

¹ Departamento de Cardiologia Intervencionista, Instituto de Cardiologia de Santa Catarina, São José, SC, Brasil.

² Departamento de Cardiologia Intervencionista, Santa Casa de Marília, Marília, SP, Brasil.

³ Departamento de Cardiologia Intervencionista, Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP, Brasil.

Como citar este artigo:

da Silva RL, Britto PF, Joaquim RM, Andrade PB, Abizaid AA, Filippini FB, et al. Precisão clínica do teste de Barbeau reverso no diagnóstico de oclusão da artéria radial após cateterização transradial. J Transcat Intervent. 2021;29:eA20200037. <https://doi.org/10.31160/JOTCI202129A20200037>

Autor correspondente:

Roberto Léo da Silva
Instituto de Cardiologia de Santa Catarina
Rua Adolfo Donato da Silva, s/n –
Praia Comprida
CEP: 88103-901 – São José, SC, Brasil
E-mail: roberto.leo@ufsc.br

Recebido em:

9/11/2020

Aceito em:

9/2/2021



Esta obra está licenciada sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

Precisão clínica do teste de Barbeau reverso no diagnóstico de oclusão da artéria radial após cateterização transradial

Clinical accuracy of reverse Barbeau test in the diagnosis of radial artery occlusion after transradial catheterization

Roberto Léo da Silva^{1ID}, Paulo Felipe Romandini Britto^{1ID}, Rodrigo de Moura Joaquim^{1ID}, Pedro Beraldo de Andrade^{2ID}, Alexandre Antonio Cunha Abizaid^{3ID}, Filipe Barcelos Filippini^{2ID}, Ramiro Granzziotin Vieira^{2ID}, Renata Mirelli de Melo Viana^{3ID}, Amanda Guera de Moraes Rego Sousa^{3ID}, Fausto Feres^{3ID}, José de Ribamar Costa Júnior^{3ID}

DOI: 10.31160/JOTCI202129A20200037

RESUMO – Introdução: A oclusão da artéria radial é uma complicação infrequente do cateterismo transradial. Sua avaliação é um aspecto crítico da assistência clínica, devendo ser feita com exame complementar, em geral um teste pletismográfico (teste de Barbeau reverso) ou ultrassonografia (Doppler) – sendo o último o padrão-ouro. O objetivo deste estudo foi avaliar a precisão do teste de Barbeau reverso na detecção de oclusão da artéria radial após cateterismo transradial. **Métodos:** Estudo de dois centros com pacientes submetidos a procedimentos por via radial. Todos receberam pelo menos 5.000UI de heparina. As bainhas foram retiradas imediatamente após o exame, utilizando um protocolo de hemostasia patente. A perviedade da artéria radial foi verificada pelo teste de Barbeau reverso e por avaliação Doppler nas primeiras 24 horas. **Resultados:** Foram incluídos 350 pacientes, com média de idade de 61,7 ($\pm 9,7$) anos. A oclusão da artéria radial foi verificada após o procedimento em 19 (5,4%) pacientes, por meio de Doppler. A aplicação do teste de Barbeau reverso teve os seguintes resultados: 64,0% curva tipo A, 15,7% tipo B, 8,3% tipo C e 12,0% tipo D (a última sugere oclusão). Com o teste de Barbeau reverso, entre os pacientes com oclusão confirmada pela avaliação ultrassonográfica, 21,1% deixariam de ser diagnosticados devido a um exame falso-negativo, e, entre aqueles sem oclusão da artéria radial, 8,2% seriam diagnosticados erroneamente como tendo (sensibilidade de 78,9% e especificidade de 91,8%). **Conclusão:** O uso do teste de Barbeau reverso tem boa precisão na detecção de oclusão da artéria radial, sendo uma opção para uso clínico diário, embora sua utilização resulte na superestimação de oclusão da artéria radial.

