

Classificação do Tamanho da Comunicação Interatrial Segundo Parâmetros Ecocardiográficos e Sua Associação com o Quadro Clínico Em Pediatria

Classifying the Size of an Atrial Septal Defect According to Echocardiographic Parameters and its Association with the Clinical Presentation in Pediatrics

Lívia de Castro Ribeiro,¹ Rose Mary Ferreira Lisboa da Silva,¹ Henrique de Assis Fonseca Tonelli,¹ Adriana Furletti Machado Guimarães,¹ Fátima Derlene da Rocha Araújo,¹ Zilda Maria Alves Meira,¹ Sandra Regina Tolentino Castilho,¹ Alan Alvarez Conde,¹ Lícia Campos Valadares¹

Universidade Federal de Minas Gerais,¹ Belo Horizonte, MG – Brasil

Resumo

Fundamento: Há poucos estudos que utilizam medidas ecocardiográficas lineares para classificação do tamanho da Comunicação Interatrial (CIA).

Objetivos: Investigar relação entre repercussão hemodinâmica da CIA e medidas da relação do diâmetro da CIA (MI/CIA) com diâmetro do anel mitral, bem como o diâmetro do septo interatrial (CIA/septo) e descrever pontos de corte que permitam classificar o tamanho do defeito.

Métodos: Estudo observacional, prospectivo, transversal, incluindo participantes com idade entre 1 mês e 18 anos, diagnosticados com CIA isolada. Repercussão hemodinâmica foi quantificada pela avaliação clínica, Z-escore do anel tricúspide (AT), avaliação subjetiva da dilatação de câmaras direitas, relação entre fluxos sistêmico e pulmonar (QP/QS) à ecocardiografia e estudada sua associação com medidas CIA/septo e MI/CIA. Um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados: Trinta e cinco participantes, média de idade 6,3 anos, 69% feminino, média da CIA 13,5 mm. Houve correlação entre MI/CIA com a classificação clínica da CIA (Pearson: -0,61; $p < 0,001$), CIA/septo (Pearson: -0,80; $p < 0,001$), QP/QS (-0,76; $p < 0,001$). Houve correlação de CIA/septo com a classificação clínica da CIA (Pearson: 0,56; $p < 0,001$), QP/QS (0,63; $p = 0,001$), avaliação subjetiva de câmaras direitas (0,62; $p < 0,001$) e fraca correlação com Z-escore do AT (0,35; $p = 0,04$). Pela curva de operação característica para variável estável de classificação da CIA, com base no tamanho subjetivo de câmaras direitas, revelou uma área de 0,85 para a razão CIA/septo ($p = 0,001$). O ponto de corte de 0,27 para CIA grande apresentou sensibilidade de 85%, especificidade de 86,7%, valor preditivo positivo (VPP) de 86%, negativo de 85,2%, razão de verossimilhança positiva de 6,39.

Conclusões: CIA/septo associou-se à repercussão hemodinâmica da CIA e mostrou-se útil na detecção de CIA grande.

Palavras-chave: Comunicação Interatrial; Ecocardiografia; Valva Tricúspide; Septo Interatrial.

Abstract

Background: Few studies are using linear echocardiographic measurements for classifying the size of Atrial Septal Defect (ASD).

Objectives: Investigate the relationship between ASD hemodynamic repercussions and ASD diameter to the mitral annulus diameter (MI/ASD) ratio and ASD diameter to the interatrial septum diameter (ASD/septum) ratio, and describe cutoff points to classify the size of the defect.

Methods: An observational, prospective, cross-sectional study, including subjects aged 1 month and 18 years diagnosed with isolated ASD. Hemodynamic repercussion was quantified by clinical evaluation, tricuspid annulus (TA) Z-score, subjective estimation of the enlargement of the right chambers, and the relationship between systemic and pulmonary flows (QP/QS) on echocardiography. Its association with ASD/septum and MI/ASD measurements was also studied. A value of $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Correspondência: Lívia de Castro Ribeiro •

Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Rua Alfredo Balena, 110. CEP: 30130-100. Belo Horizonte, MG – Brasil

E-mail: liviadecastromed85@gmail.com

Artigo recebido em 17/09/2024; revisado recebido em 30/01/2025; aceito em 12/02/2025

Editor responsável pela revisão: Karen Saori Shiraishi Sawamura

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240089>

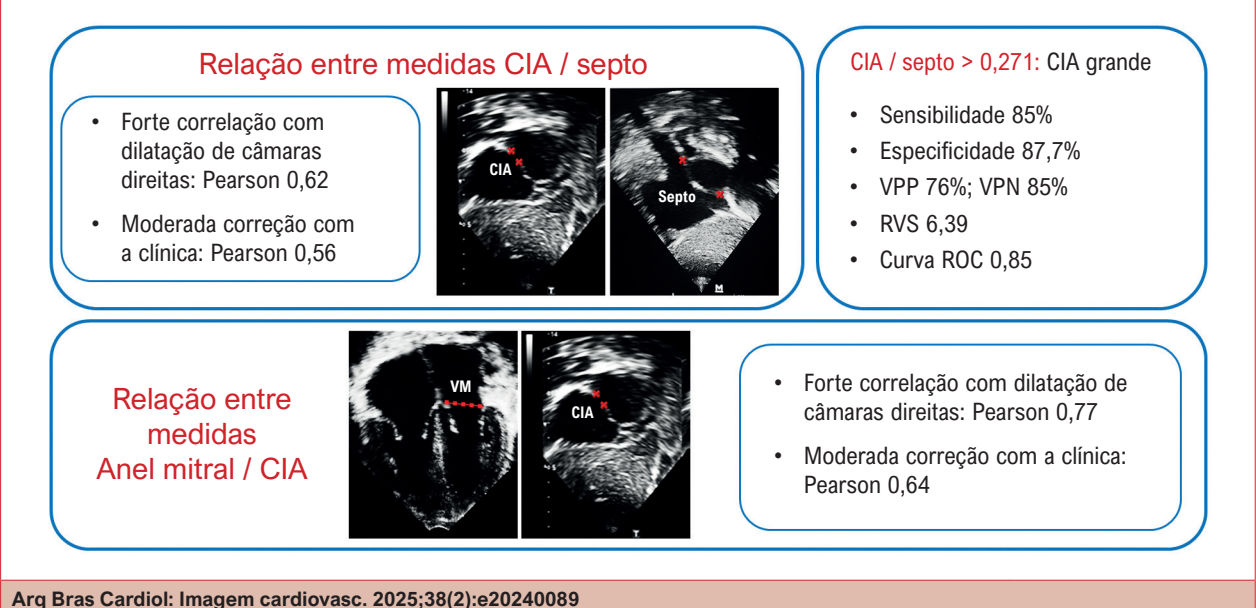
Results: Thirty-five subjects, mean age 6.3 years, 69% female, mean ASD 13.5 mm. There was a correlation between MI/ASD and the clinical classification of ASD (Pearson: -0.61; $p < 0.001$), ASD/septum (Pearson: -0.80; $p < 0.001$), and QP/QS (-0.76; $p < 0.001$). There was a correlation between ASD/septum and the clinical classification of ASD (Pearson: 0.56; $p < 0.001$), QP/QS (0.63; $p = 0.001$), subjective assessment of the right chambers (0.62; $p < 0.001$), and a weak correlation with the TA Z-score (0.35; $p = 0.04$). According to the operating characteristic curve for the stable variable classification of ASD according to the subjective right chamber's size, an area of 0.85 was obtained for ASD/septum ($p = 0.001$). The cutoff point of 0.27 for large ASD showed sensitivity of 85%, specificity of 86.7%, positive predictive value (PPV) of 86%, negative predictive value (NPV) of 85.2%, and positive likelihood ratio of 6.39.

