Demonstração da artéria de Adamkiewicz por angiotomografia computadorizada com múltiplos detectores analisada com o software de código aberto OsiriX

Melissano G, Bertoglio L, Civelli V, Amato ACM, Coppi G, Civilini E, et al.

European Journal of Vascular and Endovascular Surgery, 2009;37(4):395-400

Tradução para o português do artigo publicado em inglês, feita com auxílio de inteligência artificial. Não é a versão oficial: em caso de divergência, vale o texto publicado pela revista.

Para citar, use a referência da versão publicada:

Melissano G, Bertoglio L, Civelli V, Amato ACM, Coppi G, Civilini E, et al.. Demonstration of the Adamkiewicz Artery by Multidetector Computed Tomography Angiography Analysed with the Open-Source Software OsiriX. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. 2009;37(4):395-400. doi:10.1016/j.ejvs.2008.12.022

Versão publicada: https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2008.12.022

Esta tradução on-line: https://vascular.cc/artigos/demonstration-of-the-adamkiewicz-artery-by-multidetector-computed-tomography-angiography-analysed-with-open-source-software-osirix/pt/

© European Society for Vascular Surgery / Elsevier Ltd. Tradução disponibilizada pelo autor para fins de divulgação científica.

Resumo

Objetivo: Avaliar a viabilidade da detecção da artéria de Adamkiewicz (AKA) pela análise de dados de tomografia computadorizada (TC) com múltiplos detectores, sem a necessidade de uma estação de tra - balho dedicada, usando hardware de baixo custo e o software gratuito OsiriX.

Métodos: As TCs de 67 pacientes submetidos a procedimento na aorta torácica ou toracoabdominal entre abril de 2006 e agosto de 2008 foram avaliadas quanto à taxa de detecção e ao nível e ao lado da AKA, usando o software OsiriX versão 3.2 em computador Mac OS X, e comparadas com os resultados obtidos pela análise em estação de trabalho padrão, em análise totalmente cega. Os resultados também foram comparados com dados compilados de uma revisão da literatura em língua inglesa sobre o tema.

Resultados: (1) A identificação da AKA mostrou concordância substancial de 85,07% entre os méto - dos (k = 0,636). (2) A comparação do nível da AKA mostrou concordância substancial (k ponderado = 0,661), com consenso em 70,14%. (3) Na revisão da literatura, verificamos que o reconhecimento da AKA foi obtido em 466 de 555 casos (83,96%). (4) Em 384 (83,3%) casos, a AKA originava-se de uma artéria intercostal esquerda. (5) O método proposto e os dados compilados da literatura mostraram distribuição semelhante do nível da AKA.

Conclusões: A localização não invasiva da AKA com software de código aberto e hardware de baixo custo é viável. O software OsiriX permite navegar com eficácia pelos dados de TC não apenas para es - tudar a aorta, mas também para detectar a AKA, tal como no método padrão e nos dados da literatura. Sua disponibilidade e facilidade de uso podem contribuir para que a identificação da AKA passe a fazer

parte da avaliação de rotina das TCs de pacientes com doença aórtica, mesmo onde não há estações de trabalho dedicadas, com potenciais benefícios para o planejamento de procedimentos terapêuticos.

Introdução

A importância do conhecimento pré-operatório da localização da artéria de Adamkiewicz (AKA) antes da cirurgia da aorta torácica e toracoabdominal foi demonstrada por Kieffer e colaboradores ainda na década de 1980.[1] A complexidade e a invasividade do método, entretanto, impediram sua ampla difusão.

Há evidências crescentes de que a AKA pode, hoje, ser visualizada por métodos não invasivos, como a angiorressonância magnética (angio-RM)[2] ou a angiotomografia computadorizada (angio-TC). Esses métodos, entretanto, frequentemente exigem sequências especiais ou protocolos especiais de administração de contraste[3] e dependem de algum grau de técnicas de pós-processamento que requerem uma estação de trabalho dedicada, potente, porém cara, e podem consumir muitos recursos. Assim, na maioria dos centros, isso não faz parte da análise de rotina dos exames realizados por doença aórtica.

Hoje existe uma alternativa muito interessante às estações de trabalho dedicadas: um software chamado OsiriX, desenvolvido há poucos anos. Esse programa de navegação interativa, concebido por Ratib e Rosset, do Departamento de Imagem Médica e Ciência da Informação do Hospital Universitário de Genebra, Suíça, permite a renderização e a análise de diversas modalidades avançadas de imagem médica (p. ex., angio-TC, angio-RM etc.).[4] É distribuído gratuitamente, e o código-fonte está disponível sob o acordo de licenciamento de código aberto GNU General Public License, para que outras instituições aprimorem e melhorem a versão existente. Funciona em um computador Mac OS X comum, portátil ou de mesa,[4–7] e permite renderização e medição precisas da aorta e de seus ramos, possibilitando o planejamento adequado de procedimentos cirúrgicos e endovasculares.

