

Parâmetros de Prática AIUM para realização de um

## **Exame de Ultrassom do Sistema Cerebrovascular Extracraniano**

*Parâmetro desenvolvido em colaboração com o Colégio Americano de Radiologia, a Sociedade de Radiologia Pediátrica e a Sociedade de Radiologistas em Ultrassom*

O Instituto Americano de Ultrassom em Medicina (AIUM) é uma associação multidisciplinar dedicada ao avanço do uso seguro e eficaz de ultrassom em medicina através da educação profissional e pública, pesquisa, desenvolvimento de parâmetros e acreditação. Para promover esta missão, o AIUM tem o prazer de publicar, em conjunto com o Colégio Americano de Radiologia (ACR), a Sociedade de Radiologia Pediátrica (SPR) e a Sociedade de Radiologistas em Ultrassom (SRU), *este Parâmetro de Prática AIUM para a Realização de um Exame de Ultrassom do Sistema Cerebrovascular Extracraniano*. Nós estamos em débito com os muitos voluntários que contribuíram com tempo, conhecimento e energia para concluir este documento.

O AIUM representa toda a gama de ciências clínicas e básicas interessada no ultrassom diagnóstico médico e, com centenas de voluntários, o AIUM promove o uso seguro e eficaz do ultrassom na medicina clínica há mais de 50 anos. Este documento e outros como este continuarão avançando nessa missão.

Os parâmetros de prática do AIUM destinam-se a fornecer a comunidade médica de ultrassom parâmetros para a realização e guarda de exames de ultrassom de alta qualidade. Os parâmetros refletem o que o AIUM considera os critérios mínimos para um exame em cada área, mas não se destina a estabelecer um padrão legal de atendimento. Espera-se que as práticas credenciadas pela AIUM sigam geralmente os parâmetros com reconhecimento de que desvios desses parâmetros serão necessários em alguns casos, dependendo das necessidades do paciente e equipamento disponível. As práticas são incentivadas a ir além dos parâmetros para fornecer serviços e informações adicionais, conforme necessário.

### **I. Introdução**

Os aspectos clínicos contidos em seções específicas deste parâmetro (Introdução, Indicações, Especificações do Exame e Especificações do Equipamento) foram desenvolvidas em colaboração pelo Instituto Americano de Ultrassom em Medicina (AIUM), o Colégio Americano de Radiologia (ACR), Sociedade de Radiologia Pediátrica (SPR) e Sociedade de Radiologistas em Ultrassom (SRU). Recomendações para requisitos médicos, solicitação por escrito para o exame, documentação de procedimentos e controle de qualidade variam entre as 4 organizações e são abordados por cada uma separadamente.

Imagem por ultrassom usando imagem em escala de cinza, análise Doppler espectral e Doppler colorido (CDI), é um procedimento útil comprovado para avaliar as alterações extracranianas do sistema cerebrovasculare. Embora não seja possível detectar todas as anormalidades, a adesão aos seguintes parâmetros maximizarão a probabilidade de detectar a maioria das anormalidades cerebrovasculares extracranianas. Ocasionalmente, um exame adicional e / ou especializado pode ser necessário.

## **II Indicações**

Indicações para exame ultrassonográfico das artérias carótidas extracranianas e vertebrais incluem, mas não estão limitadas a:

1. Avaliação de pacientes com sintomas neurológicos hemisféricos, incluindo acidente vascular cerebral, ataque isquêmico transitório e amaurose fugaz <sup>1-4</sup>;
2. Avaliação de pacientes com sopro cervical;
3. Avaliação das massas pulsáteis do pescoço;
4. Avaliação pré-operatória de pacientes agendados para grandes procedimentos cirúrgicos cardiovasculares;
5. Avaliação de sintomas neurológicos não hemisféricos ou inexplicáveis;
6. Avaliação de acompanhamento de pacientes com doença carotídea comprovada;
7. Avaliação de pacientes no pós-operatório ou pós-intervenção após revascularização cerebrovascular, incluindo endarterectomia carotídea, stent ou artéria carótida-subclávia ponte de safena;
8. Monitoramento intraoperatório de cirurgia vascular;
9. Avaliação da suspeita de síndrome do roubo da subclávia<sup>5</sup>
10. Avaliação para suspeita de dissecação da artéria carótida<sup>6</sup>, fístula arteriovenosa ou pseudoaneurisma;
11. Avaliação de pacientes com reconstrução carotídea após derivação extracorpórea por membrana de oxigenação;
12. Avaliação de pacientes com síncope, convulsões ou tontura;
13. Triagem de pacientes de alto risco: aterosclerose em outros lugares, histórico de radiação na cabeça e pescoço, displasia fibromuscular conhecida (FMD), arterite de Takayasu ou outra vasculopatia em outra localização;
14. Trauma no pescoço;
15. Placa de Hollenhorst visualizada no exame da retina.

