

**SILVIA MINHYE KIM**

**Avaliação hemodinâmica durante a revascularização do  
miocárdio sem utilização de circulação extracorpórea**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo para obtenção do título  
de Doutor em Ciências

Área de Concentração: Anestesiologia

Orientadora: Profa. Dra. Maria José Carvalho  
Carmona

**SÃO PAULO**

**2008**

## ***DEDICATÓRIA***

A minha filha Nara Yoo:  
o que aprendi aqui foi para melhor lhe ensinar.

## ***AGRADECIMENTOS***

Ao meu marido Yong Soo Yoo, pelo amor e paciência.

À Prof. Dra. Maria José Carvalho Carmona, pela orientação, motivação e persistência.

Ao Prof. Dr. José Otávio Costa Auler Junior, por abrir portas para concretizar o sonho do doutorado.

Ao Dr. Luiz Marcelo Sá Malbouisson, pelo apoio e presença.

Aos Drs. Kátia Beck LeBihan, Raquel Pei Chen Chan, Marilde de Albuquerque Piccioni, por me deixarem tumultuar suas anestésias.

À minha amiga Silvia Daniela Scarpel de Azevedo, pelo trabalho de conclusão da residência que seria o piloto para essa tese.

A José da Silva Amorim Filho, por me atender sempre, disponibilizando os monitores necessários para este estudo.

Às amigas Solange Rullo Barbosa e Claudia Alexandria Pereira, pelo apoio constante, também durante a Pós-Graduação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo Auxílio a Pesquisa de processo número 03/07092-6.

## SUMÁRIO

Lista de abreviaturas.....	
Lista de figuras.....	
Lista de tabelas.....	
Resumo.....	
Summary.....	
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
<b>A monitorização hemodinâmica durante a RM sem CEC .....</b>	<b>27</b>
<b>4. CASUÍSTICA E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 Projeto de pesquisa .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2 Casuística .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3 Métodos .....</b>	<b>36</b>
<b>4.4 Análise estatística .....</b>	<b>42</b>
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 Características clínicas .....</b>	<b>45</b>
<b>5.2 Ajuste de volemia e uso de fármacos vasoativos.....</b>	<b>48</b>
<b>5.3 Frequência cardíaca.....</b>	<b>49</b>
<b>5.4 Pressão arterial média .....</b>	<b>50</b>
<b>5.5 Pressão média de artéria pulmonar.....</b>	<b>51</b>
<b>5.6 Pressão de oclusão de artéria pulmonar .....</b>	<b>52</b>
<b>5.7 Pressão venosa central .....</b>	<b>54</b>
<b>5.8 Saturação venosa mista de oxigênio .....</b>	<b>56</b>
<b>5.9 Débito cardíaco intermitente.....</b>	<b>57</b>
<b>5.10 Débito cardíaco em modo <i>STAT</i> .....</b>	<b>59</b>
<b>5.11 Débito cardíaco medido por ecodoppler transesofágico.....</b>	<b>60</b>

<b>5.12</b>	<b>Volume diastólico final de ventrículo direito.....</b>	<b>62</b>
<b>5.13</b>	<b>Fluxo sanguíneo aórtico.....</b>	<b>63</b>
<b>5.14</b>	<b>Tempo de ejeção de ventrículo esquerdo corrigido.....</b>	<b>65</b>
<b>5.15</b>	<b>Pico de velocidade .....</b>	<b>66</b>
<b>5.16</b>	<b>Aceleração máxima .....</b>	<b>68</b>
<b>5.17</b>	<b>Comparação das medidas de débito cardíaco .....</b>	<b>69</b>
<b>5.18</b>	<b>Comparação das medidas de débito cardíaco na parede anterior.....</b>	<b>73</b>
<b>6.</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>78</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>87</b>
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>89</b>
<b>9.</b>	<b>APÊNDICES.....</b>	
<b>I-</b>	<b>Dados Individuais.....</b>	<b>II</b>
<b>II-</b>	<b>Termo de Consentimento.....</b>	<b>VIII</b>

## Lista de abreviaturas

AM<sub>áx</sub> – aceleração máxima do fluxo sanguíneo aórtico  
CCI – coeficiente de correlação intraclasse  
CD – artéria coronária direita  
CEC – circulação extracorpórea  
Cx – artéria circunflexa  
DA – artéria descendente anterior  
DC – débito cardíaco  
DCC – débito cardíaco contínuo  
DC<sub>DE</sub> – débito cardíaco obtido por Doppler esofágico  
DCI – débito cardíaco intermitente  
DCS/DC<sub>STAT</sub> – débito cardíaco modo *STAT*  
DI – artéria diagonal  
DP – desvio padrão  
FC – frequência cardíaca  
FSA – fluxo sanguíneo aórtico  
IC 95% – intervalo de confiança de 95%  
Mg/ MgE – artéria marginal esquerda  
Mg2 –segunda artéria *marginalis*  
NS – sem significância estatística  
PAM – pressão arterial média  
PAPm – pressão de artéria pulmonar média  
PoAP – pressão de oclusão de artéria pulmonar  
PV – pico de velocidade do fluxo sanguíneo aórtico  
PVC – pressão venosa central  
RM – revascularização do miocárdio  
SvO<sub>2</sub> – saturação venosa mista de oxigênio  
TEVEc – tempo de ejeção de ventrículo esquerdo corrigido  
VD – ventrículo direito  
VDF – volume diastólico final de ventrículo direito  
VE – ventrículo esquerdo  
VP – artéria ventricular posterior  
VS – volume sistólico

## Lista de figuras

Figura 1. Tela de monitorização do <i>Hemosonic 100</i> .....	39
Figura 2. Delineamento do estudo .....	41
Figura 3. Valores médios e erros-padrões de PoAP por grupo de estudo .....	53
Figura 4. Valores médios e erros-padrões de PVC por grupo de estudo .....	55
Figura 5. Valores médios e erros-padrões de DCI por grupo de estudo .....	58
Figura 6. Valores médios e erros-padrões de DC <sub>DE</sub> por grupo de estudo.....	61
Figura 7. Valores médios e erros-padrões de FSA por grupo de estudo.....	64
Figura 8. Valores médios e erros-padrões de PV por grupo de estudo.....	67
Figura 9. Gráfico das diferenças entre os débitos cardíacos medidos em modo <i>STAT</i> e por termodiluição intermitente (DC <sub>STAT</sub> e DCI) em relação às medidas médias, nos momentos BASAL, INÍCIO e FINAL DA ANASTOMOSE.....	71
Figura 10. Gráfico das diferenças entre os débitos cardíacos medidos com ecodoppler transesofágico e por termodiluição intermitente (DC <sub>DE</sub> e DCI) em relação às medidas médias, nos momentos BASAL, INÍCIO e FINAL DA ANASTOMOSE .....	72
Figura 11. Gráfico das diferenças entre os débitos cardíacos medidos em modo <i>STAT</i> e por termodiluição intermitente (DC <sub>STAT</sub> e DCI) na parede anterior em relação às medidas médias, nos momentos BASAL, INÍCIO e FINAL DA ANASTOMOSE .....	75
Figura 12. Gráfico das diferenças entre os débitos cardíacos medidos com ecodoppler transesofágico e por termodiluição intermitente (DC <sub>DE</sub> e DCI) na parede anterior em relação às medidas médias, nos momentos BASAL, INÍCIO e FINAL DA ANASTOMOSE .....	76

## Lista de tabelas

Tabela 1. Dados antropométricos, risco cirúrgico e anastomoses coronarianas realizadas ...	47
Tabela 2. Análise descritiva da variável FC .....	49
Tabela 3. Análise descritiva da variável PAM .....	50
Tabela 4. Análise descritiva da variável PAPm.....	51
Tabela 5. Análise descritiva da variável PoAP.....	52
Tabela 6. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls (variável PoAP).....	53
Tabela 7. Análise descritiva da variável PVC .....	54
Tabela 8. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls (variável PVC).....	55
Tabela 9. Análise descritiva da variável SvO <sub>2</sub> .....	56
Tabela 10. Análise descritiva da variável DCI.....	57
Tabela 11. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls (variável DCI).....	58
Tabela 12. Análise descritiva da variável DC <sub>STAT</sub> .....	59
Tabela 13. Análise descritiva da variável DC <sub>DE</sub> .....	60
Tabela 14. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls (variável DC <sub>DE</sub> ) .....	61
Tabela 15. Análise descritiva da variável VDF .....	62
Tabela 16. Análise descritiva da variável FSA.....	63
Tabela 17. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls (variável FSA).....	64
Tabela 18. Análise descritiva da variável TEVEc.....	65
Tabela 17. Análise descritiva da variável PV .....	66
Tabela 20. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls (variável PV) .....	67
Tabela 21. Análise descritiva da variável AMáx.....	68
Tabela 22. Resultados da análise de concordância dos métodos de medida de débito cardíaco em modo <i>STAT</i> (DC <sub>STAT</sub> ) ou por ecodoppler transesofágico (DC <sub>DE</sub> ) com o método intermitente (DCI).....	70
Tabela 23. Resultados da análise de concordância dos métodos de medida de débito cardíaco em modo <i>STAT</i> (DC <sub>STAT</sub> ) ou por ecodoppler transesofágico (DC <sub>DE</sub> ) com o método intermitente (DCI).....	74



## Resumo

**Kim SM. Avaliação hemodinâmica durante a revascularização do miocárdio sem utilização de circulação extracorpórea.** 2008. 104 p. Tese (doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; São Paulo.

**INTRODUÇÃO:** A cirurgia de revascularização miocárdica sem utilização de circulação extracorpórea (CEC) tem sido cada vez mais utilizada, especialmente após a introdução de dispositivos estabilizadores da parede cardíaca. Entretanto, a técnica pode causar alterações hemodinâmicas durante a realização das anastomoses coronárias. **OBJETIVOS:** Analisar as alterações hemodinâmicas decorrentes das mudanças de posição do coração para abordar as artérias coronárias sem CEC e comparar os monitores de débito cardíaco semi-contínuo e de ecodoppler transesofágico quanto à precisão das medidas hemodinâmicas. **MATERIAL E MÉTODOS:** Foram selecionados aleatoriamente 20 pacientes adultos com idade inferior a 80 anos, candidatos a cirurgia eletiva de revascularização miocárdica sem utilização de circulação extracorpórea. A avaliação hemodinâmica incluiu a utilização de ecodoppler com transdutor esofágico e de cateter de artéria pulmonar com filamento térmico. A coleta de dados foi realizada: 1 – após a indução da anestesia, antes do início da revascularização propriamente dita, 2 – durante a realização das anastomoses distais, logo após o posicionamento e estabilização do coração e 3 – após cinco minutos do início da anastomose. Os dados hemodinâmicos foram analisados por análise de variância de duplo fator com repetição, complementada por teste de Newman-Keuls. O nível de significância considerado foi de 5%. Os valores de débito cardíaco foram comparados segundo método proposto por Bland e Altman, analisando a correlação intraclasses, diferenças médias e intervalos de confiança de 95%. **RESULTADOS:** Alterações hemodinâmicas significativas foram detectadas para o aumento de pressão de oclusão de artéria pulmonar (de  $17,7 \pm 6,1$  para  $19,2 \pm 6,5$  mmHg –  $p < 0,001$  e para  $19,4 \pm 5,8$  mmHg –  $p < 0,001$ ) e pressão venosa central (de  $13,9 \pm 5,4$  para  $14,9 \pm 5,9$  mmHg –  $p = 0,007$  e para  $15,1 \pm 6,0$  mmHg –  $p = 0,006$ ), além de diminuição do débito cardíaco obtido por termodiluição intermitente (de  $4,70 \pm 1,43$  para  $4,23 \pm 1,22$  L/min –  $p < 0,001$  e para  $4,26 \pm 1,27$  L/min –  $p < 0,001$ ). Houve interação grupo-tempo estatisticamente significativa no débito cardíaco por Doppler esofágico, que apresentou redução no grupo lateral de  $4,08 \pm 1,99$  para  $2,84 \pm 1,81$  L/min ( $p = 0,02$ ) e para  $2,86 \pm 1,73$  L/min ( $p = 0,02$ ), e no fluxo sanguíneo aórtico, que diminuiu de  $2,85 \pm 1,39$  para  $1,99 \pm 1,26$  L/min ( $p = 0,02$ ) e para  $2,00 \pm 1,21$  L/min ( $p = 0,02$ ). As medidas de débito cardíaco intermitente, semi-contínuo e por Doppler esofágico apresentaram diferenças médias e intervalos de confiança de 95% acima de limites aceitáveis clinicamente. **CONCLUSÕES:** Houve deterioração hemodinâmica significativa durante a revascularização miocárdica sem CEC. Pelo Doppler esofágico, o débito cardíaco apresentou redução detectada apenas na parede lateral. As diferenças nos valores de débito cardíaco foram muito amplas para considerar os métodos concordantes, em quaisquer das condições hemodinâmicas estudadas.

**Descritores:** 1.Cirurgia cardíaca 2.Revascularização miocárdica 3.Ponte de artéria coronária sem circulação extracorpórea 4.Débito cardíaco 5.Monitorização intra-operatória

## Summary

Kim SM. **Hemodynamic evaluation during off-pump coronary artery bypass surgery**. 2008. 104 p. Thesis (Doctoral) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; São Paulo.

**INTRODUCTION:** Coronary artery bypass graft (CABG) surgeries have been performed increasingly without cardiopulmonary bypass (off-pump CABG), specially with introduction of cardiac wall stabilizing devices. However, hemodynamic changes can occur during coronary anastomosis. **OBJECTIVES:** To study hemodynamic alterations caused when cardiac position is changed to operate coronary arteries and to compare continuous cardiac output and esophageal Doppler monitor regarding accuracy of hemodynamic measurements. **MATERIALS AND METHODS:** Twenty adult patients under age of 80 undergoing elective off-pump CABG were enrolled. Hemodynamic evaluation was performed with esophageal echodoppler and continuous thermodilution pulmonary artery catheter. Data were collected 1 – after induction of anesthesia, before revascularization, 2 – during distal anastomosis, right after heart positioning and stabilization, and 3 –five minutes following the beginning of anastomosis. Repeated measures two-way ANOVA with *post hoc* Newman-Keuls tests were used to analyse hemodynamic data and level of significance was set at 0.05. Cardiac output values were compared using the method proposed by Bland and Altman, and included analysis of correlation, mean differences and 95% confidence intervals. **RESULTS:** Significant hemodynamic alterations were detected during revascularization of coronary arteries as elevation of pulmonary artery occlusion pressure (from  $17.7 \pm 6.1$  to  $19.2 \pm 6.5$  mmHg –  $P < 0.001$ , and to  $19.4 \pm 5.8$  mmHg –  $P < 0.001$ ) and of central venous pressures (from  $13.9 \pm 5.4$  to  $14.9 \pm 5.9$  mmHg –  $P = 0.007$ , and to  $15.1 \pm 6.0$  mmHg –  $P = 0.006$ ), and as reduction of intermittent cardiac output (from  $4.70 \pm 1.43$  to  $4.23 \pm 1.22$  l/min –  $P < 0.001$ , and to  $4.26 \pm 1.27$  l/min –  $P < 0.001$ ). Statistically significant group-time interaction was observed in esophageal Doppler cardiac output, that decreased in the lateral wall from  $4.08 \pm 1.99$  to  $2.84 \pm 1.81$  l/min ( $P = 0.02$ ) and to  $2.86 \pm 1.73$  l/min ( $P = 0.02$ ), and in aortic blood flow, that decreased from  $2.85 \pm 1.39$  to  $1.99 \pm 1.26$  l/min ( $P = 0.02$ ) and to  $2.00 \pm 1.21$  l/min ( $P = 0.02$ ). Intermittent, *STAT*-mode or esophageal Doppler cardiac output mean differences and 95% confidence intervals were beyond clinically acceptable limits. **CONCLUSIONS:** There was significant hemodynamic deterioration during off-pump CABG. On the esophageal Doppler monitor, cardiac output decrease was detected only in the lateral wall. Differences in cardiac output measurements were too wide to say methods agreed, in all hemodynamic conditions studied.

**Descriptors:** 1.Thoracic surgery 2.Myocardial revascularization 3.Coronary artery bypass, off-pump 4.Cardiac output 5.Monitoring, intraoperative

## *INTRODUÇÃO*



## **1. INTRODUÇÃO**

Alterações hemodinâmicas importantes podem ocorrer durante a revascularização do miocárdio realizada sem o uso da circulação extracorpórea (CEC), período em que o coração deve manter sua função de bomba enquanto está sendo operado e manipulado. Prevendo-se as alterações que podem ocorrer e dispondo-se de monitorização contínua e de resposta rápida é possível o pronto reconhecimento da instabilidade hemodinâmica, possibilitando a otimização da função cardíaca para reduzir o sofrimento e sobrecarga do coração frente à manipulação externa.

Os mecanismos responsáveis pelas alterações hemodinâmicas foram avaliados e adequações foram propostas à técnica cirúrgica e anestésica (1-4). Diversos estudos foram realizados para observar essas alterações, empregando cateteres de artéria pulmonar e ecocardiografia (5-23). Foi observado, por exemplo, que a deterioração hemodinâmica ocorria principalmente na realização da anastomose distal dos ramos posteriores das artérias coronárias, devido à necessidade de um deslocamento anterior do ápice cardíaco. Ocorre nesse momento queda da pressão arterial média, do débito cardíaco e do volume sistólico (11). À ecocardiografia observa-se obstrução da saída do fluxo pelo ventrículo direito e diminuição do tamanho desta câmara (11, 16, 17).

Com o reconhecimento das alterações que ocorrem durante a manipulação do coração para expor as artérias coronárias a serem abordadas, foi

possível estudar a melhor estratégia para diminuir esses eventos. A manobra de Trendelenburg foi capaz de minimizar as alterações da pressão arterial média e do volume sistólico (11), por promover redistribuição volêmica e melhora do retorno venoso. Essa manobra tem grande importância também porque a dimensão do ventrículo direito é a mais afetada durante a anteriorização do coração, devido a sua maior vulnerabilidade à compressão mecânica sobre o coração (16).

Por outro lado, monitores hemodinâmicos têm sido desenvolvidos para proporcionar informações sobre a função cardíaca. Cateteres de artéria pulmonar com filamento térmico são capazes de mensurar a fração de ejeção do ventrículo direito e, a partir daí, o volume diastólico final. A ecocardiografia transesofágica intraoperatória permite visualizar diretamente as câmaras cardíacas para obter os volumes e pressões durante o ciclo cardíaco. O Doppler transesofágico de aorta pode informar, a partir da análise do fluxo sanguíneo aórtico, o débito cardíaco e o tempo de ejeção do ventrículo esquerdo, um parâmetro que se correlaciona com as alterações de pré-carga (24). Nas situações de mudança das condições hemodinâmicas, a saturação venosa mista de oxigênio (SvO<sub>2</sub>) pode se alterar rapidamente (25) pelo aumento da extração periférica de oxigênio. Analisando a SvO<sub>2</sub> em conjunto com o fluxo sanguíneo aórtico pode-se obter informações adicionais relacionadas à função cardíaca e à oferta periférica de oxigênio durante a agressão ao coração.

Além da coronariopatia que justificou a necessidade de intervenção cirúrgica e da função cardíaca prévia, a manipulação cirúrgica contribui para a instabilidade hemodinâmica durante a revascularização do miocárdio realizada sem

CEC. A monitorização do paciente durante a cirurgia deve fornecer informações que permitam decisões rápidas para o ajuste hemodinâmico sem causar aumento da morbidade cirúrgica ao trazer riscos adicionais. Informações sobre fluxo e volemia podem trazer substratos para a melhor abordagem dessas cirurgias.

## ***OBJETIVOS***



## 2. OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivos avaliar as alterações hemodinâmicas que ocorrem durante a realização de anastomoses coronarianas distais na cirurgia de revascularização do miocárdio sem utilização de circulação extracorpórea:

- considerando a parede cardíaca contendo a artéria coronariana abordada em cada procedimento e
- comparando os valores de débito cardíaco (DC) obtidos por termodiluição intermitente ou semi-contínua (em modo *STAT*) e por ecodoppler transesofágico.



*REVISÃO DA LITERATURA*



### 3. REVISÃO DE LITERATURA

A revascularização miocárdica (RM) é tradicionalmente realizada com o uso de circulação extracorpórea (CEC) e soluções cardioplégicas, de modo que haja imobilização da parede miocárdica, o que facilita o posicionamento das artérias coronárias e a realização de suas anastomoses. Entretanto, o emprego da CEC pode causar diversas alterações como a síndrome da resposta inflamatória sistêmica, alterações da coagulação, hemodiluição e risco de embolia aérea, além de alterações da função pulmonar e cerebral no período pós-operatório, dentre outras complicações (26).

Kolessov, em 1967 (27), já descrevia a realização de revascularização miocárdica sem o uso de CEC na tentativa de minimizar as reações adversas a ela relacionadas. Atualmente, com o desenvolvimento de dispositivos estabilizadores da parede miocárdica, a realização de cirurgias para revascularização miocárdica sem CEC passou a ser uma opção menos invasiva e com menor morbidade (28).

