

Dissertação de mestrado

REGISTRO DE ATERECTOMIA ROTACIONAL SEGUIDA DE
ANGIOPLASTIA CORONARIANA PERCUTANEA COM STENTS
FARMACOLÓGICOS DE SEGUNDA GERAÇÃO EM LESÕES
CALCIFICADAS

Débora Hoffmann Loro

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE:
CARDIOLOGIA E CIÊNCIAS CARDIOVASCULARES

REGISTRO DE ATERECTOMIA ROTACIONAL SEGUIDA DE
ANGIOPLASTIA CORONARIANA PERCUTANEA COM STENTS
FARMACOLÓGICOS DE SEGUNDA GERAÇÃO EM LESÕES
CALCIFICADAS

Autora: Débora Hoffmann Loro

Orientador: Dr Marco Vugman Wainstein

*Dissertação submetida como requisito
para obtenção do grau de Mestre ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde, Área de
Concentração: Cardiologia e Ciências
Cardiovasculares, da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul.*

Porto Alegre

2019

CIP - Catalogação na Publicação

Loro, Debora Hoffmann

Registro de Aterectomia rotacional seguida de angioplastia coronariana percutanea com stents farmacológicos de segunda geração em lesões calcificadas / Debora Hoffmann Loro. -- 2019.

76 f.

Orientador: Marco Vugman Wainstein.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. aterectomia rotacional. 2. calcificação vascular. 3. stents farmacológicos. I. Wainstein, Marco Vugman, orient. II. Título.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | 5 |
| 1. RESUMO E PALAVRAS CHAVE - ABSTRACT AND KEYWORDS | 7 |
| 2. INTRODUÇÃO | 9 |
| 3. REVISÃO DA LITERATURA | 10 |
| 3.1 DOENÇA ARTERIAL CORONARIANA | 10 |
| 3.2 ATEROSCLEROSE | 10 |
| 3.3 CALCIFICAÇÕES CORONÁRIAS | 10 |
| 3.4 AVALIAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS CALCIFICAÇÕES CORONARIANAS | 11 |
| 3.4.1 CLASSIFICAÇÃO DAS LESÕES CORONARIANAS | 12 |
| 3.5 TRATAMENTO DAS LESÕES CORONARIANAS CALCIFICADAS | 13 |
| 3.5.1 TRATAMENTO CIRÚRGICO | 14 |
| 3.5.2 TRATAMENTO PERCUTÂNEO | 14 |
| 3.5.2.1 MÉTODOS ADJUVANTES | 16 |
| 3.5.2.1.1 ATERECTOMIA ROTACIONAL | 16 |
| 3.5.2.1.1.1 LESÕES OSTIAIS | 20 |
| 3.5.2.1.1.2 REESTENOSE INTRASTENTS | 20 |
| 3.5.2.1.1.3 OCLUSÃO CRÔNICA | 22 |
| 3.5.2.1.1.4 CONTRA INDICAÇÕES | 22 |
| 3.5.2.1.1.5 RECOMENDAÇÕES DAS DIRETRIZES | 22 |
| 3.5.2.1.2 BALÕES ATEROABRASIVOS | 23 |
| 3.5.2.1.3 ATERECTOMIA ORBITAL | 24 |
| 3.5.2.1.4 ATERECTOMIA COM LASER | 25 |
| 4. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS | 27 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 28 |
| 6. ARTIGOS | 37 |
| 6.1 ARTIGO EM PORTUGUÊS | 37 |
| 6.2 ARTIGO EM INGLÊS | 56 |
| 7. CONCLUSÃO | 72 |
| 8. APÊNDICE | 73 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Português

ACL: Aterectomia Coronária com Laser

ACTP: Angioplastia Coronariana Transluminal Percutânea

AVC: Acidente Vascular Cerebral

AVCi: Acidente Vascular Cerebral Isquêmico

CAC: Calcificação Arterial Coronariana

CRM: Cirurgia de Revascularização do Miocárdio

DAC: Doença Arterial Coronariana

DM: Diabete Mellitus

DRC: Doença Renal Crônica

ECAM: Eventos Cardiovasculares Adversos Maiores

HAS: Hipertensão Arterial Sistêmica

HD: Hemodiálise

IAM: Infarto Agudo do Miocárdio

IAMCST: Infarto Agudo do Miocárdio com supradesnivelamento do segmento ST

IAMSST: Infarto Agudo do Miocárdio sem supradesnivelamento do segmento ST

IIQ: Intervalo Interqueartílico

IM: Infarto do Miocárdio

IC: Intervalo de Confiança

ICC: Insuficiência Cardíaca Congestiva

ICP: Intervenção Coronariana Percutânea

TC: Tomografia computadorizada

TCE: Tronco da Coronária Esquerda

TCO: Tomografia de Coerência Ótica

RPM: Rotações Por Minuto

RR: Risco Relativo

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Inglês

ACC: American College of Cardiology

ACS: Acute Coronary Syndrome

AHA: American Heart Association

AMI: Acute Miocardial Infarction

BMS: Bare Metal Stent

CABG: Coronary Artery Bypass Graft

CAC: Coronary Artery Calcification

CCS: Canadian Cardiovascular Society

CT: Computed Tomography

DES: Drug-Eluting Stent

IVUS: Intravascular Ultrasound

IQR: interquartile range

LAD: Left Anterior Descending

LCX: Left Circumflex artery

LMCA: Left Main Coronary Artery

MACE: Major Adverse Cardiovascular Event

NSTEMI: non-ST Segment Elevation Myocardial Infarction

PCI: Percutaneous Coronary Intervention

OCT: Optical Coherence Tomography

RA: Rotational Atherectomy

RCA: Right Coronary Artery

RPM: Rotation per Minute

SD: standard deviation

STEMI: ST Segment Elevation Myocardial Infarction

SYNTAX: Synergy Between Percutaneous Coronary Intervention With Taxus and Cardiac Surgery

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences

STS: Society of Thoracic Surgeons

1 RESUMO

Introdução: O tratamento percutâneo de lesões coronarianas calcificadas apresenta maior risco de complicações e menor taxa de sucesso quando comparado com lesões sem calcificação. A aterectomia rotacional é um método adjuvante que prepara a lesão antes do implante do stent, melhorando o resultado do procedimento, principalmente com o uso de stents farmacológicos de última geração.

Objetivo: O objetivo desse estudo foi avaliar os resultados imediatos e os desfechos após procedimentos com aterectomia rotacional seguida de angioplastia com stents farmacológicos de segunda geração em pacientes com lesões coronarianas calcificadas realizados no Hospital Moinhos de Vento (HMV) nos últimos 7 anos, pois existem poucos dados na literatura sobre a realidade local.

Métodos: foram descritos o sucesso no procedimento e a ocorrência, em 30 dias e 1 ano, do desfecho combinado de eventos cardiovasculares adversos maiores (ECAM), definido como óbito, óbito cardiovascular, infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral, de 47 pacientes submetidos a angioplastia coronariana percutânea com implante de stents farmacológicos de segunda geração após aterectomia rotacional no HMV de julho de 2012 a janeiro de 2019.

Resultados: A taxa de sucesso na angioplastia foi de 97,9%. Ocorreu um óbito durante o procedimento. A ocorrência de ECAM em 30 dias foi de 2 (4,3%) e ao final de 1 ano 10 (21,3%).

Conclusões: Nos pacientes com lesões coronarianas altamente calcificadas, a taxa de sucesso no procedimento foi elevada e foram baixas taxas de ECAM em 30 dias e 1 ano.

Palavras chave: aterectomia rotacional, calcificação vascular, stents farmacológicos

ABSTRACT

Background: Percutaneous treatment of calcified coronary lesions has higher risks of complications and lower success rates compared to non-calcified lesions. Rotational atherectomy is an adjuvant method to prepare calcified lesions prior to stenting, improving outcomes, mainly with the use of last generation drug-eluting stents.

Objective: The objective of this study was to assess the immediate results and the outcomes following procedures with rotational atherectomy followed by angioplasty with second-generation drug-eluting stents in patients with calcified coronary lesions performed at Hospital Moinhos de Vento (HMV) during the last seven years, because data on the local reality is scarce in the literature.

Methods: We described the successes in the procedure and the occurrence, in thirty days and one year, of the major adverse cardiovascular events (MACE), defined as a combined outcome of death, cardiovascular death, myocardial infarction and stroke, of 47 patients submitted to percutaneous coronary angioplasty with second-generation drug-eluting stents after rotational atherectomy at HMV from July 2012 to January 2019.

Results: Angioplasty had a 97.9 percent success rate, with one death occurring during the procedure. There were two (4.3 percent) adverse cardiovascular events within 30 days and 10 (21.3 percent) within 1 year.

Conclusions: In patients with highly calcified coronary lesions, the rate of successes in the procedure was high with low rates of MACE in thirty days and one year.

Keywords: coronary atherectomy, vascular calcification, drug eluting-stents

2 INTRODUÇÃO

O tratamento percutâneo de lesões coronarianas calcificadas permanece um desafio, visto que apresenta maior risco de complicações como dissecação e dilatação incompleta do stent, com consequentes taxas de trombose e reestenose maiores quando comparado com lesões sem calcificação. A adequada modificação da placa aterosclerótica calcificada antes da angioplastia com stent tem se mostrado essencial para o sucesso do procedimento nesse cenário. Dentre as técnicas disponíveis para a preparação da placa está a aterectomia rotacional, que através da ablação da calcificação por uma ogiva de diamante, consegue aumentar o diâmetro luminal e permite a adequada expansão e aposição do stent. A utilização dos stents farmacológicos de segunda e terceira geração tem demonstrado baixas taxas de reestenose e trombose intrastent. A aterectomia rotacional está indicada nos casos em que o stent não ultrapassa a lesão, ou quando é previsto insucesso com a angioplastia convencional, não estando indicada em todas as angioplastias de lesões calcificadas por não haver benefício do seu uso rotineiro.

O objetivo desse estudo foi avaliar os resultados imediatos e os desfechos 30 dias e 1 ano após procedimentos com aterectomia rotacional seguida de angioplastia com stents farmacológicos de segunda geração em pacientes com lesões coronarianas calcificadas realizados no Hospital Moinhos de Vento (HMV) nos últimos 7 anos, pois existem poucos dados na literatura sobre a realidade local.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 DOENÇA ARTERIAL CORONARIANA (DAC)

As doenças cardiovasculares são a maior causa de morte no Brasil e no mundo, e dentre elas a doença arterial coronariana é uma das principais. Em 2013 as doenças arteriais coronarianas foram a principal causa de morte em todo o mundo, tendo sido a causa de 8,14 milhões de mortes (16,8%), um aumento em relação às 5,74 milhões de mortes (12%) em 1990.¹

3.2 ATEROSCLEROSE CORONARIANA

As placas ateroscleróticas coronarianas iniciam como placas moles com as células espumosas (macrófagos com conteúdo lipídico), com formação de um núcleo lipídico, posteriormente substituído por tecido fibromuscular, e que se transformam em fibrose ou sofrem calcificação. A DAC estável mais comumente se manifesta pela angina, que é decorrente da redução luminal secundária ao crescimento dessas placas. Já as síndromes coronarianas agudas podem se manifestar em qualquer estágio da placa em virtude de uma ruptura ou erosão da placa levando a trombose subsequente.² A ruptura de uma placa é a principal causa suspeita de morte em 60% dos pacientes com morte súbita cardíaca e trombose, cuja apresentação clínica é o infarto agudo do miocárdio com supradesnivelamento do segmento ST (IAMCSST).³

3.3 CALCIFICAÇÃO ARTERIAL CORONARIANA

O processo de calcificação arterial coronariana (CAC) pode iniciar sobre as placas ateroscleróticas presentes na camada íntima, ou na camada média arterial. Os fatores de risco para ambos os processos são semelhantes. Algumas características clínicas do paciente favorecem a formação de placas ateroscleróticas altamente calcificadas, sendo

os principais fatores de risco a idade, dislipidemia, tabagismo, doença renal crônica (DRC), hemodiálise (HD), diabetes (DM), hipertensão arterial (HAS), hipercalcemia e hiperfosfatemia, mas podem se manifestar em qualquer paciente sem essas características.⁴

A prevalência da CAC é idade e sexo dependente, ocorrendo em 90% dos homens e 67% das mulheres acima dos 70 anos.⁵ A CAC resulta em redução da complacência vascular, resposta vasomotora anormal e prejuízo na perfusão miocárdica.^{6,7}

3.4 AVALIAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS CALCIFICAÇÕES CORONARIANAS

A avaliação da calcificação coronariana pode ser feita através de diversos métodos. De maneira invasiva, pela angiografia coronária, pelo ultrassom intracoronário (IVUS)⁸ e pela tomografia de coerência ótica (TCO)⁹. De forma não invasiva, o cálcio pode ser quantificado por tomografia computadorizada (TC)¹⁰.

A angiografia coronária tem baixa a moderada sensibilidade comparada ao IVUS e TC para detecção do cálcio coronário, mas tem alta especificidade e valor preditivo positivo alto.^{10,11} Angiograficamente a CAC é classificada em 3 grupos: nenhuma/mínima, moderada e severa. A calcificação severa é definida por radiopacidade visível sem movimento cardíaco antes da injeção de contraste, comprometendo geralmente ambos os lados do lúmen arterial, e as moderadas notadas apenas durante o ciclo cardíaco antes da injeção de contraste.¹²

O ultrassom intracoronário (IVUS) é mais acurado que a cinecoronariografia na detecção de cálcio, com sensibilidade de 90-100% e especificidade de 99-100%.¹³ A análise por radiofrequência do sinal do IVUS permite a diferenciação dos componentes da placa, caracterizando se ela é predominantemente fibrótica, fibrogordurosa, se tem core necrótico e a densidade do cálcio.¹⁴ No estudo PROSPECT (*Providing Regional Observations to Study Predictors of Events in the Coronary Tree*) no qual foi utilizado o IVUS com radiofrequência nas 3 coronárias, os pacientes com maior densidade e volume

de cálcio foram mais propensos a apresentar características de aterosclerose de alto risco e maiores taxas de evento cardiovascular adverso maior (ECAM) em 3 anos.^{15,16,17}

A tomografia de coerência óptica (TCO) consegue uma imagem de maior resolução que a do IVUS¹⁸, com sensibilidade (95-100%) e especificidade (97-100%) parecidas.¹³ Em alguns casos, TCO ainda pode mensurar o volume de cálcio e sua espessura.¹⁸

A tomografia computadorizada (TC) de tórax é o único método não invasivo para a detecção de escore de cálcio coronário, e apresenta alta sensibilidade e especificidade.¹⁹ Quando avaliado em conjunto com os outros fatores de risco em uma análise multivariada, o escore de cálcio coronário fornece informações incrementais independentes na predição de mortalidade por todas as causas, sendo pior o prognóstico dos pacientes com calcificações coronárias extensas.²⁰ Um estudo com 9.715 indivíduos assintomáticos mostrou que a mortalidade em 15 anos para aqueles com escore de cálcio zero foi de 3%, enquanto para aqueles com escore de cálcio maior que 1000, a mortalidade foi de 28%, havendo relação direta entre o aumento do escore de cálcio com a mortalidade.^{21,22}

A extensão da CAC se correlaciona com o grau de aterosclerose e taxa de eventos cardíacos futuros.²³ A presença de CAC é associada com piores desfechos na população geral e naqueles pacientes submetidos a revascularização.²⁴

