

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIZ FERNANDO KUBRUSLY

ARTERIALIZAÇÃO COMPLETA E DEFINITIVA DO SISTEMA VENOZO DO  
CORAÇÃO DE CARNEIROS

CURITIBA

1995

LUIZ FERNANDO KUBRUSLY

ARTERIALIZAÇÃO COMPLETA E DEFINITIVA DO SISTEMA VENOSO DO  
CORAÇÃO DE CARNEIROS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Clínica Cirúrgica.

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Malafaia

CURITIBA

1995

K95 Kubrusly, Luis Fernando  
Arterialização total e definitiva do sistema venoso do coração  
de carneiros [recurso eletrônico] / Luis Fernando Kubrusly. –  
Curitiba, 1995.

Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em  
Clínica Cirúrgica. Setor de Ciências da Saúde. Universidade  
Federal do Paraná.  
Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Malafaia

1. Perfusão miocárdica. 2. Revascularização miocárdica.  
3. Procedimentos cirúrgicos cardíacos. 4. Experimentação animal.  
I. Malafaia, Osvaldo. II. Programa de Pós-Graduação em Clínica  
Cirúrgica. Setor de Ciências da Saúde. Universidade Federal do  
Paraná. III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CLÍNICA CIRÚRGICA  
NÍVEIS MESTRADO - DOUTORADO

Parecer Conjunto da  
Comissão Examinadora de Avaliação  
de Tese

Aluno: LUIZ FERNANDO KUBRUSLY

Título da Dissertação: "ARTERIALIZAÇÃO COMPLETA E DEFINITIVA DO SISTEMA VENOSO DO CORAÇÃO DE CARNEIROS"

Conceitos Emitidos:

Prof. Dr. Jurandir M. Ribas Filho	- Conceito Emitido	A	Equivalência	10,0
Prof. Dr. Renato Tambara Filho	- Conceito Emitido	A	Equivalência	10,0
Prof. Dr. Antonio de Pádua Jazbik	- Conceito Emitido	A	Equivalência	10,0
Prof. Dr. Noedir Antonio G. Stolf	- Conceito Emitido	A	Equivalência	10,0
Prof. Dr. Paulo Franco de Oliveira	- Conceito Emitido	A	Equivalência	10,0

Conceito Final de Avaliação:

*Aprovado com conceito A e equivalência a nota 10,0*

Curitiba 31 de janeiro de 1995.

*[Assinatura]*  
Prof. Dr. Jurandir Marcondes Ribas Filho

*[Assinatura]*  
Prof. Dr. Renato Tambara Filho

*[Assinatura]*  
Prof. Dr. Antonio de Pádua Jazbik

*[Assinatura]*  
Prof. Dr. Noedir Antonio Gruppo Stolf

*[Assinatura]*  
Prof. Dr. Paulo Franco de Oliveira

## AGRADECIMENTOS

*“Uma vez fizeram-me notar que não se distinguem pelo tamanho as sementes que durão ervas anuais das que vão produzir árvores centenárias”*

*Josemaria Escrivá*

Ao Prof. Dr. Osvaldo Malafaia

- Orientador deste trabalho, pelo contínuo estímulo a nossa formação e apoio nas etapas desta tese.

Ao Dr. Ivan Casagrande

- Amigo, incentivador e patrocinador deste trabalho experimental.

Ao Dr. Milton Santoro

- Colega e amigo pela capacidade de trabalho e solidariedade na realização desta tese.

Ao Dr. Paulo Henrique Stahlke

- Pela ajuda na revisão bibliográfica.

A Dra. Denise Bermudez Kubrusly

- Minha esposa, companheira de todos os momentos . .

Aos meus filhos Fernando e Flávia

razão da minha vida.

Aos meus pais Moises e Dulce Kubrusly

pelo contínuo estímulo a minha vida profissional.

Ao laboratórios Labcor e DMG e suas equipes que colocaram o interesse científico acima do financeiro.

Um sincero agradecimento a vocês que foram parte integrante desta tese.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (períodos A, B, C, D e E).....21
- Figura 2 - Exposição da veia interventricular anterior (V), em sua porção cefálica, que receberá o enxerto da artéria torácica interna esquerda .....22
- Figura 3 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (períodos A, B, C, D e E). .....24
- Figura 4 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (períodos A, B, C, D e E). .....25
- Figura 5 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (períodos A, B, C, D e E). .....27
- Figura 6 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (períodos A, B, C, D e E). .....27
- Figura 7 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (períodos A, B, C, D e E). .....28
- Figura 8 - Aspecto do coração (face pulmonar) imediatamente após o sacrifício do animal para avaliação macroscópica e posteriormente microscópica. Observa-se o enxerto da artéria torácica interna bovina anastomosada ao seio coronário. ....36

Figura 9 - Tecido muscular cardíaco, mostrando na região subepicárdica vasos congestionados com focos de hemorragia e discreto edema Animal nº 5. ....	37
Figura 10 - Tecido cardíaco com focos de hemorragia, discreto edema, marginalização leucocitária e diapedese. Fibra muscular contendo cisto de toxoplasma gondii. Animal nº 7. ....	38
Figura 11 - Fibra muscular cardíaca contendo cisto de toxoplasma gondii. Animal nº 7 .....	38
Figura 12 - Injeção de contraste seletiva no enxerto aorta-seio coronário (seccionando na anastomose proximal) (A e B). Observa-se o enchimento gradativo do sistema venoso e em seguida (C e D) o enchimento das cavidades cardíacas com contraste. Não há passagem de contraste para a aorta através dos óstios (ligados). Estudo realizado na peça cirúrgica removida no sacrifício do animal. ....	39

## RESUMO

A perfusão miocárdica por via retrógrada, através do sistema venoso do coração tem sido comprovada por inúmeros trabalhos na literatura em coração parado ou com fluxo arterial coronário anterógrado parcial ou totalmente presente. O objetivo deste trabalho é a demonstração experimental em carneiros da possibilidade de perfusão miocárdica total e definitiva através do sistema venoso do coração em atividade, utilizando enxerto da artéria torácica interna bovina preservada em glutaraldeído em posição aorto-seio coronário, com ligadura completa dos óstios coronários. Foram utilizados 7 carneiros adultos submetidos ao procedimento de ponte aorto-seio coronário, oclusão dos óstios coronários e oclusão parcial cefálica do seio coronário. Foram divididos em 2 grupos quanto ao período de observação: Grupo I - 8, 12 e 20 horas e Grupo II - 23, 18 e 25 horas. No Grupo II houve uma morte na 18ª hora pós-operatória. A evolução pós-operatória foi instável nos animais 2 e 7. No animal 2 houve necessidade de sutura dos óstios no início do procedimento. O animal 7 apresentava quadro de miocardite por toxoplasma, identificado no sacrifício do animal. O estudo angiográfico foi realizado nos animais 4, 5 e 7 e revelaram patência dos enxertos, perfusão miocárdica global, porém com fluxo preferencial para o ventrículo direito. Conclui-se que é possível perfundir o miocárdio de carneiros, mantendo-os vivos, através da arterialização do sistema venoso do coração, com ligadura dos óstios coronários.

Palavras-chave - perfusão miocárdica; revascularização miocárdica; procedimentos cirúrgicos cardíacos.

## ABSTRACT

The retrograde myocardium perfusion, through the venous system of the heart, has been demonstrated in the literature either in a non-beating heart or with antegrade flow through the coronary arteries. The aim of this experimental study is the demonstration of total myocardium perfusion through the venous system of beating hearts, using bovine internal thoracic arteries grafts preserved in Glutheraldeide in the position aorto-coronary sinus with complete ligature of the coronary ostium of adults sheep. Seven sheep were submitted to the procedure as follow: aorto-coronary sinus grafting, ligature of coronary ostium and cephalic partial occlusion of the coronary sinus. The animals were divided in two groups, according to the period of follow up. Group I - 8, 12 and 20 hours and Group II - 23, 18 and 25 days. There was 1 death in Group II at the 18th hour of post-operative time. In the follow up, animal 2 and 7 developed low cardiac output. The animal nQ 2 had his coronary ostium sutured at the beginning of the procedure. Animal 7 showed myocardites by toxoplasma, identified at the microscopic studies of the heart. The angiographic studies were performed in animal 4, 5 and 7, and showed patency of the grafts, global myocardium perfusion with some preferential flow to the right ventricle. This study demonstrated the possibility of myocardium perfusion in hearts of sheep, through the arterialization of the venous system with ligature of the coronary ostium.

Keywords - myocardial perfusion; myocardial revascularization; cardiac surgical procedures.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 ANATOMIA.....	13
1.2 OBJETIVO.....	14
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
2.1 AMOSTRA .....	15
2.2 PRÉ-OPERATÓRIO .....	15
2.3 ANESTESIA .....	16
2.4 ATO OPERATÓRIO .....	16
2.5 EVOLUÇÃO TRANS E PÓS-OPERATÓRIA .....	19
2.6 ESTUDO ANÁTOMO-PATOLÓGICO.....	29
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
3.1 ESCOLHA DO ANIMAL.....	30
3.2 ANESTESIA .....	30
3.3 ATO OPERATÓRIO .....	31
3.3.1 Incisão .....	31
3.3.2 Circulação extracorpórea e cardioplegia.....	31
3.3.3 Ligadura dos óstios coronários .....	31
3.3.4 Exposição, anastomose e ligadura do seio coronário .....	32
3.3.5 Escolha do enxerto .....	32
3.3.6 Arterialização do sistema venoso propriamente dita .....	32
3.4 EVOLUÇÃO CLÍNICA .....	35
3.5 OBSERVAÇÃO ANÁTOMO-PATOLÓGICA .....	36
3.5.1 Observação macroscópica .....	36
3.5.2 Observação microscópica .....	37
3.6 CONTROLE ANGIOGRÁFICO.....	37
3.7 MORTALIDADE.....	39
<b>4 DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A observação de que o sistema venoso coronário não é afetado pelo processo aterosclerótico (AREALIS et al., 1973 e ANDREALIS et al, 1974) tem gerado grande interesse na possibilidade de utilização deste sistema coronário para revascularização do tecido miocárdio isquêmico.

A possibilidade de perfusão miocárdica retrógrada através das veias coronárias foi descrito inicialmente em 1898, quando PRATT (APUD GARDNER et al., 1974) conseguiu manter um coração de gato por algumas horas, com contrações miocárdicas, utilizando perfusão arterializada pelo seio coronário.

BATSON & BELLET em 1930 demonstraram em uma série de experimentos que o fluxo no seio coronário seria revertido em animais que apresentassem queda na pressão arterial, concomitante com aumento da pressão intra-atrial.

Estes experimentos procuraram relacionar fatos observados clinicamente onde ocorria o desaparecimento de angina do peito nos pacientes que desenvolviam queda na pressão arterial concomitante com o aumento da pressão intra-atrial, nos casos de insuficiência cardíaca.

Os achados experimentais e clínicos descritos por ECKSTEIN & LEIGHNINGER em 1954 confirmaram os estudos de BATSON & BELLET (1930), porém foram inconsistentes pelo fato das alterações hemodinâmicas terem sido causadas de forma muito rápida, o que não ocorria na clínica quando os pacientes apresentavam estas alterações em prazo mais prolongado. Estes experimentos levaram ROBERTS et al. (1943) e BECK ( 1948) a descreverem trabalhos experimentais e clínicos sobre a arterialização do seio coronário. Em 1954 haviam sido realizadas por BECK & LEIGHNINGER 186 operações em pacientes com doença coronária aterosclerótica. Ele descreveu sua operação da seguinte forma:

*“Nossa operação número II consiste inicialmente no desvio de sangue arterializado para o seio coronário. Isto é obtido inicialmente, com a colocação de um enxerto livre de veia entre a aorta e o seio coronário ou pela anastomose direta entre estas duas estruturas. O segundo estágio desta operação é realizado*

*duas ou três semanas mais tarde e consiste na - oclusão de seio coronário no local de entrada deste na aurícula direita. Esta oclusão aumenta a pressão do sangue do seio e produz fluxo retrógrado ". (Tradução do autor).*

A operação de BECK II, reduziu a incidência de morbidade e mortalidade em casos selecionados de doença coronária aterosclerótica segundo descrições de ECKSTEIN & LEIGHNINGER (1954) e BECK & LEIGHNINGER (1954).

