

Reprodutibilidade do volume de membros fetais pela ultrassonografia tridimensional utilizando o método XI VOCAL*

Reproducibility of fetal limbs volume by three-dimensional ultrasonography utilizing the XI VOCAL method

Rafael Oliveira Cavalcante¹, Edward Araujo Júnior², Luciano Marcondes Machado Nardoza³, Liliam Cristine Rolo⁴, Antonio Fernandes Moron⁵

Resumo **OBJETIVO:** Avaliar a reprodutibilidade do volume do braço e coxa fetais aferido pela ultrassonografia tridimensional utilizando o método *eXtended Imaging Virtual Organ Computer-aided AnaLysis* (XI VOCAL). **MATERIAIS E MÉTODOS:** Realizou-se estudo de reprodutibilidade com 43 fetos normais entre 20 e 37 semanas. Para o cálculo do volume do braço e coxa fetais utilizou-se o método XI VOCAL com delimitação de 10 planos consecutivos. Para o cálculo da variabilidade interobservador, um examinador realizou uma medida do volume do braço e coxa dos 43 fetos, enquanto um segundo examinador, sem o conhecimento prévio dos resultados do primeiro examinador, realizou uma segunda medida dos mesmos volumes. Utilizaram-se, para os cálculos estatísticos, o coeficiente de correlação intraclasse (*ricc*), gráficos de Bland-Altman e teste *t*-Student pareado (*p*). **RESULTADOS:** Observou-se alta reprodutibilidade interobservador. Para o volume do braço, obtiveram-se *ricc* = 0,996 (intervalo de confiança [IC] 95%: 0,992; 0,998) e média das diferenças = $0,13 \pm 1,29\%$ (95% limites de concordância: -2,54; +2,54%). Para o volume da coxa, obtiveram-se *ricc* = 0,997 (IC 95%: 0,995; 0,999) e média das diferenças = $0,24 \pm 7,60\%$ (95% limites de concordância: -7,6; +7,6%). **CONCLUSÃO:** O volume do braço e coxa fetais aferido pela ultrassonografia tridimensional utilizando o método XI VOCAL apresentou elevada reprodutibilidade interobservador. **Unitermos:** Reprodutibilidade; Volume de membros; Ultrassom tridimensional; XI VOCAL.

Abstract **OBJECTIVE:** To assess the reproducibility of fetal thigh and upper arm volumes measurement by three-dimensional ultrasonography utilizing the *eXtended Imaging Virtual Organ Computer-aided AnaLysis* (XI VOCAL) method. **MATERIALS AND METHODS:** This reproducibility study enrolled 43 pregnant women with healthy singleton pregnancies between 20 and 37 gestational weeks. The XI VOCAL 10 planes was the method utilized for volumetric measurement of the fetal limbs. The calculation of the interobserver reproducibility was based on blind volumetric measurements of fetal thighs and upper-arms performed by two observers in 43 fetuses. Intraclass correlation coefficient (ICC), Bland-Altman plots and paired Student's *t*-test (*p*) were utilized in the statistical analysis. **RESULTS:** A high interobserver reproducibility was observed. For the upper arm volume ICC was 0.996 (confidence interval [CI] 95%: 0.992; 0.998) and mean difference = $0.13 \pm 1.29\%$ (95% limits of agreement: -2.54; +2.54%). For the thigh volume, ICC was 0.997 (CI 95%: 0.995; 0.999) and mean difference = $0.24 \pm 7.60\%$ (95% limits of agreement: -7.6; +7.6%). **CONCLUSION:** Fetal thigh and upper arm volumes measured by three-dimensional ultrasonography with the XI VOCAL method presented a high interobserver reproducibility. **Keywords:** Reproducibility; Fetal limbs volume; Three-dimensional ultrasonography; XI VOCAL.

Cavalcante RO, Araujo Júnior E, Nardoza LMM, Rolo LC, Moron AF. Reprodutibilidade do volume de membros fetais pela ultrassonografia tridimensional utilizando o método XI VOCAL. *Radiol Bras.* 2010;43(4):219-223.