3.4.1 CLASSIFICAÇÃO DAS LESÕES CORONARIANAS

Em 1988 o *American College of Cardiology* (ACC) e a *American Heart Association* (AHA) introduziram uma classificação baseada na probabilidade de sucesso do procedimento de ICP com balão e no risco de oclusão aguda do vaso. Nessa classificação (ACC/AHA), a complexidade angiográfica da lesão coronária foi dividida em três grupos: tipo A, elevado sucesso e baixo risco de complicações; tipo B, moderado sucesso e moderado risco; e tipo C, baixo sucesso e elevado risco.²⁵ Posteriormente as

lesões tipo B foram divididas em B1 (presença de apenas uma característica tipo B) e B2 (presença ≥ 2 características tipo B), pela diferença significativa no risco de complicações agudas entre os subgrupos B1 e B2 ($p = 0,03$). As taxas de sucesso do procedimento foram de 91%, 86%, 79% e 68% para as lesões tipo A, B1, B2 e C, respectivamente.²⁶

O escore SYNTAX (*Synergy Between Percutaneous Coronary Intervention With Taxus and Cardiac Surgery*) foi criado com o objetivo de quantificar a complexidade angiográfica da doença arterial coronariana (DAC), levando em consideração, além do número e localização das lesões, a morfologia de cada estenose. Para tal, esse escore adaptou várias classificações, definições e escores prévios, para criar um algoritmo abrangente e prático. De maneira geral, ele se diferencia dos demais escores por proporcionar valor aditivo a características de complexidade, como tortuosidade, calcificação, bifurcação, oclusão, e presença de trombo. O escore SYNTAX apresenta-se como uma ferramenta potencialmente útil para guiar a decisão clínica, além de descrever em detalhe a complexidade da DAC.²⁷

O escore SYNTAX II combina fatores angiográficos e clínicos, os quais se mostraram fatores prognósticos de mortalidade no acompanhamento tardio no estudo SYNTAX. São eles idade, clearance de creatinina, função ventricular esquerda, sexo, presença de doença pulmonar obstrutiva crônica e/ou doença vascular periférica. Estudos recentes demonstraram que o escore SYNTAX II teve melhor valor prognóstico em termos de mortalidade tardia (4 anos) que o escore SYNTAX original em pacientes complexos com doença multiarterial e/ou TCE (tronco da coronária esquerda), devendo, portanto, também ser considerado na tomada de decisão.²⁸

3.5 TRATAMENTO DAS LESÕES CORONARIANAS CALCIFICADAS

O manejo da doença arterial coronariana em pacientes com lesões muito calcificadas inclui, além do tratamento clínico, a revascularização, que pode ser com cirurgia de revascularização miocárdica (CRM) ou com intervenção coronariana

percutânea (ICP).⁴ Deve se definido de acordo com o perfil do paciente, modo de apresentação da doença, e idealmente decidido pelo *heart team* a melhor indicação de tratamento individualizado para cada paciente. O score Syntax é utilizado para classificação das lesões, e os escores clínicos de avaliação de risco cirúrgico da STS (*Society of Thoracic Surgeons*) devem ser calculados, contribuindo nesta decisão.²⁹ O tratamento dos pacientes com lesões calcificadas é um grande desafio pois geralmente são pacientes com idade avançada ou com múltiplos fatores de risco que acabam apresentando um risco cirúrgico alto. A angioplastia de lesões calcificadas também é desafiadora, pois geralmente a aposição dos stents não é adequada, e o risco de complicações como trombose e reestenose de stent é maior que nas lesões não calcificadas.³⁰

3.5.1 TRATAMENTO CIRÚRGICO

Vasos calcificados representam um desafio técnico para o cirurgião. Lesões gravemente calcificadas têm sido associadas a complicações ateroembólicas e revascularização incompleta após cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM), resultando em piores desfechos em pacientes de alto risco.³¹ Além disso, os pacientes com CAC são mais propensos a desenvolver calcificações nos enxertos de veia safena, um forte preditor de falência precoce e tardia do enxerto.³² Entre 755 pacientes com síndromes coronarianas agudas sem elevação do segmento ST, submetidos a revascularização miocárdica, no estudo prospectivo ACUITY, a CAC grave foi independentemente associada à ocorrência de morte ou infarto do miocárdio (IM) e ECAM em 1 ano.³³

3.5.2 TRATAMENTO PERCUTÂNEO

A cardiologia intervencionista pode-se dizer que iniciou em 1977 com a primeira angioplastia por balão³⁴, passou pela introdução dos stents convencionais ou “*bare-metal*” (BMS) nos anos 1980³⁵ e pelo desenvolvimento de stents farmacológicos ou eluídos com drogas (“*Drug-eluting Stents*” – DES) nos anos 2000 inicialmente recobertos com sirolimus,³⁶ depois com paclitaxel³⁷, com evolução constante sendo mais recentemente recobertos com everolimus e zotarolimus^{38,39}.

A CAC aumenta a probabilidade de falha do procedimento e complicações após a angioplastia com balão.²⁶ Placas calcificadas não complacentes frequentemente requerem dilatação de alta pressão, aumentando o risco de dissecação coronariana e trombose. Além disso, a tensão aplicada do balão à parede do vaso pode não ser uniforme ao longo do comprimento da lesão, devido a quantidades variáveis de calcificação, aumentando ainda mais o risco de dissecação e fechamento agudo do vaso, infarto agudo do miocárdio, reestenose e ECAM.⁴ De maneira geral, a ICP nesse tipo de lesão pode ser laboriosa e associada a procedimentos mais complexos e prolongados, além de maior exposição à radiação, aumento na utilização de contraste, e maior ocorrência de complicações intraprocedimento em comparação com a ICP em lesões não calcificadas. Conseqüentemente, as taxas de sucesso técnico, angiográfico, e do procedimento de ICP, são geralmente reduzidas nestas lesões.⁴⁰ Lesões muito calcificadas acarretam risco de expansão inadequada do stent (incompleta e assimétrica) devido à redução da distensibilidade do vaso. Verificou-se que as placas fibrocálcicas diminuem o grau de expansão do stent ^{41,42} e podem aumentar a taxa de reestenose.⁴³ A calcificação da lesão alvo, que mede mais de um quarto da circunferência do vaso, tem sido relatada como um fator de risco para a expansão incompleta do stent.⁴⁴ Subexpansão dos DES, área luminal mínima do stent, e lesões longas têm sido relatadas como os principais fatores para reestenose e trombose de stent.^{45,46}

O implante de BMS comparado com a angioplastia com balão aumentou a sobrevida livre de eventos³⁵, mas os DES reduziram drasticamente a taxa de reestenose intra-stent e conseqüentemente a taxa de nova revascularização de vaso-alvo comparado com os stents metálicos convencionais, principalmente com os stents de última geração.⁴⁷ No entanto, a angioplastia de lesões altamente calcificadas, mesmo utilizando DES, tem resultados piores comparados às lesões não calcificadas.⁴⁸ Por esse motivo, ao longo da evolução do tratamento percutâneo e da angioplastia, foram sendo desenvolvidas técnicas para melhorar a aposição dos stents, na tentativa de reduzir as complicações após o implante de stents sobre essas lesões.

3.5.2.1 MÉTODOS ADJUVANTES

Alguns dispositivos e técnicas têm sido desenvolvidas e testadas para tentar superar as dificuldades apresentadas na abordagem de lesões calcificadas, visando facilitar a abertura das mesmas e o acesso aos stents. Dentre eles podemos citar a aterectomia rotacional (AR), alvo do nosso estudo, os balões ateroabrasivos como o cutting balloon e o scoring balloon, e a aterectomia orbital.^{49,50,51,52}

Essas técnicas fazem um remodelamento da placa para melhor acomodar os stents e mostraram-se úteis na redução de reestenose e trombose de stents no tratamento de lesões calcificadas. A adequada modificação da placa antes da implantação do DES é a chave para o tratamento de lesões calcificadas.^{45,53}

Outras técnicas foram desenvolvidas ao longo desse período, mas abandonadas devido a sua inferioridade e maior risco de complicações, como a aterectomia direcional e a terapia com laser.

3.5.2.1.1 ATERECTOMIA ROTACIONAL

A aterectomia rotacional (Rotablator®, Boston Scientific) foi desenvolvida para a abordagem de lesões calcificadas, é uma técnica que utiliza uma ogiva de diamante

revestida para acessar placas ateroscleróticas calcificadas, causando a fragmentação da placa através de alta rotação, e dispersão em forma de micro-fragmentos levando a um aumento no diâmetro luminal. Estes fragmentos, em média com 5 μ m de diâmetro (menores que o tamanho de uma hemácia), passam para a circulação capilar e são, em seguida, retirados pelo sistema retículo-endotelial.⁴⁹

O uso de AR iniciou na década de 1990 de forma promissora, quando era usada em cerca de 10% das ACTP nos Estados Unidos,⁵⁴ mas diminuiu drasticamente devido à publicação de resultados desanimadores, com altas taxas de reestenose intra-stent e elevadas taxas de complicações peri-procedimentos na era pré-DES.⁵⁵ Na era pré stents, seu uso foi associado ao aumento da hiperplasia neointimal, reestenose e necessidade de revascularização repetida do vaso alvo. A reestenose é menor após angioplastia com stents convencionais do que angioplastias com balão, mas ainda assim apresentava altas taxas.⁵⁴ Com o surgimento dos DES, que demonstraram grande redução na reestenose, a técnica de aterectomia rotacional ressurgiu, sendo realizados novos estudos, com o implante desses novos stents.⁵⁶ Os DES de 1ª geração colocados após AR reduziram os desfechos em relação aos stents bare-metal, porém as taxas de reestenose seguiram altas com 6,8–21,2%.^{57,58,59} A principal justificativa para o reaparecimento da AR na era dos DES deve-se ao fato de que esses dispositivos tem resultados mais previsíveis a longo prazo e passaram a ser indicados em lesões progressivamente mais complexas tendo a calcificação excessiva sua maior limitação para o uso.⁶⁰

A AR faz uma preparação da placa, levando a uma maior navegabilidade do stent e melhora das taxas de sucesso do procedimento.⁶¹ A reestenose está associada à má expansão do stent (pseudoreestenose), que acontece principalmente em lesões muito calcificadas. Ela pode ser prevenida com a expansão completa do stent. Estudos com IVUS demonstraram que a AR permitiu a expansão segura e previsível de stents em

lesões calcificadas. A expansão do stent foi semelhante aos resultados do IVUS em lesões não calcificadas.⁶⁰

Apesar dos dados satisfatórios sobre desfechos peri-procedimento, há potencial complicação de fenômenos de “slow-flow” e “no-flow” devido ao fluxo de micro-fragmento. A técnica inicial da aterectomia rotacional consistia em debulking mais agressivo.⁴⁹ Algumas evidências sugerem que a alta rotação usada durante a ablação com AR aumenta a ativação plaquetária⁶² e que o contato prolongado da ogiva com a parede vascular gera calor considerável, que podem afetar negativamente o resultado do procedimento com maiores taxas de complicação e reestenose.^{62,63,64,65,66,67} Com base nessas considerações, em 1999 o estudo SARS testou a aterectomia rotacional com algumas modificações técnicas, com o intuito de reduzir o trauma a parede do vaso. A velocidade de rotação foi reduzida de 180.000 para 140.000 a 160.000 RPM, a ablação realizada com movimentos repetitivos de vai e vem, evitando redução da velocidade de rotação maior que 3.000 RPM, as lesões longas foram separadas em segmentos, e cada segmento abalado separadamente, uso de ogivas menores de 0,75 em relação ao diâmetro do vaso, e para prevenir o espasmo coronário, foram utilizados vasodilatadores como nitroglicerina e verapamil. Foi utilizada a angioplastia com balão não complacente com baixas pressões como método adjunto. Foi o primeiro estudo a acessar os resultados da técnica de aterectomia rotacional modificada em lesões longas e calcificadas, e mostrou redução da taxa de reestenose (28,1%) comparada aos estudos prévios. Apesar de ser um estudo não randomizado e com amostra modesta (n=111), gerou dados iniciais sobre a técnica modificada, que foi posteriormente testada em estudos randomizados.⁶⁸

Em 2001 foi publicado o estudo CARAT que testou a aterectomia rotacional realizada de 2 maneiras: com ogiva grande (relação ogiva/artéria >0,7) para atingir o máximo debulking (estratégia debulking lesion) ou com ogivas pequenas (relação ogiva/artéria ≤ 0.7) para modificar a complacência da lesão estratégia de modificação da lesão).

222 pacientes em 6 centros foram randomizados (104 pacientes com 118 lesões para ogiva grande e 118 pacientes com 136 lesões para ogiva pequena). O desfecho primário foi o diâmetro final da estenose no fim do procedimento. O grupo que utilizou ogivas maiores apresentou mais complicações angiográficas serias (5.1% vs. 12.7%, $P < 0.05$). O estudo demonstrou que a utilização de ogivas menores alcança o mesmo diâmetro luminal imediato e mesma taxa de revascularização do vaso alvo tardia comparado com a estratégia mais agressiva de debulking com ogiva maior, com menos complicações angiográficas.⁶⁹ No mesmo ano, o estudo STRATAS randomizou 497 pacientes para terapia agressiva com rotablator (70-90% relação ogiva/artéria) ou rotablator padrão (50-70% relação ogiva/artéria). Em 6 meses não foram observadas diferenças significativas entre os grupos em relação ao diâmetro luminal médio, reestenose ou eventos clínicos.⁷⁰

Em 2013, o estudo ROTAXUS comparou a estratégia de preparação de lesões calcificadas antes do implante de stent farmacológico TAXUS (paclitaxel), versus implante de stent sem RA, apenas com pré dilatação por balão. O estudo incluiu 240 pacientes com lesões complexas em coronárias nativas, randomizados 1:1 para aterectomia rotacional ou tratamento padrão com dilatação por balão, para avaliar a perda de lumen intra-stent em 9 meses. Houve cross over maior para o grupo RA (12.5% vs. 4.2%, $p = 0.02$), resultando em maior sucesso no grupo RA (92.5% vs. 83.3%, $p = 0.03$). Porém, em 9 meses, a perda luminal intra-stent foi maior no grupo RA (0.44 0.58 vs. 0.31 0.52, $p = 0.04$), apesar do ganho luminal inicial (1.56 0.43 vs. 1.44 0.49 mm, $p = 0.01$). Os desfechos secundários reestenose, revascularização do vaso alvo, trombose de stent e ECAM foram similares entre os grupos. Com esses resultados, a indicação de aterectomia rotacional antes do implante de stents farmacológicos é sugerida em casos nos quais se pressupõe não obter sucesso com a pré dilatação com balão, não sendo indicada de rotina para preparação das lesões.⁵⁹

Os stents farmacológicos demonstraram resultados favoráveis quando implantados em lesões complexas, mas ainda são observadas altas taxas de eventos comparado com lesões simples, mesmo na era dos stents farmacológicos de nova geração.^{71,72}

Teoricamente, AR e DES podem agir sinergicamente em lesões complexas, a aterectomia evitando dano ao revestimento do stent e o DES suprimir a proliferação neointimal. Para obter a efetividade desejada dos stents farmacológicos a longo prazo, é importante o sucesso inicial no implante do stent, muitas vezes sendo essencial a preparação da placa em pacientes com anatomia complexa e lesões calcificadas.⁵³

A aterectomia rotacional configura-se como uma ferramenta bastante útil e eficaz em lesões complexas com alta carga de calcificação, sendo o método ateroablativo mais utilizado neste cenário (5-6% dos casos).⁷³ Sua principal indicação ocorre em situações onde não é possível cruzar a lesão com cateter balão e/ou stent, ou quando não se obtém expansão completa do cateter balão durante a pré-dilatação.⁷⁴ Dentre as complicações reportadas, destacam-se as dissecções, fluxo lentificado, embolização distal, fechamento abrupto do vaso, e perfuração, que podem levar a dor torácica, bradicardia, hipotensão durante o procedimento, e ECAM na fase hospitalar.^{75,76}

3.5.2.1.1.1 LESÕES OSTIAIS

O tratamento de lesões ostiais assim como de artérias altamente calcificadas também é um desafio, sendo consideradas lesões de difícil manejo e com maior risco de complicações no procedimento.⁷⁷ A AR associada a angioplastia com balão se mostrou segura e eficaz no tratamento de lesões ostiais, e foi associada a maior taxa de sucesso e menor taxa de complicações maiores quando comparada a angioplastia convencional.⁷⁸

