

Comparação das Doses de Radiação entre Angiografias Padrão e 3D em Cardiopatias Congênicas

A Comparison of Radiation Dose Between Standard and 3D Angiography in Congenital Heart Disease

João Luiz Langer Manica, Mônica Scott Borges, Rogério Fachel de Medeiros, Leandro dos Santos Fischer, Gabriel Broetto, Raul Ivo Rossi Filho

Instituto de Cardiologia / Fundação Universitária de Cardiologia, Porto Alegre, RS - Brasil

Resumo

Fundamento: O uso da angiografia rotacional tridimensional (AR-3D) na avaliação de pacientes portadores de cardiopatia congênita parece ser promissor, apesar de haver pouca literatura disponível.

Objetivos: O objetivo deste estudo foi descrever nossa experiência inicial com AR-3D, comparando sua dose de radiação com a da angiografia padrão bidimensional (AP-2D).

Métodos: Entre setembro de 2011 e abril de 2012, 18 pacientes foram submetidos simultaneamente a AR-3D e AP-2D durante cateterização cardíaca diagnóstica. A dose de radiação foi avaliada através do produto dose-área (DAP).

Resultados: A mediana de idade e de peso dos pacientes foi de, respectivamente, 12,5 anos e 47,5 kg. O DAP mediano de cada aquisição em AR-3D foi de $1093\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$, e de $190\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ para cada aquisição em AP-2D ($p < 0,01$). Nos pacientes que pesavam mais de 45 kg ($n=7$), essa diferença foi menor, mas ainda significativa ($1525\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ versus $413\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$, $p = 0,01$). Não houve diferença entre uma AR-3D e três AP-2D ($1525\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ versus $1238\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$, $p = 0,575$) nesta população. Essa diferença foi significativamente maior em pacientes que pesavam menos de 45 kg ($n = 9$) ($713\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ versus $81\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$, $p = 0,008$), mesmo quando se comparou uma AR-3D com três AP-2D ($242\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$, respectivamente, $p < 0,008$). A AR-3D mostrou-se extremamente útil na avaliação de condutos de corações univentriculares, ramos pulmonares tortuosos e aorta em relação às aquisições em AP-2D.

Conclusões: A dose de radiação da AR-3D em nossa instituição foi maior que a anteriormente relatada na literatura, sendo essa diferença mais evidente em crianças. Esse tipo de avaliação é de fundamental importância quando se começa a realizar AR-3D. (Arq Bras Cardiol. 2014; 103(2):131-137)

Palavras-chave: Cardiopatias Congênicas; Angiografia Coronária/efeitos de radiação; Angiografia Digital/métodos; Cateterismo.

Abstract

Background: The use of three-dimensional rotational angiography (3D-RA) to assess patients with congenital heart diseases appears to be a promising technique despite the scarce literature available.

Objectives: The objective of this study was to describe our initial experience with 3D-RA and to compare its radiation dose to that of standard two-dimensional angiography (2D-SA).

Methods: Between September 2011 and April 2012, 18 patients underwent simultaneous 3D-RA and 2D-SA during diagnostic cardiac catheterization. Radiation dose was assessed using the dose-area-product (DAP).

Results: The median patient age and weight were 12.5 years and 47.5 Kg, respectively. The median DAP of each 3D-RA acquisition was $1093\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ and $190\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ for each 2D-SA acquisition ($p < 0.01$). In patients weighing more than 45 Kg ($n = 7$), this difference was attenuated but still significant ($1525\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ vs. $413\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$, $p = 0.01$). No difference was found between one 3D-RA and three 2D-SA ($1525\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ vs. $1238\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$, $p = 0.575$) in this population. This difference was significantly higher in patients weighing less than 45Kg ($n = 9$) ($713\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ vs. $81\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$, $P = 0.008$), even when comparing one 3D-RA with three 2D-SA ($242\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$, respectively, $p < 0.008$). 3D-RA was extremely useful for the assessment of conduits of univentricular hearts, tortuous branches of the pulmonary artery, and aorta relative to 2D-SA acquisitions.

