

动态增强 MRI 鉴别乳腺良恶性病变的价值

汪晓红, 耿道颖, 顾雅佳, 彭卫军, 杨天锡

【摘要】 目的:探讨动态增强 MRI 对乳腺良恶性病变的鉴别诊断价值。方法:对 147 例经手术病理证实的乳腺疾病患者行 MRI 平扫和动态增强检查。分析比较乳腺良恶性病变的 MRI 征象,包括形态学、内部信号及其动态增强特征等,计算病灶峰值增强率 E_{max} ,峰值时间 T_{max} ,最大强化速率 $Slope_{max}$,并根据病变最高强化区 ROI 测量值,绘制病灶的时间-信号强度曲线。**结果:**147 例患者共计病灶 152 个,其中恶性 87 个,良性 65 个。分析比较病变的形态学及动态增强表现,发现乳腺良性病变多呈类圆形或分叶状,边缘光整,无毛刺,边界多清晰,强化均匀或伴有内部分隔等,动态强化参数 E_{max} 多大于 90%, T_{max} 多大于 240s, $Slope_{max}$ 多大于 3%/s;恶性病变则多为不规则形,边缘可伴毛刺,与周围结构分界不清,强化不均匀,病灶常呈环形强化,导管样强化, E_{max} 多大于 90%, T_{max} 多大于 240s,而 $Slope_{max}$ 多大于 3%/s。时间-信号曲线类型恶性病变多表现为 II 或 III 型,良性病变则多为 I 或 IV 型。**结论:**乳腺 MRI 不仅提供了病灶丰富的形态学信息,而且还通过动态增强进一步揭示病变的血流动力学特征,从而有助于对乳腺病变作出准确的定性诊断,更有效地鉴别诊断乳腺良恶性病变。

【关键词】 乳腺肿瘤; 磁共振成像; 乳腺 X 线摄影术

【中图分类号】 R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2005)08-0662-05

The Dynamic-Contrast MRI Manifestation of Breast Lesions WANG Xiao-hong, GENG Dao-ying, GU Ya-jia, et al. Department of Radiology, the Affiliated Cancer Hospital of Fudan University, Shanghai 200032, P. R. China

【Abstract】 **Objective:** To investigate the value of contrasted MRI on diagnosis of breast lesions. **Methods:** 147 patients were enrolled in this study who were confirmed as breast lesions verified by surgery and histopathology. All the lesions were evaluated by plain and contrasted MRI. The lesion detectability of T_1 WI, T_2 WI, and contrasted series, the signal intensity character, enhancement pattern, morphology manifestation of the lesions were observed. **Results:** 147 patients had 87 malignant and 65 benign lesions. There were significant difference between benign and malignant tumors on enhancement homogeneity, morphology and margin characteristics ($P < 0.05$). According to the morphology character and enhancement pattern, the rate of sensitivity, specificity and accuracy were 95.5%, 83.9%, 90.2%. **Conclusion:** Enhanced MRI is better than plain exam on lesion detection. Benign and malignant breast tumors can be differentiated according to the morphology characteristic and enhancement pattern.

【Key words】 Breast neoplasms; Magnetic resonance imaging; Mammography

乳腺癌是女性常见的恶性肿瘤,影像学检查在其早期诊断和临床分期中具有重要的价值。MRI 快速成像序列不仅为乳腺疾病的影像诊断提供了丰富的形态学信息,而且还可通过动态增强进一步揭示病变的血流动力学特征。本文就动态增强 MRI 在鉴别乳腺良恶性病变方面的价值作一探讨。

材料与方 法

随机选择 2003 年 8 月~2004 年 8 月临床和/或乳腺钼靶片疑有乳腺肿瘤的女性病例 147 例进行回顾性 MRI 研究,年龄 27~80 岁,平均 47.9 岁,其中良性患者年龄 27~71 岁,恶性患者年龄 29~80 岁,良恶性病变年龄分布无明显差异。5 例患者病灶系多发,共