Descritores: Cateterismo transradial; Oclusão da artéria radial; Doppler

ABSTRACT – Background: Radial artery occlusion is an infrequent complication of transradial catheterization. Assessment of radial artery occlusion is a critical aspect of clinical care, and it should be done with an additional test, commonly by a plethysmographic test (reverse Barbeau test) or ultrasound (Doppler), the last is the gold standard. The objective of this study was to evaluate the accuracy of the reverse Barbeau test in detecting radial artery occlusion after transradial catheterization. **Methods:** A study carried out in two centers encompassing patients submitted to procedures by radial access. All patients received at least 5,000IU of heparin. Sheaths were immediately removed after the procedure, using a patent hemostasis protocol. Patency of the radial artery was verified by reverse Barbeau test and duplex Doppler evaluation within the first 24 hours. **Results:** A total of 350 patients were enrolled, with a mean age of 61.7 (± 9.7) years. Radial artery occlusion was verified after the procedure in 19 (5.4%) patients, using duplex Doppler scan. Application of reverse Barbeau test had the following results: 64.0% type A curve, 15.7% type B, 8.3% type C, and 12.0% type D (the last suggesting occlusion). With reverse Barbeau test, patients with confirmed occlusion by ultrasound evaluation, 21.1% would be missed by a false-negative test, and in the ones, without radial artery occlusion, 8.2% would be misdiagnosed as having it (sensitivity 78.9%; specificity 91.8%). **Conclusion:** Reverse Barbeau test has good accuracy to detect radial artery occlusion, and it is a good option for clinical day use, although using reverse Barbeau test results in the overestimation of radial artery occlusion.

Keywords: Transradial catheterization; Radial artery occlusion; Ultrasonography, doppler

INTRODUÇÃO

O uso do acesso transradial (ATR) para procedimentos diagnósticos e intervencionistas aumentou ao longo dos anos, tornando-se a via de acesso vascular preferencial na maioria dos países.¹ Muitas evidências confirmam que o ATR não apenas reduz o risco de sangramento no local de acesso e as complicações vasculares, mas também diminui as taxas de mortalidade em pacientes de alto risco, como aqueles que apresentam síndromes coronárias agudas (SCA). O ATR também melhora o conforto do paciente, reduz custos e facilita o manejo pós-procedimento.^{2,3}

Apesar de sua ampla aplicação, ainda existem algumas questões. Uma limitação é o desenvolvimento de oclusão da artéria radial (OAR) após o procedimento, que é a complicação mais frequente do ATR. A incidência relatada de OAR varia de 1% a 12%, e a incidência média de OAR precoce, em 24 horas, é de 7,7%.⁴ O duplo suprimimento sanguíneo da mão pelo arco palmar geralmente resulta em uma natureza benigna de tal evento. A ocorrência de oclusão radial é assintomática na maioria dos casos, porém, uma vez que a oclusão aconteça, ela potencialmente impede o ATR ipsilateral para procedimentos futuros e seu uso como conduto para cirurgia de revascularização ou formação de fístula em pacientes em hemodiálise.⁵

O uso de cateteres de menor calibre, a administração de dose adequada de heparina, a retirada imediata do introdutor após o procedimento, a técnica de hemostasia patente e um breve período de curativo compressivo são os principais elementos para reduzir o risco de oclusão da artéria.^{6,7} A avaliação da OAR antes da alta permanece abaixo do ideal, sendo a avaliação do pulso arterial com base na palpação simples o método padrão de avaliação.⁸ É importante notar que o pulso radial não exclui a oclusão radial, devido à possibilidade de circulação colateral, e pode levar a uma subestimação significativa da OAR. O ultrassom com Doppler vascular pode avaliar com mais precisão o fluxo arterial, permitindo informações adicionais importantes, como trombo ou dissecções.⁹ O teste de Barbeau reverso (TBR) fornece um método simples e barato de avaliação da permeabilidade da artéria radial.¹⁰

Não há evidências conclusivas da superioridade da avaliação do ultrassom Doppler sobre o TBR. Assim, objetivamos investigar se o TBR tem a mesma eficácia na detecção da OAR em comparação com exames de Doppler.

