

Doença Carotídea: Processo de Investigação por Imagem

Roberto de Magalhães Carneiro de Oliveira¹

RESUMO

A adequada utilização dos métodos de diagnóstico por imagem nas doenças carotídeas é essencial para a segurança na indicação da conduta terapêutica. Neste artigo, fazemos a revisão dos métodos mais utilizados, ressaltando suas limitações e suas vantagens.

Unitermos: Doença carotídea, diagnóstico.

Introdução

As artérias carótidas são local de freqüentes alterações responsáveis por infartos cerebrais. A mais comum é a doença aterosclerótica carotídea, principal foco desse módulo. Contudo, devemos sempre nos lembrar de outras condições responsáveis por infartos cerebrais e que também necessitam de exames de imagem para sua confirmação, como a dissecação arterial, a displasia fibromuscular, os *kinkings*, os aneurismas extracranianos e as estenoses por compressão de massas cervicais ou após radioterapia. Principalmente, tratando-se de dissecações arteriais, devemos ressaltar o aumento de sua incidência por melhores métodos diagnósticos e o valor do diagnóstico precoce na evolução do paciente.

Alguns dos principais estudos sobre tratamento cirúrgico da estenose carotídea foram publicados na última década, trazendo mais segurança nas decisões terapêuticas^{1,2}. Contudo, a partir de então, o método diagnóstico para orientação da forma de tratamento tem sido objeto de discussão. A questão mais freqüente é se há a necessidade de exames invasivos, como a angiografia para a indicação cirúrgica, ou se métodos não-invasivos, como o ultra-som (US) modo B, seriam suficientes para tanto. Com o desenvolvimento de outros métodos de diagnóstico por imagem, como a angiorressonância e a angiotomografia, essa discussão ficou ainda mais complexa.

A doença aterosclerótica carotídea é mais freqüentemente encontrada na área próxima à sua bifurcação e na porção inicial da artéria carótida interna (ACI). Placas carotídeas são encontradas em aproximadamente 40% dos infartos cerebrais e podem provocar infartos por diferentes mecanismos: a) causando estenose grave ou oclusão da luz; b) embolia artério-arterial a partir da ruptura de uma placa ou ulceração; c) hemorragia intraplaca pode ocorrer com oclusão ou embolia artério-arterial. A detecção dessas alterações pode indicar a causa do infarto cerebral e sua correta prevenção secundária.

Atualmente, várias técnicas de diagnóstico por imagem das doenças vasculares carotídea e vertebral estão disponíveis em grandes centros, podendo ser divididas em não-invasivas (nas quais não é necessário injeção de meio de contraste), relativamente não-invasivas (há meio de contraste injetado intravenoso) e invasivas (meio de contraste injetado intra-arterialmente). O risco aumenta progressivamente do método não-invasivo para o invasivo³.

Ultra-som (US)

O exame de US das carótidas é o método não-invasivo padrão para a avaliação de estenoses carotídeas. A porção do sistema carotídeo avaliado pelo US também é a mais freqüentemente acometida por doença aterosclerótica. O US dúplex consiste no exa-

¹ Neurologista do Complexo Hospitalar São Luiz e do Setor de Doenças Neurovasculares da Disciplina de Neurologia da Escola Paulista de Medicina – Unifesp.

me de US modo B combinado com o Doppler de pulso. O US Doppler colorido, ou Doppler de fluxo em cores, além de fornecer informação sobre a velocidade do fluxo, permite avaliar sua direção.

Tabela 1 Métodos de diagnóstico por imagem do sistema carotídeo

- | | |
|----|--|
| a) | não-invasivas: ultra-som (por pulso de onda, modo B, Doppler, com fluxo em cores, dúplex, etc.); angiografia por ressonância magnética ou angiorressonância; |
| b) | relativamente não-invasivas: angiotomografia computadorizada; |
| c) | invasivas: angiografia cerebral. |

O US modo B é o método mais sensível para a detecção de pequenas placas, enquanto o Doppler é praticamente insensível a estenoses inferiores a 40%, mas permite detectar estenoses de alto grau. O Doppler colorido permite a realização de exames mais rápidos e pode potencialmente reduzir o tempo de identificação das áreas de anormalidade.