Conclusions: The radiation dose of 3D-RA used in our institution was higher than those previously reported in the literature and this difference was more evident in children. This type of assessment is of paramount importance when starting to perform 3D-RA. (Arq Bras Cardiol. 2014; 103(2):131-137)

Keywords: Heart Defects, Congenital; Coronary Angiography/ radiation effects; Angiography, Digital Subtraction/methods; Catheterization.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: João Luiz Langer Manica •

Av. Princesa Isabel, 370, Santana. CEP 90620-000, Porto Alegre, RS – Brasil

Email: joca.pesquisa@gmail.com

Artigo recebido em 08/10/13; revisado em 09/01/14; aceito em 17/01/14.

DOI: 10.5935/abc.20140118

Introdução

A tomografia computadorizada angiográfica ou angiografia rotacional tridimensional (AR-3D) foi introduzida no campo neurovascular para uma melhor avaliação de aneurismas intracranianos e para guiar procedimentos neurovasculares intervencionistas. A AR-3D tornou-se rapidamente o exame de excelência para um diagnóstico preciso de aneurismas intracranianos¹, sendo também utilizada em procedimentos eletrofisiológicos e vasculares periféricos^{2,3}, além de ter sido testada para avaliação das coronárias⁴.

Apesar de todo o recente avanço em novas modalidades diagnósticas para cardiopatias congênitas, a cateterização cardíaca continua tendo grande valor neste campo, devido à sua precisão diagnóstica e vantagens terapêuticas. O uso da AR-3D na avaliação de pacientes portadores de cardiopatias congênitas parece promissor, apesar de haver pouca literatura disponível⁵⁻⁷. Não obstante os benefícios potenciais das imagens da AR-3D em comparação com os da angiografia padrão bidimensional, a dose de radiação deve ser analisada com cautela para assegurar que os efeitos deletérios em longo prazo da radiação, tanto para os pacientes como para a equipe médica, não aumentem.

Os objetivos do presente estudo foram relatar nossa experiência inicial com AR-3D em pacientes portadores de cardiopatias congênitas, comparar a dose de radiação com a de procedimentos de angiografia padrão bidimensional no mesmo paciente, e relatar nossas impressões iniciais sobre os defeitos mais bem avaliados por essa ferramenta.

Métodos

Amostra

Este é um estudo retrospectivo sobre nossa experiência inicial com AR-3D em 18 pacientes encaminhados para cateterização cardíaca diagnóstica entre setembro de 2011 e abril de 2012. O objetivo do procedimento foi basicamente avaliar a aorta, as artérias pulmonares e as conexões cavopulmonares, além de um paciente portador de persistência do canal arterial.

Procedimento e Exposição à Radiação

Todas as crianças foram submetidas à anestesia geral sob intubação orotraqueal. Os pacientes adultos foram rotineiramente submetidos à sedação consciente e anestesia local para procedimentos diagnósticos, o que não acarretou em nenhum problema para a aquisição tridimensional. Todos os pacientes ficaram sob supressão por hiperestimulação por marcapasso durante a AR-3D para permitir o preenchimento adequado das estruturas estudadas, por um período pré-selecionado de tempo. Todos os pacientes ou responsáveis assinaram o termo de consentimento antes do procedimento.

Inicialmente, os pacientes foram rotineiramente submetidos a imagens bidimensionais padrão. Na sequência, foi realizada AR-3D para comparar e melhor compreender os benefícios desta técnica no mesmo paciente. Conforme ganhamos experiência, as imagens de AR-3D e reconstrução se tornaram mais fáceis e a AP-2D passou a ser realizada apenas quando necessário,

após avaliação das imagens tridimensionais reconstruídas. Essa abordagem foi feita em seis pacientes submetidos a apenas uma angiografia bidimensional complementar, e um paciente foi submetido apenas a AR-3D, sem a necessidade de imagens complementares. A dose cumulativa (DC) foi medida em todos os procedimentos. Foram também comparados o produto dose-área (DAP) total em cada angiografia, o número de angiografias, e a qualidade e impacto das imagens de AP-2D e AR-3D.