3.5.2.1.1.2 REESTENOSE INTRASTENTS

A aterectomia rotacional também foi testada em reestenoses de stents, e mostrou-se útil na ablação de estruturas metálicas de stents prévios. Na era pré DES, a reestenose intrastent, geralmente secundária a hiperplasia neointimal, tinha alta taxa de recorrência após tratamento intervencionista. Em 1998, foi realizado estudo para avaliar a segurança e resultado a longo prazo da aterectomia rotacional seguida de angioplastia por balão para tratamento de reestenose intrastent. A aterectomia rotacional mostrou-se segura e factível para o tratamento de reestenose intrastent e foi associado com menor recorrência comparado aos controles históricos de angioplastia por balão.⁷⁹ Lesões muito calcificadas e com má expansão apresentam altas taxas de reestenose, que pode ser tratada com aterectomia rotacional e ablação da estrutura metálica do stent com baixas taxas de complicação.⁸⁰

A aterectomia rotacional foi testada em outros cenários, em lesões não calcificadas. Em 2002, o estudo ARTIST avaliou o uso de RA para o tratamento de reestenose intrastent, e encontrou como resultado que o grupo RA + ACTP (Angioplastia Coronariana Transluminal Percutânea) teve mais reestenoses comparados com o grupo de ACTP isolada (65% x 51%; p= 0,039).⁸¹ Em contraste aos resultados do ARTIST, em 2004 o estudo ROSTER avaliou o tratamento de reestenose intrastent com aterectomia rotacional comparado a angioplastia com balão. Ambas estratégias se mostraram seguras e eficazes, sendo que o grupo da aterectomia rotacional apresentou menor hiperplasia intimal residual, menor utilização de stent e menor taxa de revascularização da lesão alvo, com ECAM significativamente menor em 1 ano.⁸²

A maioria das reestenoses intrastents podem ser tratadas com angioplastia com balão seguida de implante de DES ou angioplastia com balão farmacológico, mas em casos onde não há sucesso dessa técnica e/ou existe extensa calcificação adjacente ao segmento com reestenose, pode-se usar a aterectomia rotacional como adjuvante.⁸³

3.5.2.1.1.3 OCLUSÃO CRÔNICA

Em 2008 o estudo DOCTORS avaliou os resultados da AR em oclusão crônica. A taxa de ECAM em 1 ano foi menor no grupo debulking (AR) que no grupo que não foi submetido a AR (27.5% vs 39.8%; P=0.033), sem aumento na taxa de reestenose em 6 meses. A AR foi associada com desfechos favoráveis a medio prazo com menor taxa de revascularização da lesão alvo.⁸⁴

A impossibilidade de cruzamento da oclusão crônica pelo cateter balão ocorre em aproximadamente 7% daquelas nas quais a guia passou com sucesso. A aterectomia rotacional é uma técnica segura e efetiva para contornar essa situação frustrante, tendo sido efetiva em 95% dos casos.⁸⁵

3.5.2.1.1.4 CONTRA INDICAÇÕES

Embora a aterectomia rotacional (AR) seja usada para lesões calcificadas na intervenção coronária percutânea, existem várias contraindicações e precauções, sendo elas: lesões de enxertos de veia safena, presença de trombo, dissecação de artéria coronária, infarto agudo do miocárdio com supradesnivelamento do segmento ST (IAMCSST), ou lesão angulada (>45°) ou muito tortuosa. O uso *off label* da AR em pacientes com pelo menos uma dessas características foi associado a maior ocorrência de “slow flow” e IM periprocedimento. (slow flow 30% vs 18%, p 0,06; MI 8,8% vs 2,1%, p 0,04).⁸⁶ Em estudo chinês a AR mostrou-se segura e eficaz em pacientes com IM recente <30 dias ou IAM (infarto agudo do miocárdio), sendo o IM um preditor independente de desfechos a curto e longo prazo.⁸⁷

3.5.2.1.1.5 RECOMENDAÇÕES DAS DIRETRIZES

A Diretriz Brasileira de Intervenção Coronariana percutânea recomenda a utilização da aterectomia rotacional como ferramenta de preparo da lesão coronária calcificada em

casos selecionados, com anatomia factível, a ser realizada em centros com experiência técnica, como classe IIa nível de evidencia B.⁸⁸ A referência para esta indicação vem do estudo ROTATE, um registro multicêntrico de 9 instituições entre 2002 e 2013 que avaliou os desfechos intra hospitalares e ECAM durante o seguimento de pacientes com lesões de novo calcificadas e tratadas com RA e implante de stents metálicos. Foram 1176 lesões tratadas, e a incidência de ECAM intrahospitalar foi de 8,3% principalmente por infarto periprocedimento. Em um ano a incidência de ECAM foi de 16% e em 2 anos de 24,9%, principalmente devido a necessidade de revascularização de vaso alvo. O uso de stents farmacológicos foi associado com redução de ECAM (HR 0.42, 95% IC: 0.26-0.67, $p < 0.001$). Hemodiálise foi um preditor independente de risco para ECAM intra e extra hospitalar.⁷⁴

As diretrizes 2011 da ACC/AHA de ICP recomenda aterectomia rotacional para lesões altamente calcificadas como classe IIa , nível de evidência é C.²⁹

A diretriz europeia de revascularização miocárdica de 2018 reforça que a preparação das lesões muito calcificadas é de extrema importância para o sucesso da intervenção coronariana percutânea. O uso da angioplastia com balão (convencional ou não complacente), cutting balloon, scoring balloon e aterectomia rotacional podem ser necessários em lesões selecionadas, particularmente naquelas com muita calcificação, para melhor sucesso da angioplastia com stent. Seu uso não é recomendado de rotina, pois os estudos com aterectomia rotacional falharam em demonstrar benefícios clínicos para o uso sistemático.⁸⁹

3.5.2.1.2 BALÕES ATEROABRASIVOS

O “*Cutting Balloon*” (CB) é um cateter contendo um balão armado com 3-4 lamina microcirúrgicas que ao inflar causa compressão e fratura da placa calcificada. Seu uso é seguro e tecnicamente fácil, e estudos mostraram resultados satisfatórios.^{90,91} O CB foi

introduzido antes do stent para simplificar a preparação da lesão em lesões calcificadas e fibróticas, e atualmente foram reciclados como balões ateroabrasivos não deslizantes mais eficazes para tratar a reestenose intrastent e são novamente propostos para preparação da lesão, agora que a hiperplasia intrastent é um evento menos comum na era do stent farmacológico.

Em 2018, o estudo PREPARE-CALC avaliou 2 diferentes maneiras de preparação das lesões calcificadas antes do implante de stents farmacológicos em lesões altamente calcificadas em coronárias nativas. A aterectomia rotacional foi agora comparada aos balões modificados ateroabrasivos (*scoring balloon ou cutting balloon*), para avaliar se os mesmos possuem taxas de sucesso semelhantes na preparação dessas lesões. Foram utilizados stents farmacológicos de terceira geração eluidores de sirolimus e com polímero absorvível. O sucesso na estratégia foi significativamente maior no grupo da AR (81% versus 98%, com RR de falha com a estratégia do uso de balões ateroabrasivos versus AR de 9,5; 95% IC, 2,3 – 39,7; P=0.0001), mas o tempo de fluoroscopia foi maior. Esse estudo demonstrou que a preparação de lesões com AR antes do implante de stents farmacológicos é factível em quase todos os pacientes com lesões severamente calcificadas, tem mais sucesso como estratégia primária comparado com balão modificado, e não é associada com perda excessiva de lumen. A estratégia de balão modificado provisional é factível, segura e efetiva uma vez que a AR de resgate esteja disponível e pode oferecer vantagens de compatibilidade com cateteres menores e menos radiação. Ambas estratégias estão associadas com excelentes resultados clínicos em 9 meses. Foi observada uma baixa taxa de complicações no procedimento, o que demonstra a segurança de ambas as estratégias considerando a complexidade dos pacientes tratados e anatomias.⁵¹

3.5.2.1.3 ATERECTOMIA ORBITAL

A atherectomia orbital é um sistema endovascular percutâneo que incorpora o uso de força centrífuga e o lixamento para modificar lesões calcificadas. O dispositivo utiliza uma coroa revestida de diamante excêntrica que orbita sobre um fio-guia de atherectomia em altas velocidades. A posição da coroa dentro do vaso é controlada por meio de uma alavanca de controle, e a orbita da coroa pode ser aumentada ou diminuída, reduzindo a necessidade de troca do device durante o procedimento. Uma fina camada de placa é removida com cada passagem da coroa. Isso permite que a coroa 'lixe' a lesão calcificada, enquanto o tecido mais elástico se distancia da coroa, prevenindo perfurações, além da formação de partículas de 2µm, que ficam continuamente sendo dispersadas com o sangue, reduzindo lesões por aquecimento da parede arterial.^{92,93,94}

O estudo ORBIT II demonstrou segurança e eficácia significativas. A preparação da placa severamente calcificada com a atherectomia orbital não apenas ajudou a facilitar a aposição do stent, mas melhorou tanto os desfechos clínicos agudos como os de 30 dias em comparação com os desfechos dos controles históricos nesta população de pacientes difíceis de tratar.^{95,96,97}

Apesar dos potenciais benefícios da atherectomia orbital, em 2017 estudo comparativo ao uso da atherectomia rotacional, não houve diferença de desfechos em curto prazo, sendo ambas as técnicas consideradas seguras e eficazes para preparação de lesões calcificadas, sem superioridade de uma técnica sobre a outra.⁹⁸

3.5.2.1.4 ATHERECTOMIA CORONARIANA POR LASER

Outra técnica adjuvante que surgiu foi o laser excimer, que gera energia transitória em ondas de alta pressão, com potencial para dilatar lesões através de mecanismo fotoacústico. Porém os estudos envolvendo a atherectomia coronária por laser (ACL) em lesões calcificadas e não calcificadas mostram resultados inconsistentes e alto potencial de complicações no procedimento como dissecação e perfuração e maiores taxas de

reestenose.^{99,100} Além disso, a avaliação por IVUS não demonstrou evidencia qualitativa ou quantitativa de ablação substancial do cálcio pela ACL.¹⁰¹

No estudo ERBAC, foi feita comparação entre laser excimer, aterectomia rotacional e angioplastia com balão em pacientes com lesões tipo B ou C. O grupo aterectomia mostrou ter maior sucesso no procedimento que a angioplastia ou laser excimer.¹⁰²

4 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

Com o avanço da cardiologia intervencionista, as intervenções coronarianas percutâneas tem sido cada vez mais frequentes, e indicadas em lesões mais complexas e calcificadas. A complexidade do tratamento dessas lesões exige cada vez mais o uso de métodos adjuvantes para melhores resultados no tratamento percutâneo.

A aterectomia rotacional é um método ainda com utilização limitada no Brasil pela disponibilidade em poucos centros com experiência. O método está disponível em nosso serviço, que conta com uma equipe de profissionais treinados e habilitados para a realização desse procedimento em situações especiais.

Na nova era da aterectomia rotacional associada ao implante de stents farmacológicos de segunda geração, são necessários novos dados no âmbito nacional e realidade local.

O objetivo do presente estudo é analisar as características clínicas e desfechos em 30 dias e 1 ano nos pacientes tratados com aterectomia rotacional e implante de stents de segunda geração por uma das equipes de hemodinâmica do serviço de cardiologia de um hospital particular do Sul do Brasil, Hospital Moinhos de Vento - Porto Alegre, RS.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Global, regional, and national age sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*, 2015; 385:117-171.
2. Stary HC. Natural history and histological classification of atherosclerotic lesions - an update. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2000; 20: 1177-8.
3. Virmani R, Kolodgie FD, Burke AP, Farb A, Schwartz SM. Lessons from sudden coronary death: a comprehensive morphological classification scheme for atherosclerotic lesions. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2000;20:1262–1275.
4. Madhavan MV, Tarigopula M, Mintz GS, et al. Coronary artery calcification: pathogenesis and prognostic implications. *J Am Coll Cardiol* 2014;63:1703–14.
5. Wong ND, Kouwabunpat D, Vo AN, et al. Coronary calcium and atherosclerosis by ultrafast computed tomography in asymptomatic men and women: relation to age and risk factors. *Am Heart J* 1994; 127:422–30.
6. Wang L, Jerosch-Herold M, Jacobs DR Jr., et al. Coronary artery calcification and myocardial perfusion in asymptomatic adults: the MESA (Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis). *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1018–26.
7. Kalra SS, Shanahan CM. Vascular calcification and hypertension: cause and effect. *Ann Med* 2012;44 Suppl 1:S85–92.
8. Mintz GS, Nissen SE, Anderson WD, et al. American College of Cardiology clinical expert consensus document on standards for acquisition measurement and reporting of intravascular ultrasound studies. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:1478–92.
9. Yabushita H, Bouma BE, Houser SL, et al. Characterization of human atherosclerosis by optical coherence tomography. *Circulation* 2002;106:1640–5.
10. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, et al. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990;15:827–32.
11. Tuzcu EM, Berkalp B, De Franco AC, et al. The dilemma of diagnosing coronary calcification: angiography versus intravascular ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:832–8.
12. Popma J, Bashore T. Qualitative and quantitative angiography. In: Topol E, editor. *Textbook of Interventional Cardiology*. Philadelphia, PA: WB Saunders, 1994:1052–68.
13. Kawasaki M, Bouma BE, Bressner J, et al. Diagnostic accuracy of optical coherence tomography and integrated backscatter intravascular ultrasound images for tissue characterization of human coronary plaques. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:81–8.
14. Kwon TG, Seo YH, Lee CS, et al. Discrepancy of calcium detection between gray scale intravascular ultrasound and spectral analysis of radiofrequency data. *Int J Cardiol* 2013;167:2611–6.

15. Xu Y, Mintz GS, Tam A, et al. Prevalence, distribution, predictors, and outcomes of patients with calcified nodules in native coronary arteries: a 3-vessel intravascular ultrasound analysis from Providing Regional Observations to Study Predictors of Events in the Coronary Tree (PROSPECT). *Circulation* 2012;126:537–45.
16. Stone GW, Maehara A, Lansky AJ, et al. A prospective natural history study of coronary atherosclerosis. *N Engl J Med* 2011;364: 226–35.
17. Shimizu T, Maehara A, Farah T, et al. Relationship between coronary artery calcification, high-risk “vulnerable plaque” characteristics, and future adverse events: the PROSPECT study. *J Am Coll Cardiol* 2012;59: E2102.
18. Kume T, Okura H, Kawamoto T, et al. Assessment of the coronary calcification by optical coherence tomography. *EuroIntervention* 2011; 6:768–72.
19. Tanenbaum SR, Kondos GT, Veselik KE, et al. Detection of calcific deposits in coronary arteries by ultrafast computed tomography and correlation with angiography. *Am J Cardiol* 1989;63:870–2.
20. Shaw LJ, Raggi P, Schisterman E, et al. Prognostic value of cardiac risk factors and coronary artery calcium screening for all-cause mortality. *Radiology* 2003;228:826–33.
21. Valenti V, Ó Hartaigh B, Heo R, et al. A 15-year warranty period for asymptomatic individuals without coronary artery calcium: a prospective Follow-Up of 9,715 individuals. *JACC Cardiovasc Imaging* 2015;8:900–9.
22. Shaw LJ, Giambrone AE, Blaha MJ, et al. Long-term prognosis after coronary artery calcification testing in asymptomatic patients: a cohort study. *Ann Intern Med* 2015;163:14–21.
23. Greenland P, LaBree L, Azen SP, Doherty TM, Detrano RC. Coronary artery calcium score combined with Framingham score for risk prediction in asymptomatic individuals. *JAMA* 2004;291: 210–5.
24. Vliementhart R, Oudkerk M, Hofman A, et al. Coronary calcification improves cardiovascular risk prediction in the elderly. *Circulation* 2005;112:572–7.
25. Ryan TJ, Faxon DP, Gunnar RM, Kennedy JW, King SB, 3rd, Loop FD, et al. Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Assessment of Diagnostic and Therapeutic Cardiovascular Procedures (Subcommittee on Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty). *Circulation*. 1988;78:486-502.
26. Ellis SG, Vandormael MG, Cowley MJ, DiSciascio G, Deligonul U, Topol EJ, et al. Coronary morphologic and clinical determinants of procedural outcome with angioplasty for multivessel coronary disease. Implications for patient selection. Multivessel Angioplasty Prognosis Study Group. *Circulation*. 1990;82:1193-202.
27. Sianos G, Morel MA, Kappetein AP, Morice MC, Colombo A, Dawkins K, et al. The SYNTAX Score: an angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease. *EuroIntervention*. 2005;1:219-27.