Apesar da melhora nestes índices, a operação de BECK II, nas próprias mãos do autor, apresentava taxas de mortalidade de 29%. FEIL (1953) relatou mortalidade de até 37,8%. Mais recentemente MOELL et al. (1973) reportou melhores resultados, porém ainda altos para os dias de hoje.

As causas principais desta alta taxa de mortalidade do procedimento, descrita na literatura, foram a deficiente drenagem venosa que levava ao engurgitamento do seio coronário, edema e hemorragia miocárdica e finalmente falência cardíaca.

Com o advento da anastomose direta aorto-artéria coronária, a operação de Beck II não atingiu a utilização esperada e acabou abandonada.

Vários experimentos recentes, utilizando técnicas mais sofisticadas procuravam demonstrar a perfusão do miocárdio através do sistema venoso. CHIU & MULDER em 1975 descreveram duas séries de experimentos. No primeiro grupo de carneiros a artéria torácica interna esquerda foi anastomosada à veia cardíaca magna. O fluxo de sangue através da artéria torácica interna esquerda era medido e o efeito protetor contra a isquemia produzida simultaneamente pela oclusão da artéria interventricular anterior, era estudado. O seguimento variou de 48 horas a 5 meses, após o qual o coração dos animais era reexplorado e examinado por microscopia ótica e eletro-microscopia. Em um segundo grupo, microesferas radioativas (diâmetro de  $15 + 5 \mu$ ) foram utilizadas para determinar a magnitude do "fluxo nutricional". Foram utilizados 12 cães, onde injetavam-se sob pressão na veia cardíaca magna estas microesferas, retrogradamente em direção ao ápice cardíaco. A relação de radioatividade nas áreas miocárdicas foi usada como índice nutricional ou de fluxo sanguíneo. As conclusões mostraram que o fluxo de sangue retrógrado através das anastomoses foi excelente com um padrão predominante diastólico de perfusão. As áreas de infarte foram reduzidas e localizadas preferencialmente no ápice cardíaco.

Quanto a distribuição das microesferas observou-se homogeneidade porém houve maior concentração nos capilares venosos quando comparado com a injeção feita diretamente na artéria coronária. Este fato podia indicar fluxo venovenoso, sem participação na nutrição celular.

HOCHBERG et al. em 1979, estudou angiograficamente de 3 a 5 meses, anastomoses aorta-veia cardíacas magna com boa taxa de patência (10 de 14 cães). Após o estudo angiográfico o animal era reexplorado, e microesferas radioativas eram injetadas nos enxertos venosos. Medições de microesferas antes e após a oclusão proposital destes enxertos revelaram queda importante nas concentrações dos mesmos no tecido miocárdico após oclusão do enxerto aorta-veia coronária.

Tanto os trabalhos de CHIU & MULDER (1975) como HOCHBERG et al. (1979) revelaram um fato de grande importância. A perfusão de sangue arterializado através do sistema venoso foi mais evidente quando havia fechamento completo proximal da artéria correspondente.

Inúmeras publicações contemporâneas com respeito à proteção miocárdica por via retrógrada durante os casos de cirurgias cardíacas vieram fortalecer nossos conhecimentos de que pode haver nutrição miocárdica por via retrógrada pelo sistema venoso do coração. A paralisação do coração induzida pela solução cardioplégica é causada pelo influxo de K<sup>+</sup> (rico nestas soluções) para o interior da célula. Se a solução cardioplégica injetada no seio coronário foi capaz de paralisar o coração, deduz-se que por esta via há acesso ao interior celular. Outro fato importante é o aparecimento de sangue escuro, dessaturado de oxigênio nos óstios coronários após infusão no seio coronário de sangue vermelho, saturado em oxigênio.

KUBRUSLY em 1993, demonstrou anatomicamente perfusão miocárdica através do sistema venoso do coração em atividade. No seu grupo de sete pacientes a revascularização foi realizada com artéria torácica interna esquerda anastomosada na veia cardíaca magna. A característica principal deste grupo de pacientes era a total oclusão da artéria coronária com o respectivo infarto da face esternocostal, com ou sem formação de aneurisma. A modificação técnica principal do procedimento foi a ligadura parcial cefálica da veia. Até então as técnicas descritas faziam a ligadura total da veia cefalicamente com objetivo de evitar a formação de fístula arteriovenosa. Isto, no entanto, não permitia um desaguamento adequado do enxerto de artéria torácica interna e a oclusão destes enxertos era precoce. Com a modificação técnica da

ligadura parcial descrita pelo autor, o desaguamento permitiu patência prolongada dos enxertos sem contudo favorecer a formação de fístula/arteriovenosa de alto fluxo.

Com o progresso da cirurgia de revascularização miocárdica direta aorta-artéria coronária em pacientes mais complexos e com doença aterosclerótica coronária difusa, muitas vezes os cirurgiões se deparam com situações anatômicas adversas para a realização da anastomose. Para estes pacientes a utilização do sistema venoso como via de revascularização miocárdica pode ser a única possibilidade.

## 1.1 ANATOMIA

A drenagem venosa do coração compreende três grupos interrelacionados: sistema da veia cardíaca magna, sistema das veias cardíacas acessórias e vias cardíacas mínimas (Thebesio).

### A) SISTEMA DA VEIA CARDÍACA MAGNA

Corresponde ao maior retorno venoso do coração e inclui as veias coronárias subepicárdicas. Nasce no ápice do coração, segue o sulco interventricular anterior, dobrando-se ao nível dos átrios e percorrendo o sulco coronário e ao chegar à face pulmonar do coração abre-se no átrio direito.

#### Seio da veia cardíaca magna

É a porção terminal dilatada da veia cardíaca magna. Situa-se no sulco coronário, abaixo do átrio. Abre-se no átrio direito abaixo da veia cava inferior. Seu orifício apresenta duas válvulas incompletas (Thebesib e Vieussens).

#### Afluentes da veia cardíaca magna

Recebe em sua porção ascendente veias procedentes dos ventrículos, em sua porção transversal veias procedentes do átrio esquerdo e do ventrículo esquerdo incluindo a veia oblíqua do átrio esquerdo.

#### Afluentes do seio

A veia oblíqua do átrio esquerdo (veia de Marshall); veia posterior do ventrículo esquerdo; veia cardíaca média; veia cardíaca parva. Nenhuma dessas veias possui válvulas ou se as tem, são incompetentes.

### B) SISTEMA DAS VEIAS CARDÍACAS ACESSÓRIAS

São veias que se abrem diretamente no átrio direito e são em número de quatro situadas na face esternocostal do ventrículo direito. A mais importante é a veia marginal direita ou veia de Galena, que abre-se na base do átrio direito.

### C) VEIAS CARDÍACAS MÍNIMAS (Thebesio)

São vasos de pequeno calibre que se abrem nas cavidades do coração por orifícios especiais chamados de foramínulas (L. TESTUT & A LATARJET, 1979). São encontrados inclusive no septo interatrial. Alguns destes vasos comunicam-se com o sistema da veia cardíaca magna. Estas comunicações podem explicar o fluxo venovenoso descrito por autores que tentaram arterializar o sistema venoso do coração (CHIU & MULDER, 1975).

CREGG & FISHER (1963), através de estudos anatômicos experimentais determinaram que 48% do fluxo venoso cardíaco é drenado no seio coronário; 3% drenado no ventrículo direito pelas veias cardíacas mínimas; 12% no átrio direito pelas veias cardíacas acessórias e 5% no ventrículo esquerdo pelos sinusóides miocárdicos.

## 1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo demonstrar experimentalmente a possibilidade de perfusão miocárdica total através do sistema venoso cardíaco de carneiros adultos com coração em atividade, utilizando enxerto de artéria torácica interna bovina, preservada em glutaraldeído, aorto-seio coronário e ligadura completa dos óstios coronários.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi executado no Centro de Cirurgia Experimental do Laboratório Labcor na cidade de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, no período de setembro de 1993 a janeiro de 1994.

Utilizou-se a Nomina Anatômica humana de 1980 (5ª edição) e a Nomina Anatômica veterinária de 1983.

Aplicam-se as normas para referências bibliográficas e abreviaturas de títulos e periódicos (NBR - 6023) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de 1989 e as Normas para Apresentação de Trabalhos da Universidade Federal do Paraná de 1992.

Todos os animais foram tratados de acordo com os princípios básicos prescritos na International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals.

### 2.1 AMOSTRA

Utilizaram-se 7 carneiros mestiços, adultos, com peso variando entre 32 a 54 kg (média 41, 7 kg). Os animais não apresentavam sinais de doença e eram provenientes do próprio biotério da Labcor onde foram criados confinados obtendo dieta controlada. Esse biotério existe para prover animais e experimentação para o Laboratório Labcor. Utilizaram-se os animais de forma semelhante àquela para os experimentos próprios da Labcor.

De início os animais foram selecionados de forma randomizada, conforme tabela de randomização do próprio laboratório. Após o 2º animal, deu-se preferência aos animais de maior porte, devido a facilidade do procedimento e a melhor capacidade de suportar o pós-operatório.

### 2.2 PRÉ-OPERATÓRIO

Os animais escolhidos para o experimento eram separados por um período de 15 dias onde recebiam ração balanceada, tendo livre acesso a água. Receberam tratamento para parasitoses orientado pelos veterinários do Labcor.

Doze horas antes do início do procedimento os animais eram deixados em jejum absoluto, submetidos a tosa parcial e banho com sabão neutro e confinados a

ambiente semi-estéril. Este ambiente era de acesso exclusivo a técnicos e médicos devidamente paramentados, fluxo de ar com pressão positiva e controle de dejetos dos animais.

Sessenta minutos antes do procedimento cada animal recebeu ketamina (ketalar®) 0mg/kg) por via intramuscular como base anestésica.

### 2.3 ANESTESIA

Sob o efeito do pré-anestésico, procedia-se a tricotomia do hemitórax esquerdo e do pescoço. Sob contenção manual, puncionava-se a veia jugular interna onde se introduzia cateter para infusão venosa. A indução anestésica era realizada com solução de tiobarbiturato 1-metil-butil etil sódico (Thionembutal ®, Abbott), por via endovenosa na dose de 25 mg por kg/peso.

Procedia-se então a intubação orotraqueal e o animal era mantido sob anestesia inalatória com halotano (Fluotanê1D Horchst), óxido nitroso e oxigênio. A partir do 4º animal, utilizou-se antibioticoterapia profilática na indução anestésica, via endovenosa com 1 g de cefalotina sódica (Keflin, Lilly). Introduzia-se a sonda orogástrica para esvaziamento contínuo do estômago. Suturavam-se eletrodos em membros anteriores e posteriores para obtenção do eletrocardiograma contínuo dos animais.

### 2.4 ATO OPERATÓRIO

Com o animal em decúbito lateral esquerdo efetuava-se a limpeza mecânica do hemitorax esquerdo com solução degermante de polivinilpirrolidona-iodo (Povidine ®oegermante, Darrow) e a anti-sepsia da região com solução tintura de polivinilpirrolidona-iodo (Povidine ® - Tintura, Darrow).

Procedia-se então a colocação de campos operatórios e toracotomia lateral esquerda que era realizada com bisturi elétrico

Fixavam-se campos secundários ao subcutâneo.

O espaço pleural era aberto e o pulmão afastado com o uso de compressas úmidas. O pericárdio era amplamente aberto e fixado às bordas da incisão com fios de algodão.

Após injeção intravenosa de heparina na dose de 3mg/kg/peso (Liquemine ®, Roche), realizavam-se duas bolsas na aorta ascendente com fio de poliéster 3-0 cardiovascular (Ethibond ®, Ethicon) para introdução de cânula aórtica e do cateter para medição da pressão arterial, no átrio direito também com o mesmo fio numa bolsa para introdução de cânula para retorno venoso.

