

LILIAM CRISTINE ROLO¹

LUCIANO MARCONDES MACHADO NARDOZZA²

EDWARD ARAUJO JÚNIOR³

CHRISTIANE SIMIONI⁴

MARINA MACCAGNANO ZAMITH⁵

ANTONIO FERNANDES MORON⁶

Avaliação da evolução da área das valvas mitral e tricúspide fetal com ultrassonografia tridimensional

Assessment of the fetal mitral and tricuspid valves areas development by three-dimensional ultrasonography

Artigo original

Palavras-chave

Coração fetal
Gestação
Valvas cardíacas
Valores de referência
Imagem tridimensional

Keywords

Fetal heart
Pregnancy
Heart valves
Reference ranges
Imaging, three-dimensional

Resumo

OBJETIVO: avaliar as áreas das válvulas atrioventriculares (tricúspide e mitral) de fetos normais por meio da ultrassonografia tridimensional (US3D) utilizando o método STIC (spatiotemporal image correlation). **MÉTODOS:** realizou-se estudo de corte transversal com 141 mulheres entre a 18ª e a 33ª semana de gestação. As medidas dos volumes cardíacos foram obtidas por um transdutor volumétrico transabdominal acoplado ao aparelho Voluson 730 Expert. Utilizou-se como referência o plano de quatro câmaras com a ROI (região de interesse) posicionada a partir dos ventrículos, sendo a área das valvas delimitada manualmente. Para conhecer a correlação das áreas valvulares com a idade gestacional, foram construídos diagramas de dispersão e calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r). Foram calculadas médias, medianas, desvios padrão (DP), valores máximo e mínimo. Para se determinar intervalos de referência das áreas valvulares em função da idade gestacional, seguiu-se o modelo de regressão linear simples, utilizando o método de Altman, com nível de significância de $p < 0,05$. Para o cálculo da reprodutibilidade intraobservador, utilizou-se o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e o gráfico de Bland-Altman. **RESULTADOS:** as áreas valvulares tricúspide e mitral se correlacionaram com a idade gestacional ($r=0,80$ para a tricúspide e $r=0,79$ para a mitral), sendo que a média aumentou da válvula tricúspide e mitral, respectivamente, de $0,22 \pm 0,10 \text{ cm}^2$ e de $0,23 \pm 0,10 \text{ cm}^2$ na 18ª semana para $0,92 \pm 0,29 \text{ cm}^2$ e para $1,08 \pm 0,41 \text{ cm}^2$ na 33ª semana de gestação. A reprodutibilidade intraobservador resultou em $\text{CCI}=0,993$ (IC95% 0,987; 0,996), com diferença média de $0,01 \text{ cm}^2$ ($\text{DP} \pm 0,2 \text{ cm}^2$ e $\text{IC95\%} \pm 0,4 \text{ cm}^2$). **CONCLUSÃO:** intervalos de referência para a área das valvas mitral e tricúspide entre a 18ª e a 33ª semana de gestação foram determinados pela US3D e se mostraram altamente reprodutíveis.

Abstract

PURPOSE: to evaluate the areas of the atrioventricular valves (tricuspid and mitral) of normal fetuses by the use of three-dimensional ultrasound (3DUS) and the spatiotemporal image correlation (STIC) method. **METHODS:** a cross-sectional study was conducted on 141 women between the 18th and the 33rd week of pregnancy. Cardiac volumes were measured with a volumetric transabdominal transducer attached to the Voluson 730 Expert equipment. The four chamber plane was used as reference, with the region of interest (ROI) positioned from the ventricles, and the area of the valves was obtained manually. To determine the correlation of the areas with gestational age, scatter plots were constructed and the Pearson correlation coefficient (r) was calculated. Means, medians, standard deviations (SD) and maximum and minimum values were calculated. The simple linear regression model was used to determine reference ranges of valve areas according to the gestational age by the Altman method, with the level of significance set at $p < 0.05$. To calculate the intraobserver reproducibility, we used the intraclass correlation coefficient (ICC) and the Bland-Altman graph. **RESULTS:** the mitral and tricuspid valve areas were correlated to the gestational age ($r=0.80$ for the tricuspid and $r=0.79$ for the mitral valve) and the mean value of the tricuspid and mitral valves increased from $0.22 \pm 0.10 \text{ cm}^2$ and $0.23 \pm 0.10 \text{ cm}^2$ on the 18th week to $0.92 \pm 0.29 \text{ cm}^2$ and $1.08 \pm 0.41 \text{ cm}^2$ on the 33rd of pregnancy, respectively. The intraobserver reproducibility resulted in an $\text{ICC}=0.993$ (95%CI 0.987; 0.996) and the mean difference was 0.01 cm^2 (SD $\pm 0.2 \text{ cm}^2$ and CI95% $\pm 0.4 \text{ cm}^2$). **CONCLUSION:** reference intervals for the areas of the mitral and tricuspid valve between the 18th and the 33rd week of gestation were determined and proved to be highly reproducible.

