

ESTUDO DE REPRODUTIBILIDADE DA MEDIDA DO VOLUME RENAL EM ADULTOS
POR MEIO DA ULTRASSONOGRAFIA TRIDIMENSIONAL

REPRODUCIBILITY OF RENAL VOLUME MEASUREMENT IN ADULTS USING
THREE-DIMENSIONAL ULTRASONOGRAPHY

Camila Caroline de Amorim Paiva – Paiva CCA – Graduanda de Medicina da Universidade Federal da Paraíba – Rua Huerta Ferreira de Melo, 159, Bessa. João Pessoa, PB, Brasil, 58037245.

Carlos Fernando de Mello Junior – Mello Jr CF – Doutor em Radiologia pela Universidade de São Paulo - USP - Professor Adjunto da disciplina de Radiologia do curso de Medicina da Universidade Federal da Paraíba – Rua Valdemar Chianca, 365, ap. 1001, Bessa. João Pessoa, PB, Brasil, 58037-255.

Trabalho realizado no Centro de Treinamento em Imagenologia (CETRIM), João Pessoa, PB, Brasil.

Autor Correspondente: Dr. Carlos Fernando de Mello Junior. Rua Valdemar Chianca, 365, ap. 1001, Bessa. João Pessoa, PB, Brasil, 58037-255. E-mail: carlosfmello@hotmail.com. Telefone/Fax: +55 (83) 30494444.

Título resumido: Estudo de reprodutibilidade da medida do volume renal em adultos por meio da ultrassonografia tridimensional

Resumo

OBJETIVO: determinar a reprodutibilidade interobservadores da medida do volume renal obtida através da ultrassonografia tridimensional (USG 3D). **MÉTODOS:** estudo exploratório, quantitativo, observacional, transversal e descritivo-comparativo. Foram calculadas variações, médias e desvios-padrão dos volumes renais tridimensionais obtidos por dois examinadores em 30 pacientes incluídos na amostra. A reprodutibilidade interobservador foi analisada pelo cálculo dos coeficientes de correlação intra-classe (CCI) e gráficos de Bland-Altman. **RESULTADOS:** o CCI entre os volumes renais direitos tridimensionais aferidos pelos examinadores 1 e 2 (V3DD1 e V3DD2) foi 0.8552 (IC95% 0.7153 – 0.9292), mostrando replicabilidade excelente ($p < 0,0001$). Entre os volumes renais esquerdos tridimensionais obtidos pelos examinadores 1 e 2 (V3DE1 e V3DE2), o CCI foi 0.6411 (IC 95% 0.3652 – 0.8135), apresentando replicabilidade média a boa ($p = 0,0001$). Os gráficos de Bland-Altman mostraram diferenças médias entre os pares V3DD1 e V3DD2 de $-4.8\% \pm 23.9\%$ e entre V3DE1 e V3DE2 de $-2.2\% \pm 38\%$. Os limites de concordância de 95% entre as medidas do V3DD1 e V3DD2 foram de -28.7% a 19% , enquanto entre V3DE1 e V3DE2 foram de -40.2% a 35.7% . **CONCLUSÃO:** a USG 3D apresentou boa reprodutibilidade interobservador, sendo melhor para avaliação do rim direito. Revela-se necessário o estabelecimento de técnicas padronizadas para aquisição de imagens volumétricas renais.

Unitermos: Ultrassonografia. Imagem Tridimensional. Reprodutibilidade dos testes. Tamanho do órgão. Rim.

Abstract

PURPOSE: to determine the interobserver reproducibility of the measurement of renal volume obtained by three-dimensional ultrasonography (3D-US). **METHODS:** exploratory, quantitative, observational and descriptive cross-sectional study. We calculated variations, means and standard deviations of the renal volumes obtained through 3D-US by two different examiners from a sample of 30 patients. The interobserver reproducibility was assessed by calculating the intra-class correlation coefficient (ICC) and by the construction of Bland-Altman plots. **RESULTS:** The ICC between the three-dimensional right renal volume measured by examiners 1 and 2 (3DVR1 and 3DVR2) was 0.8552 (95% CI 0.7153 - 0.9292), meaning excellent reproducibility ($p < 0.0001$). Among the three-dimensional left renal volume measured by examiners 1 and 2 (3DVL1 and 3DVL2) the ICC was 0.6411 (95% CI 0.3652 - 0.8135), meaning good reproducibility ($p = 0.0001$). The Bland-Altman plots showed mean differences of $-4.8\% \pm 23.9\%$ between pairs 3DVR1 and 3DVR2 and of $-2.2\% \pm 38\%$ between 3DVL1 and 3DVL2. The 95% limits of agreement between the measurements of 3DVR1 and 3DVR2 were -28.7% to 19%, while among 3DVL1 and 3DVL2 were -40.2% to 35.7%. **CONCLUSION:** 3D-US showed good interobserver reproducibility, and greater if considering the right kidney. It appears necessary to establish standardized techniques for acquisition of renal ultrasonographic volume.