Este estudo tem como objetivo verificar a viabilidade da detecção da AKA nas TCs pré-operatórias de pacientes internados em nossa instituição por doença da aorta torácica ou toracoabdominal, usando hardware de baixo custo e o software gratuito OsiriX, comparando os resultados com a análise em estação de trabalho padrão de forma duplo-cega.

Materiais e Métodos

Pacientes

Foram analisadas as TCs pré-operatórias de 67 pacientes submetidos a procedimento na aorta torácica ou toracoabdominal entre abril de 2006 e agosto de 2008 em nossa instituição. As doenças incluíram aneurisma torácico (17 pacientes, 25,4%), aneurismas toracoabdominais (40 pacientes, 59,7%), dissecção (nove pacientes, 13,4%) e pseudoaneurisma (um paciente, 1,5%). Eram 57 (85,1%) homens e 10 (14,9%) mulheres. A idade dos pacientes variou de 43 a 81 anos (mediana: 65,67).

Protocolo de imagem

Todas as TCs foram realizadas em nossa instituição em um tomógrafo Toshiba Aquilion™ de 64 fileiras. Os parâmetros de aquisição foram 120 kV, 350 mA, colimação individual dos detectores de 64 × 0,5 mm, comprimento do detector de 32 mm, tempo de rotação do gantry de 0,40 s, espessura de corte de 1 mm ou menos e espaçamento entre cortes de 0,75 mm. Foi realizado nosso protocolo de rotina para estudo de doença aórtica, que incluiu uma fase arterial contrastada com 100–110 ml de Iomeron® iomeprol (meio de contraste triiodado, não iônico, na concentração de 3,7 mg ml^{-1}), administrado por via intravenosa em 30 s.

Análise das imagens

As análises pelo método padrão (estação de trabalho Vitrea®, Vital Images Inc.) e pelo método proposto (software OsiriX versão 3.2.1 em um computador Mac OS X comum) foram realizadas, cada uma, por um único médico, diferente para cada método, que desconhecia os resultados dos outros métodos. A melhor imagem, ou série de imagens, de reconstrução multiplanar (MPR) bidimensional (2D) da TC obtida para cada paciente com os métodos proposto e padrão foi anonimizada e salva como imagem DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Outro especialista sênior, cego quanto ao método, conferiu todas as imagens DICOM anônimas para certificar a detecção/ausência da AKA.

Para demonstrar a AKA, as imagens axiais foram percorridas em busca da artéria espinal anterior e de uma provável AKA. A AKA é definida como a artéria radiculomedular anterior mais dominante e tem diâmetro de 0,8–1,3 mm.[8] Tipicamente, com a MPR 2D, a primeira janela mostra uma vista axial das imagens da fase arterial (Fig. 1A): o cursor em cruz é posicionado sobre a medula espinal no nível das últimas vértebras torácicas, e produz-se uma vista sagital da medula espinal, exibida na segunda janela (Fig. 1B). Ajustando a posição e a angulação do cursor em cruz na segunda janela, produz-se na terceira janela uma vista coronal ou paracoronal da medula espinal (Fig. 1C). Deslocar o cursor em cruz e inclinar o ângulo da última janela permite uma exploração rápida de toda a medula espinal.

