

# AVALIAÇÃO DA ATEROSCLEROSE CAROTÍDEA POR INTERMÉDIO DE ULTRA-SONOGRAFIA E RESSONÂNCIA MAGNÉTICA\*

Lara Vilela de Souza<sup>1</sup>, Cláudio Campi de Castro<sup>2</sup>, Giovanni Guido Cerri<sup>3</sup>

**Resumo** **OBJETIVO:** Identificar ateromas carotídeos em coronariopatas com indicação de terapia cirúrgica. Avaliar o grau de estenose das artérias carótidas internas por meio de ultra-sonografia com Doppler colorido (UDC) e angiografia por ressonância magnética (ARM). Comparar a ecogenicidade das placas visualizadas pela ultra-sonografia (US), com a intensidade de sinal nos exames de ressonância magnética (RM). Avaliar a qualidade de imagens e confiabilidade interobservadores nos exames de RM. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Estudo prospectivo em 50 pacientes. Utilizamos US e RM em seqüências ponderadas em T1 e T2, ambas pelas técnicas "black-blood" (BB) e "fat sat black-blood" (FSBB), e ARM 3D TOF ("time-of-flight") com e sem contraste paramagnético. **RESULTADOS:** Do total de 100 segmentos, 81% apresentaram estenose pela US. Em 72 placas com ecogenicidade tipo 4 houve aumento da intensidade de sinal em 59,7% em T1-BB, 65,3% em T1-FSBB, 62,5% em T2-BB e 66,7% em T2-FSBB. Nas placas tipo 2 houve aumento da intensidade de sinal em 71,4% em T1-BB e T1-FSBB, 85,7% em T2-BB e 71,4% em T2-FSBB. Nas placas tipo 1 houve aumento da intensidade de sinal em 50,0% em T1 e T2. Em 19 segmentos a US foi considerada normal. Quando estes segmentos foram avaliados pela RM, houve aumento da intensidade de sinal em 47,4% em T1-BB, 57,9% em T1-FSBB e 52,6% em T2-BB e T2-FSBB. **CONCLUSÃO:** Houve alta incidência de aterosclerose carotídea. Houve reprodutibilidade marginal na associação entre o grau de estenose visualizado pela UDC e ARM. Não houve correlação entre os tipos de ecogenicidade das placas visualizadas pela US com as alterações de intensidade de sinal pela RM. A qualidade de imagens dos exames de RM foi considerada ótima em T1 e T2 e muito boa em 3D TOF (axial). A qualidade de imagem dos exames de ARM foi excelente. Notou-se ótima reprodutibilidade interobservadores, com valores de índice kappa acima de 0,71. *Unitermos:* Imagem por ressonância magnética; Ultra-sonografia; Doenças das artérias carótidas; Estudo comparativo.

**Abstract** *Evaluation of carotid atherosclerosis by ultrasound and magnetic resonance imaging.*

**OBJECTIVE:** To identify carotid plaques in patients with coronary disease and indication for surgical treatment. To evaluate the degree of stenosis of the internal carotid arteries using color Doppler ultrasound (CDU) and magnetic resonance angiography (MRA). To compare plaque ultrasound echogenicity with signal intensity in magnetic resonance imaging (MRI). To evaluate the quality of the images and inter-rater reliability of MRI analysis. **MATERIALS AND METHODS:** This was a prospective study of 50 patients. Imaging methods used included ultrasound, T1- and T2-weighted MRI sequences, both with black-blood (BB) and fat sat black-blood (FSBB) techniques, and 3D TOF (time-of-flight) MRA, with and without administration of paramagnetic contrast media. **RESULTS:** Out of a total of 100 arterial segments, 81% showed stenosis on ultrasound whereas in 72 plaques with type 4 echogenicity there was high signal intensity in MRI in 59.7% in T1-BB technique, 65.3% in T1-FSBB, 62.5% in T2-BB and 66.7% in T2-FSBB. In type 2 plaques we observed high signal intensity in 71.4% in T1-BB and T1-FSBB, 85.7% in T2-BB and 71.4% in T2-FSBB. In type 1 plaques there was high signal intensity in 50% on T1- and T2-weighted images. In 19 segments ultrasound was considered normal. The same segments showed high signal intensity in 47.4% in T1-BB, 57.9% in T1-FSBB, 52.6% in T2-BB and T2-FSBB when evaluated with MRI. **CONCLUSION:** A high incidence of carotid atherosclerosis was observed. There was borderline reproducibility in the association between the degree of stenosis observed by CDU and MRA. There was no correlation between the types of plaque echogenicity assessed by ultrasound and MR signal intensity changes. The quality of MR images was considered optimal on T1- and T2-weighted images, and good in 3D TOF (axial). The quality of MRA images was considered excellent. Optimal inter-rater reliability was observed, with a kappa index above 0.71. *Key words:* Magnetic resonance imaging; Ultrasound; Carotid artery disease; Comparative study.

\* Trabalho realizado na Seção de Diagnóstico por Imagem do Instituto do Coração (InCor) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP), São Paulo, SP.

1. Pós-graduanda do Departamento de Cardiologia do InCor/HC-FMUSP

2. Médico Chefe da Seção de Ressonância Magnética do InCor/HC-FMUSP, Livre-Docente pela Disciplina de Radiologia da FMUSP

3. Professor Titular do Departamento de Radiologia da FMUSP, Chefe do Instituto de Radiologia (InRad) do HC-FMUSP, Diretor da Divisão de Diagnóstico por Imagem do InCor/HC-FMUSP

Endereço para correspondência: Dra. Lara Vilela de Souza, Rua T-62, 1104, ap. 201, Setor Bueno, Goiânia, GO, 74223-180. E-mail: laravs@uol.com.br

Recebido para publicação em 7/1/2004. Aceito, após revisão, em 14/5/2004.

## INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares são responsáveis por altas taxas de morbimortalidade no mundo, em países desenvolvidos ou em desenvolvimento<sup>(1)</sup>.

No ano 2000, as doenças cardiovasculares foram responsáveis pela principal alocação de recursos públicos em hospitalizações no Brasil (cerca de 821 milhões de dólares) e foram a terceira causa de permanência hospitalar prolongada. Registrou-se um aumento de 176% naqueles gastos, entre os anos 1991 e 2000<sup>(2)</sup>.

Fica evidente a prioridade que a saúde pública deve dar ao problema, exigindo maior atenção para a epidemiologia das doenças cardiovasculares. O conhecimento sobre a história natural desta doença crônico-degenerativa ressalta a importância da prevenção primária na medicina moderna<sup>(3)</sup>. Entretanto, na atualidade, o enfoque no tratamento das doenças cardiovasculares tem sido fortemente dirigido para a prevenção secundária ou terciária, centrando-se na população que já tem a doença, embora às vezes sem manifestações clínicas (forma assintomática), ou na população doente que já apresenta manifestações e complicações, absorvendo grande parte dos recursos disponíveis<sup>(3)</sup>.

A aterosclerose é uma doença progressiva crônica dos vasos sanguíneos, com alterações celulares e metabólicas nas paredes arteriais. Embora segmentar, a doença aterosclerótica é generalizada e afeta as artérias musculares de grande e médio calibre<sup>(4)</sup>.

A aterosclerose se caracteriza por alterações da íntima, representadas por acúmulo de lipídios, carboidratos complexos, componentes do sangue, células e material intercelular. Inicia-se com a migração de monócitos da corrente sanguínea (tipo de leucócito mononuclear) para se depositarem nas paredes arteriais, acumulando gorduras (principalmente colesterol) e formando as placas ateroscleróticas ou ateromas. As artérias afetadas perdem elasticidade e se estreitam gradativamente, podendo se romper. O contato das substâncias do interior da placa com o sangue produz sua imediata coagulação e conseqüente obstrução total e súbita do vaso<sup>(5)</sup>.

A ruptura das placas parece estar relacionada com as suas características morfológicas e bioquímicas, e não somente com seu grau de estenose. Pequenas rupturas ou trombozes podem ocorrer, ao longo da vida, determinando remodelação das placas, freqüentemente sem manifestações

clínicas. Todavia, a magnitude do evento cardiovascular é determinada pelo grau de trombose sobreposta à placa rota<sup>(6)</sup>.

Achados de autópsia mostram associação expressiva entre aterosclerose carotídea e coronariana. Estudos epidemiológicos demonstram associação entre o espessamento do complexo íntima-média das artérias carótidas e os fatores de risco cardiovasculares conhecidos. A presença de aterosclerose carotídea pode propiciar também eventos como o acidente vascular cerebral e ataque isquêmico transitório<sup>(7-13)</sup>.

Estudos têm demonstrado que o uso de drogas para redução de lipídios leva à redução da espessura do complexo íntima-média, ressaltando o valor preventivo deste procedimento diagnóstico. Os contínuos avanços na biologia vascular têm permitido a introdução de novas terapias medicamentosas. As novas técnicas de imagem podem atuar como instrumento para monitorar a progressão da doença em pacientes com risco de infarto agudo do miocárdio ou de acidente vascular cerebral<sup>(11,14)</sup>.

Fazem-se necessários estudos que permitam a utilização da medida daquele espessamento e de sua progressão como indicadores de aterosclerose generalizada<sup>(5,15,16)</sup> e preditores de doenças cerebrovasculares e cardiovasculares<sup>(5,17)</sup>. O grau de estenose luminal é usado como marcador indireto do tamanho da placa, subestimando, entretanto, os componentes desta<sup>(18-20)</sup>. É considerado, portanto, como um pobre preditor da vulnerabilidade da placa, predizendo um caso entre quatro episódios de acidente vascular cerebral e um caso entre dez pacientes assintomáticos<sup>(20)</sup>.

A avaliação do comprometimento carotídeo provocado pela doença aterosclerótica pode ser realizada por meio da ultrasonografia (US), modo B, em escalas de cinza e imagens com fluxo Doppler colorido (UDC). A US é amplamente utilizada na estimativa do grau de estenose e avaliação quanto à ecogenicidade das placas<sup>(21)</sup>. Outro método bastante promissor é a ressonância magnética (RM) de alta resolução. Há muitas evidências de que a RM pode ajudar na identificação dos componentes das placas, sugerindo sua habilidade em prever eventos adversos. De acordo com as características do exame e nomenclatura específica, utilizam-se seqüên-

cias ponderadas em T1, T2 e 3D TOF ("time-of-flight"). Para maior contraste na interface lúmen-parede arterial, a técnica suprime o sinal do fluxo sanguíneo ("black-blood") e promove saturação de sinal do tecido gorduroso ("fat sat") nas seqüências ponderadas em T1 e T2. Nas seqüências 3D TOF as imagens promovem aumento da intensidade de sinal do lúmen arterial ("bright-blood"). É possível, assim, a identificação dos componentes e do volume das placas, o que ajuda na decisão clínica sobre o melhor método de tratamento em cada caso, com base na vulnerabilidade da lesão aterosclerótica<sup>(22)</sup>.