As indicações do US dúplex são: a) avaliação de pacientes com ataques isquêmicos transitórios ou infartos em território carotídeo; b) avaliação de sopro carotídeo sintomático ou assintomático; c) acompanhamento de pacientes submetidos à endarterectomia ou à colocação de *stent*; d) avaliação da progressão da placa ou estenose; e) avaliação pré-operatória de pacientes coronarianos com risco de doença carotídea; f) avaliação de massa pulsátil cervical ou do envolvimento carotídeo por neoplasias de cabeça e pescoço.

O US tem a grande vantagem de prestar-se a estudos populacionais com razoável sensibilidade, mesmo em indivíduos assintomáticos, procurando estenoses moderadas a graves. É o método de eleição para triagem de grandes populações. A estenose de carótida é um potente agente preditor de morte⁴.

US modo B

O US modo B fornece informações sobre a anatomia da artéria, incluindo o tamanho do vaso e sua configuração espacial, avaliando a parede da artéria quanto à presença de espessamento ou placas. Imagens de alta resolução permitem distinguir a íntima, a média e a adventícia.

Estudos mais recentes têm sugerido que a morfologia da placa tem valor prognóstico^{5,6}. Hennerici classificou a placa em fibrosa (também chamada homogênea), mole (heterogênea, consistindo em placa mais

complexa, contendo lípidos, tecido fibroso, depósito proteínico e, ocasionalmente, alguma hemorragia) e dura (placas calcificadas)⁷. A placa fibrosa é bastante estável, tendendo a progredir pouco durante 18 meses de acompanhamento, enquanto a placa mole está mais sujeita à progressão. Ulcerações de placa podem eventualmente ser reconhecidas em aproximadamente 50% dos casos, índice semelhante aos da angiografia. Esse tipo de US pode ter dificuldade para identificar as placas ulceradas de pequenas proporções, e um espaço entre duas placas pode ser interpretado como uma úlcera. O US modo B pode detectar espessamento médio-intimal e precocemente a formação da placa. O grau de estenose pode ser calculado pelo estreitamento da luz.

Nas dissecções arteriais, o US revela dupla luz e, raramente, é possível documentar o movimento de bater de asas da íntima descolada (*flapping*). Não é um exame de alta sensibilidade para essa ocorrência, mas o fato de não ser invasivo e de fácil realização pode poupar-nos da realização de angiografia.

Os principais problemas que envolvem o uso do US modo B são: a) grandes placas calcificadas podem provocar o sombreado da artéria, impedindo correta avaliação de seu diâmetro; b) a imagem ótima do US modo B é obtida com ângulo reto sobre a superfície da pele para estruturas paralelas a essa superfície, e as artérias de maior interesse como a ACI e a artéria carótida externa não estão paralelas à superfície; c) placas moles hipocóicas ou isoecóicas podem não ser detectadas pelo US modo B; d) trombos são frequentemente isoecóicos ao sangue, e não detectados; e) a bifurcação da carótida pode estar alta ou muito profunda em relação ao transdutor e não ser possível sua visualização; f) a placa está com frequência excentricamente localizada e a imagem bidimensional pode não representar adequadamente, gerando super ou subestimação do grau de estenose; g) geralmente existe pouca correlação entre a ulceração da placa ao US modo B e a angiografia; h) não é possível adequada identificação de imagem hipocóica intraplaca, que possa corresponder a cristais de colesterol, necrose ou hemorragia; i) não é possível detectar doença arterial proximal ou distal.

US Doppler

O US Doppler permite análise da velocidade de fluxo arterial. Avaliando o padrão de onda, pode-se ter idéia do suprimento sanguíneo para esse vaso. O US Doppler requer uma angulação do transdutor entre 60 e 70 graus. Uma série de fatores pode interferir na determinação da velocidade de fluxo, tais como: débito cardíaco, pressão arterial, hematócrito, tama-

nho do vaso, estreitamento ou dilatação do vaso, resistência arteriolar periférica e obstrução proximal ou distal do vaso.

O US Doppler tem sido usado para quantificar a estenose arterial. Todavia, estenoses menores que 40% não são adequadamente identificadas. O grau de estenose é medido pela variação da velocidade. Havendo estenose, a velocidade aumenta conforme aumenta o estreitamento do vaso. A aceleração é máxima no ponto de maior estenose. O máximo de velocidade aparece com estenose de 90%; acima disso, há aumento da resistência ao fluxo próximo à estenose e diminuição da velocidade do fluxo sanguíneo. A turbulência que aparece após a estenose ajuda na sua localização e quantificação.

