

ADRIANO MÁRCIO DE MELO MILANEZ

**Estudo prospectivo e randomizado da revascularização do
miocárdio minimamente invasiva com dissecação da artéria
torácica interna esquerda por videotoracoscopia robótica**

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

Programa de: Cirurgia Torácica e Cardiovascular

Orientador: Prof. Dr. Luís Alberto Oliveira Dallan

SÃO PAULO

2011

Esta tese está de acordo com:

Referências: adaptado de *Intenational Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Annelise Carneiro da Cunha. Maria Júlia de A.L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª Ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

DEDICATÓRIA

À minha mãe Goretti, odontóloga e uma verdadeira guerreira, que sempre me incentivou nos estudos e na minha formação, e ao meu pai, Segisnando que sempre me ensinou a enfrentar as situações difíceis com toda coragem e calma.

À minha amada esposa Fabiane, que esteve ao meu lado em todos os momentos me apoiando e tolerando minha ausência durante as jornadas de trabalho.

Ao meu irmão Dennis e sua esposa Lara, que mesmo distantes, sempre oram por toda família e são exemplos de fé e lealdade.

Ao meu avô Fernando (*in memoriam*) que desde a minha infância incentivou a leitura e a busca pelo conhecimento.

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as dádivas que me foram concedidas, pela saúde e perseverança para a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Luís Alberto Oliveira Dallan, diretor da Unidade de Cirúrgica de Coronariopatias, exemplo de pessoa, por todos os ensinamentos cirúrgicos e éticos, pelo pela maravilhosa oportunidade profissional e científica.

Ao Professor Noedir Antônio Groppo Stolf, diretor da Divisão de Cirurgia Torácica e Cardiovascular do INCOR, pelo apoio e confiança na realização desta pesquisa.

Ao Professor Dr. Luís Felipe Moreira, pelos ensinamentos da metodologia científica e estatística, e pela ajuda na elaboração do protocolo desta pesquisa.

Ao Dr. Caio de Brito Vianna, por acreditar no potencial e nos benefícios desta pesquisa, pela importantíssima ajuda na seleção e inclusão e acompanhamento dos pacientes.

Ao Dr. José Rodrigues Parga e ao Dr. Estevan Cabeda pela contribuição na realização dos exames de angiotomografia.

À equipe de anestesia do INCOR-USP, pela paciência e dedicação nos demorados procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos e na contribuição pelo bem estar e analgesia dos paciente.

À equipe de enfermagem do centro cirúrgico do INCOR-USP, pela organização das cirurgias, dos materiais e equipamentos especiais utilizados na pesquisa.

A todos residentes de cirurgia cardiovascular do INCOR-USP que auxiliaram as cirurgias desta pesquisa.

A todos professores e assistentes da Divisão de Cirurgia Torácica e Cardiovascular por todos ensinamentos durante meu período de formação.

A toda equipe multiprofissional da Unidade de Terapia Intensiva Cirúrgica do INCOR-USP pelo cuidado no pós-operatório dos pacientes.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.

“Aprender é a única de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo
e nunca se arrepende.”

Leonardo Da Vinci

SUMÁRIO

Lista de Símbolos e Abreviaturas

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Resumo

Abstract

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	OBJETIVOS	9
1.1.1.	<i>Objetivos Primários</i>	<i>9</i>
1.1.2.	<i>Objetivos Secundários</i>	<i>9</i>
2.	CASUÍSTICA E MÉTODOS	10
2.1.	DESENHO DO ESTUDO	11
2.2.	LOCAL DA PESQUISA	11
2.3.	PERÍODO, AUXÍLIO E APROVAÇÃO DA PESQUISA	11
2.4.	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	12
2.4.1.	<i>Critério de inclusão.....</i>	<i>12</i>
2.4.2.	<i>Crítérios de exclusão.....</i>	<i>12</i>
2.5.	PROTOCOLO DO ESTUDO	13
2.5.1.	<i>Grupo Revascularização do Miocárdio Minimamente Invasiva</i>	<i>14</i>
2.5.2.	<i>Grupo Revascularização do Miocárdio convecional.....</i>	<i>14</i>
2.5.3.	<i>Avaliações</i>	<i>14</i>
2.6.	PROCEDIMENTO CIRÚRGICO	16
2.6.1.	<i>Anestesia</i>	<i>16</i>

2.6.2. Técnica cirúrgica.....	16
2.7. TRATAMENTO ESTATÍSTICO	23
3. RESULTADOS	24
3.1. POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	25
3.2. INTRAOPERATÓRIO	27
3.2.1. Tempo de dissecação	27
3.2.2. Fluxometria da ATIE in situ.....	28
3.2.3. Fluxometria da ATIE livre.....	31
3.2.4. Fluxometria da ATIE anastomosada ao RIVA.....	34
3.3. PÓS-OPERATÓRIO.....	39
3.3.1. Evolução clínica	39
3.3.2. Angiotomografia	40
4. DISCUSSÃO	42
4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	43
4.2. FLUXOMETRIAS	46
4.3. COMPLICAÇÕES PÓS-OPERATÓRIAS.....	48
4.4. PERVIDADE DA ATIE-RIA A MÉDIO PRAZO.....	50
4.5. IMPORTÂNCIA E LIMITAÇÕES.....	52
5. CONCLUSÕES.....	54
6. ANEXO.....	56
7. REFERÊNCIAS.....	60

Lista de Símbolos e Abreviaturas

%	Porcentagem
µg	micrograma
ATIE	Artéria torácica interna esquerda
CEC	Circulação extracorpórea
et al.	e outros
EuroSCORE	European system for cardiac operative risk
Fr	French
FTT	Fluxometria por tempo de trânsito
IP	Índice de pulsatilidade
kg	Quilograma
mg	Miligrama
Min	Minutos
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mmHg	Milímetros de mercúrio
p	Probabilidade de significance
PD	Percentual Diastólico
Q	Fluxo
RIA	Ramo interventricular anterior
RM	Revascularização do miocárdio

Lista de Figuras

FIGURA 1: VISÃO LATERAL ESQUERDA DOS LOCAIS DE INSERÇÃO DO TROCARTE E PINÇAS PARA DISSECÇÃO DA ATIE. 1. TROCARTE VALVULADO DE 11 MM INTRODUZIDO NA LINHA AXILIAR MÉDIA AO NÍVEL DO 5º ESPAÇO INTERCOSTAL; 2. PINÇA DE DeBAKEY INTRODUZIDA NA LINHA AXILAR ANTERIOR AO NÍVEL DO 6º ESPAÇO INTERCOSTAL; 3. BISTURI HARMÔNICO INTRODUZIDO NA LINHA AXILAR ANTERIOR NO 3º ESPAÇO INTERCOSTAL.	17
FIGURA 2: VISÃO VIDEOTORACOSCÓPICA DA DISSECÇÃO DA ATIE. NO CENTRO, RAMO COLATERAL PARIETAL CLIPADO, A ESQUERDA PINÇA DE DeBAKEY, A DIREITA BISTURI HARMÔNICO.....	18
FIGURA 3: DISPOSIÇÃO DOS AFASTADORES E ESTABILIZADORES NA MINITORACOTOMIA. 1. AFASTADOR INTERCOSTAL; 2. HASTE PARA FIXAÇÃO DO ESTABILIZADOR	19
FIGURA 4: ESTABILIZADOR POR SUÇÃO POSICIONADO NA PAREDE ANTERIOR DO VENTRÍCULO ESQUERDO, PERMITINDO A DIMINUIÇÃO REGIONAL DE SUA MOVIMENTAÇÃO E FACILITANDO A ANASTOMOSE ATIE – RIA	21
FIGURA 5: APARÊNCIA DA CICATRIZAÇÃO DA MINITORACOTOMIA UMA SEMANA APÓS A REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO MINIMAMENTE INVASIVA.....	22
FIGURA 6: GRÁFICO DO TEMPO DE DISSECÇÃO DA ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA ESQUERDA SEGUNDO O NÚMERO CONSECUTIVO DOS CASOS, MOSTRANDO A CURVA EM DECLÍNIO NO GRUPO RMMI .	28
FIGURA 7: MEDIDAS DE FLUXO APÓS DISSECÇÃO DA ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA ESQUERDA, ANTES DE SUA SECÇÃO DISTAL NOS GRUPOS DE REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO MINIMAMENTE INVASIVA VÍDEO-ASSISTIDA E REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO CONVENCIONAL.....	29
FIGURA 8: MEDIDAS DO PERCENTUAL DIASTÓLICO APÓS DISSECÇÃO DA ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA ESQUERDA, ANTES DE SUA SECÇÃO DISTAL NOS GRUPOS DE REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO	

MINIMAMENTE INVASIVA VÍDEO-ASSISTIDA E REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO

CONVENCIONAL..... 29

FIGURA 9: MEDIDAS DO ÍNDICE DE PULSATILIDADE APÓS DISSECÇÃO DA ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA

ESQUERDA, ANTES DE SUA SECÇÃO DISTAL NOS GRUPOS DE REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO

MINIMAMENTE INVASIVA VÍDEO-ASSISTIDA E REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO

CONVENCIONAL..... 30

FIGURA 10: MEDIDA DE FLUXO POR TEMPO DE TRÂNSITO DA ATIE APÓS DISSECÇÃO E ANTES DE SER

SECCIONADA EM SEU SEGMENTO DISTAL EM PACIENTE DO GRUPO RMMI..... 31

FIGURA 11: MEDIDAS DE FLUXO APÓS DISSECÇÃO DA ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA ESQUERDA E APÓS

SECÇÃO DE SUA PORÇÃO DISTAL, NOS GRUPOS DE REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO

MINIMAMENTE INVASIVA VÍDEO-ASSISTIDA E REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO

CONVENCIONAL..... 32

FIGURA 12: MEDIDAS DO PERCENTUAL DIASTÓLICO APÓS DISSECÇÃO DA ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA

ESQUERDA E APÓS SECÇÃO DE SUA PORÇÃO DISTAL, NOS GRUPOS DE REVASCULARIZAÇÃO DO

MIOCÁRDIO MINIMAMENTE INVASIVA VÍDEO-ASSISTIDA E REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO

CONVENCIONAL..... 33

FIGURA 13: MEDIDAS DO ÍNDICE DE PULSATILIDADE APÓS DISSECÇÃO DA ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA

ESQUERDA E APÓS SECÇÃO DE SUA PORÇÃO DISTAL, NOS GRUPOS DE REVASCULARIZAÇÃO DO

MIOCÁRDIO MINIMAMENTE INVASIVA VÍDEO-ASSISTIDA E REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO

CONVENCIONAL..... 33

FIGURA 14: MEDIDA DE FLUXO POR TEMPO DE TRÂNSITO DA ATIE APÓS SECÇÃO DA SUA PORÇÃO

DISTAL, EM PACIENTE DO GRUPO RMMI..... 34

FIGURA 15: MEDIDAS DE FLUXO DA ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA ESQUERDA ANASTOMOSADA AO RAMO INTERVENTRICULAR ANTERIOR, NOS GRUPOS DE REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO MINIMAMENTE INVASIVA VÍDEO-ASSISTIDA E REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO CONVENCIONAL.....	35
FIGURA 16: MEDIDAS DO PERCENTUAL DIASTÓLICO DA ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA ESQUERDA ANASTOMOSADA AO RAMO INTERVENTRICULAR ANTERIOR, NOS GRUPOS DE REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO MINIMAMENTE INVASIVA VÍDEO-ASSISTIDA E REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO CONVENCIONAL.....	36
FIGURA 17: MEDIDAS DO ÍNDICE DE PULSATILIDADE DA ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA ESQUERDA ANASTOMOSADA AO RAMO INTERVENTRICULAR ANTERIOR, NOS GRUPOS DE REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO MINIMAMENTE INVASIVA VÍDEO-ASSISTIDA E REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO CONVENCIONAL.....	36
FIGURA 18: MEDIDA DE FLUXO POR TEMPO DE TRÂNSITO DA ATIE ANASTOMOSADA AO RIA, EM PACIENTE DO GRUPO RMMI	37
FIGURA 19: MEDIDAS DOS FLUXOS INTRAOPERATÓRIOS REALIZADAS APÓS A DISSECÇÃO, APÓS SECÇÃO DISTAL E AO TÉRMINO DA ANASTOMOSE DA ATIE.	38
FIGURA 20: ANGIOTOMOGRAFIA DA ATIE ANASTOMOSADA AO RIA 24 MESES APÓS REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO EM PACIENTE DO GRUPO RMMI. A DIREITA, IMAGEM BIDIMENSIONAL E A ESQUERDA, A RECONSTRUÇÃO TRIDIMENSIONAL.....	41

Lista de Tabelas

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS PRÉ-OPERATÓRIAS (DEMOGRÁFICAS E CLÍNICAS) DOS PACIENTES SUBMETIDOS À REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO MINIMAMENTE INVASIVA OU A REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO CONVENCIONAL	26
TABELA 2: INCIDÊNCIA DE COMPLICAÇÕES PÓS-OPERATÓRIAS NOS GRUPOS DE REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO MINIMAMENTE INVASIVA VÍDEO-ASSISTIDA E REVASCULARIZAÇÃO CONVENCIONAL	39
TABELA 3: AVALIAÇÃO PÓS-OPERATÓRIA POR ANGIOTOMOGRAFIA DA ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA ESQUERDA NOS GRUPOS REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO MINIMAMENTE INVASIVA VÍDEO- ASSISTIDA E REVASCULARIZAÇÃO CONVENCIONAL	40

RESUMO

Milanez, AMM. Estudo prospectivo e randomizado da revascularização do miocárdio minimamente invasiva com dissecação da artéria torácica interna esquerda por videotoracoscopia robótica [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2011.68p