Os novos conhecimentos sobre as doenças cardiovasculares informam que os esforços devem ser direcionados, em termos de saúde pública, aos processos educativos e à vigilância sobre os grupos que estão expostos aos fatores de risco ou que já foram afetados pela doença, evitando-se novos eventos dela decorrentes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de estudo descritivo e analítico, realizado prospectivamente sobre uma coorte de pacientes, no período compreendido entre julho e novembro de 2002, visando à avaliação das condições das artérias carótidas internas. Os pacientes eram provenientes do ambulatório de Aterosclerose do Instituto do Coração (InCor) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP).

Depois de informados sobre os objetivos do trabalho, as técnicas diagnósticas adotadas e os possíveis riscos do procedimento, todos os indivíduos que participaram deste estudo apuseram sua firma em termo de consentimento específico, conforme determina a resolução número 196, de 13 de outubro de 1996, do Conselho Regional de Saúde.

Foram incluídos, no estudo, 50 pacientes (39 homens e 11 mulheres) na faixa etária contida entre 34 e 77 anos, diagnosticados como portadores de coronariopatias, com prescrição terapêutica cirúrgica, encaminhados para revascularização do miocárdio. O diagnóstico de aterosclerose coronariana foi comprovado por cateterismo cardíaco.

A avaliação clínica dos indivíduos, os exames de US, modo B, em escala de cinza e análise por UDC, e a RM foram realizados na Seção de Diagnóstico por Imagem do InCor/HC-FMUSP.

Um questionário foi anexado ao prontuário individual, registrando a manifestação de sintomas, história de doença cardiovascular e hábitos pessoais.

Para análise dos segmentos carotídeos por US foi utilizado transdutor linear de 7,5 MHz (SD 800 – Philips Medical Systems Company).

As características ultra-sonográficas das superfícies das placas foram classificadas em regulares e irregulares, considerando-se como regular a placa cuja interface lesão-sangue é lisa e contínua, e como irregular, em presença de uma quebra na superfície da lesão, tornando-a desigual.

Realizou-se, posteriormente, uma classificação baseada no tipo de ecogenicidade das placas, divididas em quatro subgrupos: hipoecóicas (tipo 1), predominantemente hipoecóicas com pequenas áreas hiperecóicas associadas (tipo 2), predominantemente hiperecóicas com pequena área hipoecóicas associadas (tipo 3), e hiperecóicas (tipo 4). Este trabalho inclui, neste último subgrupo, também as placas hiperecóicas produtoras de sombras acústicas posteriores, correspondendo a calcificações.

Foram realizadas, também, estimativas do grau de estenose promovido pelas placas de ateroma, nas artérias carótidas internas, segundo as normas da North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET), em: grau I (normal); grau II ou estenose leve (entre 1% e 29%); estenose moderada, nos graus III (entre 30% e 49%) e IV (entre 50% e 69%); estenose grave, no grau V (entre 70% e 99%), e oclusão, no grau VI (100%)<sup>(23)</sup>.

Os exames de US foram realizados por um único radiologista. A análise das imagens de US das artérias carótidas internas foi realizada em conjunto com um ultrasonografista, obtendo-se um consenso.

As imagens de RM de alta resolução das artérias carótidas foram obtidas com aparelho de 1,5 Tesla (Signa – GE Medical Systems). As imagens foram preparadas tecnicamente, obtendo-se seqüências ponderadas em T1 e T2 “fast spin echo” (spin-eco rápido), pela técnica “black-

blood” (BB) e “fat sat black-blood” (FSBB), com o objetivo de suprimir o sinal do fluxo sanguíneo (BB) e saturar o sinal do tecido gorduroso (“fat sat”). As imagens 3D TOF “bright-blood” foram adquiridas promovendo-se o aumento da intensidade de sinal do lúmen arterial. A seqüência ponderada em T1, no plano axial, constou de cortes com 4 mm de espessura, sem intervalo entre cortes, com tempo de repetição entre 1.875 ms e 2.448 ms, tempo de eco entre 44 e 45 ms, matriz 384 × 224, FOV de 18 × 18, num total de 12 cortes, com uma aquisição (nex). A seqüência ponderada em T2, no plano axial, constou de cortes com 4 mm de espessura, sem intervalo entre cortes, com tempo de repetição entre 2.000 ms e 2.500 ms, tempo de eco entre 66 e 67 ms, matriz 256 × 192, FOV de 18 × 16, num total de 12 cortes, com uma aquisição (nex). A seqüência ponderada em 3D TOF, no plano axial, constou de cortes com 1,6 mm de espessura, -0,8 mm de intervalo entre cortes, com tempo de repetição em torno de 25 ms, tempo de eco por volta de 6,9 ms, matriz 256 × 192, FOV de 18 × 16, num total de 72 a 92 cortes, com uma aquisição (nex).

Trabalhando *in vivo*, com base em avaliações histopatológicas de estudos experimentais anteriores<sup>(24-32)</sup>, buscou-se estabelecer associação entre as alterações de intensidade de sinal obtidas em cada seqüência e os diversos constituintes das placas.

#### *Placas contendo calcificações:*

– Redução da intensidade de sinal, nas seqüências ponderadas em T1, T2 e 3D TOF.

#### *Placas fibrosas:*

– Predominam com aumento da intensidade de sinal e, algumas vezes, esta intensidade de sinal encontra-se intermediária, nas seqüências ponderadas em T1 e T2;

– predominam com redução da intensidade de sinal, na seqüência 3D TOF, podendo também se apresentar com elevação desta intensidade de sinal.

#### *Placas com conteúdo lipídico:*

– Aumento da intensidade de sinal, nas seqüências ponderadas em T1;

– predominam com redução da intensidade de sinal e, algumas vezes, elevação desta intensidade de sinal, nas seqüências ponderadas em T2;

– aumento ou redução da intensidade de sinal na seqüência 3D TOF.

#### *Placas contendo hemorragia:*

– Predominam com aumento da intensidade de sinal, nas seqüências ponderadas em T1;

– redução da intensidade de sinal em T2, registrando-se variabilidade;

– aumento da intensidade de sinal, na presença de trombos recentes, na seqüência 3D TOF.

A qualidade das imagens dos exames de RM foi avaliada nas seqüências 3D TOF “bright-blood”, T1 e T2 BB e FSBB com cortes no plano axial, sobre uma escala de cinco pontos, que as classificou individualmente, segundo a relação sinal-ruído (RSR) total, aparência visual, presença de artefatos de fluxo, conspicuidade da margem e da arquitetura da parede vascular.

Definiram-se os critérios de avaliação para todas as imagens em:

– Grau I ou baixa RSR: não identificação da parede arterial e das margens dos vasos, impedindo o diagnóstico.

– Grau II ou regular RSR: quando a parede arterial é visível e são indistintos as subestruturas, o lúmen e outros bordos. Oferece inadequado suporte diagnóstico.

– Grau III ou média RSR: quando as estruturas da parede são identificáveis e o lúmen e outros bordos se apresentam parcialmente obscurecidos, oferecendo, entretanto, apoio para o diagnóstico.

– Grau IV ou alta RSR: quando se registra um movimento mínimo ou poucos artefatos de fluxo, deixando claramente definidos a parede vascular, o lúmen e outros bordos, dando boa garantia diagnóstica.

– Grau V: quando a RSR se apresenta sem artefatos de movimento ou de fluxo, a arquitetura da parede é retratada com detalhes, e o lúmen e outros bordos são claramente definidos, caracterizando-se como condição de excelência para o diagnóstico<sup>(33)</sup>.

A angiografia por ressonância magnética (ARM) foi realizada posteriormente, com e sem administração do meio de contraste. Utilizou-se o contraste paramagnético gadopentetato de dimeglumínico (Gd-DTPA), na dose de 0,4 ml/kg de peso corporal, injetado por via intravenosa na fossa antecubital, usando bomba injetora na

razão de 1,5 ml/s. Imediatamente após a administração do contraste paramagnético, administraram-se 20 ml de solução salina.

Através da ARM foi classificado o grau de estenose produzido pelas placas nas artérias carótidas internas, com base na aparência visual destas, segundo normas da NASCET, em: grau I (normal); grau II ou estenose leve (entre 1% e 29%); estenose moderada, nos graus III (entre 30% e 49%) e IV (entre 50% e 69%); estenose grave, no grau V (entre 70% e 99%), e oclusão, no grau VI (100%)<sup>(23)</sup>.

Também foi avaliada a qualidade total das imagens dos exames de ARM, antes e após a administração do contraste paramagnético. Foi realizada uma classificação em cinco grupos, sendo unificados os critérios de avaliação para todas as imagens: 1, sem diagnóstico; 2, menos que adequado para o diagnóstico; 3, adequado para o diagnóstico; 4, mais que adequado para o diagnóstico; 5, excelente<sup>(23)</sup>.

As artérias carótidas são estruturas superficiais, cujo diâmetro longitudinal é maior do que a distância entre o vaso e a superfície cutânea. As bobinas de superfície se adaptam bem a esta configuração e coletam os dados simultaneamente.

Foram utilizadas, para este estudo, duas bobinas retangulares, colocadas em íntimo contato com a pele do paciente, na região cervical, de modo a receberem sinais simultâneos, de ambas as artérias carótidas.

Acopladas a um suporte retangular rígido, essas bobinas se prendem a mecanismos que permitem movimentos de rotação e translação com variados graus de liberdade, e ajustam a sua posição junto ao pescoço e em volta da mandíbula, maximizando a recepção de sinal das artérias carótidas.

Um fotossensor, capaz de detectar o pulso capilar e sincronizar a sua seqüência, foi acoplado a um dedo do paciente, permitindo o registro de dados na mesma fase do ciclo cardíaco, minimizando os artefatos de movimento relacionados com a pulsatilidade dos vasos, durante o exame.

Os exames de RM foram lidos por dois radiologistas. Os exames foram escolhidos de forma aleatória. Cada revisor não tinha informações dos resultados do outro.

Foi realizada avaliação de confiabilidade interobservadores, através do índice

kappa, nos exames de RM, em todas as seqüências adquiridas.

Nas Figuras 1 a 4 são mostrados exemplos de exames US e RM, correlacionando os métodos de imagem para cada tipo de alteração do complexo íntima-média das artérias carótidas internas. Cada figura reproduz o segmento carotídeo de um indivíduo, totalizando quatro pacientes.

Na Figura 5 são mostrados exemplos de ARM com e sem a administração do contraste. Cada exemplo também reproduz o segmento carotídeo de um indivíduo, totalizando quatro pacientes.