计乳腺病灶 152 个,包括恶性 87 个,良性 65 个。所有病例均经手术病理证实。

扫描方法:使用 GE 1.5T 超导型磁共振扫描仪,患者俯卧于专用的乳腺相控阵表面线圈上,双侧乳房自然悬垂于线圈洞穴内。常规横断面、矢状面、冠状面定位扫描后,采用 FSE T_1 WI (TR 480 ms、TE 10 ms、回波链长度 2)、 T_2 WI 加脂肪抑制 (TR 3200 ms, TE 85 ms) 横断位扫描,层厚 5 mm,层隔 1 mm,矩阵 256×160 ,激励次数 4。动态增强采用二维快速梯度回波序列 (2D FS PGR) 加脂肪抑制 T_1 WI (TR 200 ms、TE 5 ms、翻转角 80°) 轴位扫描,视野 32×32 cm; 矩阵 256×160 ; 激励次数 1,检查前用 12G 静脉留置针建立静脉通道,对比剂采用 Gd-DTPA,用量为 0.2 mmol/kg,于 10s 内快速团注,继而快速推注 10 ml 生理盐水。分别于注药前、注药后即刻、1、2、4、7 min 扫描,单次扫描时间为 33s。

作者单位: 200032 上海,复旦大学附属肿瘤医院放射诊断科

作者简介:汪晓红(1975-),女,上海人,主治医师,硕士研究生,主要从事临床影像诊断工作。

定量评价:峰值增强率,即 E_{\max} 为增强后最大信号强度增加的百分比(%)。

峰值时间,即 T_{\max} 为动态增强后达到最大信号强度所需的时间(s)。

最大强化速率,即增强后信号强度在单位时间内增加的最大比率(%/s)。

$$\text{Slope}_{\max} = \frac{(SI_{\text{end}} - SI_{\text{pre}}) \times 100}{SI_{\text{pre}} \times (T_{\text{end}} - T_{\text{pre}})}$$

SI_{end} 和 SI_{pre} 为强化曲线中相邻 2 个时相信号强度差值最大 2 点的信号强度值, T_{end} 和 T_{pre} 为 SI_{end} 和 SI_{pre} 相对应的时间点。

时间-信号强度曲线,在 SUN ADW4.0 工作站上用 Functool 软件对病变最高强化区进行分析,绘制时间-信号强度曲线。按曲线的形状分为 4 型: I 型,持续强化(2~7 min 信号强度升高超过 10%); II 型,早期强化后,在增强的中后期信号强度维持在一个平台水平(2~7 min 信号强度升高或降低在 $\pm 10\%$ 之间); III 型,早期强化后,在增强的中后期信号强度降低(2~7 min 信号强度的降低超过 10%,称为廓清); IV 型,无明显强化(峰值增强百分比 $\leq 10\%$)。

形态学征象:病变的形状(类圆形,不规则形);边缘(光滑,分叶状,毛刺状,不规则);边界(清晰,不清晰);伴随征象(腋下淋巴结,胸壁、胸肌浸润,乳头凹陷,皮肤增厚等)。

信号强度:观察 T_1 WI 及 T_2 WI 病灶的信号强度(均与周围腺体组织信号相比),分为低信号、等信号和高信号,不均匀信号灶以其内部主体部分信号(超过 1/2)而定;按照病灶内部信号的均匀性分为均匀、不均匀。增强形式(无或轻度强化,均匀或不均匀强化);以及周边环状强化、内部分隔等。

统计学分析:良恶性病变动态强化参数均数之间的差异采用 t 检验;良恶性病变时间-信号强度曲线类型分布之间的差异采用秩和检验。 $P < 0.01$ 提示差异有极显著性意义。所有统计学分析均采用 SPSS 11.0 软件。

结 果

1. 乳腺肿块的病理类型分布及 MRI 征象

147 例患者,共 152 个病灶。其中恶性 87 个(占 57.2%),包括浸润性导管癌 59 个,导管原位癌 16 个,粘液腺癌 3 个,交界性分叶状肿瘤及乳腺癌转移灶各 2 个,小叶原位癌、腺样囊性癌、湿疹样癌、乳腺淋巴瘤、髓样癌各 1 个;良性 65 个(占 42.76%),包括乳腺癌 21 个,纤维腺瘤 15 个,囊肿 6 个,炎症 5 个,导管扩

张、乳头状瘤病及脂肪瘤各 3 个,良性分叶状肿瘤、管内乳头状瘤及术后残腔各 2 个,浆细胞性乳腺炎、不典型增生及血肿各 1 个。

MRI 平扫及增强对乳腺良、恶性病变的显示以及信号特征见表 1。

表 1 MRI 对乳腺良恶性病变的显示及信号特征 (例)

MRI 征象	恶性	良性
平扫 MRI		
显示	59	39
未显示	28	26
增强 MRI		
显示	85	57
未显示	2	8
T_1 WI		
低	58	33
等	24	27
高	5	5
T_2 WI		
低	2	4
等	27	13
高	58	48
均匀性		
均匀	18	56
不均匀	69	9