Objetivos: O objetivo desse estudo foi comparar a perviedade da artéria torácica interna esquerda (ATIE) dissecada por videotoracoscopia robótica para revascularização minimamente invasiva do ramo interventricular anterior (RIA) com a revascularização do miocárdio convencional. **Métodos:** De 2007 a 2010, 36 pacientes foram randomizados para revascularização do miocárdio minimamente invasiva (RMMI) ou revascularização do miocárdio convencional (RMC). Pacientes randomizados para o grupo RMMI foram submetidos à dissecação da ATIE por videotoracoscopia auxiliada pelo braço robótico AESOP seguida de uma minitoracotomia anterior esquerda no 4º espaço intercostal para anastomose com o RIA. Pacientes randomizados para o grupo RMC foram submetidos a revascularização do miocárdio convencional com esternotomia mediana completa, dissecação aberta da ATIE e anastomose ao RIA. Fluxometria por tempo de trânsito (FTT) foi utilizada para avaliação da perviedade da ATIE imediata. Após 24 meses uma tomografia multislice foi utilizada para avaliar a perviedade a médio prazo da ATIE. **Resultados:** O tempo médio de dissecação da ATIE no grupo RMMI foi de $50,1 \pm 11,2$ vs. $22,7 \pm 3,3$ min no grupo RMC. Não houve diferença significativa no fluxo médio da ATIE para o RIA entre os grupos estudados ($46,17 \pm 20,11$ vs. $48,61 \pm 23,42$ mL/min, $p=0,86$) respectivamente. Não houve diferença significativa na incidência de infecção de ferida profunda (0 vs. 2, $p=0,48$) e necessidade de reoperação por sangramento (0 vs. 1, $p=1,00$) nos grupos RMMI e RMC respectivamente. A angiotomografia mostrou perviedade da ATIE em 100% dos pacientes do grupo RMMI vs. 94,1% no grupo RMC ($p=1,00$). Não houve mortalidade nos grupos estudados. **Conclusão:** A revascularização do miocárdio minimamente invasiva do ramo interventricular anterior com dissecação da artéria torácica interna esquerda por videotoracoscopia robótica foi segura e factível. A perviedade da artéria torácica interna esquerda imediata e a médio prazo foi similar entre ambas as técnicas.

Descritores: 1.Ponte de artéria coronária sem circulação extracorpórea 2.Arteria torácica interna 3.Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos 4.Doença das coronárias/cirurgia 5.Robótica 6.Fluxômetros 7.Angiografia coronária/métodos 8.Tomografia computadorizada espiral 9.Patência vascular 10.Ensaio clínico controlado aleatório

ABSTRACT

Milanez, AMM. Robotic left internal mammary artery harvesting for single vessel minimally invasive coronary bypass: a randomized controlled trial [thesis]. São Paulo "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo", SP (Brazil); 2011. 68p

Objective: The aim of this study was to compare the patency of left internal mammary artery (LIMA) robotically harvested for left anterior descendent (LAD) artery minimally invasive bypass with conventional LIMA to LAD off-pump bypass. **Method:** From 2007 to 2010, 36 patients were randomized to either LIMA robotically harvested to LAD artery minimally invasive bypass or standard LIMA to LAD off-pump bypass. Patients assigned to robotic group underwent robotic endoscopic harvesting of LIMA with the AESOP system followed by a small left thoracotomy in the 4th intercostal space for off-pump LAD bypass. Patients assigned to standard group underwent full median sternotomy, open LIMA harvesting followed by off-pump LAD bypass. Transit time flow measurement was used for intraoperative evaluation of LIMA to LAD patency. After a mean 24-month follow-up, Multislice Computed Tomography was used to evaluate LIMA to LAD midterm patency. **Results:** The mean LIMA harvesting time in robotic group was 50.1 ± 11.2 min vs. 22.7 ± 3.3 min in conventional group. There was no significant difference in intraoperative LIMA to LAD flow between robotic and conventional groups (46.17 ± 20.11 mL/min vs. 48.61 ± 23.42 mL/min, $p=0.86$). There were no significant differences in incidence of wound infection (0 vs. 2, $p=0.48$) and reoperation for bleeding (0 vs. 1, $p=1.00$) between robotic and conventional groups respectively. In robotic group, Multislice CT revealed patent LIMA graft in 100% patients vs. 94.1% patients in conventional group ($p=1.00$). There was no mortality in the study group. **Conclusions:** Minimally invasive LAD bypass using LIMA graft robotically harvested was safe and feasible. Early and mid-term LIMA patency was similar between both techniques.

Descriptors: 1. Coronary Artery Bypass, Off-Pump 2. Mammary Arteries 3. Surgical Procedures, Minimally Invasive 4. Coronary Disease/surgery 5. Robotics 6. Flowmeters 7. Coronary Angiography/methods 8. Tomography, Spiral Computed 9. Vascular Patency 10. Randomized Controlled Trial

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Até final do século XIX, a fisiopatologia da angina pectoris e do infarto agudo do miocárdio era pouco conhecida. Os fatores de risco e as causas da doença arterial coronária ainda não haviam sido completamente elucidados. Adam Hammer apud Westaby¹ sugeriu em 1876 que angina e infarto poderiam ser causados por estreitamento e obstrução de pelo menos um dos vasos coronários respectivamente. A partir desta correlação causal e da melhor compreensão dos mecanismos envolvidos na evolução da doença, foi possível se propor tratamentos efetivos.

As primeiras técnicas indicadas para o tratamento da insuficiência coronária eram inicialmente paliativas e indiretas. Em 1951, Vineberg e Miller² reportaram as primeiras cirurgias de revascularização do miocárdio (RM) realizadas através do implante da artéria torácica interna diretamente na musculatura do ventrículo esquerdo. Após a segunda metade do século XX, a cirurgia cardíaca ganhou grande impulso com a introdução da circulação extracorpórea (CEC). John Gibbon apud Westaby¹ realizou a primeira cirurgia cardíaca aberta em 1953 utilizando CEC. Em 1961, Senning³ reportou o auxílio da CEC na correção cirúrgica da estenose coronária. No ano seguinte, Sones e Shirey⁴ demonstraram o uso da angiografia para identificar estenoses nas artérias coronárias, por um cateter introduzido pela artéria braquial até a aorta ascendente, uma solução contrastada era injetada nos óstios coronários. Em 1964, Kolesov⁵ realizou a primeira cirurgia em que a artéria torácica interna esquerda (ATIE) foi

anastomosada diretamente ao ramo interventricular anterior (RIA) da coronária esquerda. Três anos depois este mesmo autor realizou o que foi considerada a primeira cirurgia coronária minimamente invasiva utilizando a ATIE para revascularizar o RIA e um ramo marginal através de uma pequena toracotomia esquerda com o coração batendo⁶. Neste mesmo período, Favaloro e Effler⁷ deram início a utilização da veia safena como enxerto para revascularização do miocárdio.

Na década seguinte, com o aprimoramento das técnicas de angiografia coronária iniciadas por Sones e Shirey⁴, surgiu uma nova opção no tratamento da insuficiência coronária. A intervenção coronária percutânea utilizando cateter balão para tratamento de estenose foi iniciada por Grüntzig⁸. Na década de 80, com o desenvolvimento tecnológico surgiram os *stents* e, no início dos anos 2000, os *stents* farmacológicos⁹⁻¹³. Esta opção terapêutica, muito menos invasiva que o tratamento cirúrgico, tornou-se muito atrativa e passou a ser a técnica de revascularização mais utilizada. Por conseguinte, o tratamento cirúrgico ficou reservado como opção para os casos nos quais a anatomia era desfavorável, para os pacientes com acometimento do tronco da coronária esquerda ou múltiplas lesões (triarteriais).

Desde então, o tratamento da insuficiência coronária tem sido amplamente estudado por meio de grandes ensaios clínicos randomizados e multicêntricos. Estudos mais recentes tentam esclarecer os benefícios das três principais opções terapêuticas para a doença coronária: tratamento medicamentoso, percutâneo ou cirúrgico. Com o advento das estatinas e

novos antiagregantes plaquetários, o tratamento clínico utilizando estas medicações, bem como controlando outros fatores de risco, tem obtido resultados equiparáveis ao tratamento através de stents coronários ou à revascularização do miocárdio quanto à mortalidade em seguimento de 5 anos¹⁴. O desenvolvimento dos stents com drogas tem diminuído a incidência de reestenose e trazendo novas perspectivas para o tratamento hemodinâmico¹⁵. Contudo, pacientes com comorbidades como diabetes ou disfunção ventricular podem não ter boa resposta ao tratamento clínico e hemodinâmico¹⁶. Por outro lado, o tratamento cirúrgico com a utilização de enxertos arteriais, principalmente das artérias torácicas internas, melhora a sobrevida, diminui incidência de eventos cardíacos nessa população a longo prazo¹⁷.

Apesar de o tratamento cirúrgico ter evidente benefício para muitos pacientes, o tratamento clínico e hemodinâmico são mais frequentemente oferecidos principalmente por seu menor risco imediato, menor trauma e menor tempo de internação. A utilização de técnicas minimamente invasivas como videotoracoscopia, robótica, procedimentos híbridos, estabilizadores que possibilitam não usar CEC, pode oferecer melhores resultados com incisões menores, menos dor e recuperação mais rápida^{18, 19}.

Atualmente, várias técnicas de revascularização do miocárdio minimamente invasivas têm sido empregadas, desde minitoracotomias com dissecação por visão direta da ATIE, até revascularização triarterial totalmente endoscópica¹⁸⁻²³.

A cirurgia minimamente invasiva moderna começou em 1987 com a primeira colecistectomia laparoscópica²⁴. Desde então a tecnologia foi evoluindo, a utilização de óticas e sistema de vídeo foi sendo acrescidas das técnicas de manipulação robótica. A palavra robô, vindo da língua tcheca *robota* significa trabalho forçado. Desde 1921, quando o dramaturgo tcheco Karel Capek introduziu o conceito e evidenciou termo robô em sua peça “Rossum Universal Robots”, robôs assumiram cada vez mais importância tanto na imaginação quanto na realidade²⁵. O robô evoluiu desde as máquinas que executavam trabalhos braçais e repetitivos até aos robôs inteligentes e antropomórficos da atualidade. A robótica lentamente foi entrando no campo da medicina e hoje é utilizada na telemanipulação cirúrgica permitindo até cirurgia a longas distâncias^{26, 27}.

No Brasil, a assistência robótica para a dissecação minimamente invasiva da artéria torácica interna esquerda foi iniciada por Dallan et al.²³ no Instituto do Coração (INCOR) de São Paulo, em julho de 2001. Foi empregada a videotoroscopia guiada por braço robótico (AESOP), integrado ao sistema de movimentação da fibra óptica através de comunicação por voz.

A cirurgia de revascularização do miocárdio com auxílio de CEC através de esternotomia mediana já tem sua técnica bem estabelecida e padronizada, contudo o desenvolvimento das técnicas menos invasivas traz novos desafios ao cirurgião. Revascularização sem auxílio de CEC, incisões menores, utilização de videotoroscopia e robótica tornam a cirurgia tecnicamente muito mais difícil, aumentando a possibilidade de erros

técnicos. O aprimoramento e aplicação dessas técnicas requerem um treinamento em etapas e uma curva de aprendizado^{22, 28}.

O emprego de técnicas menos invasivas na cirurgia cardiovascular proporciona uma nova alternativa para os indivíduos com insuficiência coronária. A operação pode ser realizada com melhor estética, possibilitando uma recuperação mais rápida, com menor tempo de internação hospitalar¹⁹. Apesar de ser evidente que quanto menor o trauma, melhor será a recuperação do paciente; a segurança e a eficácia do tratamento minimamente invasivo em relação à cirurgia convencional devem ser demonstrada na cirurgia cardíaca devido a sua complexidade.

A fluxometria por tempo de trânsito (FTT) do enxerto é uma ferramenta prática e objetiva de avaliação da patência do enxerto no intraoperatório, podendo identificar espasmos ou imperfeições e reduzir complicações isquêmicas no pós-operatório, principalmente quando técnicas menos invasivas são utilizadas²². As medidas de fluxo são realizadas no intraoperatório utilizando um transdutor posicionado em volta do enxerto e os parâmetros são demonstrados em tempo real na tela do aparelho em um gráfico contendo o fluxo e a monitorização do eletrocardiograma. O uso da FTT demonstrou ser um bom preditor de mortalidade e eventos cardíacos adversos como infarto peri-operatório e necessidade de reintervenção²⁹⁻³².

A cineangiocoronariografia ainda é o padrão ouro para o diagnóstico de doença coronária e tem sido tradicionalmente usada para reavaliar o tratamento percutâneo e cirúrgico, estimando a perviedade dos *stents* e enxertos coronários. Este exame, na atualidade, é fundamental na avaliação

precisa da doença coronariana, possibilitando o planejamento do tratamento. Entretanto, é muito invasivo, pois requer a internação do paciente e necessita injetar uma grande quantidade de contraste por uma via arterial. Por estes motivos, não é recomendado atualmente para avaliação pós-operatória dos enxertos coronários.

Por outro lado, a angiotomografia com múltiplos detectores é um novo método de imagem menos invasivo que tem sido utilizado para diagnóstico de coronariopatias com sensibilidade e especificidade próximas à cineangiocoronariografia. Por ser um exame mais prático, rápido, que utiliza pouco contraste injetado em uma veia periférica, é mais confortável aos pacientes e não requer internação³³. A angiotomografia tem-se tornado útil para avaliação inicial de pacientes com suspeita de doença coronária, avaliação de risco pré-operatório e reavaliação após angioplastia com *stent* ou revascularização cirúrgica, com resultados semelhantes à cineangiocoronariografia³⁴.