Pacientes submetidos à RM sem CEC apresentam diminuição no tempo de internação no período pós-operatório, na necessidade de transfusões sanguíneas e na incidência de fibrilação atrial paroxística (29). Em uma revisão sistemática da literatura comparando a RM com e sem CEC, Bainbridge *et al.* (2005) (30) buscaram informações relacionadas à mortalidade, incidência de acidentes vasculares cerebrais, infarto miocárdico, fibrilação atrial e insuficiência renal, patência dos enxertos e recorrência de angina após essas cirurgias. A meta-análise desses fatores não

demonstrou diferença estatística na redução de mortalidade em 30 dias ou na ocorrência de acidentes vasculares cerebrais, infartos miocárdicos ou insuficiência renal. Nos pacientes submetidos à RM sem CEC, houve redução significativa na incidência de fibrilação atrial, nas transfusões sanguíneas e na duração da internação hospitalar e em terapia intensiva, além do tempo de ventilação mecânica.

No entanto, os pacientes avaliados na maioria dos estudos eram relativamente jovens e mais saudáveis e os procedimentos realizados por um número limitado de cirurgiões experientes, em centros de referência. Poucos estudos avaliaram adequadamente o resultado em pacientes de alto risco e ainda permanece controversa a realização da cirurgia sem CEC em pacientes com baixa fração de ejeção do ventrículo esquerdo, uma vez que a alteração do eixo cardíaco, necessária para realização de algumas anastomoses coronarianas, pode promover importantes alterações hemodinâmicas.

A revascularização do miocárdio sem utilização de CEC é realizada desde o início da década de 60, junto com o desenvolvimento das cirurgias coronarianas (5, 27, 31). No entanto, com a introdução e o desenvolvimento das técnicas de circulação extracorpórea nesse mesmo período, a cirurgia com o coração em atividade foi praticamente abandonada. A cardioplegia eletromecânica também passou a ser mais utilizada e trazia as vantagens de prover um campo cirúrgico estático e sem sangue.

Várias técnicas e conceitos se desenvolveram durante os anos 80 e, com isso, foi possível a implantação da cirurgia coronariana minimamente invasiva no início da década de 90. Essa técnica pioneira permitia que a revascularização

miocárdica se realizasse em situações selecionadas, usando uma incisão bastante reduzida, sem o emprego da circulação extracorpórea (32). Em 1996, Calafiore *et al.* (33) publicaram um estudo em que 155 pacientes foram submetidos a uma pequena toracotomia esquerda pelo quarto espaço intercostal para realizar a anastomose da artéria torácica interna esquerda à artéria descendente anterior, sem o uso da circulação extracorpórea. Esta técnica era adequada para o tratamento de coronariopatia uniarterial, mas havia grande dificuldade imposta pela movimentação excessiva do campo operatório. Em 1997, Boonstra *et al.* (34) desenvolveram um dispositivo estabilizador que poderia ser introduzido pela mini-toracotomia. Na mesma época, Borst *et al.* (35) apresentaram um estabilizador do tipo sucção que também permitia realizar anastomoses em um campo imóvel. Com o advento das novas técnicas para exposição das coronárias e estabilização miocárdica, a revascularização completa sem circulação extracorpórea tornou-se possível e passou a apresentar seus primeiros resultados positivos (36).

Devido à dificuldade de exposição de ramos de coronárias mais laterais e posteriores, o acesso por esternotomia mediana, combinado a métodos apropriados de posicionamento do coração e estabilização mecânica, tornou-se a abordagem mais empregada nessas cirurgias. Com a esternotomia mediana convencional, as artérias descendente anterior, diagonal e ramos da coronária direita são visualizados com mais facilidade e as anastomoses distais podem ser realizadas sem CEC, com alterações hemodinâmicas menos significativas. O desafio encontrava-se em abordar os ramos circunflexos sem causar instabilidade hemodinâmica. Lima, em 1999 (37), propôs em tese de doutorado uma manobra envolvendo quatro suturas pericárdicas e

demonstrou que este território poderia ser abordado com mínima instabilidade. Mais tarde, a partir da avaliação desta técnica, D'Ancona *et al.*(2000) (7) propuseram o uso de uma sutura pericárdica única, também com bons resultados.

Couture (6), em 2002, realizou uma extensa revisão da literatura médica na tentativa de descrever os mecanismos responsáveis pelas alterações hemodinâmicas observadas na cirurgia de revascularização do miocárdio sem utilização de CEC. Essas variações podem ser atribuídas à mobilização e estabilização do coração ou à isquemia miocárdica que pode ocorrer durante a oclusão coronariana.

Os efeitos hemodinâmicos variam com os diferentes estabilizadores utilizados, por sucção (*Octopus Tissue Stabilizer System*, Medtronic Inc., Minneapolis, MN, EUA) ou compressão (*CoroNéo Inc.*, CTS Inc., Cupertino, CA, EUA). O deslocamento anterior do coração em 90° e a compressão maior do ventrículo direito em relação ao esquerdo são mecanismos responsáveis pelas alterações hemodinâmicas observadas com o uso de estabilizadores do tipo sucção. Por outro lado, os estabilizadores por compressão afetam o ventrículo esquerdo por meio da obstrução de sua via de saída e pela restrição diastólica conseqüente à deformação geométrica (6).

Os dispositivos do tipo “*Octopus*” permitem a estabilização da parede miocárdica e parecem provocar mínimas alterações hemodinâmicas ou eletrocardiográficas (14). Estes estabilizadores são compostos por duas placas com segmentos maleáveis, que permanecem fixos em um braço articulado preso à mesa

cirúrgica ou aos afastadores de esterno. Suas placas apresentam seis ventosas, cada uma com capacidade de realizar sucção de até 400 mmHg.

Utilizando porcos como modelo animal e o *Octopus* como estabilizador do miocárdio, Borst *et al.* (35) não observaram a ocorrência de deterioração hemodinâmica durante as anastomoses distais das artérias descendente anterior (DA) e coronária direita (CD). No entanto, observa-se tendência a diminuição da pressão arterial na abordagem de ramos mais posteriores da parede miocárdica quando ocorre o deslocamento anterior do ápice do coração em atividade (11). Comparativamente, o acesso ao território correspondente à artéria circunflexa (Cx) causa maiores efeitos hemodinâmicos.

A imobilização da parede cardíaca póstero-lateral é possível com a fixação das pás do *Octopus* diretamente no ventrículo e anteriorização do ápice pela tração deste dispositivo. Com essa manobra, Grundeman *et al.*(1998) (11) observaram que ocorre diminuição de 26% na pressão arterial média (PAM), 37% no débito cardíaco (DC) e 44% no volume sistólico (VS) biventricular, embora haja aumento na pressão diastólica final de ventrículo direito (VD), mas não de ventrículo esquerdo (VE). A manobra de céfalo-declive em 20° (Trendelenburg) pode normalizar o débito cardíaco e pressão arterial média.

Grundeman *et al.*(1999) (12) estudaram, experimentalmente, o mecanismo para a disfunção biventricular utilizando ecocardiografia bidimensional e verificaram que uma porção significativa da parede livre de VD é pressionada contra o septo interventricular resultando em diminuição maior do tamanho do VD em relação ao VE. Ocorre também estreitamento da via de saída de VD, mas não são

observadas incompetências valvares. O posicionamento em Trendelenburg pode aumentar o retorno venoso e normalizar a pressão arterial média, o volume sistólico e as dimensões do VE, mas corrige apenas parcialmente as dimensões de VD.

Entretanto, as alterações hemodinâmicas da cirurgia de revascularização do miocárdio sem CEC não estão bem caracterizadas nos estudos clínicos. No relato de Jansen *et al.* (1998) (14), com os resultados dos primeiros 100 pacientes operados utilizando o dispositivo *Octopus*, foi observada melhor tolerância na exposição das paredes anterior e inferior. A exposição da parede posterior pode ser bem tolerada se o deslocamento cardíaco for realizado lentamente. No entanto, nesses casos, a redistribuição volêmica com a manobra de Trendelenburg e a infusão de dopamina foi necessária em 67% dos pacientes para manter normal a pressão arterial.

Nierich *et al.* (2000) (20), em um estudo com 150 pacientes, não observaram deterioração importante na função circulatória global ou disfunção cardíaca de origem isquêmica durante cirurgia com uso do mesmo dispositivo estabilizador. O volume sistólico foi o parâmetro mais afetado durante a revascularização da artéria diagonal (DI) (diminuição de 25%), fato atribuído à compressão do coração direito entre o ventrículo esquerdo e pericárdio direito. A necessidade de suporte farmacológico com agentes inotrópicos foi 15% maior nessa situação. Segundo estes autores, a manobra para o posicionamento, mais do que o próprio deslocamento, causa maiores alterações hemodinâmicas, dependendo da artéria a ser abordada. Para qualquer das artérias anastomosadas, o mecanismo de alteração hemodinâmica seria o mesmo: diminuição temporária da ejeção do VD e,

conseqüentemente, diminuição do débito de VE. A persistência dessa condição sem tratamento adequado impossibilita a realização do enxerto.

Mathison *et al.* (2000) (16) descreveram detalhadamente a cirurgia de revascularização do miocárdio usando o dispositivo *Octopus II*. O posicionamento para abordagem da artéria circunflexa resultou em decréscimo de  $22,2 \pm 4,4\%$  na pressão arterial média e de  $28,5 \pm 3,5\%$  no VS, aumento das pressões atriais esquerda e direita em  $59,9 \pm 15,9\%$  e  $166,7 \pm 34,2\%$ , respectivamente, e das pressões diastólicas finais de VE e VD em  $59,4 \pm 16,6\%$  e  $151,4 \pm 9,8\%$ . O posicionamento para revascularização da artéria descendente posterior também resultou em diminuição do VS ( $-22,4 \pm 7,9\%$ ) com aumento nas pressões biatriais e diastólica final de VD, mas sem alteração significativa na pressão diastólica final de VE. Na anastomose de artéria descendente anterior, houve a menor alteração hemodinâmica, embora pudesse ser observada diminuição do VS em  $17,5 \pm 5,1\%$ , acompanhada de aumento da pressão de átrio direito e na pressão diastólica final de VD. Utilizando ecocardiografia transesofágica, esses autores puderam observar que, em todos os posicionamentos, o ventrículo direito é o mais afetado pela compressão, porque sua parede é mais fina, sua pressão é relativamente baixa e passível de ser pressionado pelo pericárdio. Desse modo, mesmo que haja compressão do ventrículo esquerdo, os efeitos à direita são maiores. Os aumentos nas pressões atriais podem ser explicados pela observação de que a elevação do ápice cardíaco causa distorção do coração próximo às válvulas atrioventriculares, acarretando obstrução parcial ao fluxo sanguíneo. As pressões nas quatro câmaras cardíacas elevaram-se, enquanto a pressão arterial média, débito cardíaco e volume sistólico decaíram. No entanto,



diferentemente dos modelos animais, a manobra de Trendelenburg não restaurou esses três últimos parâmetros.

D'Ancona *et al.* (2000) (7) descreveram uma técnica cirúrgica com sutura única no seio oblíquo do pericárdio para posicionar o coração durante as anastomoses. A tração desta sutura promove elevação e rotação do coração, permitindo a exposição de todas as artérias coronárias a serem abordadas. Utilizando essa técnica e um estabilizador de parede por compressão não foram observadas alterações hemodinâmicas consideráveis nos diversos estágios da cirurgia. O principal fato ressaltado foi que o índice cardíaco não se alterou, mas houve elevação estatisticamente significativa da pressão de oclusão da artéria pulmonar (PoAP) durante o clampeamento e estabilização da artéria coronária circunflexa.

Mishra *et al.* (2002) (17) não observaram alterações hemodinâmicas significativas durante anastomoses na parede anterior. No entanto, em procedimentos envolvendo a parede posterior, houve diminuição da PAM em  $18 \pm 4\%$  ( $p \leq 0,01$ ) com aumento concomitante da PVC de  $66 \pm 18\%$  ( $p \leq 0,001$ ). O VS e índice cardíaco (IC) diminuíram em  $35,7 \pm 11\%$  ( $p \leq 0,001$ ) e  $45 \pm 13\%$  ( $p \leq 0,001$ ). As pressões de artéria pulmonar média e ocluída não tiveram elevação significativa apesar da adoção de posição de Trendelenburg e reposição volêmica adicional. À ecocardiografia transesofágica, houve desenvolvimento de alteração de contratilidade em 294 (59,2%) dos pacientes com diminuição da função ventricular global em 306 pacientes (61,2%). A anastomose na parede inferior se associou a redução significativa de IC e VS, mas dentro de limites aceitáveis. A obstrução da via de saída de VD foi observada nos vários estágios durante o deslocamento vertical do coração.

O maior comprometimento hemodinâmico foi observado durante o posicionamento do coração para anastomose dos ramos marginais. Houve diminuição significativa da PAM ( $18 \pm 4\%$ ,  $p \leq 0,01$ ), VS ( $35,7 \pm 11\%$ ,  $p \leq 0,01$ ) e IC ( $45 \pm 13\%$ ,  $p \leq 0,001$ ) e aumento da PVC ( $66 \pm 18\%$ ,  $p \leq 0,001$ ). Esses autores atribuíram os efeitos hemodinâmicos observados à compressão ventricular direita resultando em diminuição do débito sistólico de VD. Neste estudo, em alguns pacientes houve redução da PAM e do DC acompanhados de diminuição da PVC e não aumento. O fato poderia ser explicado pela distorção das veias cavas superior e inferior, com conseqüente redução do retorno venoso ao coração.

Já Mueller *et al.* (2002) (19) demonstraram que, independentemente da artéria a ser abordada, a estabilidade hemodinâmica é preservada durante a revascularização miocárdica sem CEC, desde que técnica adequada de exposição e estabilização seja empregada, de modo a evitar compressão de câmaras cardíacas. Nenhum dos parâmetros analisados em seu estudo teve variação significativa dos valores basais nos três territórios estudados (posterior, anterior e lateral).

A oclusão coronariana, por sua vez, pode representar fator causador de efeitos adicionais na função ventricular esquerda, dependendo do desenvolvimento e do estado da circulação colateral (38). Brown *et al.* (1999) (39) demonstraram que a oclusão de um vaso com estenose importante ( $> 90\%$ ) mas com boa circulação colateral acarreta isquemia miocárdica de menor gravidade que a oclusão de um vaso com apenas 60 a 70% de estenose, mas com menor fluxo colateral. Koh *et al.* (38), utilizando a ecocardiografia transesofágica em pacientes submetidos a revascularização do miocárdio sem CEC, observaram que, durante a oclusão da

artéria descendente anterior por até 15 minutos, tanto a função sistólica quanto a diastólica de VE estavam deprimidas nos pacientes sem circulação colateral, em comparação a disfunção diastólica isolada de pacientes com colaterais. Todas essas alterações se normalizaram após 10 minutos de reperfusão. Entretanto, as conseqüências hemodinâmicas do deslocamento do coração provavelmente não sofrem influências do grau de estenose coronariana (10).

O posicionamento em Trendelenburg pode, além de normalizar o DC e PAM, restabelecer o fluxo sanguíneo coronariano. Grundeman *et al.* (1998) (11) demonstraram que o deslocamento cardíaco causa diminuição do fluxo coronariano medido por probe de ultrassom nas artérias descendente anterior, coronária direita e circunflexa em 34%, 25% e 50% respectivamente, restaurado com o céfalo-declive em 20° (manobra de Trendelenburg).

### **A monitorização hemodinâmica durante a RM sem CEC**

A manutenção da estabilidade hemodinâmica durante a luxação cardíaca necessária para acesso às diferentes artérias coronárias depende de acompanhamento rigoroso pelo anestesiológico. Com a mobilização do coração é distorcida a função de monitores como o eletrocardiograma e a ecocardiografia transesofágica. A monitorização invasiva da pressão arterial não é afetada e é mandatória para assegurar pressão arterial adequada, mas um valor normal não garante débito

cardíaco ou perfusão tecidual adequados. Neste sentido, a monitorização do DC apresenta-se como instrumento útil para melhor cuidado anestésico e muitos estudos consideram necessário o uso de cateter de artéria pulmonar nessas cirurgias (2). As medidas intermitentes do DC por termodiluição (DCI) tornam-se impraticáveis com as freqüentes e abruptas mudanças da posição do coração. Assim, uma solução ideal compreenderia um monitor confiável e de resposta rápida, como propõe o sistema de débito cardíaco contínuo (DCC) utilizando filamento térmico.

Poli de Figueiredo *et al.* (1999) (25) procuraram determinar a precisão do monitor de débito cardíaco contínuo durante as alterações hemodinâmicas agudas induzidas por hemorragia e ressuscitação. Em um modelo experimental com cães, foi produzida hemorragia até que fosse atingida PAM de 40 mmHg. Esta pressão foi mantida por 30 minutos, o volume retirado foi retransfundido e foi produzida uma segunda hemorragia maciça em 10 minutos. Neste estudo, as medidas de DCC se correlacionaram com o débito cardíaco intermitente e fluxo sangüíneo na artéria pulmonar durante o período basal. No entanto, após perda sangüínea aguda, houve atraso de 20 minutos para que o DCC acompanhasse a diminuição abrupta de DCI e também da saturação venosa mista de oxigênio (SvO<sub>2</sub>). O mesmo atraso foi observado no início da ressuscitação volêmica, mas este fato foi ainda mais marcante no animal exsangüie, quando o DCC ainda registrava os valores basais.

Singh *et al.* (2002) (40) compararam as medidas de DC contínuo, no modo *STAT* (DCS) e intermitente em pacientes submetidos a revascularização coronariana direta minimamente invasiva. Esses autores observaram diminuição estatisticamente significativa dos parâmetros hemodinâmicos durante as anastomoses

de artéria torácica interna esquerda à DA. A correlação entre DCI e DCC foi significativa ( $r = 0,78$ ,  $p \leq 0,001$ ) com os dados combinados de todos os pacientes, assim como entre DCI e DCS ( $r = 0,79$ ,  $p \leq 0,001$ ), mas a correlação foi menor entre os métodos durante as anastomoses e no 1º e 5º minuto pós-revascularização. Este fato pode ser atribuído ao retardo de resposta de 3 a 6 minutos do DCC, enquanto que a diminuição do DCI foi detectada imediatamente.

Lazor *et al.* (1997) (41) também compararam as medidas de débito cardíaco durante estabilidade e alteração hemodinâmica aguda, representada por aumento de 10 a 20% na frequência de um marcapasso epicárdico. As correlações entre DC contínuo e *STAT* e entre DC contínuo e intermitente foram boas ( $r = 0,94$  para ambos). O tempo de resposta para alteração significativa de PAM e SvO<sub>2</sub> foi de 30 segundos e 90 segundos, respectivamente. No entanto, a elevação do DCS foi detectada aos 270 segundos, mas a elevação do DCC não foi estatisticamente significante mesmo após 6 minutos.

Zöllner *et al.* (2001) (42), estudando dois sistemas de monitorização contínua do DC (*IntelliCath catheter*, Baxter Edwards Critical-Care, Irvine, CA, EUA e *Opti-Q catheter*, Abbott Laboratories, Chicago, IL, EUA) não encontraram diferença estatística em relação à concordância entre os valores medidos por DC contínuo e termodiluição em bolus. No entanto, 49% das medidas com o cateter *OptiQ* e 46% com o cateter *IntelliCath* apresentavam diferença aceitável de  $\pm 0,5$  L/min. Os autores concluíram, assim, que a discrepância dos métodos acima de limites aceitáveis clinicamente não permitem que as medidas de DC contínuo substituam o método intermitente.

O DC também pode ser obtido através da medida do fluxo sanguíneo pela aorta descendente com o uso de monitor com Doppler transesofágico. Este monitor foi desenvolvido como alternativa não-invasiva ao cateter de artéria pulmonar para realização de medida de DC. Ele detecta a velocidade do fluxo sanguíneo aórtico e calcula o volume sistólico e débito cardíaco resultantes (43).

Royse *et al.* (2003) (44) compararam o DC e o fluxo descendente aórtico medido com ecografia transesofágica durante RM sem CEC de 26 pacientes. Houve pobre correlação dos parâmetros entre os indivíduos, mas as mudanças de DC e fluxo da aorta descendente ocorreram na mesma direção e magnitude (ANOVA com  $p = 0,062$  para interação fator-tempo).

Já Grow *et al.* (2004) (45) estudaram os três métodos de medida de DC: intermitente, contínuo e por Doppler transesofágico. Enquanto o DCI diminuía  $25 \pm 2,3\%$ , o DCC registrava aumento de  $4 \pm 4,1\%$ . A velocidade do fluxo aórtico descendente diminuiu  $23 \pm 2,9\%$  e o produto deste com a frequência cardíaca diminuiu  $22 \pm 3,1\%$ , mostrando-se preditor significativo da alteração de DCI. A  $SvO_2$  diminuiu  $7 \pm 1,3\%$ , correlacionando-se com as alterações de DCI, mas não pode ser considerado indicador completamente preciso e momentâneo das mudanças de débito cardíaco durante a manipulação e estabilização do coração.

O débito cardíaco obtido por termodiluição intermitente com *bolus* de solução fria foi o método com o qual os novos monitores foram comparados, mas apesar de ser o mais utilizado clinicamente, não pode ser considerado o “gold standard”, já que é uma medida indireta e representa uma média entre três valores obtidos em um intervalo de tempo. No entanto, o DCI se correlaciona bem com

outros métodos precisos, como o de diluição de corante e de medida do fluxo eletromagnético da aorta (46, 47).

Com o uso de monitores hemodinâmicos com variados recursos de medidas é possível reconhecer as alterações cardiocirculatórias que ocorrem no período per-operatório. O emprego destes durante a revascularização do miocárdio sem circulação extracorpórea permite descrever com mais precisão estes eventos e também eleger o método de medida que seria mais eficaz e confiável.

