

# RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DOS HEMANGIOMAS HEPÁTICOS: AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E QUANTITATIVAS\*

Dario Ariel Tiferes<sup>1</sup>, Giuseppe D'Ippolito<sup>2</sup>, Jacob Szejnfeld<sup>3</sup>

**Resumo** **OBJETIVO:** Estudar as características morfológicas e quantitativas dos hemangiomas hepáticos na ressonância magnética. **MATERIAL E MÉTODOS:** Foram estudados, prospectivamente, 57 hemangiomas hepáticos presentes em 27 pacientes, com ressonância magnética de alto campo (1,5 T) utilizando seqüência spin-eco, imagens ponderadas em T1 e T2, com tempos de eco de até 160 ms. Foram avaliadas as características morfológicas dos hemangiomas, classificando-os em típicos ou atípicos. Também foram avaliadas características quantitativas das lesões (relação intensidade de sinal lesão/figado, valores de tempo de relaxação T2 e índice simplificado T2) e feitas comparações entre tais características nos hemangiomas morfolologicamente típicos e atípicos, e naqueles com dimensões  $\leq 2,0$  cm e  $> 2,0$  cm. **RESULTADOS:** Do total de hemangiomas estudados, 78,9% apresentaram características morfológicas típicas. Não houve diferença significativa entre as características quantitativas de hemangiomas morfolologicamente típicos e atípicos. Hemangiomas com dimensões  $\leq 2,0$  cm e  $> 2,0$  cm apresentaram comportamento semelhante em relação ao tempo de relaxação T2 e ao índice simplificado T2. Valores da relação intensidade de sinal lesão/figado apresentaram diferenças significantes entre esses dois grupos. Os valores do tempo de relaxação T2, do índice simplificado T2 e da relação intensidade de sinal lesão/figado caracterizaram corretamente 96,5%, 93% e 89,5% de todos os hemangiomas, respectivamente. **CONCLUSÃO:** A avaliação quantitativa dos hemangiomas hepáticos nas imagens por ressonância magnética é um método simples e, conjuntamente com a análise morfológica, propicia maior confiança para o diagnóstico. *Unitermos:* Fígado; Hemangioma; Ressonância magnética.

**Abstract** *Magnetic resonance imaging of hepatic hemangiomas: morphologic and quantitative characteristics.* **OBJECTIVE:** To evaluate the qualitative (morphological) and quantitative characteristics of hepatic hemangiomas with magnetic resonance imaging. **MATERIAL AND METHODS:** Twenty-seven patients with 57 hemangiomas were prospectively studied with magnetic resonance imaging using a system operating at 1.5 T. T1- and T2-weighted spin-echo images were obtained, including heavily T2-weighted images with TE of 160 ms. The morphological characteristics of the hemangiomas were studied and the lesions were classified as typical or atypical. Quantitative parameters (T2 relaxation time, simplified T2 index and lesion/liver signal intensity ratio) were also calculated. The values obtained for typical and atypical hemangiomas were compared as well as for the hemangiomas measuring  $\leq 2.0$  cm and  $> 2.0$  cm. **RESULTS:** 78.9% of hemangiomas showed typical morphological features. There was no difference between the quantitative values for typical and atypical hemangiomas. There was not significant difference in T2 relaxation times and values of simplified T2 index in hemangiomas measuring  $\leq 2.0$  cm and  $> 2.0$  cm. Lesion/liver signal intensity ratios showed significant differences between the two groups. T2 relaxation times, the simplified T2 index and the lesion/liver signal intensity ratios correctly characterized 96.5%, 93%, and 89.5% of the hemangiomas, respectively. **CONCLUSION:** Quantitative analysis of hepatic hemangiomas is a simple technique that in conjunction with morphological evaluation provides a more reliable characterization of these tumors. *Key words:* Liver; Hemangioma; Magnetic resonance imaging.

## INTRODUÇÃO

Hemangioma é o tumor hepático benigno mais comum, com incidência, em estudos de autópsias, variando entre 0,4% e 20%<sup>(1-3)</sup>, e sua diferenciação com tumores hepáticos malignos primários e secundários é um dilema clínico comum. Na última década, a ressonância magnética (RM) se estabeleceu como método de imagem confiável na caracterização do hemangio-

ma hepático, com acurácia variando de 85% a 97% na sua diferenciação de lesões hepáticas malignas<sup>(4-11)</sup>. A caracterização do hemangioma hepático pode ser feita por meio da análise dos seus parâmetros morfológicos<sup>(7,12)</sup>, das características de impregnação pelos meios de contraste à base de gadolínio<sup>(13-15)</sup>, e também pelo estudo de parâmetros quantitativos, dos quais se destacam a relação entre a intensidade de sinal da lesão e a do parênquima hepático

\* Trabalho realizado no Hospital São Paulo, Departamento de Diagnóstico por Imagem da Escola Paulista de Medicina – Universidade Federal de São Paulo (EPM-Unifesp), São Paulo, SP.

1. Doutor em Radiologia Clínica pela EPM-Unifesp, Médico do Departamento de Diagnóstico por Imagem da EPM-Unifesp.

2. Doutor em Radiologia Clínica pela EPM-Unifesp, Professor Visitante do Departamento de Diagnóstico por Imagem da EPM-Unifesp.

3. Professor Livre-Docente, Chefe do Departamento de Diagnóstico por Imagem da EPM-Unifesp.

Endereço para correspondência: Dr. Dario Ariel Tiferes. Fleury – Centro de Medicina Diagnóstica. Rua Cincinato Braga, 282. São Paulo, SP 01333-910. E-mail: dario.tiferes@fleury.com.br

Recebido para publicação em 22/8/2002. Aceito, após revisão, em 25/9/2002.

normal (relação intensidade de sinal lesão/fígado [RLF])<sup>(16,17)</sup>, os tempos de relaxação T2<sup>(10,11,18,19)</sup> e o índice simplificado T2 (índice T2)<sup>(20,21)</sup>.

A alta resolução espacial da RM cada vez mais possibilita a detecção de pequenas lesões<sup>(22)</sup>. Esta maior sensibilidade pode, às vezes, criar um problema no que concerne à caracterização tecidual, pois lesões muito pequenas e de etiologias diferentes podem não apresentar aspectos morfológicos suficientemente distintos para possibilitar a sua diferenciação. Vários autores relataram dificuldades na caracterização de pequenos hemangiomas, quer com o uso de parâmetros quantitativos (valores do tempo de relaxação T2 e da RLF)<sup>(23,24)</sup> quer com o uso do meio de contraste paramagnético<sup>(14)</sup>.

Alguns autores acreditam que os valores de corte dos parâmetros quantitativos utilizados para caracterizar hemangiomas menores que 2,0 cm devem ser diferentes daqueles utilizados para caracterizar lesões maiores, com a finalidade de aumentar a sensibilidade no diagnóstico de pequenas lesões<sup>(23)</sup>. Muitos trabalhos que estudaram a caracterização quantitativa de hemangiomas e lesões hepáticas malignas excluíram da análise lesões menores que 1,0 cm<sup>(6,7,10)</sup> e até lesões menores que 2,0 cm<sup>(20)</sup>, justificando que medidas quantitativas em pequenas lesões podem ser imprecisas e degradar a utilidade dos parâmetros quantitativos na caracterização lesional. No entanto, a maioria dos hemangiomas encontrados nas séries de autópsias apresenta dimensões menores que 3,0 cm<sup>(3,25)</sup>, e assim a caracterização deste grupo de lesões merece especial atenção.