* Trabalho realizado no Setor de Ultrassonografia Tridimensional do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

1. Pós-Graduando nível Mestrado, Médico do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

2. Pós-Doutor, Professor Adjunto do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

3. Livre-Docente, Professor Associado do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

4. Mestre, Médica do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

5. Livre-Docente, Professor Titular do Departamento de Obs-

INTRODUÇÃO

Distúrbios do crescimento fetal são causas importantes de aumento na morbidade

etária da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil.

Endereço para correspondência: Dr. Edward Araujo Júnior, Departamento de Obstetria – Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Rua Napoleão de Barros, 875, Vila Clementino, São Paulo, SP, Brasil, 04024-002. E-mail: araujojred@terra.com.br

Recebido para publicação em 6/4/2010. Aceito, após revisão, em 14/5/2010.

e mortalidade perinatais. Resultados pobres neonatais podem decorrer de macrosomia (tocotraumatismos) e de restrição do crescimento intrauterino (asfixia)^(1,2).

O volume de membros fetais tem sido associado com crescimento fetal e estado nutricional⁽³⁾. Inicialmente, as estimativas de volume da coxa (VolCox) e do braço (VolBra) fetais eram realizadas indiretamente pela ultrassonografia bidimensional (US2D). Entretanto, a US2D não consegue

avaliar de forma acurada o volume de membros fetais. A maioria dos estudos sobre avaliação volumétrica de membros pela US2D calcula o volume usando uma área de secção transversa obtida de apenas um plano de corte, estando sujeito a erros, pois o plano pode não ser o mais apropriado^(4,5). Em outro estudo, o VolCox e o VolBra foram assumidos como se esses membros tivessem a forma de um cilindro⁽³⁾, o que obviamente não condiz com a realidade.

O advento da ultrassonografia tridimensional (US3D) permitiu uma avaliação volumétrica mais acurada que a US2D, pois permite o delineamento da superfície externa do objeto, sendo de particular importância para as estruturas de formatos irregulares⁽⁶⁾. Como o VolCox e o VolBra estão bem estabelecidos como marcadores de crescimento e nutrição, diversos estudos têm utilizado o volume desses membros como preditores de peso ao nascimento, obtendo-se resultados mais fidedignos que as fórmulas tradicionais utilizadas pela US2D⁽⁷⁻⁹⁾. Em todos estes estudos utilizou-se o método multiplanar ou planimetria. Esta técnica consiste em se delimitar múltiplos planos sequenciais ao longo de um eixo, e ao final do deslocamento o aparelho realiza o somatório das áreas e fornece automaticamente o volume⁽⁶⁾. O maior inconveniente desta técnica é o tempo relativamente longo para o cálculo volumétrico dos membros fetais^(7,8).

Recentemente, uma nova técnica volumétrica denominada *eXtended Imaging Virtual Organ Computer-aided AnaLysis* (XI VOCAL) tem estado disponível como parte do programa *Three-dimensional eXtended Imaging* (3D XI – Medison; Seul, Coreia). Essa técnica consiste na delimitação de áreas de planos sequenciais adjacentes dispostos na tela do aparelho (*multi-slice view*), sendo que ao final o aparelho realiza o somatório das áreas e fornece automaticamente o volume, bem como a distância entre os planos de início e fim e a espessura dos cortes⁽¹⁰⁾. Há duas publicações que avaliaram as aplicações desta técnica *in vivo*, sendo uma na avaliação do volume de fetos entre 11 e 14 semanas⁽¹¹⁾ e a outra na mensuração do volume do saco gestacional entre 7 e 11 semanas⁽¹²⁾, contudo, não há descrições na literatura para o volume de membros fetais.

O objetivo deste estudo é avaliar a reprodutibilidade interobservador da medida do volume do braço e coxa fetais por meio da US3D utilizando o método XI VOCAL.

MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se estudo prospectivo observacional com 43 gestantes normais entre 20 e 37 semanas para se avaliar a reprodutibilidade da US3D na avaliação volumétrica de membros fetais utilizando-se o método XI VOCAL. Este estudo foi realizado no Setor de Ultrassonografia Tridimensional do Departamento de Obstetria da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), sendo as pacientes selecionadas de modo aleatório. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unifesp sob o nº 4843/09, sendo que as pacientes que concordaram na participação voluntária assinaram termo de consentimento.