*CASUÍSTICA E MÉTODOS*





## **4. CASUÍSTICA E MÉTODOS**

### **4.1 Projeto de pesquisa**

O protocolo de pesquisa foi aprovado pela Comissão Científica e de Ética do Instituto do Coração (InCor) em 17 de outubro de 2002 e pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da USP em sessão de 12 de março de 2003. O estudo foi realizado no centro cirúrgico do InCor – HCFMUSP. Para aquisição de materiais de consumo empregados no estudo mas que não faziam parte da rotina cirúrgica, foi obtido auxílio à pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), sob processo de número 03/07092-6, com início da coleta de dados em fevereiro de 2004.

#### **4.1.1 Critério de seleção dos pacientes**

No período da pesquisa foram avaliados candidatos adultos à cirurgia eletiva de revascularização miocárdica sem CEC, de ambos os sexos. O risco

cirúrgico foi estratificado segundo os critérios de Higgins (48), sendo admitidos ao estudo somente pacientes com risco mínimo a moderado.

### **Critérios de inclusão**

- A aceitação voluntária do paciente e capacidade e vontade de ler, entender e assinar termo de consentimento livre e esclarecido;
- Idade inferior a 80 anos;
- Portador de função renal dentro dos limites de normalidade ou creatinina menor que 1,4 mg/dl;
- Função ventricular dentro dos parâmetros normais (fração de ejeção maior ou igual a 50%) avaliadas pelo ecocardiograma ou ventriculografia.

### **Critérios de exclusão**

- Recusa em participar do estudo;
- Idade igual ou superior a 80 anos;
- Creatinina sérica igual ou superior a 1,4 mg/dl;
- Fração de ejeção do ventrículo esquerdo inferior a 50%;
- Reoperação;
- Presença de valvopatias associadas;
- Diagnóstico de doença pulmonar obstrutiva crônica.

#### **4.1.2 Termo de consentimento livre e esclarecido**

Após definição da indicação cirúrgica eletiva e avaliação dos critérios de inclusão e exclusão, os pacientes foram convidados a participar do estudo. Após esclarecimento dos objetivos gerais do estudo, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

#### **4.2 Casuística**

Para se detectar diferenças de medidas entre os grupos com nível de significância de 0,05, foi estabelecido que 20 pacientes seriam estudados, considerando-se que, em média, seriam realizadas três anastomoses coronarianas em cada paciente.

A decisão para realização do procedimento cirúrgico sem a utilização de CEC, das artérias a serem abordadas e da ordem de revascularização foi estabelecida pelo cirurgião cardíaco. Os procedimentos foram realizados por duas equipes de cirurgiões cardíacos.

Quando houve mudança de conduta durante a cirurgia, indicando-se a utilização de CEC, o paciente foi excluído do estudo. No total, 29 pacientes foram recrutados e assinaram o termo de consentimento, mas nove foram excluídos porque

foram submetidos ao procedimento com CEC. Este estudo se refere aos 20 pacientes que finalizaram a avaliação.

As anastomoses coronarianas foram agrupadas segundo a localização do procedimento: na parede anterior (anastomoses distais das artérias coronárias descendente anterior – DA e diagonal – DI), lateral (anastomose distal da artéria marginal esquerda) ou posterior (anastomose distal da artéria coronária direita ou de seus ramos posteriores).

### **4.3 Métodos**

O estudo foi iniciado com a entrevista dos pacientes antes da cirurgia, quando se obteve a autorização para sua inclusão e assinatura do termo de consentimento.

Foi determinado um período mínimo de jejum alimentar de 8 horas e a medicação pré-anestésica consistiu de midazolam na dose de 0,1 a 0,2 mg/kg por via oral, 30 minutos antes da operação, até a dose máxima de 15 mg.

Ao serem admitidos na sala de cirurgia, os pacientes foram monitorizados com eletrocardiografia nas derivações DII e V5, com análise contínua de segmento ST, e oximetria de pulso.

Após venóclise periférica com cateter de calibre 16G, a monitorização invasiva da pressão arterial foi realizada pela punção da artéria radial com cateter

20G, utilizando-se transdutor de pressão e verificando-se a obtenção da curva de pressão (monitor Siemens *Infinity SC 9000 XL*, Munique, Alemanha).

Após a pré-oxigenação, a indução da anestesia geral foi realizada com a administração titulada de sufentanil até dose de 0,5 µg/kg e propofol (até a perda dos reflexos) ou etomidato (0,2 mg/kg).

O relaxamento muscular foi obtido com brometo de pancurônio na dose de 0,1 a 0,2 mg/kg ou atracúrio 0,5 mg/kg. Aplicou-se ventilação manual sob máscara e intubação traqueal com tubo de diâmetro adequado, instalando-se a seguir ventilação controlada mecânica (respirador *Cícero EM*, Drager Medical, Lübeck, Alemanha), em modo volume controlado, com volume corrente de 8 ml/kg, frequência respiratória de 10 a 12 por minuto, relação I:E=1:2, FiO<sub>2</sub>= 0,6 (oxigênio e ar comprimido) e PEEP de 5 cm H<sub>2</sub>O. A ventilação foi ajustada conforme monitorização do ETCO<sub>2</sub>, pressões de vias aéreas e gasometria arterial. Após a indução anestésica, realizou-se sondagem vesical para avaliação de diurese.

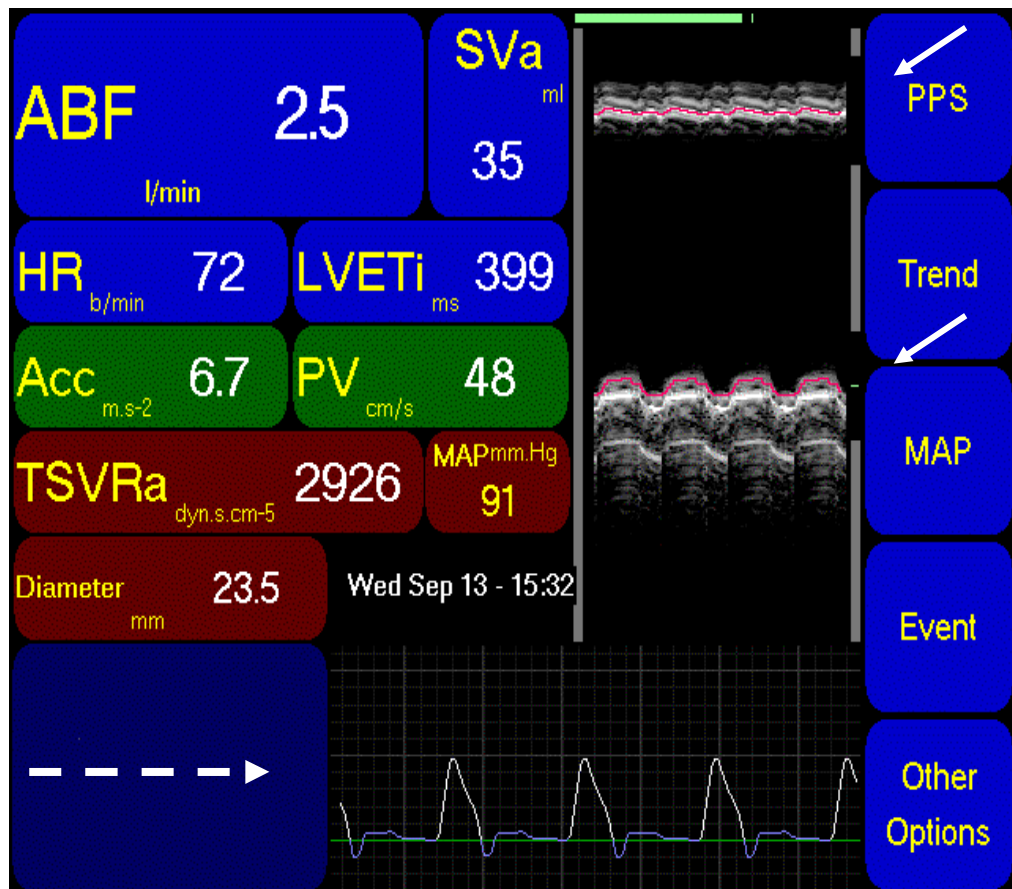
A anestesia foi mantida com concentrações variáveis de isoflurano (0,7 a 0,9%) e *bolus* intermitentes de sufentanil.

Após a intubação traqueal, foi realizada a punção da veia jugular interna direita para passagem de cateter de artéria pulmonar calibre 7,5F com filamento térmico (*CCO catheter*, Baxter Edwards Critical Care, Irvine, CA, EUA), através de introdutor 8,5F. O cateter foi então conectado ao monitor *Vigilance* (Baxter Edwards Critical Care, Irvine, CA, EUA). Após o posicionamento do cateter na artéria pulmonar, foi colhida amostra de sangue venoso misto para realização de exame de gasometria e calibração do monitor de saturação venosa contínua.

Foi introduzida, por via oral, uma sonda esofágica com transdutores de Doppler e ecografia em modo M (*Hemosonic 100*, Arrow International Inc., Reading, PA, EUA), protegida com camisa descartável própria. A profundidade e rotação dos transdutores em relação à aorta torácica descendente foram adequadas buscando-se o traçado Doppler característico do fluxo sanguíneo aórtico e a imagem das paredes da aorta na ecografia (Figura 1).

No período antes do início das anastomoses coronarianas, foi realizado ajuste da volemia com 10 ml/kg de solução de hidroxietilamido 130/0,4 a 6% (*Voluven*, Fresenius Kabi, Bad Homburg, Alemanha) e solução de Ringer lactato até atingir estabilização hemodinâmica, com obtenção de valores normais de índice cardíaco intermitente, pressão venosa central e pressão de oclusão de artéria pulmonar.

O agente inotrópico de escolha para os casos em que, apesar da otimização volêmica, os valores de índice cardíaco permanecessem diminuídos foi a dobutamina. Quando necessária vasodilatação, infusões contínuas de soluções de nitroprussiato ou nitroglicerina poderiam ser utilizadas. Para ajustes rápidos da pressão arterial, era administrado um *bolus* de 4 µg de noradrenalina em caso de hipotensão ou 200 µg de nitroglicerina em caso de hipertensão arterial.

Figura 1. Tela de monitorização do *Hemosonic 100*

Legenda: setas brancas cheias – ecografia em modo M das paredes anterior e posterior da aorta torácica descendente; seta tracejada – gráfico Doppler de velocidade do fluxo aórtico x tempo

Parâmetros: ABF – fluxo sanguíneo aórtico; Acc – aceleração máxima; Diameter – diâmetro da aorta; HR – frequência cardíaca; LVETi – tempo de ejeção de ventrículo esquerdo indexado; PV – pico de velocidade; SVa – volume sistólico aórtico.

Foram registrados os seguintes parâmetros hemodinâmicos:

FC – frequência cardíaca;

PAM – pressão arterial média;

PAPm – pressão de artéria pulmonar média;

PVC – pressão venosa central;

PoAP – pressão de oclusão de artéria pulmonar;

SvO<sub>2</sub> – saturação venosa mista de oxigênio;

DCI – débito cardíaco intermitente (método de termodiluição);

DC<sub>STAT</sub> – débito cardíaco obtido no modo *STAT* do monitor *Vigilance*;

VDF – volume diastólico final de ventrículo direito;

DC<sub>DE</sub> – débito cardíaco obtido por Doppler esofágico;

TEVEc – tempo de ejeção de ventrículo esquerdo corrigido;

PV – pico de velocidade do fluxo sanguíneo aórtico;

AMáx – aceleração máxima do fluxo sanguíneo aórtico.

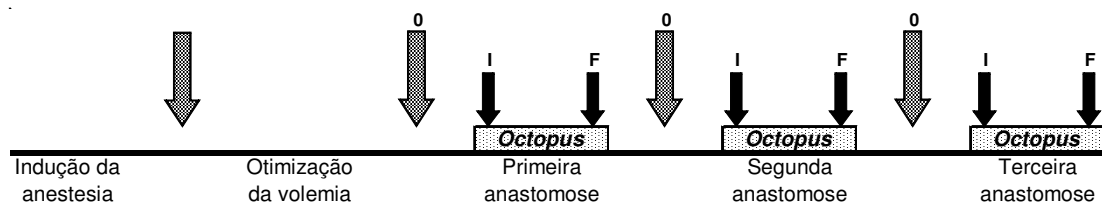
A avaliação hemodinâmica foi realizada nos seguintes momentos da cirurgia (Figura 2):

- após a indução anestésica e com o tórax ainda fechado;
- BASAL (0) – após esternotomia, estabilização cardiovascular e otimização da volemia, sendo considerada como medida basal para a primeira anastomose e repetida antes de cada anastomose, antes do posicionamento do coração;



- INÍCIO DA ANASTOMOSE (I) – no início da anastomose coronariana, com o dispositivo estabilizador da parede miocárdica *Octopus* (Medtronic, Inc., Minneapolis, MN, EUA) posicionado;
- FINAL DA ANASTOMOSE (F) – após 5 minutos do início da anastomose, próximo à finalização da mesma e antes da retirada do *Octopus*.

Figura 2. Delineamento do estudo – exemplo de coletas de dados em um caso com 3 anastomoses coronarianas distais



Legenda: setas – momentos de coleta, 0 – basal, I – no início da anastomose ou F – no final da anastomose

No momento da avaliação, os valores de índice cardíaco e volume diastólico final indexado indicados pelo monitor *Vigilance* no modo *STAT* foram registrados. Em seguida, foram realizadas as medidas de débito cardíaco por termodiluição utilizando injeção de *bolus* de 10 mL de solução de glicose a 5% em temperatura ambiente. As curvas de termodiluição foram avaliadas e o resultado registrado considerou a média de três medidas consecutivas.

#### 4.4 Análise estatística

Para a análise descritiva das medidas hemodinâmicas obtidas, foram calculadas as suas médias aritméticas, desvios-padrão e amplitude de variações. As variáveis foram analisadas com os testes de Levene e Kolmogorov-Smirnov para verificação de homogeneidade das variâncias e aderência à curva de normalidade.

A análise de variância (ANOVA) de duplo fator com repetição foi utilizada para verificar diferenças dos parâmetros hemodinâmicos nos diferentes grupos de anastomoses coronarianas. O método de ANOVA incluiu o fator grupo (anastomoses nas paredes lateral, anterior ou posterior), tempo (basal, inicial ou final) e a interação entre tempo e grupo. Para aqueles testes em que houve diferença significativa, seguiram-se os testes de Newman-Keuls para comparações múltiplas entre os tempos e de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos.

As diferenças observadas durante as análises foram consideradas estatisticamente significativas quando a probabilidade de erro tipo 1 foi menor que 0,05 (5%).

Para comparação das medidas de índice cardíaco obtidas pelos métodos *STAT* ou por Doppler transesofágico com o método de termodiluição intermitente, foram realizados testes de correlação e foram calculadas as diferenças médias e seus limites de concordância, definidos como média  $\pm 1,96$  desvios-padrão. Os intervalos de confiança de 95% foram relatados para possibilitar a generalização a outras populações. Segundo Bland e Altman (49), os métodos comparados podem ser

considerados intercambiáveis se os limites de concordância não demonstrarem importância clínica.

## ***RESULTADOS***



## **5. RESULTADOS**

### **5.1 Características clínicas**

Vinte pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio sem circulação extracorpórea foram incluídos no estudo. Os dados antropométricos são apresentados na Tabela 1. O risco cirúrgico de cada paciente foi avaliado seguindo os critérios propostos por Higgins (48). Nesta avaliação, alguns dos fatores que poderiam representar alta mortalidade pós-operatória já faziam parte dos critérios de exclusão do estudo.

Duas a quatro anastomoses coronarianas distais foram realizadas em cada paciente. Dentre as artérias tratadas, houve um maior número de procedimentos sobre aquelas que compunham o grupo ANTERIOR, 19 da descendente anterior (DA) e 13 da diagonal (DI). O grupo LATERAL foi composto por 14 anastomoses nas artérias marginais (Mg e Mg2) e o POSTERIOR por 11 anastomoses em ramos posteriores das artérias coronárias direita (CD) ou ventriculares posteriores (VP). Um paciente teve o procedimento de anastomose repetido sobre a mesma artéria do grupo posterior.

As anastomoses coronarianas duraram em média  $5,7 \pm 1,6$  minutos e os intervalos entre elas variaram de 6 a 79 minutos, tempo necessário para o

posicionamento do coração para o procedimento seguinte ou para a realização das anastomoses proximais. A ordem de realização das anastomoses não foi uniforme e seguiu a indicação estabelecida pela equipe cirúrgica para cada caso.

Tabela 1. Dados antropométricos, risco cirúrgico e anastomoses coronarianas realizadas

	n
Sexo (M/ F)	15/ 5
Idade (média ± DP)	61,7 ± 10,4 [39 a 79]
Superfície corpórea (média ± DP)	1,76 ± 0,19
Risco cirúrgico	
Mínimo	9
Baixo	11
Anastomoses coronarianas	
2 artérias	
DA + Mg	3
DA + DI	3
DA + CD	1
3 artérias	
DA + DI + Mg	4
DA + DI + VP da CD	3
DA + Mg + CD	1
Mg + Mg2 + CD	1
4 artérias	
DA + DI + Mg + VP da CD	3
DA + Mg + VP/CD + VP da CD	1

## 5.2 Ajuste de volemia e uso de fármacos vasoativos

No período antes do início das anastomoses coronarianas, foi realizado ajuste da volemia administrando-se a todos os pacientes 10 ml/kg de solução de hidroxietilamido 130/0,4 a 6% (média e desvio-padrão de 720 e 145,4 ml) e 2560 ± 99,7 ml de solução de Ringer lactato. Durante a realização das anastomoses, foram infundidos 360,4 ± 226,3 ml de solução de Ringer lactato, sendo que nos procedimentos sobre a parede anterior este volume foi de 375 ± 262,4 ml, sobre a lateral de 500 ± 141,4 ml e sobre a posterior de 450 ± 201,2 ml.

O posicionamento em Trendelenburg foi adotado para todos os pacientes submetidos a anastomoses em parede lateral e posterior e a 65% dos pacientes com procedimentos sobre as artérias descendente anterior e diagonal (parede anterior).

Foi instalada infusão contínua de solução de dobutamina em velocidade de 2 a 5 µg/Kg/min durante 45,6% dos procedimentos de anastomose coronariana – em 17 das 32 anastomoses da parede anterior, em 6 das 14 da parede lateral e em 3 das 11 da parede posterior. A velocidade de infusão de dobutamina não foi alterada após o início da anastomose.

Vasodilatadores foram utilizados quando houve necessidade de redução de pressão arterial em momentos específicos da cirurgia e foram interrompidos durante as anastomoses coronarianas distais.



### 5.3 Frequência cardíaca

A Tabela 2 apresenta a análise descritiva das medidas de frequência cardíaca (variável FC) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que não houve diferenças entre grupos ( $p = 0,76$ ) e nem entre tempos ( $p = 0,31$ ).

Tabela 2. Análise descritiva da variável FC (frequência cardíaca, expressa em batimentos por minuto) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

	<b>Grupo ANTERIOR</b> n = 32	<b>Grupo LATERAL</b> n = 14	<b>Grupo POSTERIOR</b> n = 11
<b>FC<sub>BASAL</sub></b>			
Média ± DP	74,09 ± 13,11	71,36 ± 9,64	73,27 ± 11,59
Mínimo – Máximo	50 – 117	49 – 84	48 – 90
<b>FC<sub>INÍCIO DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	76,09 ± 11,79	75,07 ± 12,29	74,45 ± 12,30
Mínimo – Máximo	55 – 103	53 – 104	46 – 90
<b>FC<sub>FINAL DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	76,00 ± 10,73	73,21 ± 10,26	73,64 ± 11,31
Mínimo - Máximo	53 - 100	47 - 90	46 - 83
<b>ANOVA</b>		<b>p</b>	<b>Significância</b>
Entre grupos		0,76	NS
Entre tempos		0,31	NS
Interação grupo x tempo		0,96	NS

#### 5.4 Pressão arterial média

A Tabela 3 apresenta a análise descritiva das medidas de pressão arterial média (variável PAM) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que não houve diferenças entre grupos ( $p = 0,47$ ) e nem entre tempos ( $p = 0,46$ ).

Tabela 3. Análise descritiva da variável PAM (pressão arterial média, expressa em mmHg) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

	<b>Grupo ANTERIOR</b> n = 32	<b>Grupo LATERAL</b> n = 14	<b>Grupo POSTERIOR</b> n = 11
<b>PAM<sub>BASAL</sub></b>			
Média ± DP	69,59 ± 9,86	69,21 ± 9,15	68,55 ± 11,61
Mínimo – Máximo	52 – 92	57 – 85	46 – 85
<b>PAM<sub>INÍCIO DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	71,28 ± 9,02	66,50 ± 5,36	73,36 ± 8,95
Mínimo – Máximo	56 – 89	57 – 73	57 – 84
<b>PAM<sub>FINAL DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	69,06 ± 8,61	66,93 ± 8,40	70,36 ± 7,72
Mínimo - Máximo	51 – 88	52 – 83	58 - 83
<b>ANOVA</b>		<b>p</b>	<b>Significância</b>
Entre grupos		0,47	NS
Entre tempos		0,46	NS
Interação grupo x tempo		0,37	NS

### 5.5 Pressão média de artéria pulmonar

A Tabela 4 apresenta a análise descritiva das medidas de pressão média de artéria pulmonar (variável PAPm) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que não houve diferenças entre grupos ( $p = 0,79$ ) e nem entre tempos ( $p = 0,09$ ).