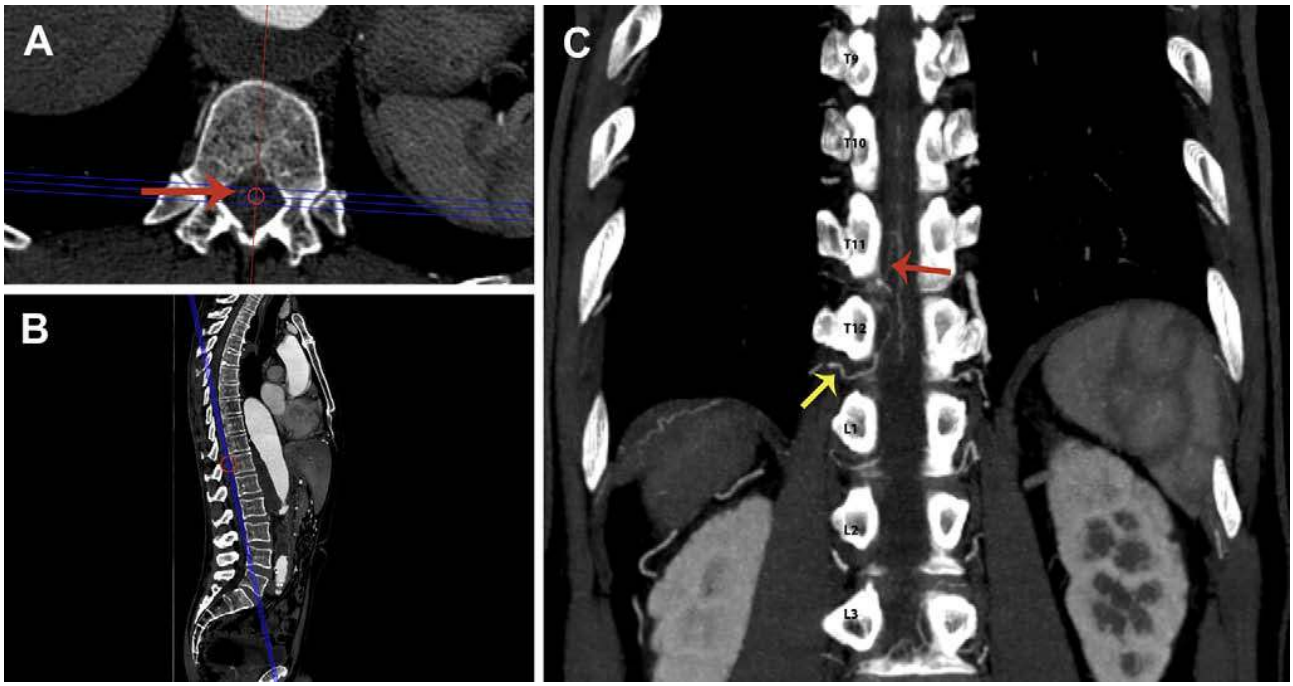


Figura 1. (A) Vista axial das imagens da fase arterial; o cursor em cruz é posicionado sobre a medula espinal no nível da última vértebra torácica, produzindo (B) uma vista sagital da medula espinal, exibida na segunda janela. (C) Uma vista coronal ou paracoronal da medula espinal é visualizada na terceira janela. As setas amarelas apontam a artéria intercostal e as setas vermelhas apontam a AKA.

A AKA é identificada com base morfológica: a artéria espinal anterior é identificada com bastante facilidade como um vaso longitudinal fino que corre pela face anterior da medula espinal. Quando presente, a AKA é identificada sem dificuldade por seu aspecto característico em "grampo de cabelo". Lembrando que estamos analisando uma vista paracoronal, o trajeto da AKA pode atravessar planos diferentes; portanto, pode ser necessário percorrer algumas imagens diferentes, inclinar levemente o plano de reformatação ou usar um *slab* mais espesso para otimizar a visualização (Vídeo 1)[a]. Pode-se obter melhora da imagem usando projeção de intensidade máxima (MIP) com 2–5 cortes. O nível anatômico da artéria intercostal/lombar é definido como o nível da vértebra abaixo da qual a artéria intercostal/lombar corre. Toda a medula espinal toracolombar foi explorada mesmo após a detecção da AKA, para não deixar

de identificar AKAs múltiplas. A reconstrução multiplanar curva (MPR curva 2D) pode ser usada para demonstrar a conexão entre a aorta e a artéria espinal anterior pela AKA (Fig. 2), e sua continuidade; entretanto, ela não fez parte da análise deste estudo.

[a] Vídeo 1: demonstração em vídeo do método com o OsiriX, disponível em: http://www.vascular.cc/aka.html.

Revisão da literatura

Revisamos a literatura em língua inglesa publicada entre 2000 e 2008, encontrada por pesquisa na base de dados MEDLINE, referente à visualização radiológica não invasiva da AKA, usando os termos "Adamkiewicz" e ("tomography" ou "magnetic resonance"). Todos os 79 artigos resultantes e suas referências foram verificados quanto à presença de doença aórtica, aos métodos de aquisição e à presença, ao nível e ao lado da AKA. Foram selecionados onze artigos que preenchiam todos esses critérios, e os dados foram compilados.

Análise estatística

O nível da AKA foi considerado consenso quando estava a até um espaço intercostal acima ou abaixo do nível original. As análises estatísticas foram realizadas com o software SAS v.8 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA). O kappa de Cohen foi usado para a concordância entre avaliadores entre os métodos proposto e padrão e interpretado conforme proposto por Landis e Koch (≤0 = pobre, 0,01–0,2 = leve, 0,21–0,4 = razoável, 0,41–60 = moderada, 0,61–0,80 = substancial e 0,81–1 = quase perfeita),[9] e o teste de Mann–Whitney foi usado para comparar a distribuição dos resultados de nossa amostra com a literatura.

Resultados

Revisamos um total de 11 artigos relevantes de 2000 a 2008, nos quais a AKA foi visualizada em pacientes com doenças vasculares por angio-RM com gadolínio ou por angio-TC; neste último caso, o contraste foi injetado por veia periférica (angio-TC intravenosa) ou diretamente na aorta torácica por cateter *pigtail* (angio-TC intra-arterial).[8,10–19] Relatos de caso ou relatos anedóticos foram excluídos dos resultados desta revisão (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo dos resultados dos estudos usados na revisão da literatura