Introduzia-se a cânula aórtica (DMG® nº 14) e a venosa (DMG® nº 43) e que eram conectadas ao circuito de circulação extracorpórea previamente montado. O circuito era composto por oxigenador de bolhas (DMG®) tipo pediátrico médio, circuito de tubos, reservatório de cardiectomia e cardioplegia (DMG®) e máquina de circulação extracorpórea tipo rolete (DMG®).

A circulação extracorpórea era iniciada e o animal esfriado até 27° C.

A aorta era clampeada e solução sanguínea cardioplégica de indução (Solução Cardioplégica Sanguínea - DMG®) era injetada na raiz de aorta na quantidade de 10 ml/kg de peso e repetida a cada 15 minutos de operação.

Neste tempo procedia-se a escolha do diâmetro do tubo da artéria torácica interna bovina (Enxerto Arterial Orgânico-Mamária Bovina®, Labcor). Esta escolha baseava-se no diâmetro do seio coronário e na distância do mesmo até a aorta ascendente, onde seria realizada a anastomose proximal.

Os enxertos eram preservados em solução de glutaraldeído a 0,6%, esterilizados em solução a 0,6% de glutaraldeído com etanol a 20% e conservados em solução de glutaraldeído a 0,4%.

Os diâmetros disponíveis eram de 3, 4, 5 e 6 mm, com comprimentos de 150, 250 e 300 mm. Os diâmetros correspondiam às extremidades distais dos enxertos.

Com o coração paralisado dissecavam-se os óstios coronários, ao redor dos quais passavam-se fios de polipropileno 4-0 (Prolene® 4-0, Ethicon) com torniquetes.

Após exposição do seio coronário, passavam-se fios monofilamentares (Mononylon ®s-0, Ethicon) proximal e distal à área escolhida como ideal para anastomose no seio. Esta área deveria ser a mais próxima possível do orifício de entrada do seio coronário no átrio direito. Em alguns casos este local ideal coincidia com a desembocadura da veia cardíaca média, o que nos obrigava a passar um terceiro torniquete ao redor deste vaso.

A lavagem do enxerto da artéria torácica interna bovina era realizada em solução de ringer com lactato (Baxter), durante 15 minutos, em 3 recipientes diferentes. Após a lavagem, o enxerto era medido desde o seio coronário até a aorta,

passando pela margem direita do átrio direito, de forma a acomodar-se sem dobras na cavidade pericárdica. A extremidade distal do enxerto era seccionada em forma de bisei para permitir uma anastomose mais ampla.

Os torniquetes proximal e distal, do seio coronário, eram apertados de forma a ocluí-lo e evitar o fluxo sanguíneo durante a anastomose: Nos casos em que havia desembocadura da veia cardíaca média no local 23 da anastomose, ocluíam-se também este vaso através do 3º torniquete.

A anastomose distal era realizada com fio de polipropileno 7-0 (Pro lene 7-0®, Ethicon) em sutura contínua. Neste momento ainda sem completar a anastomose, introduzia-se no seio coronário um dilatador de diâmetro conhecido (1 mm) no sentido do átrio direito. Com o dilatador em posição, retirava-se o torniquete mais cefálico (isto é, aquele mais próximo do seio coronário) e ligava-se o seio neste ponto. Terminada a anastomose, testava-se o fluxo injetando-se solução de ringer com lactato (Baxter) na extremidade proximal do enxerto, observando-se o enchimento do sistema venoso com esta solução, a partir do seio coronário, classificando-o como ruim, médio, bom e excelente de acordo com a facilidade com que fluía esta solução no momento da injeção.

Ocluíam-se o enxerto justo à anastomose distal, engurgitando-o e com isso determinava-se naturalmente a posição mais cômoda do enxerto na cavidade pericárdica e o comprimento necessário para atingir a aorta ascendente para a anastomose proximal.

Ainda com clampeamento total, a anastomose proximal era realizada com fio de polipropileno 6-0 (Prolene 6-0®, Ethicon). O orifício na aorta era realizado com bisturi lâmina 11.

Com as anastomoses prontas, liberava-se o torniquete distal do seio coronário, abria-se o clampe da aorta ascendente e aguardava-se o retorno dos batimentos cardíacos, enquanto o ar retido nas cavidades cardíacas era retirado com o auxílio de uma agulha.

Ainda em circulação extracorpórea, enquanto observava-se o completo restabelecimento da função cardíaca, ocluíam-se o torniquete do óstio coronário direito. Neste momento a maior parte dos animais apresentava sinais brandos de isquemia miocárdica, como distensão ventricular, queda da pressão arterial e arritmias. Ainda em circulação extracorpórea, controlavam-se estes problemas com maior drenagem e drogas inotrópicas positivas e vasopressoras.

Após um período aproximado de 20 minutos, ocluíam-se o torniquete do óstio coronário esquerdo. Este era o momento mais delicado da operação, em face dos sinais muitas vezes severos de isquemia miocárdica o que obrigava em alguns animais a relaxar o torniquete, aguardar mais alguns momentos para novamente reapertá-lo.

Após a estabilização hemodinâmica do animal, retiravam-se os torniquetes e utilizando-se os próprios fios de polipropileno, ligavam-se os óstios de forma definitiva.

O animal era deixado em suporte circulatório durante aproximadamente 30 minutos quando então, lentamente, assumia seu próprio suporte hemodinâmico. Retiravam-se as cânulas da aorta e do átrio direito.

Por via endovenosa era fornecido sulfato de protamina (Protamina®- Rache), na dose idêntica total àquela dada de heparina.

Após revisão criteriosa da hemostasia, colocava-se dreno torácico no hemitórax esquerdo, em aspiração contínua com 3 frascos.

O hemitórax era fechado em planos com a aproximação dos arcos costais utilizando-se pontos separados de fio de poliglactina 910 violeta trançada (Poly Vicryl® 1-0, Ethicon). Os grupos musculares seccionados eram aproximados com sutura contínua de Poly Vicryl® 3-0 (Ethicon), assim como o tecido celular subcutâneo. A pele era fechada com sutura contínua intradérmica de Poly Vicryl® 3-0 (Ethicon).

O animal era acordado da anestesia, extubado na sala de operações e o dreno torácico e a sonda orogástrica retirados neste momento. Encaminhava-se o animal para a sala de recuperação sob os cuidados de médico veterinário.

## 2.5 EVOLUÇÃO TRANS E PÓS-OPERATÓRIA

Os animais do grupo inicial (n<sup>os</sup> 1,2,3) foram observados por um período curto de tempo (8, 12 e 20 horas respectivamente). Após estes períodos os animais foram reexplorados seguindo-se a mesma rotina de pré-operatório e anestesia utilizados no procedimento inicial acima descrito. O coração era inspecionado para avaliação macroscópica de áreas de isquemia, edema e hemorragia miocárdica. Após a avaliação o coração era retirado em bloco, acondicionado em solução de formol a 10% para posterior análise microscópica.

Os restantes dos animais (n<sup>os</sup> 4, 5 e 7) foram observados por períodos mais prolongados (23, 18 e 25 dias respectivamente). Após o período determinado,

repetiam-se os procedimentos já descritos anteriormente / de pré-operatório e anestesia, quando reintervia-se para observação macroscópica e retirada do órgão para avaliação microscópica.

O animal nº 6 morreu na 18ª hora de pós-operatório. Isto impossibilitou a análise microscópica da peça em função do tempo entre a morte e a inspeção cirúrgica (12 horas). As alterações teciduais ocorridas neste período impediram o julgamento de áreas de infarto do miocárdio eventualmente causadas pelo procedimento.

Todos os animais após a morte foram encaminhados para incineração no próprio biotério.

#### ANIMAL 1

Carneiro, 32kg em bom estado geral.

O ato operatório visava a observação do comportamento hemodinâmico após arterialização total e definitiva do sistema venoso do coração com ligadura concomitante dos óstios coronários, por período curto (até 24 horas) com medições de pressão arterial média durante o fechamento dos óstios e fluxo arterializado pelo seio coronário.

O gráfico do comportamento da pressão arterial média em milímetros de mercúrio (mmHg) e do tempo (em minutos) com os procedimentos executados estão expostos na fig. 1.

O animal foi mantido no pós-operatório entubado, com ventilação assistida, sem uso de droga inotrópica positiva. Na 8ª hora apresentava-se estável hemodinamicamente quando foi reexplorado para exame macroscópico do coração e retirada do órgão.

#### ANIMAL 2

Carneiro, 32kg, em bom estado geral.

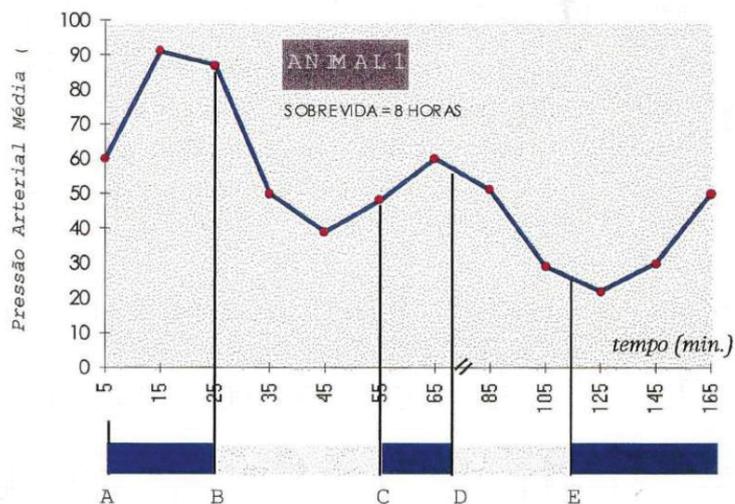
Da mesma forma que o animal anterior, o procedimento visava um curto período de observação (até 24 horas) da arterialização total e definitiva do sistema venoso do coração com ligadura concomitante dos óstios coronários. Também obteve-se medições da pressão arterial média durante todo o procedimento (fig. 2)

Neste animal, encontrou-se grande dificuldade na passagem dos fios ao redor das coronárias direita e esquerda para posicionamento do torniquete. Isto obrigou a abertura da aorta para fechamento dos óstios por via aórtica com sutura contínua de

polipropileno 7-0 (Prolene 7-0® Ethicon). Houve necessidade de excessivas doses de inotrópicos positivos, inclusive adrenalina, para manutenção do débito cardíaco.

Após período prolongado de suporte circulatório, o animal foi extubado e mantido em pós-operatório sem auxílio de suporte mecânico de ventilação. Na 12ª hora foi reexplorado para observação macroscópica.

Figura 1 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (períodos A, B, C, D e E).



Fonte: O Autor, 1995

A- Incisão

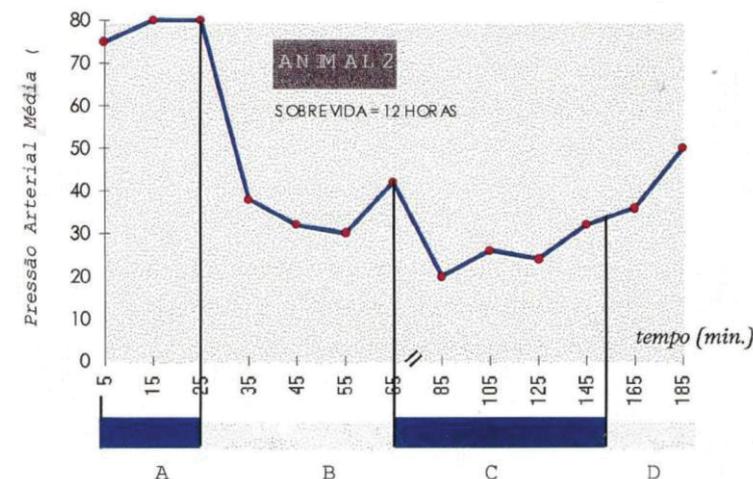
B- Início circulação extracorpórea com clampeamento aórtico e anastomoses

C- Circulação extracorpórea sem clampeamento aórtico com fluxo retrógrado e anterógrado

D- Circulação extracorpórea com ligadura dos óstios coronários e fluxo retrógrado

E- Estabilização e saída de circulação extracorpórea com sistema venoso arterializado e óstios coronários ocluídos

Figura 2 - Exposição da veia interventricular anterior (V), em sua porção cefálica, que receberá o enxerto da artéria torácica interna esquerda



Fonte: O Autor, 1995

- A- Incisão
  - B- Início circulação extracorpórea com clampeamento aórtico, anastomoses e sutura dos óstios
  - C- Circulação extracorpórea sem clampeamento aórtico com fluxo retrógrado somente
  - D- Estabilização e saída de circulação extracorpórea com drogas
- Do coração e retirada do órgão. A evolução clínica no pós-operatório foi instável, tendo-se que utilizar drogas inotrópicas positivas e vasopressoras para manutenção de pulsos periféricos, uma vez o cateter de pressão arterial era retirado no fechamento do tórax.