Tabela 4. Análise descritiva da variável PAPm (pressão média de artéria pulmonar, expressa em mmHg) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

	<b>Grupo ANTERIOR</b> n = 32	<b>Grupo LATERAL</b> n = 14	<b>Grupo POSTERIOR</b> n = 11
<b>PAPm<sub>BASAL</sub></b>			
Média ± DP	26,00 ± 5,75	24,71 ± 5,68	25,36 ± 5,30
Mínimo – Máximo	15 – 42	15 – 34	18 – 35
<b>PAPm<sub>INÍCIO DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	26,63 ± 6,52	25,50 ± 6,02	27,73 ± 8,05
Mínimo – Máximo	16 – 43	14 – 34	15 – 48
<b>PAPm<sub>FINAL DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	27,06 ± 5,66	26,00 ± 5,49	26,55 ± 4,61
Mínimo - Máximo	17 – 46	15 – 33	18 - 35
<b>ANOVA</b>		<b>p</b>	<b>Significância</b>
Entre grupos		0,79	NS
Entre tempos		0,09	NS
Interação grupo x tempo		0,78	NS

## 5.6 Pressão de oclusão de artéria pulmonar

A Tabela 5 apresenta a análise descritiva das medidas de pressão de oclusão de artéria pulmonar (variável PoAP) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que não houve diferenças entre grupos ( $p = 0,22$ ), mas houve diferença estatisticamente significativa entre tempos ( $p < 0,001$ ). Pelo teste de comparações múltiplas de Newman-Keuls (Tabela 6), foi possível observar que a diferença ocorreu do tempo BASAL para o tempo INICIAL ( $p < 0,001$ ) e para o tempo FINAL ( $p < 0,001$ ).

Tabela 5. Análise descritiva da variável PoAP (pressão de oclusão de artéria pulmonar, expressa em mmHg) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

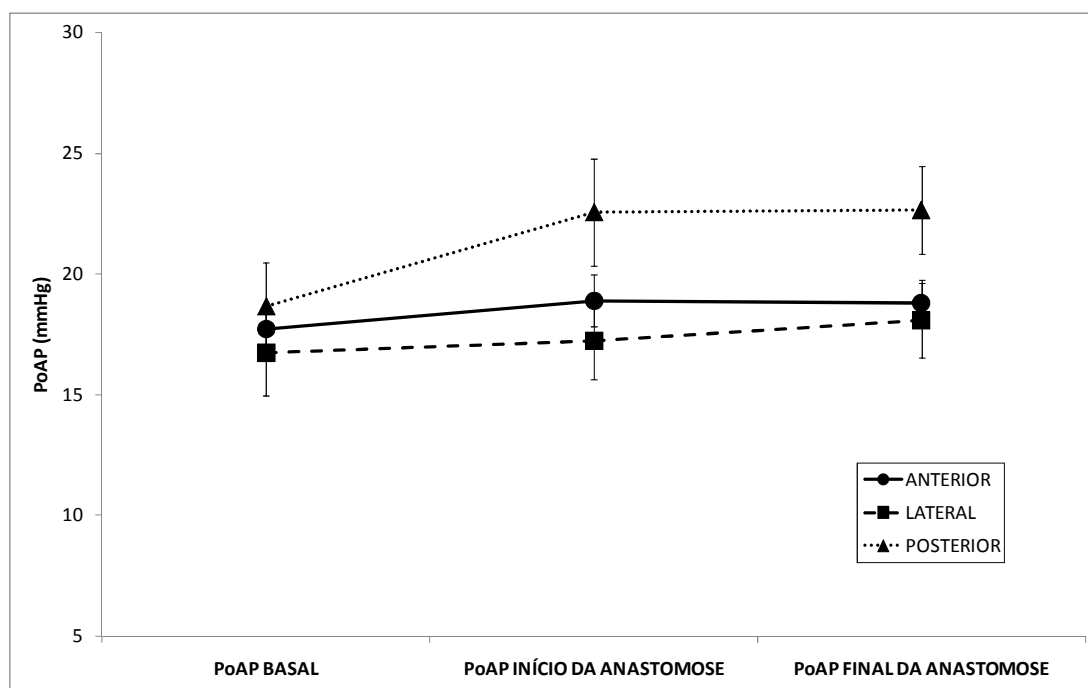
	<b>Grupo ANTERIOR</b>	<b>Grupo LATERAL</b>	<b>Grupo POSTERIOR</b>
	n = 32	n = 14	n = 11
PoAP <sub>BASAL</sub>			
Média ± DP	17,72 ± 5,95	16,71 ± 6,58	18,64 ± 6,04
Mínimo – Máximo	6 – 30	6 – 26	11 – 30
PoAP <sub>INÍCIO DA ANASTOMOSE</sub>			
Média ± DP	18,88 ± 6,09	17,21 ± 5,98	22,55 ± 7,39
Mínimo – Máximo	9 – 30	6 – 25	11 – 40
PoAP <sub>FINAL DA ANASTOMOSE</sub>			
Média ± DP	18,78 ± 5,57	18,07 ± 5,76	22,64 ± 6,00
Mínimo - Máximo	8 – 29	7 – 27	15 – 36

ANOVA	p	Significância
Entre grupos	0,22	NS
Entre tempos	< 0,001	*
Interação grupo x tempo	0,09	NS

Tabela 6. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls

	p
BASAL x INÍCIO DA ANASTOMOSE	< 0,001*
BASAL x FINAL DA ANASTOMOSE	< 0,001*
INÍCIO x FINAL DA ANASTOMOSE	0,56

Figura 3. Valores médios e erros-padrões de PoAP por grupo de estudo



### 5.7 Pressão venosa central

A Tabela 7 apresenta a análise descritiva das medidas de pressão venosa central (variável PVC) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que não houve diferenças entre grupos ( $p = 0,10$ ), mas houve diferença estatisticamente significativa entre tempos ( $p = 0,009$ ). Pelo teste de comparações múltiplas de Newman-Keuls (Tabela 8), foi possível observar que a diferença ocorreu do tempo BASAL para o tempo INICIAL ( $p = 0,007$ ) e para o tempo FINAL ( $p = 0,006$ ).

Tabela 7. Análise descritiva da variável PVC (pressão venosa central, expressa em mmHg) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

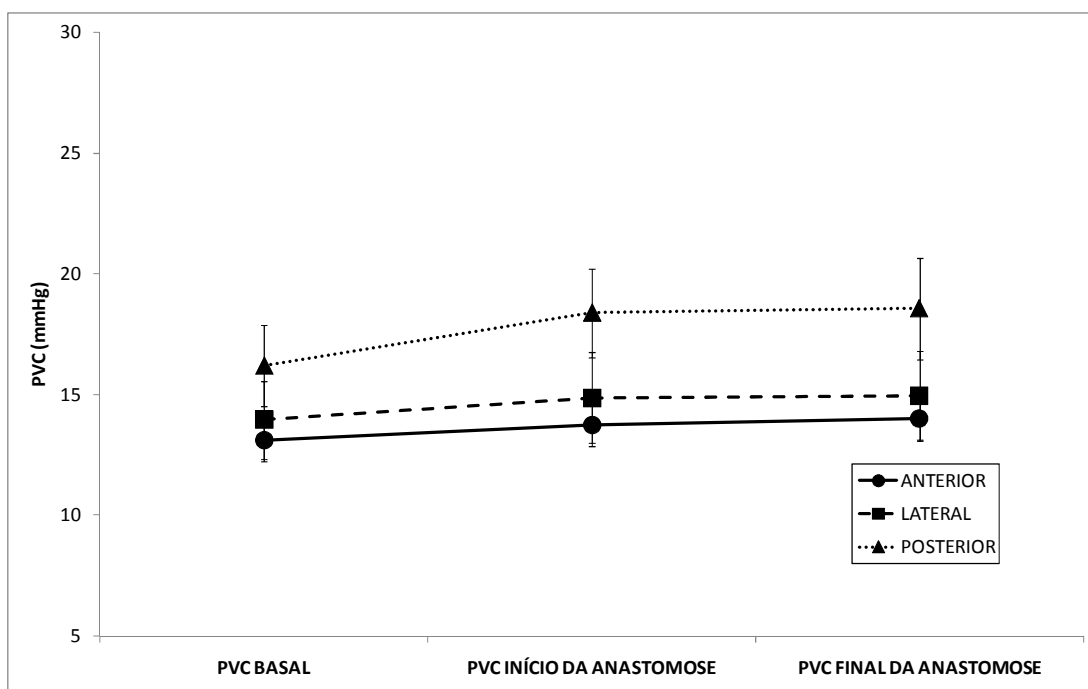
	<b>Grupo ANTERIOR</b>	<b>Grupo LATERAL</b>	<b>Grupo POSTERIOR</b>
	n = 32	n = 14	n = 11
<b>PVC<sub>BASAL</sub></b>			
Média ± DP	13,09 ± 4,99	13,93 ± 6,06	16,18 ± 5,62
Mínimo – Máximo	4 – 22	6 – 27	6 – 24
<b>PVC<sub>INÍCIO DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	13,72 ± 5,02	14,86 ± 7,08	18,36 ± 6,07
Mínimo – Máximo	6 – 26	6 – 27	4 – 25
<b>PVC<sub>FINAL DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	14,00 ± 5,02	14,93 ± 6,90	18,55 ± 6,98
Mínimo - Máximo	6 – 31	6 – 26	4 – 29

ANOVA	p	Significância
Entre grupos	0,10	NS
Entre tempos	< 0,01	*
Interação grupo x tempo	0,69	NS

Tabela 8. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls

	p
BASAL x INÍCIO DA ANASTOMOSE	0,007*
BASAL x FINAL DA ANASTOMOSE	0,008*
INÍCIO x FINAL DA ANASTOMOSE	0,69

Figura 4. Valores médios e erros-padrões de PVC por grupo de estudo



### 5.8 Saturação venosa mista de oxigênio

A Tabela 9 apresenta a análise descritiva das medidas de saturação venosa mista de oxigênio (variável SvO<sub>2</sub>) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que não houve diferenças entre grupos ( $p = 0,89$ ) e nem entre tempos ( $p = 0,08$ ).

Tabela 9. Análise descritiva da variável SvO<sub>2</sub> (saturação venosa mista de oxigênio, expressa em porcentagem) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

	<b>Grupo ANTERIOR</b> n = 30	<b>Grupo LATERAL</b> n = 14	<b>Grupo POSTERIOR</b> n = 11
<b>SvO<sub>2</sub> BASAL</b>			
Média ± DP	75,13 ± 8,82	78,86 ± 6,77	75,82 ± 9,89
Mínimo – Máximo	53 – 91	66 – 89	52 – 88
<b>SvO<sub>2</sub> INÍCIO DA ANASTOMOSE</b>			
Média ± DP	74,83 ± 8,77	75,50 ± 9,85	76,73 ± 8,63
Mínimo – Máximo	55 – 91	59 – 88	65 – 88
<b>SvO<sub>2</sub> FINAL DA ANASTOMOSE</b>			
Média ± DP	74,67 ± 9,25	73,71 ± 10,92	75,27 ± 10,47
Mínimo - Máximo	55 – 91	57 – 87	60 – 88
<b>ANOVA</b>		<b>p</b>	<b>Significância</b>
Entre grupos		0,89	NS
Entre tempos		0,08	NS
Interação grupo x tempo		0,16	NS



### 5.9 Débito cardíaco intermitente

A Tabela 10 apresenta a análise descritiva das medidas de débito cardíaco obtidas por termodiluição com *bolus* intermitente de solução fria (variável DCI), por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que não houve diferenças entre grupos ( $p = 0,90$ ), mas houve diferença estatisticamente significativa entre tempos ( $p < 0,001$ ). Pelo teste de comparações múltiplas de Newman-Keuls (Tabela 11), foi possível observar que a diferença ocorreu do tempo BASAL para o tempo INÍCIO DA ANASTOMOSE ( $p < 0,001$ ) e para o tempo FINAL DA ANASTOMOSE ( $p < 0,001$ ).

Tabela 10. Análise descritiva da variável DCI (débito cardíaco intermitente, expresso em l/min) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

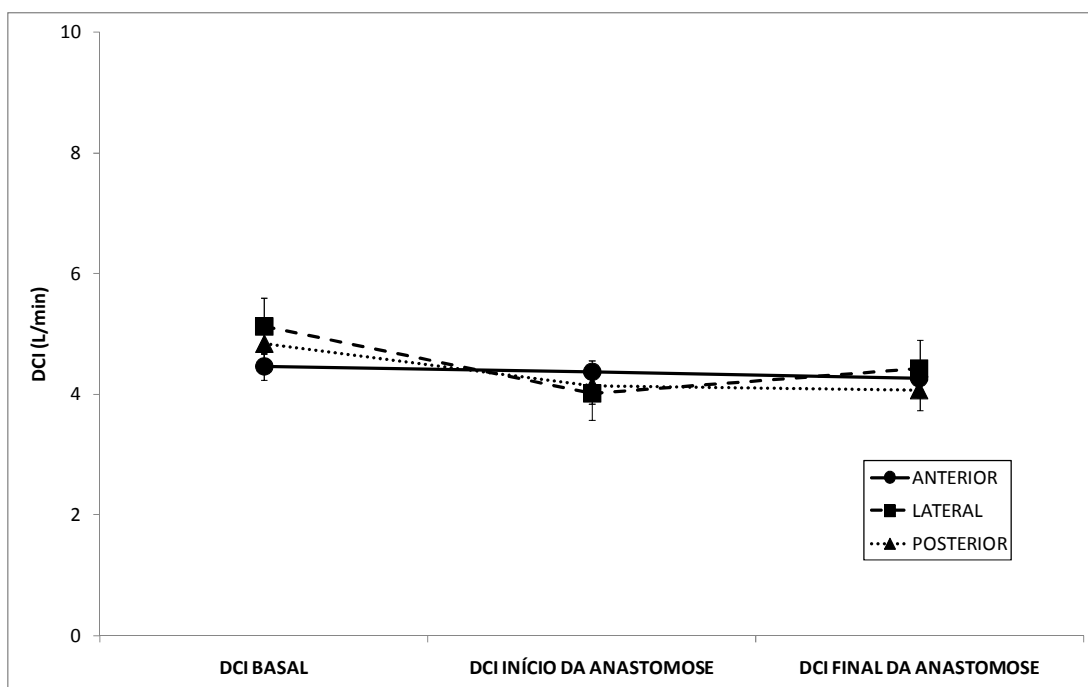
	<b>Grupo ANTERIOR</b> n = 32	<b>Grupo LATERAL</b> n = 14	<b>Grupo POSTERIOR</b> n = 11
<b>DCI<sub>BASAL</sub></b>			
Média ± DP	4,46 ± 1,267	5,13 ± 1,72	4,82 ± 1,49
Mínimo – Máximo	2,3 – 8,8	2,0 – 7,7	1,8 – 6,9
<b>DCI<sub>INÍCIO DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	4,36 ± 1,12	4,01 ± 1,61	4,13 ± 0,96
Mínimo – Máximo	2,3 – 6,4	1,3 – 6,8	2,8 – 5,7
<b>DCI<sub>FINAL DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	4,26 ± 1,08	4,42 ± 1,80	4,06 ± 1,08
Mínimo - Máximo	2,6 – 6,4	1,3 – 7,9	2,5 – 5,7

ANOVA	p	Significância
Entre grupos	0,90	NS
Entre tempos	< 0,001	*
Interação grupo x tempo	0,07	NS

Tabela 11. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls

	p
BASAL x INÍCIO DA ANASTOMOSE	< 0,001*
BASAL x FINAL DA ANASTOMOSE	< 0,001*
INÍCIO x FINAL DA ANASTOMOSE	0,60

Figura 5. Valores médios e erros-padrões de DCI por grupo de estudo



### 5.10 Débito cardíaco em modo STAT

A Tabela 12 apresenta a análise descritiva das medidas de débito cardíaco obtidas por termodiluição contínua, em modo STAT (variável DC<sub>STAT</sub>), por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que não houve diferenças entre grupos ( $p = 0,66$ ) e nem entre tempos ( $p = 0,07$ ).

Tabela 12. Análise descritiva da variável DC<sub>STAT</sub> (débito cardíaco em modo STAT, em l/min) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

	<b>Grupo ANTERIOR</b>	<b>Grupo LATERAL</b>	<b>Grupo POSTERIOR</b>
	n = 32	n = 14	n = 11
DC <sub>STAT</sub> BASAL			
Média ± DP	5,41 ± 1,41	6,07 ± 1,73	5,29 ± 1,38
Mínimo – Máximo	3,3 – 8,1	4,1 – 10,1	3,5 – 7,7
DC <sub>STAT</sub> INÍCIO DA ANASTOMOSE			
Média ± DP	5,59 ± 1,41	5,81 ± 1,57	5,43 ± 1,33
Mínimo – Máximo	3,2 – 8,0	3,9 – 9,7	3,6 – 7,9
DC <sub>STAT</sub> FINAL DA ANASTOMOSE			
Média ± DP	5,41 ± 1,37	5,54 ± 1,77	5,20 ± 1,59
Mínimo – Máximo	3,3 – 8,1	3,5 – 10,3	2,9 – 7,7
<b>ANOVA</b>		<b>p</b>	<b>Significância</b>
Entre grupos		0,66	NS
Entre tempos		0,07	NS
Interação grupo x tempo		0,19	NS

### 5.11 Débito cardíaco medido por ecodoppler transesofágico

A Tabela 13 apresenta a análise descritiva das medidas de débito cardíaco obtidas por Doppler esofágico (variável  $DC_{DE}$ ) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que houve interação tempo x grupo significativa ( $p = 0,02$ ). Pelo teste de comparações múltiplas de Newman-Keuls (Tabela 14), foi possível observar que a diferença ocorreu no grupo LATERAL, em que o tempo BASAL diferiu do tempo INÍCIO DA ANASTOMOSE ( $p = 0,02$ ) e do tempo FINAL DA ANASTOMOSE ( $p = 0,02$ ).

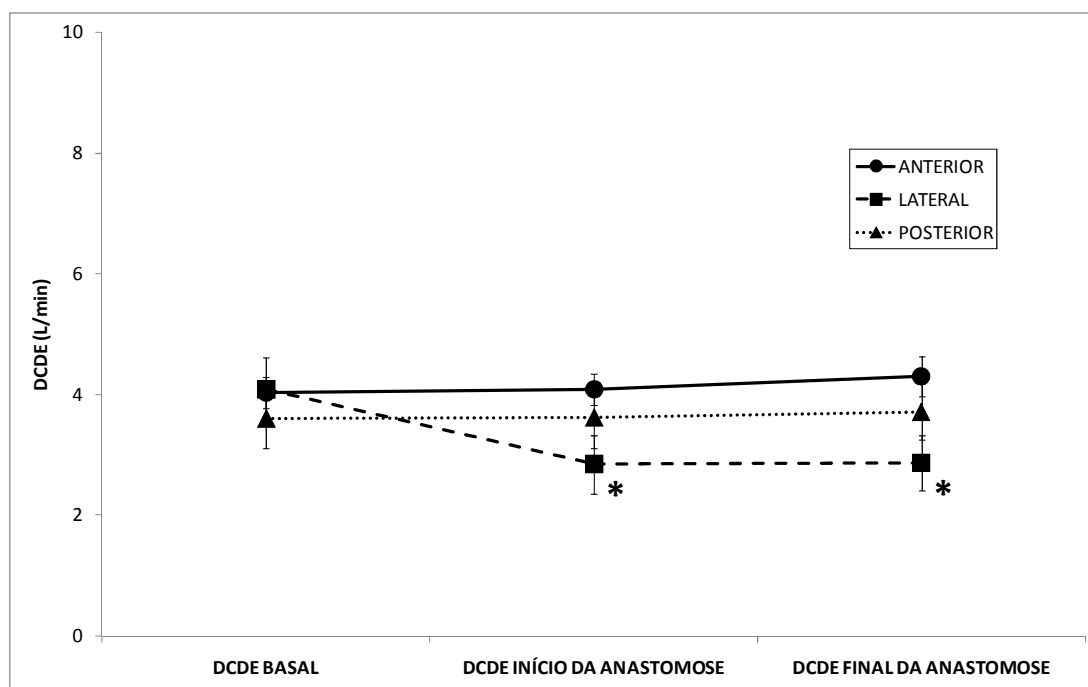
Tabela 13. Análise descritiva da variável  $DC_{DE}$  (débito cardíaco obtido por ecodoppler transesofágico, expresso em l/min) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

	<b>Grupo ANTERIOR</b>	<b>Grupo LATERAL</b>	<b>Grupo POSTERIOR</b>
	n = 32	n = 14	n = 11
$DC_{DE}$ BASAL			
Média $\pm$ DP	4,03 $\pm$ 1,48	4,08 $\pm$ 1,99	3,59 $\pm$ 1,62
Mínimo – Máximo	1,3 – 8,2	1,1 – 8,7	0,9 – 5,6
$DC_{DE}$ INÍCIO DA ANASTOMOSE			
Média $\pm$ DP	4,08 $\pm$ 1,44	2,84 $\pm$ 1,81	3,61 $\pm$ 1,66
Mínimo – Máximo	2,0 – 7,2	1,3 – 7,4	1,4 – 6,7
$DC_{DE}$ FINAL DA ANASTOMOSE			
Média $\pm$ DP	4,29 $\pm$ 1,86	2,86 $\pm$ 1,73	3,71 $\pm$ 1,56
Mínimo - Máximo	1,9 – 8,2	1,0 – 6,9	1,7 – 6,7

ANOVA	p	Significância
Entre grupos	0,15	NS
Entre tempos	0,19	NS
Interação grupo x tempo	0,02	*

Tabela 14. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls

	Grupo ANTERIOR	Grupo LATERAL	Grupo POSTERIOR
BASAL x INÍCIO DA ANASTOMOSE	p = 0,99 NS	p = 0,02*	p = 0,94 NS
BASAL x FINAL DA ANASTOMOSE	p = 0,90 NS	p = 0,02*	p = 0,95 NS
INÍCIO x FINAL DA ANASTOMOSE	p = 0,58 NS	p = 0,96 NS	p = 0,81 NS

Figura 6. Valores médios e erros-padrões de DC<sub>DE</sub> por grupo de estudo

### 5.12 Volume diastólico final de ventrículo direito

A Tabela 15 apresenta a análise descritiva das medidas do volume diastólico final de ventrículo direito (variável VDF) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que não houve diferenças entre grupos ( $p = 0,44$ ) e nem entre tempos ( $p = 0,56$ ).