## **III Qualificações e Responsabilidades do Médico**

Veja [www.aium.org](http://www.aium.org) para Declarações Oficiais da AIUM, incluindo *Padrões e Diretrizes para as Práticas de Ultrassom* e Diretrizes relevantes para Treinamento de Médicos. <sup>7</sup>

## **IV Solicitação por escrito para o exame**

A solicitação por escrito ou eletrônica para um exame de ultrassom deve fornecer informações para permitir a realização e a interpretação adequados do exame.

A solicitação para o exame deve ser originada por um médico ou outro profissional apropriado profissional de saúde licenciado ou sob a direção do profissional. As informações do acompanhamento clínico, devem ser fornecidas por um médico ou outro profissional de saúde

adequado e familiarizado com a situação clínica do paciente e devem ser consistentes com as normas legais e locais relevantes e requisitos da instituição de saúde.

## **V. Especificações do exame**

A avaliação ultrassonográfica cerebrovascular extracraniana consiste na avaliação do acesso das porções acessíveis da carótida comum, carótida externa, interna e artérias vertebrais.

### **A. Técnica de Estudo**

Todas as artérias devem ser escaneadas usando técnicas apropriadas de escala de cinza e Doppler e posicionamento adequado do paciente<sup>2, 3,8</sup>. As artérias carótidas comuns e carótidas internas devem ser escaneadas em escala de cinza e com Doppler colorido o mais completamente possível. A angulação caudal do transdutor na área supraclavicular e a angulação cefálica ao nível da mandíbula podem ajudar a análise.<sup>3-4</sup> As artérias vertebrais podem ser avaliadas entre os processos transversais vertebrais no pescoço médio ou em suas origens. Imagem em escala de cinza da artéria carótida comum, da sua bifurcação, e as artérias carótidas interna e externa devem ser realizadas nos planos longitudinal e transversal. O ganho deve ser otimizado para detectar a parede do vaso, placa, e outras anormalidades.

Doppler colorido deve ser usado para detectar áreas de estreitamento e fluxo anormal para selecionar áreas para a análise espectral. O Doppler colorido também é útil para detectar ramos da artéria da carótida externa para identificar definitivamente esse vaso. Doppler colorido deve ser usado para esclarecer a causa de diferenças de imagem / Doppler pulsado e para detectar canais de fluxo estreitos em locais de estenose. Doppler de amplitude pode ser complementar ao Doppler colorido para procurar um canal estreito de fluxo residual em suspeita de oclusão ou quase oclusão.

As medidas espectrais da velocidade Doppler de eixo longitudinal com correção de ângulo devem ser obtidas em locais representativos em todos os vasos. Além disso, a varredura nas áreas de estenose ou suspeitas de estenose deve ser adequada para determinar a velocidade sistólica máxima associada com a estenose e documentar distúrbios na forma de onda distal à estenose.

A correção consistente do ângulo é essencial para determinar a velocidade do fluxo sanguíneo<sup>2</sup>. As correções de ângulo de todas as ondas espectrais com Doppler devem ser obtidas a partir de imagens longitudinais.

Todos os pacientes em uma instituição devem ser escaneados com a mesma técnica de correção de ângulo (paralelo à parede do vaso ou alinhado com o lúmen da cor) para garantir consistência entre os exames e entre pacientes. O ângulo entre a direção do fluxo de sangue e o sinal de ultrassom Doppler aplicado (ângulo  $\Theta$  [theta], o ângulo Doppler) deve estar entre 45 e 60° sempre que possível. O erro de velocidade relacionado ao ângulo incorreto aumenta com o ângulo Doppler, especialmente em ângulos acima de 60°. Deve ser evitado sempre que possível ângulos acima de 60°, pois a velocidade calculada usando ângulos excessivamente altos é falha. Técnicas para obter um ângulo apropriado (por exemplo, angulação do transdutor em sentido do calcanhar e dedo do pé) podem ser necessárias. Desvios do protocolo podem ser inevitáveis (por exemplo, pode não ser possível obter um ângulo apropriado com um vaso muito tortuoso), mas deve ser minimizado. O ganho do Doppler espectral deve ser apropriado para o vaso escaneado.