### ANIMAL 3

Carneiro, 40kg, em bom estado geral.

A arterialização total e definitiva do sistema venoso do coração com concomitante ligadura do óstios coronários foi observada neste animal por período também curto (até 24 horas) com medicações periódicas da pressão arterial média desde a incisão até o fechamento do tórax (fig. 3)

A evolução trans-operatória foi sem intercorrências, tendo sido extubado logo após o fechamento do tórax. A partir deste animal iniciou-se rotina de bloqueio intercostal posterior com uso de bupivacaína isobárica 0,5% (Marcaina® - Astra) - 1

0ml/espaco intercostal, injetada no nervo intercostal imediatamente superior e inferior ao espaco intercostal da incisao do torax.

O animal foi encaminhado para sala de recuperacao em condicoes clinicas estaveis. Na 20<sup>a</sup>- hora de pos-operatorio, foi submetido a reintervencao para observacao macroscopica do coracao e retirada do, orgao para exame microscopico.

#### ANIMAL 4

Carneiro, de porte maior que os demais animais, 44 kg, em bom estado geral.

Neste e nos animais subsequentes a intencao era uma observacao mais prolongada (até 30 dias) da arterializacao total e definitiva do sistema venoso do coracao com concomitante ligadura dos ostios coronarios. O objetivo com esta observacao era a analise da evolucao clinica deste animal e o estudo angiografico do enxerto realizado.

Assim como os anteriores, o grafico da pressao arterial media em relacao ao tempo e aos diferentes procedimentos realizados esta exposto na fig. 4.

No pos-operatorio tardio (após 24 horas) o animal foi mantido em regime de confinamento com dieta controlada.

Apresentou complicacoes infecciosas pos-operatorias tardias (4<sup>o</sup> dia de pos-operatorio) de origem pulmonar que foram tratadas com antibioticoterapia usando-se cefalexina (Keflex® 500mg 6/6h, Lilly) e antitermico dipirona sodica (Novalgina® 2mg Im 8/8h, Hoechst).

No 23<sup>o</sup> dia de pos-operatorio, após realizar os procedimentos de pre-operatorio e anestesia ja descritos anteriormente, o animal foi submetido a reintervencao para observacao macroscopica do coracao, do enxerto e retirado em bloco do orgao.

O objetivo de estudar angiograficamente o enxerto foi realizado apenas após a morte do animal, uma vez que não houve condicoes tecnicas de submetê-lo a estudo angiografico em vida. A angiografia foi realizada imediatamente após a retirada, utilizando aparelho de cineangiocoronariografia (Siemens® - Modelo Cardioskop U).

A retirada do coracao foi feita em bloco, incluindo estruturas toracicas que estivessem aderidas a ele.

Dissecacao cuidadosa era realizada após a retirada do bloco. Identificava-se o enxerto, seccionava-se sua porcao mais proximal junto a aorta onde introduzia-se um cateter conectado a seringa com contraste radiopaco. A medida que injetava-se o contraste, filmava-se a evolucao dele no sistema venoso do coracao.

Após o estudo angiográfico, acondicionou-se a peça cirúrgica em solução de formal a 10% para posterior análise microscópica.

#### ANIMAL 5

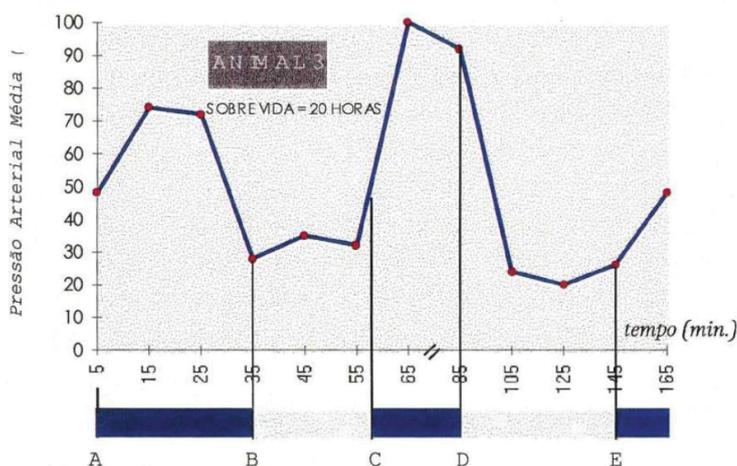
Carneiro, 42kg, em bom estado geral.

O período de observação deste animal, também prolongado, foi de 18 dias. O procedimento realizado foi a arterialização total e definitiva do sistema venoso do coração com concomitante ligadura dos óstios coronários. Da mesma forma, o objetivo neste animal foi a observação clínica pós-operatória e estudo angiográfico do coração e enxerto aorto-seio coronário. O gráfico de pressão arterial média em relação ao tempo e aos procedimentos realizados está exposto na fig.5

O estudo angiográfico pós-sacrifício do animal foi tecnicamente inviável. A angiografia foi realizada imediatamente após a retirada do coração.

Não houve nenhuma intercorrência na evolução clínica, tendo o animal permanecido em regime confinado com dieta controlada. Apresentava-se ligeiramente taquipnêico, porém fisicamente ativo.

Figura 3 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (periódicos A, B, C, D e E).



Fonte: O Autor, 1995

- A- Incisão
- B- Início circulação extracorpórea com clampeamento aórtico e anastomoses.
- C- Circulação extracorpórea sem clampeamento aórtico com fluxo retrógrado e anterógrado.

- D- Circulação extracorpórea com ligadura coronários e fluxo retrógrado.
- E- Estabilização e saída de circulação extracorpórea com sistema venoso arterializado e óstios coronários ocluídos.

Figura 4 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (periódicos A, B, C, D e E).



Fonte: O Autor, 1995

- A- Incisão
- B- Início circulação extracorpórea com clampeamento aórtico e anastomoses.
- C- Circulação extracorpórea sem clampeamento aórtico com fluxo retrógrado e anterógrado.
- D- Circulação extracorpórea com ligadura coronários e fluxo retrógrado.
- E- Estabilização e saída de circulação extracorpórea com sistema venoso arterializado e óstios coronários ocluídos.

A reintervenção foi realizada no 18º dia do pós-operatório, seguindo-se a rotina utilizada de pré-operatório e anestesia do procedimento inicial. Observou-se macroscopicamente o coração e o enxerto e retirou-se a peça para estudo angiográfico e análise microscópica.

#### ANIMAL 6

Carneiro, peso 54kg, maior que os outros animais, porém em bom estado geral.

Também submetido a arterialização total e definitiva do sistema venoso do coração com concomitante ligadura dos óstios coronários. O gráfico da pressão

arterial média em relação ao tempo e aos diferentes procedimentos está na fig.6. Era objetivo a observação prolongada (até 30 dias) deste animal, porém na 18ª hora de pós-operatório houve parada cardíaca e morte, sendo que nas primeiras horas de pós-operatório não houve nenhuma intercorrência.

Em virtude do tempo entre o momento em que ocorreu morte até a chegada da equipe cirúrgica (12 horas) não foi possível o estudo angiográfico nem tão pouco a análise microscópica da peça cirúrgica. A análise macroscópica revelou dobra no enxerto aorta-seio coronário.

#### ANIMAL 7

Carneiro, 43 kg, em bom estado geral.

Último animal de observação prolongada (até 30 dias) do procedimento de arterialização total e definitiva do sistema venoso do coração com ligadura concomitante dos óstios coronários. O gráfico da pressão arterial média em relação ao tempo e aos diferentes procedimentos estão na fig. 7.

A evolução trans-operatória deste animal foi marcada por severa distensão ventricular, dificuldade na saída de circulação extracorpórea com utilização de altas doses de inotrópicos positivos e vasopressores para manutenção do débito cardíaco.

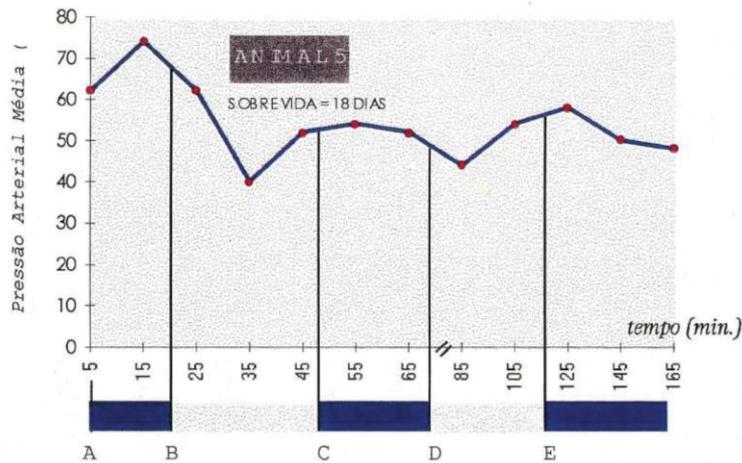
No pós-operatório mais prolongado o animal apresentou quadro de insuficiência cardíaca de difícil controle, fisicamente pouco ativo.

No 25º dia de evolução foi reexplorado, seguindo-se o protocolo descrito anteriormente de pré-operatório e de anestesia. Fez-se observação macroscópica, do coração em atividade e retirou-se o órgão em bloco, inclusive com estruturas torácicas aderidas para posterior dissecação.

Imediatamente após a retirada, realizou-se o estudo angiográfico, com injeção de contraste radiopaco na porção mais próxima-1 do enxerto que havia sido seccionado junto à anastomose da aorta ascendente.

Após a angiografia a peça cirúrgica foi acondicionada para posterior análise microscópica.

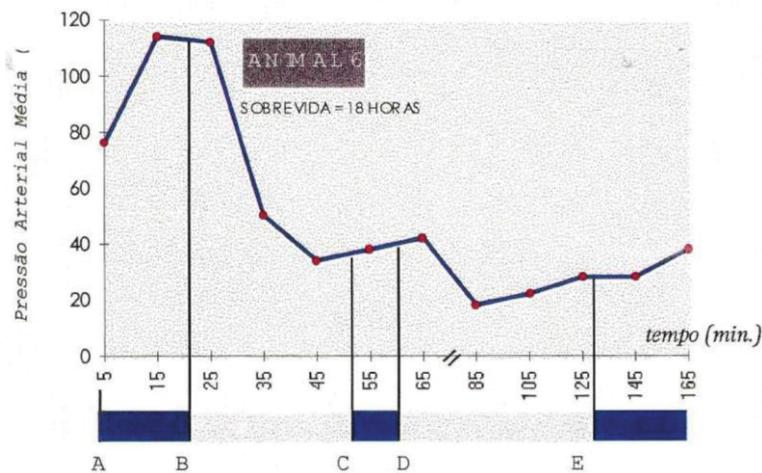
Figura 5 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (periódicos A, B, C, D e E).



Fonte: O Autor, 1995

- A- Incisão
- B- Início circulação extracorpórea com clampeamento aórtico e anastomoses.
- C- Circulação extracorpórea sem clampeamento aórtico com fluxo retrógrado e anterógrado.
- D- Circulação extracorpórea com ligadura coronários e fluxo retrógrado.
- E- Estabilização e saída de circulação extracorpórea com sistema venoso arterializado e óstios coronários ocluídos.