Keywords: Ultrasonography. Three-Dimensional Imaging. Reproducibility of results. Organ volume. Kidney.

Introdução

A ultrassonografia bidimensional (USG 2D) é um método de imagem amplamente disponível nos centros diagnósticos: rápido, indolor e de baixo custo. Por outro lado, apresenta limitação na avaliação de pacientes obesos ou com distensão gasosa abdominal, além de ser, talvez, o exame mais operador dependente¹.

O comprimento e o volume renal são importantes parâmetros em diversas situações clínicas, como avaliação e seguimento de pacientes com rins transplantados, insuficiência renal aguda ou crônica, estenose de artéria renal, infecções do trato urinário recorrentes, refluxo vesico-ureteral e Síndrome da Imunodeficiência Adquirida^{1,2,3}. Como o tamanho reduzido do rim é um indicador de falência renal crônica irreversível, torna-se menos útil realizar procedimentos intervencionistas, a exemplo da angioplastia renal transluminal percutânea ou biópsia diagnóstica. Além disso, repetidas medidas são usualmente necessárias ao longo do curso do tratamento ou do seguimento do paciente, sendo preferível utilizar um método não invasivo e sem radiação ionizante, como a USG².

Devido ao fato de decisões terapêuticas serem frequentemente baseadas no tamanho do rim, é importante que o método de medida do órgão seja acurado e preciso. A tomografia computadorizada (TC) é considerada um acurado método para medida de volume renal, entretanto seu uso rotineiro para tal finalidade é limitado pois depende de radiação ionizante e de um meio de contraste potencialmente nefrotóxico⁴.

Mais acurácia na medida do volume renal é possível através da ressonância magnética (RM), pois com essa modalidade são obtidas múltiplas sessões consecutivas de imagens através de todo o rim. A vantagem deste método é que a forma renal torna-se irrelevante. Os resultados de estudos prévios *in vitro* e *in vivo* envolvendo uma variedade de órgãos e estruturas têm mostrado a alta acurácia e repetibilidade das medidas de volume obtidas com RM². Por outro lado, as desvantagens desse método residem no seu alto custo, tempo de aquisição extenso e uso

do contraste baseado em gadolínio, o que traz o potencial problema de fibrose sistêmica nefrogênica⁴.

No presente, a USG 2D é a modalidade de escolha para medir o tamanho renal. Com esta, o volume renal é usualmente calculado pela medida de três eixos ortogonais e aplicação dessas medidas na fórmula elipsóide ($D1 \times D2 \times D3 \times 0,52$). Entretanto, o rim não é exatamente elipsóide e esse método tende a subestimar o volume renal real, além de possuir pobre concordância interobservadores⁵.

A ultrassonografia tridimensional (USG 3D) tem atraído significativamente a atenção de muitos campos na clínica, e traz diversas vantagens em relação à USG 2D, como aquisição das medidas durante apenas uma inspiração forçada, perspectivas de vista variadas, análises repetidas da anatomia e anormalidades, e acurada avaliação do monitoramento terapêutico por estimativas de medida de volume menos variadas. A USG 3D pode também apresentar dados em vários formatos de imagens tridimensionais, como a multiplanar reformada, isso sem necessitar de equipamento volumoso ou com radiação ionizante, como a TC e RM⁴.

Trabalhos recentes têm demonstrado que a USG 3D pode ser usada para medir o volume renal com alta acurácia^{4,5,6,7,8,9}. Uma investigação preliminar *in vitro* encontrou que medidas de volume obtidas com transdutores sonográficos 3D reduziram erros de volume e variações interobservadores¹⁰. Em um estudo realizado por Kim et al. (2008)⁴, verificou-se que os limites de concordância entre a USG 3D e o método de *voxel-count* tomográfico foram baixos suficientes para justificar o uso da técnica descrita de medida pela USG 3D para determinações de volume renal na prática clínica.