Um ganho excessivo ou inadequado pode levar a erros no diagnóstico. A escala Doppler deve ser configurada para maximizar o tamanho das formas de onda sem resultar em *aliasing* para melhorar a precisão e reprodutibilidade da medição. As imagens devem ser obtidas com adequada técnica de Doppler colorido para demonstrar o preenchimento do lúmen normal e / ou distúrbios do fluxo associados à estenoses. A escala Doppler colorida deve ser escolhida para evitar *aliasing* em velocidades típicas da carótida, e o ganho deve ser definido para minimizar artefatos.

## B. Documentação

1. Escala de cinza: No mínimo, para cada lado normal avaliado, as imagens em escala de cinza devem ser obtidas em cada um dos seguintes níveis:

- a. Eixo longo da artéria carótida comum;
- b. Eixo longo, na bifurcação da artéria carótida;
- c. Eixo longo da artéria carótida interna para incluir sua origem; e
- d. Eixo curto da artéria carótida interna proximal.

Se forem encontradas anormalidades, imagens adicionais devem ser documentadas:

- a. Se houver placas ateroscleróticas, localização, extensão e características devem ser documentado com imagens em escala de cinza nos planos longitudinal e transversal.
- b. Outras anormalidades vasculares ou perivasculares significativas devem ser documentadas.

2. Doppler colorido: No mínimo, para cada lado normal avaliado, imagens Doppler coloridas (usando cores apenas ou como parte da imagem espectral do Doppler) devem ser obtidas nos seguintes níveis:

- a. Eixo longitudinal da artéria carótida comum distal;
- b. Eixo longitudinal da artéria carótida proximal e médio-interna;
- c. Eixo longitudinal da artéria carótida externa (com identificação de um ramo, se possível); e
- d. Eixo longitudinal da artéria vertebral.

Se forem encontradas anormalidades, imagens adicionais devem ser gravadas.

- a. Se houver placas ateroscleróticas, a extensão e o efeito no lúmen devem ser registrados.
- b. Nos casos de oclusão, uma imagem Doppler colorida e / ou de amplitude do vaso anormal deve ser obtida.
- c. Outras anormalidades vasculares ou perivasculares significativas devem ser documentadas.

3. Doppler espectral: para cada lado normal avaliado, as formas de onda espectrais do Doppler e as velocidades de pico sistólicas máximas devem ser registradas em cada um dos seguintes níveis:

- a. Artéria carótida comum proximal;
- b. Artéria carótida comum média ou distal (2 a 3 cm abaixo da bifurcação);
- c. Artéria carótida interna proximal;

d. Artéria carótida interna cervical média a distal;

e Artéria carótida externa proximal; e

f. Artéria vertebral (no pescoço ou perto da origem).

Se for encontrada ou houver suspeita de estenose significativa, imagens adicionais devem ser registradas e o local da estenose determinado:

a. No local de velocidade máxima devido à estenose;

b. Distal ao local da velocidade máxima para documentar a presença ou ausência de fluxo alterado.

As taxas de velocidade e velocidade diastólica também podem ser calculadas conforme a necessidade, dependendo dos critérios de interpretação laboratorial.

A velocidade de pico sistólica máxima e a direção do fluxo em cada uma das artérias vertebrais devem ser registradas. Os *stents* requerem imagens adicionais. Em pacientes com *stents* de permanência, escala de cinza, Doppler colorido e espectral deve ser usado para avaliar o lúmen, a implantação do stent e o fluxo dentro de cada stent e fluxo proximal e distal a cada stent. O local de maior velocidade de pico sistólico bem como as formas de onda distais a este sítio devem ser registradas.

### C. Interpretação

A interpretação das imagens de ultrassom cerebrovascular requer cuidadosa atenção ao protocolo e critérios de interpretação.

1. Cada laboratório deve ter critérios de interpretação utilizados por todos os membros do pessoal técnico e médico.

2. Os critérios de diagnóstico devem ser derivados da literatura ou da validação interna baseados em correlação com outras modalidades de imagem ou correlação cirúrgica e / ou patológica.  
2,3,6,10-15

3. O relatório deve indicar categorias de estenose da artéria carótida interna clinicamente úteis e aceitas nacional ou internacionalmente e com base principalmente em critérios de velocidade e análise de formas de onda.<sup>1-3</sup> Estenoses acima de 50% devem ser graduadas dentro de um intervalo (por exemplo, 50% a 69% ou 70% a quase oclusão) ou um grau numérico (por exemplo, 60% ± 10%) para fornecer informações adequadas para a tomada de decisão clínica.