Conclusions: ASD/septum was associated with the hemodynamic repercussion of ASD and was useful in detecting large ASD.

Keywords: Atrial Heart Septal Defects; Echocardiography; Tricuspid Valve; Atrial Septum.

Full texts in English - <https://www.abcmaging.org/>

Figura Central: Classificação do Tamanho da Comunicação Interatrial Segundo Parâmetros Ecocardiográficos e Sua Associação com o Quadro Clínico Em Pediatria



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20240089

CIA: Comunicação Interatrial; VPP: valor preditivo positivo; ROC: curva de operação característica; RVS: razão de verossimilhança; VM: valva mitral; VPN: valor preditivo negativo.

Introdução

A Comunicação Interatrial (CIA) é uma alteração estrutural do coração congênita que permite a mistura de sangue entre os átrios através da falha no Septo Atrial ou em estruturas adjacentes. A CIA isolada é a terceira malformação cardíaca mais frequente, correspondendo a cerca de 15% do total de cardiopatias congênitas.¹ A prevalência da CIA é duas vezes maior entre os indivíduos do sexo feminino se comparado aos do sexo masculino.² O exame ecocardiográfico transtorácico é o método mais utilizado para diagnóstico e avaliação da CIA na população pediátrica, sendo suficiente para definição adequada da lesão e suas repercussões hemodinâmicas na maioria das vezes. Para a descrição dos defeitos em relação ao tamanho, são utilizadas comumente a medida linear do defeito, sua relação com o tamanho do Septo Atrial (CIA/septo), a repercussão em câmaras direitas (sinais de sobrecarga volumétrica) e a medida da relação fluxo pulmonar/fluxo sistêmico (QP/QS). A medida CIA/septo tem sido utilizada informalmente na

prática clínica, sem sistematização por meio de estudo e sem pontos de corte confiáveis para classificação de tamanho. A medida do QP/QS ao exame ecocardiográfico encerra grande limitação representada pela baixa reprodutibilidade³ e execução laboriosa.⁴ Os objetivos do estudo foram investigar, por meio da avaliação clínica e ecocardiográfica, a relação entre a repercussão hemodinâmica da CIA e as medidas da relação entre o diâmetro do Anel Mitral e o diâmetro da CIA (MI/CIA) e (CIA/septo) e descrever os pontos de corte dessas relações que permitissem a classificação do defeito quanto a sua magnitude.

Métodos

Tratou-se de um estudo observacional, prospectivo e transversal. A população foi constituída por 35 participantes, de CIA isolada com orifício único ao exame ecocardiográfico, de ambos sexos, com idades entre 1 mês e 18 anos. Tanto o projeto de pesquisa quanto os Termos de Consentimento e

Artigo Original

Assentimento Livre e Esclarecido (TCLE e TALE) foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa do hospital universitário, no qual foi feita a pesquisa. Após o aceite e assinatura dos termos, os participantes foram submetidos a exame ecocardiográfico e avaliação clínica. Foram excluídos aqueles com cardiopatias congênitas significativas (excluindo-se forame oval permeável, regurgitações mitral, tricúspide e aórtica discretas, valva aórtica bicúspide sem estenose), cardiomiopatia (primária ou secundária), anemia crônica e hipertensão pulmonar não atribuída à presença da CIA. A amostragem foi por conveniência.

O exame ecocardiográfico foi realizado com um aparelho TOSHIBA APLIO 400, com transdutores pediátrico e adulto de 2,5 MHz e 5,0 MHz de frequência, respectivamente, por ecocardiografista pediátrico, e a avaliação clínica por um cardiologista pediátrico, ambos integrantes da equipe, e de forma cega com relação à avaliação clínica e vice-versa. A avaliação clínica foi realizada no mesmo dia da avaliação ecocardiográfica, imediatamente após esta. A avaliação do grau de repercussão em câmaras direitas foi realizada de forma subjetiva, comparando-se as áreas do Átrio Direito (AD) com o Átrio Esquerdo (AE) e áreas do Ventrículo Direito (VD) com o Ventrículo Esquerdo (VE), ao modo bidimensional, no corte apical quatro câmaras,⁵ uma vez que medidas lineares e de área de AD e VD não foram consistentemente padronizadas para a população pediátrica.⁶⁻⁸ Comparativamente, se as câmaras direitas apresentavam área menor, igual ou maior que as câmaras esquerdas, o aumento foi considerado ausente ou leve, moderado ou importante, respectivamente. As medidas do septo interatrial e do diâmetro da

