

Aspectos atuais em imagenologia na gestação

Present aspects in imaging in pregnancy

Thamy Jay Garcia¹, Paulo Henrique Schmidt Lara¹, Cintia Suemi Kinjo¹, Eduardo Arbache Bezerra¹, Mauricio Higasiaraguti¹, Natalia Mejias Oliveira¹, Nathália da Costa Sousa¹, Raquel Yumi Yonamine¹, Suzane Martines Alves de Sales¹, Tauy Pereira Morimoto¹, Jorge Washington Zamboni¹, Mauro Sancovski^{1,2}

RESUMO

Gestantes podem precisar ser submetidas a exames radiológicos para um diagnóstico preciso e conduta correta. Os métodos mais difundidos são aqueles com pouco ou nenhum efeito sobre o feto, como a ultrassonografia e, mais recentemente, a ressonância magnética. Os exames radiológicos são geralmente relegados a um segundo plano e, eventualmente, descartados ou adiados em razão da apreensão gerada pelos potenciais riscos à saúde do feto. No entanto, um diagnóstico postergado ou perdido por causa da não utilização desses exames pode ser mais nocivo à saúde materna e do próprio feto do que os possíveis riscos associados ao uso da radiação ionizante. Conhecer os princípios e efeitos biológicos das radiações ionizantes, bem como os limiares de doses associadas a efeitos deletérios sobre o embrião e o feto, permite medir os riscos e justificar a utilização de determinados métodos radiológicos em benefício da gestante. Com base numa revisão de literatura, tivemos o propósito de orientar médicos, especialistas ou não, para fornecer melhores informações e esclarecimentos a suas pacientes quanto aos riscos e benefícios do uso de métodos de diagnóstico por imagem durante a gestação.

Palavras-chave: gestantes; diagnóstico por imagem; ultrassonografia; imagem por ressonância magnética; radiação ionizante.

ABSTRACT

Pregnants may need to undergo radiological examinations for a right diagnosis and an accurate conduct. The most spread methods are those that have less or none effect on the fetus, such as ultrasound and, more recently, magnetic resonance imaging. The radiological examinations are usually relegated to a second plan and, occasionally, discarded or postponed because of the apprehension caused by the potential risks to the fetal health. However, a postponed or missed diagnosis, for not using these tests, can be more harmful to the pregnant's health and the fetus itself than the possible risks associated with ionizing radiation. Knowing the principles and biological effects of ionizing radiation, as well as the threshold levels associated with deleterious effects on embryo and fetus, allows measuring the risks and justify the use of certain radiological methods for the benefit of the pregnant. Based on the literature review, we purposed to advise doctors, specialists or not, to provide better information and explanations to their patients about risks and benefits of using methods of diagnostic imaging during pregnancy.

Keywords: pregnant women; diagnostic imaging; ultrasonography; magnetic resonance imaging; radiation, ionizing.

Recebido em: 06/02/2012

Revisado em: 19/06/2012

Aprovado em: 02/08/2012

Trabalho realizado pela Disciplina de Ginecologia e Obstetrícia na Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) – Santo André (SP), Brasil.

¹Disciplina de Ginecologia e Obstetrícia da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) – Santo André (SP), Brasil.

²Hospital Maternidade Interlagos – São Paulo (SP), Brasil.

INTRODUÇÃO

Gestantes podem precisar ser submetidas a exames radiológicos para um diagnóstico preciso e conduta correta. Os métodos mais difundidos são aqueles com pouco ou nenhum efeito sobre o feto, como a ultrassonografia (USG) e, mais recentemente, a ressonância magnética (RNM)¹⁻³. Os exames radiológicos são geralmente relegados a um segundo plano e, eventualmente, descartados ou adiados em razão da apreensão gerada pelos potenciais riscos à saúde do feto. No entanto, um diagnóstico postergado ou perdido, decorrente da não utilização desses exames, pode ser mais nocivo à saúde materna e do próprio feto do que os eventuais riscos associados ao uso da radiação ionizante⁴⁻⁶. Conhecer os princípios e efeitos biológicos da radiação ionizante, bem como os limites de doses associadas a efeitos deletérios sobre o embrião e o feto, permite medir os riscos e justificar a utilização de determinados métodos radiológicos em benefício da gestante e do conceito.