2. 乳腺良恶性病变增强后的形态学特征

65 个良性病变增强后多表现为早期强化率小于 90%(54 例,占 83.1%),与周围组织分界清晰(53 例,占 81.5%),多为边缘光整的类圆形肿块或分叶状肿块(42 例,占 66.2%),仅 19 例边缘不规则,分别为乳腺癌、导管扩张、乳头状瘤病及乳腺炎性病变等;强化多较均匀(38 例,占 58.5%),仅 8 例强化不均匀,分别为乳腺炎性病变、乳腺癌、良性分叶状肿瘤及纤维腺瘤。16 例病灶无或轻度强化,包括囊肿、脂肪瘤、乳腺癌、乳头状瘤病、管内乳头状瘤、导管扩张、血肿、浆细胞性乳腺炎。11 例病灶伴内部无强化分隔(占 16.9%),包括纤维腺瘤、良性分叶状肿瘤、囊肿、炎症(图 1)。

87 个恶性病变增强后多表现为早期强化率大于 90%(70 例,占 80.5%),与周围组织分界不清(57 例,占 65.5%);其中多为不规则边缘或边缘伴毛刺(73 例,占 83.9%);增强后强化多不均匀(67 例,占 77.0%),部分伴环形强化(17 例,占 19.5%),分别为浸润性导管癌 14 例,导管原位癌 3 例;2 例肿块伴内部强化分隔,均为交界性分叶状肿瘤。3 例无或轻度强化病灶,分别为小叶原位癌、粘液腺癌、浸润性导管癌(图 2)。