Correspondência:

Edward Araujo Júnior

Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo
— UNIFESP

Rua Napoleão de Barros, 875 — Vila Clementino
CEP 04024-002 — São Paulo (SP), Brasil

E-mail: araujojed@terra.com.br

Recebido

6/7/10

Aceito com modificações

30/9/10

Setor de Cardiologia Fetal do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo — UNIFESP — São Paulo (SP), Brasil.

¹ Mestre e Pós-graduanda (Doutorado) do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo — UNIFESP — São Paulo (SP), Brasil.

² Professor Adjunto do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo — UNIFESP — São Paulo (SP), Brasil.

³ Professor Adjunto do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo — UNIFESP — São Paulo (SP), Brasil.

⁴ Pós-graduanda (Mestrado) do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo — UNIFESP — São Paulo (SP), Brasil.

⁵ Médica Ecocardiografista do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo — UNIFESP — São Paulo (SP), Brasil.

⁶ Professor Titular do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo — UNIFESP — São Paulo (SP), Brasil.

Introdução

Com o rápido crescimento do embrião durante as fases iniciais da embriogênese e consequente aumento de demanda de oxigênio, torna-se necessário o desenvolvimento de uma forma de transporte celular mais eficaz. Por isso, entre o 22º e o 23º dia após a fecundação, já se observa a presença do coração primitivo no feto¹. Posteriormente, modificações anatômicas e funcionais ocorrerão no coração fetal até que este assuma a forma do coração adulto que conhecemos¹.

As válvulas cardíacas, localizadas entre os átrios e os ventrículos, são compostas de um anel de sustentação fibroelástico no qual se fixam as cúspides através dos músculos papilares e das cordas tendíneas². Essas estruturas apresentam a função de competência valvar². Distúrbios do desenvolvimento das cordas tendíneas e dos músculos papilares, ou mesmo o espessamento ou a agenesia parcial ou total do tecido valvular, são os principais responsáveis pela ocorrência de displasias e atresias tricúspides, além de variados graus de insuficiência mitral e tricúspide e outros importantes defeitos valvares^{3,4}.

Aproximadamente 8% das malformações congênitas são de origem cardíaca e 50% delas são consideradas defeitos maiores, fatores determinantes da elevação da taxa da mortalidade infantil precoce e tardia^{3,4}, o que acentua a importância do seu rastreamento e diagnóstico precoces.

Nos últimos 25 anos, a ultrassonografia bidimensional convencional vem sendo amplamente aplicada na detecção de cardiopatias congênitas, porém, o método pode variar nas taxas de detecção de 31 a 96% durante a gestação^{5,6}. Essa realidade vem impulsionando a busca de novas técnicas de aquisição de imagem que possam viabilizar um melhor rastreamento cardíaco durante a rotina do pré-natal⁷.

A partir da década de 1990, com a introdução da ultrassonografia de terceira dimensão (US3D) na prática obstétrica, criou-se a possibilidade de uma nova forma de avaliação da anatomia cardíaca fetal pela tecnologia do spatiotemporal image correlation (STIC). O STIC possibilita a aquisição do volume cardíaco e seu armazenamento para posterior reconstrução e análise da sua anatomia, apresentando a imagem no modo multiplanar e de superfície, nos quais se identificam as câmaras cardíacas, as válvulas atrioventriculares e semilunares e o posicionamento dos vasos e suas correlações, além de permitir o acompanhamento do movimento cardíaco pela técnica do cine-loop⁷⁻⁹, melhorar os sinais fracos refletidos do sangue e suprimir os sinais fortes das estruturas ao redor por meio do uso do B-flow^{10,11}.

Encontram-se na literatura alguns estudos envolvendo a volumetria cardíaca e o cálculo do débito cardíaco obtidos pelo STIC^{12,13}. Entretanto, a técnica de renderização que ele permite para a obtenção das áreas das válvulas atrioventriculares em corações de fetos normais e/ou cardiopatas ainda não foi aplicada. A medida das áreas valvulares atrioventriculares poderia ser uma forma de se identificar valores provavelmente anormais na estenose e/ou atresias, e até mesmo uma forma indireta de se identificar alterações de difícil diagnóstico pré-natal, como no caso da coarctação aórtica.

Embasados nesses importantes antecedentes, objetivou-se com este estudo determinar valores de referência para a área das válvulas mitral e tricúspide de fetos normais entre a 18ª e a 33ª semana de gestação por meio da US3D, utilizando o método STIC.