O sistema mais avançado de manipulação robótica atualmente é o *da Vinci* fabricado pela *Intuitive Surgical*. Esse sistema consiste em um console para o cirurgião que controla um conjunto de quatro braços que fica ao lado do paciente. Estes braços articulados que reproduzem o movimento das mãos eliminando tremores permitem manipular com precisão pinças, tesouras, bisturis e uma ótica tridimensional que amplia em até dez vezes a imagem do campo operatório. Graças a essas características, esse sistema auxilia o cirurgião na realização de procedimentos minimamente invasivos

mais complexos, abrindo novas possibilidades em várias especialidades cirúrgicas.

Embora as cirurgias robóticas e minimamente invasivas venham se desenvolvendo de forma cada vez mais rápida e absorvendo toda nova tecnologia disponível, estudos clinicamente bem conduzidos são necessários para comprovar a segurança além de avaliar se os resultados podem ser tão bons ou melhor que os procedimentos tradicionais.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVOS PRIMÁRIOS

Comparar a perviedade da ATIE dissecada por videotoracoscopia robótica e anastomosada ao RIA por minitoracotomia anterior com a perviedade da ATIE dissecada e anastomosada ao RIA pela técnica convencional de revascularização.

1.1.2.OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Avaliar os resultados pós-operatórios imediatos e a médio prazo da revascularização do miocárdio minimamente invasiva utilizando a ATIE dissecada por videotoracoscopia robótica e anastomosada ao RIA via minitoracotomia, comparando-a com a revascularização do miocárdio pela técnica convencional.

2. CASUÍSTICA E MÉTODOS

2. CASUÍSTICA E MÉTODOS

2.1. DESENHO DO ESTUDO

O delineamento deste estudo foi de um ensaio clínico prospectivo, randomizado e controlado.

2.2. LOCAL DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada no Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pela Unidade Cirúrgica de Coronariopatias da Divisão Cirúrgica, pela Unidade de Coronariopatias Crônicas da Divisão Clínica e com apoio da Divisão de Diagnóstico por Imagem.

2.3. PERÍODO, AUXÍLIO E APROVAÇÃO DA PESQUISA

Estudo realizado no período de 2007 a 2010, após a aceitação de Auxílio à Pesquisa pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, Termo de Outorga Nº: 2007/51503-1 e aprovação pelo

Comitê de Ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo Nº: 1110-06. Foram recrutados pacientes atendidos pelo ambulatório de conariopatias crônicas que concordaram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

2.4. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

2.4.1. CRITÉRIO DE INCLUSÃO

- Pacientes com insuficiência coronária, lesão única do RIA com indicação de revascularização do miocárdio.

2.4.2. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- Cirurgias de Emergências, definidas por cirurgias desencadeadas com previsão de serem realizadas dentro de 24 horas após a sua indicação.
- Necessidade de procedimentos cirúrgicos simultâneos, como aneurismectomia ou reconstrução de ventrículo esquerdo, cirurgias valvares, de cardiopatias congênitas, cirurgias da aorta, cirurgias das artérias carótidas, etc.

- Acidente Vascular Cerebral ou Ataque Isquêmico Transitório em menos de 6 meses.
- Impossibilidade de cirurgia sem CEC, por critérios anatômicos segundo avaliação da angiografia pré-operatória pela equipe cirúrgica (sinais de RIA intramiocárdico, diâmetro do RIA menor que 1 mm).
- História de doenças pulmonares em hemitórax esquerdo (tumores, empiema).
- Cirurgia cardiorácica prévia.
- Disfunção ventricular esquerda grave (fração de ejeção menor que 35%, calculada pelo ecocardiograma pré-operatório).

2.5. PROTOCOLO DO ESTUDO

Os pacientes incluídos na pesquisa foram randomizados em um dos grupos do estudo por meio de uma sequência aleatória gerada por computador.

2.5.1.GRUPO REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO MINIMAMENTE INVASIVA

O paciente é submetido à revascularização do miocárdio com a ATIE dissecada por videotoracoscopia e anastomosada ao RIA através de uma pequena toracotomia anterior esquerda, sem auxílio de CEC.

2.5.2.GRUPO REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO CONVECCIONAL

O paciente é submetido à revascularização do miocárdio pela técnica clássica, sendo a ATIE dissecada após esternotomia mediana completa e anastomosada ao RIA sem auxílio de CEC.

2.5.3.AVALIAÇÕES

O Fluxômetro VeriQ system device (MediStim Inc., Oslo, Norway) foi utilizado para avaliação do fluxo do enxerto de ATIE. Os parâmetros medidos foram: fluxo médio (Q) em mL/min durante o ciclo cardíaco; o percentual diastólico (PD), correspondente à relação entre o fluxo durante a diástole e a sístole; índice de pulsatilidade (IP), no qual o padrão de fluxo é

obtido dividindo-se a diferença entre o fluxo máximo e mínimo pelo valor do fluxo médio.

No intraoperatório, foram avaliadas as seguintes variáveis: tempo de disseção da ATIE, os parâmetros de fluxometria (Q, PD, IP) do enxerto de ATIE. As medidas de FTT da ATIE foram realizadas em 3 diferentes momentos: depois de completada a disseção (in situ); após ser seccionada em sua porção distal (livre); após o término da anastomosada ao RIA.

Com objetivo de padronizar e evitar variações de fluxo influenciadas pelo estado hemodinâmico do paciente, a pressão arterial média do paciente era mantida entre 60 e 70 mmHg durante as medidas de fluxometria.

No pós-operatório, foi avaliada a evolução clínica, por meio da ocorrência de eventos como mortalidade, infecção respiratória, infecção de sítio cirúrgico e reoperação por sangramento. Após alta hospitalar, durante o período de seguimento, foram realizadas reavaliações clínicas. O exame de angiotomografia para avaliar a patência em médio prazo da ATIE anastomosada no RIA foi realizado após 24 meses de pós-operatório. O tomógrafo Aquilion® ONE 320 (Toshiba America Medical Systems, Inc., Tustin, CA) foi utilizado na aquisição das imagens, após a injeção de aproximadamente 100 mL de contraste em veia periférica.

2.6. PROCEDIMENTO CIRÚRGICO

2.6.1. ANESTESIA

Nos dois grupos foi realizada monitorização eletrocardiográfica, oximétrica, cateterização venosa periférica e central, cateterização da artéria radial. Anestesia foi induzida com fentanil $10 \mu\text{g.kg}^{-1}$, etomidato $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ e pancurônio $0,1$ a $0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ e mantida com isoflurano.

Nos pacientes do Grupo RMMI, foi utilizada cânula de intubação orotraqueal Bronco-Cath® (Mallinckrodt Medical), para possibilitar ventilação seletiva a direita durante a disseção da ATIE.

2.6.2. TÉCNICA CIRÚRGICA

- Grupo RMMI

O paciente foi posicionado em decúbito dorsal com pequena elevação do hemitórax esquerdo. Após colapsar o pulmão esquerdo, mantendo ventilação seletiva à direita, um trocarte valvulado de 11 mm foi introduzido na linha axilar média, no quinto espaço intercostal à esquerda. Por este trocarte foi injetado dióxido de carbono para o espaço pleural esquerdo, mantendo uma pressão entre 8 a 12 mmHg, com objetivo de facilitar a exposição da ATIE. Por este mesmo trocarte, uma ótica de 10 mm e 30° foi

introduzida para visão endoscópica e manipulada pelo braço robótico AESOP (Automated Endoscope System for Optimal Positioning; Computer Motion, Santa Barbara, CA). Em seguida, foi introduzida uma pinça vídeo-toracoscópica de DeBakey, na linha axilar anterior esquerda no sexto espaço intercostal; e uma pinça de bisturi harmônico, no terceiro espaço intercostal, na linha axilar anterior. (Figura 1).

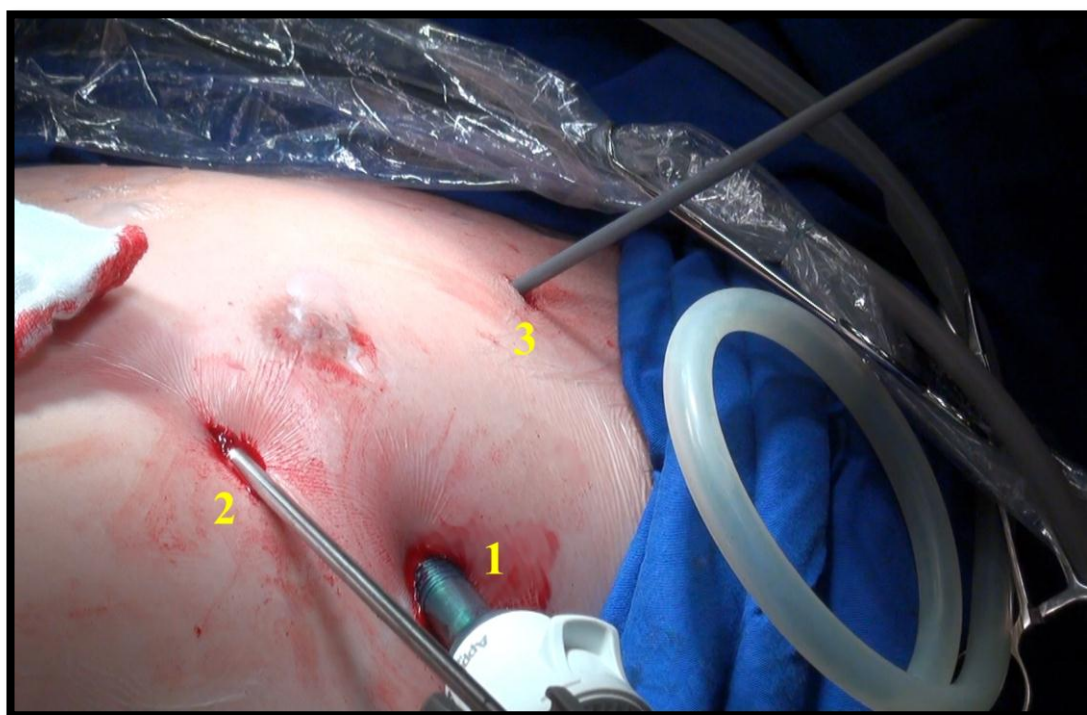


Figura 1: Visão lateral esquerda dos locais de inserção do trocarte e pinças para dissecação da ATIE. 1. Trocarte valvulado de 11 mm introduzido na linha axilar média ao nível do 5º espaço intercostal; 2. Pinça de DeBakey introduzida na linha axilar anterior ao nível do 6º espaço intercostal; 3. Bisturi harmônico introduzido na linha axilar anterior no 3º espaço intercostal.

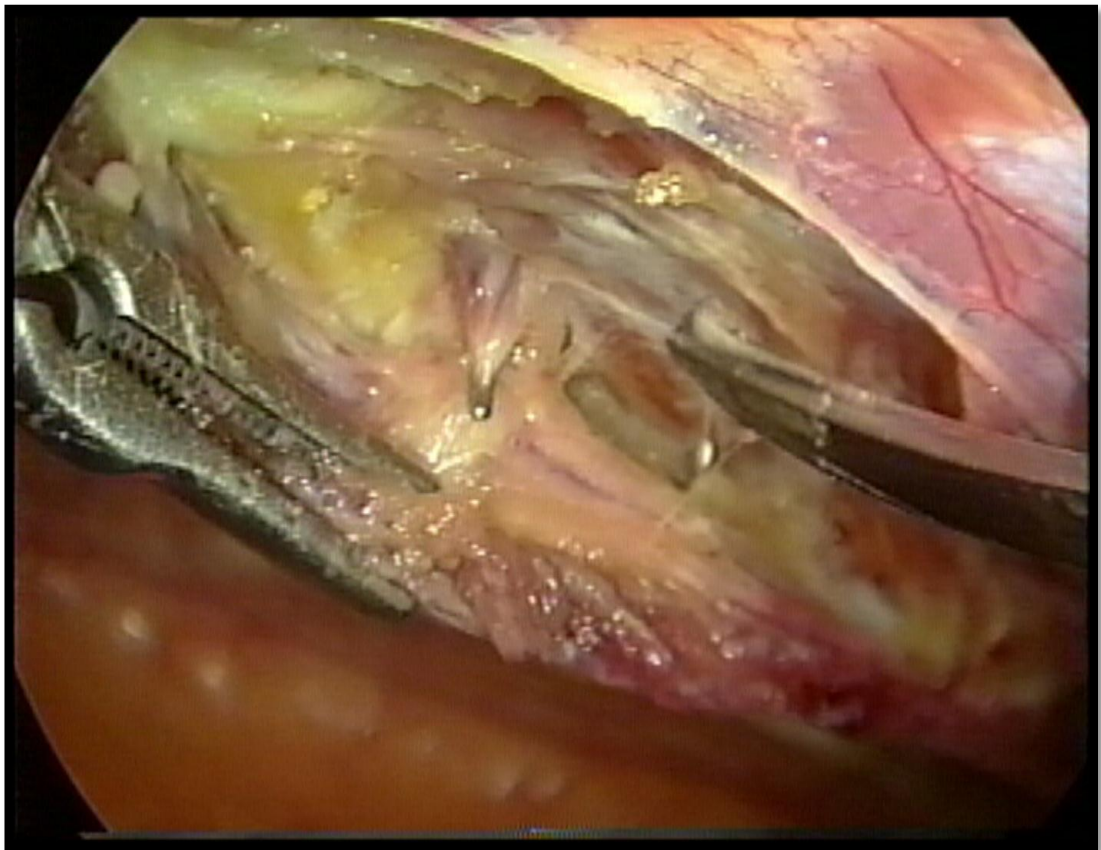


Figura 2: Visão videotoracoscópica da dissecação da ATIE. No centro, ramo colateral parietal clipado, a esquerda pinça de DeBakey, a direita bisturi harmônico.



Figura 3: Disposição dos afastadores e estabilizadores na minitoracotomia. 1. Afastador intercostal; 2. Haste para fixação do estabilizador; 3. Transdutor do fluxômetro.