### Análise estatística

**Análise descritiva** – Para a variável quantitativa (idade), esta análise foi realizada através da observação dos valores mínimo e máximo, e do cálculo de média e desvio-padrão, e mediana. Para as variáveis qualitativas (presença ou não de determinado parâmetro), foram calculadas as freqüências absolutas e relativas.

**Análise comparativa** – Para se testar a homogeneidade dos grupos de estenose, em relação às proporções da intensidade do sinal, foi usado o teste exato de Fisher, indicado para a comparação de proporções, quando caselas de respostas mostram freqüências esperadas menores que cinco<sup>(34)</sup>.

As comparações de variáveis quantitativas entre os sexos foram realizadas usando-se o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Para se estudar a reprodutibilidade entre dois métodos, US e RM, foi utilizado o teste não-paramétrico de McNemar<sup>(34)</sup> e também o índice de concordância kappa<sup>(34)</sup>. Este índice varia de 0 a 1, sendo que: kappa < 0,45, temos reprodutibilidade marginal; 0,45 < kappa < 0,75, temos boa reprodutibilidade; kappa > 0,75, temos ótima reprodutibilidade.

Foi utilizado programa estatístico Epi-Info, última versão, para o registro dos dados e o tratamento estatístico básico.

### RESULTADOS

Foram examinados 50 pacientes, dos quais 39 (78%) eram do sexo masculino, considerando-se a artéria carótida interna extracraniana esquerda e direita como unidades independentes, o que constitui uma amostra de 100 casos.

A idade dos pacientes variou entre 34 e 77 anos, com média de 60,36 anos, desvio-padrão de 10,62 anos e mediana de 63,5 anos. Os dados da anamnese mostraram que, além de serem candidatos à revascularização do miocárdio, todos estiveram expostos a um ou mais dos fatores de risco conhecidos e selecionados para esta abordagem.

Foi realizada associação entre os fatores de risco e a estimativa do grau de estenose, através de UDC. Pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney, observou-se que os segmentos carotídeos considerados normais apresentaram valores de idade menores que os dos outros grupos. Através do teste exato de Fisher, não houve correlação entre os demais fatores de risco estudados e o grau de estenose das artérias carótidas internas.

Pela revisão de prontuários dos pacientes, obtivemos os resultados do cateterismo cardíaco referentes ao comprometimento da circulação coronária. Observou-se que o comprometimento uniarterial foi diagnosticado em nove pacientes, biarterial, em 16 e triarterial, em 25.

Também não há associação entre a estimativa do grau de estenose, avaliado por UDC, com a gravidade de comprometimento coronariano, através de análises pelo teste exato de Fisher.

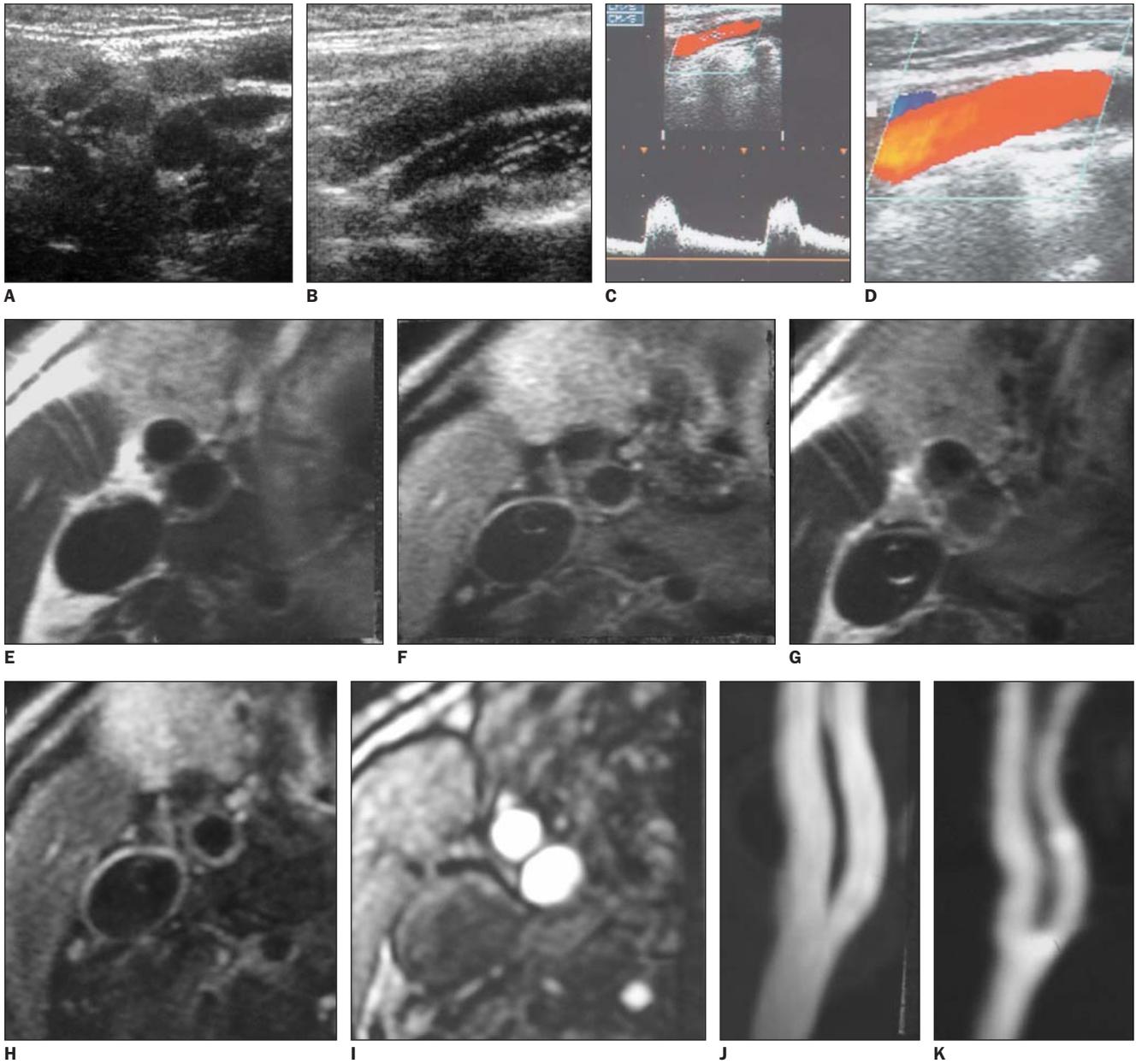
Na Tabela 1 estão apresentadas as freqüências dos fatores de risco a que estes pacientes estavam expostos.

Dos pacientes em estudo, 28 (56,0%) apresentaram história de infarto agudo do miocárdio e cinco (10,0%) apresentaram quadro de acidente vascular cerebral.

A presença de ateromas carotídeos na US pode ser vista na Tabela 2, que registra 81% das artérias examinadas com algum

**Tabela 1** Fatores de risco avaliados nos pacientes estudados.

Fatores de risco	N	%
Obesidade	11	22,0
Tabagismo	26	52,0
Estresse	20	40,0
Sedentarismo	35	70,0
Hipertensão arterial sistêmica	36	72,0
História familiar	33	66,0
Hiperlipidemia	39	78,0
Diabetes mellitus	18	36,0



**Figura 1.** Exemplo de artéria carótida interna direita, com características normais de sua parede, através de US e RM. Imagens de US, em escalas de cinza (A,B) e fluxo Doppler colorido (C,D). Imagens de RM, com seqüências ponderadas em T1-BB (E), T1-FSBB (F), T2-BB (G), T2-FSBB (H), 3D TOF (I), além de ARM sem (J) e com (K) contraste.

tipo de alteração quanto à ecogenicidade das paredes, sendo que 88,8% são classificadas como placas hiperecóticas (tipo 4).

A Tabela 3 mostra a ordenação dos ateromas carotídeos visualizados pela UDC na estimativa do grau de estenose, em que se percebe que, de 81% das artérias que apresentam algum tipo de estenose, o grau II (leve) foi detectado em 72,8%.

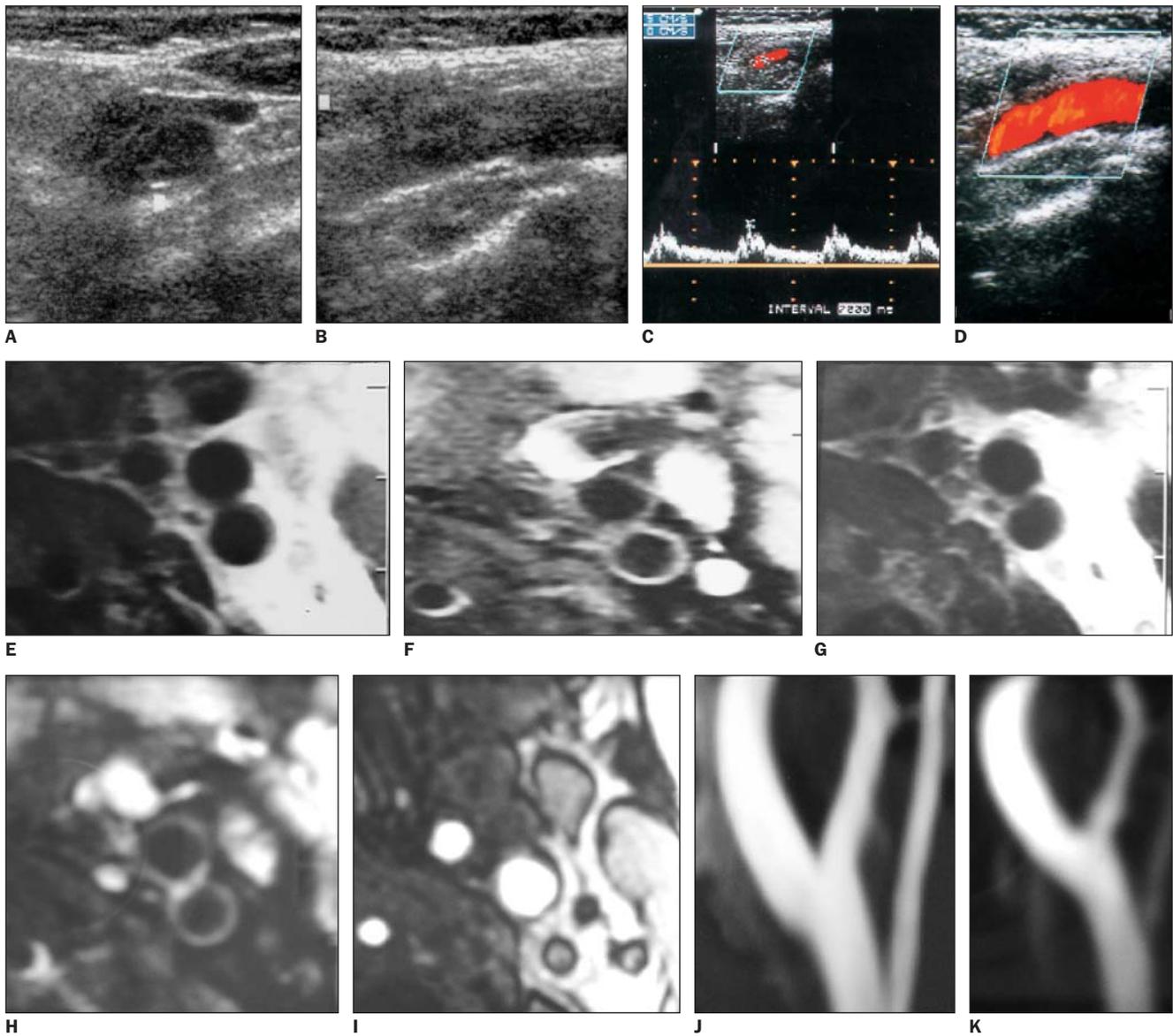
A Tabela 4 mostra a frequência de ateromas carotídeos visualizados pela RM, nas diferentes seqüências, evidenciando

**Tabela 2** Distribuição dos casos, segundo o tipo de ecogenicidade das paredes das artérias carótidas internas, examinadas pela US.