Tabela 15. Análise descritiva da variável VDF (volume diastólico final, expresso por mL) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

	<b>Grupo ANTERIOR</b> n = 30	<b>Grupo LATERAL</b> n = 13	<b>Grupo POSTERIOR</b> n = 11
<b>VDF<sub>BASAL</sub></b>			
Média ± DP	219,04 ± 51,37	256,83 ± 75,13	224,85 ± 68,57
Mínimo – Máximo	114 – 311	187 – 403	134 – 360
<b>VDF<sub>INÍCIO DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	217,07 ± 48,93	238,07 ± 75,76	240,21 ± 88,58
Mínimo – Máximo	126 – 326	158 – 435	132 – 412
<b>VDF<sub>FINAL DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	219,13 ± 49,29	231,04 ± 57,39	224,98 ± 76,19
Mínimo – Máximo	138 – 368	158 – 339	144 – 364
<b>ANOVA</b>		<b>p</b>	<b>Significância</b>
Entre grupos		0,44	NS
Entre tempos		0,56	NS
Interação grupo x tempo		0,08	NS

### 5.13 Fluxo sanguíneo aórtico

A Tabela 16 apresenta a análise descritiva das medidas de fluxo sanguíneo aórtico (variável FSA) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que houve interação tempo x grupo significativa ( $p = 0,02$ ). Pelo teste de comparações múltiplas de Newman-Keuls (Tabela 17), foi possível observar que a diferença ocorreu no grupo LATERAL, em que o tempo BASAL diferiu do tempo INÍCIO DA ANASTOMOSE ( $p = 0,02$ ) e do tempo FINAL DA ANASTOMOSE ( $p = 0,02$ ).

Tabela 16. Análise descritiva da variável FSA (fluxo sanguíneo aórtico, expresso por l/min) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

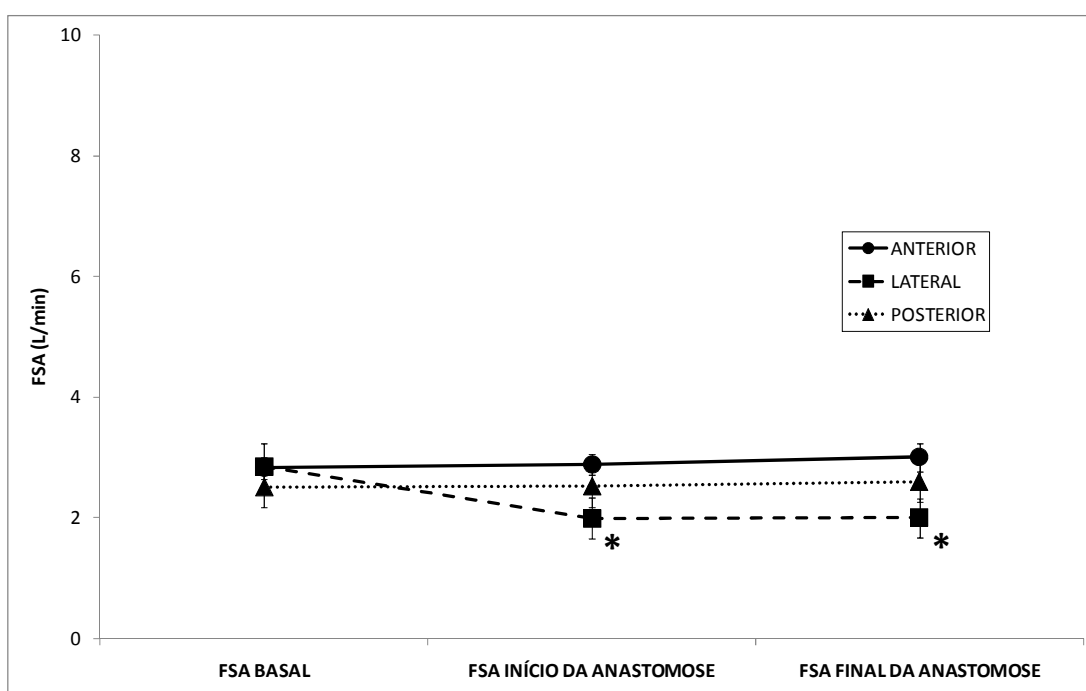
	<b>Grupo ANTERIOR</b> n = 32	<b>Grupo LATERAL</b> n = 14	<b>Grupo POSTERIOR</b> n = 11
<b>FSA<sub>BASAL</sub></b>			
Média ± DP	2,82 ± 1,03	2,85 ± 1,39	2,51 ± 1,13
Mínimo – Máximo	0,90 – 5,70	0,80 – 6,10	0,60 – 3,90
<b>FSA<sub>INÍCIO DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	2,88 ± 1,01	1,99 ± 1,26	2,53 ± 1,16
Mínimo – Máximo	1,40 – 5,00	0,90 – 5,20	1,00 – 4,70
<b>FSA<sub>FINAL DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	3,00 ± 1,30	2,00 ± 1,21	2,59 ± 1,09
Mínimo - Máximo	1,30 – 5,70	0,70 – 4,80	1,20 – 4,70

ANOVA	p	Significância
Entre grupos	0,16	NS
Entre tempos	0,19	NS
Interação grupo x tempo	0,01	*

Tabela 17. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls

	Grupo ANTERIOR	Grupo LATERAL	Grupo POSTERIOR
BASAL x INÍCIO DA ANASTOMOSE	p = 0,99 NS	p = 0,02*	p = 0,94 NS
BASAL x FINAL DA ANASTOMOSE	p = 0,90 NS	p = 0,02*	p = 0,95 NS
INÍCIO x FINAL DA ANASTOMOSE	p = 0,58 NS	p = 0,96 NS	p = 0,81 NS

Figura 7. Valores médios e erros-padrões de FSA por grupo de estudo





### 5.14 Tempo de ejeção de ventrículo esquerdo corrigido

A Tabela 18 apresenta a análise descritiva das medidas de tempo de ejeção de ventrículo esquerdo corrigido (variável TEVEc) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que não houve diferenças entre grupos ( $p = 0,60$ ) e nem entre tempos ( $p = 0,07$ ).

Tabela 18. Análise descritiva da variável TEVEc (tempo de ejeção de ventrículo esquerdo corrigido, expresso em milissegundos) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

	<b>Grupo ANTERIOR</b> n = 32	<b>Grupo LATERAL</b> n = 14	<b>Grupo POSTERIOR</b> n = 11
<b>TEVEc<sub>BASAL</sub></b>			
Média ± DP	339,34 ± 63,74	349,14 ± 55,72	326,82 ± 65,93
Mínimo – Máximo	180 – 491	246 – 454	220 – 449
<b>TEVEc<sub>INÍCIO DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	341,50 ± 48,78	330,07 ± 69,18	324,73 ± 69,86
Mínimo – Máximo	221 – 427	203 – 421	225 – 437
<b>TEVEc<sub>FINAL DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	363,50 ± 62,73	356,14 ± 77,38	341,36 ± 42,08
Mínimo – Máximo	220 – 535	180 – 491	280 – 411
<b>ANOVA</b>		<b>p</b>	<b>Significância</b>
Entre grupos		0,60	NS
Entre tempos		0,07	NS
Interação grupo x tempo		0,86	NS

### 5.15 Pico de velocidade

A Tabela 19 apresenta a análise descritiva das medidas de pico de velocidade (variável PV) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que houve interação tempo x grupo significativa ( $p = 0,02$ ). No entanto, pelo teste de comparações múltiplas de Newman-Keuls (Tabela 20), não foi possível detectar diferenças entre grupos ou tempos.

Tabela 17. Análise descritiva da variável PV (pico de velocidade, expresso em cm/seg) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

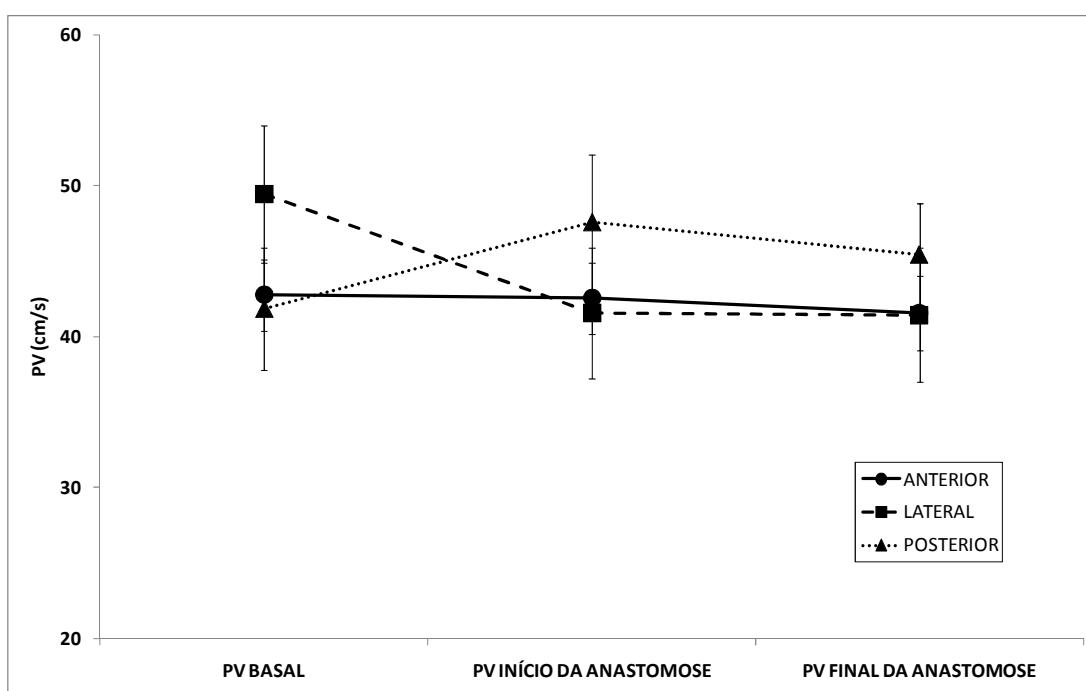
	<b>Grupo ANTERIOR</b> n = 32	<b>Grupo LATERAL</b> n = 14	<b>Grupo POSTERIOR</b> n = 11
<b>PV<sub>BASAL</sub></b>			
Média ± DP	42,75 ± 13,39	49,43 ± 17,10	41,82 ± 13,43
Mínimo – Máximo	21 – 73	17 – 85	26 – 61
<b>PV<sub>INÍCIO DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	42,53 ± 13,45	41,57 ± 16,17	47,55 ± 15,04
Mínimo – Máximo	22 – 82	17 – 69	27 – 76
<b>PV<sub>FINAL DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	41,56 ± 13,91	41,43 ± 16,68	45,45 ± 11,15
Mínimo - Máximo	21 – 73	16 – 79	28 – 64

ANOVA	p	Significância
Entre grupos	0,81	NS
Entre tempos	0,50	NS
Interação grupo x tempo	0,02	*

Tabela 20. Resultados do pós-teste de Newman-Keuls

	Grupo ANTERIOR	Grupo LATERAL	Grupo POSTERIOR
BASAL x INÍCIO DA ANASTOMOSE	p = 0,94 NS	p = 0,07 NS	p = 0,22 NS
BASAL x FINAL DA ANASTOMOSE	p = 0,99 NS	p = 0,09 NS	p = 0,54 NS
INÍCIO x FINAL DA ANASTOMOSE	p = 0,98 NS	p = 0,99 NS	p = 0,44 NS

Figura 8. Valores médios e erros-padrões de PV por grupo de estudo



### 5.16 Aceleração máxima

A Tabela 21 apresenta a análise descritiva das medidas de aceleração máxima (variável AMáx) por grupos de estudo e tempos. Foi possível observar pelo teste de ANOVA de duplo fator para medidas repetidas que não houve diferenças entre grupos ( $p = 0,95$ ) e nem entre tempos ( $p = 0,12$ ).

Tabela 21. Análise descritiva da variável AMáx (aceleração máxima, expressa em  $m/seg^2$ ) por tempo e grupo de estudo e resultados de ANOVA de duplo fator

	<b>Grupo ANTERIOR</b> n = 32	<b>Grupo LATERAL</b> n = 14	<b>Grupo POSTERIOR</b> n = 11
<b>AMáx<sub>BASAL</sub></b>			
Média ± DP	9,98 ± 4,97	11,70 ± 6,28	8,60 ± 5,16
Mínimo – Máximo	3,60 – 23,10	3,30 – 24,20	3,60 – 21,50
<b>AMáx<sub>INÍCIO DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	9,62 ± 4,39	9,42 ± 5,38	11,66 ± 6,75
Mínimo – Máximo	2,50 – 20,20	3,70 – 21,60	5,00 – 21,90
<b>AMáx<sub>FINAL DA ANASTOMOSE</sub></b>			
Média ± DP	8,97 ± 4,27	8,56 ± 4,97	9,17 ± 3,91
Mínimo - Máximo	2,70 – 21,50	2,70 – 22,40	5,50 – 19,70
<b>ANOVA</b>		<b>p</b>	<b>Significância</b>
Entre grupos		0,95	NS
Entre tempos		0,12	NS
Interação grupo x tempo		0,08	NS

### 5.17 Comparação das medidas de débito cardíaco

As medidas de débito cardíaco obtidas por termodiluição contínua em modo *STAT* e através do monitor de ecodoppler transesofágico foram comparadas com o método de termodiluição com *bolus* intermitente de solução fria em três diferentes tempos cirúrgicos: BASAL, INÍCIO e FINAL DA ANASTOMOSE.

Os coeficientes de correlação intraclasse (CCI), diferenças médias entre métodos e seus limites de concordância são apresentados na Tabela 22, junto com os intervalos de confiança de 95%.

Tabela 22. Resultados da análise de concordância dos métodos de medida de débito cardíaco em modo *STAT* ( $DC_{STAT}$ ) ou por ecodoppler transesofágico ( $DC_{DE}$ ) com o método intermitente (DCI), expressos em l/min

<b><math>DC_{STAT}</math> x DCI</b>				
	<b>CCI</b>	<b>Diferença média [IC 95%]</b>	<b>Limites de concordância [IC 95%]</b>	
BASAL	0,25	0,85 [0,41 a 1,29]	-2,41 [-3,18 a -1,65]	4,12 [3,35 a 4,88]
INÍCIO DA ANASTOMOSE	0,08	1,38 [0,99 a 1,77]	-1,53 [-2,21 a -0,85]	4,29 [3,61 a 4,97]
FINAL DA ANASTOMOSE	0,39	1,14 [0,82 a 1,46]	-1,23 [-1,78 a -0,67]	3,51 [2,95 a 4,06]
<b><math>DC_{DE}</math> x DCI</b>				
	<b>CCI</b>	<b>Diferença média [IC 95%]</b>	<b>Limites de concordância [IC 95%]</b>	
BASAL	0,37	-0,74 [-1,17 a -0,32]	-3,89 [-4,63 a -3,15]	2,40 [1,67 a 3,14]
INÍCIO DA ANASTOMOSE	0,37	-0,54 [-0,96 a -0,13]	-3,61 [-4,33 a -2,89]	2,52 [1,80 a 3,24]
FINAL DA ANASTOMOSE	0,44	-0,44 [-0,87 a 0,00]	-3,66 [-4,42 a -2,90]	2,78 [2,03 a 3,54]

Pela análise dos CCI, tanto o método  $DC_{STAT}$  quanto o  $DC_{DE}$  não apresentaram correlação significativa com o método DCI em quaisquer dos tempos estudados. Observando as diferenças médias e os limites de concordância entre os métodos e em cada momento de coleta (Figuras 9 e 10), também é possível constatar que as diferenças detectadas não são aceitáveis clinicamente.

Figura 9. Gráfico das diferenças entre os débitos cardíacos medidos em modo *STAT* e por termodiluição intermitente ( $DC_{STAT}$  e  $DCI$ ) em relação às medidas médias, nos momentos **BASAL**, **INÍCIO DA ANASTOMOSE** e **FINAL DA ANASTOMOSE**, expressos em l/min. Os limites de concordância equivalem à diferença média  $\pm 1,96$  desvios-padrões

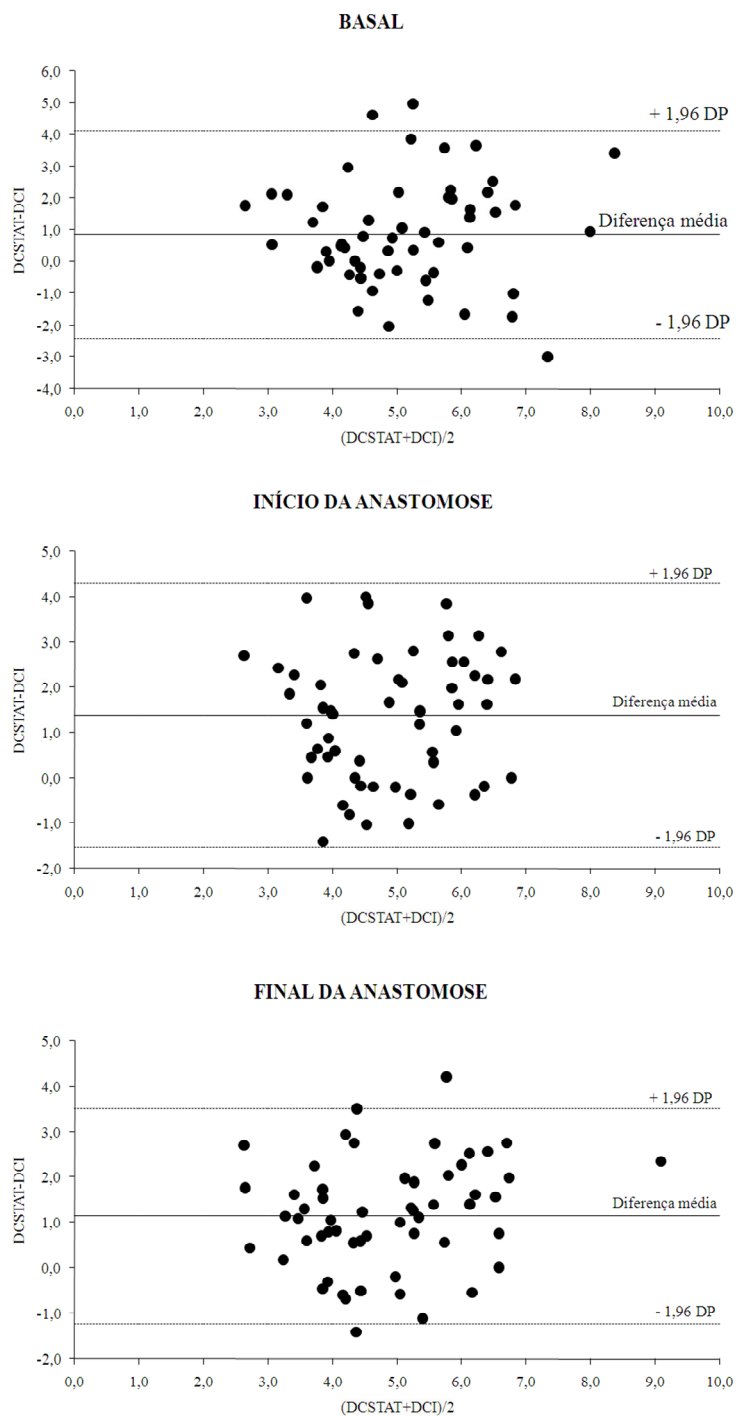
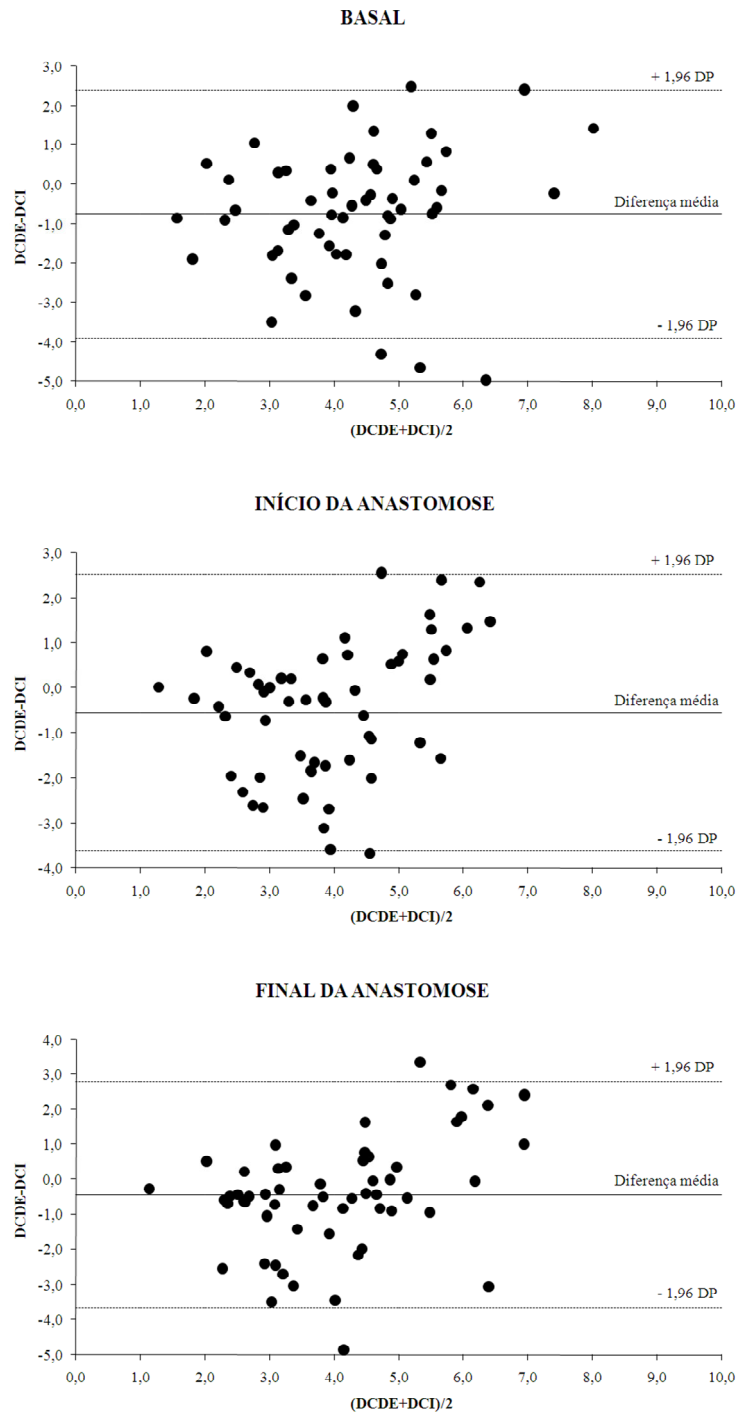


Figura 10. Gráfico das diferenças entre os débitos cardíacos medidos com ecodoppler transesofágico e por termodiluição intermitente ( $DC_{DE}$  e  $DCI$ ) em relação às medidas médias, nos momentos BASAL, INÍCIO e FINAL DA ANASTOMOSE, expressos em l/min. Os limites de concordância equivalem à diferença média  $\pm 1,96$  desvios-padrões





### 5.18 Comparação das medidas de débito cardíaco na parede anterior

As medidas de  $DC_{STAT}$  e  $DC_{DE}$  registradas durante os procedimentos sobre a parede anterior foram comparadas ao DCI do mesmo momento (Tabela 23).