CIA foram realizadas ao modo bidimensional, no corte subcostal do Septo Atrial, com auxílio do Color Doppler para identificação das bordas do defeito.⁶ Para a medida do Septo Atrial, foi padronizada a distância vertical entre as desembocaduras das cavas. A medida da CIA foi realizada na região de maior distância entre as bordas ao longo do ciclo cardíaco. Foi calculada a relação CIA/septo a fim de comparar tal medida com a repercussão hemodinâmica. A magnitude do *shunt* através da CIA foi estimada pelo cálculo da relação fluxo sistêmico/fluxo pulmonar (QP/QS).⁶ As medidas de diâmetros dos Anéis Mitral e Tricúspide foram realizadas ao modo bidimensional, na protodiástole. Foram utilizados o corte paraesternal em longitudinal eixo longo de VE e via de entrada de VD para medidas dos diâmetros anteroposteriores (mitral e tricúspide, respectivamente), além do corte apical de quatro câmaras para medidas dos diâmetros laterolaterais⁷ (Figura 1). Os diâmetros foram indexados na forma de Z-escore utilizando-se a referência de Boston.⁹⁻¹¹ Os valores de Z escore de Anel Tricúspide (AT) também foram utilizados para classificação do grau de repercussão da CIA em câmaras direitas. Foi calculada a relação MI/CIA a fim de compará-la com a repercussão hemodinâmica. A classificação do tamanho da CIA pelos critérios ecocardiográficos foi realizada por análise subjetiva e Z-escore: CIA pequena: área das câmaras direitas menor que a área das câmaras esquerdas e Z-escore do AT de +2 a +2,5; CIA média: área das câmaras direitas igual à área das câmaras esquerdas e Z escore do AT de +2,5 a +3; CIA grande: área das câmaras direitas maior que a área das câmaras esquerdas e Z-score do AT > +3.

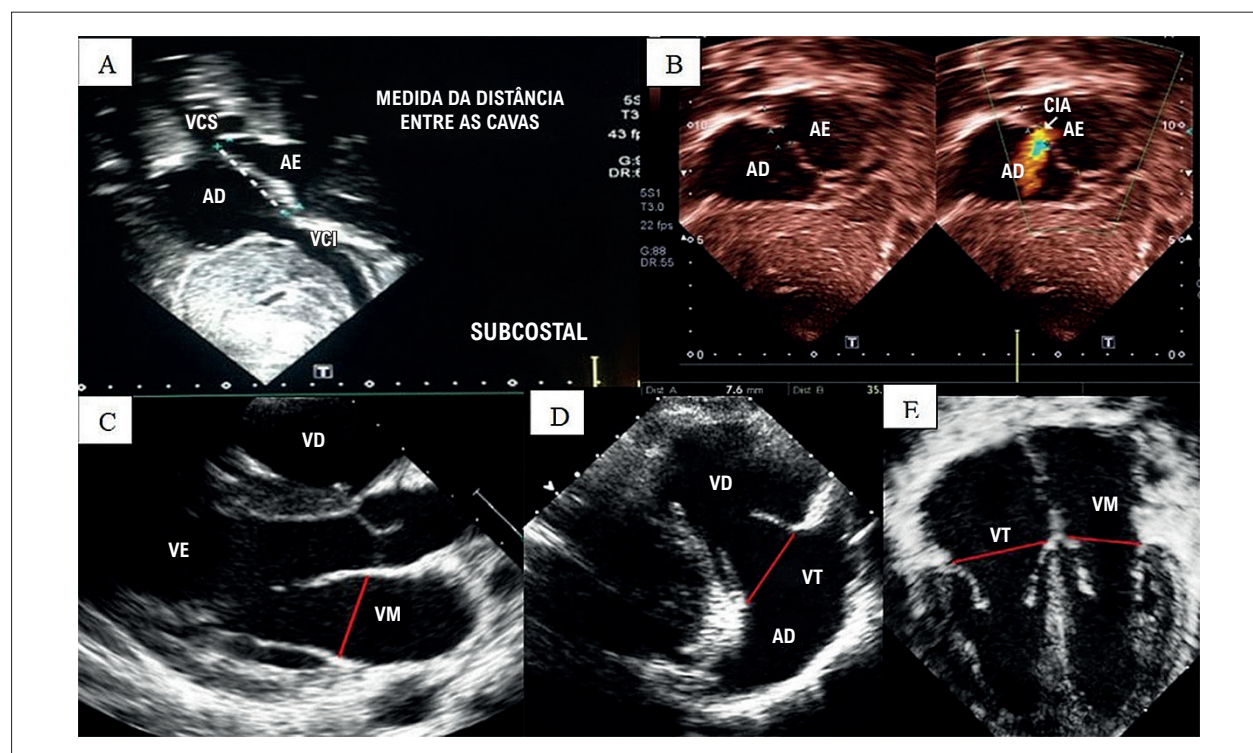


Figura 1 – Medida do septo interatrial, da CIA e anéis mitral e tricúspide ao exame ecocardiográfico. AD: átrio direito; AE: átrio esquerdo; VE: ventrículo esquerdo; VD: ventrículo direito; CIA: Comunicação Interatrial. VM: valva mitral; VT: valva tricúspide; VCS: veia cava superior; VCI: veia cava inferior.

A avaliação clínica consistiu em exame do sistema cardiovascular orientado quanto aos critérios que permitissem inferir sobre o tamanho da CIA.¹² A classificação quanto ao tamanho da CIA pela avaliação clínica foi feita conforme a Tabela 1 e foi considerada a presença de pelo menos três dos quatro achados para cada coluna.

Análise estatística: A análise estatística foi feita utilizando-se o software *Statistical Package for Social Science* (SPSS) versão 16.0. Os resultados foram expressos em números e proporções para variáveis categóricas e médias $\pm$ desvio-padrão para variáveis contínuas. A confirmação de distribuição normal das variáveis foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk. As proporções foram comparadas por meio do teste de Qui-quadrado ou do teste de Fisher quando apropriado. Para dados contínuos, foi utilizado o teste T de Student não pareado, para duas variáveis ou o teste de ANOVA One-Way, para comparar três ou mais variáveis. O coeficiente de Pearson foi usado para verificar a correlação entre variáveis. A correlação por meio do coeficiente foi considerada muito fraca (0,00–0,20), fraca (0,21–0,40), moderada (0,41–0,60), forte (0,61–0,80) e muito forte (0,81–1,00), seja positiva ou inversa. Foi aplicada a curva de operação característica para avaliar sensibilidade, especificidade, VPP, Valor Preditivo Negativo (VPN) e razão de verossimilhança positiva da relação CIA/septo, considerando-se a magnitude do defeito septal. Um valor- $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Entre os 35 participantes, 24 (69%) eram do sexo feminino. A média de idade foi de $6,3 \pm 3,9$ anos, variando de 0,4 a 17,2 anos. As médias de peso, altura e superfície corporal foram de 21,2 kg, 112 cm e 0,8 m², respectivamente. Comorbidades estavam presentes em 14% dos participantes ($n = 5$), sendo elas: asma (3), síndrome genética em investigação (1) e atraso do desenvolvimento neuropsicomotor em propedêutica (1).