Para que esta técnica seja realizada com melhor precisão, vários critérios devem ser levados em consideração, como a padronização da técnica e a habilidade em desenvolver o procedimento. Além disso, Kim et al. (2008)⁴ relataram a necessidade de se determinar a reprodutibilidade da volumetria tridimensional a fim de se estabelecer a confiança do método. Dessa forma, nosso estudo objetivou determinar a reprodutibilidade interobservador da medida do volume renal em adultos por meio da USG 3D.

Materiais e Métodos

Estudo tipo exploratório com abordagem quantitativa, observacional, transversal e descritivo-comparativo, realizado em um centro de treinamento em Imagenologia de João Pessoa-PB. A população do estudo foi constituída por pacientes agendados para serem submetidos à USG de abdome total, por indicações não relacionadas aos rins. O plano de amostragem foi estabelecido por conveniência. O estudo foi aprovado pelo Comitê Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Para o cálculo do tamanho amostral nos baseamos no Teorema Central do Limite, que determina que, para uma população finitamente grande, a média amostral tem distribuição aproximadamente normal de média (μ) e desvio-padrão (σ / n), sempre que o tamanho de amostra (n) for maior que 30^{11,12}. Desse modo, deliberou-se que seriam incluídos no estudo 32 pacientes.

Para a seleção dos pacientes, foram observados os seguintes critérios de inclusão: pacientes adultos de ambos os sexos, não portadores de doença renal crônica e que não apresentassem doença renal que altere o contorno do órgão, tais como nódulos e cistos exofíticos. A recusa em participar do estudo de acordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi utilizada como critério de exclusão.

Para a realização dos exames ultrassonográficos foi utilizado um aparelho de USG 3D modelo Voluson 730 (General Electric Medical System, Kretztechnik, Zipf, Austria), equipado com transdutor convexo volumétrico multifrequencial (4 a 7,0 MHz) e com o software 4Dview, por meio do qual foram armazenados e trabalhados os blocos tridimensionais. Os dados coletados foram inseridos numa planilha eletrônica do Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA), para posterior análise estatística utilizando o programa MedCalc, versão 9.3 (MedCalc Software, Mariakerke, Bélgica).

Um examinador procedeu à realização das medidas do volume renal à direita e à esquerda com a USG 3D. Em seguida, sem observar o resultado do anterior, o segundo examinador realizou o mesmo procedimento. Para o cálculo do volume renal foi ativado o modo 3D e a região de interesse (ROI) foi posicionada sobre o rim, após obter-se uma imagem longitudinal do mesmo. O tamanho da ROI foi ajustada de acordo com o tamanho do rim. O ângulo de varredura foi de 45°. A fim de se obter melhor resolução e visualização do contorno renal, o modo harmônica foi ativado e o foco posicionado no nível do rim. Após a varredura automática, a imagem 3D foi mostrada no monitor nos três planos ortogonais perpendiculares (modo multiplanar). O volume, então, foi salvo para análise. Para o cálculo do volume renal, o programa VOCAL foi ativado usando ângulo de rotação de 30° no modo manual. O plano axial foi usado como referência. Os calibradores de medida foram posicionados nos pólos superior e inferior do rim e sua superfície externa foi contornada. Após a obtenção de seis planos sequenciais, o equipamento automaticamente mostrou a imagem reconstruída e o seu volume em cm³ (Figura 1).