28. Farooq V, van Klaveren D, Steyerberg EW, Meliga E, Vergouwe Y, Chieffo A, et al. Anatomical and clinical characteristics to guide decision making between coronary artery bypass surgery and percutaneous coronary intervention for individual patients: development and validation of SYNTAX score II. *Lancet*. 2013;381:639-50.
29. Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, Bailey SR, Bittl JA, Cercek B, Chambers CE, Ellis SG, Guyton RA, Hollenberg SM, Khot UN, Lange RA, Mauri L, Mehran R, Moussa ID, Mukherjee D, Nallamothu BK, Ting HH. 2011 ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *Circulation*. 2011;124:e574–e651.
30. Vavuranakis M, Toutouzas K, Stefanadis C, et al. Stent deployment in calcified lesions: can we overcome calcific restraint with high-pressure balloon inflations. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001;52: 164–72.
31. Osswald B, Blackstone E, Tochtermann U, et al. Does the completeness of revascularization affect early survival after coronary artery bypass grafting in elderly patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;20:120–6.
32. Nakayama Y, Sakata R, Ura M, Miyamoto TA. Coronary artery bypass grafting in dialysis patients. *Ann Thorac Surg* 1999;68: 1257–61.
33. Castagna MT, Mintz GS, Ohlmann P, et al. Incidence, location, magnitude, and clinical correlates of saphenous vein graft calcification: an intravascular ultrasound and angiographic study. *Circulation* 2005; 111:1148–52.
34. Gruentzig AR, Myler RK, Hanna ES, Turina MI. Coronary transluminal angioplasty. *Circulation*. 1977;56(Suppl. 3):III-84.
35. Sigwart U, Puel J, Mircovitch V, Joffre F, Kappenberger L. Intravascular stents to prevent occlusion and restenosis after transluminal angioplasty. *N Engl J Med*. 1987;316(12):701-6.
36. Morice MC, Serruys PW, Sousa JE, Fajadet J, Ban Hayashi E, Perin M, et al. RAVEL Study Group. Randomized Study with the Sirolimus-Coated Bx Velocity Balloon-Expandable Stent in the Treatment of Patients with de Novo Native Coronary Artery Lesions. A randomized comparison of a sirolimus-eluting stent with a standard stent for coronary revascularization. *Surg Neurol*. 2003;59(3):146-7.
37. Grube E, Silber S, Hauptmann KE, Mueller R, Buellesfeld L, Gerckens U, et al. TAXUS I: six and twelve-month results from a randomized, double-blind trial on a slow-release paclitaxel-eluting stent for de novo coronary lesions. *N Engl J Med*. 2008;358(4):405-7.
38. Kedhi E, Joesoef KS, McFadden E, Wassing J, Van Mieghem C, Goedhart D, et al. Second-generation everolimus-eluting and paclitaxel-eluting stents in real-life practice (COMPARE): a randomized trial. *Lancet*. 2010;375(9710):201-9.
39. Semiys PW, Silber S, Garg S, Van Geuns RJ, Richardt G, Buszman PA, et al. Comparison of zotarolimus-eluting and everolimus-eluting coronary stents. *N Engl J Med*. 2010;363(2):136-46.

40. Wilensky RL, Selzer F, Johnston J, Laskey WK, Klugherz BD, Block P, et al. Relation of percutaneous coronary intervention of complex lesions to clinical outcomes (from the NHLBI Dynamic Registry). *Am J Cardiol*. 2002;90:216-21.
41. Hong MK, Chuang YC, Prunka N, Satler LF. Predictors of early and late cardiac events in patients undergoing saphenous vein graft angioplasty with PTCA and new device modalities. *Circulation* 1993;88:1-601.
42. Goldberg SL, Hall P, Almagor Y, Maiello L. Intravascular ultrasound guided rotational atherectomy of fibro-calcific plaque prior to intra- coronary deployment of Palmaz-Schatz stents. *J Am Coll Cardiol* 1994;24(2):290A.
43. Kimura, T., Tamura, T., Yokoi, H., & Nobuyoshi, M. Long-Term Clinical and Angiographic Follow-Up After Placement of Palmaz-Schatz Coronary Stent: A Single Center Experience. *Journal of Interventional Cardiology* 1994; 7(2), 129–140.
44. Komiyama N, Stone GW, Alderman EL, Goar FS, Linnemeier TJ, Yock PG, et al. Relative stent expansion is dependent upon target segment calcification: an intravascular ultrasound assessment. *Circulation* 1996;94:1-262.
45. Fujii K, Carlier SG, Mintz GS, Yang YM, Moussa I, Weisz G, et al. Stent underexpansion and residual reference segment stenosis are related to stent thrombosis after sirolimus-eluting stent implantation. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 995–998.
46. Sonoda S, Morino Y, Ako J, et al. Impact of final stent dimensions on long-term results following sirolimus-eluting stent implantation: serial intravascular ultrasound analysis from the sirius trial. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 1959–1963.
47. Moses JW, Leon MB, Popma JJ, Fitzgerald PJ, Holmes DR, O’Shaughnessy C, et al. Sirolimus-eluting stents versus standard stents in patients with stenosis in a native coronary artery. *N Engl J Med* 2003; 349: 1315–1323.
48. Sharma SK, Israel DH, Kamean JL, Bodian CA, Ambrose JA. Clinical, angiographic, and procedural determinants of major and minor coronary dissection during angioplasty. *Am Heart J* 1993; 126: 39–47.
49. Ahn SS, Auth D, Marcus DR, Moore WS. Removal of focal atheromatous lesions by angioscopically guided high-speed rotary atherectomy. Preliminary experimental observations. *J Vasc Surg* 1988;7:292–300.
50. Karvouni E, Stankovic G, Albiero R, Takagi T, Corvaja N, Vaghetti M, Di Mario C, Colombo A. Cutting balloon angioplasty for treatment of calcified coronary lesions. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2001;54:473–481.
51. Abdel-Wahab M, Toelg R, Byrne RA, et al. High-Speed Rotational Atherectomy Versus Modified Balloons Before Drug-Eluting Stent Implantation in Severely Calcified Coronary Lesions: The Randomized PREPARE-CALC Trial. *Circ Cardiovasc Interv* 2018;Sep 24: [Epub ahead of print].

52. Parikh K, Chandra P, Choksi N, Khanna P, Chambers J. Safety and feasibility of orbital atherectomy for the treatment of calcified coronary lesions: the ORBIT I trial. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013;81: 1134–9.
53. Hodgson JM, Stone GW, Lincoff AM, Klein L, Walpole H, Bottner R, et al. Late stent thrombosis: considerations and practical advice for the use of drug-eluting stents: a report from the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions Drug-Eluting Stent Task Force. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007;69:327–33.
54. Lasala JM, Reisman M. Rotablator plus stent therapy (rotastent). *Curr Opin Cardiol* 1998;13:240–247.
55. Dill T, Dietz U, Hamm CW, et al. A randomized comparison of balloon angioplasty versus rotational atherectomy in complex coronary lesions (COBRA study). *Eur Heart J* 2000;21:1759–66.
56. Stone GW, Ellis SG, Cox DA, et al., for the TAXUS-IV Investigators. A polymer-based, paclitaxel-eluting stent in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 2004;350:221–31.
57. Abdel-Wahab M, Baev R, Dieker P, Kassner G, Khattab AA, Toelg R, et al. Long-term clinical outcome of rotational atherectomy followed by drug-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013; 81: 285–291.
58. Rathore S, Matsuo H, Terashima M, Kinoshita Y, Kimura M, Tsuchikane E, et al. Rotational atherectomy for fibrocalcific coronary artery disease in drug eluting stent era: Procedural outcomes and angiographic follow-up results. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010; 75: 919–927.
59. Abdel-Wahab M, Richardt G, Joachim Buttner H, Toelg R, Geist V, Meinertz T, et al. High-speed rotational atherectomy before paclitaxel-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions: The randomized ROTAXUS (Rotational Atherectomy Prior to Taxus Stent Treatment for Complex Native Coronary Artery Disease) trial. *JACC Cardiovasc Interv* 2013; 6: 10–19.
60. Henneke KH, Regar E, Konig A, et al. Impact of target lesion calcification on coronary stent expansion after rotational atherectomy. *Am Heart J* 1999; 137:93 – 99.
61. Moussa I, Di Mario C, Moses J, Reimers B, Di Francesco L, Martini G, et al. Coronary stenting after rotational atherectomy in calcified and complex lesions: Angiographic and clinical follow-up results. *Circulation* 1997; 96: 128–136.
62. Reisman M, Speck S, Petersen JL, Westcott RJ, Fei R, Harms V, Bogosian S, Dillard D, Shuman B. The impact of reopro or lower speeds on platelet aggregation during rotational atherectomy. *J Am Coll Cardiol* 1998;31:455A.
63. Spears JR, Reyes VP, Wynne J, Fromm BS, Sinofsky EL, Andrus S, Sinclair IN, Hopkins BE, Schwartz L, Aldridge HE. Percutaneous coronary laser balloon angioplasty: initial results of a multicenter experience. *J Am Coll Cardiol* 1990;16:293–303.
64. Gader AM, al-Mashhadani SA, al-Harthy SS. Direct activation of platelets by heat is the possible trigger of the coagulopathy of heat stroke. *Br J Haematol* 1990;74:86–92.

65. Post MJ, de Graaf-Bos AN, van Zanten HG, de Groot PG, Sixma JJ, Borst C. Thrombogenicity of the human arterial wall after interventional thermal injury. *J Vasc Res* 1996;33:156–163.
66. Snabre P, Baumler H, Mills P. Aggregation of human red blood cells after moderate heat treatment. *Biorheology* 1985;22:185–195.
67. Staab ME, Srivatsa SS, Lerman A, Sangiorgi G, Jeong MH, Edwards WD, Holmes DR, Jr, Schwartz RS. Arterial remodeling after experimental percutaneous injury is highly dependent on adventitial injury and histopathology. *Int J Cardiol* 1997;58:31–40.
68. Kiesz RS, Rozek MM, Ebersole DG, Mego DM, Chang CW, Chilton RL. Novel approach to rotational atherectomy results in low restenosis rates in long, calcified lesions: long-term results of the San Antonio Rotablator Study (SARS). *Catheter Cardiovasc Interv* 1999; 48:48–53.
69. Safian RD, Feldman T, Muller DW, et al. Coronary Angioplasty and Rotablator Atherectomy Trial (CARAT): immediate and late results of a prospective multicenter randomized trial. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001;53:213–20.
70. Whitlow PL, Bass TA, Kipperman RM, et al. Results of the Study to Determine Rotablator and Transluminal Angioplasty Strategy (STRATAS). *Am J Cardiol* 2001;87:699–705.
71. Khattab AA, Hamm CW, Senges J, et al., for the German Cypher Registry. Prognostic value of the modified American College of Cardiology/American Heart Association lesion morphology classification for clinical outcome after sirolimus-eluting stent placement (results of the prospective multicenter German Cypher Registry). *Am J Cardiol* 2008;101:477–82.
72. Stefanini GG, Serruys PW, Silber S, et al. The impact of patient and lesion complexity on clinical and angiographic outcomes after revascularization with zotarolimus and everolimus-eluting stents: a substudy of the RESOLUTE All Comers Trial (A Randomized Comparison of a Zotarolimus-Eluting Stent With an Everolimus-Eluting Stent for Percutaneous Coronary Intervention). *J Am Coll Cardiol* 2011;57: 2221–32.
73. Karatasakis A and Brilakis ES. Atherectomy for calcified coronary lesions: When and how? *Catheter Cardiovasc Interv*. 2016;87:701-2.
74. Kawamoto H, Latib A, Ruparelia N, Boccuzzi GG, Pennacchi M, Sardella G, et al. Planned versus provisional rotational atherectomy for severe calcified coronary lesions: Insights From the ROTATE multicenter registry. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2016;88:881-9.
75. Sakakura K, Ako J, Wada H, Naito R, Funayama H, Arao K, et al. Comparison of frequency of complications with on-label versus off-label use of rotational atherectomy. *Am J Cardiol*. 2012;110:498-501.
76. Ramana RK, Arab D, Joyal D, Steen L, Cho L, Lewis B, et al. Coronary artery perforation during percutaneous coronary intervention: incidence and outcomes in the new interventional era. *J Invasive Cardiol*. 2005;17:603-5.

77. Kastrati A, Mehilli J, Dirschinger J, et al. Restenosis after coronary placement of various stent types. *Am J Cardiol* 2001; 87:34–39.
78. Marco Zimarino, MD, Thierry Corcos, MD, Xavier Favereau, MD, Philippe Commeau, MD, Corrado Tamburino, MD, PhD, Christian Spaulding, MD, and Yves Guerin, MD. Rotational Coronary Atherectomy With Adjunctive Balloon Angioplasty for the Treatment of Ostial Lesions. *Catheterization and Cardiovascular Diagnosis* 33:22-27 (1994)
79. Sharma SK, Duvvuri S, Dangas G, et al. Rotational atherectomy for in-stent restenosis: acute and long term results of the first 100 cases. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32:1358–1365.
80. Kobayashi Y, Teirstein P, Linnemeier T, Stone G, Leon M, Moses J. Rotational atherectomy (stentablation) in a lesion with stent under expansion due to heavily calcified plaque. *Cathet Cardiovasc Interv* 2001; 52:208 – 211.
81. vom Dahl J, Dietz U, Haager PK, et al. Rotational atherectomy does not reduce recurrent in-stent restenosis: results of the Angioplasty Versus Rotational Atherectomy for Treatment of Diffuse In-Stent Restenosis Trial (ARTIST). *Circulation* 2002;105:583–8.
82. Sharma SK, Kini A, Mehran R, *et al.* Randomized trial of rotational atherectomy versus balloon angioplasty for diffuse in-stent restenosis (ROSTER). *Am Heart J* 2004;147:16–22.
83. Feldman T. Rotational ablation of stent metal components: the intersection between coronary intervention and auto body repair. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001; 52:212 – 213.
84. Tsuchikane E, Suzuki T, Asakura Y, et al. Debulking of chronic coronary total occlusions with rotational or directional atherectomy before stenting: final results of DOCTORS study. *Int J Cardiol* 2008;125: 397–403.
85. Pagnotta, P. , Briguori, C. , Mango, R. , Visconti, G. , Focaccio, A. , Belli, G. and Presbitero, P. (2010), Rotational atherectomy in resistant chronic total occlusions. *Cathet. Cardiovasc. Intervent.*, 76: 366-371. doi:10.1002/ccd.22504
86. Kenichi Sakakura, MD*, Junya Ako, MD, Hiroshi Wada, MD, Ryo Naito, MD, Hiroshi Funayama, MD, Kenshiro Arao, MD, Norifumi Kubo, MD, and Shinichi Momomura, MD. Comparison of Frequency of Complications With On-Label Versus Off-Label Use of Rotational Atherectomy. *Am J Cardiol* 2012;110:498–501.
87. Ta-Jung Wang a, Meng-Hsiu Chiang e,f,g, Shao-Sung Huang a,c,g,i, Cheng-Hsueh Wu a,b,g, Shih-Hsien Sung a,g,j, Wan-Leong Chan a,c,g, Shing-Jong Lin a,d,h,i, Wen-Lieng Lee e,g, Tse-Min Lu. Clinical outcomes of percutaneous coronary intervention with rotablation in patients with acute or recent myocardial infarction. *Journal of the Chinese Medical Association* 80 (2017) 532 e 538
88. Feres F, Costa RA, Siqueira D, Costa Jr JR, Chamié D, Staico R et.al. Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia e da Sociedade Brasileira de Hemodinâmica e Cardiologia Intervencionista sobre Intervenção Coronária Percutânea. *Arq Bras Cardiol* 2017 109(1Supl.1):1-81