Ecogenicidade das paredes arteriais	N	%
Tipo 1	2	2,0
Tipo 2	7	7,0
Tipo 3	—	—
Tipo 4	72	72,0
Normal	19	19,0
Total	100	100,0

**Tabela 3** Distribuição da estimativa do grau de estenose das artérias carótidas internas, segundo avaliação feita pela UDC.

Grau de estenose	N	%
Grau I	19	19,0
Grau II	59	59,0
Grau III	17	17,0
Grau IV	4	4,0
Grau V	—	—
Ocluída	1	1,0
Total	100	100,0



**Figura 2.** Exemplo de artéria carótida interna esquerda apresentando leve espessamento parietal, caracterizando placa tipo 4, através de US, e ausência de alteração de sinal nas imagens de RM. Imagens de US, em escalas de cinza (A,B) e fluxo Doppler colorido (C,D). Imagens de RM, com seqüências ponderadas em T1-BB (E), T1-FSBB (F), T2-BB (G), T2-FSBB (H), 3D TOF (I), além de ARM sem (J) e com (K) contraste.

visível diferença nos resultados encontrados pela avaliação na seqüência 3D TOF.

**Tabela 4** Distribuição da freqüência da presença de placas visualizadas nas artérias carótidas internas, quando examinadas pela RM.

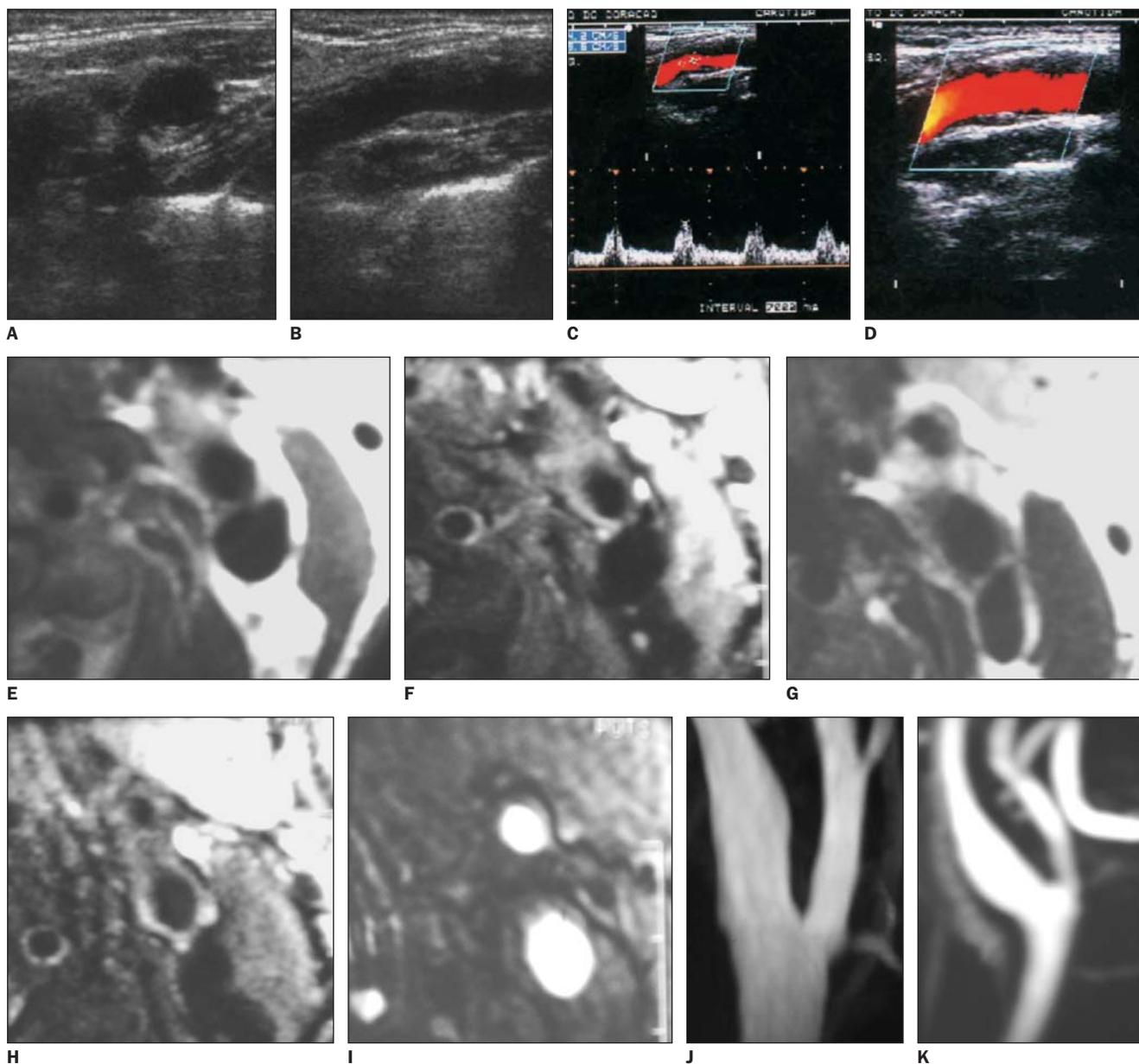
Seqüências de RM	Com placas	Sem placas	Total
3D TOF	28	72	100
T1-BB	71	29	100
T1-FSBB	72	28	100
T2-BB	72	28	100
T2-FSBB	72	28	100

As características de intensidade de sinal das artérias carótidas internas foram avaliadas visualmente, por meio da RM, nas seqüências de pulso 3D TOF, T1-BB, T1-FSBB, T2-BB, T2-FSBB, e os resultados estão contidos na Tabela 5. A seqüência 3D TOF apresenta mais diferença significativa na detecção de presença de placas que nas demais seqüências (teste de McNemar,  $p < 0,001$ ). As demais seqüências não apresentam diferenças significativas entre si. Quando as imagens de RM foram adquiridas pela técnica 3D TOF, re-

gistraram-se 72 segmentos sem alteração de sinal das paredes arteriais.

Nas Tabelas 6 a 10 estão apresentadas as associações entre alterações encontradas nos exames de US, referentes aos diferentes tipos de placas com a intensidade de sinal observada pelos exames de RM nas diferentes seqüências de pulso.

Nota-se, na Tabela 6, que não há associação entre as alterações vistas nos exames de US, referentes aos tipos de placas, e a intensidade de sinal da RM na seqüência 3D TOF com cortes no plano axial.



**Figura 3.** Exemplo de artéria carótida interna esquerda, com espessamento do complexo íntima-média. Presença de placa tipo 4, ao exame de US, em escala de cinza. Alteração de sinal nos exames de RM, com predomínio de hipersinal, nas seqüências ponderadas em T1 e T2. Ausência de alteração de sinal, pela seqüência 3D TOF. Presença de estenose grau II, através de UDC, e ausência de estenose, pelos exames de ARM, com e sem contraste. Imagens de US, em escalas de cinza (A,B) e análise espectral Doppler (C,D). Imagens de RM, com seqüências ponderadas em T1-BB (E), T1-FSBB (F), T2-BB (G), T2-FSBB (H), 3D TOF (I), além de ARM sem (J) e com (K) contraste.

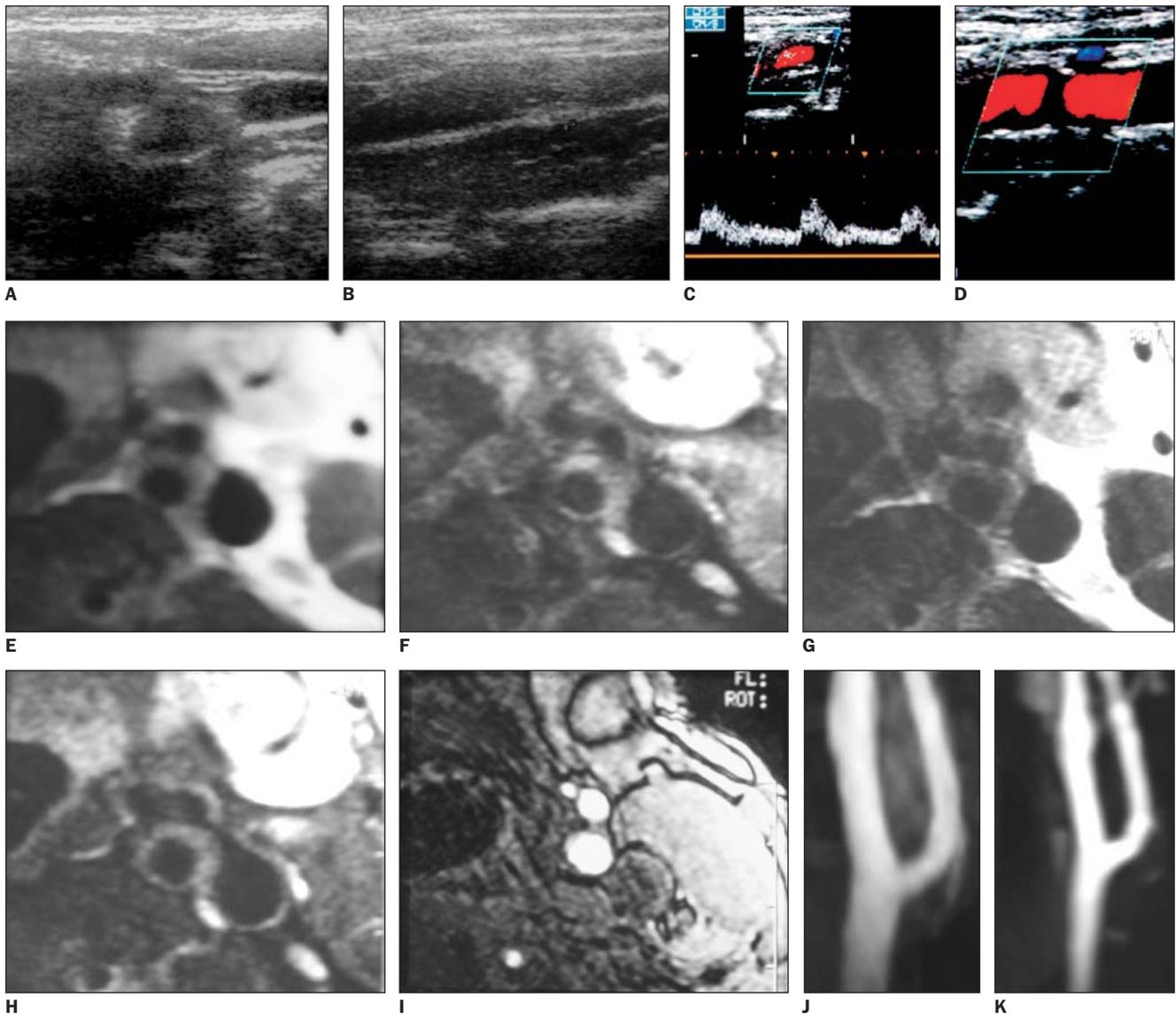
**Tabela 5** Distribuição segundo as características de intensidade de sinal, visualizadas através da RM, nas diferentes seqüências de pulso.