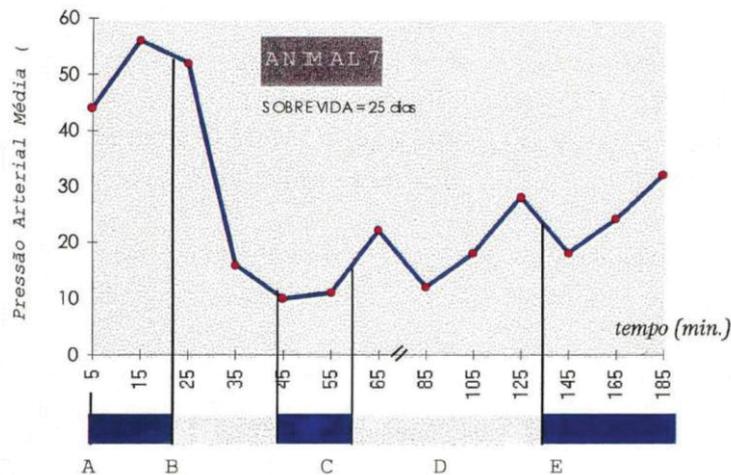
Figura 6 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (periódicos A, B, C, D e E).



Fonte: O Autor, 1995

- A- Incisão
- B- Início circulação extracorpórea com clampeamento aórtico e anastomoses.
- C- Circulação extracorpórea sem clampeamento aórtico com fluxo retrógrado e anterógrado.
- D- Circulação extracorpórea com ligadura coronários e fluxo retrógrado.
- E- Estabilização e saída de circulação extracorpórea com sistema venoso arterializado e óstios coronários ocluídos.

Figura 7 - Gráfico da variação da pressão arterial média (mmHg) em relação ao tempo (minutos) de operação, incluindo os diferentes procedimentos realizados (periódicos A, B, C, D e E).



Fonte: O Autor, 1995

- A- Incisão
- B- Início circulação extracorpórea com clampeamento aórtico e anastomoses.
- C- Circulação extracorpórea sem clampeamento aórtico com fluxo retrógrado e anterógrado.
- D- Circulação extracorpórea com ligadura coronários e fluxo retrógrado.
- E- Estabilização e saída de circulação extracorpórea com sistema venoso arterializado e óstios coronários ocluídos.

## 2.6 ESTUDO ANÁTOMO-PATOLÓGICO

O estudo anátomo-patológico foi realizado pelo Laboratório de Patologia e Citologia dos Drs. Marco Antonio Dias e Osmar de Paula Ricardo Filho em Belo Horizonte.

Após retiradas e dissecadas as peças cirúrgicas eram fixadas em solução de formol a 10% e encaminhadas ao laboratório para processamento histológico.

O objetivo principal era a constatação de áreas de necrose, hemorragia e edema do tecido miocárdico. A análise de isquemia tissular não foi realizada devido ao alto custo deste procedimento em nosso meio.

A técnica utilizada em fragmentos do miocárdio consistiu em:

- A. Desidratação com álcool etílico
- B. Diafanização com xilol e ácido fênico
- C. Infiltração em parafina para emblocamento
- D. Microtomia
- E. Hidratação
- F. Coloração com o método usual de hematoxilina-eosina
- G. Montagem da lâmina

### 3 RESULTADOS

Os resultados são apresentados na mesma sequência seguida no capítulo MATERIAL E MÉTODOS.

Os animais, apesar de serem tratados cirurgicamente de forma semelhante, foram divididos em 2 grupos. O primeiro, em que o período de observação pós-operatória do animal foi curto (até 24 horas). Neste grupo incluíram-se os animais 1, 2 e 3 com períodos de observação de 8, 12 e 20 horas respectivamente. O segundo grupo, que corresponde ao restante dos animais (4, 5 e 7), teve períodos de observação pós-operatória prolongados (até 30 dias), com seguimento de 23, 18 e 25 dias respectivamente. O animal 6 era originalmente pertencente ao segundo grupo, no entanto, teve seguimento de 18 horas em função da morte pós-operatória tendo sido excluído dos grupos de seguimento.

#### 3.1 ESCOLHA DO ANIMAL

O carneiro mostrou-se um animal de boas condições gerais para o experimento (porte, peso, área cardíaca, resistência à circulação extracorpórea e ao pós-operatório). Não houve morbidade, mortalidade, ou mesmo problemas técnicos relacionados com a utilização deste animal.

#### 3.2 ANESTESIA

Todos os animais suportaram adequadamente a anestesia proposta, com base pré-anestésica de ketamina 10mg/kg (Ketalar, Parke-Davis) via intramuscular, indução com tiobarbiturato-etil-sódico (Thionembutal ®, Abbott) e manutenção com halotane (Fluotane®, Hoechst), óxido nitroso e oxigênio. Os animais acordaram precocemente, calmos e aparentemente com adequada analgesia.

A partir do animal 3 (inclusive) quando os animais ficaram acordados e com respiração espontânea no pós-operatório, houve necessidade de reforçar a analgesia com bloqueio intercostal posterior utilizando-se injeção de bupivacaína isobárica 0,5% (Marcaína® - Astra) no nervo intercostal imediatamente superior e inferior ao espaço intercostal da incisão do tórax (4º espaço intercostal esquerdo). Este procedimento

manteve os animais sem necessidade de analgésicos por via intramuscular e com movimentos respiratórios adequados.

### 3.3 ATO OPERATÓRIO

#### 3.3.1 Incisão

A toracotomia lateral esquerda trouxe exposição cirúrgica como adequada em todos os animais, inclusive para a instalação da circulação extracorpórea. Não ocorreu nenhuma complicação incisional.

#### 3.3.2 Circulação extracorpórea e cardioplegia

Em todos os animais a canulação e a circulação extracorpórea propriamente dita transcorreram sem anormalidades. A drenagem venosa eficiente permitiu fácil acesso cirúrgico ao seio coronário. O esfriamento (até 27° C) foi obtido em todos os animais e o aquecimento foi lento (aproximadamente 25 minutos). Nesta série de animais não ocorreu nenhum caso de hipertermia maligna.

A dose de solução cardioplégica utilizada (10ml/kg peso) e repetida a cada 15 minutos de clampeamento aórtico foi suficiente para a paralisação do coração em todos os animais. O efeito protetor de isquemia miocárdica desta solução não foi avaliado.

#### 3.3.3 Ligadura dos óstios coronários

Nos animais nº 1, 3, 4, 6 e 7 a ligadura dos óstios coronários foi realizada sem intercorrências apesar da dificuldade.

No animal nº 2, em face a impossibilidade técnica da passagem externa do fio ao redor das coronárias, optou-se pela sutura dos óstios • precocemente através de aortotomia transversa na raiz da aorta.

No animal 5, durante a passagem do fio de polipropileno ao redor do óstio da coronária esquerda, houve formação de hematoma na parede da artéria coronária

esquerda. Aparentemente isto não causou nenhum prejuízo ao ato operatório e aos resultados.

A medida que foi aumentando o porte e peso dos animais escolhidos para o procedimento houve mais facilidade técnica na passagem dos fios ao redor dos óstios coronários.

A comprovação anátomo-patológica após o sacrifício do animal, da efetiva oclusão dos óstios coronários esquerdo e direito ocorreu em todos os casos.

#### 3.3.4 Exposição, anastomose e ligadura do seio coronário

Procedimento de fácil execução que não apresentou nenhuma intercorrência. Em dois animais (n<sup>o</sup>s 1 e 3) havia desembocadura da veia cardíaca média no local da anastomose, que obrigou a passagem de um terceiro torniquete.

A oclusão parcial cefálica foi obtida em todos os animais através da introdução de dilatador de diâmetro conhecido (vide Material e Métodos). Houve comprovação desta oclusão parcial através de estudo anátomopatológico após o sacrifício.

As anastomoses no se10 não ofereceram dificuldades e todas apresentavam-se pérvias no procedimento de reintervenção com a exceção do animal 6. Nele houve um período de 12 horas entre a morte e a chegada r do grupo cirúrgico. Visualizou-se dobra do enxerto que justificaria a morte inesperada. Com exceção a este animal, todos os fluxos avaliados no momento da reintervenção foram classificados como excelentes.

#### 3.3.5 Escolha do enxerto

Os diâmetros e comprimentos dos enxertos de artéria torácica interna bovina utilizados nos animais estão expostos na Tabela I.

O animal n<sup>o</sup> 6 apresentava dobra no enxerto provavelmente pelo excesso de comprimento deixado durante o ato operatório. O diâmetro e comprimento dos enxertos dos outros animais foi considerado adequado.

#### 3.3.6 Arterialização do sistema venoso propriamente dita

As figuras 1 a 7 mostram os diferentes comportamentos da pressão arterial média durante o processo de arterialização de cada animal.

Em todos os animais observou-se queda da pressão arterial média (PAM) no início da instalação da circulação extracorpórea e clampeamento aórtico (Período B). Este tempo inclui o período de preparo, anastomoses e oclusão parcial do seio coronário. Não houve mudanças na PAM relevantes a não ser aquelas próprias dos diferentes níveis de drenagem venosa, durante a circulação extracorpórea.

Logo após a abertura do clampe (Período C) notou-se um aumento discreto na PAM (início dos batimentos cardíacos). Neste momento o enxerto aorto-seio coronário estava em funcionamento, porém também o fluxo pelos óstios era presente.

No animal 2 isto não ocorreu (neste animal não houve possibilidade da passagem dos fios ao redor dos óstios coronarianos, o que obrigou a realização da sutura dos óstios via aortotomia). Este animal necessitou de múltiplas drogas inotrópicas positivas e vasopressoras para manutenção do débito cardíaco. Houve distensão ventricular com hipocinesia global dos ventrículos. Com "repouso" em circulação extracorpórea durante aproximadamente 120 minutos houve estabilização hemodinâmica suficiente para retirada do suporte circulatório.

No animal 3 houve um aumento considerável da PAM. Isto foi concomitante com período de superficialização anestésica.

Quando procedia-se a oclusão dos torniquetes dos óstios coronários de forma sequencial (Período D) observava-se queda da PAM em todos, os animais. Este fato foi mais pronunciado nos animais 1, 3, 4 e 6 com diferenças entre PAM antes e após a ligadura de 40, 80, 40 e 24mm Hg respectivamente. No animal 5 a variação foi pequena (8mm de Hg) e no animal 2 esta diferença não pode ser analisada porque a ligadura não foi realizada como procedimento isolado, e sim, durante o período de anastomose através de aortotomia.

Tabela 1 - Resumo das principais variáveis utilizadas e resultados obtidos

(ICC – Insuficiência Cardíaca Congestiva)

ANIMAL N°	PESO (Kg)	PERÍODO PÓS-OP. (h ou dias)	DIÂMETRO ENXERTO (mm)	COMPRIMENTO ENXERTO APROX. (cm)	EVOLUÇÃO PÓS-OP.	MICROSCOPIA	PATÊNCIA DO ENXERTO	CONTROLE ARTERIOGRÁFICO	ÓBITO PÓS-OP.
1	32	8 h	3	17	estável	Normal	SIM	NÃO	NÃO
2	38	12 h	3	18,5	instável	Normal	SIM	NÃO	NÃO
3	40	20 h	3	18,5	estável	Normal	SIM	NÃO	NÃO
4	44	23 dias	4	18	estável + infecção pulmonar	Normal	SIM	SIM	NÃO
5	42	18 dias	4	18	estável taquipnético	Discreta Hemorragia e edema miocárdico	SIM	SIM	NÃO
6	54	18 h	5	21,5	estável até 18° h	Não realizada	Dobra do Enxerto	NÃO	SIM
7	43	25 dias	4	18,5	instável ICC	Miocardite Toxoplasma	SIM	SIM	NÃO

### 3.4 EVOLUÇÃO CLÍNICA

Os resultados da evolução clínica foram analisados em dois grupos.