Quanto aos achados ao exame físico, 14 participantes (40%) apresentavam desdobramento fixo de segunda bulha e 5 (14%) sopro diastólico em foco tricúspide. Sopro sistólico em foco pulmonar não foi detectado em 6 participantes, foi de grau II em 16 (46%) e de grau III $\geq$ em 13 (37%). Quanto à impulsão de VD, não foi detectada em 19 (54%) participantes.

Ao exame ecocardiográfico, todos os participantes apresentavam CIA tipo *ostium secundum*. Os dados coletados estão sumarizados na Tabela 2.

Associação e correlação entre variáveis

Na Tabela 3 estão dispostas as comparações entre sinais clínicos e medidas ecocardiográficas. Não houve associação entre sexo e quaisquer variáveis estudadas, sejam clínicas ou ecocardiográficas.

Com relação à classificação clínica da CIA, 12 foram consideradas como pequenas, 18 médias e 5 grandes. A correlação entre a magnitude da CIA pela classificação clínica e os achados ecocardiográficos está sumarizada na Tabela 4.

As relações de diâmetros MI/CIA apresentaram forte correlação inversa com a medida CIA/septo. O coeficiente de Pearson com as medidas anteroposterior e laterolateral foram de -0,80 ($p < 0,001$). Houve forte correlação inversa também com a medida QP/QS, com coeficiente de Pearson de -0,71 ($p < 0,001$) para a medida anteroposterior e de -0,76 ($p < 0,001$) para a medida laterolateral.

A relação entre os diâmetros CIA/septo apresentou forte correlação com a relação QP/QS com coeficiente de Pearson de 0,63 ($p = 0,001$).

Com relação ao tamanho do VD à avaliação subjetiva, 17 participantes apresentaram VD maior que VE, 10 apresentaram tamanho menor e 8 apresentaram câmaras de tamanhos equivalentes. À avaliação do AD, 20 participantes apresentaram AD maior que AE, 8 apresentaram tamanho menor e 7 apresentaram câmaras de tamanhos equivalentes. A comparação e a correlação entre o grau de dilatação de câmaras direitas e as variáveis ecocardiográficas estão demonstradas nas Tabelas 5 e 6.

Considerando-se o Z-escore do AT para classificação do tamanho das CIAs, foram encontradas 25 pequenas, 5 médias e 5 grandes. Tal classificação não apresentou associação com a classificação clínica da CIA nem com a classificação ecocardiográfica, baseada na avaliação subjetiva das câmaras direitas.

Curva de operação característica

Aplicando-se a curva de operação característica, considerando-se a variável estável classificação do Defeito do Septo Atrial segundo tamanho subjetivo de câmaras direitas, foi obtida a área abaixo da curva de 0,85 para a relação CIA/septo. A curva e os dados com o valor- p e os intervalos de confiança de 95% estão demonstrados na Figura 2. O melhor ponto de corte foi de 0,27, com sensibilidade de 85% e especificidade de 86,7% para diagnóstico de CIA grande. O VPP foi de 76% e o VPN foi de 85,2%. A razão de verossimilhança positiva foi de 6,39.

Tabela 1 – Classificação do tamanho da CIA conforme critérios clínicos

Parâmetro Clínico	Classificação do tamanho		
	Pequena	Média	Grande
Impulsão em BEEI e região subxifóide	Ausente	Presente	Presente
Desdobramento de segunda bulha	Fisiológico	Fixo	Fixo
Sopro sistólico ejetivo em foco pulmonar	Ausente ou grau I/II	Grau II/III	Grau > III/IV
Sopro diastólico em foco tricúspide	Ausente	Ausente	Presente

BEEI: borda esternal esquerda inferior.

Tabela 2 – Medidas e cálculo de relação entre medidas ecocardiográficas

Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão
Diâmetro CIA (mm)	13,46	2,70	37,70	8,33
MI / CIA - LL	2,04	0,62	6,30	1,49
MI/CIA - AP	2,00	0,52	6,80	1,48
CIA/septo	0,30	0,06	0,65	0,15
QP/QS	2,56	1,10	4,48	0,99
Diâmetro AT - LL (mm)	23,38	14,40	38,60	5,14
Z-escore AT - LL	+1,40	-1,63	+5,28	1,74
Diâmetro AT - AP (mm)	22,48	10,90	37,40	5,77
Z-escore AT - AP	+1,11	-2,34	+3,76	1,28
Diâmetro AM - LL (mm)	18,18	11,40	25,80	3,41
Z-escore AM - LL	-0,39	-2,34	+2,09	1,15
Diâmetro AM - AP (mm)	17,87	9,80	25,40	3,25
Z-escore AM - AP	-0,07	-1,89	+1,93	0,91

CIA: comunicação interatrial; mm: milímetros; MI/CIA: diâmetro anel mitral/diâmetro comunicação interatrial; LL: laterolateral; AP: anteroposterior; CIA/septo: diâmetro comunicação interatrial/diâmetro septo interatrial; QP/QS: fluxo pulmonar/ fluxo sistêmico; AT: anel tricúspide; AM: anel mitral.

Tabela 3 – Comparação entre parâmetros clínicos e ecocardiográficos

Parâmetro Clínico	Valor-p					Z-escore AT
	MI/CIA – AP	MI/CIA-LL	CIA/septo	QP/QS	TAMANHO CIA ASCD*	
Impulsões de VD	0,028	0,018	0,15	0,35	0,025	0,56
Desdobramento de B2	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,006	< 0,001	0,12
Sopro sistólico pulmonar	0,015	0,006	0,022	0,037	0,002	0,41
Sopro diastólico tricúspide	0,055	0,045	0,015	0,016	0,29	0,019

* teste de Fisher, demais variáveis com análise pelo teste T de Student não pareado. MI/CIA: diâmetro anel mitral /diâmetro comunicação interatrial; AP: anteroposterior; LL: laterolateral; CIA/septo: diâmetro comunicação interatrial/diâmetro septo interatrial; QP/QS: fluxo pulmonar/ fluxo sistêmico; ASCD: avaliação subjetiva de câmaras direitas; AT: anel tricúspide; VD: ventrículo direito; B2: segunda bulha.