Autor/ano de publicação	Método	Total	Lado	T7	T8	T9	T10	T11	T12	L1	L2	L3	Total
Uotani et al. 2008[17] (intravenosa e intra-arterial)	Angio-TC	25	Esquerdo	1	1	6	6	1	1	0	2	0	18
			Direito	0	0	2	3	1	1	0	0	0	7
Hyodoh et al. 2007[10]	Angio-RM	158	Esquerdo	0	6	48	40	43	14	0	0	0	151
			Direito	0	2	3	1	1	0	0	0	0	7
Schurink et al. 2007[15]	Angio-RM	9	Esquerdo	0	0	0	2	2	2	0	0	0	6
			Direito	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
Nojiri et al. 2007[14]	Angio-TC	35	Esquerdo	0	0	5	4	2	3	2	2	3	21
			Direito	0	1	3	5	0	0	4	0	1	14
Yoshioka et al. 2006[19]	Angio-TC e angio-RM	29	Esquerdo	0	2	4	7	3	2	3	0	0	21
			Direito	0	0	1	2	2	2	1	0	0	8
Total		464		4	28	124	107	107	50	23	12	4	

Autor/ano de publicação	Método	Total	Lado	T7	T8	T9	T10	T11	T12	L1	L2	L3	Total
Nijenhuis et al. 2005[13]	Angio-RM	11	Esquerdo	0	0	2	2	2	2	0	0	0	8
			Direito	0	0	1	0	0	0	1	1	0	3
Hyodoh et al. 2005[11]	Angio-RM	42	Esquerdo	1	3	8	9	17	3	0	0	0	41
			Direito	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Yoshioka et al. 2003[8]	Angio-TC e angio-RM	17	Esquerdo	1	2	8	7	3	1	0	0	0	22
			Direito	0	0	2	3	0	0	0	0	0	5
Takase et al. 2002[16]	Angio-TC	78	Esquerdo	1	6	14	1	14	9	6	3	0	54
			Direito	0	1	5	6	3	4	2	3	0	24
Kawaharada et al. 2002[12]	Angio-RM	29	Esquerdo	0	0	5	7	8	5	3	1	0	29
			Direito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yamada et al. 2000[18]	Angio-RM	18	Esquerdo	0	2	7	1	3	0	0	0	0	13
			Direito	0	2	0	1	0	1	1	0	0	5
Total		464		4	28	124	107	107	50	23	12	4	

Esses artigos estudaram 495 pacientes com aneurisma da aorta torácica e toracoabdominal (AATA), pseudoaneurisma torácico, úlceras aórticas penetrantes e dissecção da aorta torácica, que realizaram um total de 555 exames destinados à visualização da AKA (alguns pacientes fizeram tanto RM quanto TC em estudos comparativos). O reconhecimento da AKA foi obtido em 466 de 555 exames (83,96%, intervalo de confiança (IC) 95%: 0,809–0,87). Em particular, a origem da AKA foi considerada reco - nhecível em 417 (80,8%) pacientes. Em 384 (83,3%, IC 95%: 0,799–0,867) casos, a AKA originava-se de uma artéria intercostal esquerda e, em 77 (16,7, IC 95%: 0,133–0,201) casos, originava-se de uma arté - ria intercostal direita (Fig. 3). Alguns estudos também consideraram a presença de mais de uma AKA por paciente. Esse aspecto, entretanto, foi estudado em 328 casos, e uma AKA dupla foi encontrada em 54 (16,4%, IC 95%: 0,124–0,204).