Métodos

Trata-se de um estudo do tipo corte transversal realizado entre Dezembro de 2009 e Maio de 2010 com 141 gestantes entre a 18ª e a 33ª semana de gestação. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) sob o nº 0135/10, sendo que as pacientes que concordaram em participar voluntariamente assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

Todas as mulheres foram selecionadas no setor de pré-natal de baixo risco do Departamento de Obstetrícia da UNIFESP, oriundas do Sistema Único de Saúde do município e da região metropolitana da cidade de São Paulo. Os critérios de inclusão foram: gestação única, com embrião vivo e idade gestacional determinada pela data da última menstruação (DUM), e confirmada por ultrassonografia realizada até a 10ª semana. Foram critérios de exclusão: oligoâmnio [índice de líquido amniótico (ILA) abaixo do percentil 5 para a idade gestacional, segundo tabela proposta por Moore¹⁴]; feto com o dorso anterior (entre 11 e 1 h); peso estimado abaixo e/ou acima de dois desvios padrão da média, de acordo com a tabela proposta por Hadlock; gestantes portadoras de doenças crônicas que pudessem afetar o crescimento e desenvolvimento fetal, tais como hipertensão arterial, *diabetes mellitus*, colagenoses, entre outras; atenuação intensa do feixe sonoro por condições especiais, tais como obesidade materna e cicatrizes abdominais; malformação fetal diagnosticada em ultrassonografia morfológica de 1º e 2º trimestres; tabagistas e/ou usuárias de drogas ilícitas. Todas as gestantes foram submetidas à ecocardiografia fetal realizada entre 20 e 24 semanas de gestação.

Os exames foram realizados no Setor de Cardiologia Fetal do Departamento de Obstetrícia da UNIFESP, sendo realizados por apenas um examinador (LCR) com experiência de três anos em US3D em Obstetrícia. Todos foram realizados em um aparelho da marca Voluson 730 Expert (General Electric Medical Systems, Kretztechnik, Zipf, Austria) equipado com um transdutor convexo volumétrico (RAB4-8P) na frequência de 4-8 MHz. As análises off-line para a mensuração das áreas das válvulas atrioventriculares foram realizadas pelo mesmo examinador com o software 4D View versão 9.0 (GE, Medical Systems Kretztechnik, GmbH & Co OHG).

Os volumes cardíacos foram calculados por meio do corte das quatro câmaras cardíacas com o dorso fetal, preferencialmente na posição de seis horas, utilizando-se um ângulo de abertura entre 20 a 40° e um tempo de aquisição entre 10 a 15 segundos. Após a varredura tridimensional, a imagem foi apresentada na tela do aparelho em forma de três planos ortogonais: axial (A), sagital (B) e coronal (C). Antes de se iniciar as avaliações, foi utilizada a padronização proposta por Paladini¹⁵ para a orientação de volumes obtidos pelo STIC; ou seja, para fetos em apresentação cefálica, o lado esquerdo do coração coincide com o lado esquerdo

da tela, enquanto que para os fetos pélvicos, o lado esquerdo do coração coincide com o lado direito da tela, devendo-se o plano A ser rodado 180° em torno do eixo Y.

O plano das quatro câmaras cardíacas (A) foi selecionado como referencial, rodado em torno do eixo Z, de forma que o ápice cardíaco se alinhasse em 6 horas. Em seguida foi ativada a tecla RENDER, sendo o ponto de referência da caixa, disposta no centro do coração (na junção atrioventricular do septo). Foram utilizados três planos virtuais para avaliação das válvulas atrioventriculares (mitral e tricúspide). Dois planos foram determinados pelo posicionamento da linha verde (região de interesse – ROI) da caixa de renderização perpendicular à borda externa do septo interventricular, com o ponto médio ao nível da cruz do coração. Utilizando-se a opção 4 da ROI, delimitou-se a região das válvulas atrioventriculares (Figura 1). Para melhor didática e visibilização, a imagem renderizada foi magnificada e rodada no eixo Z até que estivesse posicionada de forma similar à imagem determinada no plano A (valva mitral à esquerda da tela e valva tricúspide à direita). Posteriormente, foi acionada a tecla MEASURE e escolhida a opção TRACE AREA para se delimitar manualmente a área de ambas as válvulas (Figura 2).