MÉTODOS

Este foi um estudo observacional prospectivo, não randomizado, realizado em dois centros, que investigou o valor diagnóstico do TBR na detecção de OAR em pacientes submetidos a procedimento coronariano percutâneo diagnós-

tico e/ou terapêutico por via radial. Foram considerados para inclusão todos os pacientes adultos submetidos a cateterismo radial em dois centros, entre janeiro de 2019 e dezembro de 2019. Com um desenho do tipo *all-comers*, os pacientes elegíveis tinham ≥ 18 anos de idade, com indicação clínica para angiografia coronária (angioplastia *ad hoc* permitida) ou intervenção coronária percutânea (ICP) se atendessem aos seguintes pré-requisitos: opção do operador pelo uso da via de ATR e uso de bainhas de tamanho 5F ou 6F. A patência basal do arco palmar, pelo teste de Allen ou teste de Barbeau, não era obrigatória. Os critérios de exclusão foram: angioplastia primária por infarto agudo do miocárdio, intubação e complicações durante o procedimento (parada cardíaca, edema pulmonar, choque cardiogênico e acidente vascular cerebral). Apresentamos o protocolo do estudo aos comitês de ética médica institucionais de todos os hospitais participantes para cumprir as normas locais (protocolo do Comitê de Ética em Pesquisa 4785/2017, CAAE 68678317.0.3001.5462). Todos os pacientes forneceram consentimento livre e informado por escrito.

Procedimento radial

A anestesia local foi administrada com injeção subcutânea de lidocaína a 1% após o preparo da pele. O acesso à artéria radial foi obtido usando a técnica de punção anterior ou de transfixação, com base na preferência do operador, usando agulha calibre 21 ou coberta por bainha calibre 20/22. Após, uma bainha hidrofílica de 5F ou 6F foi inserida sobre um fio-guia. Em seguida, o paciente recebeu heparina (5.000UI) pela bainha radial em bólus intra-arterial. Administrou-se heparina adicional em casos de ICP, totalizando 100UI/kg. Nenhuma sedação intravenosa de rotina foi dada. O uso de medicação adicional, como vasodilatadores ou analgésicos, foi deixado a critério do operador. Foram realizadas angiografia coronária transradial e/ou ICP, de acordo com as técnicas padrão, a critério do operador.

Hemostasia arterial

Após o procedimento, um dispositivo de compressão pneumática projetado para auxiliar na hemostasia da artéria radial foi aplicado de acordo com o protocolo institucional. A bainha foi inicialmente tracionada cerca de 2cm a 4cm. Através da bainha, foram aspirados 3mL a 5mL de sangue, para remover qualquer trombo residual. O dispositivo foi aplicado no paciente, sendo o marcador verde (no centro do balão maior) posicionado exatamente no local da punção, para permitir a visualização e o controle do sangramento. O balão foi insuflado, injetando-se 15mL de ar, e, a seguir, a bainha foi retirada, observando-se a ausência de sangramento ativo. Na presença de sangramento, até 3mL de ar adicional eram injetados para obter hemostasia completa. Em seguida, o dispositivo foi esvaziado até o ponto de sangramento. Nesse momento, quantidades suficientes de ar eram reintroduzidas (até 1mL na maioria dos casos) para obtenção da hemostasia. Não se usou nenhum volume

fixo de ar, mas apenas o mínimo necessário para obter a hemostasia. A permeabilidade da artéria radial foi posteriormente avaliada por pletismografia e oximetria de pulso, com o sensor colocado sobre o polegar ou dedo indicador, além de oclusão transitória (pressão manual) da artéria ulnar. Uma hora após o procedimento diagnóstico ou 2 horas após a intervenção, 3mL de ar foram removidos a cada 15 minutos, até a desinsuflação completa. Quando todo o ar foi removido, o dispositivo foi retirado e o local de acesso, coberto com curativo simples, com atenção para não envolver todo o punho.