Intensidade de sinal	3D TOF	T1-BB	T1-FSBB	T2-BB	T2-FSBB
Normal	72	29	28	28	28
Hipointenso	8	—	—	2	2
Isointenso	—	11	7	7	5
Hiperintenso	18	59	64	62	64
Misto*	2	1	1	1	1
Total	100	100	100	100	100

\* Áreas de redução e aumento da intensidade de sinal.

Observa-se, com base nos resultados apresentados na Tabela 7, que não há associação entre as alterações encontradas nos exames de US, referentes aos tipos de placas, e a intensidade de sinal da RM na seqüência T1-BB.

Os dados da Tabela 8 mostram que não há associação entre as alterações encontradas nos exames de US, referentes aos tipos de placas, e a intensidade de sinal da RM na seqüência T1-FSBB.



**Figura 4.** Exemplo de artéria carótida interna esquerda, com espessamento do complexo íntima-média. Presença de placa tipo 2, ao exame de US, em escala de cinza. Alteração de sinal, nos exames de RM, com predomínio de hipersinal, nas seqüências ponderadas em T1 e T2. Artefato de fluxo, na seqüência 3D TOF. Presença de estenose grau II, à UDC, e ausência de estenose, nos exames de ARM com e sem contraste. Imagens de US, em escalas de cinza (A,B) e fluxo Doppler colorido (C,D). Imagens de RM, em seqüências ponderadas em T1-BB (E), T1-FSBB (F), T2-BB (G), T2-FSBB (H), 3D TOF (I), e ARM sem (J) e com contraste (K).

Observa-se, na Tabela 9, que não há associação entre as alterações encontradas nos exames de US, referentes aos tipos de placas, e a intensidade de sinal da RM na seqüência T2-BB.

Os resultados da Tabela 10 mostram que não há associação entre as alterações encontradas nos exames de US, referentes aos tipos de placas, e a intensidade de sinal da RM na seqüência T2-FSBB.

A avaliação visual do grau de estenose das artérias carótidas internas foi realizada por meio da ARM, com e sem contraste, apresentando-se os resultados nas Ta-

belas 11 e 12. O grau de associação entre estas duas medidas foi avaliado através do índice kappa, que apresentou valor de

0,563 ( $p < 0,001$ ), o que caracteriza uma reprodutibilidade entre os métodos (ARM com e sem contraste).

**Tabela 6** Associação entre os tipos de placas encontradas nos exames de US e a intensidade de sinal nos exames de RM na seqüência 3D TOF.

Alterações	Normal		Hipointenso		Hiperintenso		Misto		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Tipo 1	1	50,0	0	0,0	1	50,0	0	0,0	2
Tipo 2	3	42,9	0	0,0	3	42,9	1	14,3	7
Tipo 4	54	75,0	7	9,7	10	13,9	1	1,4	72
Normal	14	73,7	1	5,3	4	21,1	0	0,0	19

Teste exato de Fisher,  $p = 0,188$ .

**Tabela 7** Associação entre os tipos de placas encontradas nos exames de US e a intensidade de sinal nos exames de RM na seqüência T1-BB.

Alterações	Normal		Hipointenso		Isointenso		Hiperintenso		Misto		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Tipo 1	1	50,0	0	0,0	0	0,0	1	50,0	0	0,0	2
Tipo 2	0	0,0	0	0,0	1	14,3	5	71,4	1	14,3	7
Tipo 4	20	27,8	0	0,0	9	12,5	43	59,7	0	0,0	72
Normal	8	42,1	1	5,3	1	5,3	9	47,4	0	0,0	19

Teste exato de Fisher,  $p = 0,084$ .

**Tabela 8** Associação entre os tipos de placas encontradas nos exames de US e a intensidade de sinal nos exames de RM na seqüência T1-FSBB.

Alterações	Normal		Isointenso		Hiperintenso		Misto		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Tipo 1	1	50,0	0	0,0	1	50,0	0	0,0	2
Tipo 2	0	0,0	1	14,3	5	71,4	1	14,3	7
Tipo 4	20	27,8	5	6,9	47	65,3	0	0,0	72
Normal	7	36,8	1	5,3	11	57,9	0	0,0	19

Teste exato de Fisher,  $p = 0,169$ .

**Tabela 9** Associação entre os tipos de placas encontradas nos exames de US e a intensidade de sinal nos exames de RM na seqüência T2-BB.

Alterações	Normal		Hipointenso		Isointenso		Hiperintenso		Misto		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Tipo 1	1	50,0	0	0,0	0	0,0	1	50,0	0	0,0	2
Tipo 2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	85,7	1	14,3	7
Tipo 4	20	27,8	1	1,4	6	8,3	45	62,5	0	0,0	72
Normal	7	36,8	1	5,3	1	5,3	10	52,6	0	0,0	19

Teste exato de Fisher,  $p = 0,217$ .

**Tabela 10** Associação entre os tipos de placas encontradas nos exames de US e a intensidade de sinal nos exames de RM na seqüência T2-FSBB.

Alterações	Normal		Hipointenso		Isointenso		Hiperintenso		Misto		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Tipo 1	1	50,0	0	0,0	0	0,0	1	50,0	0	0,0	2
Tipo 2	0	0,0	0	0,0	1	14,3	5	71,4	1	14,3	7
Tipo 4	20	27,8	1	1,4	3	4,2	48	66,7	0	0,0	72
Normal	7	36,8	1	5,3	1	5,3	10	52,6	0	0,0	19

Teste exato de Fisher,  $p = 0,132$ .

**Tabela 11** Distribuição dos casos segundo o grau de estenose visualizado pela ARM com contraste.

Grau de estenose	N	%
Grau I	74	74,0
Grau II	14	14,0
Grau III	7	7,0
Grau IV	4	4,0
Ocluída	1	1,0
Total	100	100,0

**Tabela 12** Distribuição dos casos segundo o grau de estenose visualizado pela ARM sem contraste.

Grau de estenose	N	%
Grau I	61	61,0
Grau II	27	27,0
Grau III	10	10,0
Grau IV	1	1,0
Ocluída	1	1,0
Total	100	100,0

**Tabela 13** Associação entre a estimativa do grau de estenose visualizado pela UDC e ARM com contraste.

Grau de estenose pela UDC	Grau de estenose pela ARM com contraste				
	I	II	III	IV	Ocluída
I	13	3	3	—	—
II	36	19	3	1	—
III	10	4	3	—	—
IV	2	1	1	—	—
V	—	—	—	—	—
Ocluída	—	—	—	—	1

**Tabela 14** Associação entre a estimativa do grau de estenose visualizado pela UDC e ARM sem contraste.

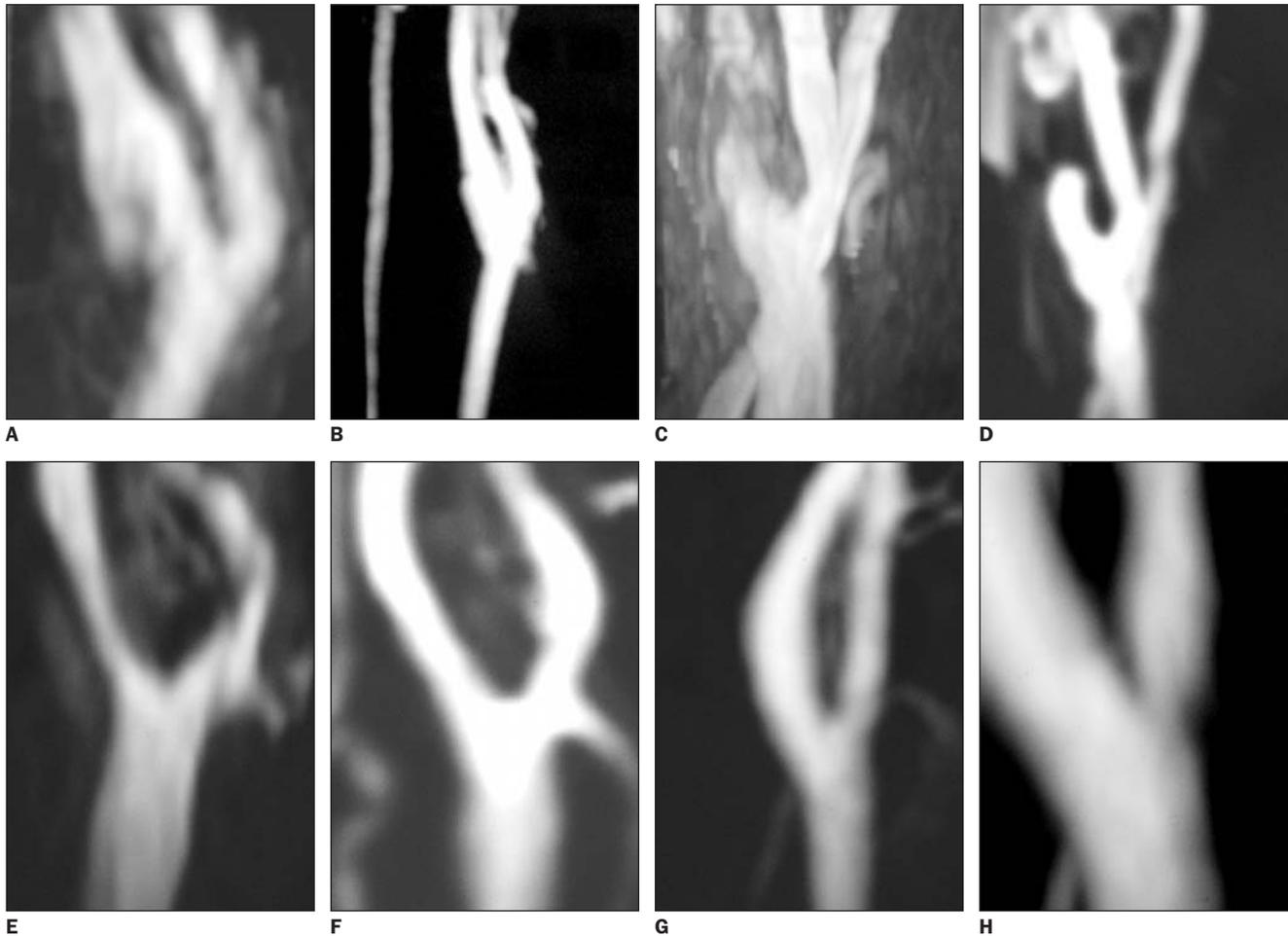
Grau de estenose pela UDC	Grau de estenose pela ARM sem contraste				
	I	II	III	IV	Ocluída
I	17	1	1	—	—
II	44	10	2	1	—
III	11	2	3	1	—
IV	2	1	1	—	—
V	—	—	—	—	—
Ocluída	—	—	—	—	1