DEFINIÇÃO E MENSURAÇÃO DE RADIAÇÃO IONIZANTE

Podemos definir a radiação ionizante como ondas eletromagnéticas de alta energia (raios X ou raios gama) que, ao interagirem com a matéria, desencadeiam uma série de ionizações, transferindo energia aos átomos e moléculas presentes no campo irradiado e promovendo, assim, alterações físico-químicas intracelulares⁷. Para compreender os efeitos relacionados à exposição à radiação ionizante, devem-se definir as grandezas físicas utilizadas para quantificá-la. Com o objetivo de mensurar a energia depositada e os efeitos gerados por um feixe de fótons de alta energia em um tecido biológico, foi criada a grandeza “dose absorvida”.

A dose absorvida de radiação é a energia depositada por quilograma de tecido, expressa em *radiation absorbed dose* ou dose de radiação absorvida (rad). Atualmente, pelo sistema internacional de medidas, utiliza-se a unidade gray (Gy), que equivale a 100 rad. Tal grandeza é adotada para mensurar qualquer tipo de radiação ionizante e não especificamente para o uso de raios X (RX). Os efeitos biológicos não dependem apenas da dose de radiação absorvida (Gy), mas também das características da radiação ionizante e de sua capacidade de produzir íons e dissipar energia em sua trajetória no meio ou tecido. Por essa razão, foi proposta, para o uso clínico de exames radiológicos, a grandeza “dose equivalente”, usando-se a unidade *roentgen equivalent man* ou equivalente em roentgen no homem (rem) que leva em consideração a qualidade da radiação e como a energia se transfere ao tecido. Para as radiações eletromagnéticas X ou gama, 1 rem equivale a 1 rad. No sistema internacional de medidas, a unidade de dose equivalente foi denominada sievert (Sv) e 1 Sv equivale a 100 rem, assim como 1 Gy equivale a 100 rad. Podemos dizer que

a dose absorvida de 1 Gy proporcionará uma dose equivalente de 1 Sv. Resumindo, a dose absorvida pode ser medida, atualmente, em Gy e corresponde à dose equivalente, que é medida em Sv. Na dosimetria das radiações, utilizam-se frequentemente os submúltiplos mili (m) e micro (μ) para indicar valores que correspondem a 0,001 Gy (1 mGy) e 0,000001 Gy (1 μ Gy)⁷.

A importância dessas unidades de dose está na sua utilização para estimar a radiação absorvida pelo feto em exames radiológicos^{8,9}.

Os efeitos biológicos decorrentes das radiações ionizantes podem ser divididos em determinísticos e estocásticos. Os efeitos determinísticos são aqueles consequentes à exposição a altas doses de radiação e dependem diretamente dessa exposição, como a morte celular (de células malignas submetidas à radioterapia), as queimaduras de pele, a esterilidade ou a ocorrência de cataratas. Os efeitos estocásticos ou aleatórios são aqueles não aparentes e que se manifestam após meses ou anos da exposição à radiação, não permitindo estabelecer claramente uma relação de “causa e efeito”.

RAIO X

Dos métodos diagnósticos, os exames de raio X são os principais causadores de ansiedade às gestantes e aos médicos por causa da crença de que qualquer exposição à radiação é danosa e resultará em um feto malformado.

De acordo com o *American College of Radiology*, a exposição isolada a qualquer procedimento radiológico diagnóstico não resulta em exposição à radiação suficiente para ameaçar o bem-estar do embrião ou feto em desenvolvimento¹⁰ (Figura 1).

Um raio X simples geralmente expõe o feto a uma quantidade mínima de radiação. Com exceção da pielografia intravenosa e do enema baritado, a maioria dos exames de raio X