Avaliação da permeabilidade radial

Ultrassonografia Doppler

A permeabilidade da artéria radial foi avaliada por ultrassom Doppler vascular, usando um transdutor vascular de 6MHz a 13MHz com escâner de ultrassom M-Turbo® (Fujifilm SonoSite) ou um transdutor vascular de 7,5MHz com escâner de ultrassom PowerVision 6000 (Toshiba), tendo sido realizada em todos os pacientes dentro de 24 horas após a remoção da faixa de compressão. A OAR foi definida pela ausência de fluxo anterógrado. A interrogação do pulso-Doppler da forma de onda foi feita para descartar fluxo colateral, sugerindo oclusão a montante. Esse método é considerado o padrão-ouro para avaliação do fluxo arterial.¹¹

Teste de oximetria-pletismografia

O TBR foi conduzido pelo seguinte protocolo: com o paciente sentado, o membro superior foi colocado em posição anatomicamente relaxada com flexão do cotovelo. Um sensor pletismográfico (PM-60, Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co.) foi aplicado no dedo indicador ou no polegar, e verificou-se presença do sinal de oximetria-pletismografia. A artéria ulnar foi comprimida, e o formato da onda pletismográfica foi observado. As formas de onda foram classificadas com base em classificação publicada anteriormente, como padrão A, B, C ou D:¹² padrão A se sem amortecimento dos traçados imediatamente após a compressão da artéria ulnar; padrão B se ligeiro amortecimento dos traçados; padrão C se perda dos traçados seguida de recuperação em 2 minutos e padrão D se perda dos traçados sem recuperação em 2 minutos. Esse último padrão denota oclusão.

Ambos os testes têm critérios de diagnóstico claramente definidos, sem resultados indeterminados. Para evitar vieses causados por mudanças na situação de patência real, que podem afetar a precisão do diagnóstico de TBR, os dois testes foram feitos sequencialmente.¹³

Análise estatística

A análise primária do estudo foi uma comparação entre os resultados do TBR com os resultados do melhor teste disponível para o diagnóstico de OAR (ultrassom Doppler vascular) nos mesmos participantes, para a detecção de OAR inicial. Para avaliar o desempenho do TBR, realizamos estudos de concordância entre eles. Como ambos os testes

foram realizados sequencialmente, não tivemos que lidar com dados ausentes. Foram obtidas as estimativas padrão de sensibilidade e de especificidade e os valores preditivos positivos e negativos, usando uma tabela de contingência 2x2. Os intervalos de confiança para sensibilidade, especificidade e precisão são intervalos de confiança de Clopper-Pearson. Para investigar a precisão do TBR, com sensibilidade esperada de 0,95, em uma população em que a prevalência da doença era 0,05, e exigimos que o limite de confiança de 95% inferior fosse >0,65 com probabilidade de 0,95, nosso tamanho de amostra calculado foi de 16 pacientes com OAR e 304 controles.¹⁴

As variáveis contínuas foram descritas como média $\pm$ desvio-padrão, e as variáveis categóricas foram expressas como frequência (porcentagem do grupo). Um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo. Todas as análises foram realizadas usando o *Statistical Package for Social Science* (SPSS), versão 22, e o MedCalc, versão 19.4.1 (MedCalc Software Ltd).

RESULTADOS

Um total de 350 pacientes foi submetido a cateterismo transradial e incluído entre janeiro de 2019 e dezembro de 2019, com média de idade de 61,7 ($\pm 9,7$) anos. A maioria era do sexo masculino (58,3%), 38,0% tinham diabetes e 79,4% hipertensão. A angiografia coronariana diagnóstica foi o procedimento predominante, com 95,1% dos casos (Tabela 1).

Tabela 1. Características clínicas e dos procedimentos no início do estudo

Característica	
Idade, anos	61,7 $\pm$ 9,7
Sexo masculino	204 (58,3)
Peso, kg	77,7 $\pm$ 15,2
Altura, cm	165,5 $\pm$ 15,2
IMC	28,3 $\pm$ 4,9
Dextro	339 (96,9)
Hipertensão	278 (79,4)
Diabetes melito	133 (38,0)
Fumante	59 (16,9)
Dislipidemia	236 (67,4)
Cateterismo transradial ipsilateral prévio	70 (20,0)
Apresentação clínica	
Estável	316 (90,3)
SCA	34 (9,7)
Procedimento	
Diagnóstico	333 (95,1)
ICP <i>ad hoc</i>	11 (3,1)
ICP	6 (1,7)
Punção anterior	175 (50,0)
Tamanho da bainha (5F)	315 (90,0)
Tentativas de punção, n	1,3 $\pm$ 0,7

Parâmetros descritos como mediana $\pm$ desvio padrão ou n (%).