O US Doppler apresenta as seguintes limitações: a) inabilidade para determinar a direção do fluxo no vaso, ou angulação inadequada do transdutor, alterando a leitura do fluxo; b) placa densamente calcificada pode simular oclusão total da ACI; c) arritmias ou baixo débito cardíaco podem prejudicar a determinação da velocidade do fluxo.

US Doppler colorido

O US Doppler colorido apresenta a direção do fluxo por diferentes cores, e a intensidade do fluxo (KHz) pela intensidade do brilho. Ele é diretamente superposto ao US modo B. Esse exame permite rápida interpretação pelo examinador, reduzindo o tempo de exame. Além disso, o US Doppler colorido permite a identificação de estenoses bastante intensas e auxilia na avaliação de artérias não-paralelas à superfície da pele.

O US Doppler colorido apresenta os seguintes problemas: a) a cor representa a média de mudança de frequência (não o pico sistólico) e todos os critérios de estenose consideram a velocidade de pico sistólico; b) a alteração no ângulo de incidência do US (que deve ser de 60 graus) pode simular aumento da velocidade.

Dúplex de carótida

O dúplex de carótida mostrou sensibilidade e especificidade acima de 90% para a detecção de estenose de carótida superior a 50%. É hoje um método não-invasivo bem estabelecido para a avaliação da porção cervical das artérias carótidas. As conclusões sobre gravidade da estenose são baseadas na análise do exame de US modo B, assim como o padrão de onda do US Doppler.

O dúplex de carótida pode apresentar os seguintes problemas: a) dificuldade de avaliar a placa e a gravidade da estenose por hipocogenicidade da placa (resultando em subestimação do tamanho da placa); b) sombra

acústica provocada por placa muito calcificada, dificultando a visualização de estruturas mais profundas do próprio vaso; c) detectar falsa úlcera entre duas placas próximas; d) o fluxo sanguíneo cerebral (FSC) diminui com a idade, e as artérias tendem a tornar-se mais largas. Isso resulta em menores velocidades nos mais idosos ou maiores velocidades nos mais moços; e) algumas circunstâncias clínicas podem alterar os resultados, como anemia (aumenta o FSC) ou policitemia (diminui o FSC), febre (aumenta o FSC), débito cardíaco e arritmias cardíacas.

O uso de agentes de contraste para sensibilizar o método de US dúplex ou o US colorido de carótidas tem apresentado resultados controversos. Estudo prospectivo, procurando avaliar a sensibilidade do método de US dúplex colorido com e sem contraste (Levovist® 300 mg/ml), em 36 pacientes com estenose crítica ou oclusão total da ACI, não encontrou diferença estatística significativa⁸. Outro estudo com 85 pacientes avaliou a sensibilidade do US dúplex com e sem contraste (Levovist®), controlado por angiografia em 82 pacientes, detectando 8,2% de falsas oclusões ao US dúplex sem contraste. Houve 100% de correlação entre o US dúplex com contraste e a angiografia carotídea⁹.

Novos métodos, como o US 3D, têm trazido novas perspectivas no diagnóstico e no seguimento de pacientes com placas carotídeas, calcificadas ou ulceradas¹⁰.

Angiografia por ressonância magnética ou angiorressonância (angio-RM)

Angio-RM é a denominação dada a uma série de abordagens por ressonância magnética para a avaliação de vasos (artérias e veias). Essas diferentes abordagens são realizadas por geração de imagens computadorizadas a partir de dados colhidos pela ressonância magnética do fluxo sanguíneo com meio de contraste paramagnético em um parênquima magneticamente saturado e estático. A intensidade de sinal resultante cria um mapa que inclui informações anatômicas e fisiológicas. Nos últimos anos temos observado um grande desenvolvimento nas técnicas de exame por angio-RM, permitindo melhores imagens, com maior definição. As técnicas atuais são baseadas na seqüência sensível ao fluxo (métodos *time-of-flight* – TOF) ou dependentes da diferença de velocidade e, portanto, do desvio de fase nos *spins* em movimento, para proporcionar o contraste de imagem dos vasos com fluxo (métodos *phase-contrast*). As aquisições TOF enfatizam a morfologia vascular, enquanto os métodos de fases contrastadas informam a velocidade, a dire-

ção e o volume do fluxo sanguíneo. Podemos ter ainda técnicas de corte-a-corte (bidimensionais – 2D) ou volumétricas (tridimensionais – 3D), ou ainda a combinação dessas permitindo maior sensibilidade de fluxo e/ou resolução espacial^{11,12}. As melhores imagens são obtidas em vasos normais ou naqueles com mínimas estenoses, usando múltiplos cortes finos sobrepostos ou técnica 3D.

