são as artérias coronárias direita e esquerda, sendo responsáveis pela irrigação, respectivamente das câmaras cardíacas direita e esquerda. Em cães, saindo da base da aorta, surgem as duas aa. coronárias, sendo as ramificações provenientes da a. coronária esquerda mais significantes no suprimento cardíaco, segundo **Pianetto (1939)**, **Lücke (1955)**, **Bellman e Frank (1958)**, **Christensen e Campeti (1959)**, **Smith (1962)**, **James (1965)** e **Nickel, Schummer e Seiferle (1981)**.

Bellman e Frank (1958) afirmam que também o rato apresentou domínio na irrigação através da a. coronária esquerda. Em corações de porcos, do homem e de outros animais domésticos também houve esta evidência (**Christensen e Campeti, 1959** e **Weaver, Pantely, Bristow e Ladley, 1986**), assim também afirma **Nickel, Schummer e Seiferle (1981)** para a irrigação cardíaca de ovelha, cabra e boi, porém o suprimento sangüíneo do tipo coronário esquerdo, em seu trabalho não foi evidenciado em eqüinos e suínos, nestes o tipo de suprimento coronário é bilateral. **Reig, Jornet e Petit (1993)** analisando os segmentos do ventrículo esquerdo de corações humanos concluíram que o suprimento arterial deste depende fundamentalmente da artéria coronária esquerda, porém **Pianetto (1939)** descreveu o contrário.

James (1965) descreve a a. coronária direita como sendo uma circulação colateral e **Banai et al., 1994** salienta que o desenvolvimento dos vasos colaterais não é inteiramente compreendido: fatores mecânicos, mediadores químicos e fatores de

crescimento angiogênico já foram responsabilizados por este processo. A presença de isquemia observada em experimentos é um pré-requisito para o desenvolvimento de ramos colaterais, o que é consistente com o conceito de que fatores locais sejam responsáveis pelo desenvolvimento colateral. Segundo **Schlesinger (1938)** esses canais são formações neovasculares formadas a partir de uma obstrução arterial de progressão lenta. Porém estes canais inativos se abrem prontamente, demonstrando que embora a formação neovascular possa ocorrer, canais colaterais intercoronários dormentes estão presentes e demonstráveis seguindo estímulos apropriados. Foi o que concluiu **Smith em 1962**.

É presumível que as estruturas vasculares possam ser fatores fluxo-limitantes, segundo **Wiisten, Buss, Deist e Schaper (1977)**, os vasos determinam reserva de fluxo coronário regional na ausência de forças compressivas extravasculares. Logo, o fluxo sangüíneo é uma função de equilíbrio entre a região intravascular arterial e pressão tecidual extravascular. Contudo são as estruturas vasculares quem controlam o fluxo sangüíneo.

Estas formações vasculares ao se distribuírem pela parede ventricular, delimitam territórios bem definidos, que constituem regiões de suprimento sangüíneo, conhecido como segmentos cardíacos já estudados por **Spalteholz, 1907; Lücke, 1955; Di Dio e Rodrigues, 1983; Zamir e Chee, 1987; Piras, Rodrigues, Lopes e Di Dio, 1993; Reig, Jornet e Petit, 1993 e Souza, 2001**.

Este conhecimento tem um significado fundamental no que diz respeito às cirurgias cardíacas, objetivando a revascularização e restauração do tecido cardíaco ventricular.

Nós encontramos muitas anastomoses entre as aa. coronárias, seus ramos e sub-segmentos sobre a superfície do pericárdio, no trajeto intramuscular e principalmente no endocárdio, o que reafirmou os achados de **Spalteholz, 1907; Moore, 1930; Prinzmetal, Simkin, Bergman e Kruger, 1947 e Lücke, 1955**. A abundância de

anastomoses, por nós observadas, na região dos mm. papilares, foi também evidenciado por **Spalteholz, 1907; Lücke, 1955; Bellman e Frank, 1958; James, 1965; Duran e Gunning, 1968; Ranganathan e Burch, 1969; Muti e Tavormina, 1971; Madjarova, 1974 e Weaver, Pantely, Bristow e Ladley, 1986.**

O coração humano (**Prinzmetal, Simkin, Bergman e Kruger, 1947**) possui uma extensa circulação secundária com canais anastomóticos de vários tipos, sempre prontos a funcionar. Em corações humanos e de cães (**Bellman e Frank, 1958**) existem numerosas conexões arteriais, a maioria nas superfícies do epicárdio e endocárdio, neste relacionadas aos vasos papilares e trabeculares, em grande número.