Observando os CCI, não há correlação entre  $DC_{STAT}$  e DCI ou entre  $DC_{DE}$  e DCI. Realizando a análise pelo método proposto por Bland e Altman (Figuras 11 e 12) pode-se observar também que em todas as comparações realizadas as diferenças médias e os seus limites de concordância permanecem muito amplos e, na prática clínica, os métodos *STAT* e ecodoppler transesofágicos não poderiam substituir o método de termodiluição intermitente.

Tabela 23. Resultados da análise de concordância dos métodos de medida de débito cardíaco em modo *STAT* ( $DC_{STAT}$ ) ou por ecodoppler transesofágico ( $DC_{DE}$ ) com o método intermitente (DCI), expressos em l/min, na parede anterior

<b><math>DC_{STAT}</math> x DCI</b>				
	<b>CCI</b>	<b>Diferença média [IC 95%]</b>	<b>Limites de concordância [IC 95%]</b>	
BASAL	0,13	0,95 [0,36 a 1,53]	-2,23 [-2,99 a -1,47]	4,13 [3,37 a 4,89]
INÍCIO DA ANASTOMOSE	0,08	1,23 [0,70 a 1,76]	-1,67 [-2,36 a -0,98]	4,13 [3,44 a 4,82]
FINAL DA ANASTOMOSE	0,19	1,15 [0,68 a 1,62]	-1,40 [-2,01 a -0,79]	3,70 [3,09 a 4,30]
<b><math>DC_{DE}</math> x DCI</b>				
	<b>CCI</b>	<b>Diferença média [IC 95%]</b>	<b>Limites de concordância [IC 95%]</b>	
BASAL	0,31	-0,44 [-1,01 a 0,14]	-3,56 [-4,30 a -2,81]	2,68 [1,94 a 3,43]
INÍCIO DA ANASTOMOSE	0,43	-0,28 [-0,79 a 0,22]	-2,99 [-3,64 a -2,34]	2,43 [1,78 a 3,07]
FINAL DA ANASTOMOSE	0,59	0,02 [-0,48 a 0,53]	-2,71 [-3,36 a -2,06]	2,76 [2,11 a 3,41]

Figura 11. Gráfico das diferenças entre os débitos cardíacos medidos em modo *STAT* e por termodiluição intermitente ( $DC_{STAT}$  e DCI) na parede anterior em relação às medidas médias, nos momentos **BASAL**, **INÍCIO** e **FINAL DA ANASTOMOSE**, expressos em l/min. Os limites de concordância equivalem à diferença média  $\pm 1,96$  desvios-padrões

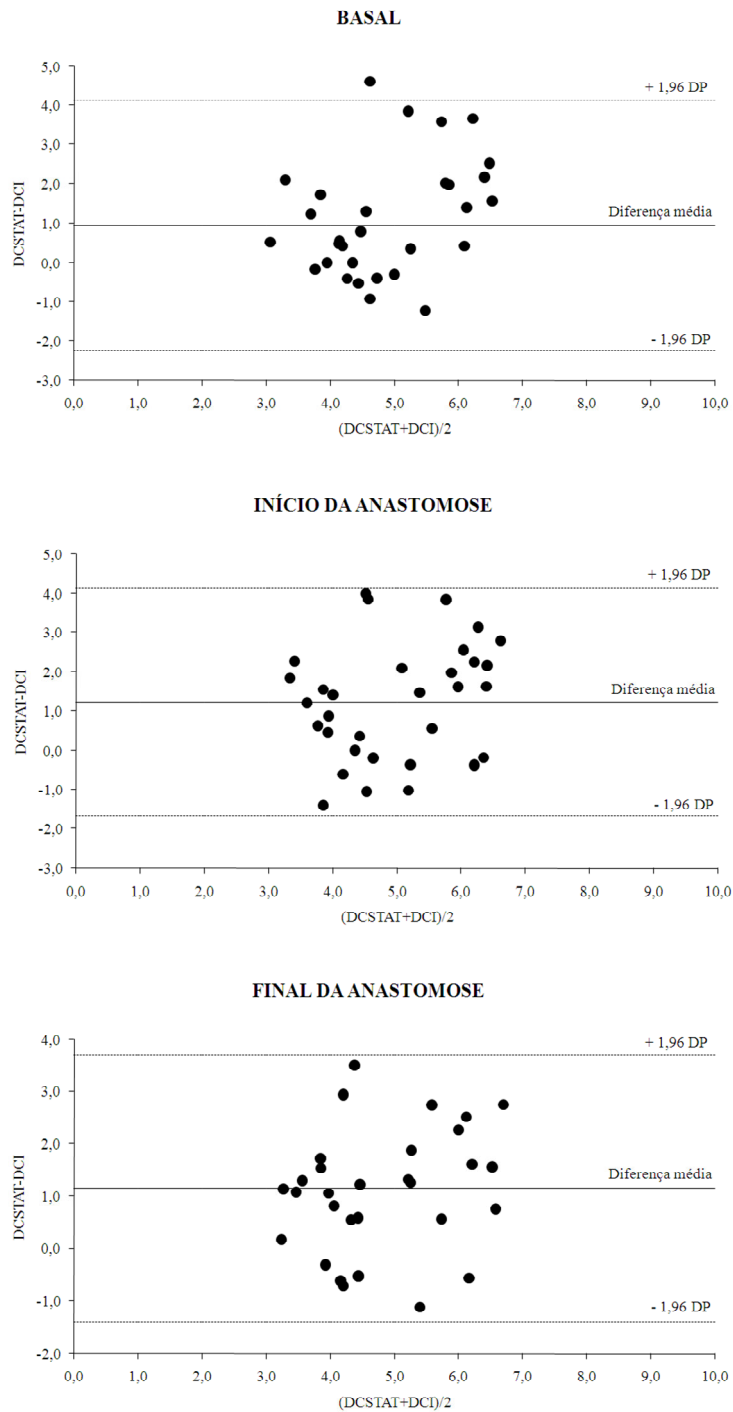
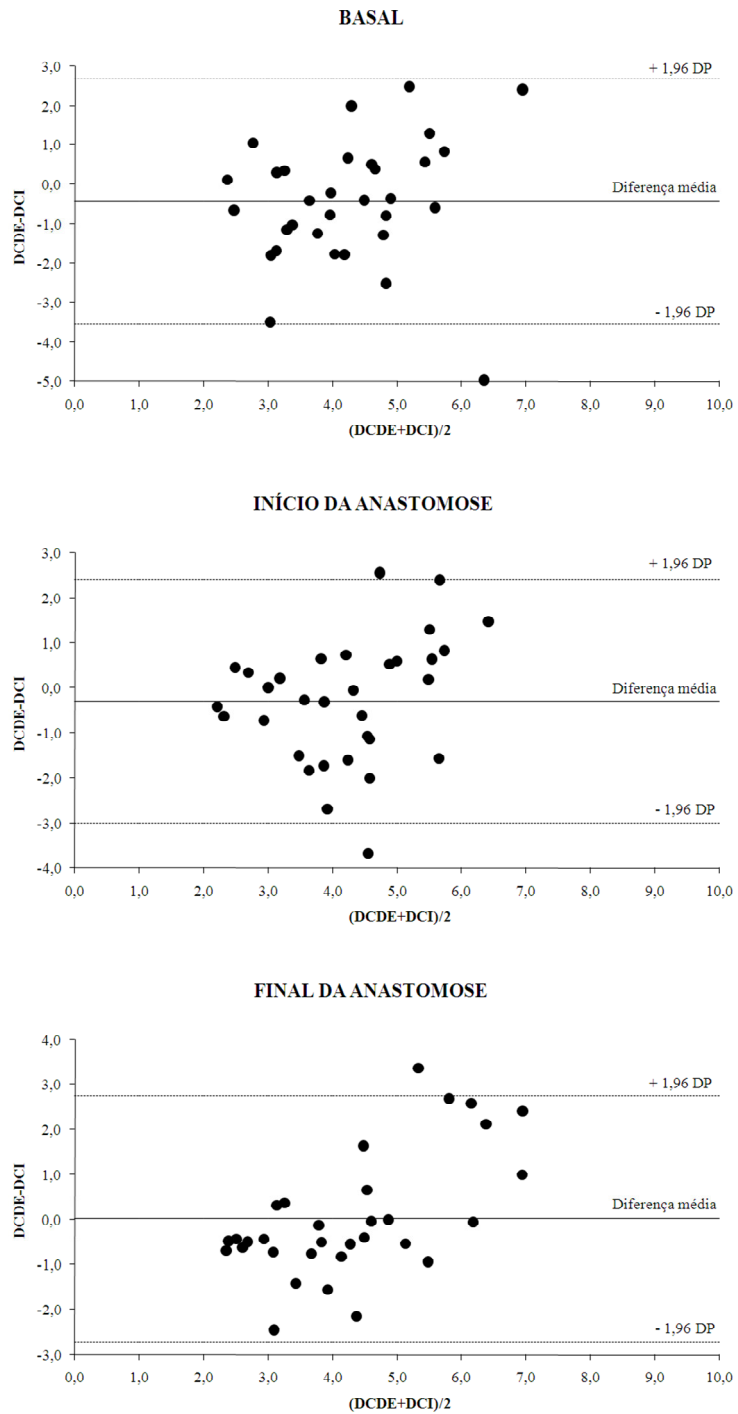


Figura 12. Gráfico das diferenças entre os débitos cardíacos medidos com ecodoppler transesofágico e por termodiluição intermitente ( $DC_{DE}$  e  $DCI$ ) na parede anterior em relação às medidas médias, nos momentos BASAL, INÍCIO e FINAL DA ANASTOMOSE, expressos em l/min. Os limites de concordância equivalem à diferença média  $\pm 1,96$  desvios-padrões



*DISCUSSÃO*



## 6. DISCUSSÃO

No estudo do comportamento hemodinâmico durante a realização da revascularização do miocárdio sem utilização de CEC, os resultados demonstraram que houve alteração hemodinâmica significativa representada por aumento da pressão de oclusão de artéria pulmonar e pressão venosa central e diminuição do débito cardíaco intermitente, independentemente da parede ventricular avaliada. Já nas medidas de débito cardíaco por Doppler esofágico e fluxo sanguíneo aórtico, a redução dos parâmetros ocorreu somente na parede lateral.

Comparando as medidas de débito cardíaco obtidas pelos diferentes modos de monitorização empregados, por cateter de artéria pulmonar com filamento térmico e por sonda de ecodoppler transesofágico, as diferenças observadas para ambos os métodos foram muito amplas para que se pudesse considerar as medidas obtidas concordantes, em quaisquer das condições hemodinâmicas estudadas.

A análise dos parâmetros hemodinâmicos obtidos pelo cateter de artéria pulmonar não entram em conflito com os resultados apresentados em diversos trabalhos publicados na literatura médica, ao demonstrar o aumento das pressões atriais e diastólicas finais ventriculares e diminuição do débito cardíaco (6, 7, 11, 14, 16, 17, 20, 35). No entanto, em sua maioria apontam maior alteração hemodinâmica nos procedimentos realizados sobre as artérias das paredes póstero-laterais do coração. Mueller *et al.* (2002) (19), em seu trabalho realizado com técnica que enucleava o coração, evitando a compressão de qualquer cavidade cardíaca, não

detectou alterações hemodinâmicas significativas nas diferentes paredes, mas a parede lateral parecia sofrer maior impacto hemodinâmico, embora sem significância estatística.

Neste estudo, com o uso do monitor de ecodoppler transesofágico, não foram observadas outras alterações hemodinâmicas exceto no débito cardíaco e fluxo sanguíneo aórtico, quando avaliada a parede lateral.

No entanto, as variáveis hemodinâmicas que sofrem alterações nestes diversos estudos variam e isto pode ser explicado pelo fato de que a evolução da técnica cirúrgica e do conhecimento do comportamento hemodinâmico nessas situações permitiram minimizar os prejuízos circulatórios que eram tão freqüentes no desenvolver das cirurgias sem CEC. Nas publicações mais recentes e principalmente em estudos clínicos é menor o relato de diminuições significativas de pressão arterial média, já que manobras para normalização da mesma, como o posicionamento em Trendelenburg e a infusão de fármacos inotrópicos já se estabeleceram como condutas de rotina nestas cirurgias.

O aumento de frequência cardíaca, que seria esperado frente a manipulação do coração, não é fato descrito na literatura recente e nem foi observado neste estudo. A justificativa para isso também pode estar tanto na evolução da técnica como na rotina de implantação de fármacos betabloqueadores já no período pré-operatório.

O aumento das pressões atriais durante a manipulação cirúrgica pode ser explicado pela distorção anatômica do coração luxado, principalmente próximo às válvulas atrioventriculares, acarretando em obstrução parcial ao fluxo sanguíneo ou

em insuficiências valvares. Também poderia ser explicado pela migração do cateter para um posicionamento inadequado detectando pressões errôneas. Deve ser lembrado que as medidas de pressões atriais sofrem grandes influências também da complacência das câmaras, que pode ter sido alterada pela maior alteração do eixo cardíaco nestas situações.

Outras variáveis indicadoras de pré-carga cardíaca foram analisadas, o volume diastólico final de ventrículo direito (VDF) e o tempo de ejeção de ventrículo esquerdo corrigido (TEVEc). Esses índices não apresentaram alterações entre os grupos estudados ou no decorrer do procedimento. Essas observações poderiam corroborar com a eficácia das manobras de ajuste volêmico, já que ambos os métodos se demonstraram superiores às medidas de pressões atriais para refletir o enchimento cardíaco direito ou esquerdo (50, 51, 52).

O pico de velocidade e aceleração máxima do fluxo sanguíneo aórtico, medidos pelo monitor de ecodoppler transesofágico, não se alteraram no decorrer do procedimento em qualquer das paredes estudadas. Esses parâmetros são indicadores de contratilidade miocárdica que se correlacionam bem com o índice de  $dP/dt$  VE obtido por cateterização de ventrículo esquerdo (53).

O débito cardíaco obtido por termodiluição intermitente registrou diminuição significativa independente de parede. Essa alteração não foi observada no DC em modo *STAT*. Já na monitorização com Doppler esofágico, essa alteração hemodinâmica foi registrada somente na parede lateral.

Apesar de observarmos os comportamentos diferentes entre as medidas de débito cardíaco obtidas pelos três monitores, para se comparar os métodos é



recomendada a análise proposta por Bland e Altman (49). Foram estudadas as diferenças entre os débitos cardíacos obtidos por termodiluição semi-contínua em modo *STAT* e por ecodoppler transesofágico, em relação ao de termodiluição intermitente com *bolus* de solução fria, que é o método mais utilizado na prática clínica.

Estudos anteriores comparando estes diferentes monitores de débito cardíaco mostraram correlação significativa entre DCI e DCC (40, 41, 42) e concordância entre DCI e  $DC_{DE}$  (54), mas sempre em momentos de estabilidade hemodinâmica. No entanto, adotando o método proposto por Bland e Altman (49), Zollner (2001) (42) também encontrou discrepância entre os métodos maior que 0,5 L/min, que está acima de limites aceitáveis clinicamente. Durante a instabilidade, representada por choque hipovolêmico (25) ou taquicardia induzida por marcapasso epicárdico (41), os monitores de débito cardíaco contínuo e semi-contínuo apresentaram menor correlação devido ao atraso de medida. O mesmo ocorreu na comparação DCI e  $DC_{DE}$ , mas as mudanças ocorriam na mesma direção (44, 45).

A concordância entre os métodos foi buscada também em situações específicas da revascularização do miocárdio sem CEC e não somente durante a estabilidade hemodinâmica. O estudo tinha como intuito buscar a possibilidade destes métodos novos substituírem o cateter de artéria pulmonar convencional nestas cirurgias, por serem alternativas automáticas ou menos invasivas, nos casos do modo *STAT* e ecodoppler transesofágico, respectivamente.

A termodiluição intermitente com *bolus* de solução fria foi o método com o qual os monitores novos foram comparados. No entanto, deve-se considerar que

erros de medida com o cateter de artéria pulmonar podem ocorrer com a manipulação do coração, principalmente com sua elevação e rotação. Nessas situações, pode ocorrer mistura inadequada do *bolus* indicador, movimentação do cateter, regurgitação tricúspide e arritmias, sendo que todos estes fatores podem interferir nos valores calculados como débito cardíaco. Essas interferências seriam observadas também na termodiluição contínua com uso de filamento térmico.

Por outro lado, a análise do débito cardíaco esquerdo, através da análise do fluxo sanguíneo aórtico com ecodoppler, poderia fornecer o valor do fluxo efetivamente direcionado para a perfusão de órgãos-alvo. Neste sentido, seria possível considerar que o valor fidedigno de débito cardíaco seria aquele obtido pelo ecodoppler transesofágico e não pela termodiluição com *bolus*.

Entretanto, apesar da mobilização do coração representar para esse monitor menor influência direta no fluxo aórtico, manipulações com instrumentais cirúrgicos causavam movimentações em todo o campo cirúrgico, eventualmente comprimindo ou deslocando a aorta, principalmente durante os procedimentos sobre as paredes póstero-laterais do coração. Havia assim uma interferência no posicionamento ideal da sonda de ecodoppler transesofágico, que requer paralelismo da aorta com o esôfago, para que tanto a medida do diâmetro aórtico com ecografia quanto a obtenção do sinal Doppler do fluxo aórtico fossem adequadas (55).

Por esse motivo, nas comparações entre débitos cardíacos foi feita a opção por uma nova análise considerando apenas a parede anterior, que estaria livre de torções do coração ou de manipulações no mediastino posterior.

Mesmo com esta nova análise, as diferenças entre os valores obtidos por cada método mostraram-se muito amplos para se considerar os métodos intercambiáveis no uso clínico.

Deve ser ressaltado também que o cateter de artéria pulmonar permite obter o valor de débito cardíaco direito, enquanto que o ecodoppler mede por via transesofágica o fluxo aórtico descendente, que equivale a 70% do débito cardíaco esquerdo, mesmo em situações de choque circulatório (56). A manipulação sobre o coração com conseqüentes insuficiências valvares e o represamento de sangue na pequena circulação poderiam explicar em parte a discrepância entre as medidas de DC por cateter de artéria pulmonar e ecodoppler transesofágico.

A técnica cirúrgica varia entre os cirurgiões e entre as rotinas de cada serviço. Assim, a análise das alterações hemodinâmicas deste estudo se aplica às condutas adotadas pelos cirurgiões envolvidos.

Os dados hemodinâmicos de interesse foram coletados em dois momentos diferentes: imediatamente após o posicionamento cirúrgico e decorridos aproximadamente cinco minutos. A justificativa para a escolha desses dois momentos foi a de que a primeira medida identificaria a instabilidade hemodinâmica inicial e a segunda, uma relativa estabilização dos parâmetros na posição instalada.