Os critérios de inclusão foram: (1) gestação única de feto vivo e (2) idade gestacional determinada pela data da última menstruação, em mulheres com ciclos menstruais regulares, e comprovada por ultrassonografia realizada no primeiro trimestre, utilizando-se como parâmetro o comprimento cabeça-nádega (CCN). Os critérios de exclusão foram: (1) fetos com anomalias estruturais detectadas pela ultrassonografia; (2) gestantes portadoras de doenças crônicas que pudessem comprometer o crescimento fetal; (3) alterações no volume de líquido amniótico, com índice de líquido amniótico (ILA) abaixo do percentil 5 ou acima do percentil 95 para a idade gestacional, segundo tabela proposta por Moore e Cayle⁽¹³⁾; (4) fetos com predição de peso abaixo do percentil 10 ou acima do percentil 90, segundo tabela proposta por Hadlock et al.⁽¹⁴⁾.

Todas as ultrassonografias foram realizadas em aparelho da marca Accuvix XQ (Medison; Seul, Coreia), equipado com transdutor convexo volumétrico multifrequencial de varredura automática (C3-7ED). Todos os exames foram realizados por um único examinador com experiência de dois anos em US3D em obstetria. Inicialmente, realizou-se uma avaliação bidimensional em tempo real, de forma a se determinar a biometria, morfologia, quantificação do volume de líquido amniótico e

predição de peso fetal. Para a aquisição do volume dos membros, utilizaram-se os planos padrões de medida do comprimento do úmero e do fêmur, sendo utilizado o membro que estivesse mais próximo do transdutor (parede anterior do útero), por não existirem diferenças estatisticamente significativas entre o direito e o esquerdo^(7,8). A captura do volume foi realizada durante repouso fetal absoluto e solicitando-se à paciente que ficasse em apneia por alguns segundos. Os seguintes ajustes foram padronizados: ângulo de abertura variando de 50 a 70°, dependendo da idade gestacional, modo de velocidade normal, alta qualidade (*high definition*) e modo harmônico. Foi ajustado o BOX de escaneamento de forma a englobar todo o membro fetal (região de interesse – ROI), e em seguida, realizou-se a varredura tridimensional automática. Foram capturados dois volumes de cada membro fetal, braço ou coxa, de cada paciente, sendo que aquele que apresentasse a melhor qualidade seria escolhido para a aferição volumétrica. Após a captura do volume, a imagem era apresentada no modo multiplanar (axial, sagital e coronal). O plano sagital foi selecionado como referencial. Para o cálculo volumétrico utilizou-se o método XI VOCAL presente no *software* 3D XI (Medison; Seul, Coreia), selecionando-se como planos de início e fim as epífises proximal e distal do membro, respectivamente. Optou-se, de forma arbitrária, pela delimitação manual de dez áreas, sendo obtido um diagrama de secções transversais do membro fetal (*multi-slice view* – Medison; Seul, Coreia), que mostrava simultaneamente uma sequência de imagens em planos paralelos. Após o delineamento manual da superfície externa de todos os planos selecionados, o aparelho fornecia automaticamente o volume do membro, bem como a respectiva distância entre os planos de início e fim e a espessura dos cortes (Figura 1).

As análises volumétricas foram realizadas *off line* com o uso do *software* SonoView Pro versão 1.03 (Medison; Seul, Coreia). O examinador principal realizou uma medida do volume do braço e coxa de 43 fetos, sendo que um segundo examinador realizou uma segunda medida dos mesmos volumes, estando este “blindado” dos resultados do primeiro examinador.