Os animais 1, 2 e 3 que compuseram o grupo 1 tinham como objetivo a observação por período curto de tempo (até 24h). Em verdade não sabia-se se os animais suportariam um período mais prolongado.

Os animais 1 e 3 tiveram evolução pós-operatória estável, sem necessidade de utilização de drogas para manutenção do débito cardíaco. O animal 3 foi extubado tendo permanecido em respiração espontânea até o momento da reintervenção.

O animal 2 apresentou pós-operatório com instabilidade hemodinâmica importante principalmente nas primeiras 6 horas, com necessidade de utilização de drogas em doses elevadas para manutenção de débito cardíaco.

Os animais 4, 5, 6 e 7 que compuseram o grupo 2 tinham como objetivo a observação da evolução clínica durante período prolongado (até 30 dias).

O animal 6 não atingiu o objetivo proposto, tendo morrido na 18ª hora de pós-operatório de forma inexplicável. Sua evolução até esta hora era estável, com respiração espontânea. Houve um período de 12 horas entre o óbito e a reintervenção cirúrgica. Na abertura do tórax, observava-se nítida dobra no enxerto de artéria torácica interna bovina aorto-seio coronária, ao nível do átrio direito.

O animal 4 evoluiu hemodinamicamente estável. No 4º dia de pós-operatório apresentou taquipneia, hipertermia e queda do estado geral. Foi interpretado como infecção de origem pulmonar, tendo sido tratado com cefoxitina (Keflex®- 500mg 6/6h Lilly) e dipirona (Novalgina® 2ml Im 8/8h, Hoechst). O animal evoluiu satisfatoriamente, ativo e estável hemodinamicamente quando foi submetido a reintervenção no 23º dia de pós-operatório.

O animal 5 evoluiu de forma estável, mantendo-se ativo porém taquipnêico. Não apresentou aumento de temperatura.

O animal 7 apresentou quadro de instabilidade hemodinâmica severa que progrediu para moderada no pós-operatório. Apresentava quadro clínico compatível com insuficiência cardíaca congestiva de difícil manejo clínico, pouco ativo e mantendo-se em decúbito esternal na maior parte do tempo. Não haviam sinais de infecção.

Foi reexplorado no 25º dia de pós-operatório para inspeção cirúrgica e sacrifício.

### 3.5 OBSERVAÇÃO ANÁTOMO-PATOLÓGICA

#### 3.5.1 Observação macroscópica

Esta observação foi mais eficiente no grupo de animais de observação clínica por período curto (até 24 horas). No grupo de observação mais prolongada (até 30 dias) as aderências e o resultado do processo cicatricial esperado no pós-operatório prejudicaram a avaliação, principalmente do miocárdio.

Com exceção ao animal 6, todos os enxertos aorto-seio coronários de artéria torácica interna bovina, preservados em glutaraldeído, estavam pérvios no momento da reintervenção. A constatação da permeabilidade foi realizada através da palpação do pulso sistólico-diastólico, característico da árvore arterial.

O enxerto do animal 6 foi observado 12 horas após a morte do carneiro o que impediu a avaliação de patência do enxerto. No entanto, havia uma nítida dobra no enxerto ao nível do átrio direito.

O aspecto do miocárdio nos animais 1, 3, 4 e 5 era normal sem área evidente de isquemia tissular (fig. 8). No animal 2 havia discreta hemorragia miocárdica na região apical do coração. No animal 7 haviam sinais inflamatórios do miocárdio com intensa friabilidade do musculo cardíaco, distensão das cavidades e hipocinesia global.

*Figura 8 - Aspecto do coração (face pulmonar) imediatamente após o sacrifício do animal para avaliação macroscópica e posteriormente microscópica. Observa-se o enxerto da artéria torácica interna bovina anastomosada ao seio coronário.*



Fonte: O Autor, 1995

Figura 9 - Tecido muscular cardíaco, mostrando na região subepicárdica vasos congestionados com focos de hemorragia e discreto edema Animal nº 5.



Fonte: O Autor, 1995

### 3.5.2 Observação microscópica

Não houve constatação de áreas de infarto no tecido miocárdico em nenhum dos animais. O animal 6 não foi avaliado por microscopia ótica em face da morte precoce.

Conforme vê-se na fig.9, ocorreu pequena área de hemorragia e edema miocárdico no animal 5.

O animal 7 apresentava infiltrado linfocitário característico de um processo inflamatório intenso (fig.1 O). Houve evidência histológica da presença de toxoplasma (fig.II) e o diagnóstico de miocardite toxoplasmática foi feito.

Os animais restantes apresentavam tecido miocárdico normal, com estruturas celulares preservadas não demonstrando processo de necrose celular.

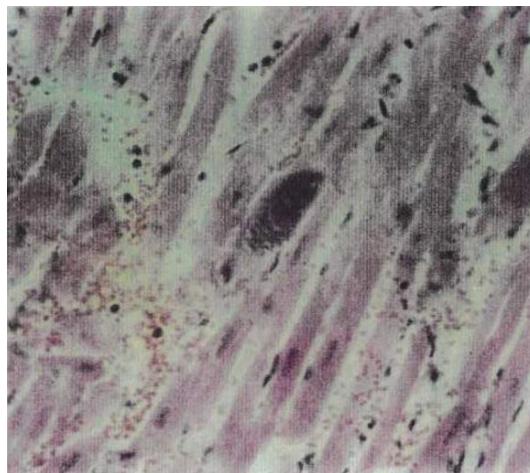
Não foi possível a comprovação da ausência de isquemia tissular.

### 3.6 CONTROLE ANGIOGRÁFICO

O controle angiográfico foi realizado nos animais 4, 5 e 7. No grupo de animais de observação por período curto (até 24 horas) não foi realizado intencionalmente. No animal 6 o estudo foi inviável em virtude da morte inesperada e a demora no acesso da equipe cirúrgica ao atendimento.

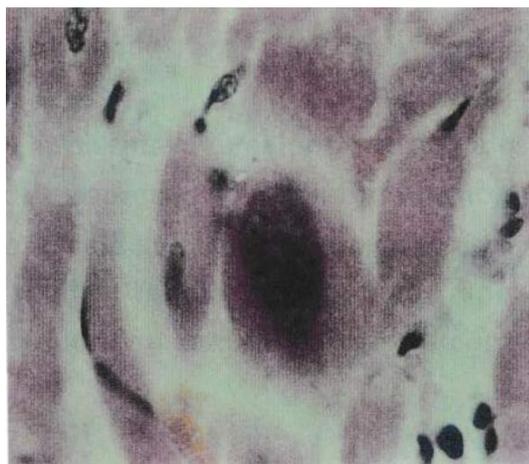
A injeção de contraste radiopaco no enxerto aorta-seio coronário fluiu com facilidade em todos os animais. A medida que filmava-se a progressão do contraste observava-se enchimento inicial para o sistema venoso e ao final da injeção o contraste estava presente em todas as cavidades cardíacas (fig.12 a, b, c e d). O padrão de distribuição do contraste ao final da injeção foi homogêneo exceto na ponta do ventrículo esquerdo que aparentemente recebeu menor quantidade, quando comparado às outras áreas (fig.12d).

Figura 10 - Tecido cardíaco com focos de hemorragia, discreto edema, marginalização leucocitária e diapedese. Fibra muscular contendo cisto de toxoplasma gondii. Animal nº 7.



Fonte: O Autor, 1995

Figura 11 - Fibra muscular cardíaca contendo cisto de toxoplasma gondii. Animal nº 7



Fonte: O Autor, 1995

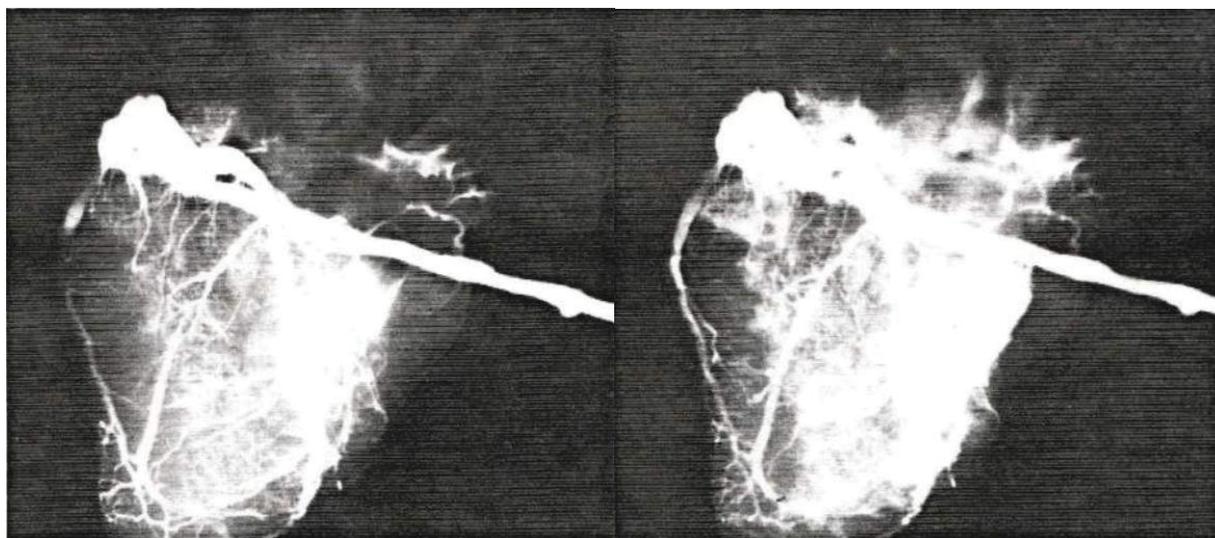
### 3.7 MORTALIDADE

Apenas 1 animal (nº 6) morreu. Os outros sobreviveram ao procedimento até a data ou momento que decidiu-se pelo sacrifício.

A morte do carneiro 6, que ocorreu na 18ª hora de pós-operatório, não pode ser analisada microscopicamente, uma vez que entre a morte e a abertura cirúrgica transcorreu, por falha técnica, um período prolongado (12 horas) que seria suficiente para causar alterações celulares confundindo os resultados.

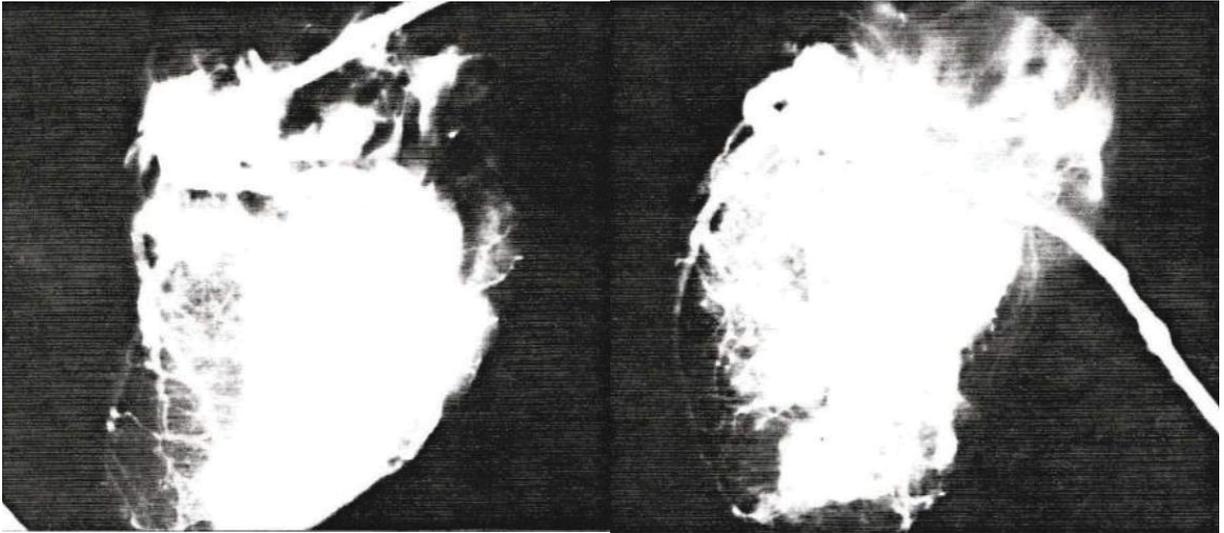
O animal 6 apresentava o maior porte de todos os outros (peso 54kg - média de todos os animais 41,7kg). Em função do tamanho do coração e seio coronário, escolheu-se um enxerto de artéria torácica interna bovina de tamanho grande (Tabela 1). O achado após a morte do animal evidenciou uma dobra no enxerto aorta-seio coronário ao nível do átrio direi.