4. Inúmeros fatores podem aumentar ou diminuir falsamente as velocidades (por exemplo, doença sistêmica, doença cardiovascular, doença grave ou oclusão contralateral, quase estenoses oclusivas).<sup>8, 16-18</sup> Critérios simples de velocidade podem não ser válidos para uma população mais jovem que o normal. Critérios secundários como índices podem ser úteis nessas circunstâncias.

5. O relatório deve descrever formas de onda anormais, se presentes.<sup>5,19</sup>

6. O relatório deve indicar a direção do fluxo da artéria vertebral.

7. O relatório pode caracterizar placas, dependendo dos critérios de interpretação laboratorial.  
20-24

8. O relatório deve descrever anormalidades não vasculares significativas.

9. Os critérios para estenose das artérias carótida comum e vertebral diferem dos critérios da da artéria carótida interna<sup>25,26</sup>

10. Um limiar de velocidade que indica estenose carotídea externa não é estabelecido. Uma descrição simples indicando uma estenose, se presente, pode ser relatada. Identificação de estenose pode basear-se na escala de cinza e / ou estreitamento do fluxo de cores, velocidade elevada através da estenose e formas de onda pós-estenótica típicas.

11. Os critérios de velocidade para estenose após intervenções podem exigir critérios diferentes dos vasos nativos.<sup>27, 28</sup> Os *stents* requerem critérios de velocidade diferentes dos vasos nativos.<sup>29-32</sup>

## **VI Documentação**

A documentação adequada é essencial para o atendimento de alta qualidade ao paciente. Deve haver um registro permanente do exame ultrassonográfico e de sua interpretação. Imagens de todos as áreas normais e anormais devem ser registradas. Variações do tamanho normal devem ser acompanhadas por medidas. As imagens devem ser rotuladas com a identificação do paciente, identificação da instituição, data do exame e lado (direito ou esquerdo) do local anatômico fotografado. Uma interpretação oficial (relatório final) dos achados ultrassonográficos deve ser incluída no registro médico do paciente. A retenção do exame de ultrassom deve ser consistente tanto com necessidades clínicas e com requisitos legais e locais relevantes para os serviços de saúde.

Os relatórios devem estar de acordo com o *Parâmetro Prático AIUM para a Documentação de um Exame por Ultrassom*.<sup>33</sup>

## **VII Especificações do equipamento**

O exame deve ser realizado com equipamento em tempo real com capacidade Doppler, de preferência usando um transdutor linear. O exame deve usar a maior frequência clinicamente apropriada, percebendo que há uma troca entre resolução e penetração do feixe.

As frequências de imagem devem ter 5,0 MHz ou mais. A análise do fluxo Doppler deve ser realizada com uma frequência de 3,0 MHz ou superior. Frequências mais baixas são ocasionalmente apropriadas em pacientes com *habitus* corporal grande ou vasos densamente calcificados. Exame usando transdutores de baixa frequência também podem ser úteis quando os vasos não são adequadamente visualizados com frequências mais altas. A imagem com Doppler colorido pode ser usada para localizar anormalidades no fluxo sanguíneo, colocação da amostra do volume para a análise espectral Doppler, facilitando assim o exame.

## **VIII Controle de Qualidade e Melhoria, Segurança, Infecção, Controle e Educação do Paciente**

Políticas e procedimentos relacionados ao controle de qualidade, educação do paciente, controle de infecção e segurança deve ser desenvolvida e implementada de acordo com as *Normas e Diretrizes AIUM para Acreditação de Práticas de Ultrassom*.

O monitoramento do desempenho do equipamento deve estar de acordo com os *Padrões e Diretrizes AIUM para Acreditação de Práticas de Ultrassom*.<sup>34</sup>

## **IX Princípio ALARA**

Os benefícios e riscos potenciais de cada exame devem ser considerados. O ALARA (tão baixo quanto razoavelmente possível) deve ser observado ao ajustar controles que afetam a potência acústica e considerando o tempo de espera do transdutor. Mais detalhes sobre ALARA pode ser encontrada na publicação AIUM *Segurança Médica do Ultrassom, Terceira Edição*.