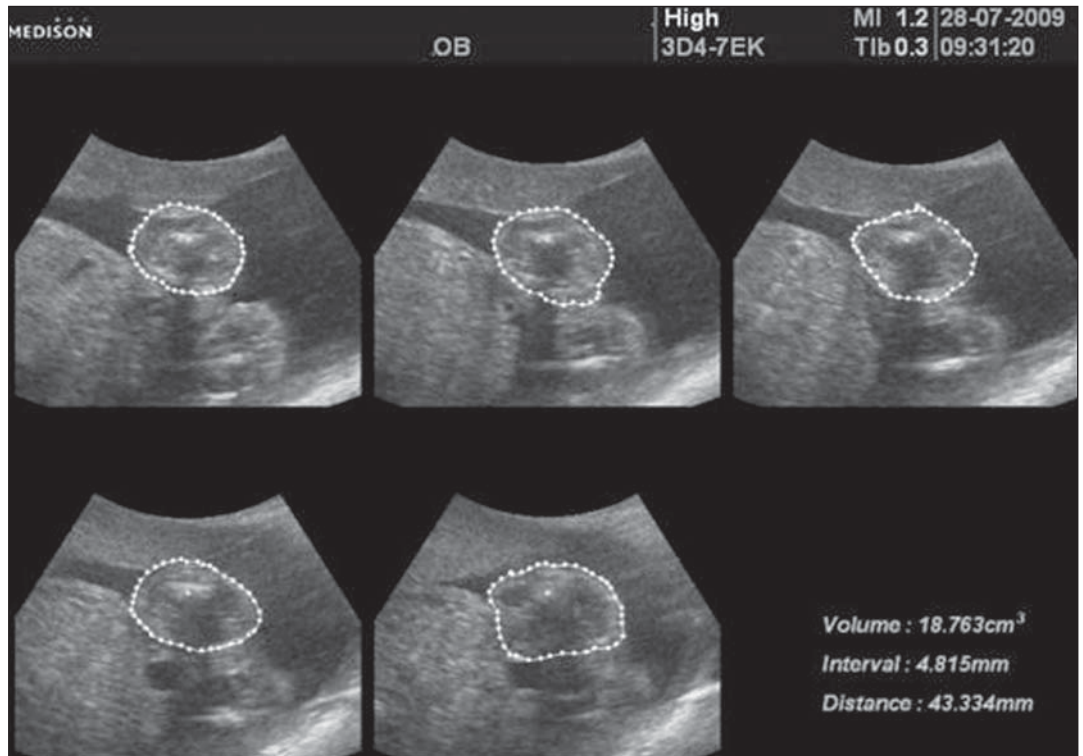


Figura 1. Utilização do método XI VOCAL com delineamento manual 10 planos consecutivos da coxa fetal (plano axial), representados nesta imagem por 5 planos. Nota-se, no canto inferior direito, o volume final, além das distâncias entre os planos de início e fim e entre os planos intermediários.

Os dados foram armazenados em planilha do programa Excel 2003 (Microsoft Corp.; Redmond, WA, EUA) e analisados pelo programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 15.0 para Windows (SPSS Int.; Chicago, IL, EUA). A reprodutibilidade, que consiste na capacidade de um teste dar o mesmo resultado entre diferentes observadores (variabilidade interobservador), foi calculada utilizando o teste de *t*-Student pareado (*p*), o coeficiente de correlação intraclassa (*ricc*) e os gráficos de Bland-Altman⁽¹⁵⁾. Considera-se pobre *ricc* < 0,40, satisfatória *ricc* entre 0,40 e 0,75, e excelente *ricc* ≥ 0,75⁽¹⁶⁾. Os gráficos de Bland-Altman plotam as médias das medidas, realizadas por um ou dois examinadores, contra a diferença de suas medidas, com intervalo de confiança (IC) de 95% e 1,96 desvio-padrão da média. Em todas as análises utilizou-se nível de significância (*p*) de 0,05.

RESULTADOS

Foram avaliadas 43 gestantes normais entre 20 e 37 semanas. A idade materna média foi de 29 anos ± 5,36 anos (desvio-padrão), enquanto o número de gestações

foi de 2 ± 1,54 gestações. Observou-se elevada reprodutibilidade interobservador, tanto para o volume do braço quanto da coxa fetais.