IMC: índice de massa corporal; SCA: síndrome coronariana aguda; ICP: intervenção coronária percutânea.

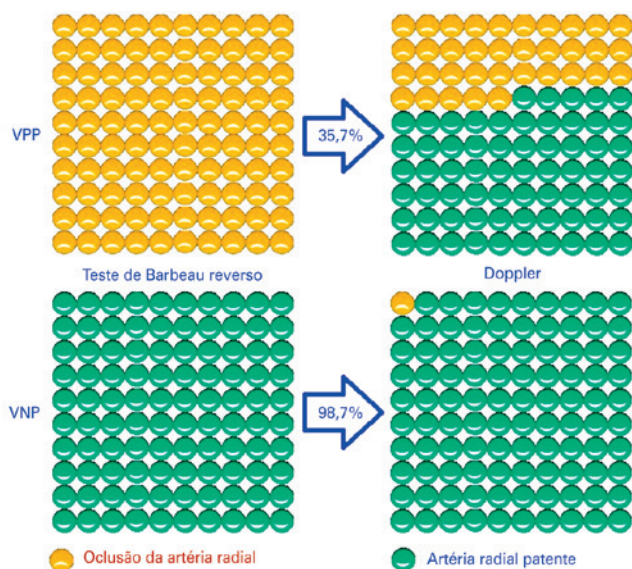
A OAR foi verificada após o procedimento em 19 (5,4%) pacientes, por meio de Doppler. Nenhum dos pacientes com OAR apresentou qualquer sinal ou sintoma de isquemia da mão que necessitasse de tratamento específico. A aplicação do TBR teve os seguintes resultados: 64,0% com curva do tipo A (224 pacientes), 15,7% do tipo B (55 pacientes), 8,3% do tipo C (29 pacientes) e 12,0% do tipo D (42 pacientes) – a última sugerindo oclusão. Com o TBR, dos pacientes com oclusão confirmada pela avaliação ultrassonográfica, 21,1% se perderiam por teste falso-negativo e, naqueles sem OAR, 8,2% seriam diagnosticados erroneamente como tendo OAR. Notavelmente, o pulso estava ausente em apenas 2,5% dos pacientes.

A sensibilidade e a especificidade do TBR foram de 78,9% (IC95% 54,4%-93,9%) e 91,8% (IC95% 88,3%-94,6%), respectivamente (Tabela 2). Com a incidência de OAR em nossa amostra, a precisão foi de 91,1% (IC95% 87,6%-93,9%). O valor preditivo negativo foi de 98,7% (IC95% 97,01%-99,45%) e o valor preditivo positivo foi de 35,7% (IC95% 26,5%-46,0%) (Figura 1).

Tabela 2. Tabela de contingência: diagnóstico de oclusão da artéria radial, por teste de Barbeau reverso e Doppler

		USG Doppler		
		OAR presente	OAR ausente	Total
TBR	+	15	27	42
	-	4	304	308
Total		19	331	350

USG: ultrassonografia; OAR: oclusão da artéria radial; TBR: teste de Barbeau reverso.



VPP: valor preditivo positivo; VNP: valor negativo positivo.

Figura 1. Valores preditivos positivo e negativo do teste de Barbeau reverso para diagnóstico de oclusão da artéria radial.

DISCUSSÃO

Comparamos dois métodos que avaliam a OAR após uma abordagem transradial. Nossos resultados mostram que o uso do teste de oximetria-pletismografia é menos sensível, mas ainda apresenta alta especificidade, podendo facilitar o fluxo de trabalho em salas de hemodinâmica. É aceitável usar o TBR como o primeiro método para detecção de OAR na prática clínica de rotina, devido à sua ampla disponibilidade e ao custo limitado, seguido pelo ultrassom com Doppler, para confirmar a OAR em pacientes com teste inicial anormal.