Quanto à variável classificação da CIA segundo tamanho subjetivo de câmaras direitas, foi obtida a área abaixo da curva de 0,14 para a relação MI/CIA.

Discussão

Os principais achados deste estudo foram a forte correlação inversa entre a relação MI/CIA e a classificação clínica da CIA, e a probabilidade de 6,39 de diagnóstico de CIA grande por meio da relação CIA/septo superior a 0,27, segundo o tamanho subjetivo de câmaras direitas conforme sumarizado na figura central.

A forma universal usada por cardiologistas para classificar o tamanho da CIA é baseada em vários fatores subjetivos clínico-ecocardiográficos. São avaliados a presença de sintomas, as

alterações ao exame físico e os achados do exame ecocardiográfico. Considerando-se que na faixa etária pediátrica há grande variabilidade de valores de superfície corporal, a medida de diâmetro isolada da CIA não é um parâmetro adequado para quantificar a magnitude da lesão. Para essa avaliação, são levados em consideração outros parâmetros, como a relação QP/QS,⁶ a relação de diâmetros CIA/septo interatrial e avaliação do grau de dilatação de câmaras direitas.^{4,5}

Na época do estudo, existia apenas um trabalho¹³ que apresentava valores de normalidade para as medidas lineares e de área de AD e VD, conforme indicadas pela diretriz de medidas de ecocardiograma⁷ para a população pediátrica. Tal estudo teve como limitações ter sido unicêntrico, realizado apenas com população-caucasiana, com idades de 0 a 3 anos. Dessa forma,

Tabela 4 – Correlação entre tamanho da CIA pela classificação clínica e variáveis ecocardiográficas

Variáveis ecocardiográficas	Coefficiente de Pearson	Valor-p
Tamanho CIA: avaliação subjetiva de câmaras direitas	0,52	0,001
Tamanho CIA: avaliação Z-escore AT	0,26	0,13
Z-escore AT anteroposterior	0,34	0,045
Z-escore AT laterolateral	0,34	0,048
CIA/septo	0,56	<0,001
QP/QS	0,62	0,002
MI/CIA anteroposterior	-0,58	<0,001
MI/CIA laterolateral	-0,61	<0,001

CIA: comunicação interatrial; AT: anel tricúspide; CIA/septo: diâmetro comunicação interatrial/diâmetro septo interatrial; QP/QS: fluxo pulmonar/fluxo sistêmico; MI/CIA: diâmetro anel mitral / diâmetro comunicação interatrial.

o estudo não pôde ser incorporado à prática clínica pois não abrangeu todas as faixas etárias pediátricas. Desde então, surgiram duas novas publicações^{14,15} de valores referências em pediatria. Rajagopal et al., descreveram medidas de área de AD, porém tratou-se de estudo unicêntrico e retrospectivo, cujos resultados ainda não foram incorporados à prática clínica.¹⁴ Gokhroo et al., apresentaram valores de referência para medidas, conforme recomendado pela diretriz, porém o estudo se limitou à faixa etária de 5 a 15 anos.¹⁵ Sendo assim, a avaliação de dilatação de câmaras direitas é feita rotineiramente de forma subjetiva, comparando-se visualmente ao modo bidimensional a área das câmaras direitas com a das câmaras esquerdas no corte apical

quatro câmaras. A relação QP/QS apesar de ser uma medida objetiva, é muito passível de erros e de execução laboriosa.¹⁶

Rao et al., apresentaram o método de classificação da magnitude do *shunt* residual pela CIA após fechamento percutâneo levando em consideração os parâmetros de diâmetro do fluxo maior que 2 mm e medidas de VD com percentil > 95% mas não propuseram classificação da magnitude da lesão em si.¹⁷

Não existem na literatura trabalhos que avaliem a relação CIA/septo para classificação da magnitude da CIA. Lin et al., utilizaram as medidas do Septo Interatrial e da CIA ao modo bidimensional e ao Color com o uso da inteligência artificial em população com idade média de 3 anos, e demonstrou boa acurácia em detectar os defeitos e os casos passíveis de fechamento percutâneo da lesão pelas medidas das bordas livres do septo, entretanto esse estudo não avaliou o grau da repercussão hemodinâmica, classificação do tamanho da lesão nem a necessidade de tratamento.¹⁸ As medidas escolhidas no presente estudo foram as relações MI/CIA e CIA/septo como forma de indexar a medida da CIA a uma estrutura cardíaca e que apresentasse medida de fácil execução. A medida da CIA foi realizada utilizando-se o maior diâmetro linear.

Considerando-se que as lesões podem ser assimétricas, as medidas de diâmetro realizadas podem não refletir necessariamente o maior diâmetro da lesão. A medida mais fidedigna seria o cálculo de área da CIA, que é pelos exames ecocardiográfico 3D e ressonância magnética, porém são exames pouco disponíveis na prática clínica.^{19,20} Dessa maneira, para evitar maiores vieses, as medidas do diâmetro foram realizadas em imagens com boa qualidade técnica, utilizando o mesmo corte subcostal em todos os participantes, sendo este muito parecido com o corte esôfago médio bicaval do exame ecocardiográfico transesofágico, o qual é usado para guiar o fechamento percutâneo da CIA com prótese.⁶ Boon et al., demonstraram que o exame ecocardiográfico 2D é um método confiável para a medida do diâmetro da CIA, especialmente nos casos em que o septo é firme, correspondendo a 85% dos casos de CIA *ostium secundum*.²¹

A medida MI/CIA apresentou forte correlação inversa com a classificação clínica da CIA e com a classificação pela avaliação

Tabela 5 – Comparação entre grau de dilatação de câmaras direitas segundo avaliação subjetiva e variáveis ecocardiográficas

Variáveis	Grau de dilatação de câmaras direitas						Valor-p (ANOVA)
	Leve	Desvio-padrão	Moderada	Desvio-padrão	Importante	Desvio-padrão	
Diâmetro CIA (mm)	5,15	2,27	11,8	6,12	17,37	8,01	0,001
MI/CIA-AP	4,07	1,69	1,78	0,84	1,24	0,48	< 0,001
MI/CIA-LL	4,15	1,58	1,86	0,85	1,25	0,52	< 0,001
CIA/septo	0,13	0,06	0,29	0,14	0,36	0,13	< 0,001
QP/QS	1,19	0,10	2,45	0,93	3,05	0,84	0,007
Z-escore AT-AP	-0,17	0,00	+1,00	1,28	+1,66	1,04	0,001
Z-escore AT-LL	-0,04	1,30	+1,17	0,75	+2,06	1,81	0,01

CIA: comunicação interatrial; mm: milímetros; AD: átrio direito; VD: ventrículo direito; MI/CIA: diâmetro anel mitral /diâmetro comunicação interatrial; AP: anteroposterior; LL: laterolateral; CIA/septo: diâmetro comunicação interatrial/diâmetro septo interatrial; QP/QS: fluxo pulmonar/ fluxo sistêmico; AT: anel tricúspide.