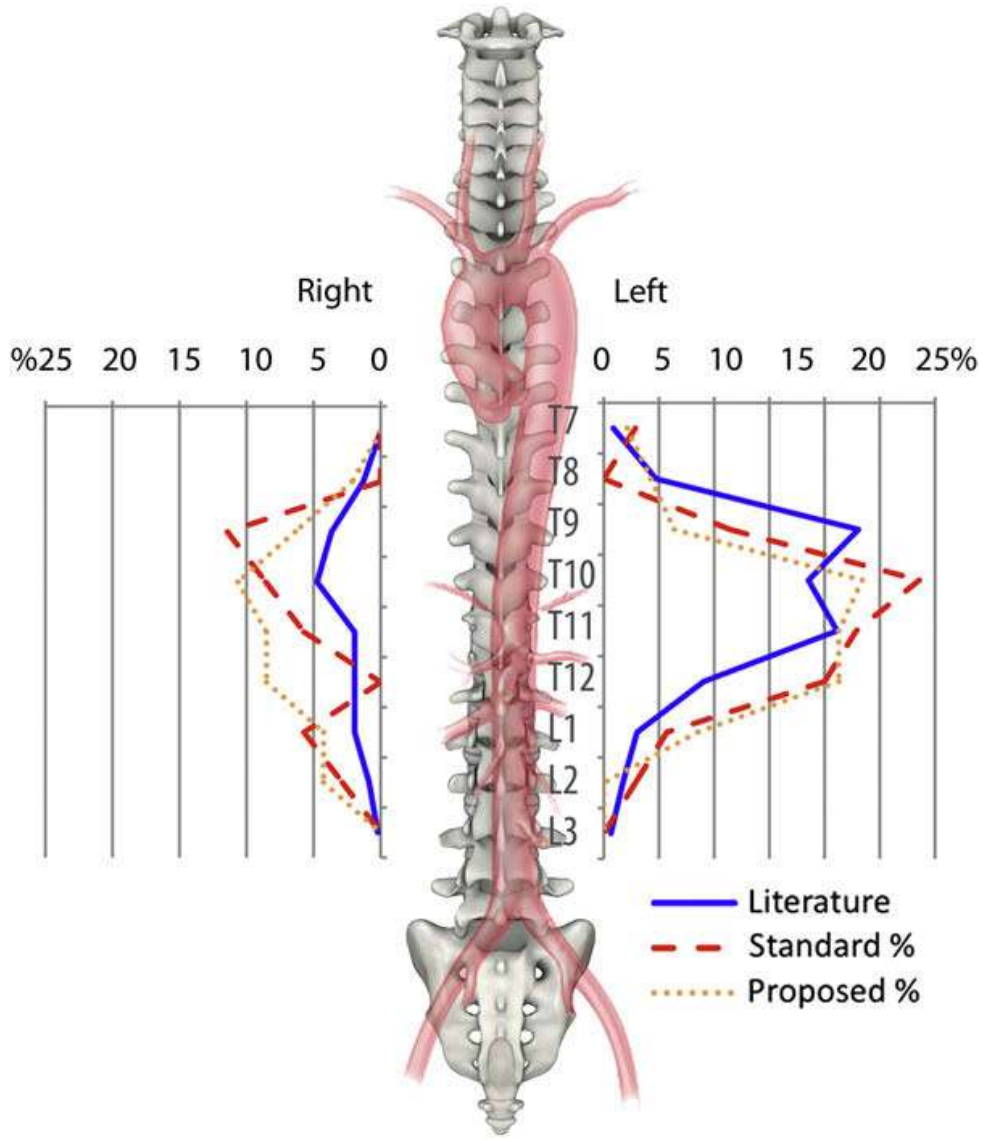


Figura 2. Percentual do nível de origem da AKA em relação à artéria intercostal, sua localização e o método usado. Observe a maior prevalência à esquerda em T9–T12. (No gráfico: *Right* = direita; *Left* = esquerda; *Literature* = literatura; *Standard* = padrão; *Proposed* = proposto.)

Em nossos pacientes, os dados de TC analisados pelo método padrão mostraram a AKA em 45 (67,16%) pacientes, com maior prevalência à esquerda (73%). Os dados de TC analisados pelo método proposto, com o software OsiriX, demonstraram a AKA em 51 (76,1%) pacientes, com maior prevalência à esquerda (66,1%) e sem diferença estatisticamente significativa em relação à literatura (p = 0,119, teste exato de Fisher). AKA dupla foi encontrada em sete (10,44%) pacientes com o método proposto. Discordância entre os operadores e o especialista sênior que conferiu as imagens foi registrada em cinco casos. Os resultados do método proposto e os dados compilados da literatura quanto ao nível da AKA têm distribuição semelhante, sem diferença estatisticamente significativa (p = 0,5376, teste de Mann–Whitney).

A comparação do nível da AKA entre os métodos proposto e padrão mostrou boa concordância (k ponderado = 0,661, IC 95%: 0,510–0,812), com consenso em 47 casos (70,14%). Em dois (2,98%) casos, a AKA foi identificada com o método padrão, mas não com o método proposto; em oito (11,9%) casos, a AKA foi encontrada com o método proposto, mas não com o método padrão; e, em 14 (20,89%) casos, a AKA não foi encontrada por nenhum dos métodos, o que foi considerado consenso.

A análise da identificação da AKA pelos resultados dos métodos proposto e padrão mostrou concordância substancial de 85,07% (k = 0,636, IC 95%: 0,428–0,844).