De acordo com uma pesquisa internacional, a avaliação de rotina da patência da artéria radial antes da alta permanece abaixo do ideal, e apenas 60% dos operadores a realizam regularmente – muitos dos quais usam métodos simples, baseados na palpação.⁸ Não se recomenda a aferição clínica por palpação do pulso radial, pois pode levar a uma subestimação significativa da OAR. Além disso, a palpação do pulso radial não implica em permeabilidade da artéria radial. A macrocirculação colateral do arco palmar pode contribuir para o pulso. O coto distal de uma artéria radial ocluída pode ter até 70% da pressão arterial média, por causa da circulação do arco palmar ou outras conexões arteriais colaterais.¹⁵

O teste de Barbeau foi proposto para a detecção de colaterais insuficientes na mão ou arco palmar incompleto antes da canulação da artéria radial. É mais preciso e objetivo do que o teste de Allen modificado usado anteriormente e se tornou o método preferido para a avaliação do suprimento vascular arterial da mão.¹² O TBR é um teste levemente modificado, utilizado para avaliar a permeabilidade radial, e muitos centros o adotaram para o diagnóstico de OAR como principal método de avaliação pós-cateterismo, por sua simplicidade.^{8,16}

A ultrassonografia com avaliação Doppler é o método mais valioso para a detecção da OAR, pois pode fornecer não apenas uma estimativa precisa do fluxo radial, mas também informações anatômicas importantes, como trombo arterial ou dissecções, sendo o padrão-ouro atual para isso. A avaliação clínica com mera palpação subestima as taxas de oclusão, e o TBR, sozinho, as superestima. Assim, o exame Doppler é essencial no diagnóstico de OAR.^{7,9,10}

Poucos estudos compararam os dois métodos. Bajaj et al. descreveram três casos em que a análise de ultrassom não confirmou um TBR positivo inicial.¹⁷ Venkatesan et al. compararam os dois exames em uma série de 105 pacientes e relataram especificidade de TBR de 86,1%, dentro do nosso intervalo de confiança. Como testaram com ultrassom Doppler apenas os pacientes com TBR indicando oclusão, não é possível calcular a sensibilidade.¹⁸ Recentemente, Jirous et al. descreveram uma grande série de 500 pacientes, nos quais realizaram os dois testes, TBR e Doppler, com combinação perfeita entre os dois métodos. Porém eles tiveram apenas duas OAR (0,4%), e, com esse número mínimo, qualquer comparação dos dois testes não é razoável.¹⁹

É importante ressaltar que as taxas relatadas de OAR dependem do momento da avaliação, com as frequências de OAR iniciais sendo significativamente mais altas do que as taxas avaliadas posteriormente. É pertinente considerar que a avaliação da OAR após a alta hospitalar é geralmente limitada aos protocolos do estudo e pode não ser alcançável na prática de rotina.^{5,20} Portanto, a avaliação da OAR é recomendada nas primeiras 24 horas, ou imediatamente antes da alta, em todos os pacientes que se submetem a procedimentos invasivos pela artéria radial, em especial porque, com detecção rápida, é possível usar abordagens terapêuticas simples para recanalizar o vaso, como compressão prolongada da artéria ulnar.^{10,21,22}

A incidência geral de OAR precoce foi de 7,7%, que diminuiu para 5,5% em mais de 1 semana de acompanhamento.¹⁶ Nossa taxa de OAR foi de 5,4%, de acordo com o que foi descrito. A incidência de OAR é um fator determinante na decisão de qual método de avaliação de OAR seria mais adequado. Dentro da faixa relatada de OAR, de 1% a 10%, o valor preditivo negativo de TBR persiste muito alto, permitindo seu uso como excelente estratégia de triagem.

Nosso estudo tem algumas limitações importantes. Principalmente, não aplicamos o teste de Barbeau antes do cateterismo. Como alguns pacientes podem ter resultado negativo, isso pode produzir alguns testes falso-positivos (indicando OAR), mas a maioria dos centros não realiza nenhuma análise pré-cateterismo para avaliar a patência do arco palmar; assim, nossos resultados reproduzem a prática clínica atual.⁸ Esse também é um dos pontos fortes deste trabalho, pois a verdadeira precisão de um teste é medida na população em geral, e não apenas naquelas pessoas previamente submetidas a essa avaliação. Para uma verificação precisa de um teste diagnóstico, é obrigatório ter um padrão perfeito. Embora o ultrassom Doppler seja considerado o padrão-ouro na avaliação da OAR, ele pode falhar. Prestamos total atenção à forma de onda e à técnica correta durante o exame Doppler, para reduzir esse risco de viés.²³

CONCLUSÃO

No presente estudo, o uso do teste de Barbeau reverso resultou em boa precisão na detecção da oclusão da artéria radial, quando comparado ao Doppler. Embora esse teste ainda seja uma opção adequada para uso clínico diurno como método de triagem, por sua ampla disponibilidade e baixo custo, seu uso resulta na superestimação dos casos de oclusão. Portanto, devemos usar um exame de ultrassom Doppler para confirmar a oclusão da artéria radial em pacientes com um teste inicial anormal.