Em relação aos mm. papilares, **James, 1965, Ranganathan e Burch, 1969 e Piras, Rodrigues, Lopes e Di Dio** descreveram a presença constante, no homem, de dois músculos no ventrículo esquerdo cujo suprimento sangüíneo tem origens múltiplas. O m. papilar anterior (no cão, m. papilar subauricular) é suprido primariamente por um ou vários ramos da artéria coronária descendente ou pelos ramos diagonais das aa. ventriculares esquerdas, mas também por ramos marginais terminais da a. circunflexa esquerda. O m. papilar posterior (no cão, m. papilar subatrial) é suprido pelos ramos terminais da superfície do diafragma do ventrículo esquerdo e pelos ramos terminais da a. circunflexa esquerda e da a. coronária direita, dados estes que confirmam nossos achados no cão.

Ranganathan e Burch, salientam que o trajeto, distribuição de área e arranjos das artérias que suprem estes músculos parecem estar relacionados ao seu estado morfológico global e **Piras, Rodrigues, Lopes e Di Dio** correlacionaram estes mm. papilares ao segmento anátomo-cirúrgico de forma a abordarem uma descrição mais precisa, observando que as aa. interventricular anterior, ramo lateral (dominante na irrigação deste músculo) e ramo marginal esquerdo que irrigam o m. papilar anterior, correspondem aos respectivos segmentos: da a. interventricular, do ramo o lateral e do ramo marginal esquerdo.

E, as aa. interventricular anterior, ramo lateral, ramo marginal esquerdo e a. interventricular posterior (dominante na irrigação deste músculo) que irrigam o m. papilar posterior, correspondem aos respectivos segmentos: da a. interventricular anterior, do ramo lateral, do ramo marginal esquerdo, do ramo ventricular posterior e da a. interventricular posterior.

Weaver, Pantely, Bristow e Ladley, 1986 realizaram o mesmo estudo em porcos, chegando a conclusão que a distribuição dos vasos artérias que suprem os músculos papilares é muito parecido com a do homem e **Teixeira-Filho, Roll, Soares e Carambula (2001)** realizaram este experimento em gado Hereford, concluindo que o m. papilar craniano (subauricular, no cão) é suprido pelo ramo colateral da a. paraconal descendente, em todos os casos, só ou junto com o ramo circunflexo da a. coronária esquerda. Já o m. papilar caudal (subatrial, no cão) é suprido pelas artérias que vêm principalmente do ramo circunflexo da a. coronária esquerda e também dos ramos descendente subsinuoso e descendente paraconal.

Crick, Sheppard, Yen Ho, Gebstein e Anderson (1998) observaram algumas diferenças anatômicas importantes entre os corações de porco e do homem, em relação a postura de ambos: comprimida do tórax de porcos comparado com o achatado dorso-ventral tórax humano, tais fatos podem afetar o desempenho pós-operatório em transplante.

Segundo, **Taylor (2000)** os mm. papilares do ventrículo esquerdo são propensos à isquemia, mas raramente se rompem, pois os sinusóides podem completar fluxo arterial normal. A reordenação dos mm. papilares, como técnicas cirúrgicas para redução do volume ventricular esquerdo, (**Nair et al, 2001**) é um suplemento para a revascularização coronária.

“Linus Pauling (1901 – 1994)

recebeu o prêmio Nobel de Química de 1954 e Nobel da Paz de 1962

- por sua campanha contra armas nucleares –

Foi uma personalidade popular, viveu até os 93 anos.