Através do índice kappa, observa-se que há reprodutibilidade marginal entre a UDC e a ARM com contraste (Tabela 13), em relação ao grau de estenose, sendo kappa = 0,095,  $p = 0,040$ .

Através do índice kappa, observa-se que há reprodutibilidade marginal entre a UDC e a ARM sem contraste (Tabela 14), em relação ao grau de estenose, sendo kappa = 0,096,  $p = 0,011$ .

Foi realizada avaliação de qualidade das imagens obtidas pela ARM, com e sem contraste, classificando-se os resultados como boa, muito boa e excelente. Os resultados se encontram na Tabela 15, que mostra imagens de excelente qualidade em 82% dos casos, quando se utiliza o contraste, reduzindo-se a qualidade a 54%, quando não se utiliza o contraste.

Para a análise de reprodutibilidade interobservadores foram utilizados os parâmetros de avaliação da qualidade das imagens de RM, intensidade de sinal nas seqüências 3D TOF, T1-BB, T1-FSBB, T2-BB, T2-FSBB e o grau de estenose visualizado à ARM, com e sem a administração do contraste. Na análise do índice kappa



**Figura 5.** Exemplos de ARM com/sem contraste (A/B, C/D, E/F, G/H) das artérias carótidas, avaliando graus de estenose e qualidade de imagens em quatro casos.

**Tabela 15** Distribuição dos casos segundo a qualidade de imagem dos exames de ARM, de acordo com a utilização de contraste.

ARM	Qualidade da imagem						Total	
	Boa		Muito boa		Excelente			
	N	%	N	%	N	%	N	%
Com contraste	3	3,0	15	15,0	82	82,0	100	100,0
Sem contraste	3	3,0	43	43,0	54	54,0	100	100,0

**Tabela 16** Distribuição dos casos segundo a qualidade de imagem dos exames de RM, nas diversas seqüências de pulso realizadas.

Seqüências realizadas	Qualidade da imagem						Total	
	Boa		Muito boa		Excelente			
	N	%	N	%	N	%	N	%
3D TOF	3	6,0	32	64,0	15	30,0	100	100,0
T1-BB	3	6,0	18	36,0	29	58,0	100	100,0
T1-FSBB	5	10,0	10	20,0	35	70,0	100	100,0
T2-BB	7	14,0	16	32,0	27	54,0	100	100,0
T2-FSBB	7	14,0	14	28,0	29	58,0	100	100,0

registrou-se ótima reprodutibilidade, com valores acima de 0,71.

## DISCUSSÃO

A avaliação das artérias carótidas internas foi realizada por métodos diagnósticos não-invasivos, indolores, relativamente rápidos, dotados de grande acurácia e reprodutibilidade: US e RM.

O presente estudo utilizou a US para uma avaliação preliminar da aterosclerose carotídea, por considerá-lo método confiável e que tem alta sensibilidade e boa especificidade. Uma segunda avaliação foi realizada por RM, método mais recentemente utilizado na caracterização de placas<sup>(35)</sup>.

Esta pesquisa foi complementada com a realização de ARM, na reavaliação da estimativa do grau de estenose visualizado pela UDC.

O perfil da população abordada mostrou um grupo de 50 pacientes, em que a predominância recaiu sobre o sexo masculino (78%), ainda que a inclusão dos casos tenha se dado pela busca espontânea do serviço (convite pessoal ou telefônico dentre uma clientela de candidatos à revascularização do miocárdio). Segundo a literatura, esta distribuição deve ser esperada, uma vez que as taxas de mortalidade por cardiopatia isquêmica são significativamente maiores em homens<sup>(36,37)</sup>.

Todos os indivíduos que compuseram a amostra estiveram expostos a mais de dois dos fatores de risco selecionados para o estudo, o que é importante diante da informação na literatura, que considera a exposição a múltiplos fatores de risco como um efeito aditivo<sup>(3)</sup>.

Wilson *et al.*<sup>(36)</sup>, avaliando pacientes idosos, encontraram associação entre estenose moderada das artérias carótidas com os fatores de risco. Nesse estudo, a gravidade da estenose aumentava de acordo com o acúmulo desses fatores. Não houve correlação semelhante em nosso grupo amostral. Em nossas avaliações, observou-se que os segmentos carotídeos, considerados normais, apresentaram valores de idade menores que os outros grupos.

O'Leary *et al.*<sup>(38)</sup> associam o espessamento do complexo íntima-média das artérias carótidas com a gravidade de comprometimento das artérias coronárias. Notamos que houve alteração da ecogenicidade das paredes arteriais em 81% dos segmentos carotídeos. O comprometimento coronário, verificado por cateterismo cardíaco, demonstrou que em 50% dos casos o acometimento foi triarterial, em 32%, biarterial e em 18%, unarterial. Há alta ocorrência de aterosclerose carotídea em coronariopatas<sup>(11)</sup>, confirmando os dados de literatura.

Pelas avaliações histopatológicas, as placas hiperecóticas (tipo 4) mostram predominância de tecido fibroso, portanto, relacionadas a maior estabilidade. Este tipo de placa foi predominante em nossos achados e a literatura o menciona como o tipo predominante nas artérias carótidas<sup>(39)</sup>.

A US é um método ainda limitado na identificação de formas semelhantes à hemorragia intraplaca, presentes no desenvolvimento de sintomas neurológicos<sup>(40)</sup>.

As placas ateroscleróticas ricas em lipídios, nas artérias coronárias, são particularmente vulneráveis a rupturas e associadas a maior risco de infarto do miocárdio e de morte do que as placas fibrocalcificadas. Se os achados mostram que placas das artérias carótidas e coronárias apresentam características morfológicas semelhantes, pode-se valorizar a eficiência da US, método simples e não-invasivo, na avaliação de indivíduos em situação de risco, para eventos cardiovasculares<sup>(6,41)</sup>.

Os resultados expostos neste trabalho mostraram a presença de 7% de placas do tipo 2 (hipoecóticas, com pequenas áreas hiperecóticas associadas) e 2% do tipo 1 (hipoecóticas), não permitindo a diferenciação entre placas contendo lipídio ou hemorragia, uma das razões por que se propôs a reavaliação dos casos através de RM, tentando melhor identificação.

Moody *et al.*<sup>(6)</sup> afirmaram que a ruptura das placas está mais relacionada com as suas características morfológicas e bioquímicas do que com o grau de estenose provocado.

Chama-se atenção para o fato de que, avaliando-se as artérias carótidas internas através da UDC, observou-se estenose grau II em 59% dos casos, ou seja, em processo inicial de formação, passível, portanto, de controle por meio de medidas preventivas ou terapêuticas. Deste total, a ecogenicidade das placas foi classificada como tipo 4 em 94,9%.

Pouco se sabe sobre as alterações de sinal encontradas nos exames de RM, em que há processo inicial de ateromatose carotídea. Cai *et al.*<sup>(42)</sup> foram os primeiros a avaliar essas alterações, correlacionando os exames de RM com análises histopatológicas. Seus resultados demonstraram sensibilidade de 67% na detecção dessas lesões, nas seqüências ponderadas em T2.

Estudos recentes têm demonstrado que imagens obtidas por RM podem identificar a morfologia e os constituintes das placas de ateroma, com graus avançados de estenose, nas artérias carótidas internas extracraniana *in vivo* e *in vitro*<sup>(24,29,43,44)</sup>. Método de alta resolução, é ideal para exame seriado de doenças da parede arterial, porque é uma técnica não-invasiva, com boa capacidade de discriminação das características teciduais<sup>(28,45-47)</sup>. Favorece avalia-

ção sistemática dos contornos dos vasos, permitindo diferenciação entre as camadas média e adventícia. Os bordos externos também podem ser claramente definidos nas seqüências ponderadas em T1 e T2, assim como os tecidos adjacentes<sup>(47)</sup>.

Foram detectadas, na seqüência 3D TOF, em cortes axiais, diferenças significativas na identificação de alterações de intensidade de sinal das paredes das artérias carótidas internas, em relação às seqüências ponderadas em T1 e T2. Prováveis explicações estariam ligadas à presença de artefatos de fluxo ou ao alto índice de casos com graus leves de estenose. Outra explicação possível adviria da insuficiente resolução espacial da RM para detecção de aterosclerose carotídea de grau leve *in vivo*, nesta seqüência. Não ocorreram diferenças significativas entre si nas demais seqüências na identificação de alterações de intensidade de sinal, nas paredes arteriais. Houve supremacia em relação a alterações de intensidade de sinal nas paredes arteriais, pelas seqüências ponderadas em T1 e T2, quando comparadas com 3D TOF.