FONTE DE FINANCIAMENTO

Não há.

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Concepção e desenho do estudo: RLS, PBA e JRCJ; coleta dos dados: RLS, PFRB, RMJ, FBF e RGV; interpretação dos dados: RLS, PFRB, RMJ, FBF e RGV; composição do texto: RLS, PFRB e RMJ; aprovação da versão final a ser publicada: RLS, PFRB, RMJ, PBA, AACA, FBF, RGV, RMMV, AGMS, FF e JRCJ.

REFERÊNCIAS

1. Rao SV, Cohen MG, Kandzari DE, Bertrand OF, Gilchrist IC. The Transradial approach to percutaneous coronary intervention. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55(20):2187-95. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.01.039>
2. Bertrand OF, Bélisle P, Joyal D, Costerousse O, Rao SV, Jolly SS, et al. Comparison of transradial and femoral approaches for percutaneous coronary interventions: A systematic review and hierarchical Bayesian meta-analysis. *Am Heart J.* 2012;163(4):632-48. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2012.01.015>
3. Jolly SS, Amlani S, Hamon M, Yusuf S, Mehta SR. Radial versus femoral access for coronary angiography or intervention and the impact on major bleeding and ischemic events: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Am Heart J.* 2009;157(1):132-140. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2008.08.023>
4. Hahalis G, Aznaouridis K, Tsigkas G, Davlourous P, Xanthopoulou I, Koutsogiannis N, et al. Radial artery and ulnar artery occlusions following coronary procedures and the impact of anticoagulation: ARTEMIS (Radial and Ulnar ARTEry Occlusion Meta-AnalYSIS) systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* 2017;6(8):e005430. <https://doi.org/10.1161/JAHA.116.005430>
5. Rashid M, Kwok CS, Pancholy S, Chugh S, Kedev SA, Bernat I, et al. Radial artery occlusion after transradial interventions: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* 2016;5(1):e002686. <https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002686>
6. da Silva RL, de Andrade PB, Abizaid AA, Britto PF, Filippini FB, Viana RM, et al. Comparison of minimum pressure and patent hemostasis on radial artery occlusion after transradial catheterization. *J Invasive Cardiol.* 2020;32(4):147-52. PMID: 32160152.
7. Rao SV, Tremmel JA, Gilchrist IC, Shah PB, Gulati R, Shroff AR, et al.; Pancholy SB; Society for Cardiovascular Angiography and Intervention's Transradial Working Group. Best practices for transradial angiography and intervention: a consensus statement from the society for cardiovascular angiography and intervention's transradial working group. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2014;83(2):228-36. <https://doi.org/10.1002/ccd.25209>
8. Shroff AR, Fernandez C, Vidovich MI, Rao SV, Cowley M, Bertrand OF, et al. Contemporary transradial access practices: Results of the second international survey. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2019;93(7):1276-87. <https://doi.org/10.1002/ccd.27989>. Erratum in: *Catheter Cardiovasc Interv.* 2019;94(3):507.
9. Nagai S, Abe S, Sato T, Hozawa K, Yuki K, Hanashima K, et al. Ultrasonic assessment of vascular complications in coronary angiography and angioplasty after transradial approach. *Am J Cardiol.* 1999;83(2):180-6. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(98\)00821-2](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(98)00821-2)
10. Bernat I, Aminian A, Pancholy S, Mamas M, Gaudino M, Nolan J, et al.; RAO International Group. Best Practices for