Grandes estreitamentos arteriais são detectados pela angio-RM como um estreitamento da luz e por uma total queda na intensidade de sinal devido à turbulência associada às estenoses intensas. Há uma tendência em superestimar o grau de estenose pela angio-RM. A verdadeira estenose tem sua luz reduzida por uma combinação de fatores: a turbulência causa diminuição do sinal, perda do fluxo laminar que produz melhores sinais que o turbilhonamento e volume de fluxo muito baixo para gerar um sinal.

Estudo de revisão por metanálise, comparando a angiografia convencional à angio-RM, associado a testes não-invasivos, como US Doppler ou dúplex de carótidas, mostrou sensibilidade e especificidade semelhantes¹³. Contudo, como já foi dito, há uma tendência a se superestimar o grau de estenose, e ulcerações em placas ateromatosas carotídeas não são adequadamente detectadas pela angio-RM¹⁴. Alguns métodos têm procurado reduzir a perda de sinal nas estenoses intensas; o uso de meio de contraste, por exemplo, pode aumentar o sinal do fluxo, aumentando a sensibilidade do método. A angio-RM tem a vantagem de não ser operadora dependente.

Alguns investigadores procuram mostrar que a angio-RM de carótida é suficiente para detectar estenose de carótida. Masaryk *et al.*, utilizando técnica de 3D, identificaram corretamente 90% das estenoses pela angio-RM¹⁵. Mattle *et al.*, em estudo semelhante, avaliaram 39 carótidas por angio-RM, US dúplex e angiografia convencional¹⁶. A angio-RM superestimou a estenose da carótida em 3 artérias; o US dúplex não diagnosticou corretamente 6 estenoses em 39, subestimando em 3 e superestimando a estenose em outras 3. Considerando 70% de estenose como um resultado positivo, o US dúplex teve uma sensibilidade de 86% e especificidade de 84%, enquanto a angio-RM demonstrou uma sensibilidade de 100%. Quando a angio-RM e o US dúplex estavam concordantes, houve 100% de correlação com a angiografia convencional. A angio-RM necessita estar associada ao US dúplex para que tenhamos suficiente segurança. Quando há concomitância nos achados desses exames, alguns serviços não realizam a angiografia carotídea convencional¹⁷.

A angio-RM tem sido muito útil também no diagnóstico de dissecções carotídeas, que aparecem como estenoses, irregulares, e principalmente nos cortes axiais ao nível da dissecção, mostrando pequenos círculos escuros, menores que a luz do vaso, com padrão de fluxo e com área circunjacente excêntrica hiperintensa, mais clara, representando o trombo intramural¹⁸.

As limitações para o uso da angio-RM são: pacientes com próteses metálicas, cliques metálicos para aneurismas ou ferimentos por farpas metálicas, portadores de marca-passo cardíaco, neuroestimuladores ou implantes cocleares, claustrofóbicos (necessitam de sedação) e alto custo do exame. Se associarmos o fato de a angio-RM apresentar baixa sensibilidade e especificidade para o diagnóstico daqueles casos que se beneficiariam de tratamento intervencionista (endarterectomia ou angioplastia com colocação de *stent*) ao seu elevado custo, teremos poucas indicações para seu uso exclusivo em doença carotídea.

Alguns artefatos são comuns nos exames de angio-RM, como os decorrentes de movimento do paciente, principalmente a deglutição; o turbilhonamento do sangue após uma placa, muitas vezes interpretado como dissecção; a seleção da área de aquisição de imagens excluindo parcialmente um vaso, ou o erro no cálculo de tempo adequado para o exame após a injeção de contraste. Alguns desses artefatos necessitam de adequada interpretação, para não serem diagnosticados como estenoses.