Figura 12 - Injeção de contraste seletiva no enxerto aorta-seio coronário (seccionando na anastomose proximal) (A e B). Observa-se o enchimento gradativo do sistema venoso e em seguida (C e D) o enchimento das cavidades cardíacas com contraste. Não há passagem de contraste para a aorta através dos óstios (ligados). Estudo realizado na peça cirúrgica removida no sacrifício do animal.



A

B



C

D

Fonte: O Autor, 1995

## 4 DISCUSSÃO

A ausência de válvulas verdadeiras no sistema venoso do coração (TESTUT & LATARJET, 1978) e a observação de que este sistema não é afetado pelo processo aterosclerótico (AREALIS et al., 1973; ANDREALIS et al., 1974; PRATT, 1898 -APUD GARDNER et al., 1974) interessou pesquisadores no passado na utilização das veias cardíacas como via de acesso ao músculo cardíaco com finalidade de nutrição celular.

O acesso direto às artérias coronárias desencorajou estes pesquisadores em face aos melhores resultados com a revascularização direta aorto-artéria coronária (MILLER et al., 1977).

Atualmente dois fatos levam a procurar uma via alternativa para acesso ao músculo cardíaco. O primeiro é o crescente número de pacientes com doença coronária aterosclerótica difusa complexa, onde os cirurgiões muitas vezes se deparam com situações cirúrgicas adversas como placas ateroscleróticas extensas, oclusão total da artéria e outras que impossibilitam a realização do enxerto e conseqüentemente a revascularização miocárdica. O segundo, é a proteção que oferece-se ao miocárdio durante a realização de operações cardíacas. Estas operações exigem a paralisação do coração por períodos muitas vezes prolongados, que são isquêmicos e, portanto, podem ocasionar a necrose tissular. As soluções chamadas cardioplégicas paralisam e nutrem o músculo cardíaco durante este período. A via venosa retrógrada tem-se mostrado de grande valia para contornar esse efeito.

Estes dois fatos, trouxeram novamente grande interesse na utilização do sistema venoso do coração.

Em nossa pesquisa de tese para mestrado (KUBRUSLY, 1994) arterializamos veias cardíacas com objetivo de demonstrar anatomicamente que este fato era possível. Com a modificação técnica da ligadura parcial cefálica da veia conseguimos comprovar que o sangue atingiu o músculo cardíaco em funcionamento. Isto, no entanto, foi realizado para áreas do coração já infartadas com o objetivo de não colocar em risco a vida dos pacientes caso não obtivéssemos êxito.

Nossa hipótese para este trabalho surgiu questionando-se a possibilidade de uma completa e definitiva revascularização miocárdica através do sistema venoso, fato já descrito por ROBERTS et al. (1943) e BECK (1948). A operação de Beck era muito similar à técnica descrita neste trabalho. No entanto os resultados obtidos por

ele foram consistentemente acompanhado de altos índices de mortalidade e morbidade, se comparados com a cirurgia de revascularização miocárdica direta aorto-artéria coronária.

FEIL (1953), BECK (1954) e MOELL et al. (1973) reportaram em seus trabalhos que o edema e a hemorragia miocárdica eram os principais responsáveis pela alta morbidade e mortalidade de seus pacientes.

Não é difícil entender estas complicações (edema e hemorragia) uma vez que as revascularizações foram realizadas no sistema venoso, porém com o sistema arterial parcial ou totalmente íntegro: duas correntes em sentidos opostos encontrando-se no músculo cardíaco.

Em nosso trabalho anterior (KUBRUSLY, 1994) os melhores resultados angiográficos pós-operatórios foram nos pacientes que apresentavam maior índice de estenose na artéria interventricular anterior, equivalente à veia revascularizada (veia cardíaca magna).

A nossa proposição atual é a revascularização miocárdica completa e definitiva através do sistema venoso com concomitante ligadura do sistema arterial, ou seja, sem fluxo anterógrado.

Outra complicação observada por alguns autores (GARDNER et al., 1974 e HOCHBERG et al., 1979) foi a oclusão precoce dos enxertos realizados no sistema venoso.

Este fato talvez possa ser explicado pela incapacidade do sistema venoso de absorver todo o contingente de fluxo e pressão oferecidos a ele. A oclusão parcial do seio coronário que propomos no atual trabalho vem a ser o "escape" para este fluxo e pressão até que o sistema venoso esteja adaptado. Este fluxo parcial para o átrio direito não causou formação de fístula arteriovenosa de importância clínica.

O carneiro é um animal bastante utilizado em estudos experimentais para operações cardíacas. É um animal resistente, de fácil obtenção e com boa área cardíaca para realização de anastomoses. Além destes detalhes técnicos o biotério da Labcor apresenta larga experiência na utilização deste animal em procedimentos com circulação extracorpórea.

O cão sena outro animal passível de escolha para este tipo de experimento, apesar de que apresenta pouca resistência à circulação extracorpórea, fato constatado pela nossa equipe em trabalhos anteriores., estas complicações, no entanto, não foram encontradas por outros autores (GARDNER, 1974 e HOCHBERG

et al., 1979) que utilizando este animal em experiência semelhante, apresentaram resultados satisfatórios.

A utilização de base pré-anestésica (ketamina 10mg/kg, Ketalar®), e indução com tiobarbiturato-etil-sódico via endovenosa, na dose de 25mg/kg e manutenção com halotane (Fluotane®, Hoechst), óxido nitroso e oxigênio foi satisfatória em todos os animais. Este protocolo de anestesia foi recomendado pelo anestesista do biotério Dr. Ivan Casagrande e vem sendo utilizado em seus experimentos.

A adição de bloqueio intercostal com bupivacaína isobárica 0,5% (Marcaina® - Astra) a partir do animal 3 objetivou a facilitação da mecânica respiratória espontânea quando o animal acordava.

A incisão por esternotomia propicia melhor exposição cirúrgica. Pelo fato do carneiro apresentar com frequência o decúbito esternal para repouso, achamos que isto poderia causar deiscência de esterno, no entanto CHIU (1975) tendo operado 28 carneiros com esternotomia mediana não reportou nenhum caso de deiscência de esterno. A incisão por toracotomia lateral esquerda, no entanto, foi suficiente para exposição cirúrgica, permitiu um rápido restabelecimento dos animais e não houve nenhum caso de deiscência de incisão. Esta incisão é utilizada no biotério do Labcor que com frequência realiza experimentos com circulação extracorpórea em carneiros. A experiência do grupo incentivou a utilização deste acesso.

O método utilizado para circulação extracorpórea durante os procedimentos foi o mesmo que nosso grupo cirúrgico utiliza para operações convencionais em seres humanos. O carneiro apresenta aorta ascendente de bom calibre além do tronco braquicefálico ter origem prematura e ser de tamanho grande, prestando-se para canulação ou anastomoses, se necessário.

CHIU (1975) descreve dois casos de hipertermia maligna após circulação extracorpórea em uma série de 28 carneiros operados com procedimentos semelhantes. Nesta série não houve nenhum caso. O aquecimento dos animais era realizado em prazo mais prolongado (25 minutos) que o utilizado por aquele autor. Talvez esta tenha sido a razão de não apresentarmos nenhum caso nesta série.

A solução cardioplégica usada foi aquela disponível comercialmente para cirurgias cardíacas em seres humanos. A dose utilizada em crianças foi empiricamente empregada nos carneiros (10ml/kg peso), repetida a cada 15 minutos de clampeamento aórtico e foi suficiente para paralisação do coração em todos os animais.

O julgamento da efetiva proteção miocárdica proposta pela solução cardioplégica é impossível de ser feita neste trabalho, uma vez que o nosso procedimento induzia e tratava isquemia miocárdica. Os resultados desta proteção miocárdica mesclam-se com os resultados do procedimento de arterialização completa e definitiva do sistema venoso do coração com concomitante ligadura dos óstios coronários.

O procedimento mais complexo considerado pelo autor nesta operação foi o preparo dos óstios coronários para ligadura. Local de difícil acesso cirúrgico e com tecido muito delicado, obrigava uma dissecação cuidadosa. No animal no 2, em face a esta dificuldade, optou-se pela sutura dos óstios precocemente através de aortotomia transversa na raiz da aorta. Este animal apresentou dificuldade para ser retirado da circulação extracorpórea. Em todos os outros animais, permitimos que o fluxo anterógrado através das artérias coronárias iniciasse os batimentos cardíacos para então ocluímos os óstios separadamente. Neste animal os batimentos cardíacos tiveram que iniciar-se apenas com fluxo arterializado através do seio coronário. Isto suporta nossa hipótese da necessidade de adaptação do sistema venoso cardíaco para a efetiva nutrição miocárdica ocorrer.

A comprovação pós-sacrifício da oclusão dos óstios pela análise macroscópica das peças cirúrgicas demonstra que os animais mantiveram-se vivos apenas com o fluxo arterializado através do seio coronário. Esta é a mais importante constatação deste trabalho e é inédita na literatura revista. Os procedimentos descritos anteriormente e citados em nossa introdução, mantinham os óstios coronários abertos parcialmente ou totalmente. (ROBERTS et al., 1943; BECK, 1948; ECKSTEIN & LEIGHNINGER, 1954; MOELL et al., 1973).

A oclusão parcial do seio coronário parece demonstrar importância na patência dos enxertos conforme já demonstrado anteriormente em trabalho de nossa autoria (KUBRUSLY, 1994). O fluxo arterial do seio utiliza este pequeno II escape II como desaguamento do sistema, propiciando patência mais prolongada do enxerto.

O enxerto de artéria torácica interna bovina preservado em glutaraldeído foi apropriado para este experimento. Apresentou dificuldade em acomodação na cavidade pericárdica devido principalmente ao tipo de preservação e seu diâmetro. A preservação em glutaraldeído exige lavagem exaustiva para que o enxerto readquira sua textura original. Com a textura alterada, as curvaturas necessárias para a acomodação não ocorrem naturalmente podendo ocasionar dobras.

O achado após a morte do animal nº 6 evidenciou dobra no enxerto aorto-seio coronário ao nível do átrio direito. Esta dobra pode ter sido responsável pela oclusão do enxerto e conseqüente isquemia aguda do miocárdio. O maior diâmetro do enxerto propicia a formação de angulações. Isto, no entanto não pode ser considerado uma conclusão, uma vez que não tivemos comprovação científica deste fato.

O diâmetro da extremidade distal é conhecido comercialmente, pois existem em diferentes medidas (3, 4, 5 e 6 mm) porém o diâmetro proximal depende do comprimento do enxerto necessário para atingir a aorta ascendente. O diâmetro aumenta rapidamente a partir da extremidade distal e pode, a extremidade proximal para anastomose, tornar-se excessivamente grande. A patência desses enxertos a longo prazo não foi determinada neste estudo, vislumbrando-se aqui nova frente de pesquisa.

Quando analisamos os gráficos da relação entre pressão arterial média e tempo, incluindo os diferentes procedimentos do ato operatório, observamos principalmente a queda da pressão arterial média quando ocorre a ligadura dos óstios coronários, mais evidente nos animais 1, 3, 4 e 6. Isto evidencia o sofrimento isquêmico do miocárdio que reverte somente com o apoio de circulação extracorpórea e em alguns casos drogas inotrópicas positivas e vasopressoras. No animal 2, onde a ligadura não foi possível e sim a sutura no início do procedimento, esta queda ocorreu desde o princípio. Como dissemos, isto suporta nossa hipótese da necessidade de adaptação do sistema venoso do coração para receber sangue arterializado e manter a nutrição miocárdica. Este fato não é citado na literatura revista.

