

ARTIGO DE REVISÃO

Intervenção Coronariana Percutânea com Suportes Vasculares Biorreabsorvíveis

Percutaneous Coronary Intervention with Bioresorbable Vascular Scaffolds

Márcio Macri Dias, Márcio José Montenegro da Costa, Bernardo Amorim, Esmeralci Ferreira

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Hospital Universitário Pedro Ernesto – Setor de Hemodinâmica – Rio de Janeiro, RJ – Brasil

A intervenção coronariana percutânea (ICP) representou a primeira revolução na cardiologia intervencionista. Os *stents* coronarianos solucionaram a oclusão aguda do vaso, selando dissecções e prevenindo o remodelamento negativo. A hiperplasia intimal excessiva foi reduzida com *stents* farmacológicos (SF) principalmente em diabéticos, vasos finos e lesões longas. Entretanto o efeito mecânico do metal do *stent* dificulta o remodelamento positivo da parede do vaso, a boa função endotelial e a reatividade vascular. Os suportes vasculares biorreabsorvíveis (BVS) permitem boa estabilidade inicial no arcabouço vascular e completa reabsorção do material ao longo do tempo, ocasionando melhor readaptação fisiológica da artéria. Os recentes estudos mostram que esses dispositivos são seguros. Apesar de algumas limitações na sua indicação, evidências já oferecem os BVS como opções únicas no tratamento da doença arterial coronária (DAC), expandindo seu uso na prática diária, motivo desta revisão.

Introdução

A intervenção coronariana percutânea (ICP) com cateteres- balão apresentava bons resultados em lesões não complexas, mesmo assim havia risco de dissecções do vaso, oclusão aguda, revascularização cirúrgica emergencial, remodelamento vascular negativo e reestenose.^{1,2} O advento do *stent* não farmacológico (SNF) reduziu a maioria desses eventos.³⁻⁵ Entretanto, o fluxo coronariano alterado pela malha do *stent* e o estímulo à agregação plaquetária ocasionavam trombose aguda

Palavras-chave

Revascularização miocárdica; Angioplastia; Angina pectoris.

e subaguda.⁴ A anticoagulação plena com heparina e cumarínicos foi usada até que a agregação plaquetária foi identificada como principal causa do problema e a dupla-antiagregação plaquetária (DAP) foi instituída.⁶ A redução da espessura das hastes e maior flexibilidade permitiram a melhor conformação entre *stents* e parede vascular, diminuindo os índices de má aposição.

A ultrassonografia intracoronariana (USIC) demonstrou que a liberação dos *stents* com pressões mais elevadas e a cobertura de toda a placa aterosclerótica implicava em menores índices de eventos agudos.⁷ Contudo, a hiperplasia intimal excessiva ocasionava reestenose e revascularizações repetidas, principalmente em subgrupos de maior risco (diabetes, vasos finos e lesões longas). Os SF promoveram redução da taxa de reestenose⁸ e a ampliação das indicações para tratamento de DAC mais complexas tais como: lesões longas, bifurcações, oclusões crônicas, pacientes diabéticos, reestenoses e até mesmo lesões de tronco de coronária esquerda (TCE).⁸⁻¹²

Independente do tipo de *stent*, a permanência do arcabouço metálico intravascular é definitiva e com diversos aspectos negativos. A biorreabsorção dos novos dispositivos permite o retorno da parede vascular às suas funções primitivas, sem comprometimento do resultado quando confrontado com SF de última geração.¹³ O maior entendimento das indicações dessa plataforma e a análise de alguns aspectos técnicos e clínicos, ainda não esclarecidos, estimulou a realização desta revisão.