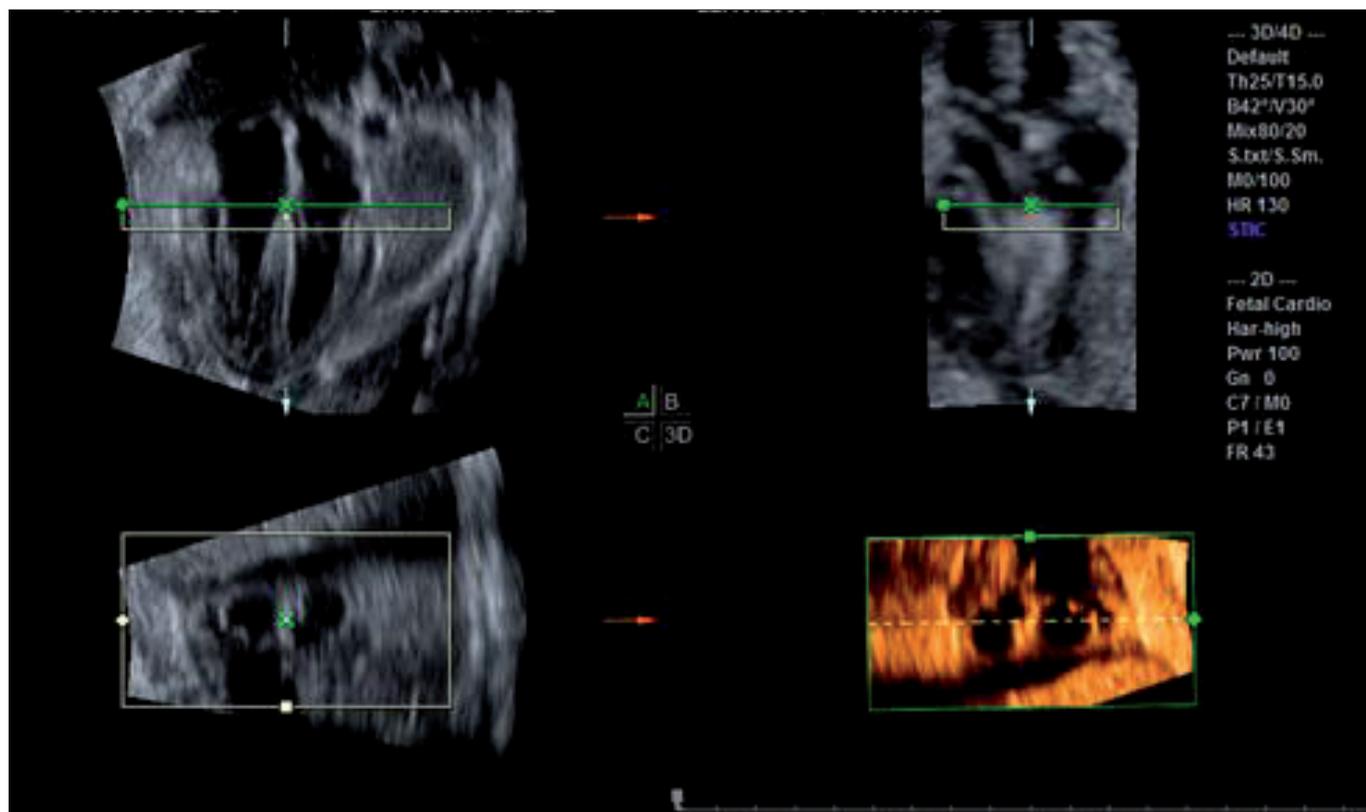


Figura 1 – Imagem multiplanar do plano das quatro câmaras cardíacas com a região de interesse (linha verde) posicionada na interseção dos septos interatrial e interventricular do coração (plano A). Imagem em superfície (renderizada) das válvulas atrioventriculares (mitral e tricúspide) no momento inicial da sístole ventricular (plano D).

Os dados foram armazenados em planilha do programa Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA) e analisados por meio de um programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows versão 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Foram calculadas médias, medianas, desvios padrão (DP), valores máximo e mínimo para cada intervalo gestacional avaliado, bem como os percentis 5, 25, 50, 75 e 95. Para se avaliar a correlação entre as áreas valvulares da mitral e da tricúspide com a idade gestacional (IG), foram determinados diagramas de dispersão, obtendo-se o índice de correlação de Pearson (r), sendo o ajuste da equação determinado pelo coeficiente de determinação (R^2). Para a construção de intervalos de referência das áreas valvulares em função da IG, seguiu-se o modelo de regressão linear simples¹⁶ utilizando-se o método de Altman¹⁷ com nível de significância de $p < 0,05$. Para o cálculo da reprodutibilidade intraobservador, o mesmo examinador (LCR) realizou uma segunda medida da área valvar tricúspide de 69 fetos, medidas estas blindadas dos resultados da primeira. Para tanto, utilizou-se o coeficiente de correlação intraclass (CCI) e o gráfico de Bland-Altman¹⁸. Os gráficos de Bland-Altman plotam as médias das medidas, realizadas por um mesmo examinador, contra a diferença de suas médias com intervalo de 95% de confiança de 1,96

DP da média. Em todas as análises foi utilizado nível de significância de 0,05.

Resultados

Foram avaliadas 141 gestantes entre a 18^a e a 33^a semana. A idade gestacional média foi de 25,3 anos \pm 4,8 (DP) anos. A idade materna média foi 30,5 (\pm 5,3 anos), variando de 17 a 42 anos; e a paridade média foi 1 parto (\pm 0,4 partos), variando de 0 a 3 partos.

A área média da válvula tricúspide fetal foi de 0,22 \pm 0,10 cm² (variando de 0,12–0,45 cm²) na 18^a semana para 0,92 \pm 0,29 cm² (variando de 0,43–1,37 cm²) na 33^a semana de gestação. A Tabela 1 mostra as médias, medianas, desvios padrão e valores mínimo e máximo das áreas das válvulas tricúspides; a Tabela 2 mostra os percentis 5, 25, 50, 75 e 95 em cada intervalo gestacional avaliado.