*Ele popularizou as megadoses diárias de vitamina C da ordem de gramas,
sendo o primeiro cientista a defender os benefícios desta vitamina para debelar os tumores.”*

6 – CONCLUSÕES

Do estudo que efetuamos, em 30 corações de cão (*Canis familiaris*, L. 1758), julgamos poder concluir que:

1. A irrigação arterial do coração de cão é realizada por ambas as aa. coronárias (direita e esquerda) e seus ramos, com predomínio da a coronária esquerda.
2. A a. coronária direita e seus ramos irrigam o átrio direito, o ventrículo direito e pequena porção do septo interventricular.
3. A a. coronária esquerda distribui-se através do ventrículo esquerdo, átrio esquerdo, septo interventricular e continua-se por todo o órgão através ou não de anastomoses.
4. A artéria coronária esquerda possui três ramos: a. septal que emite ramos por todo o septo interventricular; a. interventricular paraconal, que percorre o sulco interventricular anterior no sentido do ápice cardíaco, circundando-o em direção ao sulco interventricular posterior e a a. circunflexa, a qual circunda o sulco coronário em direção ao sulco interventricular posterior.
5. Os sub-segmentos da a. interventricular paraconal são: os ramos ventriculares à direita que direcionam-se à superfície esquerda do ventrículo direito e ao septo interventricular; os ramos ventriculares à esquerda que direcionam-se à superfície esquerda do ventrículo esquerdo e, o ramo colateral que estende-se à margem ventricular esquerda no sentido do vértice cardíaco.
6. Os sub-segmentos da a. circunflexa são: os ramos dorsais esquerdo que originam-se na porção inicial do ramo circunflexo e correm em direção ao ápice cardíaco, mas terminam antes; o ramo intermédio (marginal ventricular esquerdo) que inicia-se ao nível da face anterior da margem ventricular esquerda e estende-se próximo ao ápice cardíaco; o ramo da margem ventricular que inicia-se ao nível na margem ventricular esquerda e estende-se ao ápice cardíaco; os ramos dorsais direito que originam-se na

face direita do ventrículo esquerdo, caudalmente ao ramo interventricular subsinuoso e, o ramo interventricular subsinuoso que percorre o sulco interventricular posterior no sentido do sulco interventricular paraconal.

7. O músculo papilar subauricular é suprido pelos ramos da artéria coronária esquerda:

-interventricular paraconal ao nível do ápice ventricular em 09 dos 30 corações (30,00 %), e seus sub-segmentos: ramo colateral e ramos ventriculares à esquerda em 29 dos 30 corações (96,66 %);

-circunflexo, e seus sub-segmentos: ramos dorsais esquerdos e ramo intermédio (marginal ventricular esquerdo) em 26 dos 30 corações (86,66 %) e ramo da margem ventricular esquerda, em 02 dos 30 corações (2,88 %).

8. O músculo papilar subatrial é suprido pelos ramos da artéria coronária esquerda:

-interventricular paraconal ao nível do ápice ventricular em 09 dos 30 corações (30,00 %), e seus sub-segmentos: ramo colateral e ramos ventriculares à esquerda em 10 dos 30 corações (33,33 %);

-circunflexo, e seus sub-segmentos: ramos dorsais esquerdos em 01 dos 30 corações (3,33 %); ramo da margem ventricular esquerda em 02 dos 30 corações (2,88 %); ramos dorsais direitos em 16 dos 30 corações (53,33 %); ramo intermédio (marginal ventricular esquerdo) e ramo interventricular subsinuoso em todos os 30 corações estudados (100 %).

9. Várias anastomoses foram observadas entre os ramos interventricular paraconal e seu sub-segmento colateral, além dos sub-segmentos do ramo circunflexo: intermédio, da margem ventricular esquerda e o interventricular subsinuoso, por toda a superfície e em todos os segmentos de forma intensa, principalmente no ápice cardíaco, a maioria perto da superfície do epicárdio. Assim como foram observadas anastomoses em relação aos vasos papilares e trabeculares ao nível do endocárdio.