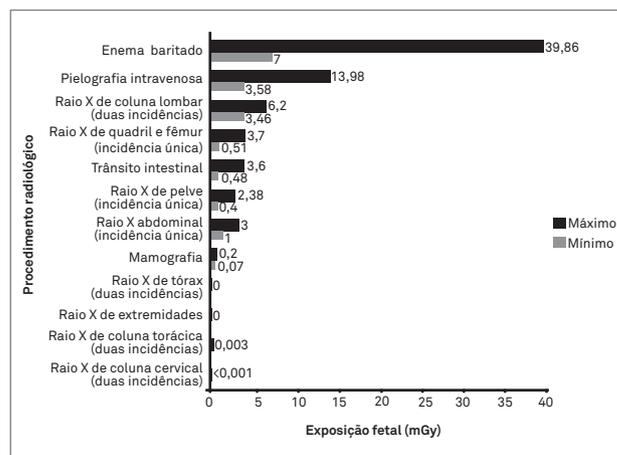


Figura 1: Exposição fetal estimada por alguns procedimentos radiológicos¹⁰

resulta em exposição fetal de apenas alguns milirads. A realização de exames radiológicos não pélvicos requer proteção uterina, o que diminui ainda mais a exposição fetal durante esses exames¹⁰. Se o útero está posicionado fora do campo de visão do procedimento radiológico, a radiação e a dose absorvida pelo concepto exposto são mínimas. Doses maiores de exposição ocorrem quando o concepto está no campo de visão do procedimento radiológico; nesse caso, a dose recebida pelo concepto depende da espessura da parede da paciente, da direção da incidência e da profundidade do concepto em relação à superfície da pele materna¹¹.

Especificamente os exames radiológicos de cabeça, pescoço, tórax e extremidades estão associados com níveis negligenciáveis de radiação ionizante para o concepto. Em caso de necessidade de investigação abdominal ou pélvica, recomenda-se a realização inicial de USG e, se inconclusiva, deve-se prosseguir com a investigação por meio da RNM, se disponível. Porém, se houver a necessidade da realização de exames radiográficos, fluoroscópicos ou de tomografia computadorizada em abdome e pelve para melhor esclarecimento diagnóstico de patologia materna, estes podem ser realizados, uma vez que a dose de irradiação fetal recebida raramente excede 25 mGy¹¹.

Quando uma exposição ocorrer, o primeiro passo é estimar a dose cumulativa para o feto¹².

O risco de anormalidade é considerado nulo em exposições à radiação ionizante de 50 mGy ou menos, enquanto o de má-formação está significativamente elevado apenas com

doses acima de 150 mGy. Portanto, procedimentos radiológicos diagnósticos raramente vão ocasionar efeitos danosos ao feto que justifiquem a interrupção da gestação. A probabilidade de nascimento de fetos malformados ou com câncer infantil após exposição intrauterina à radiação ionizante difere de acordo com a dose de radiação fetal¹¹ (Figura 2).

Os efeitos fetais determinísticos decorrentes da exposição a baixas doses de radiação ionizante diferem de acordo com a idade gestacional durante a exposição. Para que determinado efeito danoso ocorra no embrião ou feto é necessário ser atingido um limiar mínimo de radiação¹¹ (Quadro 1). Além disso, o fracionamento da radiação, ou seja, a realização de

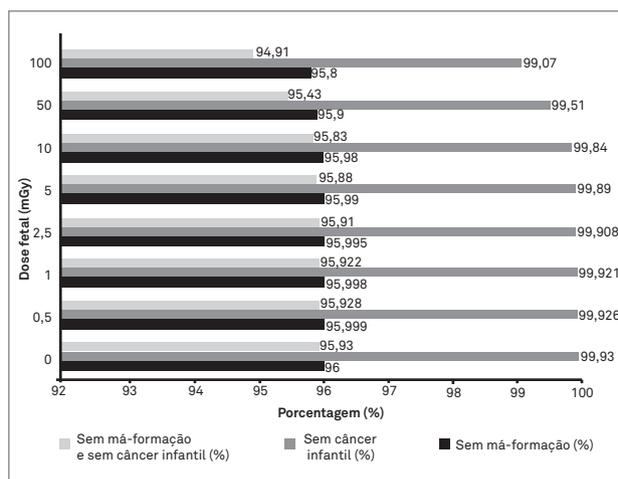


Figura 2: Probabilidade de nascimento sem má-formação ou câncer infantil após exposição à radiação ionizante¹¹

QUADRO 1: Efeitos fetais determinísticos da exposição a baixos níveis de radiação de acordo com a idade gestacional¹¹