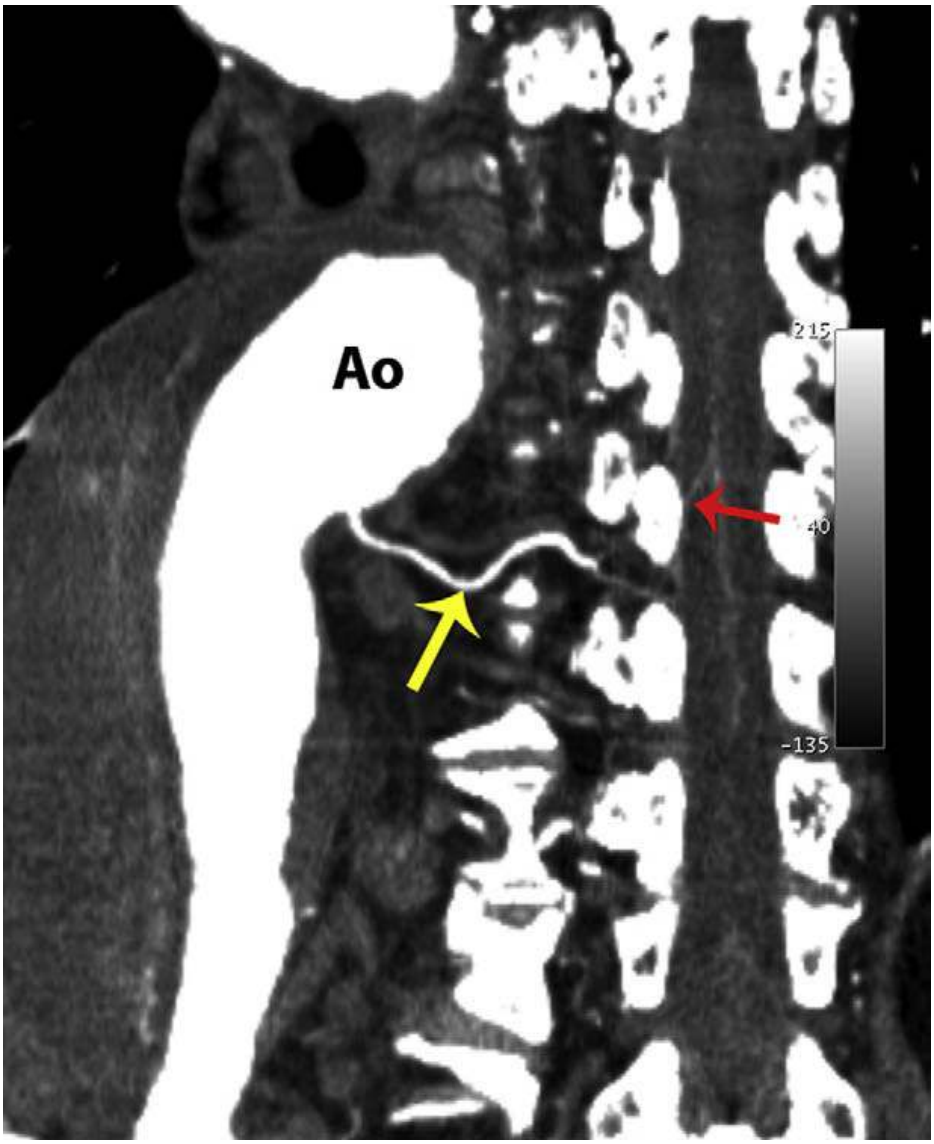


Figura 3. Uma MPR curva 2D demonstra a conexão entre a aorta e a artéria espinal anterior pela AKA, e sua continuidade. A seta amarela aponta a artéria intercostal, a seta vermelha aponta a AKA e "Ao" refere-se à aorta.

Discussão

O aplicativo de processamento de imagens OsiriX (www.osirix-viewer.com) é dedicado às imagens DICOM produzidas pelos equipamentos médicos atuais e funciona em computadores Mac OS X comuns. Foi projetado especificamente para navegação e visualização de imagens multimodais e multidimensionais, incluindo TC. Está disponível no mundo todo para download gratuito pela internet e é distribuído sob a licença de software livre GNU, que concede aos destinatários o direito de usar, modificar e redistribuir a obra protegida por direitos autorais.[5–7] É possível criar plugins personalizados que executem as ações desejadas, e ele também permite ao usuário realizar medidas úteis no planejamento pré-operatório.

A ausência de exigências de software e hardware caros torna esse método prontamente acessível aos clínicos. O OsiriX mostrou-se fácil de usar, rápido e com curva de aprendizado curta. Durante a análise dos dados, verificamos também que o método proposto podia ser aprendido e executado rapidamente.

O software não pretende substituir as estações de trabalho, mas oferecer mais uma ferramenta útil e flexível.

Já se demonstrou que o conhecimento do nível da AKA tem importância clínica nos tratamentos aberto e endovascular do AATA para a prevenção da isquemia medular.[1,11,20–23] Na cirurgia aberta, a localização pré-operatória precisa da AKA pode ser muito útil para reduzir a incidência de paraplegia/paraparesia na doença da aorta torácica, encurtando o tempo de pinçamento ao identificar as artérias intercostais que precisam ser reimplantadas.[11,12] No reparo endovascular da aorta torácica, ela pode definir a zona de ancoragem mais adequada, evitando a cobertura desnecessária de artérias intercostais importantes.[24]

Com a angio-TC atual de alta resolução, a identificação da AKA é viável de forma não invasiva em muitos casos,[3,8,14,16,17,19] mas, por seu pequeno calibre e pela grande variação em sua localização, exige conhecimento clínico e, até agora, estações de trabalho dedicadas. Embora seja muito importante diferenciar a artéria de uma veia,[16,19] o método proposto, de análise do espaço anatômico anterior da medula espinal, evita esse erro.

Neste estudo, o método proposto para identificação da AKA, com o software OsiriX, teve consenso de reconhecimento substancial, de 85,07%, em comparação com o método padrão, com estação de trabalho dedicada, quando aplicados aos mesmos pacientes. Um percentual de reconhecimento semelhante, de 76,1%, foi obtido com o método proposto, o que se compara bem à análise da revisão da literatura (83,96%). O método proposto apresenta maior prevalência de AKA à esquerda (Fig. 3), em concordância com o método padrão e com a análise da literatura. A comparação dos dois métodos mostrou boa concordância do nível da AKA quando a AKA é encontrada por qualquer um dos métodos (k ponderado = 0,661, IC 95%: 0,510–0,812). A distribuição do nível da AKA definida pelo método proposto não diferiu dos resultados da literatura. Empregando essa ferramenta versátil, percebemos que a identificação da AKA podia ser bastante fácil a partir de um conjunto padrão de TCs com contraste.