A área média da válvula mitral foi de 0,23 \pm 0,10 cm² (variando de 0,14–0,47 cm²) na 18^a semana para 1,08 \pm 0,41 cm² (variando de 0,43–1,94 cm²) na 33^a semana de gestação. A Tabela 3 demonstra as médias, medianas, desvios padrão e valores mínimo e máximo das áreas das válvulas mitral; a Tabela 4 mostra os percentis 5, 25, 50, 75 e 95 em cada intervalo gestacional avaliado.

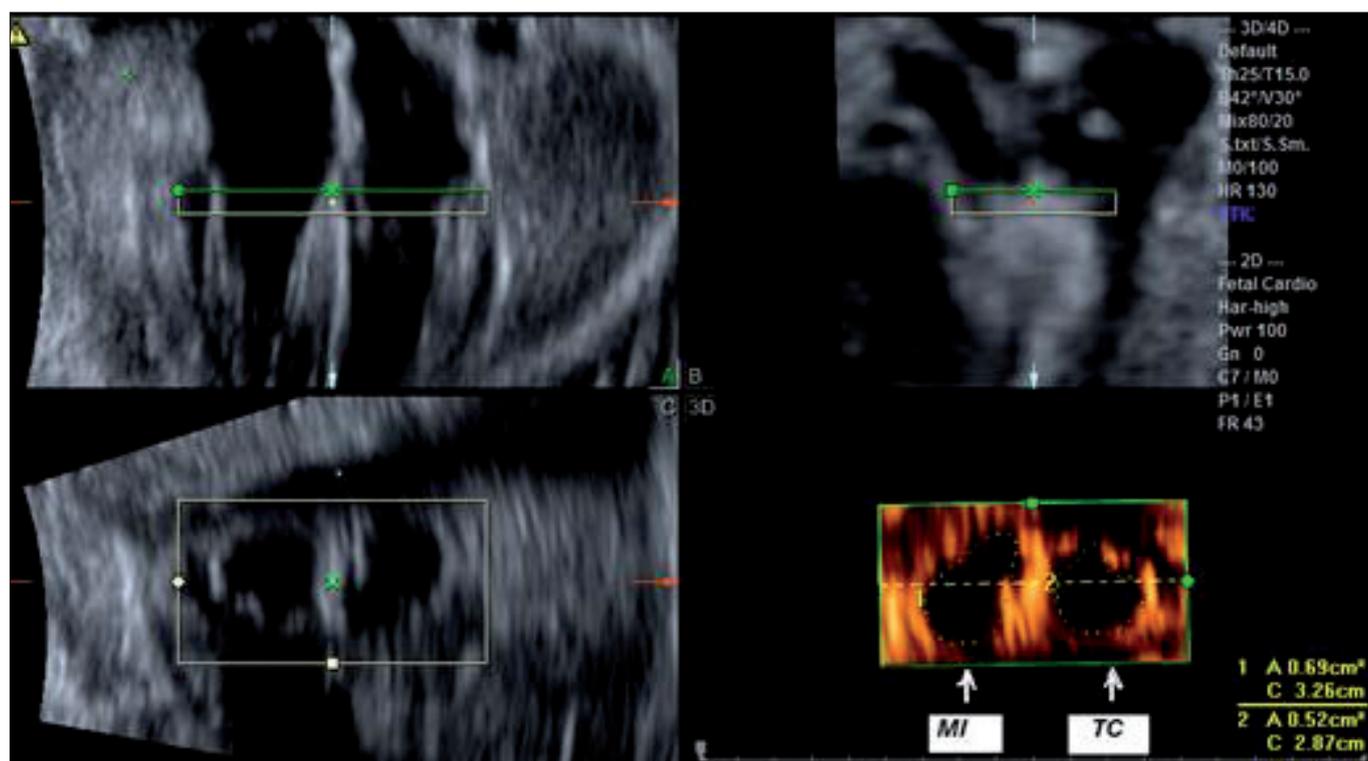


Figura 2 – Imagem multiplanar do plano das quatro câmaras cardíacas com a região de interesse (linha verde) posicionada na intersecção dos septos interatrial e interventricular do coração (plano A). Imagem em superfície (renderizada) das valvas atrioventriculares no momento inicial da sístole ventricular, com a medida respectiva de suas áreas realizada manualmente (plano D). MI: mitral, TC: tricúspide.

Tabela 1 – Área da válvula tricúspide fetal pela técnica de renderização em cada intervalo gestacional avaliado

Intervalo gestacional	Média (cm ²)	Mediana (cm ²)	Desvio padrão (cm ²)	Mínimo (cm ²)	Máximo (cm ²)
18 a 19 sem 6 dias	0,22	0,2	0,1	0,12	0,45
20 a 21 sem 6 dias	0,28	0,28	0,06	0,15	0,37
22 a 23 sem 6 dias	0,34	0,34	0,11	0,19	0,63
24 a 25 sem 6 dias	0,38	0,38	0,07	0,26	0,49
26 a 27 sem 6 dias	0,56	0,6	0,18	0,3	1,39
28 a 29 sem 6 dias	0,74	0,59	0,34	0,38	1,37
30 a 31 sem 6 dias	0,78	0,76	0,34	0,35	1,39
32 a 33 sem 6 dias	0,92	0,84	0,29	0,43	1,37