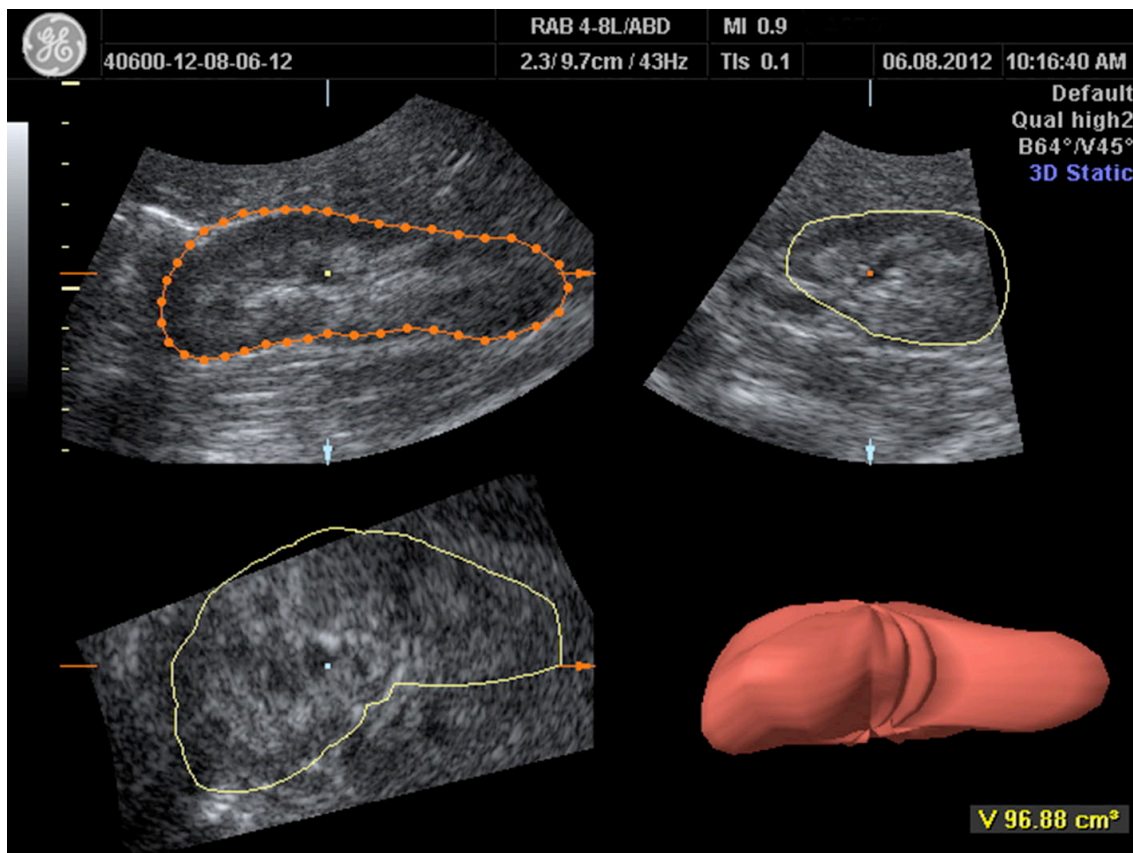


Figura 1. Volumetria renal 3D. Observa-se o rim em modo multiplanar e em modo de renderização (inferior direito).

Para análise estatística dos dados, foram calculadas as variações, as médias e os desvios-padrão dos volumes renais obtidos. A reprodutibilidade inter-observador foi analisada através do cálculo dos coeficientes de correlação intra-classe (CCI). Foram construídos, ainda, os gráficos de Bland-Altman, nos quais as diferenças entre as medidas dos volumes foram plotados contra a média de seus valores e os limites de concordância ($\pm 1,96$ desvio-padrão) foram calculados¹³. O nível de significância adotado neste estudo foi de 0,05 ($\alpha = 5\%$), com intervalo de confiança de 95%, e níveis descritivos (p) inferiores a esse valor foram considerados significantes.

Resultados

Inicialmente foram selecionados 32 pacientes de acordo com os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos. Entretanto, 2 amostras se apresentaram como *outliers* e foram excluídas do estudo, totalizando 30 pacientes (n). As variações, as médias e os desvios-padrão dos volumes renais obtidos através da USG 3D pelos examinadores 1 e 2 foram resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 Volumes renais obtidos através da USG 3D pelos examinadores 1 e 2 em uma amostra de 30 pacientes.

| | Variação | Média ± DP^(e) |
|----------------------------|-----------------|---------------------------------|
| V3DD1^(a) | 113 – 258,4ml | 174,14 ± 43,78ml |
| V3DD2^(b) | 108,9 – 265,2ml | 181,45 ± 39,3ml |
| V3DE1^(c) | 120,3 – 310,7ml | 194,84 ± 49,83ml |
| V3DE2^(d) | 124,8 – 270,9ml | 196,91 ± 39,26ml |

^(a)V3DD1: volume renal ultrassonográfico tridimensional direito obtido pelo examinador 1.

^(b)V3DD2: volume renal ultrassonográfico tridimensional direito obtido pelo examinador 2.