Uma melhor compreensão da anatomia normal pode levar a uma compreensão mais precisa da anatomia patológica, aprimorando o conhecimento atual da fisiopatologia. Isso parece lógico e, embora o caminho ainda seja longo, a tecnologia dos tomógrafos para angio-TC e o poder de processamento dos computadores estão melhorando rapidamente. Este artigo mostra a viabilidade da localização da AKA com hardware e software de baixo custo, com protocolo de contraste padrão, o que, além de ampliar seu uso, também permite que mais centros acrescentem conhecimento importante sobre o tema.

Embora a análise dos 11 estudos revisados da literatura tenha demonstrado a viabilidade da detecção não invasiva da AKA, o desfecho clínico em termos de lesão medular foi abordado em apenas seis deles,[11,12,14,15,17,18] sendo uma das possíveis razões os custos das exigências de hardware e software, que limitam sua difusão. Nesses artigos, foram analisados 184 pacientes no total submetidos a cirurgia aberta ou a reparo endovascular de aneurisma torácico (TEVAR); destes, dois casos evoluíram com déficit neurológico.

Embora vários autores afirmem que o reconhecimento pré-operatório não invasivo da AKA é fundamental, os números ainda são pequenos demais para esclarecer seu real impacto no desfecho neurológico, e apenas três estudos abordaram essa questão.[11,18,25] São necessários estudos futuros sobre desfechos clínicos e localização pré-operatória da AKA para compreender sua importância na isquemia medular após cirurgia aórtica. Os estudos também devem avaliar a perviedade da AKA após cirurgia aberta ou TEVAR usando a localização não invasiva da AKA, analisando dados clínicos e comparando os desfechos em diferentes tratamentos. Ela pode tornar-se uma ferramenta importante para o cirurgião, com relevância clínica na prevenção da isquemia medular.

Em conclusão, a AKA pode ser delineada com sucesso em grande percentual de pacientes usando computadores comuns e o software de código aberto OsiriX, analisando dados de TC de 64 fileiras, que já fazem parte da avaliação pré-clínica dos pacientes com AATA. Enquanto isso, serão necessários estudos prospectivos maiores para determinar se o conhecimento pré-operatório da localização da AKA contribuirá para uma estratégia eficaz de prevenção da isquemia medular após intervenções torácicas e toracoabdominais.

Conflito de interesses/Financiamento

Nenhum.

Recebido em 6 de outubro de 2008; aceito em 21 de dezembro de 2008; disponível online em 20 de fevereiro de 2009.

Referências

1. Kieffer E, Richard T, Chiras J, Godet G, Cormier E. Preoperative spinal cord arteriography in aneurysmal disease of the descending thoracic and thoracoabdominal aorta: preliminary results in 45 patients. Ann Vasc Surg 1989;3:34–46.
2. Backes WH, Nijenhuis RJ, Mess WH, Wilmink FA, Schurink GW, Jacobs MJ. Magnetic resonance angiography of collateral blood supply to spinal cord in thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm patients. J Vasc Surg 2008;48:261–71.
3. Nakayama Y, Awai K, Yanaga Y, Nakaura T, Funama Y, Hirai T, et al. Optimal contrast medium injection protocols for the depiction of the Adamkiewicz artery using 64-detector CT angiography. Clin Radiol 2008 Aug; 63(8): 880–7, "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18625352?ordinalpos=1&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pubr
4. Ratib O, Rosset A. Open-source software in medical imaging: development of OsiriX. Int J CARS 2006;1:187–96.
5. Rosset C, Rosset A, Ratib O. General consumer communication tools for improved image management and communication in medicine. J Digit Imaging 2005;18:270–9.
6. Rosset A, Spadola L, Ratib O. OsiriX: an open-source software for navigating in multidimensional DICOM images. J Digit Imaging 2004;17:205–16.
7. Rosset A, Spadola L, Pysher L, Ratib O. Informatics in radiology (infoRAD): navigating the fifth dimension: innovative interface for multidimensional multimodality image navigation. Radiographics 2006;26:299–308.
8. Yoshioka K, Niinuma H, Ohira A, Nasu K, Kawakami T, Sasaki M, et al. MR angiography and CT angiography of the artery of Adamkiewicz: noninvasive preoperative assessment of thoracoabdominal aortic aneurysm. Radiographics 2003 Sep-Oct;23(5):1215–25. "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12975511?ordinalpos=12&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pub
9. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 1977;33:159–74.
10. Hyodoh H, Shirase R, Akiba H, Tamakawa M, Hyodoh K, Yama N, et al. Double-subtraction maximum intensity projection MR angiography for detecting the artery of Adamkiewicz and differentiating it from the drainage vein. J Magn Reson Imaging 2007 Aug;26(2):359–65. "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17623876?ordinalpos=2&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pubr