Stents farmacológicos (SF)

O seguimento dos primeiros pacientes que receberam o SF demonstrou proliferação intimal mínima e consequente redução da reestenose, aproximando os resultados da ICP aos da cirurgia.⁸⁻¹⁰ Na primeira geração de SF, o metal e a necessidade do polímero para fixação e proteção do fármaco ocasionavam má aposição tardia do *stent*

Correspondência: Esmeralci Ferreira

Hospital Universitário Pedro Ernesto – Setor de Hemodinâmica
Av. 28 de setembro, 77 Térreo. CEP: 20551-030, Vila Isabel, Rio de Janeiro, RJ – Brasil
E-mail: esmeralci@gmail.com

e exposição de hastes não endotelizadas, ocasionando trombose tardia.¹¹ Em pacientes multiarteriais, a taxa combinada de trombozes definitivas, prováveis e possíveis era 9,4% em cinco anos, com 32% de eventos cardíacos agudos maiores.¹¹ A doença demonstrava malhas expostas e reação inflamatória persistente. Testes de vasomotilidade com acetilcolina mostravam vasoconstrição anormal distal ao *stent*, sugerindo anormalidade na estrutura e função endotelial.¹¹

O desenvolvimento dos SF de segunda geração, de baixo perfil, com maior força radial, polímeros biocompatíveis e bioabsorvíveis diminuíram a reação inflamatória endotelial. O uso de fármacos da família Limus (everolimus, biolimus e zotarolimus) que são eluídos no vaso por até três meses, tornaram a ICP mais fácil e segura em casos de complexidade crescente.¹² Após a absorção do fármaco, o *stent* mantém o raio do vaso, mas a presença do metal afeta permanentemente o remodelamento e a cicatrização do vaso, além de dificultar o acompanhamento por exames não invasivos (tomografia computadorizada cardíaca ou ressonância magnética). O metal pode ainda comprometer futuras opções de tratamento com *stents* ou cirurgia. Além disso, a trombose muito tardia, apesar de ser rara, ainda pode constituir um problema relacionado à metalização do vaso.^{13,14}

Suportes vasculares biorreabsorvíveis

No processo de reabsorção dos BVS (*Bioabsorbable vascular scaffold*), a hidrólise gera ácido lático, que entra no ciclo de Krebs e é metabolizado em dióxido de carbono e água em dois a três anos. Observa-se vasoconstrição induzida pelo maleato de metilergonovina e vasodilatação com nitroglicerina no segmento tratado.

A reabsorção completa favorece a infiltração de células musculares funcionais e retorno da resposta vasomotora, sugerindo que a estrutura endotelial normal seja restabelecida, além da possibilidade de redução da trombose tardia. Observa-se uma nítida terapia reparadora da função vascular em que as fases de restauração evoluem desde logo após o implante até a reabsorção total, ao longo do tempo, com a possibilidade de incremento final no ganho luminal (Figura 1).¹³⁻¹⁷

O Igaki-Tamai foi o primeiro BVS implantado em humanos. Construído em ácido poli-L-lático (PLLA) apresentou resultados bastante favoráveis, com revascularização da lesão-alvo (RLA) de 16% em um ano, 22% em cinco anos e 38% em 10 anos (Figura 2). O alto perfil e o fato de ser desprovido de fármaco não

permitiu a expansão do uso, embora a esperada absorção tenha sido observada em até 36 meses.¹⁸ A tecnologia dos BVS com uso de magnésio também não apresentou resultados expressivos.^{13,16}

O BVS ABSORB (Abbot Vascular, Santa Clara, California) apresenta uma estrutura com perfil maior do que os *stents* de última geração. Essa pequena limitação pode dificultar o acesso em lesões mais complexas (Figura 3). Não obstante, o dispositivo contempla força radial mantida, semelhante aos *stents* metálicos, associada ao antiproliferativo do tipo everolimus observado nos SF. Este BVS tem estrutura em polímero de PLLA e é recoberto de polímero de poli-D, L-lactídeo, que carrega e libera o fármaco.¹⁹ A absorção da estrutura polimérica ocorre por erosão da massa, mantendo a estrutura e a força radial mesmo com processo de reabsorção avançado.