^(c)V3DE1: volume renal ultrassonográfico tridimensional esquerdo obtido pelo examinador 1.

^(d)V3DE2: volume renal ultrassonográfico tridimensional esquerdo obtido pelo examinador 2.

^(e)DP: desvio-padrão.

Para a medida do volume renal com a USG 3D, o CCI mostrou replicabilidade excelente entre os volumes renais tridimensionais aferidos pelos examinadores 1 e 2 do lado direito (V3DD1 e V3DD2), com valor de 0.8552 (IC95% 0.7153 – 0.9292), sendo estatisticamente significativa ($p < 0,0001$).

O CCI entre os volumes renais tridimensionais à esquerda medidos pelos examinadores 1 e 2 (V3DE1 e V3DE2) apresentou replicabilidade média a boa, com valor de 0.6411 (IC 95% 0.3652 – 0.8135) e significância estatística ($p=0.0001$).

De acordo com a análise dos gráficos de Bland-Altman, as diferenças médias entre os pares V3DD1 e V3DD2 e entre V3DE1 e V3DE2 foram de $-4.8\% \pm 23.9\%$ e $-2.2\% \pm 38\%$, respectivamente. Os limites de concordância de 95% entre as medidas do V3DD1 e V3DD2 foram de -28.7% a 19% , enquanto entre as medidas do V3DE1 e V3DE2 foram de -40.2% a 35.7% (Figuras 2 e 3).

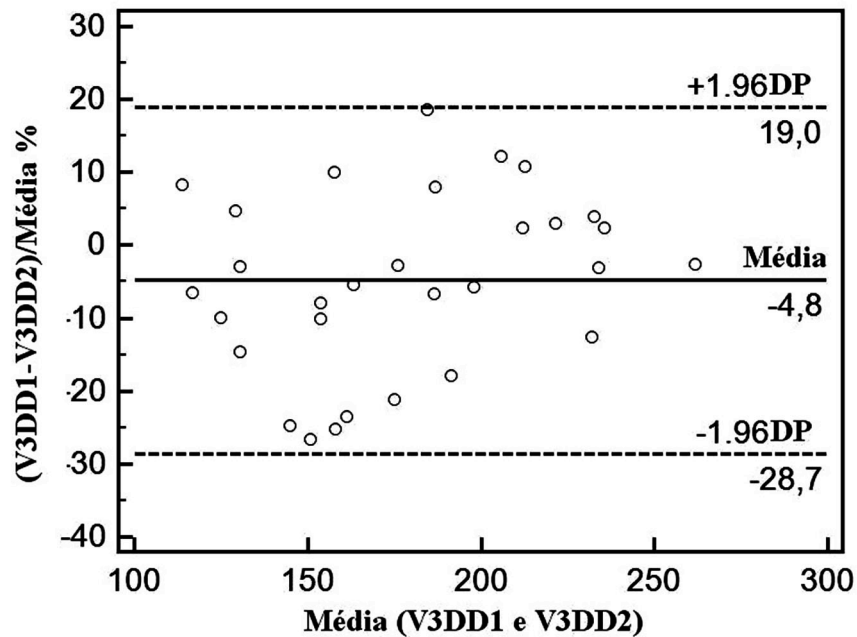


Figura 2. Gráfico de Bland-Altman. Plotagem das diferenças entre os volumes renais direitos obtidos através de USG3D pelos examinadores 1 e 2 (V3DD1 e V3DD2, respectivamente).