Todos os procedimentos foram realizados com o mesmo equipamento. As imagens de AR-3D foram adquiridas com rotação de 200 graus através de um sistema angiográfico monoplanar com painel plano montado em braço em C (Artis zee, Siemens Medical Solutions, Forshiem, Alemanha). As imagens foram reconstruídas através de um software disponível comercialmente (syngo Dyna CT, Siemens Medical Solutions). As configurações de radiação foram alteradas em relação à recomendada pelo fabricante a fim de reduzir a exposição aos raios-X. A aquisição de imagens rotacionais tridimensionais foi realizada com uma dose de 0,17 $\mu\text{Gy}/\text{f}$, uma taxa de aquisição de imagens de 30 quadros/s, e tensão do tubo de 70 kV. A reconstrução pós-processamento foi realizada numa estação de trabalho separada na suíte de intervenção (Leonardo Dyna CT, Siemens Medical Solutions).

Nos adultos, as AP-2D foram obtidas com uma dose de 0,17 $\mu\text{Gy}/\text{f}$, a 10 a 15 quadros/s e tensão do tubo de 81 kV. Nas crianças que pesavam menos de 40 kg, a dose foi de 0,14 $\mu\text{Gy}/\text{f}$ por imagem, taxa de aquisição de 30 quadros/s, e tensão do tubo de 73 kV. A grade antidifusora foi removida antes do procedimento em crianças que pesavam menos de 20 kg.

Para avaliar a exposição à radiação, o software calcula automaticamente o DAP separadamente para cada imagem de AP-2D, AR-3D e imagens fluoroscópicas. Foi analisada a quantidade de meio de contraste usado neste estudo. Foi obtida aprovação do conselho de revisão da instituição para esta análise retrospectiva.

Análise Estatística

Foi utilizada estatística descritiva incluindo mediana e variação interquartil para variáveis contínuas com distribuição não normal. O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparar os resultados (intervalo de confiança de 95%). Todos os cálculos estatísticos foram feitos através do programa SPSS Statistics 19 (SPSS Inc, Chicago, EUA).

Resultados

Características da Amostra

A idade mediana dos pacientes incluídos no estudo foi de 12,5 anos (variando de 1 a 44 anos), e a mediana de peso foi de 47,5 kg (variando de 9 a 100 kg). Os diagnósticos incluíram tetralogia de Fallot em 7 pacientes, coarctação de aorta em 5 pacientes, anastomose de Fontan anteriormente realizada em 2 pacientes, tronco arterioso em 1 paciente, persistência do canal arterial em 1 paciente, estenose de artéria pulmonar em 1 paciente e dilatação da aorta ascendente em 1 paciente (Tabela 1).

Tabela 1 – Características demográficas dos pacientes incluídos no estudo

Paciente	Sexo	Idade (Anos)	Peso (Kg)	Diagnóstico	Air Kerma (Milligray)	DAP/AR-3D ($\mu\text{Gy.m}^2$)	DAP 2D ($\mu\text{Gy.m}^2$)	2D-SA (N)	Dose/AP-2D ($\mu\text{Gy.m}^2$)
1	M	4	12	Pós Fontan	82	429	325	4	81
2	F	11	22	Tetralogia de Fallot	115	663	323	4	81
3	M	16	100	Coarctação da Aorta	226	2546			
4	F	12	37	Tronco Arterioso	166	792	930	5	186
5	M	1	10	Tetralogia de Fallot	41	410	193	2	96
6	M	12	42	Coarctação da Aorta	176	1012	51	1	51
7	M	29	89	Coarctação da Aorta	586	2435	991	1	991
8	M	39	74	Tetralogia de Fallot	707	1998	4607	4	1152
9	M	18	60	Tetralogia de Fallot	116	942	292	1	293
10	M	3	9	Persistência do Canal Arterial	94	415	187	3	62
11	M	27	60	Tetralogia de Fallot	1071	1690	1107	4	277
12	M	9	36	Pós Fontan	185	1167	949	5	190
13	M	12	33	Tetralogia de Fallot	176	1360	360	5	72
14	F	31	57	Estenose da Artéria Pulmonar	144	1130	440	2	220
15	M	16	53	Tetralogia de Fallot	803	1360	4791	9	532
16	M	8	33	Coarctação da Aorta	105	713	60	1	60
17	F	44	60	Estenose Aórtica – Dilatação da Aorta Ascendente	281	2043	1501	1	1501
18	M	13	60	Coarctação da Aorta	134	1056	207	1	207

DAP: Produto dose-área; AR-3D: angiografia rotacional tridimensional; AP-2D: angiografia padrão bidimensional.