A taxa de liberação do everolimus do BVS (80% em 30 dias) é similar ao do polímero permanente do SF de última geração, utilizado no estudo SPIRIT; isto confere resultados de segurança e eficácia comparáveis nas duas técnicas.²⁰

O ABSORB Cohort A foi o primeiro estudo de segurança e viabilidade. Avaliados 30 pacientes com angina estável e instável, uniarteriais com lesão “de novo”, não complexas, em coronária nativa. Infarto agudo do miocárdio com supra de ST (IAMCSST), fração de ejeção (FE) < 30% e lesões complexas foram excluídas.¹⁹

Nos desfechos clínicos em dois anos houve apenas um IAM sem supra de ST (IAMSSST), e a absorção total foi observada nesse período. Aos cinco anos de evolução em 27 pacientes, houve 3,4% de eventos cardíacos adversos. Não houve relato de trombose, entretanto o recolhimento tardio no diâmetro, referente ao comparativo com a série histórica do *stent* farmacológico com everolimus foi maior para o BVS (6,9% vs. 4,3%).¹⁹

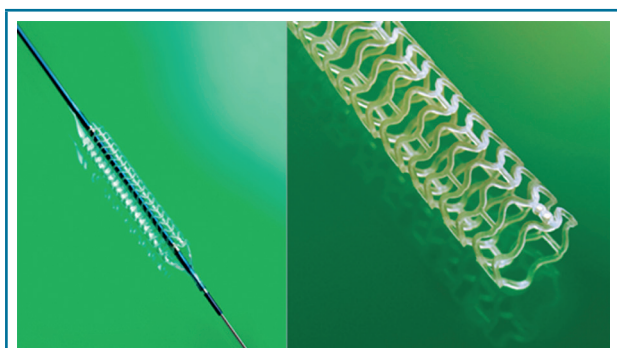
O ABSORB B com 101 pacientes apresentou critério de inclusão semelhante, com no máximo dois vasos tratados, estratificados em dois grupos (B1 = 56 e B2 = 45), para controle angiográfico aos 6 e 24 meses ou aos 12 e 36 meses. Não houve trombozes. Três casos de IAMSSST, e sete de RLA com isquemia.²¹ A taxa de eventos adversos cardíacos foi alta (10%), entretanto o USIC demonstrou de forma promissora um alargamento tardio e o restabelecimento da função vasomotora nas coortes A e B. Abizaid et al.²² avaliaram durante um ano os 512 primeiros BVS implantados, com morte cardíaca de 0,4%, RLA de 4,3% e trombose de 0,8%. O escore de propensão para comparar em 12 meses BVS e a segunda geração

**Figura 1**

Anátomo-patologia de suporte coronariano biorreabsorvível. Restauração da estrutura vascular normal após implante do BVS observada pela microscopia óptica em três fases distintas. BVS: bioresorbable vascular scaffold.

**Figura 2**

Suporte coronariano biorreabsorvível Igaki-Tamai. Estrutura da plataforma do primeiro BVS Igaki-Tamai. BVS: suporte vascular biorreabsorvível.

**Figura 3**

Suporte coronariano biorreabsorvível. Estrutura da plataforma do BVS do tipo ABSORB. BVS: suporte vascular biorreabsorvível.

do *stent* Xience V (everolimus) mostrou superposição de resultados na mortalidade (0,3% vs. 0,6%), RLA (5,2% vs. 5,5%) e trombose (0,5% vs. 0,5%).²¹

Outros estudos comparativos entre os BVS e SF, com everolimus de última geração, mostraram resultados tardios similares. O estudo EVERBIO II²³ randomizou 240 pacientes no mundo real e comparou eventos e a perda luminal tardia (PLT) pelo USIC. A PLT foi semelhante em ambos os grupos com BVS ($0,28 \pm 0,39$ mm) e com SF ($0,25 \pm 0,36$ mm) ($p = 0,30$). Ocorreu uma possível trombose no grupo do BVS. Os desfechos clínicos foram também similares (27% vs. 26%; $p = 0,83$) assim como aqueles relacionados ao *stent* (12% vs. 9%; $p = 0,6$).²³

Os dados de literatura e a disponibilidade desse dispositivo com tamanhos ainda restritos permitem uma indicação anatômica, de forma segura em pacientes jovens, com lesões longas e não calcificadas, envolvendo grandes vasos epicárdicos.

Pequenos estudos e experiências individuais ampliam essa variedade de opções para pacientes mais complexos. Um grande registro italiano com o uso dos BVS em

artérias de moderada a alta complexidade mostrou morte cardíaca de 1%, RLA de 4,4% e trombose de 1,7% em seis meses.²⁴ O comprimento máximo disponível do BVS (ABSORB) é de 28mm, entretanto o uso de mais de um BVS em lesões mais longas é estimulado desde que se produza uma adequada superposição de 1 mm entre os dois dispositivos. Não existindo dificuldades técnicas, como grande carga de cálcio, tortuosidades e limitações de diâmetro do vaso, o tratamento de lesões longas se constitui em uma das grandes vantagens do seu uso.