Tabela 2 - Apresentação dos percentis (5, 25, 50, 75 e 95) da área valvar tricúspide fetal pela técnica de renderização em cada intervalo gestacional avaliado

Intervalo gestacional	n=141	P5	P25	P50	P75	P95
18 a 19 sem 6 dias	10	0,13	0,15	0,2	0,24	0,37
20 a 21 sem 6 dias	32	0,18	0,23	0,28	0,33	0,36
22 a 23 sem 6 dias	29	0,22	0,26	0,34	0,39	0,54
24 a 25 sem 6 dias	9	0,3	0,35	0,38	0,41	0,48
26 a 27 sem 6 dias	9	0,32	0,42	0,6	0,65	0,8
28 a 29 sem 6 dias	12	0,43	0,48	0,6	0,92	1,31
30 a 31 sem 6 dias	19	0,38	0,51	0,76	0,98	1,37
32 a 33 sem 6 dias	21	0,57	0,78	0,84	1,08	1,37

Tabela 3 - Área da válvula mitral fetal pela técnica de renderização em cada intervalo gestacional avaliado

Intervalo gestacional	Média (cm ²)	Mediana (cm ²)	Desvio padrão (cm ²)	Mínimo (cm ²)	Máximo (cm ²)
18 a 19 sem 6 dias	0,23	0,22	0,1	0,14	0,47
20 a 21 sem 6 dias	0,31	0,31	0,08	0,17	0,5
22 a 23 sem 6 dias	0,39	0,36	0,15	0,21	0,92
24 a 25 sem 6 dias	0,44	0,44	0,09	0,3	0,6
26 a 27 sem 6 dias	0,64	0,63	0,21	0,35	1,94
28 a 29 sem 6 dias	0,78	0,63	0,33	0,43	1,37
30 a 31 sem 6 dias	0,86	0,78	0,38	0,4	1,62
32 a 33 sem 6 dias	1,08	0,98	0,41	0,43	1,94

Tabela 4 - Apresentação dos percentis (5, 25, 50, 75 e 95) da área valvar mitral fetal pela técnica de renderização em cada intervalo gestacional avaliado

Intervalo gestacional	n=141	P5	P25	P50	P75	P95
18 a 19 sem 6 dias	10	0,15	0,17	0,22	0,24	0,39
20 a 21 sem 6 dias	32	0,19	0,25	0,31	0,35	0,4
22 a 23 sem 6 dias	29	0,21	0,3	0,36	0,42	0,69
24 a 25 sem 6 dias	9	0,32	0,42	0,44	0,48	0,55
26 a 27 sem 6 dias	9	0,36	0,46	0,63	0,8	0,91
28 a 29 sem 6 dias	12	0,48	0,55	0,63	0,91	1,36
30 a 31 sem 6 dias	19	0,42	0,57	0,78	1	1,55
32 a 33 sem 6 dias	21	0,47	0,87	0,98	1,28	1,7

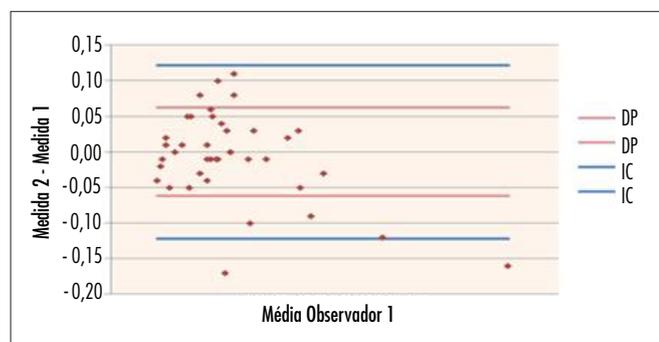


Figura 3 – Diferença das medidas da área da valva tricúspide realizadas por um examinador (medida 1 e medida 2) plotadas contra a diferença de suas médias. DP: desvio padrão; IC: intervalo de confiança.

Tanto a área tricúspide quanto a área mitral apresentaram correlação com a idade gestacional ($r=0,80$ para a tricúspide e $0,79$ para a mitral). Foram realizados modelos de regressão polinomial, sendo o melhor ajuste com a equação exponencial: área valvar tricúspide= $\exp(0,114 \times IG + 0,026)$ com $R^2=0,69$ e área valvar mitral= $\exp(0,119 \times IG + 0,025)$ com $R^2=0,68$.

Observou-se reprodutibilidade intraobservador para a medida da área valvar tricúspide com CCI=0,993 (IC95% 0,987;0,996). O gráfico de Bland-Altman comprovou reprodutibilidade com diferença média entre as medidas de $0,01 \text{ cm}^2$ ($DP \pm 0,2 \text{ cm}^2$ e $IC95\% \pm 0,4 \text{ cm}^2$) (Figura 3).