“Liberato John Alphonse Di Dio – 07/05/1920 – aos 83 anos é possuidor de uma das mais brilhantes carreiras de educador e cientista, um entusiasta nato.

Seu vigor intelectual e sua disposição para o trabalho são admiráveis, revelando-o como um pesquisador incansável na busca do conhecimento científico e na maneira cordial e terna com que passa seus conhecimentos adiante.

É um humanista e defensor apaixonado pelo estudo da Anatomia como garantia para a formação de bons profissionais na área biomédica.

Durante sua carreira contribuiu para a formação de grandes especialistas médicos, no Brasil e no Exterior, através de suas palestras, livros e trabalhos publicados, sempre preocupado com a Vida Humana. No seu Tratado de Anatomia Sistêmica Aplicada, ele salienta:

O estudante deve aprender a matéria COM o professor, SEM o professor, APESAR do professor e até CONTRA o professor, se for necessário.”

REFERÊNCIAS

BANAI, S.; JAKLITSCH, M. T.; SHOU, M.; LAZAROUS, D. F.; SCHEINOWITZ, M.; BIRO, S.; EPSTEIN, S. E.; UNGER, E. F. **Angiogenic-Induced Enhancement of Collateral Blood Flow to Ischemic Myocardium by Vascular Endothelial Growth Factor in Dogs.** *Circulation*, [S.l.: s.n.], 1994. v. 89, 5, p. 2183-2189.

BELLMAN, S.; FRANK, H. A. **Intercoronary Collaterals in Normal Hearts.** *Journal Thoracic Surgery*, [s.n.], Boston, Mass, 1958. v. 36, p. 584-603.

CARVALHO, R. G. **Nomenclatura e Anatomia das Artérias Coronárias.** *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, [S.l.: s.n.], 1978. v. 31, 6, p. 415-420.

CHRISTENSEN, G. C.; CAMPETI, F. L. **Anatomic and Functional Studies of the Coronary Circulation in the Dog and Pig.** *American Journal Vet. Res.*, [s.n.], Ames, Iowa and Rochester, New York, 1959. v. 20, p. 18-26.

CLIMENT, S.; MURILLO-FERROL, N. L.; Editor: SCHALLER, O. **Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature.** 1 ed. (Acribia), Espanha, 1996. p. 236-237.

CRICK, S. J.; SHEPPARD, M. N.; HO, S.Y.; GEBSTEIN, L.; ANDERSON, R. H. **Anatomy of the Pig Heart: Comparisions with Normal Human Cardiac Structure.** *Journal of Anatomy*, [s.n.], Cambridge, London, 1998. v. 193, p. 105-119.

DIDIO, L. J. A. 1994. **Anatomic Surgical Segmentation of the Live of the Future of Science has begun Cervical Chemical, Biochemical and Celular Topology.** Carlo Erba Foundation Vol. II procedig confiti of the 2nd International Conference of Milão. November, 27, 28, 1992. 127-150.

DIDIO, L. J. A.; JATENE, F. A. **Sistema Circulatório (Cardiovascular). In: Tratado de Anatomia Sistêmica Aplicada.** Ed. Atheneu, 2 ed; São Paulo, Brasil, 2002, v. 2, n. 11, p. 299-430.

DI DIO, L. J. A.; RODRIGUES, H. **Cardiac Segments in the Human Heart.** *Anatomia Clínica*, [s.n.], Brasil, 1983. v. 5, p. 115-124.

DURAN, C. M. G.; GUNNING, A. J. **The Vascularization of the Heart Valves: A Comparative Study.** *Cardiovasc. Res.*, [s.n.], Oxford, England, 1968. v. 2, 3, p. 290-296.

ELLENBERGER, W.; BAUM, H. **Systematische topographische Anatomie des Hundes,** Berlin (1891) S. 366.