O modelo de teste em bifurcação mostrou possibilidade do uso de BVS com boa margem de segurança. Embora o nível de evidência de sua utilização ainda seja baixo, há uma tendência a se usar o BVS no ramo principal sempre que o acesso ao ramo lateral não se fizer necessário. O uso de técnicas clássicas de acesso ao ramo lateral deve ser individualizado, com possibilidade de uso de cateter-balão, SF, ou até mesmo outro BVS, desde que o ramo lateral seja de bom calibre, em geral acima de 2,0 mm, conforme os primeiros relatos.^{25,26}

Os quadros de IAMCSST mostram bons resultados hospitalares e de médio prazo, com forte recomendação para aspiração prévia de trombos coronarianos. A natureza da plataforma pode ser uma vantagem na prevenção de embolização distal. Os resultados iniciais não mostram incremento nas taxas de trombose comparados aos BVS usados em quadros não agudos.²⁷⁻²⁹ O uso em lesões muito calcificadas deve ser precedido de uma preparação da lesão com dispositivos de pré-dilatação do tipo balões semicomplacentes ou mesmo aterectomia rotacional, que permita reduzir a lesão residual antes do implante. O uso de USIC é recomendado nesses casos. No que se refere às oclusões crônicas, a técnica é possível desde que se sigam as regras para calcificações e haja certeza de que o acesso à luz verdadeira tenha sido alcançado.

O tratamento da reestenose intra-*stent* (hiperplasia) ou a presença de lesões de neoaterosclerose parece bastante promissor. Apesar de o defeito do remodelamento positivo não ocorrer, a liberação do fármaco por um período de tempo intra-*stent* pode prevenir nova reestenose. O fato de não haver superposição futura sugere que o BVS deva ser usado com cobertura de toda a área do *stent* e não somente na área reestenótica. As lesões de tronco de coronária esquerda ainda são uma evidência baseada apenas em relatos de caso.³⁰

A ampliação do uso dos BVS ainda depende de embasamento em evidências e na prática diária. O estudo minucioso da indicação clínica e dos parâmetros

anatômicos é muito útil. A avaliação visual e a análise quantitativa da coronária permitem entendimento sobre tipo de lesão, calcificações, comprimento e diâmetro dos vasos, facilitando a tática de abordagem e permitindo uma escolha adequada do material. O uso de USIC e tomografia de coerência (OCT) é recomendado para otimização do procedimento no que se refere à boa aposição das hastes, cobertura de toda a lesão, evitar danos na plataforma e presença de dissecções em bordas.³¹ Os BVS não apresentam a mesma rigidez do metal; sendo assim, após o posicionamento, o implante deve ser estabelecido com elevação gradual da pressão do balão para evitar rotura da estrutura e comprometimento no resultado.

No que tange à DAP após implante de BVS, o uso por um período de um ano é recomendado por alguns autores, mas não é consenso. Nas síndromes agudas e casos complexos seguem a indicação da DAP conforme já estabelecido para os SF. O uso por um período de seis meses parece ser bastante seguro. Pelo fato de o dispositivo apresentar perfil aumentado até que se inicie o mecanismo de reabsorção, o uso de antiagregantes de última geração do tipo prasugrel e ticagrelor tem se tornado prática diária.¹³

Os BVS quando indicados dentro desses protocolos apresentam vantagens adicionais, que estão relacionadas ao desaparecimento da plataforma no vaso ao longo do tempo (Quadro 1).