As características quantitativas e morfológicas dos hemangiomas já estão estabelecidas. É importante determinar qual é a frequência de hemangiomas que apresentam características morfológicas típicas e também verificar a importância das medidas quantitativas para a caracterização das lesões, inclusive daquelas com pequenas dimensões. Após revisar a literatura, não encontramos nenhum trabalho de RM em 1,5 T que relatasse, conjuntamente, os valores da RLF, do tempo de relaxação T2 e do índice T2 dos hemangiomas hepáticos, incluindo, nesta análise, a avaliação de lesões menores que 2,0 cm. Também não

encontramos referência quanto à comparação dessas características quantitativas em hemangiomas morfolologicamente típicos e atípicos.

Os objetivos deste trabalho são: 1) estabelecer a frequência de hemangiomas hepáticos com características morfológicas típicas e atípicas na RM; 2) verificar se há diferença entre as características quantitativas (RLF, tempo de relaxação T2, índice T2) de hemangiomas morfolologicamente típicos e atípicos; 3) verificar se há diferença entre as características quantitativas de hemangiomas com dimensões  $\leq 2,0$  cm e  $> 2,0$  cm; 4) avaliar a utilidade dos parâmetros quantitativos na caracterização dos hemangiomas hepáticos, incluindo os grupos de hemangiomas morfolologicamente típicos e atípicos, e aqueles com dimensões  $\leq 2,0$  e  $> 2,0$  cm.

## MATERIAL E MÉTODOS

Estudamos, prospectivamente, os exames de RM de 27 pacientes portadores de 57 hemangiomas hepáticos, avaliados entre outubro de 1994 e outubro de 1998 no Departamento de Diagnóstico por Imagem da Escola Paulista de Medicina – Universidade Federal de São Paulo. Vinte e um pacientes eram do sexo feminino e seis pacientes eram do sexo masculino, com idades variando entre 25 e 70 anos (idade média de 46,4 anos).

O diagnóstico de hemangioma hepático foi estabelecido em 26 pacientes (portadores de 56 lesões hepáticas) por apresentarem nódulos hepáticos compatíveis com hemangiomas à ultra-sonografia (US) ou tomografia computadorizada (TC), e que se mantiveram inalterados em controles que variaram de 6 a 35 meses (média de 13,8 meses). Em um paciente (portador de uma lesão), o diagnóstico foi estabelecido por biópsia percutânea da lesão.

Todos os pacientes foram examinados em equipamento com magneto supercondutor operando a 1,5 T (Philips modelo Gyroscan S15), utilizando-se bobina de corpo “standard” do aparelho. Foram realizadas secções no plano axial, com técnica de spin-eco (SE), obtendo-se imagens ponderadas em T1 (350–600/15–25 ms; quatro médias de aquisição; matriz 256 × 256), densidade de prótons (DP) e T2

(1.500–2.700/20, 80 ms; duas médias de aquisição; matriz 256 × 180).

A seguir, foram realizadas seqüências SE com cortes axiais ao nível das lesões suspeitas, com técnica multi-eco, utilizando TR de 2.000 ms e TEs de 40, 80, 120 e 160 ms (uma média de aquisição; matriz 256 × 180). As secções foram de 8 mm de espessura, com intervalo de 8,8 a 9,6 mm em todos os casos. Em nenhum paciente foi utilizado sincronizador cardíaco ou respiratório, mas apenas uma faixa abdominal para restringir os movimentos respiratórios infradiafragmáticos.

## Parâmetros analisados

### Características morfológicas dos hemangiomas

Dois examinadores (dois primeiros autores deste estudo) analisaram, de maneira independente, todos os exames de RM, com o intuito de estabelecer as características morfológicas dos hemangiomas hepáticos para classificá-los em morfolologicamente típicos ou atípicos. Os casos divergentes foram definidos por um terceiro examinador (terceiro autor do trabalho).

O maior diâmetro dos nódulos foi determinado nas imagens ponderadas em T2, utilizando-se cursores eletrônicos do equipamento.

Nas imagens ponderadas em T1, a característica morfológica estudada foi a intensidade de sinal dos hemangiomas em relação ao parênquima hepático adjacente, sendo os sinais classificados em hipointensos, isointensos ou hiperintensos.

As características morfológicas dos hemangiomas nas imagens ponderadas em T2 foram avaliadas nas imagens obtidas com TEs de 80, 120 e 160 ms, e incluíram: a) comparação visual da intensidade do sinal dos hemangiomas em relação ao parênquima hepático adjacente, sendo classificados em hipointensos, isointensos ou hiperintensos; b) homogeneidade do sinal dos hemangiomas, sendo classificados em homogêneos quando apresentavam, visualmente, 75% ou mais da sua área com intensidade de sinal semelhante; c) análise dos contornos, classificados em regulares (quando, visualmente, a maior parte da circunferência da lesão apresentava contornos lisos, arredondados), bocelados (quando a maior parte dos contornos era

lisa, mas existiam boceladuras bem definidas, geralmente com ângulos obtusos entre as margens adjacentes) ou irregulares (quando a maior parte dos contornos não era lisa e/ou apresentava várias boceladuras com ângulos agudos entre as margens adjacentes); d) análise dos limites, classificados como bem definidos quando, visualmente, 75% ou mais da circunferência da lesão apresentavam interface nítida com o parênquima hepático adjacente.

De acordo com as características morfológicas observadas, os hemangiomas foram classificados em típicos ou atípicos. Foram considerados hemangiomas morfológicamente típicos: a) lesões medindo até 2,0 cm que se mostraram hipointensas ou isointensas nas imagens ponderadas em T1; hiperintensas (semelhantes ao líquido do canal vertebral), homogêneas, com contornos regulares ou bocelados, e limites bem definidos nas imagens ponderadas em T2; b) lesões maiores que 2,0 cm que se apresentaram hipointensas nas imagens ponderadas em T1; hiperintensas (semelhantes ao líquido do canal vertebral), homogêneas, com contornos regulares ou bocelados, e limites bem definidos nas imagens ponderadas em T2. Os hemangiomas que não preenchiam esses requisitos foram considerados morfológicamente atípicos.

### **Características quantitativas dos hemangiomas**

As características quantitativas dos hemangiomas estudadas no trabalho foram: a relação entre a intensidade de sinal do hemangioma e do parênquima hepático adjacente (RLF), o tempo de relaxação T2 e o índice T2. As medidas de intensidade do sinal dos hemangiomas e do parênquima hepático adjacente necessárias para a obtenção desses índices foram realizadas nas imagens da seqüência com técnica multi-eco, utilizando cursores eletrônicos do equipamento (ROI), procurando-se abranger a maior área da lesão, e no parênquima hepático adjacente evitando áreas com grandes vasos ou artefatos. Em cada caso foram feitas medidas da intensidade de sinal do hemangioma e do fígado adjacente nas imagens com TEs de 80, 120 e 160 ms.

A RLF dos hemangiomas nos três diferentes TEs foi calculada utilizando a seguinte fórmula:  $RLF = \text{intensidade de sinal}$

da lesão / intensidade de sinal do fígado. O índice T2 foi calculado a partir das imagens com TEs de 80 e 160 ms, utilizando a seguinte fórmula:  $\text{índice T2} = \text{sinal da lesão no eco de 80 ms} / \text{sinal da lesão no eco de 160 ms}$ . O tempo de relaxação T2 foi calculado da maneira simplificada, conforme descrito por Mirowitz *et al.*<sup>(20)</sup>, utilizando as imagens com TEs de 80 e 160 ms, e de acordo com a seguinte fórmula:  $\text{tempo de relaxação T2} = \Delta TE \text{ (ms)} / \ln \text{ (índice T2)}$ , onde  $\Delta TE = 160 - 80 = 80$  ms, e  $\ln = \text{logaritmo natural}$ .