89. Franz-Josef Neumann, Miguel Sousa-Uva, Anders Ahlsson, Fernando Alfonso, Adrian P Banning, Umberto Benedetto, Robert A Byrne, Jean-Philippe Collet, Volkmar Falk, Stuart J Head, Peter Jüni, Adnan Kastrati, Akos Koller, Steen D Kristensen, Josef Niebauer, Dimitrios J Richter, Petar M Seferović, Dirk Sibbing, Giulio G Stefanini, Stephan Windecker, Rashmi Yadav, Michael O Zembala; 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization, *European Heart Journal*, Volume 40, Issue 2, 7 January 2019, Pages 87–165.
90. Karvouni E, Stankovic G, Albiero R, Takagi T, Corvaja N, Vaghetti M, Di Mario C, Colombo A. Cutting balloon angioplasty for treatment of calcified coronary lesions. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2001;54:473–481.
91. Secco GG, Foin N, Viceconte N, Borgia F, De Luca G, Di Mario C. Optical coherence tomography for guidance of treatment of in-stent restenosis with cutting balloons. *EuroIntervention*. 2011;7:828–834.
92. Parikh K, Chandra P, Choksi N, Khanna P, Chambers J. Safety and feasibility of orbital atherectomy for the treatment of calcified coronary lesions: the ORBIT I trial. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013;81: 1134–9.
93. Parikh K, Parikh R, Patel A, Chag M. Two Year Follow Up Data of Orbital Atherectomy System for the Treatment of De Novo Calcified Coronary Lesions - A Single Center Experience. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:B174.
94. Parikh K, Seth A, Baxi H, et al. First in man assessment of Orbital Atherectomy System in treating de novo calcified coronary lesions (ORBIT I). *J Am Coll Cardiol* 2009;53:A20.
95. Chambers JW, Feldman RL, Himmelstein SI, Bhatheja R, Villa AE, Strickman NE, Shlofmitz RA, Dulas DD, Arab D, Khanna PK, Lee AC, Ghali MG, Shah RR, Davis TP, Kim CY, Tai Z, Patel KC, Puma JA, Makam P, Bertolet BD, Nseir GY. Pivotal trial to evaluate the safety and efficacy of the orbital atherectomy system in treating de novo, severely calcified coronary lesions (ORBIT II). *JACC Cardiovasc Interv* 2014;7:510e518.
96. Généreux P, Lee AC, Kim CY, Lee M, Shlofmitz R, Moses JW, Stone GW, Chambers JW. Orbital atherectomy for treating de novo severely calcified coronary narrowing (1-year results from the pivotal ORBIT II trial). *Am J Cardiol* 2015;115:1685e1690.
97. Chambers J. Orbital Atherectomy Treatment of Severely Calcified Coronary Lesions: Final 3-year Results of the ORBIT II Trial. Cardiovascular Research Technologies (CRT) Conference. Washington, D. C. Washington, D.C.; 2016.
98. Michael S. Lee, MD, Kyung Woo Park, MD, PhD, Evan Shlofmitz, DO, and Richard A. Shlofmitz, MD. Comparison of Rotational Atherectomy Versus Orbital Atherectomy for the Treatment of Heavily Calcified Coronary Plaques. *Am J Cardiol* 2017;119:1320-1323.
99. Mintz GS, Kovach JA, Pichard AD, et al. Intravascular ultrasound findings after excimer laser coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996;37:113–8.
100. Bittl JA, Sanborn TA, Tchong JE, Siegel RM, Ellis SG. Clinical success, complications and restenosis rates with excimer laser coronary angioplasty. The Percutaneous Excimer Laser Coronary Angioplasty Registry. *Am J Cardiol* 1992;70:1533–9.

101. Mintz GS, Kovach JA, Javier SP, et al. Mechanisms of lumen enlargement after excimer laser coronary angioplasty. An intravascular ultrasound study. *Circulation* 1995;92:3408–14.
102. Reifart N, Vandormael M, Krajcar M, et al. Randomized comparison of angioplasty of complex coronary lesions at a single center. Excimer Laser, Rotational Atherectomy, and Balloon Angioplasty Comparison (ERBAC) study. *Circulation* 1997;96:91–8.

6 ARTIGOS

6.1 ARTIGO EM PORTUGUÊS

Registro de Aterectomia rotacional seguida de angioplastia coronariana percutanea com stents farmacológicos de segunda geração em lesões calcificadas

Debora Hoffmann Loro¹, Luis Carlos Corseti Bergoli², Rodrigo Vugman Wainstein², Sandro Cadaval Goncalves², Guilherme Pinheiro Machado³, Carla Bergoli⁴, Gustavo Neves de Araujo⁵, Felipe Homem Valle⁵, Marco Vugman Wainstein⁶

1. Aluna de mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Cardiologista do Serviço de Cardiologia do Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre RS Brasil
2. Cardiologista intervencionista do Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre RS Brasil
3. Bolsista da pós graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
4. Enfermeira do Serviço de Hemodinâmica do Hospital Moinhos de Vento
5. Residente de cardiologia intervencionista da Hospital de Clinicas de Porto Alegre (HCPA)
6. Professor orientador, Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Chefe do Serviço de Hemodinâmica do Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre RS Brasil

Dados para contato: Debora Hoffmann Loro

Hospital Moinhos de Vento - Serviço de Cardiologia.

Rua Tiradentes, 333 3º andar, Bairro Floresta, CEP 90560-030, Porto Alegre, RS, Brasil.

Tel: (+55) 51 98222 6133 / 51 3314 3434. Email: deboraloro@hotmail.com

O estudo não apresentou financiamento externo, não tenho conflitos de interesse para a realização desse estudo, realizado com a finalidade de dissertação de mestrado.

O artigo será submetido para publicação nos Arquivos Brasileiros de Cardiologia.

RESUMO

Introdução: O tratamento percutâneo de lesões coronarianas calcificadas apresenta maior risco de complicações e menor taxa de sucesso quando comparado com lesões sem calcificação. A aterectomia rotacional é um método adjuvante que prepara a lesão antes do implante do stent, melhorando o resultado do procedimento, principalmente com o uso de stents farmacológicos de última geração.

Objetivo: O objetivo desse estudo foi avaliar os resultados imediatos e os desfechos após procedimentos com aterectomia rotacional seguida de angioplastia com stents farmacológicos de segunda geração em pacientes com lesões coronarianas calcificadas realizados no Hospital Moinhos de Vento (HMV) nos últimos 7 anos, pois existem poucos dados na literatura sobre a realidade local.

Métodos: foram descritos o sucesso no procedimento e a ocorrência, em 30 dias e 1 ano, do desfecho combinado de eventos cardiovasculares adversos maiores (ECAM), definido como óbito, óbito cardiovascular, infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral, de 47 pacientes submetidos a angioplastia coronariana percutânea com implante de stents farmacológicos de segunda geração após aterectomia rotacional no HMV de julho de 2012 a janeiro de 2019.

Resultados: A taxa de sucesso na angioplastia foi de 97,9%. Ocorreu um óbito durante o procedimento. A ocorrência de ECAM em 30 dias foi de 2 (4,3%) e ao final de 1 ano 10 (21,3%).

Conclusões: Nos pacientes com lesões coronarianas altamente calcificadas, a taxa de sucesso no procedimento foi elevada e foram baixas taxas de ECAM em 30 dias e 1 ano.

Palavras chave: aterectomia rotacional, calcificação vascular, stents farmacológicos

INTRODUÇÃO

O tratamento percutâneo de lesões coronarianas calcificadas permanece um desafio, visto que apresenta maior risco de complicações como dissecação e dilatação incompleta do stent, com consequentes taxas de trombose e reestenose maiores quando comparado com lesões sem calcificação¹⁻⁴. A adequada modificação da placa aterosclerótica calcificada antes da angioplastia com stent tem se mostrado essencial para o sucesso do procedimento nesse cenário⁵⁻⁷. Dentre as técnicas disponíveis para a preparação da placa está a aterectomia rotacional, que através da ablação da calcificação por uma ogiva de diamante, consegue aumentar o diâmetro luminal e permite a adequada expansão e aposição do stent⁷⁻⁸. A utilização de stents farmacológicos de segunda e terceira geração tem demonstrado baixas taxas de reestenose e trombose intrastent⁹⁻¹⁰. A aterectomia rotacional está indicada nos casos em que o stent não ultrapassa a lesão, ou quando é previsto insucesso com a angioplastia convencional, não estando indicada em todas as angioplastias de lesões calcificadas por não haver benefício do seu uso rotineiro.¹⁰⁻¹¹

O objetivo desse estudo foi avaliar os resultados imediatos e o desfecho combinado de eventos cardiovasculares adversos maiores (ECAM) em 30 dias e 1 ano após procedimentos com aterectomia rotacional seguida de angioplastia com stents farmacológicos de segunda geração em pacientes com lesões coronarianas calcificadas realizados no Hospital Moinhos de Vento (HMV) nos últimos 7 anos, pois existem poucos dados na literatura sobre a realidade local.

MÉTODOS

População

O presente estudo é um registro de pacientes submetidos a intervenção coronariana percutânea com a utilização da aterectomia rotacional como método adjuvante em um

único centro, Hospital Moinhos de Vento - Porto Alegre /RS, no período de julho de 2012 a janeiro de 2019.

Foram incluídos pacientes de ambos os sexos, sem limite etário, com angina estável e/ou isquemia miocárdica em testes funcionais e pacientes com síndromes coronarianas agudas (SCA) sem supradesnivelamento do segmento ST (IAMSSST e angina instável) que apresentaram lesão coronariana calcificada grave, definida por radiopacidade visível sem movimento cardíaco antes da injeção de contraste, comprometendo ambos os lados do lúmen arterial na cineangiocoronariografia, com indicação de tratamento percutâneo com uso da aterectomia rotacional para modificação da placa antes do implante de stent. Os critérios de exclusão foram impossibilidade de uso de dupla terapia antiplaquetária (DAPT) por no mínimo 6 meses (ex. risco de sangramento), contra-indicação ao uso da aterectomia rotacional, como a presença de lesão coronariana com alta carga trombótica e infarto do miocárdio com supradesnivelamento do segmento ST nos últimos 30 dias ou recusa de participar do estudo.

Foram coletadas as características basais dos pacientes, apresentação clínica da doença arterial coronariana (DAC) e sua complexidade e dados do procedimento em um formulário padronizado. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética local. Todos os pacientes incluídos concordaram em participar do estudo. Os dados foram coletados retrospectivamente através da revisão de prontuários e contato telefônico com os pacientes.

Procedimento

Os pacientes foram submetidos ao procedimento de aterectomia rotacional com Rotablator® (Boston Scientific), conforme a técnica recomendada, com uso de ogivas de tamanho menor que 0,75 em relação ao diâmetro do vaso, velocidade de rotação de 145.000 a 175.000 rpm.

Não foi descrito uso do ultrassom intracoronário (IVUS) e não foram descritas tentativas de angioplastia antes do uso do Rotablator®. A aterectomia rotacional foi indicada pela previsão de insucesso do procedimento sem o uso de método adjuvante para a preparação da lesão.

Todos os pacientes receberam stents farmacológicos de segunda geração (eluídos em everolimus, sirolimus ou biolimus) e todas as lesões foram pós dilatadas. A escolha do stent foi realizada pelo hemodinamicista. O IVUS foi utilizado em alguns casos a critério do hemodinamicista após o implante dos stents. Foi implantado um marcapasso temporário em todas as intervenções em coronária direita, pelo risco de bloqueio atrioventricular durante o procedimento. Foi calculado o escore Syntax de todos os pacientes sem cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM) prévia antes do procedimento.

Todos os pacientes foram orientados a usar dupla terapia antiplaquetária pelo tempo mínimo de 6 meses se angina estável, ou pelo período mínimo de 1 ano caso a apresentação tenha sido com SCA.

Desfechos

Foram analisadas a taxa de sucesso angiográfico e do procedimento. Os desfechos analisados foram: eventos cardiovasculares adversos maiores (ECAM), definido como desfecho combinado de óbito, óbito cardiovascular, infarto agudo do miocárdio (IAM) e acidente vascular cerebral (AVC), e os mesmos desfechos isolados em 30 dias e 1 ano. Foram descritos também trombose de stent, sangramento intrahospitalar, angina, reestenose com necessidade de revascularização do vaso alvo e óbito até o fim do acompanhamento. Foi estimada a aderência a DAPT conforme recomendação. Foi analisado também, de maneira exploratória, a associação das características basais dos pacientes com a ocorrência de ECAM em 1 ano.

Análise Estatística

As variáveis quantitativas foram expressas como média \pm desvio padrão (\pm DP), as com distribuição assimétrica como mediana e intervalo interquartil (IIQ) e as categóricas foram apresentadas as frequências (n) e percentual (%). Valores foram comparados entre os grupos com o teste exato de Fisher. A análise de sobrevida foi expressa na curva de Kaplan-Meier. Um valor $p < 0.05$ foi considerado significativo. Análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico R, versão 3.5.2.¹²

RESULTADOS

Foram incluídos 47 pacientes de julho de 2012 a janeiro de 2019. A idade mediana foi 77,13 anos (68,7; 83,4), 37 (78,7%) eram do sexo masculino, 20 (42,6%) eram diabéticos, 42 (89,4%) eram hipertensos e 29 (61,7%) apresentavam dislipidemia. Doença renal crônica (DRC) foi observada em 14 (29,8%) pacientes, sendo que 6 (42,8% dos DRC ou 12,7% do total) estavam em hemodiálise.

A forma de apresentação foi predominantemente na forma de angina estável ou isquemia detectada em testes diagnósticos não invasivos (28 pacientes, ou 59,6%). A maioria apresentava comprometimento de 3 ou mais vasos 37 (78,7%). O escore Syntax mediano foi de 26 (18; 34), e não foi calculado em 6 pacientes com CRM prévia e em 1 paciente por falta de dados da angiografia basal. Todos apresentavam lesões extremamente calcificadas e foram submetidos a implante de stents farmacológicos de segunda geração após a aterectomia rotacional. Demais características demográficas estão descritas na **Tabela 1**, e os dados do procedimento na **Tabela 2**.

Houve perda de acompanhamento de 2 pacientes após o procedimento. O tempo médio de acompanhamento foi de 9,9 meses ($\pm 0,65$) IC 95% = [8,68 - 11,13], e o tempo máximo foi 78 meses.

As complicações no procedimento e sucesso estão descritos na **Tabela 2.1**. A taxa de sucesso angiográfico e do procedimento foi de 97,9% e de complicações foi de 4,3%. Ocorreu um óbito (2,1%) durante o procedimento, em paciente com infarto agudo do miocárdio. Nenhum óbito ocorreu em procedimentos eletivos, em pacientes com angina estável.

Os desfechos em 30 dias e 1 ano estão descritos na **Tabela 3**. Foram 2 (4,3%) óbitos em 30 dias, ambos de causa cardiovascular. Dos 4 (8,5%) óbitos em 1 ano, 3 (6,3%) foram de causa cardiovascular. A ocorrência de ECAM foi de 2 (4,3%) em 30 dias e 10 (21,3%) ao final de 1 ano, sendo o IAM responsável pela maioria dos eventos em 1 ano (14,9%).