Discussão

Os BVS fornecem suporte mecânico na fase inicial da angioplastia sem a desvantagem da permanência da estrutura metálica na coronária. O desaparecimento do suporte permite a menor reação inflamatória, recuperação das propriedades vasomotoras, funcionalidade endotelial e força de cisalhamento adaptativo. Há possibilidade de expandir o vaso como se fosse a adaptação da fase inicial da ateromatose em que há ampliação do lúmen e do próprio vaso em relação à área da placa (fenômeno de Glagov).³²

Existem vários dispositivos de BVS já utilizados na prática médica, mas pelo fato de ter sido o primeiro dispositivo aprovado e já testado em diversos cenários, o ABSORB tornou-se o foco desta revisão. Os estudos iniciais demonstraram a segurança dessa plataforma BVS em seres humanos, com alta taxa de sucesso de implante, baixa trombose e RLA. O cotejamento dos BVS com os SF de última geração confirmam que não há inferioridade para os BVS no que se refere a critérios clínicos ou perda luminal tardia.

Quadro 1**Vantagens adicionais dos BVS**

- Menor reação inflamatória
- Fácil acompanhamento com tomografia computadorizada ou ressonância magnética
- Possibilidade de novas intervenções sucessivas (percutâneas ou cirúrgicas)
- Restabelecimento da vasomotilidade
- Possibilidade de remodelamento positivo (Glagov)
- Ramos laterais não são encarcerados por estruturas metálicas
- Eliminação do risco de fratura tardia de estruturas

BVS: suporte vascular biorreabsorvível.

As lesões “de novo” em vasos epicárdicos de calibre compatível com a disponibilidade dos BVS constituem a principal indicação, com ênfase sobre a possibilidade de uso em lesões longas, evitando a metalização completa do vaso. A ampliação da variedade de indicações como calcificações, tortuosidades, bifurcações, reestenose, IAM e lesões de TCE ainda são vistas de forma individualizada e necessitam de maiores evidências. A DAP segue a recomendação dos SF no que se refere ao tempo de uso, entretanto há um consenso de especialistas para que o uso de ticagrelor ou prasugrel seja estabelecido como rotina para elevar a segurança na prevenção da trombose tardia (30 dias a 1 ano) e muito tardia (além de um ano).^{13,33} A possibilidade de em médio prazo poder manter o uso apenas da aspirina sem risco de trombose tardia torna o BVS muito atrativo. Em áreas de atrito, com alguma curvatura, a possibilidade de fratura de hastes por desgaste metálico ao longo do tempo fica eliminada.

A curva de aprendizado para o implante dos BVS não constitui desafio adicional, mas o cuidado no preparo da lesão e na criteriosa liberação do dispositivo aumenta a possibilidade de sucesso. As maiores limitações do BVS estão relacionadas ao maior perfil do material, dificultando abordagem em lesões muito calcificadas, grandes tortuosidades, bifurcações com ramos laterais finos e lesões distais.

No seguimento clínico, a ausência do metal melhora a precisão em visualizar o vaso tratado através de métodos não invasivos como angiotomografia e ressonância. Em casos de reestenose do BVS a possibilidade de nova revascularização através da ICP ou mesmo por cirurgia torna-se factível, mesmo que a necessidade de implante do novo dispositivo ou enxerto seja no local onde o BVS estava posicionado.

Em conclusão, há um grande número de opções para indicações dos BVS, entretanto as indicações mais seguras e estabelecidas para esses dispositivos são em pacientes mais jovens, lesões proximais, longas, em segmentos mais retos, vasos de bom calibre e com boa possibilidade no tratamento de placas vulneráveis de alto risco.

Fatores econômicos e falta de evidências robustas ainda são limitantes. O desenvolvimento de BVS com menor perfil já pode ser visto como futuro próximo. Somente grandes estudos clínicos e de custo-efetividade poderão revelar o verdadeiro papel dos BVS, corroborando ou não sua ampla utilização no tratamento da doença coronariana.

Contribuição dos autores

Redação do manuscrito: Dias MM, Costa MJM, Amorim B, Ferreira E. Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Dias MM, Costa MJM, Amorim B, Ferreira E.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflitos de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de dissertação de Mestrado de Marcio Macri e Marcio Montenegro pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas de Universidade do Estado do Rio de Janeiro (FCMURJ).