A análise das características quantitativas dos hemangiomas hepáticos foi feita inicialmente para o grupo geral de lesões, e posteriormente foram comparados os resultados entre os grupos de hemangiomas de acordo com suas dimensões ( $\leq 2,0$  cm e  $> 2,0$  cm) e de acordo com os aspectos morfológicos (típicos e atípicos).

Os valores dos parâmetros quantitativos que utilizamos para a caracterização quantitativa de hemangiomas hepáticos foram semelhantes aos descritos na literatura: a) RLF no TE de 160 ms  $> 3,5$ <sup>(16)</sup>; b) tempo de relaxação T2  $> 112$  ms<sup>(10,11)</sup>; c) índice T2  $< 2,00$ <sup>(21)</sup>.

### **Método estatístico**

Para estudar as possíveis associações entre os aspectos morfológicos (típico e atípico) e as dimensões dos hemangiomas, usamos o teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ), obedecendo às restrições de Cochran. Estando essas restrições presentes, usamos o teste exato de Fisher. Para a análise das variáveis quantitativas (RLF, tempo de relaxação T2 e índice T2), utilizamos o teste de Friedman e o teste de Mann-Whitney. Em todos os casos usamos, para nível de rejeição da hipótese de nulidade, o valor igual ou menor que 0,05 (5%), sendo sempre os testes considerados bicaudais.

## **RESULTADOS**

### **Características morfológicas dos hemangiomas**

As dimensões dos hemangiomas estudados variaram de 0,8 a 18,0 cm nos seus maiores eixos (média de 2,7 cm). Trinta e cinco hemangiomas mediam até 2,0 cm (incluindo 10 medindo até 1,0 cm) e 22 hemangiomas eram maiores que 2,0 cm. Qua-

renta e cinco hemangiomas se localizavam no lobo hepático direito (2 no segmento V, 14 no segmento VI, 20 no segmento VII, 5 no segmento VIII, 4 comprometendo mais de um segmento), 11 no lobo hepático esquerdo (6 no segmento III, 5 no segmento IV) e um nódulo encontrava-se na intersecção dos dois lobos.

Nas imagens ponderadas em T1, 45/57 (78,9%) dos hemangiomas se apresentaram hipointensos em relação ao parênquima hepático adjacente (Figura 1). Os 12 hemangiomas que se apresentaram isointensos (e portanto não eram identificados em T1) tinham dimensões  $\leq 2,0$  cm.

Nas imagens ponderadas em T2, os 57 hemangiomas (100%) se apresentaram hiperintensos em relação ao parênquima hepático adjacente, com sinal semelhante ao líquido do canal vertebral (Figura 2).

Cinquenta e dois dos 57 hemangiomas (91,2%) apresentaram sinal homogêneo nas imagens ponderadas em T2. Este fato ocorreu em 32/35 (91,4%) dos hemangiomas  $\leq 2,0$  cm e em 20/22 (90,9%) dos hemangiomas  $> 2,0$  cm (Figura 2). Três hemangiomas com dimensões  $\leq 2,0$  cm e dois com dimensões  $> 2,0$  cm apresentaram sinal heterogêneo (Figuras 3 e 4).

Os contornos dos hemangiomas foram regulares em 28/57 (49,1%) dos casos (Figura 2), bocelados em 19/57 (33,3%) (Figura 3) e irregulares em 10/57 (17,6%) das vezes (Figura 4).

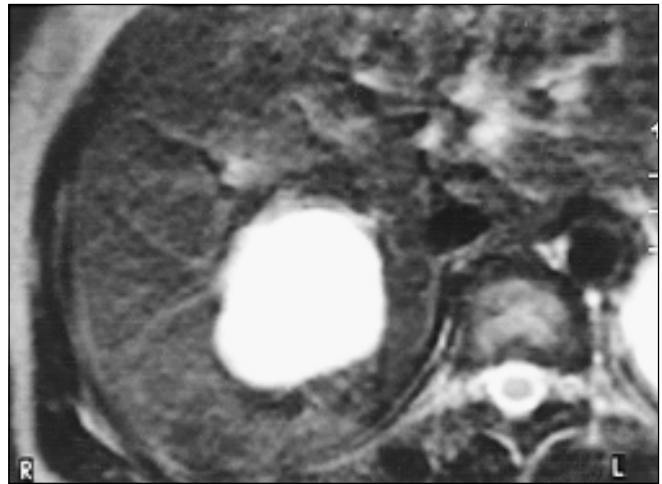
Os limites foram bem definidos em 52/57 (91,2%) de todos os hemangiomas (Figuras 2 e 3). Em 4/35 (11,4%) dos hemangiomas com dimensões  $\leq 2,0$  cm (Figura 4) e em 1/22 (4,5%) dos hemangiomas  $> 2,0$  cm os limites foram mal definidos.

As características morfológicas dos hemangiomas nas imagens ponderadas em T1 e T2 estão sumarizadas na Tabela 1.

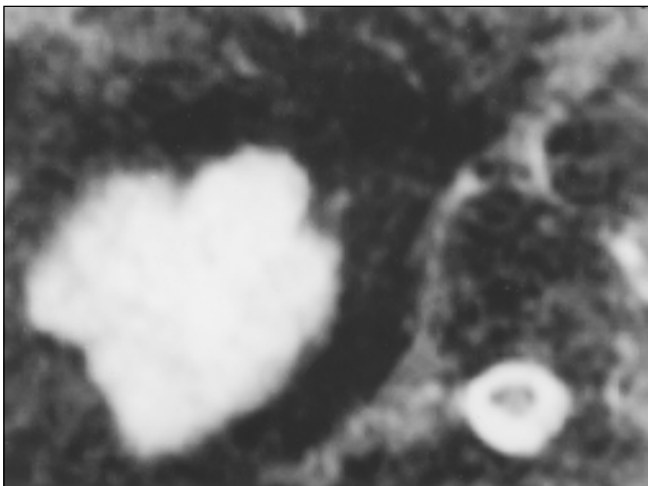
De acordo com as características morfológicas observadas nas imagens ponderadas em T1 e em T2, 45/57 (78,9%) dos hemangiomas foram classificados como típicos. Na análise dos grupos de hemangiomas com dimensões  $\leq 2,0$  cm e  $> 2,0$  cm, a frequência encontrada de hemangiomas típicos foi de 80,0% e 77,3%, respectivamente. Não houve associação entre o diâmetro dos hemangiomas ( $\leq 2,0$  cm ou  $> 2,0$  cm) e o aspecto morfológico típico ou atípico observado (Tabela 2).



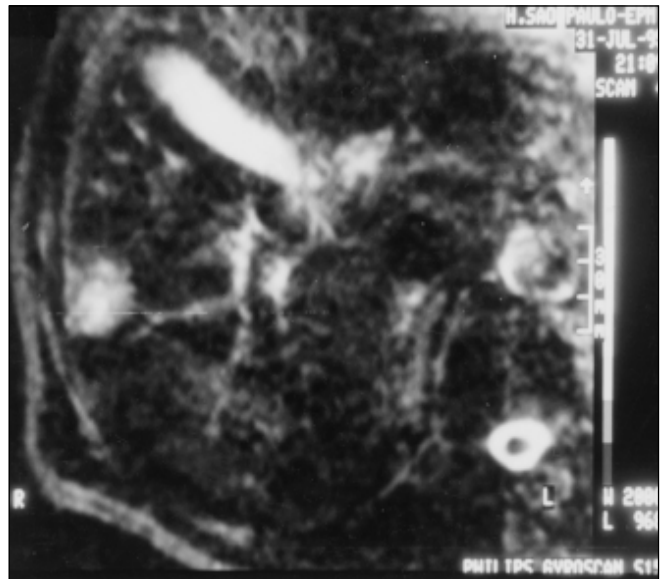
**Figura 1.** RM, seqüência SE T1 (TR = 450/TE = 15 ms). Hemangioma de 6,4 cm localizado no segmento VII, hipointenso em relação ao parênquima hepático adjacente.