A ATIE foi dissecada desde sua porção proximal, ao nível do primeiro arco intercostal, até sua bifurcação, ao nível do sétimo arco. A Figura 2 mostra a visão durante a dissecação da ATIE por videotoracoscopia robótica. Em seguida, ainda com o tórax fechado, foi feita uma abertura oblíqua no pericárdio para visão do RIA e passagem do enxerto.

Após a identificação do RIA por via toracoscópica, foi feita uma pequena toracotomia anterior inframamária, no quarto ou quinto espaço intercostal esquerdo.

Uma solução de papaverina, um inibidor da fosfodiesterase, na concentração de 3,25 mg/mL foi usada em aplicação tópica após o término da dissecação da ATIE.

Heparina foi administrada por via endovenosa na dose de 2 mg.kg⁻¹, em seguida, a ATIE foi seccionada na sua porção distal e preparada para anastomose.

Uma haste fixada no afastador costal foi introduzida através do orifício de onde foi retirado o trocarte valvulado. Dentro da cavidade torácica, o estabilizador tecidual foi conectado a esta haste permitindo a estabilização da parede anterior do ventrículo esquerdo. Com o auxílio deste estabilizador, foi feita uma arteriotomia no RIA de 3 a 5 mm e realizada a anastomose da ATIE no RIA com fio de polipropileno 7-0 em sutura contínua, através da minitoracotomia anterior. (Figura 3 e Figura 4)

Um dreno torácico 36 Fr foi inserido através do orifício do trocarte de 11 mm e posicionado no espaço pleural esquerdo e, após revisão de hemostasia, a toracotomia foi fechada por planos.

A Figura 5 mostra o aspecto final duas semanas após a cirurgia de revascularização do miocárdio minimamente invasiva.



Figura 4: Estabilizador por sucção posicionado na parede anterior do ventrículo esquerdo, permitindo a diminuição regional de sua movimentação e facilitando a anastomose ATIE – RIA



Figura 5: Aparência da cicatrização da minitoracotomia uma semana após a revascularização do miocárdio minimamente invasiva

- Grupo RMC

O paciente foi posicionado em decúbito dorsal. Após a esternotomia mediana, o espaço pleural esquerdo é acessado e a ATIE foi dissecada habitualmente. Uma solução de papaverina, na concentração de 3,25 mg/mL foi usada em aplicação tópica após o termino da dissecação da ATIE.

O pericárdio foi aberto longitudinalmente na linha média, transversalmente na reflexão diafragmática, e uma pequena abertura anterior ao nervo frênico a esquerda para passagem da ATIE. Após administração de heparina na dose de 2 mg.kg⁻¹ a ATIE foi seccionada e preparada para anastomose. Um estabilizador tecidual foi utilizado para

realização da anastomose sem o auxílio de CEC. Uma arteriotomia no RIA de aproximadamente 3 mm foi realizada e a anastomose da ATIE no RIA foi confeccionada com fio de polipropileno 7-0 em sutura contínua. Um dreno de 36 Fr foi deixado nos espaços pleural esquerdo e outro no espaço mediastinal. Após revisão da hemostasia, a toracotomia mediana foi fechada de forma habitual.

2.7. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Variáveis categóricas foram comparadas com o teste exato de Fisher ou Teste de qui-quadrado. Variáveis contínuas foram comparadas pelo teste de Mann-Whitney.

Análise de regressão linear foi utilizada para verificar se os tempos de dissecação se encaixam em uma reta em função do número de casos.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado para detectar uma diferença absoluta de 15 ml/min no fluxo da ATIE anastomosada no RIA, assumindo um desvio padrão de 14 e poder do estudo de 80%. Seriam necessários 30 pacientes. O valor de alfa de 0,05 foi considerado significativo.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa GraphPad Prism versão 5.01 para Windows, San Diego California USA, www.graphpad.com.

3. RESULTADOS

3. RESULTADOS

3.1. POPULAÇÃO DO ESTUDO

Entre janeiro de 2007 e setembro de 2010, 36 pacientes elegíveis foram randomizados, 18 foram alocados para o grupo da RMMI e 18 foram alocados para o grupo RMC. Os dois grupos foram homogêneos com relação às características demográficas pré-operatórias (Tabela 1). A idade média foi $56,7 \pm 9,1$ anos no grupo RMMI e $59,5 \pm 9,6$ anos no grupo RMC ($p=0,19$). Em ambos os grupos, o sexo masculino foi predominante respectivamente (66,6% vs., 55,5% $p=0,73$). As mais frequentes comorbidades foram hipertensão arterial (50% vs. 61,1% $p=0,73$), dislipidemia (55,5 vs. 38,8% $p=0,50$), diabetes (27,7 vs. 16,6% $p=0,69$), respectivamente nos grupos RMMI e RMC.

Em relação ao risco pré-operatório, os grupos também foram semelhantes. A mediana do EuroSCORE foi de 1, em ambos os grupos.

Tabela 1 – Características pré-operatórias (demográficas e clínicas) dos pacientes submetidos à revascularização do miocárdio minimamente invasiva ou a revascularização do miocárdio convencional

Variável	RMMI	RMC	p
Idade (anos)	56,7 ± 9,9	59,5 ± 9,7	0,19
Sexo (Masculino) – N (%)	12 (66,6)	10 (55,5)	0,73
Comorbidades –N (%)			
Hipertensão Arterial	9 (50,0)	11 (61,1)	0,73
Diabetes mellitus	5 (27,7)	3 (16,6)	0,69
Dislipidemia	10 (55,5)	7 (38,8)	0,50
Insuficiência renal	1 (5,5)	2 (11,1)	1,00
Tabagismo	7 (38,8)	5 (27,7)	0,72
DPOC	0 (0)	1 (5,5)	1,00
Infarto do miocárdio prévio	1 (5,5)	2 (11,1)	1,00
EuroSCORE	1 (0-5)	1 (0-4)	0,61

Testes t-Student, qui-quadrado, exato de Fisher, Mann-Whitney; p<0,05 foi considerado significativo

3.2. INTRAOPERATÓRIO

Em todos pacientes, foi realizado o procedimento cirúrgico planejado. No grupo RMMI, não ocorreu nenhuma conversão para técnica convencional, em todos os pacientes a ATIE foi dissecada endoscopicamente e foi anastomosada via minitoracotomia sem auxílio de CEC. No grupo RMC, não houve necessidade de modificação de técnica ou necessidade de auxílio de CEC.

3.2.1. TEMPO DE DISSECÇÃO

O tempo de dissecção da ATIE no grupo de RMMI foi ($50,1 \pm 11,2$ vs. $22,7 \pm 3,3$ min) no grupo RVC. Foi observada uma diminuição estatisticamente significativa no tempo de dissecção da ATIE no grupo RMMI no decorrer do estudo, demonstrando uma curva de aprendizado da técnica de dissecção por videotoroscopia robótica. A análise de regressão linear evidenciou uma inclinação de ($-1,96 \pm 0,19$, $p < 0,0001$) vs. ($0,06 \pm 0,15$, $p = 0,66$) nos grupos RMMI e RMC respectivamente (Figura 6).

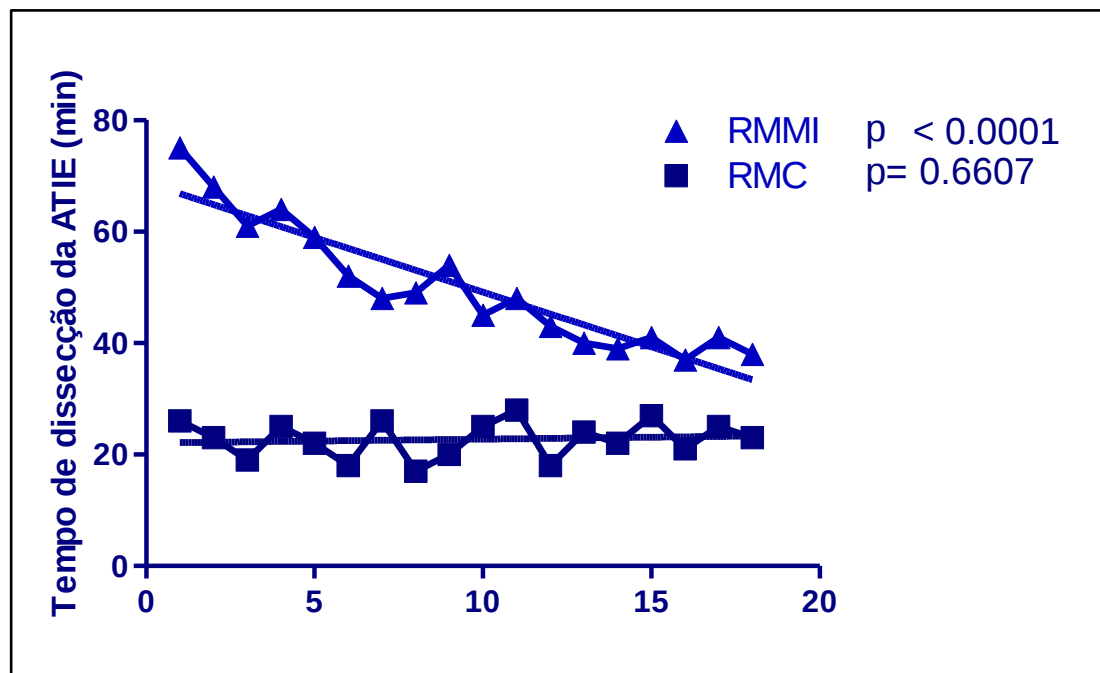


Figura 6: Gráfico do tempo de dissecação da artéria torácica interna esquerda segundo o número consecutivo dos casos, mostrando a curva em declínio no grupo RMMI

3.2.2.FLUXOMETRIA DA ATIE IN SITU

O fluxo da ATIE após a dissecação e antes de ser seccionada em sua porção distal foi $25,8 \pm 16,1$ mL/min no grupo RMMI vs. $21,9 \pm 8,9$ mL/min no grupo RMC, sem diferença estatística entre os grupos ($p=0,81$). (Figura 7)

O percentual diastólico foi $27,1 \pm 9,4$ no grupo RMMI vs. $26,2 \pm 10,3$ no grupo RMC, sem diferença estatística ($p=0,55$). (Figura 8)

O índice de pulsatilidade foi $3,06 \pm 0,71$ no grupo RMMI vs. $3,14 \pm 0,80$ no grupo RMC, sem diferença estatística ($p=0,90$). (Figura 9)

A Figura 10 mostra um gráfico da medida de fluxometria da ATIE in situ em um paciente do grupo RMMI.

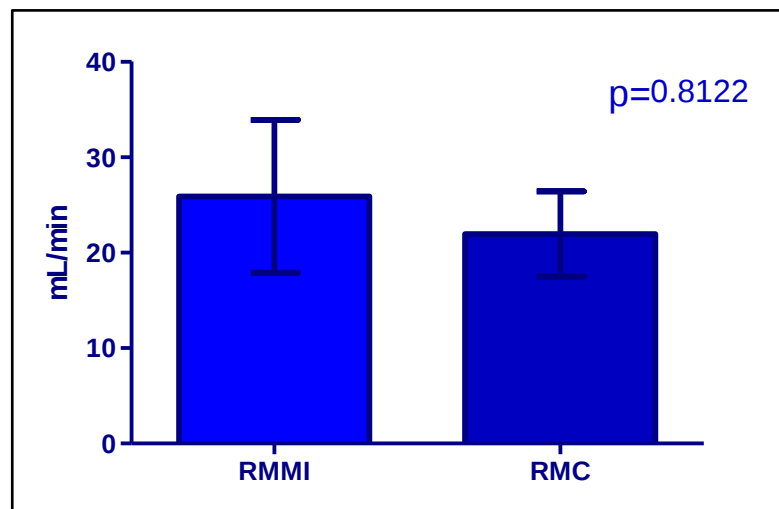


Figura 7: Medidas de fluxo após dissecação da artéria torácica interna esquerda, antes de sua secção distal nos grupos de revascularização do miocárdio minimamente invasiva vídeo-assistida e revascularização do miocárdio convencional

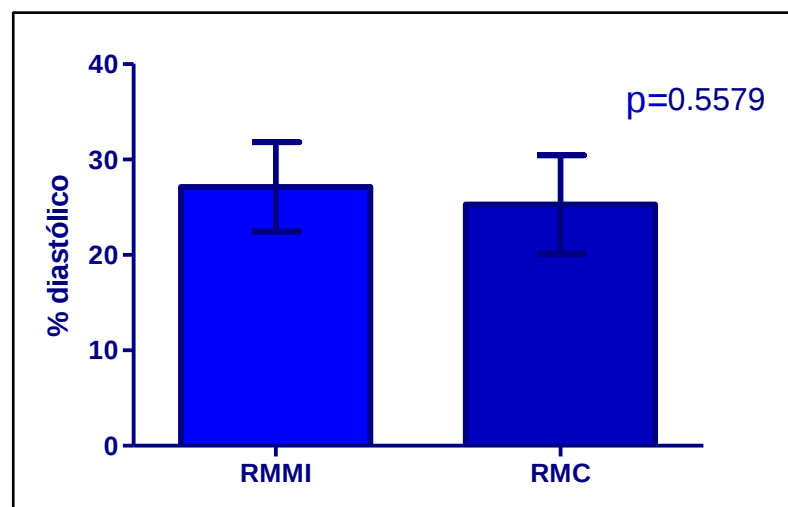


Figura 8: Medidas do percentual diastólico após dissecação da artéria torácica interna esquerda, antes de sua secção distal nos grupos de revascularização do miocárdio minimamente invasiva vídeo-assistida e revascularização do miocárdio convencional