Angiotomografia (angio-TC)

A angio-TC é um procedimento relativamente não-invasivo que permite a visualização da luz do vaso e das irregularidades da parede que podem propiciar um infarto cerebral. Com a injeção intravenosa de meio de contraste não-iônico, solúvel, na veia do antebraço do paciente, seguida por uma seqüência dinâmica pelo período aproximado de 3 minutos, são realizados cortes de 3 mm de espessura consecutivos, obtidos no plano axial, com incrementos de 3 mm, até um máximo de 25 cortes. Os cortes são feitos desde C2 até a porção média do corpo de C5. Duas técnicas estão disponíveis para as reconstruções: o SSD (*Shaded-Surface Display*), que permite alta resolução dos vasos e ossos, mas todas essas estruturas ficam com a mesma aparência; e o MIP (*Maximum-Intensity Projection*), em que as imagens têm coeficientes de atenuação mais semelhantes às imagens dos cortes axiais. Assim, as placas calcificadas são mais facilmente distinguíveis do contraste

intraluminal. Em geral, a técnica MIP é mais adequada para reconstruções tridimensionais dos vasos¹⁹.

A vantagem da angio-TC sobre a angio-RM é sua rapidez. A angio-RM necessita de vários minutos para a aquisição das imagens, permitindo que apareçam artefatos pela pulsação e pelo movimento. Outra vantagem é a análise de vasos tortuosos, que na angio-RM apresentam perda de sinal e superestimação da estenose. A visualização do cálcio pela angio-TC pode trazer perda da acurácia na determinação da luz da artéria. Pequenas placas de cálcio podem misturar-se ao contraste, resultando em pequena subestimação da estenose. Por outro lado, a retirada dessas placas da imagem pode remover parte da coluna de contraste, resultando em superestimação da estenose²⁰.

A angio-TC mostra suficientes detalhes para ser útil no diagnóstico de aterosclerose carotídea em sua bifurcação. É um bom método para substituir o US ou a angio-RM. São fatores que limitam sua realização: gravidez, insuficiência renal, mieloma múltiplo, insuficiência cardíaca congestiva e reação alérgica ao meio de contraste.

Estudo comparando a sensibilidade da angio-TC, US dúplex e angiografia convencional revelou boa correlação entre os métodos, mas principalmente entre a angio-TC e a angiografia convencional (84%). Entre US e angiografia convencional houve pior correlação (49%)²¹. A variabilidade entre os diferentes métodos é extremamente grande, principalmente se considerarmos o US, que depende muito do tipo e do examinador e de que tipo de lesão queremos detectar.

Angiografia carotídea convencional

A angiografia cerebral por cateterismo femoral com estudo dos territórios carotídeo e vertebral é considerada o exame “padrão-ouro” para o diagnóstico de doenças do arco aórtico e carotídeo. A angiografia por subtração digital trouxe maior avanço no diagnóstico de lesões mais altas. Os principais estudos avaliando benefícios da endarterectomia em pacientes com estenose carotídea, como o NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy), o ECST (European Carotid Surgical Trial) e o VAT (Veterans Administration Trial), só aceitaram a randomização de pacientes com angiografia carotídea²². A maior disparidade desses estudos foi o critério empregado para se determinar o grau de estenose.

A angiografia convencional é mais satisfatória do que qualquer outro exame, não-invasivo, para analisar o grau de estenose carotídea. Permite quantificar e localizar a estenose arterial, bem como

determinar outras doenças carotídeas. A angiografia convencional falha ao não demonstrar alterações da parede que podem interferir com o prognóstico da lesão, como hemorragia intraplaca e trombo ligado à parede arterial. Outro problema desse método é sua morbimortalidade que é extremamente variável de um centro para outro²³.

A angiografia cerebral é o principal método diagnóstico para outras alterações da carótida, como as dissecções arteriais e a displasia fibromuscular. Os principais achados nas dissecções são: estenose, geralmente alongada e irregular, muitas vezes com o clássico aspecto de “bico de flauta”, *flaps* da íntima e, frequentemente, reconstituição do canal distal à lesão; mais raramente encontramos sinais de embolização de ramos distais²². Na displasia fibromuscular, a artéria comprometida aparece com estenoses multifocais alternando com dilatações da parede, ganhando o aspecto de “colar de contas”²⁴.