Para o volume do braço obteve-se *ricc* = 0,996 (IC 95%: 0,992; 0,998). Utilizando o gráfico de Bland-Altman para o volume do braço (Figura 2), notou-se que a maioria dos pontos que representam a diferença entre as medidas se encontra dentro do in-

tervalo de confiança (apenas dois pontos estão fora desse intervalo, equivalendo a 4,65% da amostra), mostrando que não há diferenças estatisticamente significativas, com *p* < 0,05. A média das diferenças foi de 0,13% ± 1,29% (95% limites de concordância: -2,54; +2,54%). Para o volume da coxa obteve-se *ricc* = 0,997 (IC 95%: 0,995; 0,999). Pelo gráfico de Bland-Altman para o volume da coxa (Figura 3),

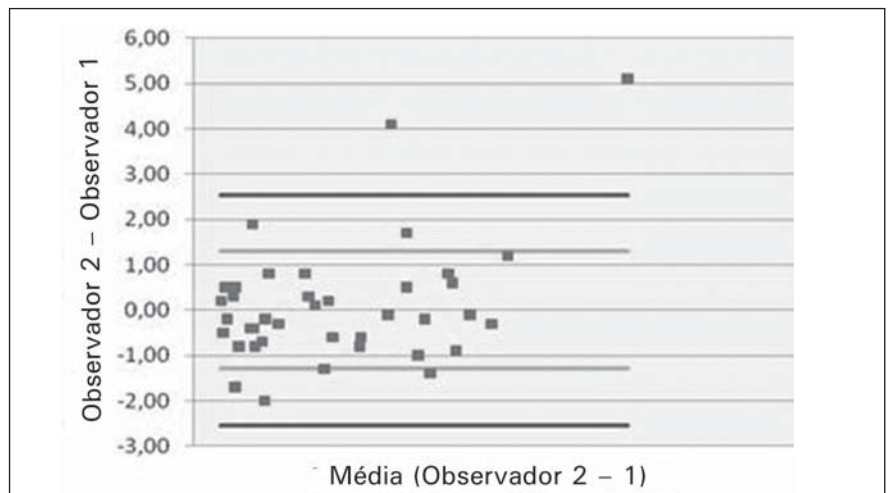


Figura 2. Diferença das medidas realizadas por dois observadores (observador 1 e observador 2) plotada contra a diferença de suas médias para o volume do braço fetal pelo método XI VOCAL.

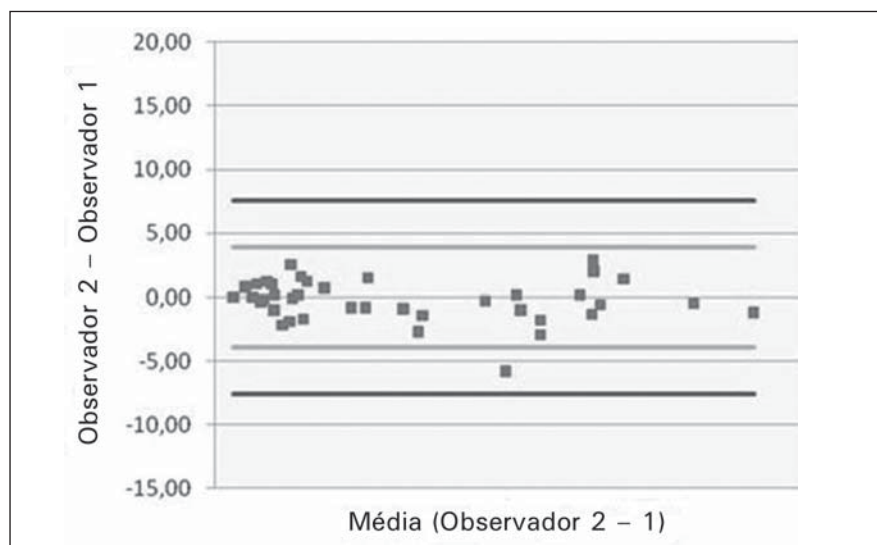


Figura 3. Diferença das medidas realizadas por dois observadores (observador 1 e observador 2) plotada contra a diferença de suas médias para o volume da coxa fetal pelo método XI VOCAL.

observou-se que todos os pontos que representam a diferença entre as medidas se encontram dentro do intervalo de confiança (apenas um ponto está fora do desvio-padrão, equivalendo a 2,3% da amostra), mostrando que não há diferenças estatisticamente significativas, com $p < 0,05$. A média das diferenças foi de $0,24\% \pm 7,60\%$ (95% limites de concordância: $-7,6; +7,6\%$).