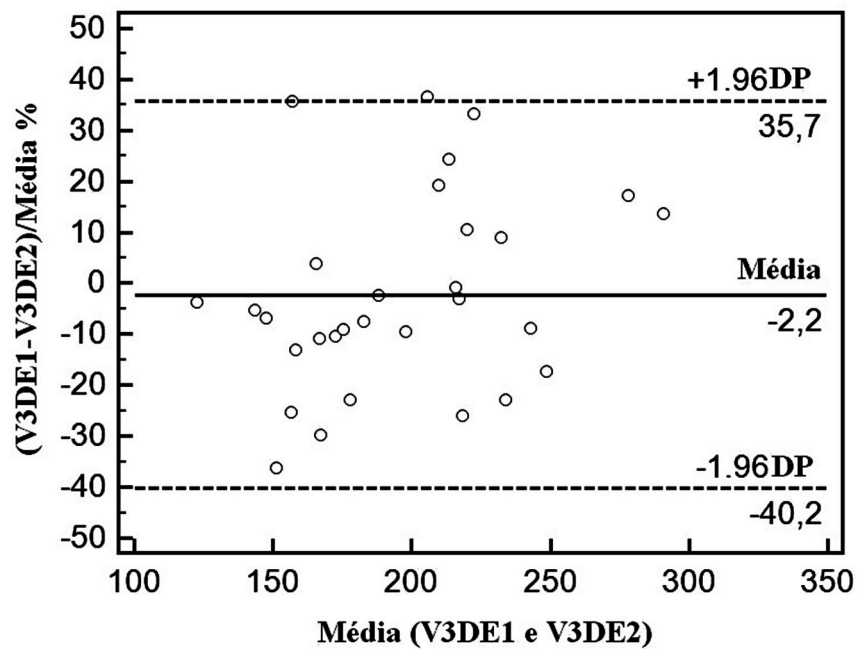


Figura 3. Gráfico de Bland-Altman. Plotagem das diferenças entre os volumes renais esquerdos obtidos através de USG3D pelos examinadores 1 e 2 (V3DE1 e V3DE2, respectivamente).

Discussão

O volume renal é importante parâmetro em diversas situações clínicas. Apesar da TC e da RM serem considerados métodos mais acurados para medida de volume renal, seu uso rotineiro para tal finalidade é limitado, pois a TC depende do uso de radiação ionizante e de meio de contraste potencialmente nefrotóxico, enquanto a RM possui alto custo e tempo de aquisição extenso⁴. A modalidade mais utilizada na prática clínica para medir o volume renal é a USG 2D, entretanto esta pode subestimar o volume renal real ao assumir que o rim apresenta uma forma elipsoide, além de possuir pobre concordância interobservadores.

Nesse modelo foi realizado um estudo por Bakker et al. (1999)² na Holanda, o qual revelou que volumes calculados com a fórmula elipsóide aplicada a imagens ultrassonográficas pode resultar numa considerável subestimação sistemática do volume renal, além de elevadas

variabilidades intra- e interobservadores. A correlação entre comprimento renal e volume renal foi fraca, o que significa que comprimento renal é um pobre indicador de volume renal.

Trabalhos recentes demonstraram que a USG 3D pode ser usada para medir o volume renal com alta acurácia^{4,5,6,7,8,9}, com redução dos erros de volume e variações interobservadores¹⁰. Em um estudo realizado por Kim et al. (2008)⁴, no qual se verificou a utilidade da medida do volume renal por meio da USG 3D através da série de um transdutor matriz, foi demonstrado que os limites de concordância (-9,7% e 5,1%) entre a USG 3D e o método de *voxel-count* tomográfico foram baixos suficientes para justificar o uso da técnica descrita de medida pela USG 3D para determinações de volume renal na prática clínica. Além disso, a aquisição da informação do volume renal obtido pela USG 3D necessitou apenas de 1 a 2 segundos, e a determinação do volume usando um software de USG 3D precisou de menos de 4 minutos por rim.

Nosso estudo mostrou que a USG 3D para medida do volume renal apresenta excelente replicabilidade interobservadores, quando aferidos os rins direitos (CCI de 0.8552, $p < 0.0001$). Para reprodutibilidade interobservadores da medida dos volumes renais esquerdos, a USG 3D apresentou média a boa replicabilidade (CCI de 0.6411, $p = 0.0001$). Kim et al (2010)⁵ mostraram que a USG 3D reduz significativamente o erro de medida do volume renal, porém não mencionaram sobre a diferença de reprodutibilidade entre as medidas dos rins direitos e esquerdos.

A interpretação do gráfico de Bland-Altman mostrou uma variação interobservadores superior a encontrada por Kim et al (2010)⁵, o qual apresentou uma diferença média de $0.09\% \pm 6.43\%$. No presente estudo, as diferenças médias entre os pares V3DD1 e V3DD2 e entre V3DE1 e V3DE2 foram, respectivamente, de $-4.8\% \pm 23.9\%$ e $-2.2\% \pm 38\%$ (Figuras 2 e 3).