Tabela 6 – Correlação entre grau de dilatação de câmaras direitas segundo avaliação subjetiva e variáveis ecocardiográficas

Variáveis	Coefficiente de Pearson	Valor-p
Diâmetro CIA (mm)	0,61/0,66 AD/VD	<0,001 AD/VD
MI/CIA-AP	-0,75	<0,001
MI/CIA-LL	-0,77	<0,001
CIA/septo	0,62	<0,001
QP/QS	0,61	0,002
Z-escore AT-AP	0,58	<0,001
Z-escore AT-LL	0,50	0,002

CIA: comunicação interatrial; mm: milímetros; AD: átrio direito; VD: ventrículo direito; MI/CIA: diâmetro anel mitral /diâmetro comunicação interatrial; AP: anteroposterior; LL: laterolateral; CIA/septo: diâmetro comunicação interatrial/diâmetro septo interatrial; QP/QS: fluxo pulmonar/ fluxo sistêmico; AT: anel tricúspide.

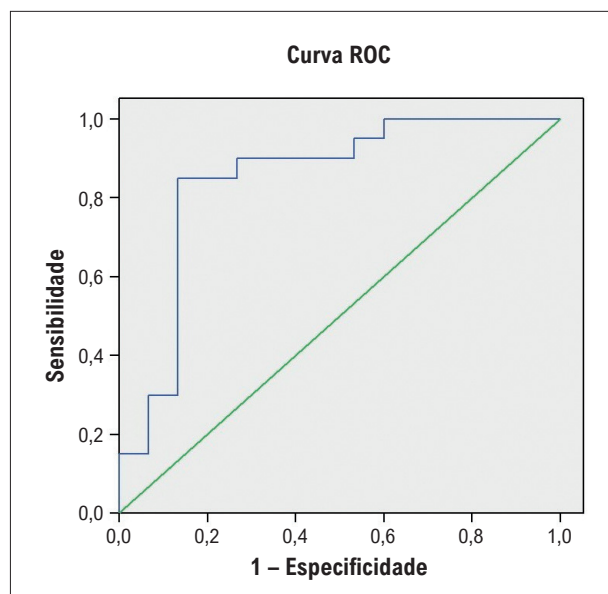


Figura 2 – Curva de operação característica para a relação CIA/septo considerando-se a variável estável classificação do defeito do septo atrial segundo tamanho subjetivo de câmaras direitas. ROC: curva de operação característica.

subjetiva de câmaras direitas. Apesar disso, não foi possível delimitar pontos de corte dessa variável para classificação do tamanho do defeito. Embora seja intuitivo imaginar que quanto menor a relação, maior o déficit de enchimento do VE e de desenvolvimento do anel mitral, pode-se especular que tal relação não seja tão linear com o tamanho da CIA a ponto de permitir qualificação assertiva de tamanho.

A medida CIA/septo apresentou moderada correlação com a classificação clínica da CIA e forte correlação com a classificação

pela avaliação subjetiva de câmaras direitas. Não foi possível delimitar pontos de corte para classificação da magnitude da CIA considerando-se a sua classificação clínica. Tal achado talvez possa ser explicado pelo pequeno número de CIAs grandes classificadas pelo método clínico. Foi encontrado ponto de corte para a relação CIA/septo de 0,27 para identificação das CIAs grandes em comparação com a avaliação subjetiva do tamanho das câmaras direitas. O mesmo não foi possível para a CIAs médias, talvez também pelo pequeno número de participantes com CIA média segundo a classificação pela avaliação subjetiva de câmaras direitas.

No que se refere à relação QP/QS, é um dos parâmetros utilizados nas diretrizes para indicação de fechamento da CIA na população adulta.²² Apresentou forte correlação com as medidas MI/CIA, CIA/septo e com a classificação clínica e ecocardiográfica da CIA pela avaliação subjetiva de câmaras direitas. Pode apresentar grande variabilidade^{3,4} devido ao próprio modo de cálculo da relação, pois são necessárias quatro medidas para sua realização, sendo elas o raio e a integral velocidade-tempo de via de saída de VD e VE. O erro em qualquer uma das quatro medidas pode alterar o valor final da relação. Além disso, a medida do raio é elevada ao quadrado, o que faz com que um erro na medida do raio se eleve ao quadrado no cálculo.¹⁶ Faherty et al., correlacionaram os valores de cálculo de QP/QS ao ecocardiograma com aqueles obtidos pela oximetria ao cateterismo em pacientes com CIA *ostium secundum* hemodinamicamente significativos e encontraram fraca correlação entre os métodos, sendo que o método ecocardiográfico tende a superestimar os valores obtidos à oximetria.²³

Na prática clínica, é comum a repetição da medida quando o ecocardiografista encontra valor que julgue não ser compatível com os demais achados. Sendo assim, o modo de fazer tal medida apresenta um viés subjetivo. No protocolo de coleta dos dados do estudo, não foi limitado o número de repetições de medidas para o cálculo da relação QP/QS, ficando a critério do ecocardiografista escolher o valor do cálculo que julgasse ser mais fidedigno. Esse viés de subjetividade pode ter contribuído para o achado de uma forte correlação dessa medida com as demais variáveis estudadas.