**Figura 2.** RM, seqüência SE T2 (TR = 2.015/TE = 80 ms). Hemangioma de 6,4 cm situado no segmento VII, hiperintenso em relação ao parênquima hepático adjacente, homogêneo, com contornos regulares e limites bem definidos.



**Figura 3.** RM, seqüência SE T2 (TR = 2.000/TE = 120 ms). Hemangioma de 5,0 cm localizado no segmento VI, hiperintenso em relação ao parênquima hepático adjacente, heterogêneo, com contornos bocelados e limites bem definidos.



**Figura 4.** RM, seqüência SE T2 (TR = 2.000/TE = 120 ms). Hemangioma de 1,9 cm localizado no segmento V/VIII, hiperintenso em relação ao parênquima hepático adjacente, heterogêneo, com contornos irregulares e limites mal definidos.

### Características quantitativas dos hemangiomas

As médias dos valores da RLF para o grupo geral de hemangiomas foram de 2,8 (DP = 1,2), 4,7 (DP = 1,5) e 5,9 (DP = 2,1) nos TEs de 80, 120 e 160 ms, respectivamente. Houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos; à medida que aumenta o valor do TE utilizado, também aumenta o valor da RLF (Tabela 3).

As médias dos valores do tempo de relaxação T2 e do índice T2 observadas para o grupo geral de hemangiomas foram de 154,6 (DP = 33,0) ms e 1,71 (DP = 0,19) ms (Tabela 3).

### Comparação entre os parâmetros quantitativos dos hemangiomas $\leq 2,0$ cm e $> 2,0$ cm

As médias dos valores da RLF dos hemangiomas  $\leq 2,0$  cm foram significante-

mente menores que as dos hemangiomas  $> 2,0$  cm, em todos os TEs analisados (Tabela 4). Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos valores do tempo de relaxação T2 dos hemangiomas  $\leq 2,0$  cm e  $> 2,0$  cm (Tabela 4; Gráfico 1). Houve diferença estatisticamente significativa entre as médias do índice T2 dos hemangiomas  $\leq 2,0$  cm e  $> 2,0$  cm, sendo que os  $\leq 2,0$  cm apresentaram média maior (Tabela 4).

**Tabela 1** Características morfológicas dos hemangiomas hepáticos nas imagens ponderadas em T1 e T2.

	Dimensões		Total
	≤ 2,0 cm	> 2,0 cm	
<i>Imagens em T1</i>			
Hipointenso	23 (65,7%)	22 (100,0%)	45 (78,9%)
Isointenso	12 (34,3%)	0 (0,0%)	12 (21,1%)
Hiperintenso	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
<i>Imagens em T2</i>			
Hipointenso	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Isointenso	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Hiperintenso	35 (100,0%)	22 (100,0%)	57 (100,0%)
Sinal homogêneo	32 (91,4%)	20 (90,9%)	52 (91,2%)
Sinal heterogêneo	3 (8,6%)	2 (9,1%)	5 (8,8%)
Contornos regulares	27 (77,2%)	1 (4,5%)	28 (49,1%)
Contornos bocelados	2 (5,7%)	17 (77,3%)	19 (33,3%)
Contornos irregulares	6 (17,1%)	4 (18,2%)	10 (17,6%)
Limites bem definidos	31 (88,6%)	21 (95,5%)	52 (91,2%)
Limites mal definidos	4 (11,4%)	1 (4,5%)	5 (8,8%)

**Tabela 2** Hemangiomas hepáticos de acordo com a associação entre o aspecto morfológico e suas dimensões, e resultado da estatística.

Aspecto morfológico	Dimensões		Total
	≤ 2,0 cm	> 2,0 cm	
Típico	28 (80,0%)	17 (77,3%)	45 (78,9%)
Atípico	7 (20,0%)	5 (22,7%)	12 (21,1%)
Total	35 (100,0%)	22 (100,0%)	57 (100,0%)

Teste exato de Fisher:  $p = 0,5287$  ou 52,87% (não-significante).

**Tabela 3** Média dos valores da RLF, tempo de relaxação T2 e índice T2 dos hemangiomas hepáticos.

<i>RLF</i> <sup>†</sup>	
TE 80 ms	2,8 (1,2)
TE 120 ms	4,7 (1,5)
TE 160 ms	5,9 (2,1)
<i>Tempo de relaxação T2</i>	154,6 (33,0)
<i>Índice T2</i>	1,71 (0,19)

<sup>†</sup> Teste de Friedman – qui-quadrado calc. = 91,61\*.

**Tabela 4** Comparação entre as médias dos valores da RLF, do tempo de relaxação T2 e do índice T2 dos hemangiomas hepáticos ≤ 2,0 cm e > 2,0 cm.

	Hemangiomas ≤ 2,0 cm	Hemangiomas > 2,0 cm	
<i>RLF</i>			
TE 80 ms	2,4 (0,6)	3,3 (1,7)	$z = 3,860^*$
TE 120 ms	4,1 (1,1)	5,6 (1,6)	$z = 3,606^*$
TE 160 ms	5,2 (1,5)	7,1 (2,3)	$z = 3,549^*$
<i>Tempo de relaxação T2</i>	149,2 (33,7)	163,3 (30,8)	$z = 1,877$ (ns)
<i>Índice T2</i>	1,75 (0,20)	1,64 (0,16)	$z = 2,156^*$

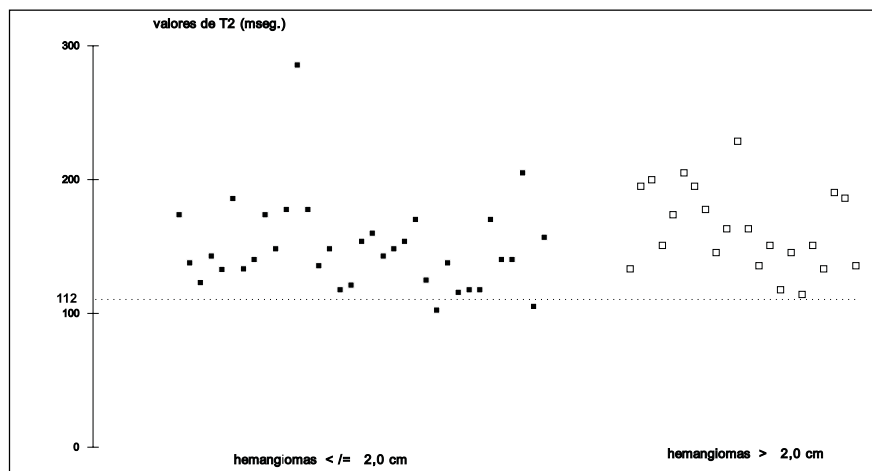
(ns), não-significante.

### Comparação entre os parâmetros quantitativos de hemangiomas morfológicamente típicos e atípicos

Os hemangiomas morfológicamente típicos e os atípicos apresentaram valores médios de RLF maiores à medida que o TE aumentou. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos valores da RLF dos hemangiomas morfológicamente típicos e atípicos, em todos os TEs analisados (Tabela 5). Também não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos valores do tempo de relaxação T2 (Tabela 5; Gráfico 2) e do índice T2 dos hemangiomas morfológicamente típicos e atípicos (Tabela 5).