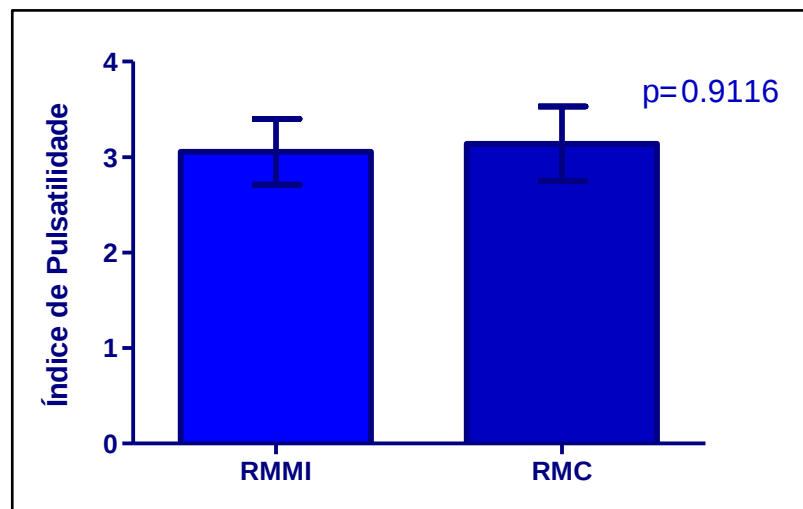


Figura 9: Medidas do índice de pulsatilidade após dissecação da artéria torácica interna esquerda, antes de sua secção distal nos grupos de revascularização do miocárdio minimamente invasiva vídeo-assistida e revascularização do miocárdio convencional

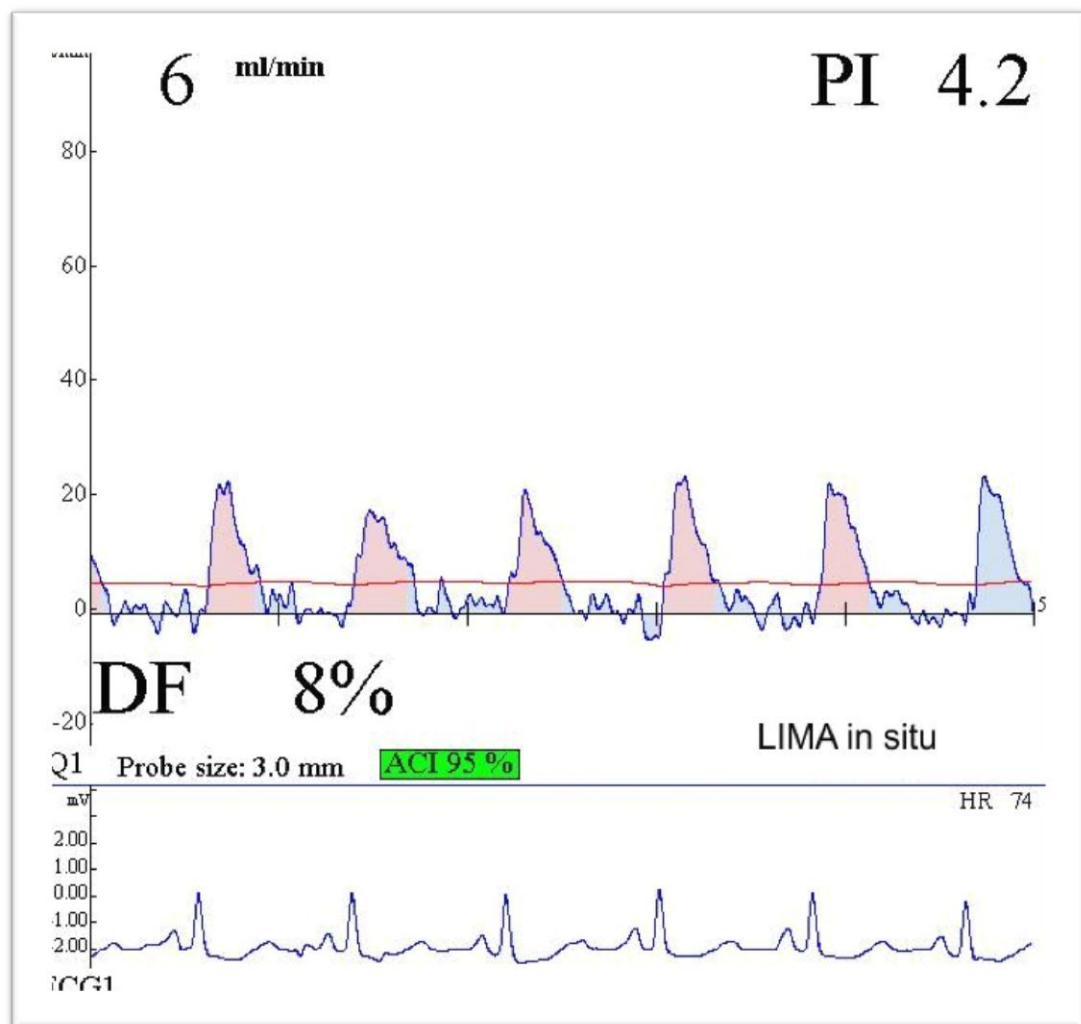


Figura 10: Medida de fluxo por tempo de trânsito da ATIE após dissecação e antes de ser seccionada em seu segmento distal em paciente do grupo RMMI

3.2.3. FLUXOMETRIA DA ATIE LIVRE

O fluxo da ATIE após a dissecação e após secção em sua porção distal foi $234,4 \pm 104,6$ mL/min no grupo RMMI vs. $239,7 \pm 89,9$ mL/min no grupo RMC, sem diferença estatística entre os grupos ($p=0,51$). (Figura 11)

O percentual diastólico foi $75,78 \pm 13,33$ no grupo RMMI vs. $75,44 \pm 11,15$ no grupo RMC, sem diferença estatística ($p=0,61$). (Figura 12)

O índice de pulsatilidade foi $0,71 \pm 0,32$ no grupo RMMI vs. $0,82 \pm 0,40$ no grupo RMC, sem diferença estatística ($p=0,46$). (Figura 13)

A Figura 14 mostra um gráfico de fluxometria da ATIE livre em um paciente do grupo RMMI

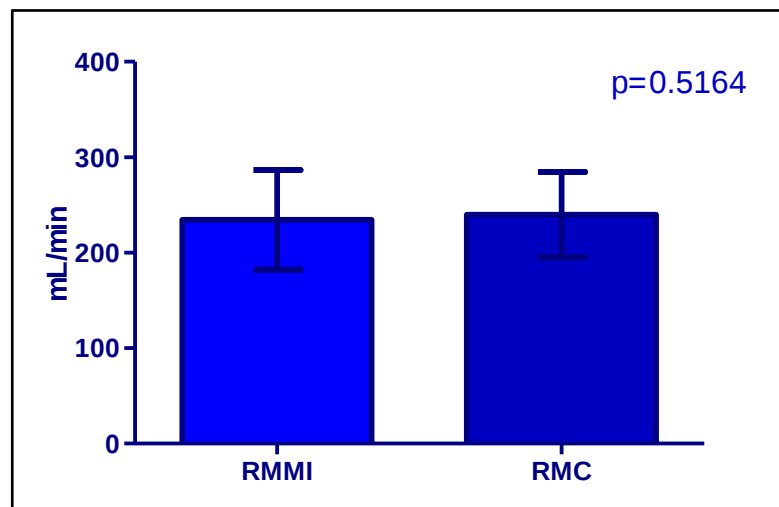


Figura 11: Medidas de fluxo após dissecação da artéria torácica interna esquerda e após secção de sua porção distal, nos grupos de revascularização do miocárdio minimamente invasiva vídeo-assistida e revascularização do miocárdio convencional

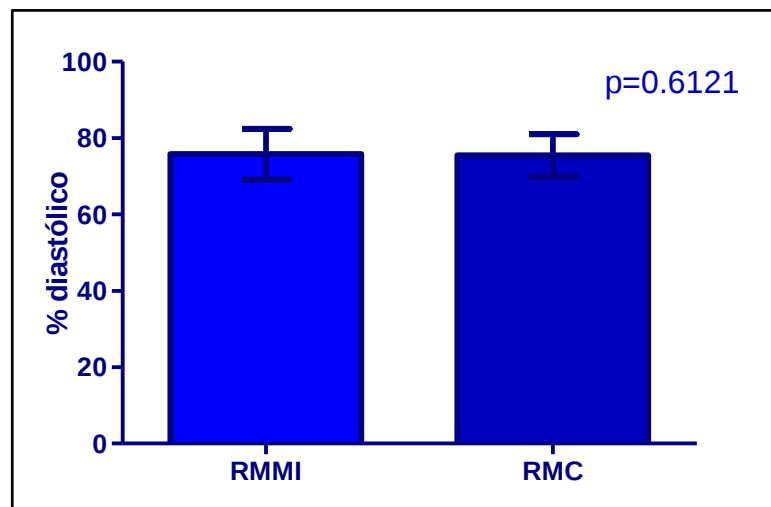


Figura 12: Medidas do percentual diastólico após dissecação da artéria torácica interna esquerda e após secção de sua porção distal, nos grupos de revascularização do miocárdio minimamente invasiva vídeo-assistida e revascularização do miocárdio convencional

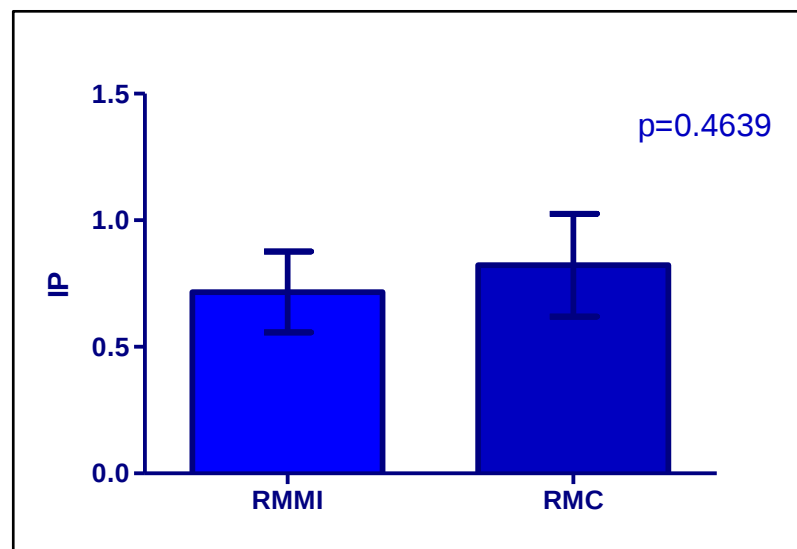


Figura 13: Medidas do índice de pulsatilidade após dissecação da artéria torácica interna esquerda e após secção de sua porção distal, nos grupos de revascularização do miocárdio minimamente invasiva vídeo-assistida e revascularização do miocárdio convencional

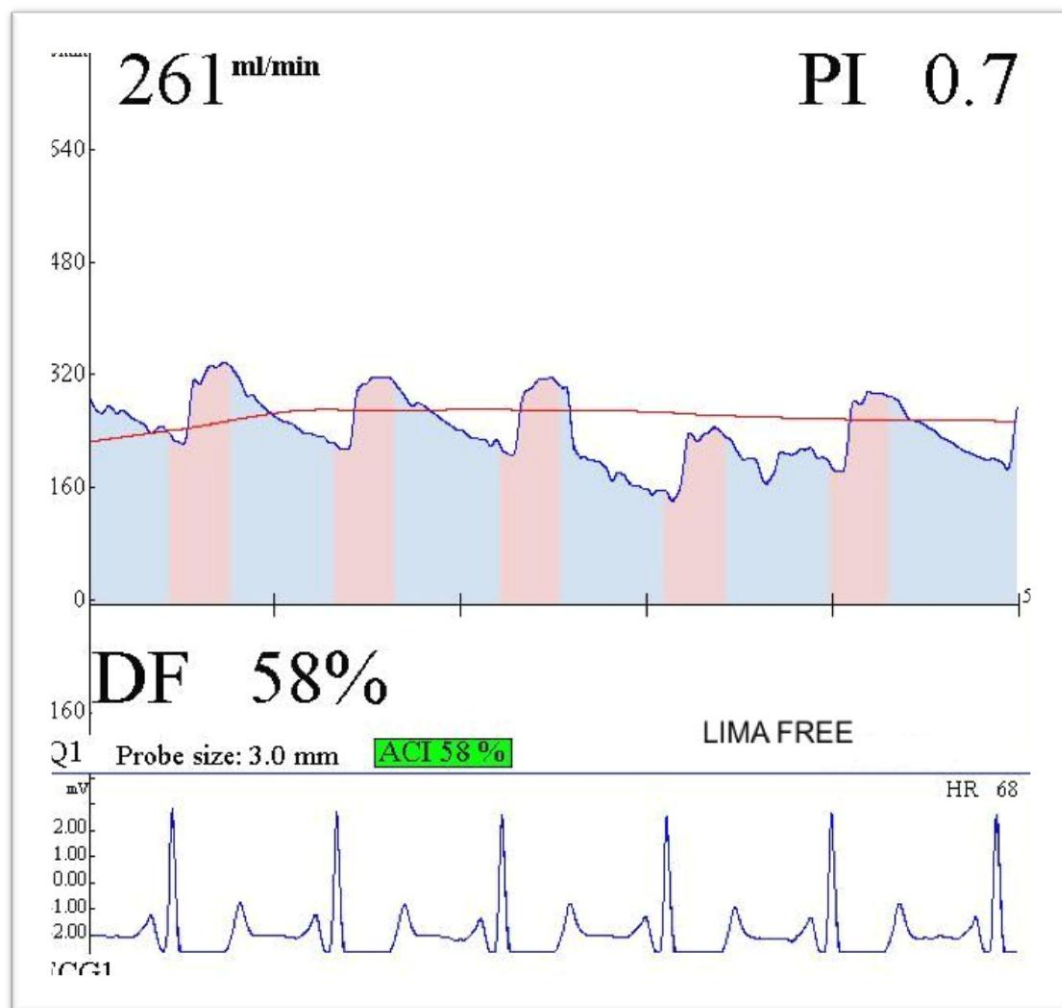


Figura 14: Medida de fluxo por tempo de trânsito da ATIE após secção da sua porção distal, em paciente do grupo RMMI

3.2.4.FLUXOMETRIA DA ATIE ANASTOMOSADA AO RIVA

O fluxo da ATIE após a dissecação e após ter sido anastomosada ao RIA foi $46,17 \pm 20,11$ mL/min no grupo RMMI vs. $48,61 \pm 23,42$ mL/min no grupo RMC, sem diferença estatística entre os grupos ($p=0,86$). (Figura 15)

O percentual diastólico foi $74,39 \pm 9,4$ no grupo RMMI vs. $72,78 \pm 9,4$ no grupo RMC, sem diferença estatística ($p=0,72$). (Figura 16)

O índice de pulsatilidade foi $2,51 \pm 0,48$ no grupo RMMI vs. $2,78 \pm 0,77$ no grupo RMC, sem diferença estatística ($p=0,25$). (Figura 17)

A Figura 18 mostra um gráfico de fluxometria da ATIE anastomosada ao RIA em um paciente do grupo RMMI.