Dose de Radiação

A DC mediana tanto na AP-2D quanto na AR-3D foi de 171 mGy (variação interquartil de 40,6 a 1071 mGy). O DAP total mediano para o protocolo AR-3D foi de 1093 $\mu\text{Gy.m}^2$ (variação interquartil de 701 a 1767 $\mu\text{Gy.m}^2$), e o DAP mediano para o estudo bidimensional nos mesmos pacientes foi de 360 $\mu\text{Gy.m}^2$ (variação interquartil de 200 a 1049 $\mu\text{Gy.m}^2$). O DAP da angiografia bidimensional isoladamente foi de 190 $\mu\text{Gy.m}^2$ (variação interquartil de 76 a 413 $\mu\text{Gy.m}^2$, $p = 0,01$).

A diferença pareceu semelhante nos pacientes que pesavam mais de 45 quilogramas. Nessa população, o DAP mediano para cada aquisição de AR-3D foi de 1525 $\mu\text{Gy.m}^2$ (variação interquartil de 1074 a 2031 $\mu\text{Gy.m}^2$) em comparação com 413 $\mu\text{Gy.m}^2$ em cada aquisição de AP-2D no mesmo paciente ($p = 0,01$). Se considerarmos uma média de três angiografias tridimensionais para um procedimento adequado, não houve diferença na exposição à radiação entre o estudo bidimensional e a AR-3D (1525 $\mu\text{Gy.m}^2$ versus 1238 $\mu\text{Gy.m}^2$, $p = 0,575$).

Entretanto, se analisarmos apenas os pacientes que pesavam menos de 45 kg, essa diferença é ainda maior. O DAP mediano para uma única aquisição de AR-3D nesta população foi de 713 $\mu\text{Gy.m}^2$ (variação interquartil de 422 a 1090 $\mu\text{Gy.m}^2$) e o DAP mediano para cada aquisição bidimensional no mesmo paciente foi 81 $\mu\text{Gy.m}^2$ ($p = 0,008$). Se considerarmos uma média de três angiografias para um estudo adequado, o DAP mediano foi

de 242 $\mu\text{Gy.m}^2$ (variação interquartil de 183 a 423 $\mu\text{Gy.m}^2$). Essa diferença ainda é favorável às aquisições em AP-2D nesta população ($p = 0,008$). Alguns dos resultados estão resumidos na Tabela 2.

Qualidade de Imagem e Informações Adicionais

Dos 11 pacientes submetidos tanto a avaliação padrão bidimensional completa e subsequentemente a AR-3D, observamos que a AR-3D descobriu informações adicionais em 3 pacientes (27%). À exceção de 1 paciente com persistência do canal arterial, todas as outras imagens foram aceitáveis e no mínimo comparáveis às da AP-2D.

Discussão

Crianças e adultos portadores de cardiopatias congênitas estão cada vez mais sendo submetidos a sucessivos procedimentos diagnósticos ou terapêuticos que utilizam radiação. Os efeitos nocivos cumulativos de longo prazo da exposição aos raios-X são bem conhecidos e extensivamente descritos na literatura. O DAP foi anteriormente correlacionado à dose de pico na pele e pode ser usado como parâmetro confiável e online para guiar a exposição à radiação durante a cateterização cardíaca⁸⁻¹⁰.

Os novos avanços em tecnologia visam aperfeiçoar a precisão diagnóstica sem aumentar os riscos para o paciente^{11,12}.