Referências

1. Gruntzig A. Transluminal dilatation of coronary-artery stenosis. *Lancet*. 1978;1(8058):263.
2. Ormiston JA, Stewart FM, Roche AH, Webber BJ, Whitlock RM, Webster MW. Late regression of the dilated site after coronary angioplasty; a 5-year quantitative angiographic study. *Circulation*. 1997;96(2):468-74.
3. Sigwart U, Puel J, Mirkovitch V, Joffre F, Kappenberger L. Intravascular stents to prevent occlusion and restenosis after transluminal angioplasty. *N Engl J Med*. 1987;316(12):701-6.
4. Roubin GS, Cannon AD, Agrawal SK, Macander PJ, Dean LS, Baxley WA, et al. Intracoronary stenting for acute and threatened closure complicating percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation*. 1992;85(3):916-27.
5. Serruys PW, de Jaegere P, Kiemeneij F, Macaya C, Rutsch W, Heyndrickx G, et al. A comparison of balloon-expandable-stent implantation with balloon angioplasty in patients with coronary artery disease. *Benestent Study Group*. *N Engl J Med*. 1994;331(8):489-95.
6. Fischman DL, Leon MD, Baim DS, Schatz RA, Savage MP, Penn I, et al. A randomized comparison of coronary-stent placement and balloon angioplasty in the treatment of coronary artery disease. *Stent Restenosis Study Investigators*. *N Engl J Med*. 1994;331:496-501.
7. Mintz GS, Popma JJ, Pichard AD, Kent KM, Satler LF, Wong C, et al. Arterial remodeling after coronary angioplasty: a serial intravascular ultrasound study. *Circulation*. 1996;94(1):35-43.
8. Sousa JE, Costa MA, Abizaid A, Abizaid AS, Feres F, Pinto IM, et al. Lack of neointimal proliferation after implantation of sirolimus-coated stents in human coronary arteries: a quantitative coronary angiography and three-dimensional intravascular ultrasound study. *Circulation*. 2001;103(2):192-5.
9. Rensing BJ, Vos J, Smits PC, Foley DP, van den Brand MJ, van der Giessen WJ, et al. Coronary restenosis elimination with a sirolimus eluting stent: first European human experience with 6-month angiographic and intravascular ultrasonic follow-up. *Eur Heart J*. 2001;22(22):2125-30.
10. 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. *N Engl J Med*. 2002;346(23):1773-80.
11. Finn AV, Joner M, Nakazawa G, Kolodgie F, Newell J, John MC, et al. Pathological correlates of late drug-eluting stent thrombosis: strut coverage as a marker of endothelialization. *Circulation*. 2007;115(18):2435-41.
12. Claessen BE, Henriques JP, Dangas GD. Clinical studies with sirolimus, zotarolimus, everolimus, and biolimus A9 drug-eluting stent systems. *Curr Pharm Des*. 2010;16(36):4012-24.
13. Felix C, Everaert B, Diletti R, Van Mieghem N, Daemen J, Valgimigli M, et al. Current status of clinically available bioresorbable scaffolds in percutaneous coronary interventions. *Neth Heart J*. 2015;23(3):153-60.
14. Joner M, Finn AV, Farb A, Mont EK, Kolodgie FD, Ladich E, et al. Pathology of drug-eluting stents in humans: delayed healing and late thrombotic risk. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48(1):193-202.
15. van der Giessen WJ, Slager CJ, van Beusekom HM, van Ingen Schenau DS, Huijts RA, Schuurbiens JC, et al. Development of a polymer endovascular prosthesis and its implantation in porcine arteries. *J Interv Cardiol*. 1992;5(3):175-85.
16. Waksman R. Biodegradable stents: they do their job and disappear. *J Invasive Cardiol*. 2006;18(2):70-4.
17. Grube E, Sonoda S, Ikeno F, Honda Y, Kar S, Chan C, et al. Six- and twelve-month results from first human experience using everolimus-eluting stents with bioabsorbable polymer. *Circulation*. 2004;109(18):2168-71.
18. Igaki-Tamai Stents Soji Nishio, Kunihiko Kosuga, Keiji Igaki, Masaharu Okada, Eisho Kyo, Takafumi Tsuji, et al. Long-term (>10 years) clinical outcomes of first-in-human biodegradable poly-L-lactic acid coronary stents: Igaki-Tamai stents. *Circulation*. 2012;125(19):2343-53.