As taxas de angina em 30 dias e 1 ano foram respectivamente 3 (6,4%) e 10 (21,3%) e de revascularização do vaso alvo 5 (10,6%) em 1 ano, sem nenhuma reintervenção em 30 dias. A taxa de sangramento intrahospitalar foi de 6,4%. Não houve nenhuma trombose de stent confirmada. Aderência à terapia antiplaquetária dupla foi observada em 57,4% dos pacientes ao final de 6 meses. Durante o tempo total de acompanhamento (até 78 meses) ocorreram 8 óbitos.

Foi observada associação estatisticamente significativa de insuficiência renal crônica com a ocorrência de ECAM ($p = 0,028$) e óbito ($p = 0,012$) em 1 ano.

A análise de sobrevida livre de ECAM está expressa na curva de Kaplan-Meier (**Gráfico 1**). A probabilidade de um indivíduo não apresentar ECAM até 8 meses de seguimento é de 0,91.

DISCUSSÃO

Este estudo é um dos poucos registros a nível nacional sobre o uso da aterectomia rotacional seguida de implante de stents farmacológicos em lesões altamente calcificadas. Nos dias atuais com o envelhecimento da população e a possibilidade de tratamento percutâneo de lesões cada vez mais complexas, os métodos adjuvantes para preparação

das lesões são essenciais para o sucesso do procedimento. A aterectomia rotacional é reservada para aqueles pacientes com lesões coronarianas muito calcificadas, nas quais se prevê insucesso no implante de stent devido a calcificação intensa, ou quando o mesmo não ultrapassa a lesão. Em 2013, o estudo ROTAXUS demonstrou maior sucesso do procedimento com a aterectomia rotacional para preparação da lesão antes do implante de stent comparado com pré-dilatação com balão (92.5% vs. 83.3%, p 0.03), sem diferença de ECAM entre os grupos.¹⁰ Os pacientes do presente registro apresentavam calcificação muito intensa com previsão de insucesso no procedimento, tendo portanto indicação de preparo da lesão antes do implante do stent.

A aterectomia rotacional vem evoluindo nos últimos anos com o aprimoramento da técnica e utilização dos stents farmacológicos de segunda e terceira geração, eluídos em sirolimus, everolimus e biolimus, e atualmente tem se demonstrado menores taxas de reestenose. Nos pacientes incluídos no nosso registro foram utilizados apenas stents farmacológicos de segunda geração. Em 2016, o estudo ROTATE que guia a diretriz brasileira para indicação de aterectomia rotacional mostrou que o uso de stents farmacológicos foi associado com redução de ECAM (HR 0.42, 95% IC: 0.26-0.67, p<0.001). A incidência de ECAM intrahospitalar foi de 8,3%, principalmente por infarto periprocedimento, e em um ano a incidência de ECAM foi de 16% e em 2 anos de 24,9%, principalmente devido a necessidade de revascularização de vaso alvo. Hemodiálise foi um preditor independente de risco para ECAM intra e extra hospitalar. ¹¹ Nosso registro mostrou resultados melhores em 30 dias, com taxa de ECAM de 4,3%.

Outros estudos mais recentes demonstram dados semelhantes aos encontradas no nosso registro, como o registro multicentrico de Okai I et al de 2018, que teve morte intrahospitalar de 3%. A taxa de sucesso no procedimento foi de 96,2%. Hemodiálise e idade foram preditores independentes de ECAM (HR, 2.08; 95% CI: 1.53-2.86; P<0.0001 e HR, 1.03; 95% CI: 1.01-1.04; P<0.0001).¹³ Assim como eles, também encontramos

associação de insuficiência renal crônica com ECAM e óbito em 1 ano, e a taxa de sucesso no procedimento foi semelhante (97,9%). Chama a atenção ainda, que em em nosso registro, a taxa de mortalidade em 12 meses foi relativamente baixa (8,5%) mesmo com a complexidade clínica e anatômica da população estudada.

Nenhum paciente com apresentação da doença na forma de angina estável ou isquemia detectada em testes diagnósticos apresentou ECAM em 30 dias. Dentre os pacientes com apresentação como síndrome coronariana aguda, existe um risco maior de eventos adversos, naturalmente, como mostra Tanajura et al em estudo nacional comparando desfechos de acordo com a apresentação clínica estável ou instável, no qual pacientes com apresentação da doença instável apresentaram maior incidência de eventos (angina e revascularização do vaso alvo) após angioplastia com aterectomia rotacional.¹⁴

Outro estudo recente de 2017 com 60 pacientes apresentou 20% de complicações periprocedimento. No seguimento de quase 10 anos, 64% dos pacientes permaneceram livres de ECAM.¹⁵ Nosso estudo teve acompanhamento máximo de 7 anos, com 70% dos pacientes livres de ECAM nesse período.

Comparado a literatura, nosso registro demonstra ótimos resultados do acompanhamento de pacientes submetidos ao procedimento nos últimos 7 anos (média de acompanhamento de 9,9 meses, e máximo de 78 meses). Nesse registro de pacientes com lesões coronarianas altamente calcificadas submetidos a angioplastia coronariana percutânea com implante de stents farmacológicos de segunda geração, a aterectomia rotacional como métodos adjunto se mostrou muito útil para o sucesso do procedimento e bons resultados a longo prazo.

De maneira geral, o presente registro reflete os dados demográficos da população local, a capacidade e experiência do centro na realização do procedimento, com resultados e desfechos comparáveis e até melhores que os descritos na literatura.

LIMITAÇÕES

O estudo apresenta as limitações das séries de casos, com coleta de dados retrospectiva através de revisão do prontuário e contato telefônico com os pacientes. A amostra é pequena, porém reflete dados da realidade local. O seguimento dos pacientes foi satisfatório, com perda de acompanhamento de apenas 2 pacientes a partir da intervenção.

CONCLUSÃO

Na população estudada com lesões altamente calcificadas, a taxa de sucesso do procedimento foi elevada (97,9%) com baixas taxas de complicação (4,3%), e as taxas de ECAM em 30 dias (4,3%) e 1 ano (21,3%) foram baixas, apesar da gravidade e complexidade dos pacientes. A aterectomia rotacional utilizada como método adjuvante foi de extrema importância para o sucesso do procedimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao NAP (Núcleo de Apoio a Pesquisa) do Hospital Moinhos de Vento pelo auxílio nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Wilensky RL, Selzer F, Johnston J, Laskey WK, Klugherz BD, Block P, et al. Relation of percutaneous coronary intervention of complex lesions to clinical outcomes (from the NHLBI Dynamic Registry). *Am J Cardiol*. 2002;90:216-21.
2. Goldberg SL, Hall P, Almagor Y, Maiello L. Intravascular ultrasound guided rotational atherectomy of fibrocalcific plaque prior to intracoronary deployment of Palmaz-Schatz stents. *J Am Coll Cardiol* 1994;24(2):290A.
3. Kimura, T., Tamura, T., Yokoi, H., & Nobuyoshi, M. Long-Term Clinical and Angiographic Follow-Up After Placement of Palmaz-Schatz Coronary Stent: A Single Center Experience. *Journal of Interventional Cardiology* 1994; 7(2), 129–140.
4. Sharma SK, Israel DH, Kamean JL, Bodian CA, Ambrose JA. Clinical, angiographic, and procedural determinants of major and minor coronary dissection during angioplasty. *Am Heart J* 1993; 126: 39–47.
5. Moses JW, Carlier S, Moussa I. Lesion preparation prior to stenting. *Rev Cardiovasc Med* 2004;5(Suppl 2):S16–S21.
6. Fujii K, Carlier SG, Mintz GS, Yang YM, Moussa I, Weisz G, et al. Stent underexpansion and residual reference segment stenosis are related to stent thrombosis after sirolimus-eluting stent implantation. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 995–998.
7. Hodgson JM, Stone GW, Lincoff AM, Klein L, Walpole H, Bottner R, et al. Late stent thrombosis: considerations and practical advice for the use of drug-eluting stents: a report from the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions Drug-Eluting Stent Task Force. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007;69:327–33.
8. Moussa I, Di Mario C, Moses J, Reimers B, Di Francesco L, Martini G, et al. Coronary stenting after rotational atherectomy in calcified and complex lesions: Angiographic and clinical follow-up results. *Circulation* 1997; 96: 128–136.
9. Moses JW, Leon MB, Popma JJ, Fitzgerald PJ, Holmes DR, O’Shaughnessy C, et al. Sirolimus-eluting stents versus standard stents in patients with stenosis in a native coronary artery. *N Engl J Med* 2003; 349: 1315–1323.
10. Abdel-Wahab M, Richardt G, Joachim Buttner H, Toelg R, Geist V, Meinertz T, et al. High-speed rotational atherectomy before paclitaxel-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions: The randomized ROTAXUS (Rotational Atherectomy Prior to Taxus Stent Treatment for Complex Native Coronary Artery Disease) trial. *JACC Cardiovasc Interv* 2013; 6: 10–19.
11. Kawamoto H, Latib A, Ruparelia N, Boccuzzi GG, Pennacchi M, Sardella G, et al. Planned versus provisional rotational atherectomy for severe calcified coronary lesions: Insights From the ROTATE multicenter registry. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2016;88:881-9.
12. R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
13. Okai I; Dohi T; Okazaki S; Jujo K; Nakashima M; Otsuki H; et al. Clinical Characteristics and Long-Term Outcomes of Rotational Atherectomy - J2T Multicenter Registry. *Circ J*. 2018; 82(2):369-375

14. Tanajura, LFL, Sousa AGMR, Feres F, Mattos LAP, Nunes GL, Abizaid A, et al. Influência do Quadro Clínico nos Resultados Imediatos e Tardios Após Aterectomia Rotacional. Arq Bras Cardiol, volume 68 (no2), 73-77, 1997

15. Bartus S; Januszek R; Legutko J; Rzeszutko Ł; Dziewierz A; Dudek D. Long-term effects of rotational atherectomy in patients with heavy calcified coronary artery lesions: a single-centre experience. Kardiol Pol. 2017; 75(6):564-572

Tabela 1- Características dos pacientes

| Característica do paciente | n = 47 |
|--|--------------------|
| Sexo masculino - n (%) | 37 (78,7%) |
| Idade - Mediana (IIQ) | 77,13 (68,7; 83,4) |
| Hipertensão - n (%) | 42 (89,4%) |
| Diabetes - n (%) | 20 (42,6%) |
| Uso de insulina - n (%) | 3 (6,4%) |
| Tabagismo | |
| Não - n (%) | 33 (70,2%) |
| Atual - n (%) | 12 (25,5%) |
| Prévio - n (%) | 1 (2,1%) |
| Dislipidemia - n (%) | 29 (61,7%) |
| Doença renal crônica - n (%) | 14 (29,8%) |
| Creatinina em mg/dl - Mediana (IIQ) | 1 (0,9; 1,1) |
| Insuficiência renal em hemodiálise - n (%) | 6 (12,7%) |
| Insuficiência cardíaca - n (%) | 17 (36,2%) |
| Fração de ejeção - Mediana (IIQ) | 61% (46,5; 65) |
| Angina CCS | |
| 0 - n (%) | 4 (8,5%) |
| 1 - n (%) | 10 (21,3%) |
| 2 - n (%) | 16 (34%) |
| 3 - n (%) | 12 (25,5%) |
| 4 - n (%) | 0 (0%) |
| Infarto prévio - n (%) | 14 (29,8%) |
| IAM < 30 dias - n (%) | 4 (8,5%) |
| Angioplastia prévia - n (%) | 20 (42,6%) |
| CRM prévia - n (%) | 6 (12,8%) |
| Apresentação | |
| Angina estável - n (%) | 28 (59,6%) |
| Angina instável - n (%) | 11 (23,4%) |
| IAMSSST - n (%) | 8 (17%) |
| Comprometimento arterial | |

Tabela 1- Características dos pacientes

| | |
|-------------------------------|-------------|
| 1 vaso - n (%) | 2 (4,3%) |
| 2 vasos - n (%) | 7 (14,9%) |
| 3 ou mais vasos - n (%) | 37 (78,7%) |
| Escore SYNTAX - Mediana (IIQ) | 26 (18; 34) |
| Calcificação Intensa - n (%) | 47 (100%) |

CCS: *Canadian Cardiovascular Society*, CRM = Cirurgia de Revascularização do Miocárdio, IAM = Infarto Agudo do Miocárdio, IAMSST = Infarto Agudo do Miocárdio Sem Supra de ST, IIQ = Intervalo Interquartilico, SYNTAX = *Synergy Between Percutaneous Coronary Intervention With Taxus and Cardiac Surgery*

Fonte: Do autor

Tabela 2- Características do procedimento

| Caraterísticas do procedimento | n = 47 |
|--|-------------------|
| Artéria tratada | |
| TCE - n (%) | 15 (31,9%) |
| ADA - n (%) | 32 (68,1%) |
| ACX - n (%) | 7 (14,9%) |
| ACD - n (%) | 14 (29,8%) |
| Tratamento de bifurcação - n (%) | 18 (38,3%) |
| Tratamento de oclusão crônica - n (%) | 0 (0%) |
| Número de stents - Mediana (IIQ) | 2 (2; 3) |
| Stents utilizados | |
| Sirolimus - n (%) | 9 (19,1%) |
| Evorulimus - n (%) | 37 (78,7%) |
| Biolimus - n (%) | 1 (2,1%) |
| Pré-dilatação - n (%) | 45 (95,7%) |
| Pós-dilatação - n (%) | 47 (100%) |
| Comprimento dos stents em mm - Mediana (IIQ) | 58 (40; 73,5) |
| Contraste em ml - Mediana (IIQ) | 300 (220; 350) |
| Marcapasso - n (%) | 16 (34%) |
| Uso de IVUS - n (%) | 26 (55,3%) |
| Balão OTW - n (%) | 38 (80,9%) |
| Microcateter - n (%) | 8 (17%) |
| Tamanho da ogiva - Mediana (IIQ) | 1,5 (1,5; 1,5) |
| Tempo de acompanhamento - Média (\pm DP) | 9,9 (\pm 0,65) |

ACD = Arteria Coronária Direita, ACX = Arteria Circunflexa, ADA = Arteria Descendente Anterior, AVC = acidente vascular cerebral, BMS = *Bare Metal Stent*, ECAM = eventos adversos cardiovasculares maiores, IAM = infarto agudo do miocárdio, IIQ = intervalo interquartilico, IVUS = *Intravascular Ultrasound*, OTW = *Over The Wire*

Fonte: Do autor

Tabela 2.1 Complicações e sucesso do procedimento

| Complicações e sucesso do procedimento | n = 47 |
|---|---------------|
| Dissecção - n (%) | 2 (4,3%) |
| Perfuração - n (%) | 0 (0%) |
| IAM peri-procedimento - n (%) | 1 (2,1%) |
| Trombose - n (%) | 0 (0%) |
| Sucesso angiográfico - n (%) | 46 (97,9%) |
| Sucesso do procedimento - n (%) | 46 (97,9%) |
| Revascularização completa - n (%) | 18 (38,3%) |