Tabela 2 – Comparação entre o DAP de uma AR-3D e uma e três AP-2D

Angiografia (n)	Rotacional (1)	Padrão (1)	p	Padrão (3)	p
DAP mediano ($\mu\text{Gy.m}^2$) > 45Kg	1093	190	< 0,01	569	0,210
DAP mediano ($\mu\text{Gy.m}^2$) < 45Kg	1525	413	0,01	1238	0,575
DAP mediano ($\mu\text{Gy.m}^2$)	713	81	0,008	242	0,008

DAP: Produto dose-área; AR-3D: angiografia rotacional tridimensional; AP-2D: angiografia padrão bidimensional.

O uso da AR-3D foi inicialmente descrito para a avaliação de aneurismas intracranianos, tendo sido também relatado em procedimentos eletrofisiológicos e vasculares periféricos e para a avaliação das artérias coronárias^{1,4,13-18}.

A justificativa para se incorporar esta tecnologia no campo das cardiopatias congênitas foi obter informações adicionais não fornecidas pela AP-2D. Apesar da pouca literatura disponível^{5,19,20}, o uso da AR-3D nesse contexto reduz o número de aquisições necessárias, além da possibilidade de aumentar a precisão em pacientes com anatomia complexa, mas para cujos defeitos os benefícios da AR-3D ainda não estão bem estabelecidos.

Em 2010, Kapins e cols.²⁰ descreveram pela primeira vez uma série de 53 casos de cateterização diagnóstica usando AP-2D e AR-3D em pacientes portadores de cardiopatia congênita e com peso médio de 28,5 kg. Pelo menos metade dos pacientes se beneficiou dessa nova tecnologia para o planejamento de procedimentos percutâneos ou cirúrgicos posteriores. Não houve diferenças no DAP entre as angiografias bidimensionais e as AR-3D ($356 \times 374 \mu\text{Gy.m}^2$)²⁰.

Glatz e cols. descreveram o uso de AR-3D em 41 casos de cardiopatias congênitas⁵. Apesar de ter fornecido imagens diagnósticas de qualidade em mais de 70% dos casos, essa técnica ofereceu informações adicionais em menos de 30% dos casos estudados. Depois de usar um teste de fantoma para medir o DAP para diferentes ajustes, a dose de radiação foi de aproximadamente $122 \mu\text{Gy.m}^2$ para uma criança de 10 anos de idade e de $471 \mu\text{Gy.m}^2$ para um adulto do sexo masculino.

Em 2011, Glockler e cols.¹⁹ avaliaram e relataram sua experiência em 62 pacientes com peso mediano de 14,4 kg submetidos a angiografia rotacional para avaliação das artérias pulmonares, aorta e conexões cavopulmonares. Nesse estudo, as imagens foram consideradas superiores às da angiografia convencional em 90,3% dos casos e muito úteis para guiar procedimentos intervencionistas através do uso de imagens tridimensionais sobrepostas. O DAP mediano de cada ciclo foi de $111 \mu\text{Gy.m}^2$.

Mais recentemente, Berman e cols.²¹ descreveram a utilidade da AR-3D em pacientes anteriormente submetidos a conexões cavopulmonares, com uma compreensão clara do mecanismo de estenose pulmonar²¹. O DAP mediano foi de $306 \mu\text{Gy.m}^2$ nesta população com peso mediano de 15,7 kg. Os autores relataram dados não publicados com doses ainda menores nos procedimentos tridimensionais após trabalharem com a empresa e com os físicos.

Essa menor dose de exposição à radiação em comparação com a de nosso estudo pode ser explicada pela menor mediana de peso dos pacientes em todos esses estudos relatados. Essa variação linear da dose entre pacientes de diferentes pesos já havia sido descrita na literatura⁸⁻¹⁰.

No presente estudo, o DAP mediano de um ciclo de AR-3D foi maior que o de uma imagem bidimensional isoladamente. Entretanto, se considerarmos que às vezes são necessárias múltiplas projeções bidimensionais, essa diferença se reduz consideravelmente e os benefícios da AR-3D podem suplantar o leve aumento na dose de radiação.

No subgrupo de pacientes com menos de 45 kg, a diferença detectada entre ambos os grupos foi muito maior. Mesmo comparando 3 angiografias bidimensionais, a diferença na exposição à radiação foi favorável à técnica padrão, o que pode não justificar os benefícios obtidos com essa técnica nessa população em particular.