Dose limiar de exposição aguda	0–2ª semana pós-concepção (Blastogênese)	2ª–7ª semana pós-concepção (Organogênese)	8ª–15ª semana pós-concepção	16ª–25ª semana pós-concepção	26ª–38ª semana pós-concepção
<50 mGy (5.000 rad)	Sem efeitos determinísticos detectáveis				
50–500 mGy (5.000–50.000 mrad)	Pequena incidência de falência de implantação do blastocisto*, mas os embriões sobreviventes provavelmente não apresentarão outros efeitos determinísticos.	Pequena incidência de más-formações graves; possível ocorrer restrição do crescimento.	Possível restrição do crescimento e redução do QI (≤15 pontos)*; incidência de retardo mental grave em ≤20%*.	Improvável a ocorrência de efeitos determinísticos.	
>500 mGy (>50.000 mrad)	Grande incidência de falência na implantação do blastocisto*, mas os embriões sobreviventes provavelmente não apresentarão outros efeitos determinísticos.	Pode aumentar a incidência de abortamento [§] ; risco substancial de más-formações graves (neurológicas e motoras); pode ocorrer restrição do crescimento.	Provável aumento da incidência de abortamento [§] ; provável restrição de crescimento e redução do QI (>15 pontos)*; incidência de retardo mental grave >20%*; provável aumento da incidência das más-formações graves.	Aumento da incidência de abortamento*; possível restrição do crescimento, redução do QI e retardo mental grave*; pode más-formações graves.	Pode aumentar a incidência de abortamento e morte neonatal* [§] .

*Efeito dose dependente

§A dose fetal de 1 Gy (1.000 mGy) é letal para 50% dos embriões. A dose necessária para matar 100% dos embriões humanos antes de 18 semanas de gestação é e cerca de 5 Gy (5.000 mGy)

múltiplos exames radiológicos em momentos distintos na gestante, está associado com uma menor gravidade dos efeitos determinísticos em comparação a uma exposição pontual de radiação ionizante¹³.

Efeitos determinísticos não são observados quando a exposição ocorre abaixo do limiar de 50 mGy em qualquer estágio da gestação. Na prática clínica, a dose limiar do embrião humano é provavelmente próxima a 100–200 mGy. Após 16 semanas da concepção, a dose limiar para ocorrência dos efeitos determinísticos aumenta para aproximadamente 500–700 mGy¹².

A possibilidade de haver aumento do risco de incidência de câncer após exposição à radiação por meio de exames diagnósticos é um dos temas mais controversos da medicina. Essa associação tem sido estudada desde os anos 1950, e já foi demonstrado haver um aumento da incidência de leucemia e de tumores sólidos após exposição de adultos e crianças. No entanto, a magnitude do risco da exposição às baixas doses de radiação intrauterina e se há variação desse valor em relação à idade gestacional ainda é tema de debate¹⁴.

Diversos estudos já foram realizados a respeito deste tema, porém algumas questões têm gerado obstáculos para haver uma resolução. Primeira, a dose que um indivíduo recebe em procedimentos diagnósticos e terapêuticos tem diminuído em razão da eficiência dos equipamentos embora a frequência tenha aumentado. Como consequência, estudos mais recentes realizados com esses novos equipamentos demonstraram uma menor probabilidade de associação. Segunda, doenças malignas da infância são raras. Por conta disso, estudos tendem a ser menos precisos em relação à baixa dose de radiação. A terceira limitação é a falta de informação precisa sobre a radiação dos estudos observacionais, havendo, conseqüentemente, classificações errôneas das doses de radiação e atenuação dos resultados¹⁴.

O risco de carcinogênese resultante da exposição intrauterina à radiação ionizante é incerto, mas é provavelmente ínfimo. Estima-se que a exposição fetal a 10–20 mGy aumente o risco de leucemia em 1,5 a 2 vezes e que cerca de 1 em cada 2.000 crianças expostas à radiação ionizante intrauterina desenvolverá leucemia na infância¹⁰.

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A tomografia computadorizada (TC) utiliza-se da mesma técnica da radiografia simples, com a diferença que a ampola de raios X e seus receptores giram em torno da mesa de exame obtendo imagens axiais.

A TC é o exame de imagem de maior risco para o feto por causa das altas doses de radiação e do aumento da frequência com que vem sendo usado nos dias atuais. No entanto, sua indicação precisa e com técnica adequada não contraindica

sua realização durante a gestação, sendo muitas vezes imprescindível e necessária.

Quando a USG não é capaz de fechar o diagnóstico, pode-se realizar estudo complementar com a tomografia principalmente nos casos de apendicite aguda e urolitíase (principalmente quando na transição ureterovesical).

As doses de exposição fetal no exame de tomografia dependem da topografia do estudo radiológico em relação ao útero¹⁵ (Figura 3).

ULTRASSONOGRAFIA E RESSONÂNCIA NUCLEAR MAGNÉTICA

Os métodos de diagnóstico por imagem mais utilizados atualmente durante a gestação para avaliar afecções maternas preexistentes, inerentes à gravidez ou relacionadas ao feto, são a USG e a RNM^{16,17}. Neles, a radiação ionizante é substituída pelo uso de ondas sonoras, no caso da USG, ou por um campo eletromagnético, na RNM^{10,15}.