Discussão

Com a introdução da tecnologia do STIC criou-se a possibilidade da análise mais complexa da estrutura cardíaca e da sua relação com os vasos cardíacos^{7,19-24}, assim como a avaliação em tempo real do movimento cardíaco pelo modo de cine loop⁷⁻⁹.

A escala de cinzas⁷, o Doppler colorido²⁵, o inversion mode^{26,27} (técnica de análise de estruturas líquidas que inverte os voxels da escala de cinzas) e o B-flow^{10,11} são metodologias também encontradas no STIC que possibilitam uma melhor avaliação das vias de saída dos ventrículos, dos arcos aórtico e ductal, assim como da localização e extensão dos defeitos do septo ventricular.

Uma importante vantagem do STIC sobre a ultrassonografia bidimensional é que tanto o especialista como o ultrassonografista generalista podem ser os responsáveis pela coleta dos volumes cardíacos para o rastreamento de malformações, visto que a análise da anatomia cardíaca pode ser realizada off-line por outro examinador com experiência na técnica de STIC, mesmo que este esteja à distância (uso de dados via internet)^{19,20}.

Inúmeros estudos são encontrados envolvendo a tecnologia do STIC. No entanto, a abordagem da análise em superfície de estruturas cardíacas fetais (renderização) não acompanha essa incessante busca de novidades diagnósticas, visto que existe apenas uma publicação na literatura²⁷. Yagel et al.²⁸ avaliaram 136 gestantes, sendo 35 portadoras de fetos com anomalias cardíacas, utilizando a técnica para obter planos para avaliação dos septos interatrial e interventricular, ânulo das valvas atrioventriculares e alinhamento dos grandes vasos. Em 13 fetos com anomalias

cardíacas, o plano do septo interventricular melhorou a avaliação do defeito septal, e em quatro deles o plano do septo interatrial contribuiu para avaliação do forame oval. Em cinco casos, o plano das valvas atrioventriculares imediatamente distal às valvas semilunares (coronal AV) melhorou a avaliação do alinhamento dos grandes vasos em relação ao das valvas atrioventriculares, e em três melhorou a avaliação das valvas semilunares, com ou sem mau alinhamento dos grandes vasos.

Em adultos, a ecocardiografia tridimensional em tempo real tem se mostrado uma nova modalidade diagnóstica promissora, particularmente em pacientes com doenças da valva mitral e cardiopatias congênitas²⁹. A ecocardiografia tridimensional permite a visualização do todo o curso dos músculos papilares e/ou cordas tendíneas, incluindo a inserção anômala na base do folheto anterior da valva mitral, além de permitir fácil e completa imagem do músculo papilar anômalo³⁰. Em estudo³¹ realizado com 100 adultos, a média do ânulo da valva tricúspide obtido por ecocardiografia tridimensional em tempo real foi de $10,0 \pm 2,9 \text{ cm}^2$.

Não há nenhuma descrição na literatura da determinação de valores de referência para as áreas das valvas atrioventriculares fetais pela US3D utilizando o modo de superfície (renderização) pelo STIC, o que enfatiza a importância deste estudo inédito. A possibilidade da aplicação desse parâmetro de normalidade em fetos cardiopatas, portadores de estenose ou insuficiência mitral e tricúspide, permite uma nova abordagem diagnóstica que pode oferecer informações complementares ao rastreamento pré-natal, o que poderá aperfeiçoar o manejo perinatal desses fetos.

Referências

- Moore KL, Persaud TVN. Embriologia básica. 7a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2008.
- Hansen DE, Cahill PD, DeCampi WM, Harrison DC, Derby GC, Mitchell RS, et al. Valvular-ventricular interaction: importance of the mitral apparatus in canine left ventricular systolic performance. *Circulation*. 1986;73(6):1310-20.
- McElhinney DB, Silverman NH, Brook MM, Hanley FL, Stanger P. Asymmetrically short tendinous cords causing congenital tricuspid regurgitation: improved understanding of tricuspid valvar dysplasia in the era of color flow echocardiography. *Cardiol Young*. 1999;9(3):300-4.
- Minami K, Kado H, Sai S, Tatewaki H, Shiohara Y, Nakashima A, et al. Midterm results of mitral valve repair with artificial chordae in children. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;129(2):336-42.
- Stümpflen I, Stümpflen A, Wimmer M, Bernaschek G. Effect of detailed echocardiography as part of routine prenatal ultrasonographic screening on detection of congenital heart disease. *Lancet*. 1996;348(9031):854-7.
- Berghella V, Pagotto L, Kaufman M, Huhta JC, Wapner RJ. Accuracy of prenatal diagnosis of congenital heart defects. *Fetal Diagn Ther*. 2001;16(6):407-12.
- Kurjak A, Chervenak FA. *Donald School textbook of ultrasound in obstetrics and gynecology*. 2nd ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2008.
- Gonçalves LF, Lee W, Chaiworapongsa T, Espinoza J, Schoen ML, Falkensammer P, et al. Four-dimensional ultrasonography of the fetal heart with spatiotemporal image correlation. *Am J Obstet Gynecol*. 2003;189(6):1792 – 802.
- DeVore GR, Falkensammer P, Sklansky MS, Platt LD. Spatio-temporal image correlation (STIC): new technology for evaluation of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2003;22(4):380-7.
- Pooh RK, Korai A. B-flow and B-flow spatio-temporal image correlation in visualizing fetal cardiac blood flow. *Croat Med J*. 2005;46(5):808-11.
- Zhang M, Pu DR, Zhou QC, Peng QH, Tian LQ. Four-dimensional echocardiography with B-flow imaging and spatiotemporal image