A Figura 19 é um gráfico comparativo entre os grupos RMMI e RMC das medidas do fluxo da ATIE nos três diferentes momentos estudados.

Figura 18

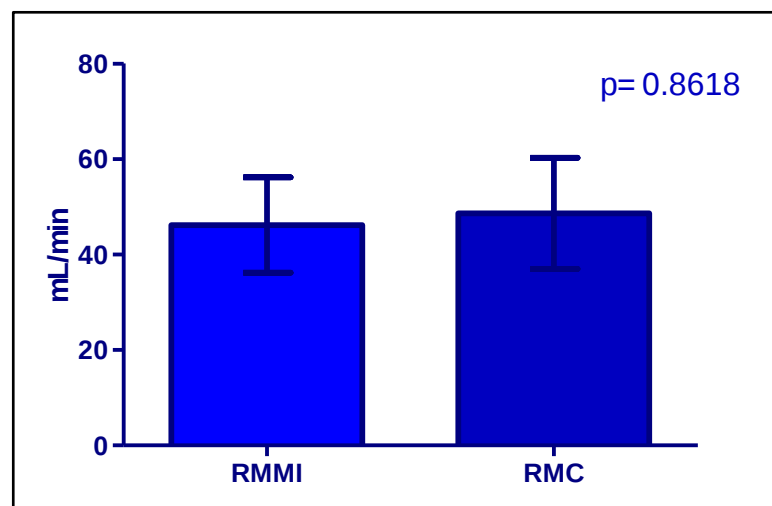


Figura 15: Medidas de fluxo da artéria torácica interna esquerda anastomosada ao ramo interventricular anterior, nos grupos de revascularização do miocárdio minimamente invasiva vídeo-assistida e revascularização do miocárdio convencional

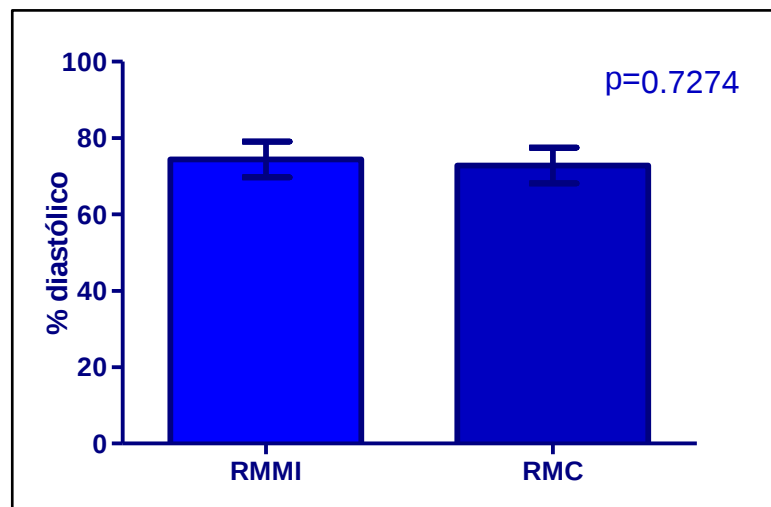


Figura 16: Medidas do percentual diastólico da artéria torácica interna esquerda anastomosada ao ramo interventricular anterior, nos grupos de revascularização do miocárdio minimamente invasiva vídeo-assistida e revascularização do miocárdio convencional

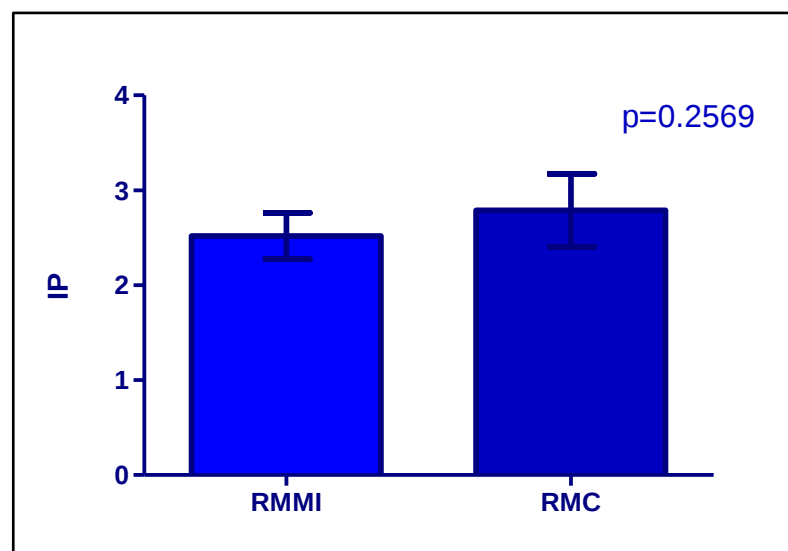


Figura 17: Medidas do índice de pulsatilidade da artéria torácica interna esquerda anastomosada ao ramo interventricular anterior, nos grupos de revascularização do miocárdio minimamente invasiva vídeo-assistida e revascularização do miocárdio convencional

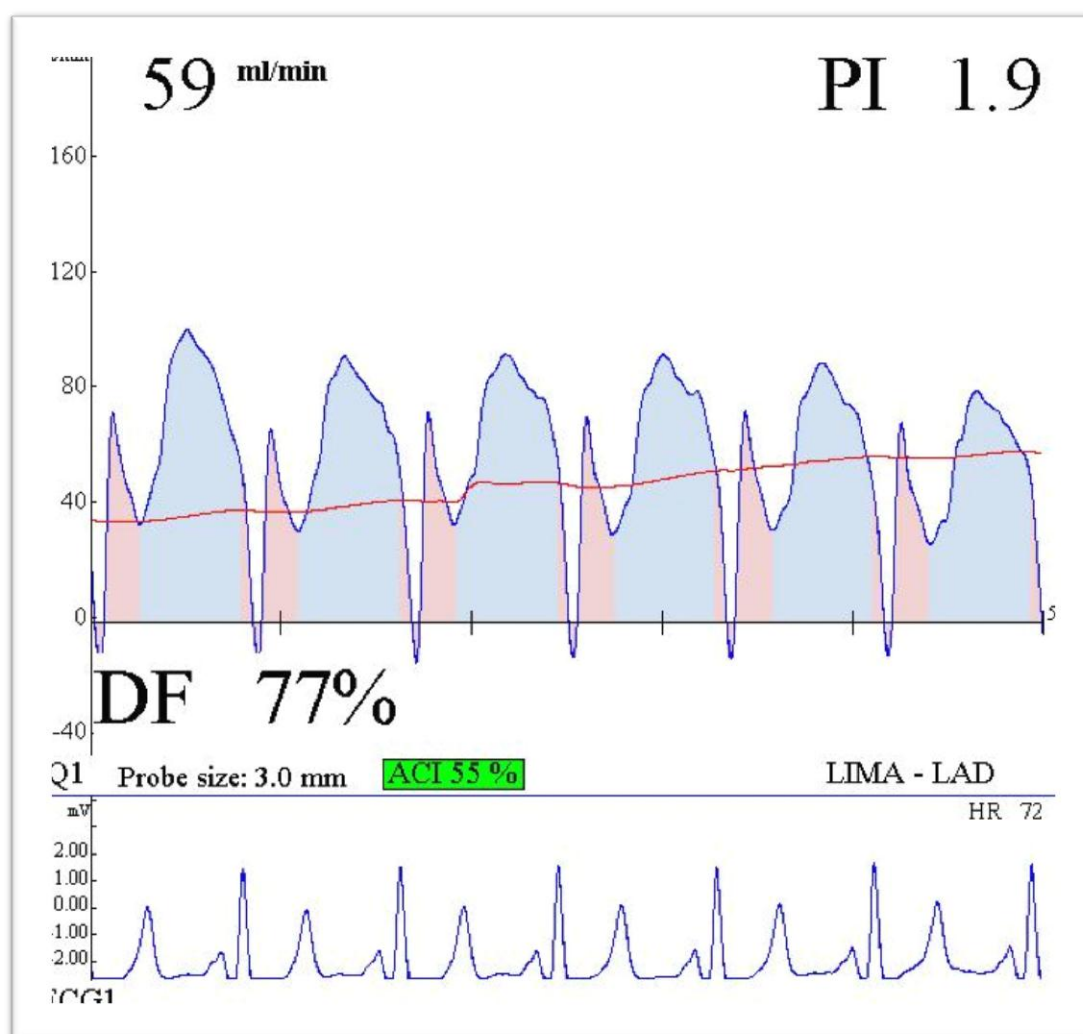


Figura 18: Medida de fluxo por tempo de trânsito da ATIE anastomosada ao RIA, em paciente do grupo RMMI

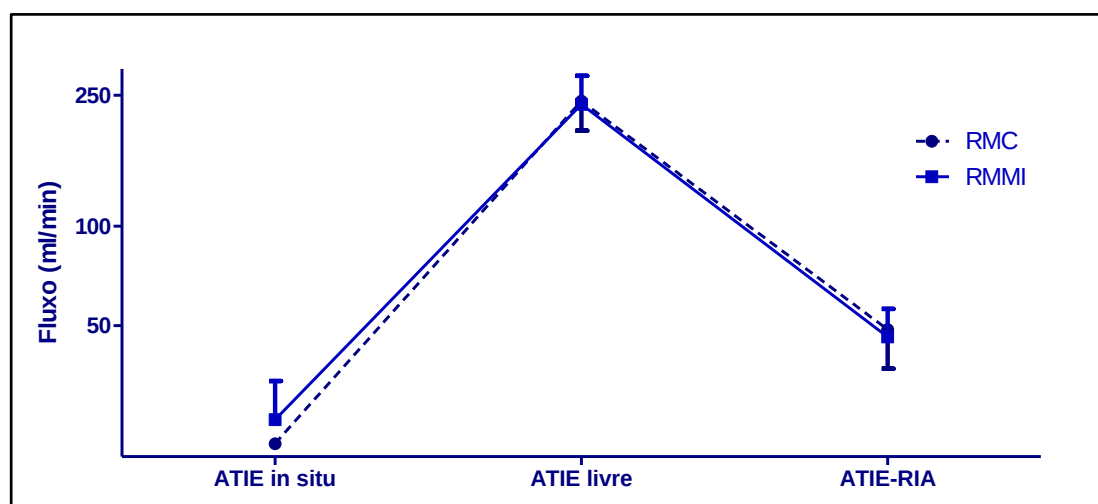


Figura 19: Medidas dos fluxos intraoperatórios realizadas após a disseção, após secção distal e ao término da anastomose da ATIE.

3.3. PÓS-OPERATÓRIO

3.3.1. EVOLUÇÃO CLÍNICA

Não houve óbito em ambos os grupos. Não existiu diferença significativa em relação a complicações pós-operatórias entre os grupos RMMI e RMC: Infecção respiratória (2 vs. 1, $p=1,00$), infecção de sítio cirúrgico (0 vs. 2, $p=0,48$), reoperação por sangramento (0 vs. 1, $p=1,00$).

A Tabela 2 mostra a incidência de complicações pós-operatórias ocorridas nos grupos pesquisados.

Tabela 2: Incidência de complicações pós-operatórias nos grupos de revascularização do miocárdio minimamente invasiva vídeo-assistida e revascularização convencional

Complicações	RMMI (N=18)	RMC (N=18)	P
Infecção respiratória	2 (11,11)	1 (5,55)	1,00
Infecção sítio cirúrgico	0 (0)	2 (11,11)	0,48
Reoperação por sangramento	0 (0)	1 (5,55)	1,00

Teste exato de Fisher, $p<0,05$ considerado significativo

3.3.2. ANGIOTOMOGRAFIA

Durante o seguimento clínico houve perda de seguimento de 1 paciente em cada grupo, portanto após 24 meses 17 pacientes em cada grupo realizaram a angiotomografia pós-operatória.

No grupo RMMI, 17 pacientes (100%) apresentaram enxertos prévios, e no grupo RMC 16 pacientes (94,1%) apresentaram enxertos prévios ($p=1,00$). No grupo RMC, 1 paciente (5,9%) foi detectada oclusão do enxerto e nenhum paciente no grupo RMMI foi detectado enxerto ocluído. ($p=1,00$). Não foram detectadas lesões moderada em ambos os grupos.

A Tabela 3 demonstra os resultados da avaliação angiotomográfica nos dois grupos estudados.

A Figura 20 é uma reconstrução tridimensional de uma angiotomografia de um paciente do grupo RMMI, observa-se o trajeto da ATIE até o RIA sem estenose ou angulação excessiva.