### DISCUSSÃO

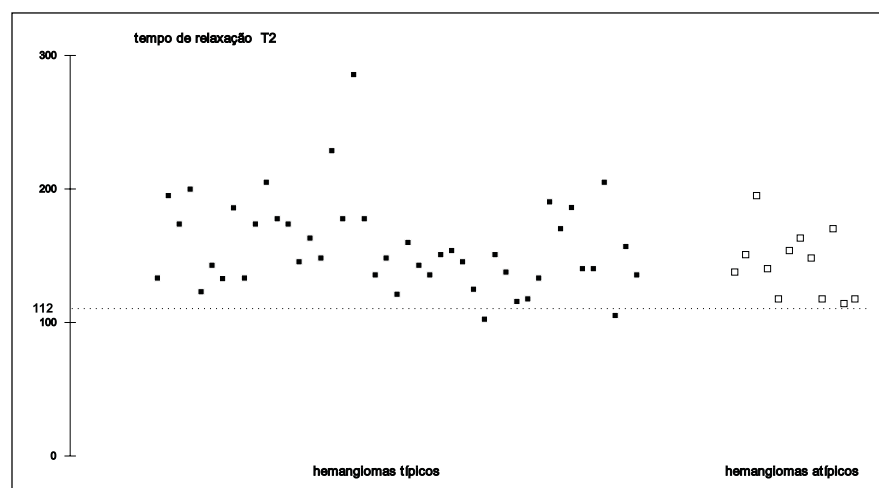
A RM vem-se destacando cada vez mais como método de imagem para a avaliação do abdome e, em especial, para o estudo do fígado. Nesse campo, a detecção e caracterização de lesões hepáticas focais despertaram grande interesse, não só para o grupo de pacientes oncológicos, como também para indivíduos assintomáticos

**Gráfico 1.** Expressão dos valores do tempo de relaxação T2 para hemangiomas hepáticos ≤ 2,0 cm e > 2,0 cm, em ms. (Obs.: 112 ms é o valor discriminatório acima do qual as lesões são caracterizadas como hemangiomas<sup>(10,11)</sup>.)

**Tabela 5** Comparação entre as médias dos valores da RLF, do tempo de relaxação T2 e do índice T2 dos hemangiomas hepáticos morfológicamente típicos e atípicos.

	Hemangiomas típicos	Hemangiomas atípicos	
RLF <sup>†,‡</sup>			
TE 80 ms	2,8	2,8	z = 0,401 (ns)
TE 120 ms	4,7	4,5	z = 0,587 (ns)
TE 160 ms	5,9	6,1	z = 0,137 (ns)
Tempo de relaxação T2	157,5	143,9	z = 1,145 (ns)
Índice T2	1,71	1,70	z = 0,010 (ns)

<sup>†</sup> Para hemangiomas típicos: teste de Friedman – qui-quadrado calc. = 69,73\*. <sup>‡</sup> Para hemangiomas atípicos: teste de Friedman – qui-quadrado calc. = 22,17\*. (ns), não-significante.



**Gráfico 2.** Expressão dos valores do tempo de relaxação T2 dos hemangiomas hepáticos morfológicamente típicos e atípicos, em ms. (Obs.: 112 ms é o valor discriminatório acima do qual as lesões são caracterizadas como hemangiomas<sup>(40,11)</sup>.)

que apresentam achado incidental de lesão hepática (por outro método). De acordo com a literatura, a acurácia na diferenciação entre hemangiomas e lesões neoplásicas malignas varia de 85% a 97%, utilizando-se campos magnéticos de variadas intensidades<sup>(4-11)</sup>.

O aspecto morfológico clássico do hemangioma como lesão acentuadamente hiperintensa, homogênea e bem definida nas imagens ponderadas em T2 é descrito entre 73% e 100% das vezes. Ao contrário, lesões sólidas malignas (como metástases e hepatocarcinomas) geralmente se apresentam mal definidas, com sinal heterogêneo maior que o do parênquima hepático, porém menor que o dos hemangiomas<sup>(4,5,7,12,17,19,26-28)</sup>.

Nesta série obtivemos resultados semelhantes aos da literatura. Mais de 90% dos hemangiomas se apresentaram hiperintensos, homogêneos e com limites bem defi-

nidos nas imagens ponderadas em T2, utilizando TEs de até 160 ms (Figura 2).

É sabido, porém, que hemangiomas hepáticos, especialmente aqueles com maiores dimensões, freqüentemente possuem áreas internas de fibrose, hemorragia, trombose e calcificação. No estudo de Ros *et al.*<sup>(26)</sup> os aspectos morfológicos macroscópicos de 19 hemangiomas com diâmetro médio de 11,8 cm revelaram que 89% dos nódulos tinham áreas de fibrose central, 47% dos casos apresentavam áreas de trombose e 21% dos nódulos continham calcificações e áreas hemorrágicas. No mesmo estudo, em outro grupo de hemangiomas com diâmetro médio de 6,0 cm estudados por RM demonstrou-se que 80% dos nódulos apresentavam áreas nodulares e septações de menor intensidade do que o restante da lesão nas imagens ponderadas em T2. Nos três casos em que houve correlação entre o aspecto macroscópico

e de RM, as áreas de menor sinal na RM correspondiam a áreas de fibrose nos cortes macroscópicos das peças. Como referido pelos autores, a não-homogeneidade total da lesão nas imagens ponderadas em T2 não deve excluir o diagnóstico de hemangioma, principalmente nos nódulos maiores que 2,0 cm. No estudo de Lombardo *et al.*<sup>(19)</sup>, do grupo de hemangiomas classificados como hiperintensos e homogêneos nas imagens ponderadas em T2, 45% das lesões apresentavam finos septos de menor intensidade no seu interior. Na série de hemangiomas (maiores que 6,0 cm) estudados por Choi *et al.*<sup>(17)</sup> todas as lesões apresentaram fendas internas de menor sinal em T1 e maior sinal em T2, atribuídas a áreas de liquefação. Septações internas com hipossinal em T1 e em T2, atribuídas a áreas de fibrose, foram vistas em 50% dos casos.

O aspecto de não-homogeneidade total do hemangioma cavernoso também pode ser verificado nas imagens obtidas após a injeção de contraste paramagnético à base de gadolínio. Muitos autores correlacionam áreas centrais de menor impregnação com áreas de fibrose<sup>(29,30)</sup>. Áreas centrais com menor impregnação nas imagens tardias foram identificadas em 73,3% dos hemangiomas maiores que 3,9 cm por Kim *et al.*<sup>(31)</sup> e ocorreram em cerca de 29% de todos os hemangiomas estudados por Semelka *et al.*<sup>(15)</sup>, sendo observados em 94% dos nódulos maiores que 5,0 cm.

A classificação do aspecto homogêneo dos hemangiomas neste trabalho se baseou na estimativa visual de que pelo menos 75% da área da lesão apresentasse intensidade de sinal semelhante, nas imagens ponderadas em T2. Com esta classificação, não obtivemos diferença significativa entre o número de hemangiomas homogêneos quando comparamos lesões com dimensões ≤ 2,0 cm e > 2,0 cm. Nos dois grupos, os hemangiomas foram classificados como homogêneos em cerca de 91% das vezes (Tabela 3).

A partir da análise dos diversos parâmetros morfológicos, os hemangiomas foram classificados como típicos em 78,9% dos casos (Figura 2) e atípicos em 21,1% das vezes, no último grupo sendo sete ≤ 2,0 cm (Figura 4) e os outros cinco > 2,0 cm (Tabela 6). Sete hemangiomas apresentaram

uma característica morfológica de atipia e os outros cinco apresentaram pelo menos duas características. A característica atípica mais freqüente foi o contorno irregular da lesão, presente em dez nódulos. A heterogeneidade do sinal, bem como limites mal definidos, foram vistos em cinco hemangiomas (Figura 4).