A comparação entre os gráficos de Bland-Altman dos volumes renais aferidos pela USG 3D à direita (V3DD1 e V3DD2) e à esquerda (V3DE1 e V3DE2) corrobora para o achado de maior concordância interobservadores na medida do volume renal à direita em relação à medida volumétrica renal à esquerda (limites de concordância de 95% entre os pares V3DD1 e V3DD2

e entre V3DE1 e V3DE2, respectivamente, de -28.7% a 19% e de -40.2% a 35.7%), sendo maior a dispersão das medidas dos volumes renais esquerdos.

Essa diferença entre a variabilidade interobservador para a medida do volume renal direito e esquerdo pode ser explicado pela maior dificuldade de aquisição de imagem ultrassonográfica do rim esquerdo, devido as suas particularidades anatômicas. O rim esquerdo é discretamente maior e mais alto que o direito¹⁴, e encontra-se em relação com o baço e com o ângulo esplênico do cólon, estando susceptível a artefatos por gases do estômago, do cólon transverso e do cólon descendente. Em muitos pacientes, principalmente quando não realizado o preparo adequado, a única janela disponível para avaliar o rim esquerdo é a intercostal, prejudicando a obtenção de uma imagem longitudinal livre de sombras acústicas de costelas¹⁵.

Conclusões

Nosso estudo mostrou que a USG 3D apresenta boa reprodutibilidade interobservadores, sendo esta melhor para avaliação do rim direito. Foi possível identificar uma diferença de variabilidade interobservadores entre as medidas volumétricas renais pela USG 3D direitas e esquerdas, reforçando a necessidade de se estabelecer uma padronização da aquisição de imagem. Novos trabalhos com pacientes portadores de doenças renais são necessários para fortalecer o uso da USG 3D na prática clínica como modalidade de escolha para medida do volume renal.

Agradecimentos

Ao Dr. Hyun Cheol Kim e ao Dr. Cláudio Sérgio pelo material gentilmente cedido; ao Centro de Treinamento em Imagenologia (CETRIM) e à Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Referências

1. Mello Jr CF. Radiologia Básica. 1. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2010.
2. Bakker J, Olree M, Kaatee R et al. Renal volume measurements: accuracy and repeatability of US compared with that of MR imaging. Radiology. 1999 Jun;211(3):623-8.
3. Barros E, Manfro RC, Thomé FS et al. Nefrologia – Rotinas, diagnóstico e tratamento. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
4. Kim HC, Yang DM, Lee SH et al. Usefulness of renal volume measurements obtained by a 3-dimensional sonographic transducer with matrix electronic arrays. J Ultrasound Med. 2008 Dec;27(12):1673-81.
5. Kim HC, Yang DM, Jin W, Lee SH. Relation between total renal volume and renal function: Usefulness of 3D sonographic measurements with a matrix array transducer. AJR Am J Roentgenol. 2010 Feb;194(2):W186-92.
6. Matre K, Stokke EM, Martens D et al. In vitro volume estimation of kidneys using three-dimensional ultrasonography and a position sensor. Eur J Ultrasound. 1999 Sep;10(1):65-73.
7. Partik BL, Stadler A, Schamp S et al. 3D versus 2D ultrasound: accuracy of volume measurement in human cadaver kidneys. Invest Radiol. 2002 Sep;37(9):489-95.

8. Riccabona M, Fritz GA, Schöllnast H et al. Hydronephrotic kidney: pediatric three-dimensional US for relative renal size assessment--initial experience. *Radiology*. 2005 Jul;236(1):276-83.
9. Brancaforte A, Serantoni S, Silva Barbosa F et al. Renal volume assessment with 3D ultrasound. *Radiol Med*. 2011 Oct;116(7):1095-104.
10. Elliott ST. Volume ultrasound: the next big thing? *Br J Radiol*. 2008 Jan;81(961):8-9.
11. Casella G, Berger RL. *Statistical Inference*. 2nd ed. California: Duxbury Press, 2001.
12. Barros EA, Mazucheli J. Um estudo sobre o tamanho e poder dos testes t-Student e Wilcoxon. *Acta Sci. Technol*. 2005 Jan-Jun;27(1):23-32.
13. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986 Feb 8;1(8476):307-10.
14. Dyer RB, Chen MYM, Zagoria RF. Intravenous urography: technique and interpretation. *Radiographics*. 2001 Jul-Aug;21(4):799-821; discussion 822-4.
15. Rumack CM, Wilson SR, Chaborneau JW. *Tratado de ultra-sonografia diagnóstica*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.