Entretanto, se considerarmos só os pacientes que pesavam mais de 45 kg, a diferença entre cada AR-3D em relação a uma AP-2D isoladamente não foi proibitiva. Considerando-se a necessidade de múltiplas imagens bidimensionais, essa diferença foi semelhante, ou mesmo favorável à AR-3D e pode ser usada para recomendar o uso da AR-3D para avaliar pacientes portadores de coarctação da aorta ou anastomose de Fontan, bem como para avaliar o ventrículo direito e as artérias pulmonares.

A diferença observada na população pediátrica e a maior exposição à radiação, em comparação com as da literatura, estimularam nossos físicos a trabalhar arduamente junto aos técnicos do fabricante para reduzir a exposição à radiação da AR-3D em nossa instituição, o que acabou resultando numa importante redução da dose de radiação e reforçou a importância dessa avaliação no início da experiência de cada centro que pretende realizar angiografias tridimensionais. Como já havia sido descrito por Berman e cols.²¹, isso confirma que a cooperação entre a equipe local e as empresas é um processo que deve estar sob contínua avaliação, tendo como objetivo a menor dose de radiação possível sem que haja perda da qualidade de imagem. Se não adequadamente monitorada, a dose pode ser proibitiva e não justificar os benefícios obtidos com a técnica em certas populações de pacientes. É altamente recomendável que essa avaliação seja feita em todas as instituições que realizam AR-3D. São necessários mais estudos prospectivos medindo a dose de radiação ao nível da pele do paciente e no operador para esclarecer algumas dúvidas em

Artigo Original

relação à exposição à radiação em AR-3D, primariamente em crianças portadoras de cardiopatias congênitas, e determinar se a angiografia rotacional pode substituir as aquisições da AP-2D de maneira segura. Aktar descreveu a presença de uma curva de aprendizado para angiografia rotacional, sendo os benefícios obtidos na segunda metade dos procedimentos rotacionais¹⁵. No campo das cardiopatias congênitas, a curva de aprendizado é essencial para elucidar que casos se beneficiarão dos estudos de AR-3D sem que haja necessidade de aquisições bidimensionais adicionais.

A angiografia rotacional tridimensional foi muito útil em pacientes com diagnóstico de coarctação da aorta. Uma única aquisição pode mostrar o tamanho da aorta ascendente, aspectos do arco aórtico dificilmente visualizados em estudos bidimensionais e a presença de aneurisma em pacientes anteriormente submetidos a procedimentos percutâneos ou cirúrgicos (Figura 1). Em um paciente, houve informações adicionais sobre a tortuosidade do arco aórtico devido à resolução especial proporcionada pela reconstrução tridimensional. A possibilidade de avaliar a aorta ascendente com a mesma injeção de contraste é útil em pacientes com risco aumentado de dilatação progressiva. A injeção complementar para AP-2D nesses pacientes não parece ser útil para se obter mais informações além da fornecidas pela reconstrução tridimensional.

Na avaliação das artérias pulmonares, a possibilidade de reconstrução pode permitir a visualização da relação especial não visualizada nos procedimentos bidimensionais, sendo útil para guiar ou planejar intervenções percutâneas ou cirúrgicas. Considerando-se oito pacientes anteriormente operados por circulação pulmonar (7 pacientes com tetralogia de Fallot e 1 paciente com tronco arterioso) e um paciente com estenose da artéria pulmonar nativa, a avaliação tridimensional foi elucidativa com imagens claras e úteis dos ramos pulmonares, da região subvalvar e de stents implantados anteriormente (Figura 2). As imagens foram consideradas superiores às aquisições em AP-2D em pacientes com via de saída do ventrículo direito aneurismática e naqueles com ramos pulmonares tortuosos, fornecendo uma avaliação ideal dessas lesões. Por fim, fraturas de stent e hiperplasia da neoíntima foram mais bem avaliadas por angiografias bidimensionais, com poucas informações adicionais a serem obtidas com a AR-3D.