Os três grupos de estudo classificavam diferentes locais de anastomose coronariana. No entanto, os procedimentos dentro de cada grupo também podiam variar, se realizados em posições mais proximais ou distais em uma mesma artéria coronária. No caso de anastomoses sobre a artéria coronária direita, classificadas dentro do grupo posterior, uma abordagem mais proximal poderia justificar sua

inclusão no grupo da parede anterior. Também houve o agrupamento em anterior das anastomoses da artéria diagonal e descendente anterior, mas algumas operações sobre a primeira eram acompanhadas de maior lateralização do coração do que sobre a última. Além disso, a ordem de realização das anastomoses não era uniforme, mas estabelecida pela equipe cirúrgica. A condição hemodinâmica durante a anastomose prévia poderia influenciar as medidas subseqüentes. Houve neste estudo a tentativa de minimizar esse fator com a coleta de medidas basais antes de cada anastomose, mas não foi possível precisar se o tempo para recuperação hemodinâmica teria sido suficiente.

Esta foi uma pesquisa clínica sem interferência no tratamento ou na técnica cirúrgica. Poderia haver contribuição com maior significado se o trabalho tivesse sido realizado em situações mais homogêneas ou controladas. No entanto, dificilmente encontraríamos pacientes com lesões nas mesmas artérias coronarianas e com comprometimentos similares.

Este estudo procurou descrever as alterações cardiocirculatórias que ocorrem especificamente durante a revascularização do miocárdio sem CEC, utilizando-se de variados recursos de medida que os monitores hemodinâmicos podem oferecer. Com essa análise, comparou-se também os diferentes métodos de obtenção de débito cardíaco, no intuito de buscar um método que pudesse substituir o de termodiluição com injeção de bolus de solução fria. A comparação entre as medidas de DC permitiu afirmar que os métodos não são intercambiáveis, o que estimula o desenvolvimento e aperfeiçoamento da tecnologia de monitores de DC.

A cirurgia de revascularização do miocárdio sem CEC vem se aperfeiçoando, tanto em relação a técnica, desenvolvimento de materiais, habilidade dos cirurgiões quanto em relação ao manejo anestésico, com o conhecimento da cirurgia e adoção de monitores precisos. Assim, os estudos neste tema continuam, buscando o desenvolvimento da cirurgia com menores prejuízos aos pacientes. Outros monitores de resposta rápida e menos invasivos também estão sendo estudados, como por análise do contorno da onda de pulso ou do gás carbônico expirado.

Apesar da presença dos fatores que interferem na monitorização hemodinâmica durante a cirurgia de revascularização do miocárdio sem utilização de CEC, as alterações circulatórias devem ser esperadas, acompanhadas e adequadamente avaliadas pelo anestesiolegista, para guiar o melhor tratamento a ser adotado.

*CONCLUSÕES*



## 7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos pela avaliação hemodinâmica durante a realização das anastomoses coronarianas distais na revascularização do miocárdio sem utilização de circulação extracorpórea permitem concluir que:

- houve aumento da PoAP e PVC e diminuição do DCI, em todas as paredes operadas;
- houve diminuição do DC<sub>DE</sub> e FSA na parede lateral;
- as medidas de DC obtidas pelos métodos *STAT* e Doppler esofágico não são concordantes com aquela obtida por termodiluição intermitente.

***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***





## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jansen EW, Lahpor JR, Borst C, Grundeman PF, Bredee JJ. Off-pump coronary bypass grafting: how to use the Octopus Tissue Stabilizer. *Ann Thorac Surg* 1998;66(2):576-9.
2. Chassot PG, van der Linden P, Zaugg M, Mueller XM, Spahn DR. Off-pump coronary artery bypass surgery: physiology and anaesthetic management. *Br J Anaesth* 2004;92(3):400-13.
3. Michelsen LG, Horswell J. Anesthesia for off-pump coronary artery bypass grafting. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2003;15(1):71-82.
4. Novitzky D, Bowen TE, Larsen A, Powe J, Ebra G. Aiming towards complete myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass: a systematic approach. *Heart Surg Forum* 2002;5(3):214-20.
5. Buffolo E, Andrade JC, Succi JE. Revascularização direta do miocárdio sem circulação extracorpórea: descrição da técnica e resultados iniciais. *Arq Bras Cardiol* 1982;38:365-73.
6. Couture P, Denault A, Limoges P, Sheridan P, Babin D, Cartier R. Mechanisms of hemodynamic changes during off-pump coronary artery bypass surgery. *Can J Anaesth* 2002;49(8):835-49.
7. D'Ancona G, Karamanoukian H, Lima R, Ricci M, Bergsland J, Rossman J, *et al.* Hemodynamic effects of elevation and stabilization of the heart during off-pump coronary surgery. *J Card Surg* 2000;15(6):385-91.
8. de Jaegere PP, Suyker WJ. Off-pump coronary artery bypass surgery. *Heart* 2002;88(3):313-8.

- 
9. Do QB, Goyer C, Chavanon O, Couture P, Denault A, Cartier R. Hemodynamic changes during off-pump CABG surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21(3):385-90.
  
  10. Eldrup N, Rasmussen NH, Yndgaard S, Bigler D, Berthelsen PG. Impact of off-pump coronary artery surgery on myocardial performance and beta-adrenoceptor function. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2001;15(4):428-32.
  
  11. Grundeman PF, Borst C, van Herwaarden JA, Verlaan CW, Jansen EW. Vertical displacement of the beating heart by the octopus tissue stabilizer: influence on coronary flow. *Ann Thorac Surg* 1998;65(5):1348-52.
  
  12. Grundeman PF, Borst C, Verlaan CW, Meijburg H, Moues CM, Jansen EW. Exposure of circumflex branches in the tilted, beating porcine heart: echocardiographic evidence of right ventricular deformation and the effect of right or left heart bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118:316-323.
  
  13. Hart JC. Maintaining hemodynamic stability and myocardial performance during off-pump coronary bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2003;75(2):S740-4.
  
  14. Jansen EW, Borst C, Lahpor JR, Grundeman PF, Eefting FD, Nierich A, *et al.* Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass using the octopus method: results in the first one hundred patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;116(1):60-7.
  
  15. Kwak YL, Oh YJ, Jung SM, Yoo KJ, Lee JH, Hong YW. Change in right ventricular function during off-pump coronary artery bypass graft surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;25(4):572-7.
  
  16. Mathison M, Edgerton JR, Horswell JL, Akin JJ, Mack MJ. Analysis of hemodynamic changes during beating heart surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 2000;70(4):1355-60; discussion 1360-1.
  
  17. Mishra M, Malhotra R, Mishra A, Meharwal ZS, Trehan N. Hemodynamic changes during displacement of the beating heart using epicardial stabilization for off-pump coronary artery bypass graft surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002;16(6):685-90.

- 
18. Mishra M, Shrivastava S, Dhar A, Bapna R, Mishra A, Meharwal ZS, *et al.* A prospective evaluation of hemodynamic instability during off-pump coronary artery bypass surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2003;17(4):452-8.
19. Mueller XM, Chassot PG, Zhou J, Eisa KM, Chappuis C, Tevaearai HT, *et al.* Hemodynamics optimization during off-pump coronary artery bypass: the 'no compression' technique. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;22(2):249-54.
20. Nierich AP, Diephuis J, Jansen EW, Borst C, Knape JT. Heart displacement during off-pump CABG: how well is it tolerated? *Ann Thorac Surg* 2000;70(2):466-72.
21. Torracca L, Schreuder JJ, Quarti A, Ismeno G, Franze V, Alfieri O. Acute effects of beating heart coronary surgery on left ventricular performance. *Ann Thorac Surg* 2002;74(4):S1348-52.
22. Velissaris T, Tang A, Jonas M, Ohri S. Haemodynamic changes during off-pump surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;22(5):852; author reply 853.
23. Watters MP, Ascione R, Ryder IG, Ciulli F, Pitsis AA, Angelini GD. Haemodynamic changes during beating heart coronary surgery with the 'Bristol Technique'. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;19(1):34-40.
24. Singer M. Esophageal Doppler monitoring of aortic blood flow: beat-by-beat cardiac output monitoring. *Int Anesthesiol Clin* 1993;31(3):99-125.
25. Poli de Figueiredo LF, Malbouisson LM, Varicoda EY, Carmona MJ, Auler JO, Jr., Rocha e Silva M. Thermal filament continuous thermodilution cardiac output delayed response limits its value during acute hemodynamic instability. *J Trauma* 1999;47(2):288-93.
26. Matata BM, Sosnowski AW, Galinanes M. Off-pump bypass graft operation significantly reduces oxidative stress and inflammation. *Ann Thorac Surg* 2000;69(3):785-91.
27. Kolessov VI. Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967;54:535-544.

28. Menasche P. The systemic factor: the comparative roles of cardiopulmonary bypass and off-pump surgery in the genesis of patient injury during and following cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2001;72(6):S2260-5; discussion S2265-6, S2267-70.
29. Stamou SC, Dargas G, Hill PC, Pfister AJ, Dullum MK, Boyce SW, *et al.* Atrial fibrillation after beating heart surgery. *Am J Cardiol* 2000;86(1):64-7.
30. Bainbridge D, Martin J, Cheng D. Off pump coronary artery bypass graft surgery versus conventional coronary artery bypass graft surgery: a systematic review of the literature. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2005;9(1):105-11.
31. Trapp WG, Bisarya R. Placement of coronary artery bypass graft without pump oxygenator. *Ann Thorac Surg* 1975;19:1-9.
32. Benetti FJ. Direct coronary surgery with saphenous vein bypass without either cardiopulmonary bypass or cardiac arrest. *J Cardiovasc Surg* 1985;26:217-222.
33. Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, Bosco G, D'Annunzio E, Barsotti A, *et al.* Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996;61(6):1658-63; discussion 1664-5.
34. Boonstra PW, Grandjean JG, Mariani MA. Local immobilization of the left anterior descending artery for minimally invasive coronary bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1997;63(6 Suppl):S76-8.
35. Borst C, Jansen EW, Tulleken CA, Grundeman PF, Mansvelt Beck HJ, van Dongen JW, *et al.* Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass and without interruption of native coronary flow using a novel anastomosis site restraining device ("Octopus"). *J Am Coll Cardiol* 1996;27(6):1356-64.
36. Thanikachalam M, Lombardi P, Tehrani HY, Katariya K, Salerno TA. The History and Development of Direct Coronary Surgery without Cardiopulmonary Bypass\*. *J Card Surg* 2004;19(6):516-9.

37. Lima RdC. Padronização técnica de revascularização miocárdica da artéria circunflexa e seus ramos sem circulação extracorpórea. [Technical regulation of the myocardial revascularization the circumflex arteries without use of extracorporeal circulation]. [doutorado - tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina; 1999.
38. Koh TW, Carr-White GS, DeSouza AC, Ferdinand FD, Pepper JR, Gibson DG. Effect of coronary occlusion on left ventricular function with and without collateral supply during beating heart coronary artery surgery. *Heart* 1999;81(3):285-91.
39. Brown PM, Jr., Kim VB, Boyer BJ, Lust RM, Chitwood WR, Jr., Elbeery JR. Regional left ventricular systolic function in humans during off-pump coronary bypass surgery. *Circulation* 1999;100(19 Suppl):II125-7.
40. Singh A, Juneja R, Mehta Y, Trehan N. Comparison of continuous, stat, and intermittent cardiac output measurements in patients undergoing minimally invasive direct coronary artery bypass surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002;16(2):186-90.
41. Lazor MA, Pierce ET, Stanley GD, Cass JL, Halpern EF, Bode RH, Jr. Evaluation of the accuracy and response time of STAT-mode continuous cardiac output. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1997;11(4):432-6.
42. Zollner C, Goetz AE, Weis M, Morstedt K, Pichler B, Lamm P, *et al.* Continuous cardiac output measurements do not agree with conventional bolus thermodilution cardiac output determination. *Can J Anaesth* 2001;48(11):1143-7.
43. Gan TJ, Arrowsmith JE. The oesophageal Doppler monitor. *Bmj* 1997;315(7113):893-4.
44. Royse CF, Royse AG, Soeding PF, Mathieson EM. Descending aortic pulsed wave Doppler can predict changes in cardiac output during off-pump coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2003;9(5):314-8.
45. Grow MP, Singh A, Fleming NW, Young N, Watnik M. Cardiac output monitoring during off-pump coronary artery bypass grafting. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2004;18(1):43-6.

46. Woog RH, McWilliam DB. A comparison of methods of cardiac output measurement. *Anaesth Intensive Care* 1983;11(2):141-6.
47. Merjavy JP, Hahn JW, Barner HB. Comparison of thermodilution cardiac output and electromagnetic flowmeter. *Surg Forum* 1974;25(0):145-7.
48. Higgins TL, Estafanous FG, Loop FD, Beck GJ, Blum JM, Paranandi L. Stratification of morbidity and mortality outcome by preoperative risk factors in coronary artery bypass patients. A clinical severity score. *Jama* 1992;267(17):2344-8.
49. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1(8476):307-10.
50. Diebel LN, Wilson RF, Tagett MG, Kline RA. End-diastolic volume. A better indicator of preload in the critically ill. *Arch Surg* 1992;127(7):817-21; discussion 821-2.
51. Reuse C, Vincent JL, Pinsky MR. Measurements of right ventricular volumes during fluid challenge. *Chest* 1990;98(6):1450-4.
52. Pinsky MR. Assessment of indices of preload and volume responsiveness. *Curr Opin Crit Care* 2005;11(3):235-9.
53. Saeian K, Wann LS, Sagar KB. Doppler echocardiographic evaluation of left ventricular function. *Echocardiography* 1990;7(1):21-25.
54. Chand R, Mehta Y, Trehan N. Cardiac output estimation with a new Doppler device after off-pump coronary artery bypass surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2006;20(3):315-9.
55. Tortoli P, Bambi G, Guidi F, Muchada R. Toward a better quantitative measurement of aortic flow. *Ultrasound Med Biol* 2002;28(2):249-57.
56. Dumans-Nizard V, Nizard J, Payen D, Cholley BP. Redistribution of cardiac output during hemorrhagic shock in sheep. *Crit Care Med* 2006;34(4):1147-51.

*APÊNDICES*



## 9. APÊNDICES

### I- Dados Individuais

caso	paciente	RGHC	data	sexo	idade	peso	altura	IMC	SC	Higgins
1	MS	55380566A	7/abr/04	M	64	69,0	1,62	26,3	1,74	mínimo
2	CCP	55387370J	10/ago/04	F	66	59,0	1,51	25,9	1,54	baixo
3	EAC	55387452J	11/ago/04	M	64	70,0	1,75	22,9	1,84	mínimo
4	ICMS	55414715B	30/set/04	F	64	56,0	1,50	24,9	1,50	baixo
5	SZS	55412755K	1/out/04	M	54	86,0	1,70	29,8	1,97	baixo
6	OT	55417927G	1/dez/04	M	56	57,0	1,58	22,8	1,57	mínimo
7	ASB	55419554G	11/jan/05	M	60	59,0	1,60	23,0	1,62	mínimo
8	MM	5117111C	16/jan/05	M	74	68,0	1,72	23,0	1,80	baixo
9	JGA	55424428B	16/mar/05	M	47	99,6	1,69	34,9	2,10	baixo
10	FC	55390420F	8/mar/05	M	79	78,6	1,67	28,2	1,88	baixo
11	TJCR	55427939G	11/mai/05	F	75	48,0	1,52	20,8	1,42	baixo
12	VC	55390570I	17/mai/05	M	39	78,0	1,70	27,0	1,88	mínimo
13	ILMG	5285189A	27/jul/05	F	61	83,5	1,59	33,0	1,86	mínimo
14	RB	55396460H	11/ago/05	M	65	98,3	1,63	37,0	2,03	baixo
15	MERC	55397014H	16/ago/05	F	55	53,0	1,50	23,6	1,47	mínimo
16	EGM	44100081B	24/ago/05	M	66	69,0	1,65	25,3	1,74	baixo
17	ENS	55397103H	29/ago/05	M	59	69,0	1,59	27,3	1,75	mínimo
18	SLC	55319287C	13/out/05	M	44	84,4	1,72	28,5	1,98	mínimo
19	ADF	5288140G	27/nov/05	M	69	71,4	1,71	24,4	1,83	baixo
20	JJS	3358401K	24/jan/06	M	67	67,0	1,66	24,3	1,75	baixo

caso	paciente	RM1	ponte1	RM2	ponte2	RM3	ponte3	RM4	ponte4
1	MS	DI	PVS	DA	MaD	CD	PVS		
2	CCP	DI	PVS	DA	Ma				
3	EAC	Mg2	MaD	DI	Ma	DA	Ma	VP(CD)	gastroepi
4	ICMS	MgE	epigastr	DI	Ma	DA	Ma		
5	SZS	VP	PVS	VP	PVS	DA	MaE	MgE	PVS
6	OT	DI	epigastr	DA	Ma	VP(CD)	Rd		
7	ASB	MgE	PVS	DA	Ma				
8	MM	MgE	Rd	DI	Rd	DA	Ma		
9	JGA	DI	Rd	DA	Ma				
10	FC	DI	PVS	Mg	PVS	DA	Ma		
11	TJCR	MgE	PVS	DA	Ma				
12	VC	MgE	PVS	DA	Ma				
13	ILMG	DA	Ma	CD	PVS				
14	RB	MgE	PVS	DI	PVS	CD	PVS	DA	Ma
15	MERC	DA	Ma	MgE	PVS	CD	PVS		
16	EGM	MgE	Ma	DI	Ma	DA	Ma	CD	gastroepi
17	ENS	MgE	Ma	DI	Ma	DA	Ma		
18	SLC	VP	Ma	MgE	Ma	Mg2	Ma		
19	ADF	CD	Ma	DI	Ma	DA	Ma		
20	JJS	DI	Ma	DA	Ma				



CASO	RM	FC 0	FC I	FC F	PAM 0	PAM I	PAM F	PAPm 0	PAPm I	PAPm F
MS	DA2	77	75	74	63	70	64	28	28	25
CCP	DA2	60	60	95	62	62	51	19	19	19
EAC	DA3	76	74	73	79	79	73	21	19	18
ICMS	DA3	81	82	74	63	64	62	28	33	30
SZS	DA3	73	55	53	80	80	73	34	34	32
OT	DA2	75	70	70	66	72	68	30	31	28
ASB	DA2	80	81	83	72	65	72	30	26	31
MM	DA3	75	75	75	58	57	74	20	20	24
JGA	DA2	65	72	72	81	84	88	24	22	22
FC	DA3	117	103	71	76	67	66	34	27	32
TJCR	DA2	71	71	75	60	62	58	22	24	24
VC	DA2	74	72	68	70	74	72	27	26	27
ILMG	DA1	66	80	77	79	76	78	21	26	25
RB	DA4	79	83	81	60	71	68	18	21	22
MERC	DA1	102	102	94	83	82	64	31	39	31
EGM	DA3	91	82	90	79	80	80	25	33	32
ENS	DA3	89	87	86	75	82	76	34	38	35
ADF	DA3	59	59	59	67	66	70	21	23	23
JJS	DA2	68	74	77	60	74	63	22	27	28
MS	DI1	81	95	73	60	67	55	15	16	17
CCP	DI1	65	80	78	64	78	74	32	26	28
EAC	DI2	85	80	81	73	69	63	28	29	28
ICMS	DI2	60	73	75	61	63	66	27	28	30
OT	DI1	67	73	74	52	64	63	18	23	24
MM	DI2	50	58	57	92	79	84	26	21	30
JGA	DI1	69	98	100	60	65	75	27	25	30
FC	DI1	72	77	73	62	68	74	24	22	22
RB	DI2	70	69	91	64	70	71	27	24	25
EGM	DI2	80	74	82	89	89	81	42	43	46
ENS	DI2	62	64	62	76	57	66	23	19	22
ADF	DI2	63	68	69	76	56	53	29	23	25
JJS	DI1	69	69	70	65	89	65	25	37	31
EAC	Mg21	60	53	65	61	64	64	34	32	32
ICMS	MgE1	71	71	70	60	65	59	21	20	19
SZS	MgE4	49	60	47	65	67	66	29	33	32
ASB	MgE1	72	66	69	57	65	62	25	34	31
MM	MgE1	64	73	71	85	68	69	17	30	28
FC	MgE2	63	67	67	71	58	67	28	24	27
TJCR	MgE1	76	72	74	73	61	58	31	31	33
VC	MgE1	76	104	75	70	65	68	24	23	22
RB	MgE1	72	78	74	62	72	67	27	23	23
MERC	MgE2	84	82	79	75	57	52	29	23	26
EGM	MgE1	76	80	90	82	73	83	27	29	29
ENS	MgE1	72	85	78	57	71	68	17	22	27
SLC	MgE2	83	82	81	79	72	72	22	14	15
SLC	Mg23	81	78	85	72	73	82	15	19	20
MS	CD3	69	70	65	62	75	68	23	31	29
EAC	VP(CD)4	73	72	73	73	82	83	18	30	26
SZS	VP1	63	46	46	65	57	63	27	28	35
SZS	VP2	73	73	73	46	81	70	35	48	32
OT	VP(CD)3	80	76	79	85	71	72	29	26	28
ILMG	CD2	66	81	81	76	84	75	24	24	25
RB	CD3	82	86	83	70	78	70	25	29	28
MERC	CD3	79	82	82	52	68	58	26	27	24
EGM	CD4	90	81	81	80	71	67	32	25	24
SLC	DP1	83	90	82	73	80	83	22	22	23
ADF	CD1	48	62	65	72	60	65	18	15	18