Conclusão

O número de endarterectomias tem aumentado desde a publicação dos estudos NASCET e ECST^{25,26}. Clínicos têm utilizado diferentes métodos não-invasivos para diagnosticar estenose grave de carótida e indicar endarterectomia. O US modo B apresenta limitações para detectar estenoses abaixo de 40% e críticas estenoses. A angiografia convencional tem morbidade e mortalidade significativas, entre 0,5% e 5%. Embora em centros especializados esse risco seja mais baixo, o custo e o tempo demorado fazem dos exames não-invasivos melhores métodos de triagem primária. Cada método tem suas vantagens, desvantagens e limitações, além de suas especificidades, dependendo do que pretendemos analisar (grau de estenose, tipo de placa, ulcerações, suboclusão, sentido do fluxo, presença de dissecção, etc.).

Tão importante quanto conhecer bem os métodos de diagnóstico por imagem disponíveis em cada serviço é saber interpretar adequadamente os resultados que a literatura médica apresenta. Uma revisão sobre este assunto apresenta quais os pontos que devemos analisar ao interpretar tais trabalhos²⁷: Qual foi a metodologia do estudo? Qual foi o método de seleção de pacientes? A descrição da população estudada está correta? Existem suficientes detalhes da técnica de imagem empregada? Todos os investigadores estão incluídos? A avaliação das imagens foi excluída de outras informações? O método de avaliação do grau de estenose foi descrito? Existem

dados de reprodutibilidade dos métodos relatados? Qual o tamanho da amostra?

Outro ponto interessante a considerar é qual será a conduta tomada para os pacientes com estenose grave. Sem conhecer o risco cirúrgico da equipe com a qual trabalhamos, como podemos considerar o risco de um exame invasivo? Expôr um paciente a um risco de complicação da angiografia, para depois não o encaminhar à cirurgia, porque o risco cirúrgico está acima dos 3% aceitáveis, é contra-senso.

SUMMARY

Carotid disease: imaging and diagnosis

To know the utility and limitations of the different methods of imaging is absolutely necessary on carotid disease. The security on management of these patients depend on it. We present a review of principal methods on carotid investigation, with their advantages and limitations.

Keywords

Carotid disease, diagnosis.

Agradecimentos

À Dra. Maria Lúcia Borri, do Setor de Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética do Complexo Hospitalar São Luiz, e ao Dr. Marcos Valério C. Rezende, do Setor de Ultra-sonografia e Ecocardiografia do Complexo Hospitalar São Luiz, pelo apoio didático e de imagens.