- correlation in the assessment of congenital heart defects. *Prenat Diagn.* 2010;30(5):443-8.
12. Molina FS, Faro C, Sotiriadis A, Dagklis T, Nicolaidis KH. Heart stroke volume and cardiac output by four-dimensional ultrasound in normal fetuses. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008;32(2):181-7.
 13. Uittenbogaard LB, Haak MC, Spreeuwenberg MD, van Vugt JM. Fetal cardiac function assessed with four-dimensional ultrasound imaging using spatiotemporal image correlation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009;33(3):272-81.
 14. Moore KL. *Anatomia orientada para a clínica.* 2a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1990.
 15. Paladini D. Standardization of on-screen fetal heart orientation prior to storage of spatio-temporal image correlation (STIC) volume datasets. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007;29(6):605-11.
 16. Hsieh FY, Bloch DA, Larsen MD. A simple method of sample size calculation for linear and logistic regression. *Stat Med.* 1998;17(14):1623-34.
 17. Altman DG. Construction of age-related reference centiles using absolute residuals. *Stat Med.* 1993;12(10):917-24.
 18. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1(8476):307-10.
 19. Viñals F, Mandujano L, Vargas G, Giuliano A. Prenatal diagnosis of congenital heart disease using four-dimensional spatio-temporal image correlation (STIC) telemedicine via an Internet link: a pilot study. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005;25(1):25-31.
 20. Paladini D, Sglavo G, Greco E, Nappi C. Cardiac screening by STIC: can sonologists performing the 20-week anomaly scan pick up outflow tract abnormalities by scrolling the A-plane of STIC volumes? *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008;32(7):865-70.
 21. Chaoui R, Hoffmann J, Heling KS. Three-dimensional (3D) and 4D color Doppler fetal echocardiography using spatio-temporal image correlation (STIC). *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2004;23(6):535-45.
 22. Shih JC, Chen CP. Spatio-temporal image correlation (STIC): innovative 3D/4D technique for illustrating unique and independent information and diagnosing complex congenital heart diseases. *Croat Med J.* 2005;46(5):812-20.
 23. Messing B, Porat S, Imbar T, Valsky DV, Anteby EY, Yagel S. Mild tricuspid regurgitation: a benign fetal finding at various stages of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005;26(6):606-9.
 24. Viñals F, Ascenzo R, Poblete P, Comas C, Vargas G, Giuliano A. Simple approach to prenatal diagnosis of transposition of the great arteries. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006;28(1):22-5.
 25. Gonçalves LF, Romero R, Espinoza J, Lee W, Treadwell, Chintala K, et al. Four-dimensional ultrasonography of the fetal heart using color Doppler spatiotemporal image correlation. *J Ultrasound Med.* 2004;23(4):473-81.
 26. Gonçalves LF, Espinoza J, Lee W, Mazor M, Romero R. Three – and four-dimensional reconstruction of the aortic and ductal arches using inversion mode: a new rendering algorithm for visualization of fluid-filled anatomical structures. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2004;24(6):696-8.
 27. Hata T, Tanaka H, Noguchi J, Dai SY, Yamaguchi M, Yanagihara T. Four-dimensional volume-rendered imaging of the fetal ventricular outflow tracts and great arteries using inversion mode for detection of congenital heart disease. *J Obstet Gynaecol Res.* 2010;36(3):513-8.
 28. Yagel S, Benachi A, Bonnet D, Dumez Y, Hochner-Celnikier D, Cohen SM, et al. Rendering in fetal cardiac scanning: the intracardiac septa and the coronal atrioventricular valve planes. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006;28(3):266-74.
 29. Chan KL, Liu X, Ascah KJ, Beauchesne LM, Burwash IG. Comparison of real-time 3-dimensional echocardiography with conventional 2-dimensional echocardiography in the assessment of structural heart disease. *J Am Soc Echocardiogr.* 2004;17(9):976-80.
 30. Yang HS, Lee KS, Chaliki HP, Tazelaar HD, Lusk JL, Chandrasekaran K, et al. Anomalous insertion of the papillary muscle causing left ventricular outflow obstruction: visualization by real-time three-dimensional echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2008;9(6):855-60.
 31. Anwar AM, Geleijnse MJ, Soliman OI, McGhie JS, Frowijn R, Nemes A, et al. Assessment of normal tricuspid valve anatomy in adults by real-time three-dimensional echocardiography. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2007;23(6):717-24.