A elevação da intensidade de sinal na parede vascular, nas seqüências ponderadas em T1 e T2, pode corresponder, principalmente, a um componente fibroso<sup>(33)</sup>. Por meio de avaliações histopatológicas, realizadas por Gray-Weale *et al.*<sup>(39)</sup>, as placas hiperecóticas (tipo 4) detectadas por US correspondem a placas constituídas por componente fibroso. Tais alterações, tanto de intensidade de sinal quanto de ecogenicidade de placas, também foram encontradas em nossos casos.

Comparando as alterações de ecogenicidade das placas visualizadas pela US, com alterações de intensidade de sinal pela RM, nas seqüências ponderadas em T1 e T2, obtivemos os seguintes resultados:

Em 19 segmentos carotídeos a US apresentou-se normal, isto é, sem alteração de ecogenicidade nas paredes das artérias carótidas internas. Comparando as alterações vistas na US, com a RM, observa-se que entre 36,8% e 42,1% dos casos as seqüências ponderadas em T1 e T2 não apresentaram alterações de intensidade de sinal, sendo estes exames também considerados normais. A intensidade de sinal da parede vascular foi caracterizada como hiperintensa, entre 47,4% e 57,9% dos casos.

Em 72 segmentos carotídeos as placas foram consideradas com ecogenicidade tipo 4. Comparando as alterações encontradas nos exames de US com a RM, observa-se que em 27,8% dos casos as seqüências ponderadas em T1 e T2 não apresentaram alterações de intensidade de sinal, sendo estes exames considerados normais. Tal fato talvez se explique pela razão de a RM não haver captado alteração de sinal em alguns casos com grau leve de espessamento do complexo íntima-média.

A intensidade de sinal da parede vascular foi caracterizada como hiperintensa, entre 59,7% e 66,7% dos casos. Tal fato sugere que o sinal de RM, nas seqüências ponderadas em T1 e T2, é preferencialmente hiperintenso nas placas do tipo 4, visualizadas através de US.

Em sete segmentos carotídeos as placas foram consideradas com ecogenicidade tipo 2. Comparando as alterações encontradas nos exames de US com a RM, observa-se que entre 71,4% e 85,7% dos casos as seqüências ponderadas em T1 e T2 apresentaram elevação da intensidade de sinal. Não houve casos considerados normais pela RM neste tipo de placa.

Em dois segmentos carotídeos as placas foram consideradas com ecogenicidade tipo 1. Comparando as alterações encontradas nos exames de US com a RM, observa-se que em 50% dos casos as seqüências ponderadas em T1 e T2 apresentaram elevação da intensidade de sinal e que em 50% o exame foi considerado normal.

De acordo com a literatura, a elevação da intensidade de sinal ou o sinal intermediário em T1 e T2 podem corresponder, principalmente, a um componente fibroso na parede vascular e, em escassos casos, a placas com conteúdo lipídico ou hemorrágico<sup>(24-32)</sup>.

Randoux *et al.*<sup>(23)</sup> afirmaram que a RM apresenta capacidade suficiente para detectar alterações precoces nas paredes vasculares, embora não seja capaz de caracterizar com certeza os seus elementos constituintes.

A habilidade em monitorar alterações precoces de lesões ateroscleróticas, em seres humanos, tem importantes aplicações no estudo da patogênese da aterosclerose e em estudos clínicos, assegurando a eficácia nas terapias de redução das placas<sup>(48)</sup>.

Vale ressaltar que placas com conteúdo lipídico ou hemorrágico se comportam na RM como placas hiperintensas, nas seqüências ponderadas em T1. Em T2, a intensidade de sinal varia<sup>(24-32)</sup>.

Fica evidente que a RM pôde detectar alterações de intensidade de sinal nas paredes vasculares na doença aterosclerótica carotídea, em que o grau leve de estenose foi predominante, sendo encontrado em maior proporção o aumento da intensidade de sinal nas seqüências ponderadas em T1 e T2. Não pôde, portanto, diferenciar os componentes das placas. Estas alterações devem ser avaliadas com cautela. Não houve correlação entre as alterações encontradas nos exames de US, referentes aos tipos de ecogenicidade das placas, com a intensidade de sinal nos exames de RM.

A ARM é um método de investigação de irregularidades nas superfícies arteriais e de avaliação do grau de estenose. O grau de estenose é considerado um indicador do grau de gravidade da doença aterosclerótica, embora não esteja sempre associado ao risco de eventos, como o ataque isquêmico transitório ou o acidente vascular cerebral<sup>(49)</sup>.

Os exames de ARM não identificam sinais de hemorragia intraplaca, o que recomenda o uso de técnicas especiais não-invasivas que permitam demonstrar este tipo de alteração.

A ARM é um método para a avaliação do lúmen vascular, fornece boa resolução de imagem, porém não permite a caracterização morfológica das placas. Apresenta pouca sensibilidade na detecção de lesões precoces e na estimativa do volume das lesões<sup>(50)</sup>. A maior limitação da ARM, tanto nos exames com, quanto nos sem a administração do contraste paramagnético, é a resolução espacial, notadamente nos graus de estenose leve e moderado<sup>(23)</sup>.

A UDC é bastante utilizada na estimativa do grau de estenose e da gravidade da doença<sup>(50)</sup> e seu uso é respaldado por consagrados estudos anteriores, que a recomendam como técnica de rastreamento de aterosclerose carotídea<sup>(51,52)</sup>.

A limitação primária, tanto da ARM quanto da US, é a não visualização da expansão externa da placa aterosclerótica pela camada adventícia. Conseqüentemente, uma placa potencialmente instável

pode não ser detectada, por não comprometer o lúmen e não causar estenose significativa<sup>(31)</sup>.

Em nossos achados houve reprodutibilidade marginal referente à estimativa do grau de estenose entre a UDC e ARM com e sem contraste.

A qualidade das imagens dos exames de RM foram avaliadas em cada seqüência, com base em uma escala de cinco pontos, que classificou cada uma individualmente, segundo a relação sinal-ruído total, com base na aparência visual, na presença de artefatos de fluxo, na conspicuidade e na arquitetura da parede vascular.

Foram excluídos do estudo os exames que apresentaram graus de qualidade I e II, oferecendo inadequado suporte diagnóstico. A qualidade total dos exames de RM, nas diversas seqüências observadas, foi considerada como excelente (grau V) e muito boa (grau IV).

Chama atenção o fato de que em 54% a 70% dos exames a qualidade das imagens foi considerada excelente, nas seqüências ponderadas em T1 e T2 BB e FSBB. Na seqüência 3D TOF, 30% dos exames apresentaram excelente qualidade.

As técnicas ponderadas em T1 e T2 permitiram melhor definição da interface lúmen-parede arterial, sendo possível a identificação dos bordos externos dos vasos, individualizando a camada adventícia em relação aos planos gordurosos adjacentes. A banda de redução da intensidade de sinal produzida pela camada média foi bem definida nestas seqüências. Foi possível perceber, entretanto, que na seqüência 3D TOF, apesar de muito boa qualidade de imagem, sendo percebida em 64% dos casos, observou-se facilmente a definição da interface lúmen-parede arterial devido ao efeito "bright-blood", porém não foi possível a individualização do complexo íntima-média ou da camada adventícia. Registrou-se também, nesta seqüência, a presença de artefatos de fluxo, responsáveis pela diminuição da qualidade das imagens. Observou-se que 52% das imagens adquiridas pela seqüência 3D TOF demonstraram distúrbio intraluminal de fluxo, que pode justificar a pouca sensibilidade desta seqüência na identificação de placas. Por ser a conspicuidade da capa de tecido fibroso dependente do contraste presente na

mesma (interface lúmen/complexo íntima-média), foi difícil sua determinação quando havia áreas de baixa intensidade de sinal adjacente ao espaço luminal. Assim, os estados de bandas hipointensas justaluminais em imagens 3D TOF foram obscurecidas quando apresentaram artefatos de fluxo, não contribuindo, portanto, para a diferenciação proposta.

A acurácia da análise das artérias carótidas foi influenciada, principalmente:

1. Pela calcificação justaluminar: em casos com calcificação no espaço justaluminar da placa, o lúmen pode ser superestimado nas imagens BB, devido à redução da intensidade de sinal produzida pelo cálcio e o efeito BB (sangue preto); imagens ponderadas em 3D TOF podem, entretanto, fornecer informações complementares, devido à alta intensidade de sinal do sangue (efeito “bright-blood”), enquanto o cálcio permanece com redução da intensidade de sinal.

2. Pelo pequeno lúmen arterial: áreas com lúmen reduzido podem produzir alterações na análise da parede vascular, pela falta de resolução espacial.

Analisamos também a qualidade das imagens nos exames de ARM. Sendo as imagens geradas em rotação lateral, torna-se possível a análise precisa do contorno vascular. Foram realizadas seqüências de ARM, antes e após a administração do contraste paramagnético. Notamos a supremacia de qualidade de imagem dos exames de ARM com contraste, considerados como excelentes, quando comparados com os exames sem o uso do contraste.

Dificuldades técnicas foram encontradas nos exames de US, relacionadas à bifurcação carotídea alta e tortuosidade dos vasos, em alguns exames.

A principal limitação do estudo nos exames de RM foi a movimentação do paciente, principalmente com a deglutição, assim como movimentos involuntários.

Embora tenhamos obtido em nosso estudo *in vivo* excelente qualidade de imagens, a resolução espacial não foi suficiente no detalhamento de placas, principalmente pela seqüência 3D TOF. Nesta seqüência, a presença de artefatos de fluxo também foi fator limitante.

Os resultados do estudo devem ser interpretados com moderação. O grau leve de

estenose das lesões ateroscleróticas foi predominante na maior parte dos pacientes, não sendo possível maiores detalhes em lesões avançadas. Um estudo representativo na definição destas lesões requer um número maior de pacientes.

E finalmente, é difícil obter confirmação histológica dos resultados apresentados, embora não tenha sido objetivo do estudo.

## CONCLUSÕES

Foi observado, por meio de RM e US, alto acometimento de aterosclerose carotídea em pacientes coronariopatas com indicação de terapia cirúrgica.

Houve boa correlação entre a estimativa do grau de estenose das artérias carótidas internas realizadas por UDC com a avaliação visual do grau de estenose através de ARM com e sem contraste.

Não houve correlação entre a ecogenicidade das placas visualizadas pela US, com a intensidade de sinal observada nos exames de RM.

A qualidade das imagens dos exames de RM, nas seqüências ponderadas em T1 e T2, foi considerada ótima e, em 3D TOF, muito boa. A qualidade de imagem dos exames de ARM, com e sem contraste, foi considerada excelente. Houve ótima reprodutibilidade interobservadores na avaliação dos exames de RM.