A USG tem sido utilizada no Brasil há mais de três décadas; o primeiro equipamento (VIDOSON) foi instalado na Maternidade de São Paulo em 1975. Embora não existam relatos de efeitos adversos fetais com procedimentos ultrassonográficos, incluindo o Doppler^{10,17}, seu uso pode produzir efeitos no organismo. Suas ondas podem aquecer os tecidos, e seus efeitos a longo prazo não são conhecidos tanto para a mãe quanto para o feto¹⁸.

Trabalhos atuais ressaltam que a USG transvaginal pélvica pode também ser realizada com segurança em qualquer estágio da gestação, exceto nos casos de ruptura de membranas (contraindicação absoluta)¹⁹.

Já o Doppler USG tem a capacidade de produzir feixes mais intensos e, portanto, seu uso é indicado com cautela, mantendo sempre a menor intensidade e tempo de exposição possível¹⁷.

Os riscos para o feto estão associados com o aquecimento gerado pelo campo magnético (principalmente no primeiro trimestre) e com lesões acústicas causadas pelo pulso

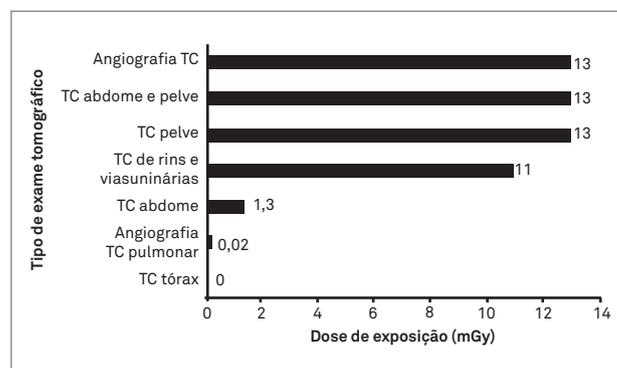


Figura 3: Média estimada das doses de radiação fetal adquirida por um exame tomográfico¹⁷. TC: Tomografia computadorizada.

de radiofrequência. Estudos recentes mostram que o ruído acústico gerado durante o exame é atenuado pelo líquido amniótico e chega ao feto com menos de 30 dB, o que torna a lesão acústica menos provável¹⁵.

Embora o ruído acústico e o nível de energia da USG 3D/4D sejam semelhantes a 2D, o tempo de exposição real do feto ao ultrassom pode ser significativamente maior no 3D/4D, já que é necessário selecionar o melhor plano na USG 2D para, a partir deste, ser feita a reconstrução, havendo, portanto, maior exposição¹⁹.

Para evitar possíveis lesões, o FDA americano determinou um limite de exposição de energia de 94 mW/cm² para o uso do ultrassom obstétrico^{10,18}.

A RNM tem sido utilizada para avaliação de doenças obstétricas e fetais por mais de 20 anos sem evidência de efeitos prejudiciais ao feto¹⁵. Apesar de a segurança a longo prazo da ressonância magnética não ter sido totalmente estabelecida, acredita-se que, em geral, o benefício proporcionado por ela na avaliação fetal supere de longe qualquer risco teórico¹. A maioria das imagens é feita a partir da 18ª semana de gestação, quando o tamanho fetal permite a visualização de diferentes anomalias, a movimentação fetal é menor e, portanto, não prejudica o exame, e ainda é evitada a exposição durante o pico de organogênese¹.

A maioria dos exames radiológicos que utilizam contrastes faz uso de compostos iodados, os quais não estão associados ao aumento da incidência de efeitos danosos ao feto, mas, sim, ao aumento da incidência de hipotireoidismo neonatal, devendo ser, assim, evitados durante a gestação^{10,17}.

CONCLUSÃO

O temor de que os exames diagnósticos com radiação ionizante possam levar a efeitos danosos ao feto são, em sua maior parte, injustificados, visto ser a dose fetal recebida após a maioria dos procedimentos bem inferior à dose limiar para ocorrência de efeitos danosos. Mesmo procedimentos radiológicos associados a doses maiores de radiação são altamente improváveis de causar efeitos danosos fetais, especialmente se realizados após a 16ª semana de gestação e quando há fracionamento da radiação. Não existe consenso ainda quanto à associação entre câncer infantil e a exposição intrauterina a exames radiológicos que utilizem radiação ionizante.