A avaliação da evolução clínica foi dividida em dois grupos. Os animais 1, 2 e 3 foram observados por período curto de tempo (até 24h). Desse grupo os animais 1 e 3 tiveram evolução estável tendo sido sacrificados intencionalmente na 8ª e 20ª hora de pós-operatório. O animal 2, no qual foi realizado a oclusão do fluxo anterógrado com sutura dos óstios coronários através de aortotomia teve evolução instável. Como dissemos, este fato corrobora com nossa hipótese da necessidade de adaptação do sistema venoso ao fluxo e pressão de sistema arterial.

No grupo de observação prolongada (nºs 4, 5, 6 e 7) a evolução foi estável nos animais 4, 5 e inclusive 6 até o momento da morte. O animal 4 apresentou quadro de infecção pulmonar que não foi relacionado à arterialização do sistema venoso propriamente dito, e sim a toracotomia com afastamento do pulmão. A utilização de dreno torácico durante o período de fechamento do tórax pode ocasionar acúmulo de

sangue no hemitórax levando a formação de áreas de atelectasia e consequentemente infecção pulmonar.

A morte do animal 6 não foi analisada anátomo-patologicamente, pela demora na abertura do tórax pela equipe cirúrgica. No entanto foi evidente a dobra no enxerto aorto-seio coronário ao nível do átrio direito. Esta dobra pode ter causado interrupção do fluxo de sangue através do enxerto com consequente isquemia aguda e global do coração, causando a morte. Este fato, não comprovado cientificamente, pode no entanto, demonstrar a dependência da nutrição miocárdica na arterialização do sistema venoso realizada.

O animal 7 apresentou instabilidade em todo o pós-operatório, sem explicações cirúrgicas para este fato. A resposta foi fornecida pelo exame de microscopia óptica que evidenciou quadro de miocardite com provável etiologia por toxoplasma (fig. 10 e 11). Operamos sem saber, o animal 7 em vigência de quadro de miocardite por toxoplasma. A prevalência de toxoplasma em carneiros em nosso meio é elevada e até o momento não há descrição na literatura da necessidade de determinação pré-operatória de títulos sanguíneos para tal doença. Esta determinação, contudo, deverá ser considerada em futuros experimentos com carneiros no Brasil.

O fato de nenhum animal apresentar infecção da ferida operatória, de mediastino ou empiema foi considerado como indicativo indireto de adequada desinfecção pré-operatória e antibioticoterapia profilática.

A observação macroscópica dos enxertos na reintervenção cirúrgica evidenciou patência de todos eles. Isto não foi realizado no animal 6 pelas razões já expostas.

Pela falta de grupo controle não pudemos concluir a necessidade da oclusão parcial do seio coronário como medida para facilitar a patência dos enxertos. No entanto, evidências da literatura (BECK & LEIGHNINGER, 1954 e KUBRUSLY, 1994) demonstram que o desaguamento dos enxertos para o sistema venoso pode ser facilitado se não ocluirmos totalmente aquele que sena o caminho natural para o sangue venoso.

O aspecto macroscópico do miocárdio foi difícil de ser avaliado nos animais de observação prolongada em função das aderências e da própria seqüela do processo cicatricial do ato operatório. Não havia evidências de cicatrizes miocárdicas. No animal 2 (12h de evolução) havia discreta hemorragia na região apical do coração.

Analisando a anatomia do sistema venoso vemos o ápice cardíaco como a região mais longínqua do seio coronário. CHIU (1975) utilizando microesferas

radioativas injetadas veias cardíaca magna percebeu distribuição homogênea no miocárdio exceto no ápice do coração.

Não foi observado no estudo microscópico área de infarto miocárdico nos animais. Este fato, com certeza mais importante constatação deste trabalho, evidencia a capacidade do enxerto aorto-seio coronário de manter viabilidade miocárdica apesar da oclusão total do fluxo arterial pelos óstios coronários. O período anterior a necrose tissular, que seria a isquemia miocárdica, é de difícil comprovação histológica. É um processo técnico laborioso e dispendioso, inviável no meio em que realizamos nosso experimento.

A presença de discreta hemorragia e edema miocárdico nos cortes histológicos do animal nº 5 (fig. 9) não causaram sinais clínicos. Não foi possível correlacionar a taquipnéia apresentada por este animal com os achados histológicos. Podemos justificá-la pelas prováveis áreas de ateleclasia pulmonar. Este animal apresentava-se ativo e sem sinais de insuficiência cardíaca.

O animal nº 7 apresentava ao corte histológico sinais inflamatórios compatíveis com miocardite (infiltração linfocitária e moderada destruição celular e evidenciando a presença de toxoplasma (fig. 10 e 11). Operamos este animal sem saber da presença do processo inflamatório agudo do miocárdio. Este fato explica a evolução instável dele no pós-operatório.

Os outros animais apresentaram na microscopia tecido miocárdico normal, com estruturas celulares preservadas, característica de um tecido com suprimento sanguíneo adequado.

O controle angiográfico foi realizado nos animais 4, 5 e 7 (fig.12). Nos animais de observação curta o controle angiográfico só teria indicação se realizado com o coração em atividade e isto foi tecnicamente inviável. Não encontramos instituição veterinária em Belo Horizonte que possuísse aparelho para cineangiocoronariografia e nos hospitais para seres humanos não nos foi permitida a entrada com o animal vivo e sim com a peça cirúrgica devidamente acondicionada. No animal 6 cancelamos o estudo em virtude da morte.

O aparecimento e em maior quantidade de contraste radioativo no ventrículo direito após injeção deste material no enxerto pode ser explicado pela proximidade da veia interventricular posterior ao local da anastomose no seio coronário. Este fluxo preferencial pode ser o causador das dificuldades na maioria dos animais do início dos batimentos cardíacos e da manutenção do débito cardíaco.

Nos trabalhos de CHIU (1975) com a injeção de microesferas na veia arterializada houve maior concentração destas nos capilares venosos que quando comparado com a injeção na artéria coronária. Este fato foi citado por este autor como indicação de fluxo veno-venoso, sem participação na oxigenação celular.

Encontramos contraste presente em todas as cavidades cardíacas o que demonstra a passagem do sangue arterializado pelo sistema de veias mínimas do coração. Isto demonstra um fluxo veno-venoso descrito pelo autor acima citado sem participação na oxigenação celular.

A ponta do ventrículo esquerdo recebeu menor quantidade de contraste, quando comparado com outras áreas. Como dissemos, este é o ponto mais longínquo do local da anastomose (fig. 12d). Este fato já havia sido observado por outros autores (HOCHBERG et ai., 1979 e CHIU & MULDER, 1975).

A manutenção destes animais com vida em seguimento que variou de 8 horas a 25 dias, com oclusão total e comprovada dos óstios coronários é a constatação irrefutável da capacidade dos enxertos aorto-seio coronários de manterem a nutrição miocárdica. Este fato é inédito na literatura por nós revista.

O período analisado foi curto não podendo, portanto, extrapolarmos estes resultados para um seguimento mais prolongado. Vislumbra-se aqui uma nova frente de pesquisa: o estudo da patência prolongada destes enxertos com o mesmo tipo de experimento. Isto, com certeza, nos levará à aplicação clínica destes resultados. Pacientes com fluxo arterial severamente comprometido pelo processo aterosclerótico e que hoje são contra-indicados para tratamento cirúrgico, usando-se a artéria coronária, poderão beneficiar-se com este procedimento que é rápido e de fácil execução. Antevemos por nossas observações que quanto mais severa for a estenose do sistema arterial, melhores serão os resultados com a arterialização do sistema venoso.

Merece nossa consideração ainda o fato de que este procedimento poderá ser realizado sem utilização de circulação extracorpórea, o que o tornaria ainda mais simples.

## **5 CONCLUSÕES**

- 1 - É possível a perfusão e nutrição do tecido miocárdio através da arterialização do sistema venoso do coração de carneiros, em atividade, por períodos de até 25 dias, após completa ligadura do sistema arterial coronariano.
- 2 - Os enxertos de artéria torácica interna bovina preservados em glutaraldeído foram satisfatórios para a realização do procedimento neste período de seguimento.

## REFERÊNCIAS

ANDREALIS, P.; NATSIKAS, N.; AREALIS, E.; LAZARIDES, D. P. The aorto-coronary venous anastomosis in experimental acute myocardial ischemia. *Vasc. Surg.*, 974; 8: 45-52.

AREALIS, E. G.; VOLGER, J. G.; KOEFF, W. J. Arterialization of the coronary vein from a ischemic area (letter) *Chest*, 1973; 63: 462-3.

BATSON, O. V. & BELLER, S. The reversal of flow in the cardiac veins. *Ann. herat J.* 6: 206, 1930.

BECK, C. S. Revascularization of the heart, *Ann, Surg.* 128: 854, 1948.

BECK, C. S. & LEIGHNINGER, D. S. Operation for coronary artery disease, *J.A.M.* 156: 1226, 1954.

CHIU, C. J.; MULDER, D. S. Selective arterialization of coronary veins for diffuse coronary occlusion: An experimental evaluation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 70: 177-182, 1975.

ECKSTEIN, W. R. & LEIGHNINGER, D. S. Chronic effects of aorto-coronary sinus anastomosis of Beck dogs. *Cir. Res.* 2: 60, 1954.

FEIL, H. Clinical appraisal of the Beck application. *Ann. Surg.* 188: 807, 1953.

GARDNER, R. S.; MAGOVERN, G. J.; PARK, S. B. and DIXON, C. M. Arterialization of Coronary Veins in the Treatment of Myocardial Ischemia. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 68: 273-282, 1974.

GREGG, D. E.; FISCHER, L. C. Blood supply to the heart, *handbook of physiology. Sec 2 v.2 Circulation - Washington D C, Chaps 44 p. 1517- 1584, 1963.*

HOCHBERG, M. S.; ROBERTS, W. C.; MORROW, A. G. Selective arterialization of the coronary venous system: Encouraging long term flow evaluation utilizing radioactive microspheres. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 77: 1-12, 1979.

HOCHBERG, M. S. Hemodynamic evaluation of selective arterialization of the coronary venous system: An experimental study of myocardial perfusion using radioactive microspheres. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 74: 774-783, 1977.

Internacional Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature - Nomina Anatomica Veterinaria. 3 ed. Ithaca, World Association of Veterinary Anatomists, 1983.

International Anatomical Nomenclature Committee - Nomina Anatomica 5 ed. Rio de Janeiro, Medsi, 1984.

KUBRUSLY, L. F. Arterialização Seletiva do Sistema Venoso do Coração. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica da Universidade Federal do Paraná - para obtenção do título de mestre - 1994.

MILLER, D. W.; HESSEL, E. A. II; WINTERSCHEID, L. C.; MERENDINA, K. A.; DILLARD, D. H. Current practice of coronary artery bypass. Results of national survey. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 73 : 75, 1977.

MOELL, J. W.; DZIATKWIAK, A.; RYBINSKY, K. Arterialisierung des sinus coronarius Indikationen, technak Ergebnisse, Thoraxchirurgie, 21: 295-298, 1973.

MORAES, I. N. Elaboração da pesquisa científica. Livraria Atheneu Editora, 1990.

PRATT, F. H. Nutrition of the heart through the ressei of coronary veins. Ann. J. Physiol. 1: 86-90, 1898.

REZENDE, J. M. de. Linguagem médica. Fundo Editorial Byk, 1992.

ROBERTS, J. T.; BROWNE, H. S.; ROBERTS G. Nourishment of the myocardium by way of the coronary veins, Fed. Proc. 2: 90, 1943.

TESTUT, L & LатарJET, A. Tratado de Anatomia Humana – TOMO II – p. 108: 115, 1979.

Universidade Federal do Paraná. Biblioteca Central. Normas para Apresentação de Trabalhos. v.I II, Editora da Universidade Federal do Paraná, 1992.

WALLACE, A. Me ALPINE. Heart and Coronary arteries. Spring Verlag, 1976.