### **Agradecimentos**

Este parâmetro foi revisado pelo Instituto Americano de Ultrassom em Medicina (AIUM) em colaboração com o Colégio Americano de Radiologia (ACR), a Sociedade de Radiologia Pediátrica (SPR) e a Sociedade de Radiologistas em Ultrassom (SRU) de acordo com o descrito no Manual do Comitê de Padrões Clínicos da AIUM.

### **Comitê Colaborativo**

Os membros representam suas sociedades nas revisões inicial e final deste parâmetro

#### **ACR**

Laurence Needleman, MD, Chair

Monica S. Epelman, MD

Edward G. Grant, MD

#### **AIUM**

David M. Paushter, MD

John S. Pellerito, MD

Leslie M. Scoutt, MD

#### **SPR**

Harris L. Cohen, MD

Harriet J. Paltiel, MD

#### **SRU**

Barbara S. Hertzberg, MD

Mark A. Kliewer, MD

### **Comitê de Padrões Clínicos da AIUM**

Joseph Wax, MD,

Chair John Pellerito, MD, Vice Chair

Susan Ackerman, MD

Sandra Allison, MD

Genevieve Bennett, MD

Bryann Bromley, MD

Rob Goodman, MB, BChir

Resa Lewiss, MD

David Paushter, MD

Dolores Pretorius, MD

Tatjana Rundek, MD, PhD

Khaled Sakhel, MD Ants Toi, MD

Isabelle Wilkins, MD

Original copyright 2002; revised 2016, 2011, 2007 Renamed 2015

## Referências

1. Eliasziw M, Rankin RN, Fox AJ, Haynes RB, Barnett HJ. Accuracy and prognostic consequences of ultrasonography in identifying severe carotid artery stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) group. *Stroke* 1995; 26:1747–1752.
2. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, et al. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis—Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology* 2003; 229:340–346.
3. Oates CP, Naylor AR, Hartshorne T, et al. Joint recommendations for reporting carotid ultrasound investigations in the United Kingdom. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2009; 37:251–261.
4. Polak JF. Carotid ultrasound. *Radiol Clin North Am* 2001; 39:569–589.
5. Kliewer MA, Hertzberg BS, Kim DH, Bowie JD, Courneya DL, Carroll BA. Vertebral artery Doppler waveform changes indicating subclavian steal physiology. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 174:815–819.
6. Steinke W, Rautenberg W, Schwartz A, Hennerici M. Noninvasive monitoring of internal carotid artery dissection. *Stroke* 1994; 25:998–1005.
7. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM Physician Training Guidelines <http://www.aium.org/resources/ptGuidelines.aspx>
8. Horrow MM, Stassi J, Shurman A, Brody JD, Kirby CL, Rosenberg HK. The limitations of carotid sonography: interpretive and technology-related errors. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 174:189–194.
9. Griewing B, Morgenstern C, Driesner F, Kallwellis G, Walker ML, Kessler C. Cerebrovascular disease assessed by color-flow and power Doppler ultrasonography: comparison with digital subtraction angiography in internal carotid artery stenosis. *Stroke* 1996; 27:95–100.
10. Grant EG, Duerinckx AJ, El Saden S, et al. Doppler sonographic parameters for detection of carotid stenosis: is there an optimum method for their selection? *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172:1123–1129.
11. Heijenbrok-Kal MH, Buskens E, Nederkoorn PJ, Van Der Graaf Y, Hunink MG. Optimal peak systolic velocity threshold at duplex US for determining the need for carotid endarterectomy: a decision analytic approach. *Radiology* 2006; 238:480–488.