Ao comparar os aspectos morfológicos dos hemangiomas  $\leq 2,0$  cm e  $> 2,0$  cm, não observamos diferença estatisticamente significativa entre a freqüência de hemangiomas típicos nos dois grupos, mostrando que não houve associação entre o aspecto morfológico (típico ou atípico) e as dimensões dos hemangiomas (Tabela 6).

A utilização de parâmetros quantitativos para a caracterização dos hemangiomas e para a sua diferenciação de lesões neoplásicas sólidas está baseada, à semelhança do que ocorre em relação aos aspectos morfológicos, no fato de os hemangiomas apresentarem tempo de relaxação T2 significativamente maior que as lesões sólidas (benígnas e malignas)<sup>(4,6,10,11,18,24)</sup>. No entanto, a maximização da diferença entre os tempos de relaxação dos hemangiomas e das lesões sólidas está intimamente relacionada ao TE utilizado.

A eficácia dos diversos parâmetros quantitativos na distinção entre hemangiomas e lesões malignas sólidas é maior quando se utilizam TEs longos, independentemente da intensidade de campo. Os melhores resultados foram obtidos por autores que utilizaram TEs de 160 ms<sup>(10,11)</sup>. De maneira semelhante, maior eficácia na caracterização lesional, com base nos valores da RLF e do índice T2, foi obtida utilizando TEs superiores a 150 ms<sup>(16,17,21)</sup>.

Neste trabalho o valor médio do tempo de relaxação T2 dos hemangiomas foi de  $154,6 \pm 33,0$  ms. Este é o valor médio de tempo de relaxação T2 mais alto descrito para hemangiomas na seqüência SE, estando abaixo apenas do valor obtido por Goldberg *et al.*<sup>(32)</sup>, que utilizaram técnica ecoplanar. Cinquenta e cinco das 57 lesões (96,5%) foram corretamente caracterizadas como hemangiomas de acordo com valores de tempo de relaxação T2 superiores a 112 ms. Apenas dois hemangiomas apresentaram valores menores que o valor discriminatório, no entanto com valores próximos a ele (102,6 ms e 105,3 ms). O

valor médio do índice T2 dos hemangiomas foi de  $1,71 \pm 0,19$ . Cinquenta e três das 57 lesões (93%) foram corretamente caracterizadas com base nos valores do índice T2 inferiores a 2,00. Quatro hemangiomas apresentaram valores do índice T2 superiores ao nível de corte, com valores entre 2,00 e 2,17.

À semelhança de Egglin *et al.*<sup>(16)</sup> e Choi *et al.*<sup>(17)</sup>, observamos que os valores da RLF dos hemangiomas aumentam de maneira significativa à medida que aumenta o TE utilizado. O grupo geral de lesões apresentou RLF de  $5,9 \pm 2,1$  no eco de 160 ms; 51 das 57 lesões (89,5%) foram corretamente caracterizadas com base nos valores da RLF superiores a 3,5 no TE de 160 ms; seis hemangiomas apresentaram valores de RLF inferiores ao nível de corte, com valores entre 3,0 e 3,4.

Vários estudos mostraram que a caracterização de lesões hepáticas torna-se mais difícil à medida que o tamanho da lesão diminui<sup>(15,23,24)</sup>. Mitchell *et al.*<sup>(14)</sup> relataram taxa de 29% de diagnósticos indeterminados em hemangiomas e metástases hepáticas com dimensões  $\leq 2,0$  cm quando baseado exclusivamente nos padrões de impregnação pelo gadolínio.

Nas imagens ponderadas em T2, Itoh *et al.*<sup>(23)</sup> mostraram que à medida que o tamanho da lesão diminui, a separação entre hemangiomas e metástases torna-se mais difícil com base apenas nos valores da RLF. Para aumentar a acurácia diagnóstica no grupo de lesões menores que 2,0 cm, os autores propuseram a utilização de um valor de corte da RLF de 2,5, em vez do valor de 3,5 utilizado nos grupos de lesões com maiores dimensões. No trabalho de Ohtomo *et al.*<sup>(24)</sup>, 15 das 16 lesões erroneamente diagnosticadas utilizando como parâmetro valores de tempos de relaxação T2 superiores a 80 ms (em campo magnético de 1,5 T) eram hemangiomas com dimensões menores que 2,0 cm. Nesses trabalhos, os autores correlacionam a dificuldade encontrada na caracterização quantitativa de lesões menores que 2,0 cm a medidas de sinal imprecisas decorrentes de efeito de volume parcial<sup>(23,24)</sup>.

Em muitas séries, os autores excluem da análise quantitativa nódulos  $\leq 1,0$  cm, tanto para o estudo dos valores de relaxação T2<sup>(6,7,10)</sup> como da RLF<sup>(7)</sup>. Outros chegaram

a excluir da análise lesões menores que 2,0 cm na avaliação do índice T2 e da RLF<sup>(20)</sup>.

Nossos resultados, quanto à comparação entre a eficácia da caracterização quantitativa de hemangiomas  $\leq 2,0$  e  $> 2,0$  cm, mostraram os melhores resultados utilizando os valores de relaxação T2 e o índice T2. Não encontramos diferença estatisticamente significativa entre os valores dos tempos de relaxação T2 de hemangiomas  $\leq 2,0$  cm (T2 = 149,2 ms) e  $> 2,0$  cm (T2 = 163,3 ms). Noventa e quatro por cento dos hemangiomas  $\leq 2,0$  cm e 100% dos  $> 2,0$  cm foram corretamente caracterizados quando o diagnóstico foi baseado em valores do tempo de relaxação T2 superiores a 112 ms (Tabela 4; Gráfico 1).

Com relação ao índice T2, os nossos resultados mostraram que, embora tendo atingido significância estatística, a diferença entre a média dos valores do índice T2 de hemangiomas  $\leq 2,0$  e  $> 2,0$  cm não foi significativa, pois as médias dos valores dos dois grupos foram muito próximas, sendo, respectivamente, 1,75 e 1,64. Observamos que 91,4% dos hemangiomas  $\leq 2,0$  cm e 95,5% dos hemangiomas  $> 2,0$  cm foram corretamente caracterizados quando o diagnóstico foi baseado em valores do índice T2 inferiores a 2,00.

Na análise da RLF, embora tendo observado que os dois grupos se comportaram de maneira semelhante ao apresentar aumento progressivo do valor da RLF com o aumento do TE utilizado, verificamos que as médias dos valores da RLF dos hemangiomas  $\leq 2,0$  cm foram significativamente inferiores àquelas dos hemangiomas  $> 2,0$  cm, nos três TEs utilizados. Nesta casuística, 85,7% dos hemangiomas  $\leq 2,0$  cm e 95,5% daqueles  $> 2,0$  cm foram corretamente caracterizados quando o diagnóstico foi baseado em valores de RLF superiores a 3,5, no TE de 160 ms.

A comparação entre parâmetros quantitativos de hemangiomas morfológicamente típicos e atípicos é um aspecto ainda não explorado na literatura. Neste trabalho, os hemangiomas morfológicamente típicos e os atípicos se comportaram de maneira semelhante em relação aos valores da RLF, observando-se que em ambos os grupos ocorreu um aumento progressivo da RLF à medida que o TE utilizado era mais longo. Não houve diferença estatisticamente



significante entre as médias dos valores das RLF de hemangiomas morfológicamente típicos e atípicos, calculadas nos três TEs (Tabela 5). Os resultados mostraram que 86,7% dos hemangiomas típicos e 100% dos atípicos foram corretamente caracterizados quando o diagnóstico foi baseado em valores da RLF superiores a 3,5, no TE de 160 ms.