DISCUSSÃO

Neste estudo, comprovamos a alta reprodutibilidade interobservador da medida do braço e coxa fetais por meio da US3D utilizando o método XI VOCAL. O método XI VOCAL é técnica recente de cálculo volumétrico disponível no *software* 3D XI. Esta técnica consiste em se delimitar áreas em planos sequenciais adjacentes (*multi-slice view*)⁽¹⁰⁾. O examinador determina um plano de início e um de fim, além do número de planos que serão delimitados entre estes limites (5, 10, 15 e 20). O tipo de contorno pode ser manual, cístico ou geral. A cada delimitação de um plano determina-se uma área, e após a delimitação de todos os planos o aparelho fornece automaticamente o volume, além do intervalo entre os planos intermediários e a distância entre os planos de início e fim. Ao final da delimitação do último plano, o programa permite editar todos os planos anteriores, de forma a se fazer as correções que sejam

necessárias. Existem dois estudos que avaliaram a aplicação *in vivo* deste novo *software*^(11,12). No primeiro, comparou-se o volume de 30 fetos entre 11 e 14 semanas pelos métodos multiplanar, VOCAL e XI VOCAL, observando-se boa reprodutibilidade intra e interobservador para esta técnica, com *ricc* acima de 0,9 para 10, 15 e 20 planos⁽¹¹⁾. No outro estudo, comparou-se o volume do saco gestacional pelos métodos multiplanar, VOCAL e XI VOCAL entre 7 e 11 semanas, observando-se forte correlação entre eles (XI VOCAL *versus* multiplanar: *ricc* = 0,995; XI VOCAL *versus* VOCAL: *ricc* = 0,998; e multiplanar *versus* VOCAL: *ricc* = 0,995)⁽¹²⁾.

Estudos têm mostrado ser o volume de membros, braço e coxa importante parâmetro para predição de restrição do crescimento intrauterino⁽¹⁷⁻¹⁹⁾; além disso, a determinação da fração de volume de membro fetal, porção central do membro que contém a maior quantidade de tecido macio, tem-se mostrado um parâmetro eficaz na detecção precoce de distúrbios do crescimento fetal^(20,21). Contudo, poucos estudos têm-se proposto a avaliar a reprodutibilidade da medida de membros fetais, de forma a se validar o uso clínico deste importante parâmetro do crescimento fetal^(22,23). Em estudo realizado por Chang et al.⁽²²⁾, esses autores determinaram valores de referência para o volume do braço em 204 fetos entre 20 e 40 semanas, e além disso calcularam

a reprodutibilidade intraobservador pela medida repetida de 21 fetos, obtendo alto coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9958$). Deve-se referir como limitações deste estudo a não realização da variabilidade interobservador, o pequeno número de casos avaliados e a não utilização de testes apropriados para estudos de reprodutibilidade (*ricc* e gráficos de Bland-Altman^(15,16)). Em nosso estudo, que avaliou 43 fetos, obtivemos para o volume do braço *ricc* = 0,996 e média da diferença de 0,13%, enquanto para o volume da coxa obtivemos *ricc* = 0,997 e média da diferença de 0,24%. Em estudo avaliando a fração de volume do braço e da coxa, Lee et al.⁽²³⁾ obtiveram o valor de $-1,9\%$ para a diferença média para a reprodutibilidade interobservador da fração de volume do braço, enquanto para a fração de volume da coxa obtiveram o valor de $-2,0\%$, resultados semelhantes aos obtidos em nosso estudo, que avaliou o volume de todo o membro.

Em síntese, este estudo comprovou a elevada reprodutibilidade do método XI VOCAL na medida do volume de membros fetais, tornando possível o seu uso na prática clínica como um novo parâmetro para avaliação do estado nutricional do feto. Esta técnica apresenta como vantagens a rapidez no cálculo, diferentemente do método multiplanar, além da capacidade de modificação dos contornos. Como limitação, deve-se citar a pouca disponibilidade do método, pois é exclusivo dos aparelhos Accuvix XQ, V10 e V20 da Medison.

CONCLUSÃO

O volume do braço e coxa fetais aferido pela US3D utilizando o método XI VOCAL apresentou elevada reprodutibilidade interobservador entre 20 e 37 semanas de gestação.