EVANS, H. E. **Miller's Anatomy of the Dog.** 3 ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 1993. p. 595-596.

GROSS, L.; KÜGOL, M. A. **Am. Heart J.** 9: 165, 1933.

HAMMER, C.(1991). **Evolutionary, Physiological and Immunological Considerations in Defining a suitable donor for man. In: Xenotransplantation: The Transplantation of Organs and Tissues between Species**(ed. Cooper DKC, Kemp E., Reemtsma K., White DJG), pp. 429-438, Berlin: Springer.

HENLE, J. **Handbuch der Gefasselehre des Menschen**. Braunschweig, Verl. Vieweg u. Sohn, 1871.

JAMES, T. N. **Anatomy of the Coronary Arteries in Health and Disease**. Circulation, [S.l.: s.n.], 1965. v. 32, p. 1020-1033.

JENSEN, M. O.; FONTAINE, U. U.; YOGANATHAN, U. P. **Improved in Vitro Quantification of the Force Exerted by the Papillary Muscle on the Left Ventricular Wall Three Dimensional Force Vector Measurement System**. Ann. Bopmed. Eng., [S.l.:s.n.], 2001. v. 29, 5, p. 406-413.

LUCKE, REINOLD. **Blutgefäßversorgung des Hundeherzens**. Hannover, 1955. p. 1-39.

MADJAROVA, M. **Observation sur la Vascularisation des Piliers du Coeur**. Folia Morfologica, [s.n.], Varna, Bulgarie, 1974. v. 22, 2, p. 142-144.

MENICANTI, L.; DI-DONATO, M.; FRIGIOLA, A.; BUCKBERG, G.; SANTAMBROGIO, C.; RANUCCI, M.; SANTO, D. **Ischemic Mitral Regurgitation: Intraventricular Papillary Muscle Imbrication without Mitral Ring during Left Ventricular Restoration**. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., [S.l.: s.n.], 2002. v. 123, 6, p. 1041-1050.

MOORE, R. A. **The Coronary Arteries of the Dog**, Amer. Heart J., (1930) 5:743-749.

MUTI, R.; TAVORMINA, V. **Contributo alla Conoscenza della vascolarizzazione dei muscoli papillari del cuore umano**. Minerva Cardioangiologica, [S.l.: s.n.], 1971. v. 19, 1, p. 56-60.

NAIR, R. U.; WILLIAMS, S. G.; NWAFOR, K. U.; HALL, A. S.; TAN, L. B.; **Left Ventricular Volume Reduction without Ventriculectomy**. Ann. Thoracic. Surg., [S.l.: s.n.], 2001. v. 71, 6, p. 2046-2049.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. **The Anatomy of the Domestic Animals**. Berlim, Paul Parey, p. 46-9, 1981.

OKOSHI, M. P.; OKOSHI, K.; PAI, V. D.; PAI-SILVA, M. D.; MATSUBARA, L. S.; CICOONA, A.C. **Mechanical, Biochemical, and Morphological Changes in the Heart from Chronic Food-Restricted Rats**. Can. J. Physiol. Pharmacol., [S. l.: s.n.], 2001. v. 79, 9, p. 754-760.

PIANETTO, M. B. **The Coronary Arteries of the Dog**. American Heart Journal, [s.n.], Rosario, Argentina, 1939. p. 141-153.

PINTO, J. G. **Some Mechanical Considerations in the Selection and Testing of Papillary Muscles**. Journal of Biomechanical Engineering, [s.n.], San Diego, 1980. v. 102, 1, p. 62-66.

PIRAS, C.; RODRIGUES, H.; LOPES, A. C.; DI DIO, L. J. A. **The Relationship between the Papillary Muscles and the Anatomicosurgical Segments of the Left Ventricle of the Human Heart**. Rev. Ass. Med. Brasil, [s.l.: s.n.], 1993. v. 39, 3, p. 135-140.