Não encontramos diferença estatisticamente significativa entre as médias dos valores dos índices T2 dos hemangiomas morfológicamente típicos (índice T2 = 1,71) e dos atípicos (índice T2 = 1,70) (Tabela 5). Constatamos que 93,3% dos hemangiomas típicos e 91,7% dos atípicos foram corretamente caracterizados quando o diagnóstico foi baseado em valores do índice T2 inferiores a 2,00.

Aspectos semelhantes foram vistos em relação aos tempos de relaxação T2. Neste trabalho, 95,6% dos hemangiomas típicos e 100% dos atípicos foram corretamente caracterizados quando o diagnóstico foi baseado em valores de tempos de relaxação T2 superiores 112 ms (Tabela 5; Gráfico 2). A diferença entre as médias dos tempos de relaxação dos hemangiomas atípicos (T2 = 143,9 ms) e dos típicos (T2 = 157,5 ms) não atingiu significância estatística. Porém, a análise desses valores sugere uma tendência de menores tempos de relaxação em hemangiomas atípicos, o que poderia ser explicado por uma maior quantidade de fibrose, hemorragia ou calcificação presente nessas lesões. Uma eventual diferença estatisticamente significativa poderia ter sido detectada se tivéssemos a possibilidade prática de aumentar o tamanho das amostras, especialmente no grupo de hemangiomas atípicos. Contudo, acreditamos que, mesmo que exista diferença estatisticamente significativa entre as médias dos dois grupos, a sua magnitude não invalida a utilização deste parâmetro na caracterização dos hemangiomas atípicos. Os nossos resultados mostraram que a caracterização quantitativa de hemangiomas típicos e atípicos baseada nos valores dos tempos de relaxação T2 foi possível em mais de 95% dos casos nos dois grupos.

Ao analisar o comportamento dos três parâmetros quantitativos estudados para o grupo geral de hemangiomas, e também para os subgrupos de hemangiomas  $\leq 2,0$

cm e  $> 2,0$  cm, e com características morfológicas típicas e atípicas, pudemos observar que o parâmetro que revelou maior eficácia na caracterização das lesões como hemangiomas foi o valor do tempo de relaxação T2, seguido do índice T2. A RLF foi o parâmetro que apresentou menor eficácia na caracterização das lesões. Também foi o parâmetro que mostrou maior variabilidade para o grupo geral de hemangiomas (o coeficiente de variação variou de 31,9 a 42,9% nos três TEs utilizados), ao contrário do índice T2 (que apresentou coeficiente de variação de 11,0%) e do tempo de relaxação T2 (que apresentou coeficiente de variação de 21,3%).

Uma explicação a ser levada em conta na avaliação da menor eficácia da RLF na caracterização dos hemangiomas é o fato deste parâmetro se basear na comparação da intensidade de sinal da lesão com o parênquima hepático. O fígado, por ser um órgão metabolicamente ativo, pode ser afetado por medicamentos, pelo estado nutricional do paciente, e por várias doenças (incluindo hepatite, esteatose e deposição de ferro), o que pode causar mudanças na intensidade de sinal emitido e falsear os valores da RLF de lesões hepáticas focais<sup>(20,33)</sup>. Mirowitz *et al.*<sup>(34)</sup> relataram o caso de um paciente que apresentou uma metástase em fígado com deposição difusa de ferro, o que resultou em uma RLF indicativa de hemangioma.

Uma das limitações deste trabalho foi a de que a avaliação da ausência de hepatopatia difusa nos pacientes foi estimada apenas a partir da ausência de sinais clínicos e de alterações ultra-sonográficas e/ou tomográficas que sugerissem alguma alteração parenquimatosas. O estudo da RLF em pacientes com algum grau de hepatopatia não suspeitada pode ter contribuído para a maior variabilidade e para a menor eficácia observadas com este parâmetro.

A menor eficácia da RLF foi observada especialmente no subgrupo de hemangiomas com dimensões  $\leq 2,0$  cm. Como já anteriormente salientado por outros autores<sup>(23,24)</sup>, esta menor eficácia da RLF na caracterização de pequenas lesões poderia ser decorrente de medidas incorretas (subestimadas) da intensidade do sinal dessas lesões, devido ao fenômeno de volume parcial. A comparação de uma intensidade

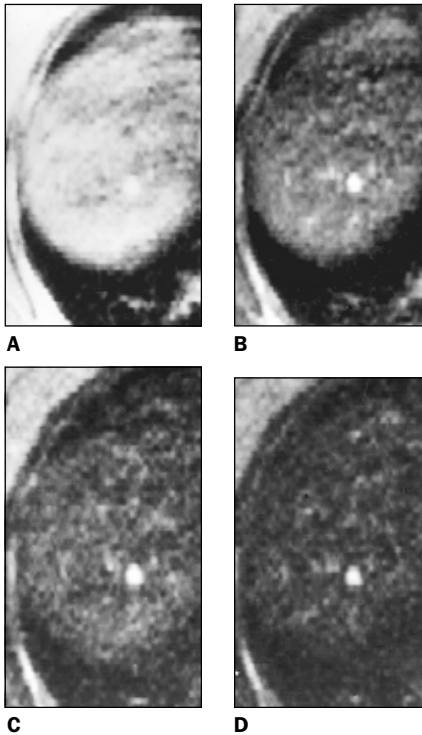
de sinal subestimada em uma lesão pequena (que seria causada pela "contaminação" do sinal da lesão pelo sinal do fígado adjacente) com a intensidade de sinal do parênquima hepático poderia refletir um valor de RLF menor do que o real. No caso dos valores do tempo de relaxação T2 e do índice T2, os erros nas medidas do sinal de pequenas lesões seriam cancelados (pelo menos parcialmente), pois estes parâmetros são calculados a partir da comparação do sinal da mesma lesão em duas imagens com TEs diferentes e não da comparação do sinal da lesão com o parênquima hepático adjacente. No nosso trabalho, apesar de eventuais medidas de intensidade de sinal imprecisas nos hemangiomas  $\leq 2,0$  cm, a eficácia na caracterização quantitativa deste grupo de lesões, utilizando os valores do tempo de relaxação T2, do índice T2 e da RLF, foi de 94%, 91,4% e 85,7%, respectivamente.

É importante lembrar que, na nossa casuística, do grupo de 35 hemangiomas com dimensões  $\leq 2,0$  cm, dez lesões tinham dimensões  $\leq 1,0$  cm (Figura 5). Ao analisar isoladamente este grupo, observamos que nove dos dez hemangiomas apresentaram valores de tempos de relaxação T2 superiores a 112 ms, oito hemangiomas apresentaram valores de RLF superiores a 3,5 (TE de 160 ms), e em oito nódulos os valores do índice T2 foram inferiores a 2,00. Estes resultados, embora aplicados em uma casuística pequena, sugerem que os parâmetros quantitativos também apresentam boa eficácia na caracterização de hemangiomas com dimensões  $\leq 1,0$  cm.

## CONCLUSÃO

Os resultados observados neste trabalho nos permitiram concluir que: a) a incidência de hemangiomas hepáticos morfológicamente típicos e atípicos na RM foi de 78,9% e 21,1%, respectivamente; b) não houve diferença significativa entre as características quantitativas (RLF, tempo de relaxação T2 e índice T2) de hemangiomas morfológicamente típicos e atípicos; c) hemangiomas com dimensões  $\leq 2,0$  cm e  $> 2,0$  cm apresentaram comportamento semelhante em relação ao tempo de relaxação T2 e ao índice T2. Os valores da RLF apresentaram diferenças significantes entre





**Figura 5.** RM, seqüência SE T2 (multi-eco). TR = 2.000/TE = 40 (A), 80 (B), 120 (C) e 160 (D) ms. Pequeno hemangioma de 0,8 cm localizado no segmento VIII, com características morfológicas típicas.

os dois grupos; d) a análise dos parâmetros quantitativos é útil para a caracterização dos hemangiomas hepáticos, incluindo o grupo de hemangiomas morfológicamente atípicos, e também aqueles com pequenas dimensões ( $\leq 2,0$  cm).