IAM = infarto agudo do miocárdio

Fonte: Do autor

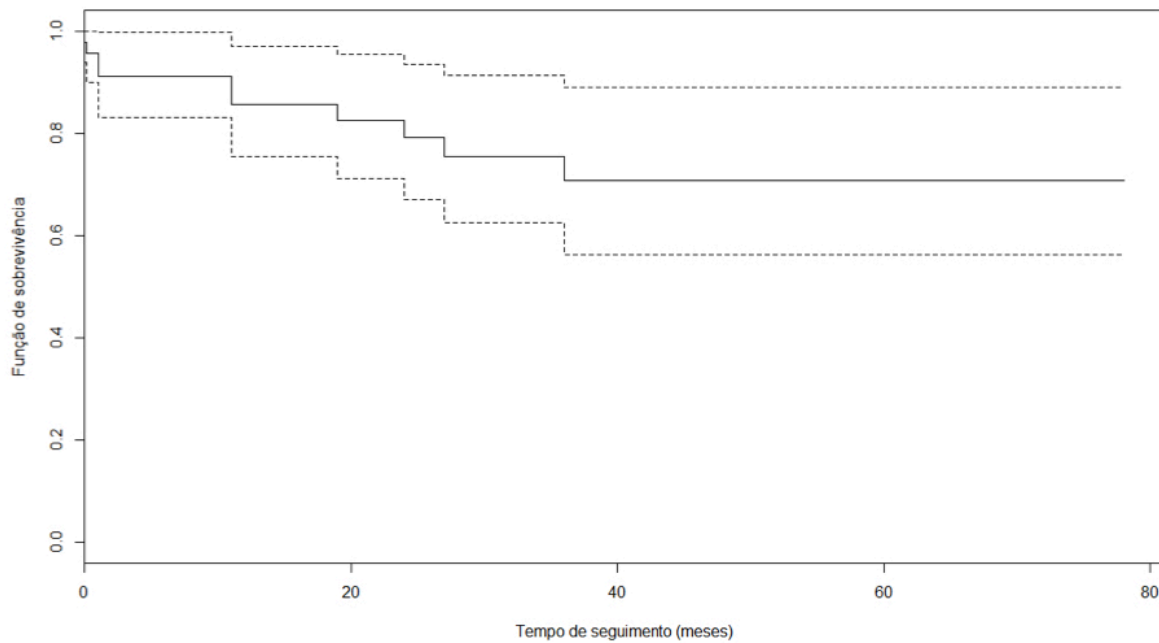
Tabela 3 - Eventos cardiovasculares adversos maiores em 30 dias e 1 ano após procedimento

| Desfecho | 30 dias | 1 ano |
|------------------------------|----------------|--------------|
| Óbito - n (%) | 2 (4,3%) | 4 (8,5%) |
| Óbito cardiovascular - n (%) | 2 (4,3%) | 3 (6,3%) |
| IAM - n (%) | 1 (2,1%) | 7 (14,9%) |
| AVC - n (%) | 0 (0%) | 0 (0%) |
| ECAM - n (%) | 2 (4,3%) | 10 (21,3%) |

AVC = acidente vascular cerebral, ECAM = eventos adversos cardiovasculares maiores, IAM = infarto agudo do miocárdio

Fonte: Do autor

Gráfico 1 – Sobrevida livre de eventos cardiovasculares maiores (ECAM) estimada pelo método de Kaplan-Meier.



O gráfico ilustra o tempo de seguimento em meses até a ocorrência de óbito, óbito cardiovascular, infarto agudo do miocárdio ou acidente vascular cerebral. A probabilidade de um indivíduo não apresentar ECAM até 8 meses de seguimento é de 0,91.

Fonte: Do autor

6.2 ARTIGO EM INGLÊS

Registry of rotational atherectomy followed by angioplasty with second generation drug-eluting stents of calcified coronary lesions

Debora Hoffmann Loro¹, Luis Carlos Corseti Bergoli², Rodrigo Vugman Wainstein², Sandro Cadaval Goncalves², Guilherme Pinheiro Machado³, Carla Bergoli⁴, Gustavo Neves de Araujo⁵, Felipe Homem Valle⁵, Marco Vugman Wainstein⁶

BACKGROUND

Percutaneous treatment of calcified coronary lesions remains a challenge, considering it has higher risks of complications, such as dissection and incomplete dilation of stents, and consequently higher rates of thrombosis and restenosis compared to non-calcified lesions.

¹⁻⁴ Proper modification of calcified atherosclerotic plaques prior to angioplasty and stenting has proven critical for the success of procedures in that scenario.⁵⁻⁷ One of the techniques available to prepare plaques is rotational atherectomy, which, through ablation of the calcification using a diamond burr, can increase the diameter of the lumen and allows for the proper expansion and apposition of stents.^{7, 8} The use of second- and third-generation drug-eluting stents has been shown to have low rates of intra-stent thrombosis and restenosis.^{9, 10} Rotational atherectomy is indicated in cases where the stent does not cross the lesion or where conventional angioplasty is expected to fail, and is not indicated for all angioplasties in calcified lesions because routine use offers no benefits.^{10, 11}

The objective of this study was to evaluate the immediate results and the outcomes in thirty days and one year after procedures of rotational atherectomy followed by percutaneous coronary angioplasty with second-generation drug-eluting stents in patients with calcified coronary lesions performed at Hospital Moinhos de Vento (HMV) in the last 7 years, because there are few data about the local reality, in Brazilian settings.

Key words: coronary atherectomy, vascular calcification, drug eluting-stents

METHODS

Population

This study is a registry of patients submitted to a percutaneous coronary intervention using rotational atherectomy as an adjuvant method in a single center, Hospital Moinhos de Vento, in Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil, from July 2012 to January 2019.

It includes patients of both sexes, without age limits, with stable angina and/or myocardial ischemia in functional tests and patients with acute coronary syndrome (ACS) with non-ST-elevation (NSTEMI and unstable angina) with severe calcified coronary lesions, defined by visible radiopacity without cardiac motion before contrast injection, compromising both sides of the arterial lumen in coronary angiography, with indication for percutaneous treatment using rotational atherectomy for plaque modification before stenting.

The exclusion criteria were impossibility of using dual antiplatelet therapy (DAPT) for at least 6 months (e.g., bleeding risk), contraindication for the use of rotational atherectomy, such as presence of coronary lesions with high thrombus load, and ST-elevation myocardial infarction in the last 30 days, or refusing to participate in the study.

Data was collected on patients' baseline characteristics, clinical presentation of coronary arterial disease (CAD) and its complexity, and data of the procedure using a standardized form. The study was approved by the local research ethics committee and all patients included agreed to participate in the study. Data was collected retrospectively through the review of patient charts and telephone contact with patients.

Procedure

Patients were submitted to the rotational atherectomy procedure using a Rotablator® (Boston Scientific), following the recommended technique, with burrs smaller than 0.75 in relation to vessel diameter, and rotation speeds of 145,000 to 175,000 rpm. There were no

description of intravascular ultrasound (IVUS) use and attempts of angioplasty before Rotablator®. The rotational atherectomy was indicated by prediction of procedure failure without the use of an adjuvant method for lesion preparation.

All patients received second-generation drug-eluting stent (everolimus-, sirolimus- or biolimus-eluting) and all lesions were post-dilated. Stents were chosen by the hemodynamicist. A temporary pacemaker was implanted in all the procedures of the right coronary due to the risk of an atrioventricular block during the angioplasty. IVUS was used in a number of cases, at the hemodynamicist's discretion after de rotational atherectomy and angioplasty. SYNTAX Score were calculated for all patients without prior coronary artery bypass graft surgery (CABG).

All patients were directed to use dual antiplatelet therapy for at least 6 months if they had stable angina, or for at least 1 year if they had presented ACS.

Outcomes

We analyzed the rate of angiographic and procedure successes.

The outcomes analyzed were: MACE (major adverse cardiovascular events), defined as a combined outcome of death, cardiovascular death, acute myocardial infarction (AMI) and stroke, and the same isolate events happening within 30 days and within 1 year. Stent thrombosis, in-hospital bleeding, angina, restenosis requiring revascularization of target vessel, and death up to the end of follow-up were also described. We estimate the adherence to DAPT according to recommendation. We also analyzed, in an exploratory way, the association of basal characteristics of patients with the occurrence of MACE within one year.

Statistical Analysis

Quantitative variables were expressed as mean average \pm standard deviation (SD), those with asymmetric distributions as medians and interquartile ranges (IQR), and categorical variables presented as frequencies (n) and percentages (%). Values were compared between groups using Fisher's exact test. Survival analysis was expressed on the Kaplan-Meier curve. A value of $p < 0.05$ was considered significant. Statistical analysis was conducted using the statistic software R, version 3.5.2.¹²

RESULTS

The study included 47 patients from July 2012 to January 2019. Median age was 77,13 years (68,7; 83,4), 37 (78.7 percent) were male, 20 (42.6 percent) were diabetic, 42 (89.4 percent) had hypertension, and 29 (61.7 percent) had dyslipidemia. Chronic kidney disease (CKD) was observed in 14 (29.8 percent) patients, of which 6 (42.8 percent of CKD patients or 12.7 percent of total patients) were undergoing dialysis. The predominant form of presentation was stable angina or ischemia detected using non-invasive diagnostic testing (28 patients, or 59.6 percent). Most presented 3 or more compromised vessels (37 [78.7 percent]). The median SYNTAX Score was 26 (18; 34), which was not calculated for 6 patients with prior CABG and for 1 patient due to lack of baseline angiography data. All presented extremely calcified lesions and were submitted to stenting using second-generation drug-eluting stents after rotational atherectomy. Other demographic characteristics can be found in **Table 1**, while data on the procedures can be found in **Table 2**.

We lost to follow-up of two patients after their procedures. Mean follow-up time was 9.9 months (± 0.65) CI 95% = [8.68 - 11.13], and the longest follow-up period was 78 months. The procedure success and complications are described on **Table 2.1**. The procedure and angiographic success rate was 97.9 percent and complications rate was 4.3%.

There were one death (2.1 percent) in the procedure, in patient with acute MI. There were no deaths in elective procedures in patients with stable angina.

The outcomes in thirty days and one year can be found in **Table 3**. There were two (4.3 percent) deaths within 30 days, both from cardiovascular causes. Of the four (8.5 percent) deaths within 1 year, three (6.3 percent) had cardiovascular causes. Regarding MACE, 2 (4.3 percent) occurred within 30 days and 10 (21.3 percent) within 1 year, being AMI responsible for the major of the events in 1 year (14.9 percent).

The rate of angina in 30 days and 1 year were respectively 3 (6.4 percent) and 10 (21.3 percent) and in 1 year, there were 5 (10.6 percent) revascularization of the target vessel, with no one in 30 days. The in-hospital bleeding rate was 6.4 percent. There was no confirmed stent thrombosis. Adherence to dual antiplatelet therapy was observed in 57.4 percent of patients within 6 months. During the total time of follow-up (up to 78 months), eight patients died.

We found statistically significant association between chronic kidney disease with the occurrence of MACE ($p = 0,028$) and death ($p = 0,012$) within 1 year.

The survival without MACE is expressed on Kaplan-Meier curve (Chart-1). The probability of an individual do not present MACE until 8 months of follow-up is 0,91.

DISCUSSION

This is one of the few records in Brazilian settings about the use of the rotational atherectomy followed by drug-eluting stents angioplasty in highly calcified coronary lesions. Nowadays, with the population ages and with the possibility of percutaneous treatment of increasingly complex lesions, the adjunct methods for lesion preparation are essential to procedure successes. Rotational atherectomy is indicated for highly calcified lesions in which cases pre-dilatation with a balloon is considered unlikely to succeed or for those in which the stent does not cross the lesion. In 2013, ROTAXUS study demonstrate

greater success with RA than balloon angioplasty to prepare lesions before stenting (92.5% vs. 83.3%, $p = 0.03$), with no difference in MACE between the groups.¹⁰ All patients in our study had very intense calcification, and therefore lesion preparation prior to stenting, important to the success of the procedure, was indicated.

Rotational atherectomy has evolved over time, especially with enhancements to the technique and the use of last generation drug-eluting stents in recent years. Second- and third-generation sirolimus-, everolimus- and biolimus-eluting stents have been shown to have lower rates of restenosis. The stents used in the patients submitted to rotational atherectomy in our study were all second-generation drug-eluting stents. In 2016, the ROTATE study, that direct Brazilian guidelines for the indication of rotational atherectomy showed that the use of drug-eluting stents was also associated with decreased MACE (HR 0.42, 95%CI: 0.26-0.67, $p < 0.001$). The in-hospital MACE incidence rate of 8.3 percent, mainly due to periprocedural infarction. Within one year, the rate of MACE was 16 percent, and within 2 years it was 24.9 percent, mainly due to the need for revascularization of the target vessel. Dialysis was an independent predictor of risk of in-hospital and out-of-hospital MACE.¹¹ Our registry showed better results within 30 days with MACE rate of 4.3 percent.

More recent studies have found results similar to those found in this survey, such as the multicenter registry discussed by Okai et al, which had a 3 percent in-hospital death rate and a 96.2 percent success rate. Dialysis and age were independent predictors of MACE (HR, 2.08; 95%CI: 1.53-2.86; $p < 0.0001$ and HR, 1.03; 95%CI: 1.01-1.04; $p < 0.0001$).¹³ We also found association of chronic kidney disease with MACE and death within 1 year, and the procedure success was similar (97.9 percent). It should also be highlighted that the 12-month mortality rate in our Registry was relatively low (8.5 percent), despite the high anatomic and clinical complexity of the population in our study.

No patient presenting stable angina or ischemia detected in diagnostic testing presented MACE within 30 days. Among patients presenting acute coronary syndrome, there was naturally a higher risk of adverse events, like Tanajura et al shows in a nacional study comparing outcomes according to stable or unstable clinical presentation, patients presenting unstable disease presented higher incidence of events (angina and revascularization of target vessel) after angioplasty with rotational atherectomy.¹⁴

Other recent study (2017) of a group of 60 patients had a 20 percent rate of periprocedural complications. In almost 10 years of follow-up, 64 percent of patients remained MACE-free.¹⁵ Our survey has a maximum follow-up of 7 years, with 70 percent of patients event-free of MACE in this period.

Compared with literature, our registry demonstrate great results in the follow-up of patients submitted to the procedure in the last 7 years (medium follow-up of 9.9 months and maximum of 78 months). In this registry, patients with highly calcified coronary lesions submitted to percutaneous coronary angioplasty with second-generation drug-eluting stents, rotational atherectomy as an adjuvant method was shown to be very useful for complex angioplasties, with successful outcomes for the procedure and short- and long-term outcomes.

In a general way, the present survey reflects the demographic data of local population, the capability and experience of the center about the procedure, showing results and outcomes comparable or better than the literature.

LIMITATIONS

This study suffers from the limitations of case series, with retrospective data collection from patient charts and contacting patients via telephone. The sample size is small, but representative of the local reality at the center. Patient follow-up was satisfactory, with only two patients lost to follow-up after interventions.

CONCLUSION

In the studied population, the success rates of rotational atherectomy with second-generation drug eluting stents angioplasty were high (97.9 percent) with low rates of complications (4.3 percent), and MACE and mortality rates within 30 days (4.3 percent) and 1 year (21.3 percent) in our population was low, despite the severity and complexity of patients' conditions. When used as an adjuvant method in angioplasty of highly calcified coronary lesions, rotational atherectomy was extremely important for successful outcomes.

ACKNOWLEDGMENT

I thank NAP (Research Support Nucleus) of Hospital Moinhos de Vento for its assistance with statistical analysis.