CASO	RM	PoAP 0	PoAP I	PoAP F	PVC 0	PVC I	PVC F	SvO2 0	SvO2 I	SvO2 F
MS	DA2	11	17	15	16	22	18	73	67	66
CCP	DA2	10	10	10	6	6	6	74	74	63
EAC	DA3	15	14	16	11	10	16	81	81	81
ICMS	DA3	18	22	19	15	15	14	74	73	74
SZS	DA3	30	30	28	21	18	31	59	59	55
OT	DA2	24	25	24	19	18	18	73	75	77
ASB	DA2	21	21	24	7	10	10	71	73	67
MM	DA3	15	15	17	10	10	11	59	59	55
JGA	DA2	6	13	14	10	9	13	80	78	77
FC	DA3	24	20	24	20	14	16	83	88	81
TJCR	DA2	14	14	15	4	7	6	77	77	75
VC	DA2	21	19	13	14	18	15	76	74	72
ILMG	DA1	13	17	18	8	13	14	82	82	81
RB	DA4	15	15	17	9	10	12	70	73	75
MERC	DA1	27	30	29	22	26	18	78	83	81
EGM	DA3	24	27	24	18	17	16	86	83	84
ENS	DA3	25	27	25	7	7	7	76	83	77
ADF	DA3	15	16	16	10	11	10	76	76	75
JJS	DA2	14	15	11	20	21	16	66	66	73
MS	DI1	8	9	8	9	7	7	82	72	74
CCP	DI1	22	20	19	17	10	11	80	83	86
EAC	DI2	14	15	18	12	14	15	84	81	81
ICMS	DI2	24	22	24	18	19	19	83	77	73
OT	DI1	8	10	10	12	15	17	53	55	56
MM	DI2	15	13	15	16	12	13	-	-	-
JGA	DI1	17	16	20	10	12	10	91	91	91
FC	DI1	16	18	17	15	14	14	65	72	76
RB	DI2	20	22	24	17	18	18	78	83	86
EGM	DI2	25	29	26	9	9	10	67	65	87
ENS	DI2	16	15	16	6	10	10	87	79	76
ADF	DI2	21	18	19	14	16	17	70	63	65
JJS	DI1	19	30	26	17	21	20	-	-	-
EAC	Mg21	26	22	22	21	17	17	83	82	80
ICMS	MgE1	10	9	7	9	8	8	77	78	80
SZS	MgE4	24	25	27	27	27	26	66	68	67
ASB	MgE1	10	20	18	19	21	23	76	60	58
MM	MgE1	6	22	21	9	23	22	67	59	57
FC	MgE2	13	12	14	10	7	7	86	86	87
TJCR	MgE1	24	23	25	10	15	15	79	67	61
VC	MgE1	18	19	18	18	18	17	80	68	67
RB	MgE1	18	17	16	11	13	12	76	71	75
MERC	MgE2	22	20	23	19	19	21	78	78	79
EGM	MgE1	24	22	22	16	21	20	89	82	84
ENS	MgE1	14	10	15	11	7	7	76	88	65
SLC	MgE2	16	6	9	9	6	6	85	85	87
SLC	Mg23	9	14	16	6	6	8	86	85	85
MS	CD3	11	21	21	17	25	24	70	66	62
EAC	VP(CD)4	16	26	24	16	18	16	81	83	83
SZS	VP1	21	24	29	23	21	29	77	65	62
SZS	VP2	30	40	36	24	23	22	52	65	60
OT	VP(CD)3	21	20	22	18	18	21	79	78	79
ILMG	CD2	12	16	16	10	16	14	72	71	68
RB	CD3	20	25	23	17	23	22	69	81	85
MERC	CD3	23	25	24	21	24	24	79	78	75
EGM	CD4	24	23	22	16	17	16	84	82	81
SLC	DP1	16	17	17	10	13	12	88	87	85
ADF	CD1	11	11	15	6	4	4	83	88	88

CASO	RM	DCI 0	DCI I	DCI F	DCS 0	DCS I	DCS F	VDF 0	VDF I	VDF F
MS	DA2	5,7	4,7	4,9	7,3	7,8	7,1	238	228	228
CCP	DA2	3,1	3,7	2,9	4,3	4,2	4,0	253	251	242
EAC	DA3	3,9	4,2	4,0	4,4	4,6	4,6	213	178	175
ICMS	DA3	2,3	3,0	3,5	4,4	4,2	4,5	165	173	164
SZS	DA3	5,3	5,3	5,3	7,5	7,5	8,1	232	244	238
OT	DA2	3,0	3,5	4,1	4,7	4,1	3,8	193	195	188
ASB	DA2	3,9	2,3	2,9	4,4	4,5	4,2	225	232	237
MM	DA3	4,9	4,9	4,9	6,8	6,8	7,4	212	223	218
JGA	DA2	5,9	4,6	4,6	6,3	6,1	5,9	311	298	271
FC	DA3	3,9	5,3	4,3	3,9	5,8	6,2	-	-	-
TJCR	DA2	4,0	2,4	2,7	4,4	4,3	3,8	212	206	209
VC	DA2	8,8	6,4	5,5	5,8	6,0	6,0	203	207	209
ILMG	DA1	3,9	5,4	6,0	5,2	5,0	4,8	249	186	264
RB	DA4	4,5	4,5	4,5	4,1	3,9	3,9	114	126	138
MERC	DA1	5,1	5,1	4,6	4,9	6,8	5,9	263	275	368
EGM	DA3	4,7	5,0	4,7	4,2	4,0	4,2	162	153	153
ENS	DA3	3,9	3,5	4,6	3,7	4,4	3,9	179	182	175
ADF	DA3	3,3	3,8	3,7	7,1	7,7	7,9	271	264	258
JJS	DA2	2,8	4,6	3,2	3,3	3,2	3,3	167	245	238
MS	DI1	4,4	5,2	5,7	4,4	8,0	7,3	233	243	249
CCP	DI1	5,1	3,1	3,1	4,2	4,6	4,6	232	237	241
EAC	DI2	4,8	6,4	6,4	6,8	6,3	5,9	234	211	229
ICMS	DI2	4,9	4,7	4,1	4,5	4,5	4,7	190	198	193
OT	DI1	4,1	3,3	3,0	4,9	4,7	4,7	293	290	275
MM	DI2	5,2	5,6	5,4	7,7	7,2	7,0	309	326	265
JGA	DI1	2,3	2,5	2,7	6,9	6,5	5,7	-	-	-
FC	DI1	3,9	5,1	6,2	7,5	7,3	7,0	144	152	162
RB	DI2	6,1	5,7	3,7	4,9	4,7	4,5	153	157	162
EGM	DI2	4,4	4,4	4,7	4,4	4,4	4,2	175	177	179
ENS	DI2	5,4	4,0	3,9	6,8	6,1	5,1	295	284	273
ADF	DI2	4,4	4,8	4,2	8,1	7,3	7,0	278	210	210
JJS	DI1	5,1	2,6	2,6	5,4	6,5	6,1	173	163	164
EAC	Mg21	2,8	4,2	4,8	7,7	7,4	6,8	245	232	232
ICMS	MgE1	3,8	3,5	3,3	4,1	3,9	3,9	204	201	195
SZS	MgE4	4,5	3,7	3,5	4,3	4,3	4,3	201	201	201
ASB	MgE1	4,7	1,9	2,6	5,0	4,4	4,2	228	217	245
MM	MgE1	6,7	4,7	7,9	10,1	9,7	10,3	398	270	320
FC	MgE2	4,7	3,4	4,9	7,0	6,0	5,6	-	-	-
TJCR	MgE1	2,0	1,3	1,3	4,1	4,0	4,0	187	193	193
VC	MgE1	7,5	6,8	6,6	8,5	6,8	6,6	199	182	184
RB	MgE1	7,3	5,1	5,1	6,3	4,9	4,9	262	158	158
MERC	MgE2	4,6	1,6	1,8	5,3	5,6	3,5	403	435	263
EGM	MgE1	7,7	5,4	4,9	5,9	6,4	6,3	190	205	205
ENS	MgE1	4,6	3,9	5,4	5,6	6,7	6,8	210	182	175
SLC	MgE2	5,7	5,9	5,3	5,1	5,3	4,8	309	315	339
SLC	Mg23	5,3	4,8	4,6	5,9	5,9	5,5	303	303	293
MS	CD3	5,7	5,4	4,2	5,4	5,7	4,9	184	202	179
EAC	VP(CD)4	5,0	4,0	4,8	5,9	5,7	5,9	206	236	226
SZS	VP1	3,9	3,9	4,1	6,1	6,1	6,1	187	189	203
SZS	VP2	2,8	3,0	3,0	5,7	5,7	5,7	225	213	217
OT	VP(CD)3	5,2	3,6	4,1	3,6	3,6	3,6	185	179	181
ILMG	CD2	6,9	2,8	2,6	5,2	4,8	4,8	266	270	260
RB	CD3	5,9	4,7	5,1	3,9	3,9	3,7	134	132	144
MERC	CD3	1,8	3,2	2,5	3,5	4,7	2,9	263	412	362
EGM	CD4	4,7	4,5	3,5	4,2	4,4	4,2	153	148	153
SLC	DP1	5,9	5,7	5,7	7,7	7,9	7,7	360	368	364
ADF	CD1	5,3	4,6	5,1	7,0	7,1	7,7	309	295	282

CASO	RM	FSA 0	FSA I	FSA F	DCDE 0	DCDE I	DCDE F	TEVEc 0	TEVEc I	TEVEc F
MS	DA2	5,7	3,7	3,4	8,2	5,3	4,9	363	388	394
CCP	DA2	2,4	2,4	1,7	3,4	3,4	2,4	313	333	305
EAC	DA3	1,9	1,9	2,3	2,7	2,7	3,3	348	335	352
ICMS	DA3	2,3	2,1	1,9	3,3	3,0	2,7	339	354	329
SZS	DA3	4,3	4,3	5,2	6,1	6,1	7,4	363	363	371
OT	DA2	2,3	4,2	2,5	3,3	6,0	3,6	447	403	387
ASB	DA2	2,0	1,9	1,6	2,9	2,7	2,3	317	322	291
MM	DA3	4,3	4,3	5,2	6,1	6,1	7,4	363	363	371
JGA	DA2	3,7	3,6	3,2	5,3	5,1	4,6	307	328	320
FC	DA3	1,5	1,8	1,3	2,1	2,6	1,9	328	363	402
TJCR	DA2	1,6	1,4	1,4	2,3	2,0	2,0	347	347	358
VC	DA2	2,7	1,9	2,3	3,9	2,7	3,3	353	322	374
ILMG	DA1	3,2	3,9	3,5	4,6	5,6	5,0	351	384	430
RB	DA4	3,4	4,8	5,0	4,9	6,9	7,2	248	368	535
MERC	DA1	4,0	2,8	2,6	5,7	4,0	3,7	438	380	446
EGM	DA3	3,0	2,4	2,2	4,3	3,4	3,1	322	295	299
ENS	DA3	2,4	2,9	2,8	3,4	4,1	4,0	375	402	406
ADF	DA3	3,7	3,2	3,7	5,3	4,6	5,3	318	329	350
JJS	DA2	3,4	4,1	5,7	2,1	2,7	2,7	339	427	363
MS	DI1	3,3	2,3	2,4	4,9	5,9	8,2	392	333	333
CCP	DI1	0,9	3,4	5,2	4,7	3,3	3,4	180	386	417
EAC	DI2	2,2	2,1	1,9	1,3	4,9	7,4	323	342	348
ICMS	DI2	2,7	1,8	2,3	3,1	3,0	2,7	491	395	447
OT	DI1	3,1	2,5	3,4	3,9	2,6	3,3	324	253	278
MM	DI2	1,7	2,0	1,6	4,4	3,6	4,9	284	273	381
JGA	DI1	4,5	2,8	4,3	2,4	2,9	2,3	351	325	447
FC	DI1	2,5	5,0	4,9	6,4	4,0	6,1	325	308	318
RB	DI2	2,5	3,0	3,0	3,6	7,2	7,0	284	303	322
EGM	DI2	2,9	2,6	2,6	3,6	4,3	4,3	449	405	400
ENS	DI2	2,2	2,9	3,4	4,1	3,7	3,7	379	247	368
ADF	DI2	2,3	1,4	1,5	3,1	4,1	4,9	278	221	220
JJS	DI1	1,5	1,9	1,9	3,3	2,0	2,1	220	331	270
EAC	Mg21	1,3	1,1	0,9	1,9	1,6	1,3	246	203	180
ICMS	MgE1	2,9	2,2	2,1	4,1	3,1	3,0	381	348	400
SZS	MgE4	1,5	1,0	0,7	2,1	1,4	1,0	303	299	391
ASB	MgE1	3,0	1,2	1,4	4,3	1,7	2,0	369	273	310
MM	MgE1	2,7	3,8	3,4	3,9	5,4	4,9	291	412	393
FC	MgE2	3,1	1,0	1,3	4,4	1,4	1,9	454	269	491
TJCR	MgE1	0,8	0,9	0,7	1,1	1,3	1,0	313	269	249
VC	MgE1	5,1	1,9	1,2	7,3	2,7	1,7	328	380	315
RB	MgE1	6,1	5,2	4,8	8,7	7,4	6,9	341	367	375
MERC	MgE2	2,6	1,7	1,6	3,7	2,4	2,3	446	421	399
EGM	MgE1	2,1	1,6	3,1	3,0	2,3	4,4	347	249	312
ENS	MgE1	2,8	1,3	2,4	4,0	1,9	3,4	342	349	418
SLC	MgE2	2,6	3,3	3,1	3,7	4,7	4,4	355	370	372
SLC	Mg23	3,3	1,6	1,3	4,7	2,3	1,9	372	412	381
MS	CD3	3,9	4,7	3,3	5,6	6,7	4,7	449	369	340
EAC	VP(CD)4	1,5	1,0	3,6	2,1	1,4	5,1	368	225	348
SZS	VP1	3,7	2,6	1,2	5,3	3,7	1,7	345	405	323
SZS	VP2	0,6	2,0	1,6	0,9	2,9	2,3	220	228	333
OT	VP(CD)3	3,7	3,3	3,4	5,3	4,7	4,9	361	372	375
ILMG	CD2	1,8	2,0	2,5	2,6	2,9	3,6	315	365	408
RB	CD3	3,6	4,4	4,7	5,1	6,3	6,7	263	306	300
MERC	CD3	1,6	2,4	1,9	2,3	3,4	2,7	399	437	411
EGM	CD4	2,2	2,0	1,7	3,1	2,9	2,4	299	290	280
SLC	DP1	1,9	1,5	1,6	2,7	2,1	2,3	269	300	306
ADF	CD1	3,1	1,9	3,0	4,4	2,7	4,3	307	275	331

CASO	RM	PV 0	PV I	PV F	A Máx 0	A Máx I	A Máx F
MS	DA2	70	55	55	14,0	10,5	11,0
CCP	DA2	35	30	25	9,1	5,2	4,5
EAC	DA3	28	26	27	3,6	2,5	3,8
ICMS	DA3	36	35	36	16,4	13,3	15,3
SZS	DA3	42	42	32	10,4	10,4	6,5
OT	DA2	40	48	41	5,7	10,8	6,8
ASB	DA2	27	33	29	8,3	8,7	10,2
MM	DA3	42	42	32	10,4	10,4	6,5
JGA	DA2	58	44	46	11,7	10,6	13,8
FC	DA3	30	26	25	7,1	8,5	2,7
TJCR	DA2	25	25	25	5,0	4,5	5,1
VC	DA2	62	57	67	16,6	8,5	11,5
ILMG	DA1	47	51	51	11,9	10,8	10,1
RB	DA4	40	47	49	8,9	7,4	8,8
MERC	DA1	58	64	46	9,2	16,0	7,4
EGM	DA3	73	62	61	12,3	20,2	21,5
ENS	DA3	37	38	38	6,5	7,9	7,9
ADF	DA3	51	45	53	11,3	6,9	6,6
JJS	DA2	49	58	70	8,1	13,2	14,0
MS	DI1	39	43	49	7,6	9,7	12,3
CCP	DI1	31	29	29	4,7	3,7	3,2
EAC	DI2	36	36	36	20,1	17,2	16,4
ICMS	DI2	43	37	40	6,8	6,4	5,7
OT	DI1	60	43	43	21,9	11,0	10,9
MM	DI2	31	46	32	5,8	7,6	6,0
JGA	DI1	31	26	37	4,7	3,4	4,2
FC	DI1	36	48	48	6,0	6,2	7,3
RB	DI2	61	82	73	23,1	17,6	12,3
EGM	DI2	37	41	40	7,3	8,6	7,0
ENS	DI2	55	52	51	8,8	16,9	12,4
ADF	DI2	37	22	21	7,8	7,6	8,4
JJS	DI1	21	28	23	8,4	5,5	7,0
EAC	Mg21	47	28	31	16,1	4,9	4,7
ICMS	MgE1	41	39	40	11,5	10,9	14,9
SZS	MgE4	55	54	53	10,2	9,7	8,5
ASB	MgE1	44	28	30	10,8	5,1	6,0
MM	MgE1	38	56	52	14,8	19,1	9,7
FC	MgE2	25	21	24	3,3	4,2	2,7
TJCR	MgE1	17	17	16	4,7	3,7	5,4
VC	MgE1	85	32	29	24,2	8,5	7,2
RB	MgE1	67	51	44	24,1	12,2	9,6
MERC	MgE2	46	30	28	7,4	5,6	4,7
EGM	MgE1	50	69	79	9,8	21,6	22,4
ENS	MgE1	62	52	50	10,9	10,5	9,5
SLC	MgE2	55	63	60	8,6	9,3	7,4
SLC	Mg23	60	42	44	7,4	6,6	7,2
MS	CD3	61	57	48	12,9	14,8	11,9
EAC	VP(CD)4	27	29	32	3,8	6,1	5,8
SZS	VP1	51	39	47	10,4	7,4	8,4
SZS	VP2	26	40	35	3,6	6,8	8,9
OT	VP(CD)3	43	40	41	8,5	7,1	6,8
ILMG	CD2	30	27	28	6,3	5,0	5,5
RB	CD3	45	52	55	6,7	8,2	8,7
MERC	CD3	28	42	41	4,7	8,6	8,0
EGM	CD4	61	76	54	21,5	20,9	9,4
SLC	DP1	35	57	55	6,5	21,9	19,7
ADF	CD1	53	64	64	9,7	21,5	7,8

## II- Termo de Consentimento

HOSPITAL DAS CLÍNICAS  
DA  
FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

##### 1. NOME DO PACIENTE

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : M ( ) F ( )

DATA NASCIMENTO: / /

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE CEP: TELEFONE: DDD ( )

##### 2. RESPONSÁVEL LEGAL

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE: SEXO: M ( ) F ( )

DATA NASCIMENTO: / /

ENDEREÇO: Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE: CEP: TELEFONE: DDD ( )

#### II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

##### 1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA

**ANÁLISE HEMODINÂMICA E DO TRANSPORTE DE OXIGÊNIO DURANTE A  
REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO SEM UTILIZAÇÃO DE CIRCULAÇÃO EXTRA CORPÓREA**  
**PESQUISADOR RESPONSÁVEL:** Dra Maria José Carvalho Carmona  
**CARGO/FUNÇÃO:** Médica supervisora **INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 54.142**  
**UNIDADE DO HCFMUSP:** Instituto do Coração HCFMUSP

##### 2. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

SEM RISCO RISCO MÍNIMO x RISCO MÉDIO  
RISCO BAIXO RISCO MAIOR

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

##### 3. DURAÇÃO DA PESQUISA : 24 meses

---

**III - REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE  
LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:**

- 1- justificativa e os objetivos da pesquisa ; 2. procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais; 3. desconfortos e riscos esperados; 4. benefícios que poderão ser obtidos; 5. procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.
- 1. Justificativa e os objetivos da pesquisa.** Para que o senhor(a) possa ser submetido a cirurgia cardíaca, há necessidade de realização de anestesia geral. Nas cirurgias de revascularização miocárdica existem basicamente duas formas para realizá-las. A primeira forma é a mais comum e utiliza a circulação extracorporea, onde um aparelho oxigena e circula o sangue, substituindo temporariamente o coração e os pulmões para que as anastomoses (pontes) podam ser realizados sem grandes dificuldades técnicas. A segunda forma é a realização da revascularização sem circulação extracorporea, mas que implica em mudanças na posição do coração para a realização das pontes. Estas mudanças na posição fazem com que o coração e em geral a circulação do organismo possam sofrer alterações transitórias. Nosso objetivo nesta pesquisa é estudar essas alterações provocadas pela mudança da posição do coração para a realização das pontes.
- 2. Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais:** O senhor(a) será anestesiado conforme a rotina para os pacientes submetidos a cirurgia cardíaca sem circulação extracorpórea. Após a indução anestésica será instalado um cateter de Swan-Ganz, e passado através do esôfago um transdutor que medirá por ultra-som o fluxo que passa pela principal artéria do corpo que é a Aorta. Com estes dispositivos serão feitos cálculos hemodinâmicos e respiratórios que nos permitirão estudar as mudanças que acontecem durante a cirurgia sem CEC. Também serão colhidas amostras de sangue em diferentes etapas da cirurgia.
- 3. Desconfortos e riscos esperados:** O transdutor do Doppler será instalado no esôfago o qual oferece risco mínimo, mas poderia ocasionar discreto desconforto durante o pós-operatório como dor e/ou disfagia (dificuldade para engolir). Serão colhidas também amostras sanguíneas através de cateteres que fazem parte da rotina da cirurgia cardíaca.
- 4. Benefícios que poderão ser obtidos:** Como benefícios tem-se o conhecimento da interferência da movimentação do coração durante o procedimento, podendo otimizar as medidas preventivas ou de tratamento para melhorar as alterações que acontecem durante esta movimentação.
- 5. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo:** Neste caso, não há procedimentos alternativos.