Exames contrastados devem ser evitados na gestante em razão do risco de hipotireoidismo neonatal pelo iodo.

Recomenda-se a ultrassonografia como exame inicial para avaliação de patologias na gestação, sendo a ressonância magnética utilizada como adjuvante, já que ambos não utilizam a radiação ionizante para constituir as imagens. Os demais exames, como raio X e tomografia computadorizada, ficam, portanto, reservados para os casos em que não seja possível fazer diagnóstico ultrassonográfico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos professores da Ginecologia e Obstetrícia da Faculdade de Medicina do ABC pela oportunidade da realização do estudo.

REFERÊNCIAS

- Levine D. Ultrasound versus magnetic resonance imaging in fetal evaluation. *Top Magn Reson Imaging*. 2001;12(1):25-38.
- Levine D. Magnetic resonance imaging in prenatal diagnosis. *Curr Opin Pediatr*. 2001;13(6):572-8.
- Lowe TW, Weinreb J, Santos-Ramos R, Cunningham FG. Magnetic resonance imaging in human pregnancy. *Obstet Gynecol*. 1985;66(5):629-33.
- Castro MA, Shipp TD, Castro EE, Ouzounian J, Rao P. The use of helical computed tomography in pregnancy for the diagnosis of acute appendicitis. *Am J Obstet Gynecol*. 2001;184(5):954-7.
- Chan WS, Ginsberg JS. Diagnosis of deep vein thrombosis and pulmonary embolism in pregnancy. *Thromb Res*. 2002;107(3-4):85-91.
- Goldman SM, Wagner LK. Radiologic management of abdominal trauma in pregnancy. *AJR*. 1996;166(4):763-7.
- Biral AR. Radiações ionizantes para médicos, físicos e leigos. Florianópolis: Insular; 2002. p. 232.
- Segreto HRC, Segreto RA. Revisão e atualização em radiobiologia: aspectos celulares, moleculares e clínicos. *Folha Med*. 2000;119:9-27.
- Brent RL. The effect of embryonic and fetal exposure to x-ray, microwaves, and ultrasound: counseling the pregnant and nonpregnant patient about these risks. *Semin Oncol*. 1989;16(5):347-68.
- ACGO Committee on Obstetric Practice. Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy. *Obstet Gynecol*. 2004;104(3):647-51
- McCullough CH, Schueler BA, Atwell TD, Braun NN, Regner DM, Brown DL, et al. Radiation exposure and pregnancy: when should we be concerned? *Radiographics*. 2007;27(4):909-18.
- Williams PM, Fletcher S. Health effects of prenatal radiation exposure. *Am Fam Physician*. 2010;82(5):488-93
- Brent RL. Saving lives and changing family histories: appropriate counseling of pregnant women and men and women of reproductive age, concerning the risk of diagnostic radiation exposures during and before pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*. 2009;200(1):4-24.
- Rajaraman P, Simpson J, Neta G, Gonzalez A, Ansell P, Linet M, et al. Early life exposure to diagnostic radiation and ultrasound scans and risk of childhood cancer: case-control study. *BMJ*. 2011;342:d472.
- Wieseler KM, Bhargava P, Kanal KM, Vaidya S, Stewart BK, Dighe MK. Imaging in pregnant patients: examination appropriateness. *Radiographics*. 2010;30(5):1215-29.

16. D'Ippolito G, Medeiros RB. Exames radiológicos na gestação. *Radiol Bras.* 2005;38(6):447-50.
17. Patel SJ, Reede DL, Katz DS, Subramaniam R, Amorosa JK. Imaging the pregnant patient for nonobstetric conditions: algorithms and radiation dose considerations. *RadioGraphics.* 2007;27(6):1705-22.
18. Department of Health and Human Services. Radiation-emitting products [Internet]. Disponível em: <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/MedicalImaging/ucm115357.htm>. Acesso em: out. 2011.
19. Sheiner E, Hackmon R, Shoram-Vardi I, Hussey MJ, Strassner HT, Abramowicz JS, *et al.* A comparison between acoustic output indices in 2D and 3D/4D ultrasound in obstetrics. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007;29(3):326-8.

Endereço para correspondência

Thamy Jay Garcia – Av. Lauro Gomes, 2000 – Sacadura Cabral – CEP: 09060-870 – Santo André (SP), Brasil – E-mail: thamyjay@gmail.com

Conflito de interesse: nada a declarar.