Em pacientes com anastomose de Fontan, o fluxo lento do átrio direito ou anastomose em conduto às vezes dificulta a visualização das artérias pulmonares, requerendo muitas projeções bidimensionais diferentes. Isto não representa um problema na AR-3D, e uma única aquisição pode delinear com nitidez a anastomose e os ramos pulmonares. Nos dois pacientes anteriormente submetidos à anastomose de Fontan, a AR-3D forneceu imagens melhores do que quatro



Figura 1 – Stent convencional anteriormente implantado em paciente portador de coarctação da aorta, com resultado tardio adequado.



Figura 2 – Pós-operatório tardio de tronco arterioso com estenose tubular da artéria pulmonar esquerda.

ou cinco angiografias bidimensionais em diferentes projeções. O posicionamento cuidadoso do cateter angiográfico assegurou uma boa visualização do conduto, das artérias pulmonares, e da anastomose de Glenn.

O único caso em que a AR-3D não forneceu uma boa visualização foi em um paciente portador de canal arterial. O defeito não pôde ser adequadamente reconstruído, e suspeitamos que por um problema técnico ligado ao período de curva de aprendizado.

O fato de que a estenose intravascular e a hiperplasia neoíntima com ou sem fraturas de stent foram mais bem visualizadas em projeções bidimensionais pode estar relacionado à falha de preenchimento de contraste nesta parte do vaso durante o período de aquisição. Glatz já descreveu do fenômeno de “dropout” em áreas de estenose estreita ou regiões com stent, e alertou para os riscos de que erros diagnósticos que não raro acontecem com a tomografia computadorizada ou ressonância magnética cardíaca possam estar presentes durante a AR-3D⁵.

Limitações

A limitação de nosso estudo foi ter sido uma análise retrospectiva monocêntrica. Ademais, os pacientes incluídos

compuseram a experiência inicial com AR-3D em nossa instituição e apenas 11 deles foram submetidos tanto a AR-3D quanto a estudo AP-2D completo. Consideramos que este estudo seria necessário devido à pouca literatura disponível no início da experiência. Sob nosso ponto de vista, a falta de informação sobre os benefícios e sobre a exposição à radiação na angiografia tridimensional durante avaliação de cardiopatias congênitas justificou o uso de ambas as abordagens no mesmo paciente. Não foi avaliada a quantidade de contraste utilizado, o que constitui outra limitação do estudo, e pode ser um benefício adicional desta abordagem.

Conclusão

O uso da AR-3D parece ser de grande valor no campo das cardiopatias congênitas. A dose de radiação da AR-3D em nossa instituição foi maior do que a da AP-2D, sendo essa diferença mais evidente em crianças. A dose de radiação foi ainda maior do que a anteriormente relatada na literatura para AR-3D. As informações obtidas desta experiência inicial e a comparação com a literatura disponível foram de importância fundamental para que se trabalhasse na redução da dose de radiação.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Manica JLL, Medeiros RF; Obtenção de dados: Manica JLL, Rossi Filho RI, Fischer LS, Medeiros RF, Broetto G, Borges MS; Análise e interpretação dos dados: Manica JLL, Fischer LS, Medeiros RF, Broetto G; Análise estatística: Manica JLL; Redação do manuscrito: Manica JLL, Rossi Filho RI; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Manica JLL, Rossi Filho RI, Borges MS.