Referências

1. European Carotid Surgery Trialists Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery Trial: Interim results for symptomatic patient with severe (70%-99%) or with mild (0%-29%) carotid stenosis. *Lancet*, 337:1235-43, 1991.
2. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med*, 325:445-53, 1991.
3. Culebras A, Kase CS, Masdeu JC, Fox AJ, Bryan RN, Grossman B, Lee DH, Adams HP, Thies W. Practice guidelines for the use of imaging in transient ischemic attacks and acute stroke. A report of the Stroke Council, American Heart Association. *Stroke*, 28:1480-97, 1997.
4. Joakimsen O, Bonna KH, Mathiesen EB, Stensland-Bugge E, Arnesen E. Prediction of mortality by ultrasound screening of a general population for carotid stenosis. The Tromso Study. *Stroke*, 31:1871-6, 2000.
5. Bock RW, Gray-Weale AC, Mock PA, App Stats M, Robinson DA, Irwing L, Lusby RJ. The natural history of asymptomatic carotid artery disease. *J Vasc Surg*, 17:160-71, 1993.
6. Langfeld M, Gray-Weale AC, Lusby RJ. The role of plaque morphology and diameter reduction in the development of new symptoms in asymptomatic carotid arteries. *J Vasc Surg*, 9:548-57, 1989.
7. Henerrici M, Rautenberg W, Trockel U, Kladetzky RG. Spontaneous progression and regression of small carotid atheroma. *Lancet*, 1:1415-9, 1985.
8. Hofstee DJ, Hoogland PH, Schimsheimer RJ, de Weerd AW. Contrast enhanced color duplex for diagnosis of subtotal stenosis or occlusion of the internal carotid artery. *Clin Neurol Neurosurg*, 102:9-12, 2000.
9. Ferrer JME, Samsó JJ, Serrando JR, Valenzuela VF, Montoya SB, Docampo MM. Use of ultrasound contrast in the diagnosis of carotid artery occlusion. *J Vasc Surg*, 31:736-41, 2000.
10. Schminke U, Mottsch L, Hilker L, Kessler C. Three-dimensional ultrasound observation of carotid artery plaque ulceration. *Stroke*, 31:1651-5, 2000.
11. Dumoulin CL. Phase-contrast magnetic resonance angiography. *Neuroimaging Clin N Am*, 2:657-76, 1992.
12. Keller PJ. Time-of-flight magnetic resonance angiography. *Neuroimaging Clin N Am*, 2:639-56, 1992.
13. Blakeley DD, Oddone EZ, Hasselblad V, Simel DL, Matchar DB. Noninvasive carotid artery testing: a meta-analytic review. *Ann Intern Med*, 122:360-7, 1995.
14. Estol C, Claasen D, Hirsch W, Wechsler I, Moossy J. Correlative angiographic and pathologic findings in the diagnosis of ulcerated plaques in the carotid artery. *Arch Neurol*, 48:692-4, 1991.
15. Masaryk TJ, Laub GA, Modic T et al. Carotid-CNS flow imaging. *Magn Reson Med*, 14:308-14, 1990.
16. Mattle HP, Kent KC, Edelman RR et al. Evaluation of the extracranial carotid arteries: Correlation of magnetic resonance angiography, duplex ultrasonography, and conventional angiography. *J Vasc Surg*, 13:838-45, 1991.
17. Kent KC, Kuntz KM, Patel MR, Kim D, Klufas RA, Whittmore AD, Polak JF, Skillman JJ, Edelman RR. Perioperative imaging strategies for carotid endarterectomy: an analysis of morbidity and cost-effectiveness in symptomatic patients. *JAMA*, 274:888-93, 1995.
18. Mokri B. Spontaneous dissections of cervicocephalic arteries. In: Welch KMA, Caplan LR, Reis DJ, Siesjo BK, Weir B. *Primer on Cerebrovascular Disease*. Academic Press San Diego, USA. 1997, pp. 390-396.
19. Castillo M. Diagnosis of disease of the common carotid artery bifurcation: CT angiography vs. catheter angiography. *Am J Roentgenol*, 161:395-8, 1993.
20. Schwartz RB, Jones KM, Chernoff DC et al. Evaluation of the common carotid artery bifurcation using spiral CT. *Radiology*, 185:513-9, 1992.
21. Anderson GB, Ashforth R, Steike DE, Ferdinandy R, Findlay M. CT angiography for the detection and characterization of carotid artery bifurcation disease. *Stroke*, 31:2168-74, 2000.
22. Barnett H, Meldrum H. Status of carotid endarterectomy. *Current Opinion in Neurology*, 7:54-9, 1994.
23. Heiserman JE, Dean BL, Hodak JA et al. Neurologia complications of cerebral angiography. *AJNR*, 15:1401-7, 1994.
24. Ameriso SD, Sahai S. Mechanisms of ischemia in situ vascular occlusive disease. In: Welch KMA, Caplan LR,

- Reis DJ, Siesjo BK, Weir B. Primer on Cerebrovascular Disease. Academic Press San Diego, USA. 1997, pp. 279-85.
25. Hsia DC, Moscoe LM, Krushat WM. Epidemiology of carotid endarterectomy among Medicare beneficiaries:1985-1996 update. Stroke, 29:346-50, 1998.
26. Tu JV, Hannan EL, Anderson GM, Wu K, Vranizan K, Popp AJ, Grumbach K. The fall and rise of carotid endarterectomy in the United States and Canada. N Engl J Med, 339:1441-7, 1998.
27. Rothwell PM, Pendlebury ST, Wardlaw J, Warlow CP. Critical appraisal of the design and reporting of studies of imaging and measurement of carotid stenosis. Stroke, 31:1444-50, 2000.

Endereço para correspondência:

Dr. Roberto de M. Carneiro de Oliveira
Rua Desembargador Aguiar Valim, 230
CEP 04535-100 – Vila Olímpia – São Paulo, SP
Tel.: (0xx11) 3044-0916