A medida de Z-escore de AT apresentou fraca correlação com a classificação clínica da CIA e moderada correlação com a classificação baseada na avaliação subjetiva de câmaras direitas. Uma explicação para tais achados pode ser a falta de normalização dos valores de referência de Z-escore para medidas de AT na literatura. Apesar da padronização do modo de medida dos estudos mais recentes e de seu maior número amostral se comparados com estudos mais antigos,²⁴⁻²⁶ ainda existem diferenças entre os nomogramas, que resultam em Z-escores muito discordantes entre si. Os estudos apresentam diferenças entre si como fórmula de superfície corporal utilizada, diferenciação ou não entre os sexos, faixa de idade utilizada, variabilidade intraobservador e interobservador.²⁷ Snyder et al., demonstraram não haver uma relação linear forte entre o volume de VD à ressonância magnética cardíaca e o Z-escore da valva tricúspide ao exame ecocardiográfico em pacientes em pós-operatório tardio de Tetralogia de Fallot. Entre os pacientes com dilatação de VD à ressonância, a medida de Z-escore do AT ao exame

ecocardiográfico apresentou uma sensibilidade de 45% para identificar dilatação, com Z-escore $> +2$.²⁸ No presente estudo, foi observado Z-escore de diâmetro de valva tricúspide na faixa de normalidade apesar de VD dilatado à avaliação bidimensional em comparação ao VE em alguns participantes.

A classificação da magnitude da CIA pelo valor de Z-escore do AT conforme descrita na metodologia não se associou a nenhum dos parâmetros pesquisados ao exame físico e consequentemente à classificação clínica da CIA, bem como não se associou à classificação da CIA segundo avaliação subjetiva de câmaras direitas. Além da variabilidade de valores de normalidade de Z-escore na população pediátrica já citada, deve-se considerar a escolha da faixa de Z-escore utilizada para a classificação. No estudo, não foram comparadas diferentes faixas de Z-escore e avaliada a associação de cada uma delas aos outros métodos de classificação da magnitude da CIA.

Muitos dos resultados encontrados no estudo estão de acordo com os dados de literatura. Dentre eles, a frequência dos achados ao exame físico e proporção entre os sexos.

A frequência foi maior no sexo feminino, numa proporção de 2,2:1, muito próxima da descrita na literatura de 2:1.² Os percentuais encontrados de desdobramento amplo e fixo de B2, sopro sistólico em foco pulmonar e sopro diastólico em foco tricúspide foram 66%, 83% e 15%, respectivamente, similares aos valores descritos na literatura de 66%, 90% e 12%, respectivamente.²⁹ Com relação a impulsões de VD, a presença e intensidade de tal achado depende muito do biotipo do paciente.

O tipo de CIA mais frequentemente encontrado é o *ostium secundum*, responsável por cerca de 85% dos casos.³⁰ No estudo, foi o único tipo encontrado, achado esse que pode ser explicado pelo pequeno tamanho da amostra.

Dentre os parâmetros pesquisados pelo exame físico, todos se associaram à classificação subjetiva de câmaras direitas, exceto o sopro diastólico em foco tricúspide. Tal fato pode ser explicado pela baixa sensibilidade desse parâmetro para o diagnóstico da CIA.²⁹

Limitações

Este estudo apresenta algumas limitações por ser unicêntrico, transversal, com pequeno tamanho amostral e grande desvio-padrão de idade. Além disso, as variabilidades intraobservador e interobservador referentes ao método clínico e ao exame ecocardiográfico não puderam ser avaliadas, porém houve treinamento prévio da equipe com relação ao protocolo de medidas. Não foi utilizado teste

post hoc para se verificar as diferenças significativas entre as medidas dos parâmetros ecocardiográficos e a avaliação subjetiva da dilatação das câmaras direitas.

Conclusões

As medidas MI/CIA e CIA/septo apresentaram associação com a classificação da CIA quanto a sua magnitude com relação aos parâmetros clínicos e avaliação subjetiva do tamanho de câmaras direitas ao ecocardiograma. A medida da relação CIA/septo acima de 0,27 mostrou ser útil na identificação de CIA grande com base na dilatação subjetiva de câmaras direitas, o que não foi encontrado nas CIAs pequena e média. Não foi possível delimitar pontos de corte da medida MI/CIA para classificar a CIA quanto a sua magnitude. A medida de Z-escore do AT não foi bom parâmetro para classificar a magnitude da CIA.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Tonelli HAF; obtenção de dados: Ribeiro LC, Tonelli HAF, Araújo FDR, Furletti A, Meira ZMA, Castilho SRT, Valadares LC, Conde AA; análise e interpretação dos dados e redação do manuscrito: Ribeiro LC; análise estatística: Silva RMFL; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Silva RMFL, Tonelli HAF.

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

Este artigo é parte de dissertação de Mestrado de Livia de Castro Ribeiro pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFMG sob o número de protocolo 53353116.3.0000.5149. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

Referências

1. Liu Y, Chen S, Zühlke L, Black GC, Choy MK, Li N, et al. Global Birth Prevalence of Congenital Heart Defects 1970-2017: Updated Systematic Review and Meta-Analysis of 260 Studies. *Int J Epidemiol*. 2019;48(2):455-63. doi: 10.1093/ije/dyz009.
2. Engelfriet P, Mulder BJ. Gender Differences in Adult Congenital Heart Disease. *Neth Heart J*. 2009;17(11):414-7. doi: 10.1007/BF03086294.
3. Quiñones MA, Otto CM, Stoddard M, Waggoner A, Zoghbi WA; Doppler Quantification Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography. Recommendations for Quantification of Doppler Echocardiography: A Report from the Doppler Quantification Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2002;15(2):167-84. doi: 10.1067/mje.2002.120202.
4. Lai WW, Mertens LL, Cohen MS, Geva T, editors. *Anomalies of the Atrium Septum. Echocardiography In Pediatric And Congenital Heart Disease: From Fetus to Adults*. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2009.