Referências

1. Missler U, Hundt C, Wiesmann M, Mayer T, Bruckmann H. Three-dimensional reconstructed rotational digital subtraction angiography in planning treatment of intracranial aneurysms. *Eur Radiol.* 2000;10(4):564-8.
2. Seymour HR, Matson MB, Belli AM, Morgan R, Kyriou J, Patel U. Rotational digital subtraction angiography of the renal arteries: technique and evaluation in the study of native and transplant renal arteries. *Br J Radiol.* 2001;74(878):134-41.
3. Orlov MV, Hoffmeister P, Chaudhry GM, Almasry I, Gijbers GH, Swack T, et al. Three-dimensional rotational angiography of the left atrium and esophagus--A virtual computed tomography scan in the electrophysiology lab? *Heart Rhythm.* 2007;4(1):37-43.
4. Agostoni P, Biondi-Zoccai G, Van Langenhove G, Cornelis K, Vermeersch P, Convens C, et al. Comparison of assessment of native coronary arteries by standard versus three-dimensional coronary angiography. *Am J Cardiol.* 2008;102(3):272-9.
5. Glatz AC, Zhu X, Gillespie MJ, Hanna BD, Rome JJ. Use of angiographic CT imaging in the cardiac catheterization laboratory for congenital heart disease. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2010;3(11):1149-57.
6. Panzer J, Taeymans Y, De Wolf D. Three-dimensional rotational angiography of a patient with pulmonary atresia intact septum and coronary fistulas. *Pediatr Cardiol.* 2008;29(3):686-7.
7. Rigatelli G, Zamboni A, Cardaioli P. Three-dimensional rotational digital angiography in a complicated case of patent ductus arteriosus transcatheter closure. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2007;70(6):900-3.
8. Bacher K, Bogaert E, Lapere R, De Wolf D, Thierens H. Patient-specific dose and radiation risk estimation in pediatric cardiac catheterization. *Circulation.* 2005;111(1):83-9.
9. El Sayed MH, Roushdy AM, El Farghaly H, El Sherbini A. Radiation exposure in children during the current era of pediatric cardiac intervention. *Pediatr Cardiol.* 2012;33(1):27-35.
10. Grech V, Grech M, Debono J, Xuereb RG, Fenech A. Greater radiation savings at higher body mass indexes with dual axis rotational coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2013;81(1):170-1.
11. Chambers CE, Fetterly KA, Holzer R, Lin PJ, Blankenship JC, Balter S, et al. Radiation safety program for the cardiac catheterization laboratory. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2011;77(4):546-56.
12. Smith BG, Tibby SM, Qureshi SA, Rosenthal E, Krasemann T. Quantification of temporal, procedural, and hardware-related factors influencing radiation exposure during pediatric cardiac catheterization. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;80(6):931-6.
13. Gailloud P, Oishi S, Carpenter J, Murphy KJ. Three-dimensional digital angiography: new tool for simultaneous three-dimensional rendering of vascular and osseous information during rotational angiography. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2004;25(4):571-3.
14. Bridcut RR, Murphy E, Workman A, Flynn P, Winder RJ. Patient dose from 3D rotational neurovascular studies. *Br J Radiol.* 2007;80(953):362-6.
15. Akhtar M, Vakharia KT, Mishell J, Gera A, Ports TA, Yeghiazarians Y, et al. Randomized study of the safety and clinical utility of rotational vs. standard coronary angiography using a flat-panel detector. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2005;66(1):43-9.
16. Raman SV, Morford R, Neff M, Attar TT, Kukielka G, Magorien RD, et al. Rotational X-ray coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004;63(2):201-7.
17. Grech M, Debono J, Xuereb RG, Fenech A, Grech V. A comparison between dual axis rotational coronary angiography and conventional coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;80(4):576-80.
18. Maddux JT, Wink O, Messenger JC, Groves BM, Liao R, Strzelczyk J, et al. Randomized study of the safety and clinical utility of rotational angiography versus standard angiography in the diagnosis of coronary artery disease. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004;62(2):167-74.
19. Glöckler M, Koch A, Greim V, Shabaiek A, Rüffer A, Cesnjevar R, et al. The value of flat-detector computed tomography during catheterisation of congenital heart disease. *Eur Radiol.* 2011;21(12):2511-20.
20. Kapins CEB, Coutinho RB, Barbosa FB, Silva CMC, Lima VC, Carvalho AC. Use of 3D rotational angiography (3D-RA) in congenital heart disease: experience with 53 patients. *Rev Bras Cardiol Invasiva.* 2010;18(2):199-203.
21. Berman DP, Khan DM, Gutierrez Y, Zahn EM. The use of three-dimensional rotational angiography to assess the pulmonary circulation following cavopulmonary connection in patients with single ventricle. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;80(6):922-30.

Potencial conflito de interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.