19. Ormiston JA, Serruys PW, Regar E, Dudek D, Thuesen L, Webster MW, et al. A bioabsorbable everolimus-eluting coronary stent system for patients with single de-novo coronary artery lesions (ABSORB): a prospective open-label trial. *Lancet*. 2008;371(9616):899-907.
20. Tanimoto S, Serruys PW, Thuesen L, Dudek D, de Bruyne B, Chevalier B, et al. Comparison of in vivo acute stent recoil between the bioabsorbable everolimus-eluting coronary stent and the everolimus-eluting cobalt chromium coronary stent: insights from the ABSORB and SPIRIT trials. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2007;70(4):515-23.
21. Onuma Y, Serruys PW, Perkins LE, Okamura T, Gonzalo N, García-García HM, et al. Intracoronary optical coherence tomography and histology at 1 month and 2, 3 and 4 years after implantation of everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffolds in a porcine coronary artery model: an attempt to decipher the human optical coherence tomography images in the ABSORB trial. *Circulation*. 2010;122(22):2288-300.
22. Abizaid A, Ribamar Costa J Jr, Bartorelli AL, Whitbourn R, van Geuns RJ, Chevalier B, et al. The ABSORB EXTEND study: preliminary report of the twelve-month clinical outcomes in the first 512 patients enrolled. *EuroIntervention*. 2015;10(12):1396-401.
23. Puricel S, Arroyo D, Corpataux N, Baeriswyl G, Lehmann S, Kallinikou Z, et al. Comparison of everolimus- and biolimus-eluting coronary stents with everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffolds. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65(8):791-801.
24. Capodanno D, Gori T, Nef H, Latib A, Mehilli J, Lesiak M, et al. Percutaneous coronary intervention with everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffolds in routine clinical practice: early and midterm outcomes from the European multicentre GHOST-EU registry. *EuroIntervention*. 2015;10(10):1144-53.
25. Džavík V, Colombo A. The absorb bioresorbable vascular scaffold in coronary bifurcations: insights from bench testing. *JACC Cardiovasc Interv*. 2014;7(1):81-8.
26. Seth A, Sengottuvelu G, Ravisekar V. Salvage of side branch by provisional "TAP technique" using Absorb™ bioresorbable vascular scaffolds for bifurcation lesions: first case reports with technical considerations. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2014;84(1):55-61.
27. Wiebe J, Möllmann H, Most A, Dörr O, Weipert K, Rixe J, et al. Short-term outcome of patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) treated with an everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffold. *Clin Res Cardiol*. 2014;103(2):141-8.
28. Diletti R, Karanasos A, Muramatsu T, Nakatani S, Van Mieghem NM, Onuma Y, et al. Everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffolds for treatment of patients presenting with ST-segment elevation myocardial infarction: BVS STEMI first study. *Eur Heart J*. 2014;35(12):777-86.
29. Kočka V, Malý M, Toušek P, Buděšínský T, Lisa L, Prodanov P, et al. Bioresorbable vascular scaffolds in acute ST-segment elevation myocardial infarction: a prospective multicentre study 'Prague 19'. *Eur Heart J*. 2014;35(12):787-94.
30. Ferreira E, Ferreira A Jr, Rodrigues CV, Junqueira CLC, Rocha GNM, Duarte LS. Bioresorbable device implantation in left main in patients with limitation for long-term using of dual antiplatelet therapy. *Int J Cardiovasc Sci*. 2015;28(5):433-6.
31. Chamié D, Filho EM, Grandi F, Costa RA, Costa JR Jr, Siqueira D, et al. Dissecções de borda após implante coronário de suportes vasculares biorreabsorvíveis: análise seriada com tomografia de coerência óptica. *Rev Bras Cardiol Invasiva*. 2014;22(3):203-15.
32. Glagov S, Weisenberg E, Zarins CK, Stankunavicius R, Kolettis GJ. Compensatory enlargement of human atherosclerotic coronary arteries. *N Engl J Med*. 1987;316(22):1371-5.
33. Serruys PW, Daemen J. Are drug-eluting stents associated with a higher rate of late thrombosis than bare metal stents? Late stent thrombosis: a nuisance in both bare metal and drug-eluting stents. *Circulation*. 2007;115(11):1433-9.