PRINZMETAL, M; SIMKIN, B; BERGMAN, H. C.; KRUEGER, H. E. **Studies on the Coronary Circulation. II. The Collateral Circulation of the Normal Human Heart by Coronary Perfusion with Radioactive Erythrocytes and Glass Spheres.** American Heart Journal, [s.n.], Los Angeles, California, 1947. v. 33, p. 420-442.

RANGANATHAN, N.; BURCH, G. E. **Gross Morphology and Arterial Supply of the Papillary Muscles of the Left Ventricle of Man.** American Heart Journal, [s.n.], New Orleans, 1969. v. 77, 1, p. 506-516.

REBOLLO, et al. **Cadernos de Tradução. In: Estudo Anatômico sobre o Movimento do Coração e do Sangue nos Animais, William Harvey, Frankfurt 1628.** [s.n.], São Paulo, Brasil, 1999. n. 5, p. 3-92.

REIG, J.; JORNET, A.; PETIT, M. **Segmentary Analysis of the Coronary Artery Distribution in the Left Ventricle,** Surgical Radiologic Anatomy, 1993. 15:91-97.

SCHLESINGER, M. J. **An Injection plus Dissection Study of Coronary Artery Occlusions and Anastomoses.** American Heart Journal, [s.n.], Boston, Mass, 1938. p. 528-568.

SMITH, G. T. **The Anatomy of the Coronary Circulation.** American Journal Cardiology, [s.n.], Boston, Massachusetts, 1962. v. 9, p. 327-342.

SOUZA, N. T. M.; DI DIO, L. J. **Segmentação Anátomo-Cirúrgica Arterial e Venosa dos Ventriculos do Coração de Cão(Canis Familiaris – L. 1758).** São Paulo, 2001. 99 f. Tese(Doutorado) - FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, 2001.

SPADA, D. **The Cardio-aortic and Cardio-pulmonary Arteries and the Nutrient Vessels of the Inferior Vena Cava and of the Pulmonary Veins of Coronary Origin.** Arch ilal. Anat. Istol. Pat., 33: 22, 1962.

SPALTEHOLZ, W. **Die Coronararterien des Herzens.** Anat. Anz. 30 Erg. Bd., [S.l.: s.n.], 1907. p. 141-153.

TAYLOR, J. R.; TAYLOR, A. J. **Thebesian Sinusoids: Forgotten Collaterals to Papillary muscles.** Can. j. Cardiol., [S.l.: s.n.], 2000. v. 16, 11, p. 1391-1397.

TEIXEIRA-FILHO, A.; ROLL, C.; SOARES, C. L.; CARAMBULA, S. F. **The Blood Supply of the Papillary Muscles of the Left Ventricle in the Hereford Cattle.** Ital. J. Anat. Embryol., [S.l.: s.n.]. 2001. v. 106, 4, p. 293-298.

WEARN, J. T.; METTIER, S. R.; KLUMPP, T. E.; ZSCHIESCHE, L. J. **The Nature of the Vascular Communications between the Coronary Arteries and the Chambers of the Heart.** Am. Heart J.; 9: 143, 1933.

WEAVER, M. E.; PANTELY, G. A.; BRISTOW, D.; LADLEY, H. D. **A Quantitative Study of the Anatomy and Distribution of Coronary Arteries in Swine in Comparison with other animals and man.** Cardiovascular Research, [S.l.: s.n.], 1986. v. 20, p. 907-917.

WIISTEN, B.; BUSS, D. D.; DEIST, H.; SCHAPER, W. **Dilatory Capacity of the Coronary Circulation and its Correlation to the Arterial Vasculature in the Canine Left Ventricle.** Basic Research in Cardiology, [S.l.: s.n.], 1977. v. 72, p. 636-650.

VISCHIA, R. Beitrag zum Studium der Arteriae Coronariae Cordis. **Anatomischer Anzeiger**, v.31, p.487-91, 1926.

ZAMIR, M.; CHEE, H. **Segment Analysis of Human Coronary Arteries.** Blood Vessels, [S.l.: s.n.], 1987. v. 24, p. 76-84.