REFERENCES

1. Wilensky RL, Selzer F, Johnston J, Laskey WK, Klugherz BD, Block P, et al. Relation of percutaneous coronary intervention of complex lesions to clinical outcomes (from the NHLBI Dynamic Registry). *Am J Cardiol.* 2002;90:216-21.
2. Goldberg SL, Hall P, Almagor Y, Maiello L. Intravascular ultrasound guided rotational atherectomy of fibrocalcific plaque prior to intracoronary deployment of Palmaz-Schatz stents. *J Am Coll Cardiol* 1994;24(2):290A.
3. Kimura, T., Tamura, T., Yokoi, H., & Nobuyoshi, M. Long-Term Clinical and Angiographic Follow-Up After Placement of Palmaz-Schatz Coronary Stent: A Single Center Experience. *Journal of Interventional Cardiology* 1994; 7(2), 129–140.
4. Sharma SK, Israel DH, Kamean JL, Bodian CA, Ambrose JA. Clinical, angiographic, and procedural determinants of major and minor coronary dissection during angioplasty. *Am Heart J* 1993; 126: 39–47.
5. Moses JW, Carlier S, Moussa I. Lesion preparation prior to stenting. *Rev Cardiovasc Med* 2004;5(Suppl 2):S16–S21.
6. Fujii K, Carlier SG, Mintz GS, Yang YM, Moussa I, Weisz G, et al. Stent underexpansion and residual reference segment stenosis are related to stent thrombosis after sirolimus-eluting stent implantation. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 995–998.
7. Hodgson JM, Stone GW, Lincoff AM, Klein L, Walpole H, Bottner R, et al. Late stent thrombosis: considerations and practical advice for the use of drug-eluting stents: a report from the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions Drug-Eluting Stent Task Force. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007;69:327–33.
8. Moussa I, Di Mario C, Moses J, Reimers B, Di Francesco L, Martini G, et al. Coronary stenting after rotational atherectomy in calcified and complex lesions: Angiographic and clinical follow-up results. *Circulation* 1997; 96: 128–136.
9. Moses JW, Leon MB, Popma JJ, Fitzgerald PJ, Holmes DR, O’Shaughnessy C, et al. Sirolimus-eluting stents versus standard stents in patients with stenosis in a native coronary artery. *N Engl J Med* 2003; 349: 1315–1323.
10. Abdel-Wahab M, Richardt G, Joachim Buttner H, Toelg R, Geist V, Meinertz T, et al. High-speed rotational atherectomy before paclitaxel-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions: The randomized ROTAXUS (Rotational Atherectomy Prior to Taxus Stent Treatment for Complex Native Coronary Artery Disease) trial. *JACC Cardiovasc Interv* 2013; 6: 10–19.
11. Kawamoto H, Latib A, Ruparelia N, Boccuzzi GG, Pennacchi M, Sardella G, et al. Planned versus provisional rotational atherectomy for severe calcified coronary lesions: Insights From the ROTATE multicenter registry. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016;88:881-9.
12. R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
13. Okai I; Dohi T; Okazaki S; Jujo K; Nakashima M; Otsuki H; et al. Clinical Characteristics and Long-Term Outcomes of Rotational Atherectomy - J2T Multicenter Registry. *Circ J.* 2018; 82(2):369-375

14. Bartuś S; Januszek R; Legutko J; Rzeszutko Ł; Dziewierz A; Dudek D. Long-term effects of rotational atherectomy in patients with heavy calcified coronary artery lesions: a single-centre experience. *Kardiol Pol.* 2017; 75(6):564-572
15. Tanajura, LFL, Sousa AGMR, Feres F, Mattos LAP, Nunes GL, Abizaid A, et al. Influência do Quadro Clínico nos Resultados Imediatos e Tardios Após Aterectomia Rotacional. *Arq Bras Cardiol*, volume 68 (no2), 73-77, 1997

Table 1. Patients characteristics

| Patient characteristics | n = 47 |
|------------------------------------|--------------------|
| Male - n (%) | 37 (78,7%) |
| Age - Median (IQR) | 77,13 (68,7; 83,4) |
| High blood pressure - n (%) | 42 (89,4%) |
| Diabetes - n (%) | 20 (42,6%) |
| Insulin use - n (%) | 3 (6,4%) |
| Smoking | |
| No - n (%) | 33 (70,2%) |
| Current - n (%) | 12 (25,5%) |
| Prior - n (%) | 1 (2,1%) |
| Dyslipidemia - n (%) | 29 (61,7%) |
| Chronic kidney disease - n (%) | 14 (29,8%) |
| Creatinine - Median (IQR) | 1 (0,9; 1,1) |
| Kidney failure in dialysis - n (%) | 6 (12,7%) |
| Heart failure - n (%) | 17 (36,2%) |
| Ejection fraction - Median (IQR) | 61% (46,5; 65) |
| CCS angina grade | |
| 0 - n (%) | 4 (8,5%) |
| 1 - n (%) | 10 (21,3%) |
| 2 - n (%) | 16 (34%) |
| 3 - n (%) | 12 (25,5%) |
| 4 - n (%) | 0 (0%) |
| Prior infarction - n (%) | 14 (29,8%) |
| AMI < 30 days - n (%) | 4 (8,5%) |
| Prior angioplasty - n (%) | 20 (42,6%) |
| Prior CABG - n (%) | 6 (12,8%) |
| Presentation | |
| Stable angina - n (%) | 28 (59,6%) |
| Unstable angina - n (%) | 11 (23,4%) |
| NSTEMI - n (%) | 8 (17%) |
| Arterial compromise | |

Table 1. Patients characteristics

| | |
|-------------------------------|-------------|
| 1 vessel - n (%) | 2 (4,3%) |
| 2 vessels - n (%) | 7 (14,9%) |
| 3 vessels or more - n (%) | 37 (78,7%) |
| SYNTAX Score - Median (IQR) | 26 (18; 34) |
| Intense calcification - n (%) | 47 (100%) |

AMI: acute myocardial infarction, CABG: Coronary Artery Bypass Graft, CCS: Canadian Cardiovascular Society, NSTEMI: non-ST Segment Elevation Myocardial Infarction, IQR: interquartile range, SD: standard deviation, SYNTAX: Synergy Between Percutaneous Coronary Intervention With Taxus and Cardiac Surgery

Source: The author

Table 2. Characteristics of procedure

| Procedure characteristics | n = 47 |
|--|-------------------|
| Artery treated | |
| LMCA - n (%) | 15 (31,9%) |
| LAD - n (%) | 32 (68,1%) |
| LCX - n (%) | 7 (14,9%) |
| RCA - n (%) | 14 (29,8%) |
| Treatment of bifurcation - n (%) | 18 (38,3%) |
| Treatment of chronic occlusion - n (%) | 0 (0%) |
| Number of stents - Median (IQR) | 2 (2; 3) |
| Stents used | |
| Sirolimus - n (%) | 9 (19,1%) |
| Evorulimus - n (%) | 37 (78,7%) |
| Biolimus - n (%) | 1 (2,1%) |
| Pre-dilatation - n (%) | 45 (95,7%) |
| Post-dilatation - n (%) | 47 (100%) |
| Stent length - Mean (\pm SD) | 58 (40; 73,5) |
| Contrast - Median (IQR) | 300 (220; 350) |
| Pacemaker - n (%) | 16 (34%) |
| Use of IVUS - n (%) | 26 (55,3%) |
| OTW balloon catheter - n (%) | 38 (80,9%) |
| Microcatheter - n (%) | 8 (17%) |
| Burr size - Median (IQR) | 1,5 (1,5; 1,5) |
| Follow-up time (months) - Mean (\pm SD) | 9,9 (\pm 0,65) |

BMS = Bare Metal Stent, IQR = interquartile range, IVUS = Intravascular Ultrasound, LAD = Left Anterior Descending, LMCA = Left Main Coronary Artery, LCX = Left Circumflex artery, OTW = Over The Wire, RCA = Right Coronary Artery, SD = Standard Deviation

Source: The author

Table 2.1 Procedure complications and success

| | |
|------------------------------------|------------|
| Dissection - n (%) | 2 (4,3%) |
| Perforation - n (%) | 0 (0%) |
| Periprocedural AMI - n (%) | 1 (2,1%) |
| Thrombosis - n (%) | 0 (0%) |
| Angiographic success - n (%) | 46 (97,9%) |
| Procedure success - n (%) | 46 (97,9%) |
| Complete revascularization - n (%) | 18 (38,3%) |

AMI: acute myocardial infarction

Source: The author

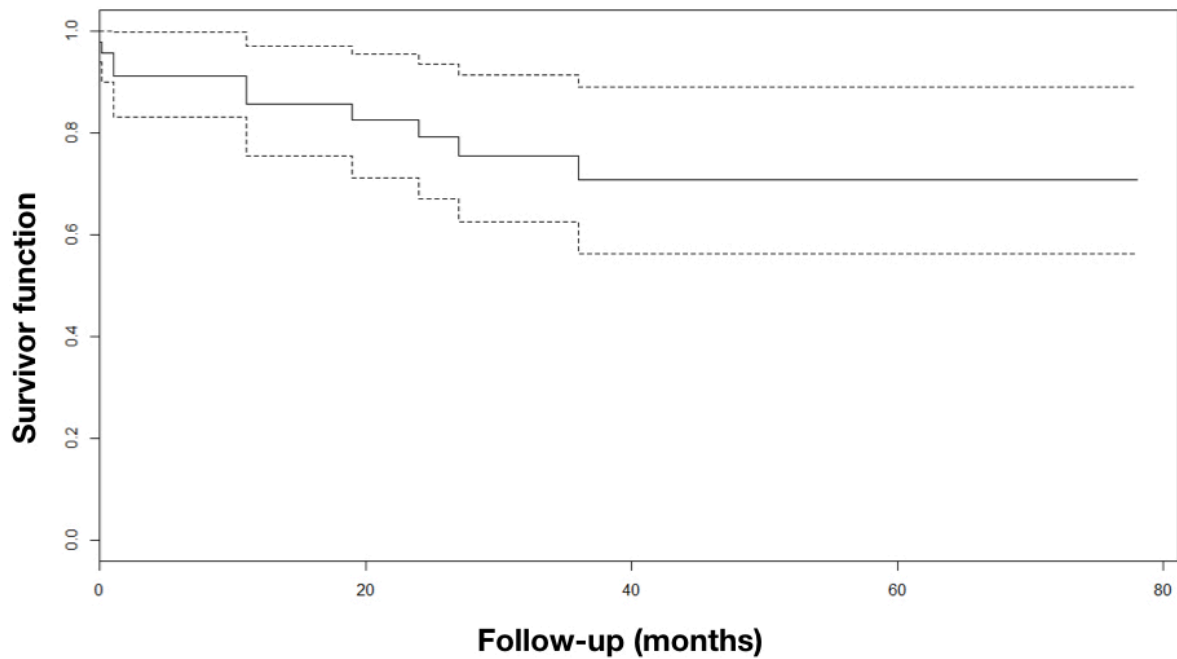
Table 3. Major adverse cardiovascular events within 30 days and 1 year

| Outcome | 30 days | 1 year |
|------------------------------|----------------|---------------|
| Death - n (%) | 2 (4,3%) | 4 (8,5%) |
| Cardiovascular death - n (%) | 2 (4,3%) | 3 (6,3%) |
| AMI - n (%) | 1 (2,1%) | 7 (14,9%) |
| Stroke - n (%) | 0 (0%) | 0 (0%) |
| MACE - n (%) | 2 (4,3%) | 10 (21,3%) |

AMI = acute myocardial infarction, MACE = major adverse cardiovascular events

Source: The author

Chart 1 – Event-free survival (MACE) estimated by the Kaplan-Meier method.



The chart illustrate the time (months) in the follow-up until the occurrence of death, cardiovascular death, acute myocardial infarction or stroke. The probability of stay event-free within 8 months of follow-up is 0,91.

Source: The author

7 CONCLUSÃO

A aterectomia rotacional quando utilizada como método adjuvante nas angioplastias de lesões coronarianas altamente calcificadas é de extrema importância para o adequado implante do stent e sucesso do procedimento.

A aterectomia rotacional associada ao implante de stents farmacológicos de segunda geração em uma população com lesões coronarianas altamente calcificadas demonstrou importância inequívoca para o sucesso do procedimento, alcançado em 97,9% dos pacientes com baixas taxas de complicação no procedimento (4,3%). As taxas de eventos cardiovasculares adversos maiores em 30 dias e 1 ano também foram baixas, respectivamente 2 (4,3%) e 10 (21,3%), considerando a gravidade e complexidade das lesões.

APÊNDICE

8 APÊNDICE 1

FICHA DE COLETA DE DADOS - REGISTRO ATERECTOMIA ROTACIONAL HMV

| | | |
|--------------------------|-------------------------------|---|
| Identificação | Nome | |
| | Prontuário | |
| | Telefone (s) | |
| | Sexo | (0) Masculino (1) Feminino |
| | Data Nascimento e Idade | |
| | Data do procedimento | |
| Características clínicas | Hipertensão | (0) Não (1) Sim |
| | Diabetes | (0) Não (1) Sim |
| | Uso de insulina | (0) Não (1) Sim |
| | Tabagismo | (0) Não (1) Atual (2) Prévio |
| | Dislipidemia | (0) Não (1) Sim |
| | Insuficiência Renal | (0) Não (1) Sim |
| | Creatinina | Mg/dL ou HD=hemodialise |
| | Insuficiência Cardíaca | (0) Não (1) Sim |
| | Fração de Ejeção | % |
| | Angina (CCS) | (0) não (1) (2) (3) (4) |
| | Infarto prévio | (0) Não (1) Sim |
| | IAM < 30 dias | (0) Não (1) Sim |
| | Angioplastia prévia | (0) Não (1) Sim |
| | CRM prévia | (0) Não (1) Sim |
| Apresentação clínica | Angina estável | (0) Não (1) Sim |
| | Angina Instável | (0) Não (1) Sim |
| | IAMSST | (0) Não (1) Sim |
| Complexidade da DAC | Comprometimento arterial | (1) 1 vaso (2) 2 vasos (3) 3 ou mais vasos |
| | Escore SYNTAX | |
| | Tratamento de bifurcação | (0) Não (1) Sim |
| | Tratamento de oclusão crônica | (0) Não (1) Sim |
| | Calcificação | (1) Nao ou minima (2) Moderada (3) Intensa |
| Procedimento | Arteria tratada | (1) TCE (2) ADA (3) ACx (4) ACD (5) Outra |

| | | |
|-----------------------------|--|---------------------|
| Numero de stents | | |
| Stents utilizados | (1)BMS (2)Sirolimus (3)Everolimus (4) Biolimus (5) Zotarolimus | |
| Pré dilatação | (0) Não (1) Sim | |
| Pós dilatação | (0) Não (1) Sim | |
| Comprimento dos stents | mm | |
| Contraste | ml | |
| Marcapasso periprocedimento | (0) Não (1) Sim | |
| Uso de IVUS | (0) Não (1) Sim | |
| Balão OTW | (0) Não (1) Sim | |
| Microcateter | (0) Não (1) Sim | |
| Tamanho da ogiva | mm | |
| Dissecção | (0) Não (1) Sim | |
| Perfuração | (0) Não (1) Sim | |
| IAM periprocedimento | (0) Não (1) Sim | |
| Revascularização completa | (0) Não (1) Sim | |
| Sucesso angiográfico | (0) Não (1) Sim | |
| Resultados | Óbito no procedimento | (0) Não (1) Sim |
| | Óbito 30 dias | (0) Não (1) Sim |
| | Óbito 1 ano | (0) Não (1) Sim |
| | Óbito durante o tempo total de acompanhamento | (0) Não (1) Sim |
| | Óbito cardiovascular | (0) Não (1) Sim |
| | IAM 30 dias | (0) Não (1) Sim |
| | IAM 1 ano | (0) Não (1) Sim |
| | Revascularização de vaso alvo 30 dias | (0) Não (1) Sim |
| | Revascularização de vaso alvo 1 ano | (0) Não (1) Sim |
| | Angina 30 dias | (0) Não (1) Sim |
| | Angina 1 ano | (0) Não (1) Sim |
| | Reestenose 30 dias | (0) Não (1) Sim |
| | Reestenose 1 ano | (0) Não (1) Sim |
| | AVC 30 dias | (0) Não (1) Sim |
| | AVC 1 ano | (0) Não (1) Sim |
| Trombose de stent | (0) Não (1) Sim | |

| | |
|--|---------------------|
| Sangramento | (0) Não (1) Sim |
| Dupla antiagregação plaquetária - DAPT | (0) Não (1) Sim |
| Tempo de seguimento | Meses |