5. Anderson RH, Baker EI, Penny D, Redington AN, Rigby ML, Wernovsky G. Interatrial Communications. *Paediatric Cardiology*. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2010. p. 523-46.
6. Silvestry FE, Cohen MS, Arnsby LB, Burkule NJ, Fleishman CE, Hijazi ZM, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale: From the American Society of Echocardiography and Society for Cardiac Angiography and Interventions. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(8):910-58. doi: 10.1016/j.echo.2015.05.015.
7. Lopez L, Colan SD, Frommelt PC, Ensing GJ, Kendall K, Younoszai AK, et al. Recommendations for Quantification Methods During the Performance of a Pediatric Echocardiogram: A Report from the Pediatric Measurements Writing Group of the American Society of Echocardiography Pediatric and Congenital Heart Disease Council. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23(5):465-95. doi: 10.1016/j.echo.2010.03.019.
8. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(1):1-39.e14. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
9. zscore.chboston.org [Internet]. Boston: Boston Children's Hospital; 2023 [cited 2025 Mar 7]. Available from: <https://zscore.chboston.org/>.
10. Sluysmans T, Colan SD. Structural Measurements and Adjustments for Growth. In: Lai WW, Mertens LL, Cohen MS, Geva T, editors. *Anomalies of the Atrium Septum. Echocardiography In Pediatric And Congenital Heart Disease: From Fetus to Adults*. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2009. p.158-74.
11. Colan SD. Normal Echocardiographic Values for Cardiovascular Structures. In: Lai WW, Mertens LL, Cohen MS, Geva T, editors. *Anomalies of the Atrium Septum. Echocardiography In Pediatric And Congenital Heart Disease: From Fetus to Adults*. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2009. p. 765-85.
12. Sachdeva, R. Atrial septal defect. In: Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, Feltes TF, editors. *Moss and Adams' Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents: Including the Fetus and Young Adult*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2016. p. 739-56.
13. Cantinotti M, Scalese M, Murzi B, Assanta N, Spadoni I, De Lucia V, et al. Echocardiographic Nomograms for Chamber Diameters and Areas in Caucasian Children. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(12):1279-92.e2. doi: 10.1016/j.echo.2014.08.005.
14. Rajagopal H, Uppu SC, Weigand J, Lee S, Karnik R, Ko H, et al. Validation of Right Atrial Area as a Measure of Right Atrial Size and Normal Values of in Healthy Pediatric Population by Two-Dimensional Echocardiography. *Pediatr Cardiol*. 2018;39(5):892-901. doi: 10.1007/s00246-018-1838-3.
15. Gokhroo RK, Anantharaj A, Bisht D, Kishor K, Plakkal N, Aghoram R, et al. A Pediatric Echocardiographic Z-Score Nomogram for a Developing Country: Indian Pediatric Echocardiography Study - The Z-score. *Ann Pediatr Cardiol*. 2017;10(1):31-8. doi: 10.4103/0974-2069.197053.
16. Otto CM. *Cardiopatias Congênitas em Adultos: Fundamentos de Ecocardiografia Clínica*. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.
17. Rao PS. Role of Echocardiography in the Diagnosis and Interventional Management of Atrial Septal Defects. *Diagnostics*. 2022;12(6):1494. doi: 10.3390/diagnostics12061494.
18. Lin X, Yang F, Chen Y, Chen X, Wang W, Li W, et al. Echocardiography-Based AI for Detection and Quantification of Atrial Septal Defect. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:985657. doi: 10.3389/fcvm.2023.985657.
19. Mweri ST, Deng Y, Cheng P, Lin H, Wang H, Mwangi OB, et al. Evaluation of Atrial Septal Defect Using Real-Time Three-Dimensional Echocardiography: Comparison with Surgical Findings. *J Huazhong Univ Sci Technol Med Sci*. 2009;29(2):257-9. doi: 10.1007/s11596-009-0225-y.
20. Beerbaum P, Körperich H, Esdorn H, Blanz U, Barth P, Hartmann J, et al. Atrial Septal Defects in Pediatric Patients: Noninvasive Sizing with Cardiovascular MR Imaging. *Radiology*. 2003;228(2):361-9. doi: 10.1148/radiol.2282020798.
21. Boon I, Vertongen K, Paelinck BP, Demulier L, van Berendonck A, Maeyer C, et al. How to Size ASDs for Percutaneous Closure. *Pediatr Cardiol*. 2018;39(1):168-75. doi: 10.1007/s00246-017-1743-1.
22. Stout KK, Daniels CJ, Aboulhosn JA, Bozkurt B, Broberg CS, Colman JM, et al. 2018 AHA/ACC Guideline for the Management of Adults with Congenital Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2019;139(14):e698-e800. doi: 10.1161/CIR.0000000000000603.
23. Faherty E, Rajagopal H, Lee S, Love B, Srivastava S, Parness IA, et al. Correlation of Transthoracic Echocardiography-Derived Pulmonary to Systemic Flow Ratio with Hemodynamically Estimated Left to Right Shunt in Atrial Septal Defects. *Ann Pediatr Cardiol*. 2022;15(1):20-6. doi: 10.4103/apc.apc_139_21.
24. Sluysmans T, Colan SD. Theoretical and Empirical Derivation of Cardiovascular Allometric Relationships in Children. *J Appl Physiol*. 2005;99(2):445-57. doi: 10.1152/japplphysiol.01144.2004.
25. Zilberman MV, Khoury PR, Kimball RT. Two-Dimensional Echocardiographic Valve Measurements in Healthy Children: Gender-Specific Differences. *Pediatr Cardiol*. 2005;26(4):356-60. doi: 10.1007/s00246-004-0736-z.
26. Pettersen MD, Du W, Skeens ME, Humes RA. Regression Equations for Calculation of z Scores of Cardiac Structures in a Large Cohort of Healthy Infants, Children, and Adolescents: An Echocardiographic Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(8):922-34. doi: 10.1016/j.echo.2008.02.006.
27. Cantinotti M, Scalese M, Molinaro S, Murzi B, Passino C. Limitations of Current Echocardiographic Nomograms for Left Ventricular, Valvular, and Arterial Dimensions in Children: A Critical Review. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25(2):142-52. doi: 10.1016/j.echo.2011.10.016.
28. Snyder K, Drant S, Carris E, Christopher A, Allada V. Tricuspid Valve Size Relationship to Right Ventricular Volume in Post-Operative Tetralogy of Fallot Patients. *Pediatr Cardiol*. 2022;43(4):887-93. doi: 10.1007/s00246-021-02800-0.
29. Ceggel RL. Clinical Detection of Hemodynamically Significant Isolated Secundum Atrial Septal Defect. *J Pediatr*. 2017;190:261-4.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2017.07.037.
30. Naqvi N, McCarthy KP, Ho SY. Anatomy of the Atrial Septum and Interatrial Communications. *J Thorac Dis*. 2018;10(Suppl 24):2837-47. doi: 10.21037/jtd.2018.02.18.