Tabela 3: Avaliação pós-operatória por angiotomografia da artéria torácica interna esquerda nos grupos revascularização do miocárdio minimamente invasiva vídeo-assistida e revascularização convencional

Patência da ATIE	RMMI (N=17)	RMC (N=17)	P
Pérvia	17 (100,0)	16 (94,12)	1,00
Lesão Moderada	0 (0)	0 (0)	1,00
Ocluída	0 (0)	1 (5,9)	1,00



Figura 20: Angiotomografia da ATIE anastomosada ao RIA 24 meses após revascularização do miocárdio em paciente do grupo RMMI. A direita, imagem bidimensional e a esquerda, a reconstrução tridimensional.

4. DISCUSSÃO

4. DISCUSSÃO

4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Vários trabalhos têm sido publicados sobre revascularização do miocárdio robótica e minimamente invasiva, entretanto existem somente alguns ensaios clínicos prospectivos que comparam as técnicas convencional e minimamente invasivas com auxílio robótico descritos na literatura mundial. Nosso estudo é o primeiro ensaio clínico realizado no Brasil, demonstramos que a técnica minimamente invasiva robótica é tão segura quanto à convencional proporcionando uma revascularização eficaz do RIA utilizando a ATIE, com fluxo e perviedade semelhantes.

Durante o período de 3 anos nos quais a pesquisa foi desenvolvida, todos pacientes com lesão única do RIA encaminhados do ambulatório de coronariopatias com indicação cirúrgica foram avaliados e convidados a participar. O total de 34 pacientes que concluíram a pesquisa reflete a baixa indicação cirúrgica para esta população, pois a grande maioria é encaminhada para tratamento por angioplastia. Todavia, os resultados deste estudo, bem como a evidência de outras séries de revascularização minimamente invasiva, sugerem que o benefício do emprego da ATIE com menos trauma e melhor estética pode ser oferecido aos pacientes como uma alternativa pouco invasiva e eficaz para o tratamento da insuficiência coronária uniarterial.

Não foi observada mortalidade em nenhum dos grupos estudados. Esse achado pode ser devido ao baixo risco cirúrgico pré-operatório da população estudada, característica e achados comuns também encontradas por outros autores como Schachner et al.³⁵, Oehlinger et al.²⁸, Caynac et al.³⁶.

Como em todas as operações endoscópicas e minimamente invasivas, existe a possibilidade de conversão para operação aberta convencional. Schachner et al.³⁵, em sua série de operações de RM completamente endoscópica utilizando o robô da Vinci, observaram uma taxa de 14% de conversão. Bonatti et al.³⁷, em estudo sobre segurança e eficácia da revascularização totalmente endoscópica, obtiveram taxas de conversão de 28% na primeira fase da pesquisa e 4% na última. Provavelmente, essas altas taxas de conversão se devem à maior dificuldade técnica na telemanipulação com o tórax completamente fechado durante todo o procedimento. Em nossa instituição, até o presente momento, ainda não dispomos da tecnologia do sistema da Vinci. Foi utilizado um sistema antecessor que auxilia na dissecação endoscópica da ATIE por meio da estabilização e controle da ótica pelo braço robótico, porém não possibilita a confecção endoscópica de anastomoses. Por tanto, na técnica cirúrgica aplicada na metodologia de nossa pesquisa, foi necessária pequena toracotomia para confecção da anastomose. Apesar de também lidarmos com dificuldades técnicas com a dissecação endoscópica e o miniacesso, não foi observada necessidade de conversão ou modificação técnica na nossa casuística.

O elevado tempo de cirurgia é uma das desvantagens nos procedimentos minimamente invasivos. Isso pode aumentar as chances de complicações infecciosas ou respiratórias no pós-operatório. Contudo, procedimentos complexos, minimamente invasivos, robóticos podem ser realizados mais rapidamente com o desenvolvimento de uma curva de aprendizado³⁸. Avaliamos o tempo de dissecação da ATIE o qual foi evidentemente maior no grupo RMMI. Obtivemos tempo de dissecação médio de 50,8 minutos e demonstramos que esse tempo foi diminuindo na medida em que os pacientes foram sendo operados, variando de 75 minutos nos primeiros casos a 34 minutos nos últimos, confirmando o desenvolvimento de uma curva de aprendizado. Este tempo se assemelha ao de outras séries nas quais o tempo variou de 38 a 55 minutos e que também sugerem curva de aprendizado^{28, 39, 40}.

4.2. FLUXOMETRIAS

A fluxometria por tempo de trânsito é uma importante ferramenta na avaliação transoperatória da perviedade dos enxertos^{41, 42}. Diferentemente da angiografia, que é considerada o padrão ouro na avaliação da perviedade, a FTT pode ser realizada durante a cirurgia possibilitando a correção imediata de imperfeições detectadas durante a cirurgia^{30, 43, 44}. Recentemente, evidências sugerem que medidas de fluxos anormais detectadas na cirurgia estão associadas a aumento de morbidade e mortalidade intra-hospitalar^{45, 46}.

As medidas de fluxo da ATIE foram realizadas após a dissecação e antes da realização da anastomose ao RIA com objetivo de se avaliar a qualidade do enxerto bem como possíveis lesões em sua manipulação. Em nenhuma das medidas realizadas nos dois grupos, foi detectado fluxo insatisfatório do enxerto, indicando que não houve lesões durante as manipulações. Além disso, não foram detectadas diferenças estatísticas entre os fluxos da ATIE dissecada por videotoracoscopia robótica ou pela técnica convencional, demonstrando a segurança da manipulação endoscópica da ATIE. Boodhwani et al.⁴⁷ utilizaram metodologia semelhante para comparar a dissecação esqueletizada com a dissecação pediculada da artéria torácica interna; neste estudo não foram detectadas diferenças no fluxo entre ambas as técnicas.

Para inferir através da FTT que o enxerto está pérvio e com boa irrigação coronária, não só o fluxo absoluto deve ser adequado, mas

também os outros dois parâmetros (índice de pulsatilidade e percentual diastólico). O fluxo deve estar acima de 25 ml/min, o percentual diastólico acima de 60 e índice de pulsatilidade menor que 5 para os enxertos de ATIE para RIA⁴⁸. Em nossa casuística, todas as medidas de fluxometria após o término da anastomose estavam dentro desses limites. Não foi detectado nenhum enxerto insatisfatório que necessitasse de revisão em ambos os grupos. Quando as medidas foram comparadas entre os grupos, não se demonstrou diferença estatística significativa.

4.3. COMPLICAÇÕES PÓS-OPERATÓRIAS

Infecção respiratória ocorreu em dois pacientes do grupo RMMI e somente em um paciente do grupo RMC. Já infecção de sítio profundo ocorreu somente em um paciente do grupo RMMI e em dois pacientes do grupo RMC.

Apesar de não haver diferença estatística em relação à infecção entre os grupos, acreditamos que infecção respiratória possa ser complicação mais incidente nas cirurgias minimamente invasiva e robóticas. Isso se deve ao fato da ventilação seletiva prolongada favorecer a ocorrências de atelectasias. Talvez essa complicação possa ser minimizada com o desenvolvimento da curva de aprendizado reduzindo o tempo de ventilação seletiva, bem como realização de ventilação bilateral intermitente e manobras de recrutamento alveolar durante e após a dissecação da ATIE.

Por outro lado, talvez a menor incidência de infecção profunda, apesar de não significativa no grupo RMMI, possa estar relacionada à ausência da esternotomia com consequente menor trauma cirúrgico. Lapierre et al., em uma recente comparação pareada de casos entre revascularização minimamente invasiva e revascularização convencional, relataram maior incidência estatisticamente significativa de infecção profunda na cirurgia convencional (0 vs. 4%, respectivamente). No entanto, estes mesmos autores relataram maior incidência de derrame pleural na cirurgia minimamente invasiva que na convencional (14 vs. 6%, respectivamente)⁴⁹.

Em nenhum dos grupos houve sangramento pós-operatório que requeresse revisão de hemostasia. Esse achado no grupo RMMI mostra a segurança da técnica que, apesar de minimamente invasiva, propicia os mesmos cuidados com hemostasia, tais como ligadura dos ramos da ATIE, e revisão de possíveis pontos de sangramento.

4.4. PERVIDADE DA ATIE-RIA A MÉDIO PRAZO

Em nossa pesquisa, a avaliação a médio prazo da perviedade da ATIE como enxerto para revascularização do RIA foi realizada com a utilização de angiotomografia de 320 detectores, que permite uma boa observação das coronárias e enxertos. Além de ser menos invasivo e utilizar menos contraste que o padrão-ouro cineangiocoronariografia, esse exame pode ser realizado em poucos minutos ambulatoriamente, ou seja, sem necessidade de internação dos pacientes.

Em todos os pacientes estudados do grupo RMMI, os enxertos de ATIE estavam pérvios, mostrando um excelente resultado a médio prazo. Boas taxas de perviedade também foram relatadas em algumas outras séries recentes. Gao et al., em avaliação por meio de angiotomografia a médio prazo da ATIE para o RIA realizada totalmente endoscópica, mostraram perviedade também de 100%⁵⁰. Caynak et al. reportaram perviedade de 96,4% nos pacientes submetidos à revascularização robótica-assistida³⁶. Kofidis et al., em estudo retrospectivo, demonstraram 93,6% de perviedade dos enxertos na revascularização do miocárdio minimamente invasiva.

Quando estudamos o grupo RMC, encontramos 94,4% dos enxertos pérvios, comparativamente sem diferença estatística com o grupo RMMI. Esse achado sugere que a técnica de revascularização do miocárdio minimamente invasiva, com a dissecação da ATIE por videotoracosopia

robótica, pode obter taxas de perviedade semelhantes da ATIE na revascularização do miocárdio convencional.

4.5. IMPORTÂNCIA E LIMITAÇÕES

Este foi um ensaio clínico prospectivo e randomizado que comparou a revascularização do miocárdio minimamente invasiva do ramo interventricular anterior com a revascularização do miocárdio convencional, sem o uso da circulação extracorpórea. Este desenho de estudo ajudou a eliminar vários vieses de estudos de coorte retrospectivos e séries de casos. Entretanto não foi um estudo cego, já que seria impossível “esconder” o tipo de procedimento do pesquisador cirurgião.

Os achados dessa pesquisa demonstram que existe um tratamento alternativo eficaz, menos invasivo, seguro e com resultados comparáveis ao tratamento cirúrgico convencional. Apesar deste procedimento estudado só tratar o principal ramo coronário, RIA, este estudo abre novas perspectivas para que mais artérias coronárias sejam abordadas por técnicas robóticas e minimamente invasivas. Da mesma forma, o procedimento pode ser combinado como uma cirurgia “híbrida” utilizando-se também os *stents* para outros ramos coronários, o que já vem sendo realizado em alguns centros avançados⁵¹. Como já foi bem demonstrada a superioridade do enxerto de artéria torácica em termos de perviedade e sobrevida livre de eventos^{52, 53}, o objetivo da cirurgia de revascularização minimamente invasiva é poder oferecer os benefícios do enxerto de artéria torácica interna com menor trauma.

Outras limitações desse estudo incluem o fato de os procedimentos terem sido realizados em uma única instituição e pela mesma equipe

cirúrgica. Por se tratar de uma pesquisa prospectiva, o número de participantes no período do estudo foi pequeno devido à diminuição na indicação cirúrgica de pacientes uniarteriais, pois a maioria era encaminhada ao tratamento percutâneo por *stents*. Entretanto, achamos que isso não afetou o resultado da pesquisa.

5. CONCLUSÕES

5. CONCLUSÕES

A revascularização do miocárdio minimamente invasiva por via minitoracotomia anterior com dissecção da artéria torácica interna esquerda por videotoracoscopia robótica, foi factível e segura.

De acordo com a análise fluxométrica e angiotomográfica, a perviedade imediata e a médio prazo da artéria torácica interna esquerda, dissecada por videotoracoscopia robótica e anastomosada ao ramo interventricular anterior por via minitoracotomia anterior, sem auxílio de circulação extracorpórea, foi semelhante à perviedade da artéria torácica interna esquerda dissecada e anastomosada ao ramo interventricular anterior por via esternotomia mediana.

6. ANEXO

6. ANEXO

ANEXO

HOSPITAL DAS CLÍNICAS

DA

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Instruções para preenchimento no verso)

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

Estudo comparativo da dissecação da artéria torácica interna esquerda por videotoracoscopia robótica e pela técnica convencional através de fluxometria e angiotomografia.

PESQUISADOR: Adriano Márcio de Melo Milanez

CARGO/FUNÇÃO: Médico, residente em Cirurgia Cardiovascular

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 109802

UNIDADE DO HCFMUSP:

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

SEM RISCO ☒RISCO MÍNIMO ☒RISCO MÉDIO ☒RISCO BAIXO ☒RISCO MAIOR ☒

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

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : três anos

**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) Esta pesquisa tem como objetivo estudar comparativamente uma técnica alternativa, menos invasiva que já vem sendo usada por alguns grupos, para a dissecação de enxerto de Mama que é utilizada na cirurgia de Revascularização do Miocárdio (coloquialmente conhecida como “cirurgia de ponte de safena”. 2) A técnica por robótica já vem sendo utilizada em vários hospitais de referência como procedimento para cirurgia de revascularização com objetivo de diminuir o trauma operatório e melhorar a evolução após a cirurgia. Neste estudo o paciente será sorteado para ser submetido a uma das duas técnicas, robótica ou convencional. 3) A eficácia final da cirurgia não é alterada conforme a técnica usada. Ou seja, independentemente da técnica que o paciente seja sorteado, o resultado cirúrgico em termos de tratamento é o mesmo. 4) Porém, estaremos estudando potenciais vantagens para os pacientes como menos dor pós operatória, menor tempo de internação, recuperação mais rápida. 5) Não há procedimentos alternativos vantajosos

**IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO
DA PESQUISA:**

1. acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.
 2. liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.
 3. salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.
 4. disponibilidade de assistência no HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.
 5. viabilidade de indenização por eventuais danos à saúde decorrentes da pesquisa.
-

**V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO
ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS
CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.**

Adriano Márcio de Melo Milanez

InCor: Av. Dr. Eneas de Carvalho Aguiar, 44 – Cerqueira Cesar , São Paulo SP - Cep: 054403-000

VI. OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa

São Paulo, ____ de ____ de 200__ .