12. Moneta GL, Edwards JM, Chitwood RW, et al. Correlation of North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) angiographic definition of 70% to 99% internal carotid artery stenosis with duplex scanning. *J Vasc Surg* 1993; 17:152–159.
13. Bluth EI, Kay D, Merritt CR, et al. Sonographic Characterization of carotid plaque: detection of hemorrhage. *Am J Neuroradiol.* 1986;7(2):311-315.
14. Bluth EI, Kay D, Merritt CR, et al. Sonographic characterization of carotid plaque: detection of hemorrhage. *AJR Am J Roentgenol.* 1986;146(5):1061-1065.
15. Bluth EI, Stavros AT, Marich KW, Wetzner SM, Aufrichtig D, Baker JD. Carotid duplex sonography: a multicenter recommendation for standardized imaging and Doppler criteria. *Radiographics.* 1988;8(3):487-506.
16. El-Saden SM, Grant EG, Hathout GM, Zimmerman PT, Cohen SN, Baker JD. Imaging of the internal carotid artery: the dilemma of total versus near total occlusion. *Radiology* 2001; 221:301–308.
17. Heijenbrok-Kal MH, Nederkoorn PJ, Buskens E, Van Der Graaf Y, Hunink MG. Diagnostic performance of duplex ultrasound in patients suspected of carotid artery disease: the ipsilateral versus contralateral artery. *Stroke* 2005; 36:2105–2109.
18. Romero JM, Lev MH, Chan ST, et al. US of neurovascular occlusive disease: interpretive pearls and pitfalls. *Radiographics* 2002; 22:1165–1176. 2016—AIUM PRACTICE PARAMETER—Extracranial Cerebrovascular Ultrasound 8 extracranial.qxp\_1115 6/29/16 3:54 PM Page 8
19. Kim ES, Thompson M, Nacion KM, Celestin C, Perez A, Gornik HL. Radiologic importance of a high-resistive vertebral artery Doppler waveform on carotid duplex ultrasonography. *J Ultrasound Med* 2010; 29:1161–1165.
20. Biasi GM, Froio A, Diethrich EB, et al. Carotid plaque echolucency increases the risk of stroke in carotid stenting: the Imaging in Carotid Angioplasty and Risk of Stroke (ICAROS) study. *Circulation* 2004; 110:756–762.
21. Bluth EI. Evaluation and characterization of carotid plaque. *Semin Ultrasound CT MR* 1997; 18:57–65.
22. Kwee RM. Systematic review on the association between calcification in carotid plaques and clinical ischemic symptoms. *J Vasc Surg* 2010; 51:1015–1025.
23. Mayor I, Momjian S, Lalive P, Sztajzel R. Carotid plaque: comparison between visual and grey-scale median analysis. *Ultrasound Med Biol* 2003; 29:961–966.
24. Polak JF, Shemanski L, O’Leary DH, et al. Hypoechoic plaque at US of the carotid artery: an independent risk factor for incident stroke in adults aged 65 years or older. *Cardiovascular Health Study. Radiology* 1998; 208:649–654.
25. Lee VS, Hertzberg BS, Workman MJ, et al. Variability of Doppler US measurements along the common carotid artery: effects on estimates of internal carotid arterial stenosis in patients with angiographically proved disease. *Radiology* 2000; 214:387–392.
26. Slovut DP, Romero JM, Hannon KM, Dick J, Jaff MR. Detection of common carotid artery stenosis using duplex ultrasonography: a validation study with computed tomographic angiography. *J Vasc Surg* 2010; 51:65–70.

27. Aburahma AF. Duplex criteria for determining  $\geq 50\%$  and  $\geq 80\%$  internal carotid artery stenosis following carotid endarterectomy with patch angioplasty. *Vascular*. 2011;19(1):15-20.
28. Aleksic N, Tanaskovic S, Radak S, et al. Color duplex sonography in the detection of internal carotid artery restenosis after carotid endarterectomy: comparison with computed tomographic angiography. *J Ultrasound Med*. 2011;30(12):1677-1682.
29. Aburahma AF, Abu-Halimah S, Bensenhaver J, et al. Optimal carotid duplex velocity criteria for defining the severity of carotid in-stent restenosis. *J Vasc Surg* 2008; 48:589–594.
30. Fleming SE, Bluth EI, Milburn J. Role of sonography in the evaluation of carotid artery stents. *J Clin Ultrasound* 2005; 33:321–328.
31. Stanziale SF, Wholey MH, Boules TN, Selzer F, Makaroun MS. Determining in-stent stenosis of carotid arteries by duplex ultrasound criteria. *J Endovasc Ther* 2005; 12:346–353.
32. Zhou W, Felkai DD, Evans M, et al. Ultrasound criteria for severe in-stent restenosis following carotid artery stenting. *J Vasc Surg* 2008; 47:74–80.
33. AIUM Practice Parameter for Documentation of an Ultrasound Examination. 2014. <http://www.aium.org/resources/guidelines/documentation.pdf>
34. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM Standards and Guidelines for the Accreditation of Ultrasound Practices. Approved October 31, 2015. <http://www.aium.org/officialStatements/26>