A avaliação quantitativa é um método simples e de grande valia na caracterização de hemangiomas hepáticos nas imagens por RM. Acreditamos que o seu uso rotineiro, conjuntamente com a análise morfológica, propicia uma maior confiança para o diagnóstico.

#### REFERÊNCIAS

- Ochsner JL, Halpert B. Cavernous hemangioma of the liver. *Surgery* 1958;43:577-82.
- Feldman M. Hemangioma of the liver. *Am J Clin Pathol* 1958;29:160-2.
- Karhunen PJ. Benign hepatic tumours and tumour like conditions in men. *J Clin Pathol* 1986;39:183-8.
- Stark DD, Felder RC, Wittenberg J, *et al.* Magnetic resonance imaging of cavernous hemangioma of the liver: tissue-specific characterization. *AJR* 1985;145:213-22.
- Glazer GM, Aisen AM, Francis IR, Gyves JW, Lande I, Adler DD. Hepatic cavernous hemangioma: magnetic resonance imaging. *Radiology* 1985;155:417-20.
- Itai Y, Ohtomo K, Furui S, Yamauchi T, Minami M, Yashiro N. Noninvasive diagnosis of small cavernous hemangioma of the liver: advantage of MRI. *AJR* 1985;145:1195-9.
- Li KC, Glazer GM, Quint LE, *et al.* Distinction of hepatic cavernous hemangioma from hepatic metastases with MR imaging. *Radiology* 1988;169:409-15.
- Ohtomo K, Itai Y, Yoshida H, Kokubo T, Yoshikawa K, Iio M. MR differentiation of hepatocellular carcinoma from cavernous hemangioma: complementary roles of FLASH and T2 values. *AJR* 1989;152:505-7.
- Brown JJ, Lee JM, Lee JK, Van Lom KJ, Malchow SC. Focal hepatic lesions: differentiation with MR imaging at 0.5 T. *Radiology* 1991;179:675-9.
- McFarland EG, Mayo-Smith WW, Saini S, Hahn PF, Goldberg MA, Lee MJ. Hepatic hemangiomas and malignant tumors: improved differentiation with heavily T2-weighted conventional spin-echo MR imaging. *Radiology* 1994;193:43-7.
- McNicholas MMJ, Saini S, Echeverri J, *et al.* T2 relaxation times of hypervascular and non-hypervascular liver lesions: do hypervascular lesions mimic haemangiomas on heavily T2-weighted MR images? *Clin Radiol* 1996;51:401-5.
- Wittenberg J, Stark DD, Forman BH, *et al.* Differentiation of hepatic metastases from hepatic hemangiomas and cysts by using MR imaging. *AJR* 1988;151:79-84.
- Ito K, Choji T, Nakada T, Nakanishi T, Kurokawa F, Okita K. Multislice dynamic MRI of hepatic tumors. *J Comput Assist Tomogr* 1993;17:390-6.
- Mitchell DG, Saini S, Weinreb J, *et al.* Hepatic metastases and cavernous hemangiomas: distinction with standard- and triple-dose gadoteridol-enhanced MR imaging. *Radiology* 1994;193:49-57.
- Semelka RC, Brown ED, Ascher SM, *et al.* Hepatic hemangiomas: a multi-institutional study of appearance on T2-weighted and serial gadolinium-enhanced gradient-echo MR images. *Radiology* 1994;192:401-6.
- Eglin TK, Rummeny E, Stark DD, Wittenberg J, Saini S, Ferrucci JT. Hepatic tumors: quantitative tissue characterization with MR imaging. *Radiology* 1990;176:107-10.
- Choi BI, Han MC, Kim CW. Small hepatocellular carcinoma versus small cavernous hemangioma: differentiation with MR imaging at 2.0 T. *Radiology* 1990;176:103-6.
- Ohtomo K, Itai Y, Furui S, Yashiro N, Yoshikawa K, Iio M. Hepatic tumors: differentiation by transverse relaxation time (T2) of magnetic resonance imaging. *Radiology* 1985;155:421-3.
- Lombardo DM, Baker ME, Spritzer CE, Blinder R, Meyers W, Herfkens RJ. Hepatic hemangiomas vs metastases: MR differentiation at 1.5 T. *AJR* 1990;155:55-9.
- Mirowitz SA, Lee JKT, Heiken JP. Cavernous hemangioma of the liver: assessment of MR tissue specificity with a simplified T2 index. *J Comput Assist Tomogr* 1990;14:223-8.
- Schima W, Saini S, Echeverri JA, Hahn PF, Harisinghani M, Mueller PR. Focal liver lesions: characterization with conventional spin-echo versus fast spin-echo T2-weighted MR imaging. *Radiology* 1997;202:389-93.
- Ferrucci JT. Liver tumor imaging: current concepts. *AJR* 1990;155:473-84.
- Itoh K, Saini S, Hahn PF, Imam N, Ferrucci JT. Differentiation between small hepatic hemangiomas and metastases on MR images: importance of size-specific quantitative criteria. *AJR* 1990;155:61-6.
- Ohtomo K, Itai Y, Yoshikawa K, Kokubo T, Iio M. Hepatocellular carcinoma and cavernous hemangioma: differentiation with MR imaging. Efficacy of T2 values at 0.35 and 1.5 T. *Radiology* 1988;168:621-3.
- Kojimahara M. Ultrastructural study of hemangiomas. 4. Cavernous hemangioma of the liver. *Acta Pathol Jpn* 1986;36:1477-85.
- Ros PR, Lubbers PR, Olmsted WW, Morillo G. Hemangioma of the liver: heterogeneous appearance on T2-weighted images. *AJR* 1987;149:1167-70.
- Flak B, Ajzen S, Li DKB, Cooperberg PL, Clark C. Hemangioma of the liver: characteristics exhibited on a 0.15 Tesla scanner. *J Can Assoc Radiol* 1989;40:135-8.
- Tung GA, Vaccaro JP, Cronan JJ, Rogg JM. Cavernous hemangioma of the liver: pathologic correlation with high-field MR imaging. *AJR* 1994;162:1113-7.
- Scatarige JC, Kenny JM, Fishman EK, Herlong FH, Siegelman SS. CT of giant cavernous hemangioma. *AJR* 1987;149:83-5.
- Choi BI, Han MC, Park JH, Kim SH, Han MH, Kim CW. Giant cavernous hemangioma of the liver: CT and MR imaging in 10 cases. *AJR* 1989;152:1221-6.
- Kim TK, Choi BI, Han JK, Jang HJ, Han MC. Optimal MR protocol for hepatic hemangiomas. Comparison of conventional spin-echo sequences with T2-weighted turbo spin-echo and serial gradient-echo (FLASH) sequences with gadolinium enhancement. *Acta Radiol* 1997;38(4 Pt 1):565-71.
- Goldberg MA, Hahn PF, Saini S, *et al.* Value of T1 and T2 relaxation times from echoplanar MR imaging in the characterization of focal hepatic lesions. *AJR* 1993;160:1011-7.
- Stark DD, Bass NM, Moss AA, *et al.* Nuclear magnetic resonance imaging of experimentally induced liver disease. *Radiology* 1983;148:743-51.
- Mirowitz S, Heiken JP, Lee JKT. Potential MR pitfall in relying on lesion/liver intensity ratio in the presence of hepatic hemochromatosis. *J Comput Assist Tomogr* 1988;12:323-4.