REFERÊNCIAS

1. Roth S, Chang TC, Robson S, et al. The neurodevelopmental outcome of term infants with different intrauterine growth characteristics. *Early Hum Dev.* 1999;55:39-50.
2. Dashe JS, McIntire DD, Lucas MJ, et al. Effects of symmetric and asymmetric fetal growth on pregnancy outcomes. *Obstet Gynecol.* 2000;96:321-7.
3. Jeanty P, Romero R, Hobbins JC. Fetal limb volume: a new parameter to assess fetal growth and nutrition. *J Ultrasound Med.* 1985;4:273-82.
4. Warda A, Deter RL, Duncan G, et al. Evaluation

- of fetal thigh circumference measurements: a comparative ultrasound and anatomical study. *J Clin Ultrasound*. 1986;14:99-103.
5. Vintzileos AM, Campbell WA, Rodis JF, et al. Fetal weight estimation formulas with head, abdominal, femur and thigh circumference measurements. *Am J Obstet Gynecol*. 1987;157:410-4.
 6. Riccabona M, Nelson TR, Pretorius DH. Three-dimensional ultrasound: accuracy of distance and volume measurements. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1996;7:429-34.
 7. Chang FM, Liang RI, Ko HC, et al. Three-dimensional ultrasound-assessed fetal thigh volumetry in predicting birth weight. *Obstet Gynecol*. 1997;90:331-9.
 8. Liang RI, Chang FM, Yao BL, et al. Predicting birth weight by fetal upper-arm volume with use of three-dimensional ultrasonography. *Am J Obstet Gynecol*. 1997;177:632-8.
 9. Song TB, Moore TR, Lee JY, et al. Fetal weight prediction by thigh volume measurement with three-dimensional ultrasonography. *Obstet Gynecol*. 2000;96:157-61.
 10. Guimarães Filho HA, da Costa LL, Araujo Júnior E, et al. XI VOCAL (eXtended Imaging VOCAL): a new modality for three-dimensional sonographic volume measurement. *Arch Gynecol Obstet*. 2007;276:95-7.
 11. Cheong KB, Leung KY, Chan HY, et al. Comparison of inter- and intraobserver agreement between three types of fetal volume measurement technique (XI VOCAL, VOCAL and multiplanar). *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2009;33:287-94.
 12. Nardoza LM, Rolo LC, Araujo Júnior E, et al. Comparison of gestational sac volume by 3D-sonography using planimetric, virtual organ computer-aided analysis and extended imaging virtual organ computer-aided analysis methods between 7 and 11 weeks of pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2010;89:328-34.
 13. Moore TR, Cayle JE. The amniotic fluid index in normal human pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*. 1990;162:1168-73.
 14. Hadlock FP, Harrist RB, Carpenter RJ, et al. Sonographic estimation of fetal weight. The value of femur length in addition to head and abdomen measurements. *Radiology*. 1984;150:535-40.
 15. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1:307-10.
 16. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull*. 1979;86:420-8.
 17. Chang CH, Yu CH, Ko HC, et al. The efficacy assessment of thigh volume in predicting intrauterine fetal growth restriction by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Med Biol*. 2005;31:883-7.
 18. Chang CH, Yu CH, Ko HC, et al. Fetal upper arm volume in predicting intrauterine growth restriction: a three-dimensional ultrasound study. *Ultrasound Med Biol*. 2005;31:1435-9.
 19. Araujo Júnior E, Vieira MF, Nardoza LM, et al. Ultra-som tridimensional na avaliação do volume de membros fetais. *Radiol Bras*. 2007;40:349-53.
 20. Lee W, Deter RL, McNie B, et al. Individualized growth assessment of fetal soft tissue using fractional thigh volume. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2004;24:766-74.
 21. Lee W, Deter RL, McNie B, et al. The fetal arm: individualized growth assessment in normal pregnancies. *J Ultrasound Med*. 2005;24:817-28.
 22. Chang CH, Yu CH, Chang FM, et al. Assessment of normal fetal upper arm volume by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Med Biol*. 2002;28:859-63.
 23. Lee W, Balasubramaniam M, Deter RL, et al. Fractional limb volume – a soft tissue parameter of fetal body composition: validation, technical considerations and normal ranges during pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2009;33:427-40.