## REFERÊNCIAS

1. Laurenti R. Aterosclerose: importância, aspectos epidemiológicos. Estudo central do problema no Brasil e em São Paulo. *Cardiologia* 1987;1:16-9.
2. Datasus. Secretaria Executiva do Ministério da Saúde. <http://www.datasus.gov.br/>.
3. Lotufo AP. Mortalidade pela doença cerebrovascular no Brasil. *Rev Bras Hipertens* 2000;4:387-91.
4. Sary HC, Blankenhorn DH, Chandler AB, *et al.* A definition of the intima of human arteries and of its atherosclerosis-prone regions. A report from the Committee on Vascular Lesions of the Council on Arteriosclerosis, American Heart Association. *Circulation* 1992;85:391-405.
5. Bots ML, Hoes AW, Koudstaal PJ, Hofman A, Grobbee DE. Common carotid intima-media thickness and risk of stroke and myocardial infarction: the Rotterdam Study. *Circulation* 1997;96:1432-7.
6. Moody AR, Murphy RE, Morgan PS, *et al.* Characterization of complicated carotid plaque with magnetic resonance direct thrombus imaging in patients with cerebral ischemia. *Circulation* 2003;107:3047-52.
7. Fazio GP, Redberg RF, Winslow T, Schiller NB. Transesophageal echocardiographically detected

atherosclerotic aortic plaque is a marker for coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1993;21:144-50.

8. Burke GL, Evans GW, Riley WA, *et al.* Arterial wall thickness is associated with prevalent cardiovascular disease in middle-aged adults. The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *Stroke* 1995;26:386-91.
9. Crouse JR III, Craven TE, Hagaman AP, Bond MG. Association of coronary disease with segment-specific intimal-medial thickening of the extracranial carotid artery. *Circulation* 1995;92:1141-7.
10. Khoury Z, Schwartz R, Gottlieb S, Chenzbraun A, Stern S, Keren A. Relation of coronary artery disease to atherosclerotic disease in the aorta, carotid, and femoral arteries evaluated by ultrasound. *Am J Cardiol* 1997;80:1429-33.
11. Nagai Y, Metter EJ, Earley CJ, *et al.* Increased carotid artery intimal-medial thickness in asymptomatic older subjects with exercise-induced myocardial ischemia. *Circulation* 1998;98:1504-9.
12. O'Leary DH, Polak JF, Wolfson SK Jr, *et al.* Use of sonography to evaluate carotid atherosclerosis in the elderly. The Cardiovascular Health Study. *Stroke* 1991;22:1155-63.
13. Fayad ZA, Fuster V. Clinical imaging of the high-risk or vulnerable atherosclerotic plaque. *Circ Res* 2001;89:305-16.
14. Gronholdt MLM, Nordestgaard BG, Wiebe MB, Wilhelm JE, Sillesen H. Echo-lucency of computerized ultrasound images of carotid atherosclerotic plaques are associated with increased levels of triglyceride-rich lipoproteins as well as increased plaque lipid content. *Circulation* 1998;97:34-40.
15. Bots ML, Witteman JCM, Grobbee DE. Carotid intima-media wall thickness in elderly women with and without atherosclerosis of the abdominal aorta. *Atherosclerosis* 1993;102:99-105.
16. Polak JF, O'Leary DH, Kronmal RA, *et al.* Sonographic evaluation of the carotid artery atherosclerosis in the elderly: relationship of disease severity to stroke and transient ischemic attack. *Radiology* 1993;188:363-70.
17. Salonen JT, Salonen R. Ultrasonographically assessed carotid morphology and the risk of coronary heart disease. *Arterioscler Thromb* 1991;11:1245-9.
18. NASCET. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. *N Engl J Med* 1991;325:445-53.
19. ACAS. Clinical advisory: carotid endarterectomy for patients with asymptomatic internal carotid artery stenosis. *Stroke* 1994;25:2523-4.
20. Yuan C, Lin E, Millard J, Hwang JN. Closed contour edge detection of blood vessel lumen and outer wall boundaries in black-blood MR images. *Magn Reson Imaging* 1999;17(Suppl 2):257-66.
21. Sumner DS. Use of color-flow imaging technique in carotid artery disease. *Surg Clin North Am* 1990;70:201-11.
22. Wasserman BA, Smith WI, Trout HH III, Cannon RO III, Balaban RS, Arai AE. Carotid artery atherosclerosis: *in vivo* morphologic characterization with gadolinium-enhanced double-oblique MR imaging-initial results. *Radiology* 2002;223:566-73.
23. Randoux B, Marro B, Koskas F, *et al.* Carotid artery stenosis: prospective comparison of CT, three-dimensional gadolinium-enhanced MR, and con-

- ventional angiography. *Radiology* 2001;220:179–85.
24. Merickel MB, Carman CS, Brookeman JR, Mugler JPD, Brown MF, Ayers CR. Identification and 3-D quantification of atherosclerosis using magnetic resonance imaging. *Comput Biol Med* 1988;18:89–102.
  25. Yuan C, Tsuruda JS, Beach KN, *et al.* Techniques for high-resolution MR imaging of atherosclerotic plaque. *J Magn Reson Imaging* 1994;4:43–9.
  26. Martin AJ, Gotlieb AI, Henkelman RM. High-resolution MR imaging of human arteries. *J Magn Reson Imaging* 1995;5:93–100.
  27. Skinner MP, Yuan C, Mitsumori L, *et al.* Serial magnetic resonance imaging of experimental atherosclerosis detects lesion fine structure, progression and complications *in vivo*. *Nat Med* 1995;1:69–73.
  28. Toussaint JF, LaMuraglia GM, Southern JF, Fuster V, Kantor HL. Magnetic resonance images lipid, fibrous, calcified, hemorrhagic, and thrombotic components of human atherosclerosis *in vivo*. *Circulation* 1996;94:932–8.
  29. Yuan C, Hatsukami TS, Beach KW, *et al.* *In vivo* MR evaluation of atherosclerosis in human carotid artery using phased array coils. *J Vasc Interv Radiol* 1996;7:46–7.
  30. Von Ingersleben G, Schmiedl UP, Hatsukami TS, *et al.* Characterization of atherosclerotic plaques at the carotid bifurcation: correlation of high-resolution MR imaging with histologic analysis – preliminary study. *RadioGraphics* 1997;17:1417–23.
  31. Yuan C, Mitsumori LM, Beach KW, Maravilla KR. Carotid atherosclerotic plaque: noninvasive MR characterization and identification of vulnerable lesions. *Radiology* 2001;221:285–99.
  32. Quick HH, Debatin JF, Ladd ME. MR imaging of the vessel wall. *Eur Radiol* 2002;12:889–900.
  33. Yuan C, Mitsumori LM, Ferguson MS, *et al.* *In vivo* accuracy of multispectral magnetic resonance imaging for identifying lipid-rich necrotic cores and intraplaque hemorrhage in advanced human carotid plaques. *Circulation* 2001;104:2051–6.
  34. Rosner B. *Fundamentals of biostatistics*. 2nd ed. Boston: PWS Publishers, 1986.
  35. Geroulakos G, Sabetai MM. Ultrasonic carotid plaque morphology. *Archives of Hellenic Medicine* 2000;17(Suppl 2):141–5.
  36. Wilson PW, D’Agostino RB, Levy D, Belanger AM, Silbershatz H, Kannel WB. Prediction of coronary heart disease using risk factor categories. *Circulation* 1998;97:1837–47.
  37. Grundy SM, Pasternak R, Greenland P, Smith S Jr, Fuster V. Assessment of cardiovascular risk by use of multiple-risk-factor assessment equations: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *Circulation* 1999;100:1481–92.
  38. O’Leary DH, Polak JF, Kronmal RA, *et al.* Distribution and correlates of sonographically detected carotid artery disease in the Cardiovascular Health Study. *Stroke* 1992;23:1752–60.
  39. Gray-Weale AC, Graham JC, Burnett JR, Byrne K, Lusby RJ. Carotid artery atheroma: comparison of preoperative B-mode ultrasound appearance with carotid endarterectomy specimen pathology. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1988;29:676–81.
  40. Aburahma AF, Wulu JT Jr, Crotty B. Carotid plaque ultrasonic heterogeneity and severity of stenosis. *Stroke* 2002;33:1772–5.
  41. Joakimsen O, Bonna KH, Stenstand-Bugge ES. Reproducibility of ultrasound assessment of carotid plaque occurrence, thickness, and morphology. The Tromso Study. *Stroke* 1997;28:2201–7.
  42. Cai JM, Hatsukami TS, Ferguson MS, Small R, Polissar NL, Yuan C. Classification of human carotid atherosclerotic lesions with *in vivo* multi-contrast magnetic resonance imaging. *Circulation* 2002;106:1368–73.
  43. Fayad ZA, Fallon JT, Shinnar M, *et al.* Noninvasive *in vivo* high-resolution magnetic resonance imaging of atherosclerotic lesions in genetically engineered mice. *Circulation* 1998;98:1541–7.
  44. Kang X, Polissar NL, Han C, Lin E, Yuan C. Analysis of the measurement precision of arterial lumen and wall areas using high-resolution MRI. *Magn Reson Med* 2000;44:968–72.
  45. Maynor CH, Charles HC, Herfkens RJ, Suddarth SA, Johnson GA. Chemical shift imaging of atherosclerosis at 7.0 Tesla. *Invest Radiol* 1989;24:52–60.
  46. Toussaint J, Southern JF, Fuster V. T2-weighted contrast for NMR characterization of human atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1995;15:1533–42.
  47. Yuan C, Skinner MP, Kaneko E, *et al.* Magnetic resonance imaging to study lesions of atherosclerosis in the hyperlipidemic rabbit aorta. *Magn Reson Imaging* 1996;14:93–102.
  48. Thomas JB, Rutt BK, Ladak HM, Steinman DA. Effect of black blood MR image quality on vessel wall segmentation. *Magn Reson Med* 2001;46:229–304.
  49. Anderson CM, Saloner D, Lee RE, *et al.* Assessment of carotid artery stenosis by MR angiography: comparison with x-ray angiography and color-coded Doppler ultrasound. *Am J Neuroradiol* 1992;13:989–1003.
  50. Stary HC, Chandler AB, Dinsmore RE, *et al.* A definition of advanced types of atherosclerotic lesions and a histological classification of atherosclerosis. *Circulation* 1995;92:1355–74.
  51. Roederer GO, Langlois YE, Jager KA, *et al.* The natural history of carotid arterial disease in asymptomatic patients with cervical bruits. *Stroke* 1984;15:605–13.
  52. Moneta GL, Taylor DC, Zieler RE, Kazmers A, Beach K, Strandness DE Jr. Asymptomatic high-grade internal carotid artery stenosis: is stratification according to risk factors or duplex spectral analysis possible? *J Vasc Surg* 1989;10:475–83.