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome Legível)

INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO

(Resolução Conselho Nacional de Saúde 196, de 10 outubro 1996)

1. Este termo conterá o registro das informações que o pesquisador fornecerá ao sujeito da pesquisa, em linguagem clara e acessível, evitando-se vocábulos técnicos não compatíveis com o grau de conhecimento do interlocutor.
2. A avaliação do grau de risco deve ser minuciosa, levando em conta qualquer possibilidade de intervenção e de dano à integridade física do sujeito da pesquisa.
3. O formulário poderá ser preenchido em letra de forma legível, datilografia ou meios eletrônicos.
4. Este termo deverá ser elaborado em duas vias, ficando uma via em poder do paciente ou seu representante legal e outra deverá ser juntada ao prontuário do paciente.
5. A via do Termo de Consentimento Pós-Informação submetida à análise da Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa -CAPPesq deverá ser idêntica àquela que será fornecida ao sujeito da pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

7. REFERÊNCIAS

1. Westaby S, Bosher C, editors. Landmarks in cardiac surgery Oxford University Press; 1998.
2. Vineberg A, Miller G. Internal mammary coronary anastomosis in the surgical treatment of coronary artery insufficiency. Can Med Assoc J. 1951 Mar;64(3):204-10.
3. Senning A. Strip grafting in coronary arteries. Report of a case. J Thorac Cardiovasc Surg. 1961 Apr;41:542-9.
4. Sones FM, Jr. Cine-coronary arteriography. Ohio Med. 1962 Sep;58:1018-9.
5. Kolesov VI, Potashov LV. [Surgery of coronary arteries]. Eksp Khir Anesteziol. 1965 Mar-Apr;10(2):3-8.
6. Kolesov VI. Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. J Thorac Cardiovasc Surg. 1967 Oct;54(4):535-44.
7. Favaloro RG. Saphenous vein graft in the surgical treatment of coronary artery disease. Operative technique. J Thorac Cardiovasc Surg. 1969 Aug;58(2):178-85.
8. Gruntzig A. [Percutaneous dilatation of experimental coronary artery stenosis- description of a new catheter system]. Klin Wochenschr. 1976 Jun 1;54(11):543-5.

9. Sigwart U, Puel J, Mirkovitch V, Joffre F, Kappenberger L. Intravascular stents to prevent occlusion and restenosis after transluminal angioplasty. *N Engl J Med*. 1987 Mar 19;316(12):701-6.
10. Schatz RA. A view of vascular stents. *Circulation*. 1989 Feb;79(2):445-57.
11. Hearn JA, King SB, 3rd, Douglas JS, Jr., Carlin SF, Lembo NJ, Ghazzal ZM. Clinical and angiographic outcomes after coronary artery stenting for acute or threatened closure after percutaneous transluminal coronary angioplasty. Initial results with a balloon-expandable, stainless steel design. *Circulation*. 1993 Nov;88(5 Pt 1):2086-96.
12. Morice MC, Serruys PW, Sousa JE, Fajadet J, Ban Hayashi E, Perin M, et al. A randomized comparison of a sirolimus-eluting stent with a standard stent for coronary revascularization. *N Engl J Med*. 2002 Jun 6;346(23):1773-80.
13. Sousa JE, Costa MA, Abizaid A, Abizaid AS, Feres F, Pinto IM, et al. Lack of neointimal proliferation after implantation of sirolimus-coated stents in human coronary arteries: a quantitative coronary angiography and three-dimensional intravascular ultrasound study. *Circulation*. 2001 Jan 16;103(2):192-5.
14. Boden WE, O'Rourke RA, Teo KK, Hartigan PM, Maron DJ, Kostuk WJ, et al. Optimal medical therapy with or without PCI for stable coronary disease. *N Engl J Med*. 2007 Apr 12;356(15):1503-16.
15. Banning AP, Westaby S, Morice MC, Kappetein AP, Mohr FW, Berti S, et al. Diabetic and nondiabetic patients with left main and/or 3-vessel

coronary artery disease: comparison of outcomes with cardiac surgery and paclitaxel-eluting stents. *J Am Coll Cardiol*. 2010 Mar 16;55(11):1067-75.

16. Hueb W, Lopes N, Gersh BJ, Soares PR, Ribeiro EE, Pereira AC, et al. Ten-year follow-up survival of the Medicine, Angioplasty, or Surgery Study (MASS II): a randomized controlled clinical trial of 3 therapeutic strategies for multivessel coronary artery disease. *Circulation*. 2010 Sep 7;122(10):949-57.

17. Danzer D, Christenson JT, Kalangos A, Khatchatourian G, Bednarkiewicz M, Faidutti B. Impact of double internal thoracic artery grafts on long-term outcomes in coronary artery bypass grafting. *Tex Heart Inst J*. 2001;28(2):89-95.

18. Jatene FB, Fernandes PMP, Stolf NAG, Kalil R, Hayata ALS, Assad R, et al. Minimally invasive myocardial bypass surgery using video-assisted thoracoscopy *Arq Bras Cardiol*. 1997;68(2):107-11.

19. Jatene FB, Pego-Fernandes PM, Hueb AC, Oliveira PMd, Hervoso CM, Dallan LAO, et al. Revascularização do miocárdio por técnica minimamente invasiva: o que aprendemos após 3 anos com seu emprego. *Arq Bras Cardiol*. 1999.

20. Dogan S, Aybek T, Risteski P, Mierdl S, Stein H, Herzog C, et al. Totally endoscopic coronary artery bypass graft: initial experience with an additional instrument arm and an advanced camera system. *Surg Endosc*. 2004 Nov;18(11):1587-91.

21. Schachner T, Bonaros N, Wiedemann D, Weidinger F, Feuchtnner G, Friedrich G, et al. Training surgeons to perform robotically assisted totally endoscopic coronary surgery. *Ann Thorac Surg*. 2009 Aug;88(2):523-7.

-
22. Bonatti J, Schachner T, Bernecker O, Chevtchik O, Bonaros N, Ott H, et al. Robotic totally endoscopic coronary artery bypass: program development and learning curve issues. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004 Feb;127(2):504-10.
 23. Dallan L, Lisboa L, Abreu Filho C, Platanía F, Dallan L, Iglézias J, et al. Assistência robótica para dissecação minimamente invasiva da artéria torácica interna na revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2003;18(1):110.
 24. Jones SB, Jones DB. Surgical aspects and future developments of laparoscopy. *Anesthesiol Clin North America.* 2001 Mar;19(1):107-24.
 25. Satava RM. Surgical robotics: the early chronicles: a personal historical perspective. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2002 Feb;12(1):6-16.
 26. Cheah WK, Lee B, Lenzi JE, Goh PM. Telesurgical laparoscopic cholecystectomy between two countries. *Surg Endosc.* 2000 Nov;14(11):1085.
 27. Marescaux J, Leroy J, Rubino F, Smith M, Vix M, Simone M, et al. Transcontinental robot-assisted remote telesurgery: feasibility and potential applications. *Ann Surg.* 2002 Apr;235(4):487-92.
 28. Oehlinger A, Bonaros N, Schachner T, Ruetzler E, Friedrich G, Laufer G, et al. Robotic endoscopic left internal mammary artery harvesting: what have we learned after 100 cases? *Ann Thorac Surg.* 2007 Mar;83(3):1030-4.

29. Alderman EL. Angiographic correlates of graft patency and relationship to clinical outcomes. *Ann Thorac Surg.* 1996 Nov;62(5 Suppl):S22-5; discussion S31-2.
30. D'Ancona G, Karamanoukian HL, Ricci M, Schmid S, Bergsland J, Salerno TA. Graft revision after transit time flow measurement in off-pump coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2000 Mar;17(3):287-93.
31. D'Ancona G, Karamanoukian HL, Salerno TA, Ricci M, Bergsland J. Flow measurement in coronary artery surgery. *Ann Thorac Surg.* 2000 Apr;69(4):1300-1.
32. Bergsland J, D'Ancona G, Karamanoukian H, Ricci M, Schmid S, Salerno TA. Technical tips and pitfalls in OPCAB surgery: the buffalo experience. *Heart Surg Forum.* 2000;3(3):189-93.
33. Schonenberger E, Schnapauff D, Teige F, Laule M, Hamm B, Dewey M. Patient acceptance of noninvasive and invasive coronary angiography. *PLoS One.* 2007;2(2):e246.
34. Demaria RG, Vernhet H, Battistella P, Frapier JM, Rouviere P, Albat B. Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafts Assessment by Multislice Computed Tomography. *Heart Surg Forum.* 2004 Jan;7(1):51-4.
35. Schachner T, Bonaros N, Wiedemann D, Lehr EJ, Weidinger F, Feuchtnner G, et al. Predictors, causes, and consequences of conversions in robotically enhanced totally endoscopic coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg.* 2011 Mar;91(3):647-53.

36. Caynak B, Sagbas E, Onan B, Onan IS, Sanisoglu I, Akpinar B. Robotically enhanced coronary artery bypass grafting: the feasibility and clinical outcome of 196 procedures. *Int J Med Robot.* 2009 Jun;5(2):170-7.
37. Bonatti J, Schachner T, Bonaros N, Oehlinger A, Wiedemann D, Ruetzler E, et al. Effectiveness and safety of total endoscopic left internal mammary artery bypass graft to the left anterior descending artery. *Am J Cardiol.* 2009 Dec 15;104(12):1684-8.
38. Novick RJ, Fox SA, Kiaii BB, Stitt LW, Rayman R, Kodera K, et al. Analysis of the learning curve in telerobotic, beating heart coronary artery bypass grafting: a 90 patient experience. *Ann Thorac Surg.* 2003 Sep;76(3):749-53.
39. Vassiliades TA, Jr., Nielsen JL, Lonquist JL. Effects of obesity on outcomes in endoscopically assisted coronary artery bypass operations. *Heart Surg Forum.* 2003;6(2):99-101.
40. Duhaylongsod FG, Mayfield WR, Wolf RK. Thoracoscopic harvest of the internal thoracic artery: a multicenter experience in 218 cases. *Ann Thorac Surg.* 1998 Sep;66(3):1012-7.
41. D'Ancona G, Karamanoukian HL, Ricci M, Bergsland J, Salerno TA. Graft patency verification in coronary artery bypass grafting: principles and clinical applications of transit time flow measurement. *Angiology.* 2000 Sep;51(9):725-31.
42. D'Ancona G, Karamanoukian HL, Ricci M, Schmid S, Spanu I, Apfel L, et al. Intraoperative graft patency verification: should you trust your fingertips? *Heart Surg Forum.* 2000;3(2):99-102.

-
43. Leong DK, Ashok V, Nishkantha A, Shan YH, Sim EK. Transit-time flow measurement is essential in coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2005 Mar;79(3):854-7; discussion 7-8.
 44. Kim KB, Kang CH, Lim C. Prediction of graft flow impairment by intraoperative transit time flow measurement in off-pump coronary artery bypass using arterial grafts. *Ann Thorac Surg.* 2005 Aug;80(2):594-8.
 45. Herman C, Sullivan JA, Buth K, Legare J-F. Intraoperative graft flow measurements during coronary artery bypass surgery predict in-hospital outcomes. *Interact CardioVasc Thorac Surg.* 2008;7:582-5.
 46. Bauer SF, Bauer K, Ennker IC, Rosendahl U, Ennker J. Intraoperative bypass flow measurement reduces the incidence of postoperative ventricular fibrillation and myocardial markers after coronary revascularisation. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2005 Aug;53(4):217-22.
 47. Boodhwani M, Lam BK, Nathan HJ, Mesana TG, Ruel M, Zeng W, et al. Skeletonized internal thoracic artery harvest reduces pain and dysesthesia and improves sternal perfusion after coronary artery bypass surgery: a randomized, double-blind, within-patient comparison. *Circulation.* 2006 Aug 22;114(8):766-73.
 48. Kieser TM, Rose S, Kowalewski R, Belenkie I. Transit-time flow predicts outcomes in coronary artery bypass graft patients: a series of 1000 consecutive arterial grafts. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010 Aug;38(2):155-62.
 49. Lapierre H, Chan V, Sohmer B, Mesana TG, Ruel M. Minimally invasive coronary artery bypass grafting via a small thoracotomy versus off-pump: a case-matched study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011 Mar 8.

50. Gao C, Yang M, Wu Y, Wang G, Xiao C, Zhao Y, et al. Early and midterm results of totally endoscopic coronary artery bypass grafting on the beating heart. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011 Mar 7.
51. Narasimhan S, Srinivas VS, DeRose JJ, Jr. Hybrid coronary revascularization: a review. *Cardiol Rev.* 2011 May-Jun;19(3):101-7.
52. Rankin JS, Tuttle RH, Wechsler AS, Teichmann TL, Glower DD, Califf RM. Techniques and benefits of multiple internal mammary artery bypass at 20 years of follow-up. *Ann Thorac Surg.* 2007 Mar;83(3):1008-14; discussion 14-5.
53. Sabik JF, 3rd, Lytle BW, Blackstone EH, Houghtaling PL, Cosgrove DM. Comparison of saphenous vein and internal thoracic artery graft patency by coronary system. *Ann Thorac Surg.* 2005 Feb;79(2):544-51; discussion - 51.