11. Hyodoh H, Kawaharada N, Akiba H, Tamakawa M, Hyodoh K, Fukada J, et al. Usefulness of preoperative detection of artery of Adamkiewicz with dynamic contrast-enhanced MR angiography. Radiology 2005 Sep;236(3):1004–9. Epub 2005 Jul 14. "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16020556?ordinalpos=2&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pubr
12. Kawaharada N, Morishita K, Fukada J, Yamada A, Muraki S, Hyodoh H, et al. Thoracoabdominal or descending aortic aneurysm repair after preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery by magnetic resonance angiography. Eur J Cardiothorac Surg 2002 Jun;21(6):970–4. "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12048072?ordinalpos=10&;itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pu
13. Nijenhuis RJ, Gerretsen S, Leiner T, Jacobs MJ, van Engelshoven JM, Backes WH. Comparison of 0.5-M Gd-DTPA with 1.0-M gadobutrol for magnetic resonance angiography of the supplying arteries of the spinal cord in thoracoabdominal aortic aneurysm patients. J Magn Reson Imaging 2005;22:136–44.
14. Nojiri J, Matsumoto K, Kato A, Miho T, Furukawa K, Ohtsubo S, et al. The Adamkiewicz artery: demonstration by intra-arterial computed tomographic angiography. Eur J Cardiothorac Surg 2007 Feb;31(2):249–55. Epub 2006 Dec 19. "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17182250?ordinalpos=3&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pubr
15. Schurink GW, Nijenhuis RJ, Backes WH, Mess W, de Haan MW, Mochtar B, et al. Assessment of spinal cord circulation and function in endovascular treatment of thoracic aortic aneurysms. Ann Thorac Surg 2007 Feb;83(2):S877–81. discussion S890–S892. "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1725945?ordinalpos=20&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pu
16. Takase K, Sawamura Y, Igarashi K, Chiba Y, Haga K, Saito H, et al. Demonstration of the artery of Adamkiewicz at multi-detector row helical CT. Radiology 2002 Apr;223(1):39–45. "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11930046?ordinalpos=32&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pul
17. Uotani K, Yamada N, Kono AK, Taniguchi T, Sugimoto K, Fujii M, et al. Preoperative visualization of the artery of Adamkiewicz by intra-arterial CT angiography. AJNR Am J Neuroradiol 2008 Feb;29(2):314–8. "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17974605?ordinalpos=4&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pubr
18. Yamada N, Okita Y, Minatoya K, Tagusari O, Ando M, Takamiya M, et al. Preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery by magnetic resonance angiography in patients with descending or thoracoabdominalaortic aneurysms. Eur J Cardiothorac Surg 2000 Jul;18(1):104–11. "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10869948?ordinalpos=15&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pub
19. Yoshioka K, Niinuma H, Ehara S, Nakajima T, Nakamura M, Kawazoe K. MR angiography and CT angiography of the artery of Adamkiewicz: state of the art. Radiographics 2006;26(Suppl. 1):S63–73.
20. Svensson LG, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ. Influence of segmental arteries, extent, and atriofemoral bypass on postoperative paraplegia after thoracoabdominal aortic operations. J Vasc Surg 1994;20:255–62.
21. Hollier LH, Money SR, Naslund TC, Proctor Sr CD, Buhrman WC, Marino RJ, et al. Risk of spinal cord dysfunction in patients undergoing thoracoabdominal aortic replacement. Am J Surg 1992

Sep;164(3):210–3. discussion 213–214. "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1415916?ordinalpos=11&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pub

22. Svensson LG. Intraoperative identification of spinal cord blood supply during repairs of descending aorta and thoracoabdominal aorta. J Thorac Cardiovasc Surg 1996;112:1455–60 [discussion 1460–1461].
23. Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ. Experience with 1509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations. J Vasc Surg 1993;17:357–68 [discussion 368–370].
24. Chiesa R, Melissano G, Marrocco-Trischitta MM, Civilini E, Setacci F. Spinal cord ischemia after elective stent-graft repair of the thoracic aorta. J Vasc Surg 2005;42:11–7.
25. Kawaharada N, Morishita K, Hyodoh H, Fujisawa Y, Fukada J, Hachiro Y, et al. Magnetic resonance angiographic localization of the artery of Adamkiewicz for spinal cord blood supply. Ann Thorac Surg 2004 Sep;78(3):846–51. discussion 851–852. "http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15337003?ordinalpos=20&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pu

Tradução não oficial — Melissano G, Bertoglio L, Civelli V, Amato ACM, Coppi G, Civilini E, et al.. Demonstration of the Adamkiewicz Artery by Multidetector Computed Tomography Angiography Analysed with the Open-Source Software OsiriX. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. 2009;37(4):395-400. doi:10.1016/j.ejvs.2008.12.022 — https://vascular.cc/artigos/demonstration-of-the-adamkiewicz-artery-by-multidetector-computed-tomography-angiography-analysed-with-open-source-software-osirix/pt/