- the prevention of radial artery occlusion after transradial diagnostic angiography and intervention: an international consensus paper. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12(22):2235-46. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2019.07.043>
11. Peruga JP, Peruga JZ, Kasprzak JD, Kręcki R, Jankowski Ł, Zajac P, et al. Ultrasound evaluation of forearm arteries in patients undergoing percutaneous coronary intervention via radial artery access: results of one-year follow-up. *Kardiol Pol.* 2015;73(7):502-10. <https://doi.org/10.5603/KPa.2015.0029>
 12. Barbeau GR, Arsenault F, Dugas L, Simard S, Larivière MM. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: Comparison with the Allen's test in 1010 patients. *Am Heart J.* 2004;147(3):489-93. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2003.10.038>
 13. Chikere CM, Wilson K, Graziadio S, Vale L, Allen AJ. Diagnostic test evaluation methodology: A systematic review of methods employed to evaluate diagnostic tests in the absence of gold standard - An update. *PLoS One.* 2019;14(10):e0223832. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223832>
 14. Flahault A, Cadilhac M, Thomas G. Sample size calculation should be performed for design accuracy in diagnostic test studies. *J Clin Epidemiol.* 2005;58(8):859-62. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2004.12.009>
 15. van Leeuwen MA, Hollander MR, van der Heijden DJ, van de Ven PM, Opmeer KH, Taverne YJ, et al. The ACRA Anatomy Study (Assessment of Disability After Coronary Procedures Using Radial Access): A comprehensive anatomic and functional assessment of the vasculature of the hand and relation to outcome after transradial catheterization. *Circ Cardiovasc Interv.* 2017;10(11):e005753. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.005753>
 16. Hahalis G, Tsigkas G, Kounis N, Patsilinos S, Kafkas N, Ziakas A, et al. Prevention of radial artery occlusions following coronary procedures: forward and backward steps in improving radial artery patency rates. *Angiology.* 2018;69(9):755-62. <https://doi.org/10.1177/0003319718754466>
 17. Bajaj R, Eltibi R, Benotti J, Hannan J. Inverse Modified Allen's Test: an Inaccurate predictor of radial artery occlusion compared to Doppler ultrasound after transradial catheterization: case series and review of literature. *Ann Vasc Med Res.* 2015;2(1):1009. Available from: <https://www.jscimedcentral.com/VascularMedicine/vascularmedicine-2-1009.pdf>
 18. Venkatesan K, Paul GJ, Swaminathan N, Venkatesan S. Incidence of radial artery occlusion after one year in patients underwent radial interventions with preprocedural patent radial artery by Barbeau test and its comparison with the Doppler examination. *Int J Med Res Heal Sci.* 2017;6(2):104-9. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Incidence-of-Radial-Artery-Occlusion-After-One-Year-Venkatesan-Justinpaul/44b311c6bc20f1a15bf3c21b636c02934ce9d2db>
 19. Jirous S, Bernat I, Slezak D, Miklik R, Rokyta R. Post-procedural radial artery occlusion and patency detection using duplex ultrasound vs. the reverse Barbeau test. *Eur Heart J Suppl.* 2020; 22(Suppl F):F23-9. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/suaa095>
 20. Pancholy SB, Bernat I, Bertrand OF, Patel TM. Prevention of radial artery occlusion after transradial catheterization: The PROPHET-II Randomized Trial. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016;9(19):1992-9. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2016.07.020>
 21. Rymer JA, Rao SV. Preventing acute radial artery occlusion: a battle on multiple fronts. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018;11(22):2251-3. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2018.09.018>
 22. Koutouzis MJ, Maniotis CD, Avdikos G, Tsoumeleas A, Andreou C, Kyriakides ZS. ULnar Artery Transient Compression Facilitating Radial Artery Patent Hemostasis (ULTRA): a novel technique to reduce radial artery occlusion after transradial coronary catheterization. *J Invasive Cardiol.* 2016;28(11):451-4. PMID: 27529655.
 23. Santos SN, Alcantara ML, Freire CM, Cantisano AL, Teodoro JA, Porto CL, et al. Vascular ultrasound statement from the department of cardiovascular imaging of the Brazilian Society of Cardiology – 2019. *Arq Bras Cardiol.* 2019;112(6):809-849. <https://doi.org/10.5935/abc.20190106>