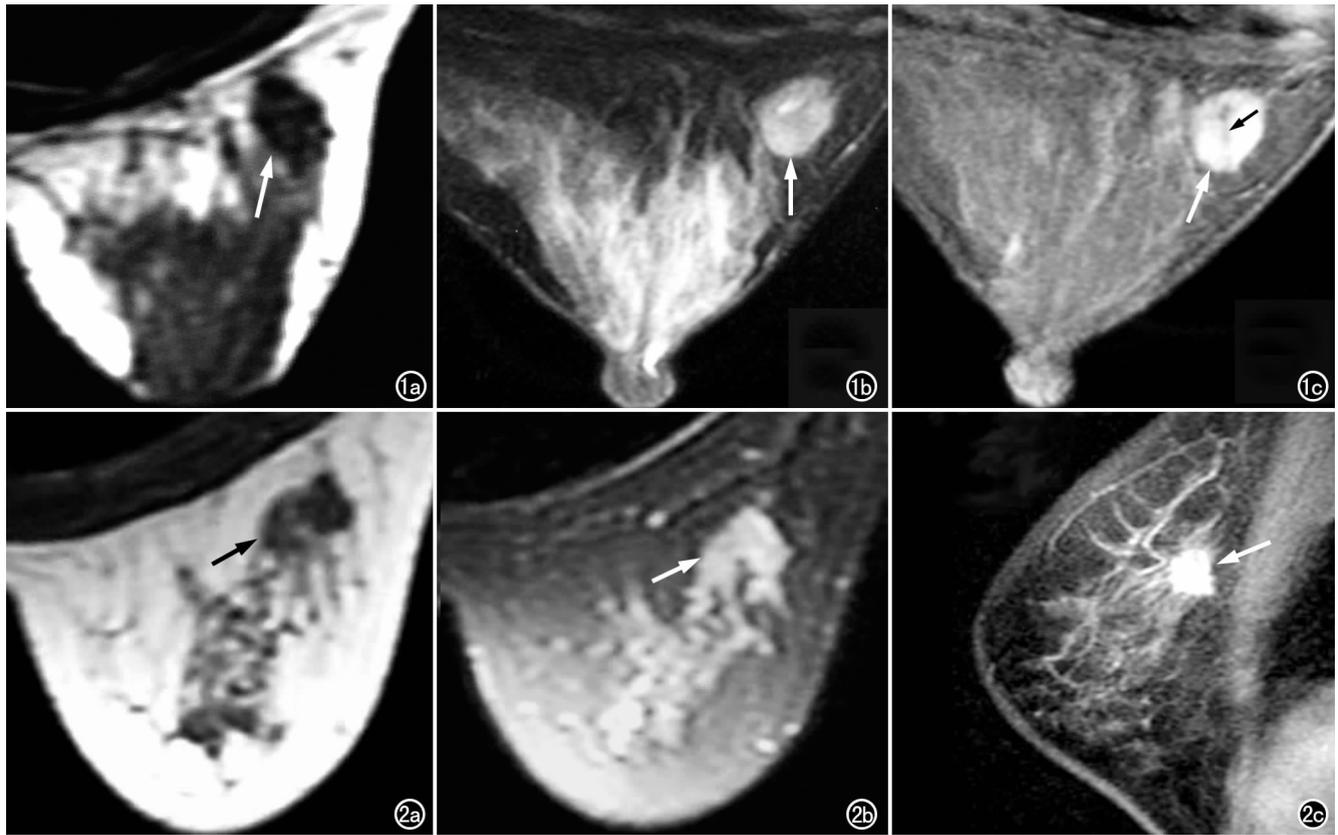


图1 纤维腺瘤。病灶呈类圆形,边缘光整,边界清晰。a) 平扫 T_1 WI 示病灶呈低信号(箭); b) T_2 WI 示病灶呈稍高信号(箭); c) 增强后呈明显均匀强化(白箭),内部伴无强化分隔(黑箭)。图2 浸润性导管癌。a) 平扫 T_1 WI 示病灶呈低信号,边缘不规则,边界模糊(箭); b) T_2 WI 示病灶呈高信号(箭); c) 增强后明显强化,边缘不规则,伴毛刺,边界不清(箭)。

乳腺良恶性病变各动态强化参数比较见表2, SI-Time 曲线类型的分布见表3。

表2 良恶性病变各动态强化参数比较

动态强化参数	良性(65)	恶性(87)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
E_{\max} (%)	76.84±50.55	115.70±28.01	3.45	0.001
T_{\max} (s)	422.03±119.45	157.54±90.91	9.15	<0.001
$Slope_{\max}$ (%/s)	2.75±2.87	6.39±2.03	4.24	<0.001

表3 良恶性病变 SI-Time 曲线类型的分布 (个)

病灶类型	时间-信号强度曲线类型				合计
	I	II	III	IV	
良性	48(73.8)	5(7.7)	4(6.2)	8(12.3)	65
恶性	15(17.2)	12(13.8)	56(64.4)	4(4.6)	87
合计	63	17	60	12	152

注:两组比较, $\chi^2=20.278, \nu=3, P<0.001$; 括号内为百分比。

3. 不同诊断标准的敏感性、特异性和准确性

①根据形态学特征,以病灶呈类圆形或分叶状为良性标准,不规则或毛刺(星芒状)、边界模糊为恶性标准;②根据病灶内部信号特征,以病灶内部信号均匀为良性标准,信号不均匀为恶性标准;③根据动态增强时间-信号强度曲线类型,以 I、IV 型为良性标准,以 II、III 型为恶性标准;④根据 $Slope_{\max}$,以 $Slope_{\max}<3\%/s$ 为良性标准,以 $Slope_{\max}\geq 3\%/s$ 为恶性标准;⑤根据

T_{\max} ,以 $T_{\max}\geq 240$ s 为良性标准,以 $T_{\max}<240$ s 为恶性标准;⑥根据 E_{\max} , $E_{\max}<90\%$ 为良性标准,以 $E_{\max}\geq 90\%$ 为恶性标准。综合判断,同时满足 1、2 项,并加上 3、4、5、6 项中的至少一项为恶性标准(图 3、4),则不同诊断标准以及综合评定的敏感度、特异度、诊断符合率、阳性预测值、阴性预测值的百分比值详见表 4。

表4 不同诊断标准以及综合评定的统计分析 (%)

诊断标准	敏感度	特异度	符合率	阳性预测值	阴性预测值
形态学特征	70.9	58.5	65.6	69.3	60.3
病灶内部信号	80.5	75.8	79.6	81.5	74.6
SI-Time 曲线	75.6	87.7	80.8	89.0	73.1
$Slope_{\max}$	84.4	69.7	76.9	73.0	82.1
T_{\max}	72.9	78.0	75.3	79.5	71.1
E_{\max}	65.9	68.8	67.4	70.2	64.3
综合判断	95.5	83.9	90.2	87.5	94.0

讨论

MRI 在检测乳腺病变方面具有明显的优势^[1],对病变内不同组织成分的信号显示,是 MRI 优于其它影像检查方法最重要的特征,也直接关系到 MRI 定性诊断的准确性^[2]。研究发现,增强 MRI 对乳腺病变的敏感度可达 90%~100%^[3]。Nune 等^[4]报道,增强 MRI

不仅对病变强化的形态学特征显示良好,能提高病变的检出率,而且能准确判断病变强化程度,通过时间-信号强度曲线观察病灶的强化过程,了解其血流灌注情况,从而提高 MRI 鉴别诊断乳腺良恶性病变的准确性。

1. 平扫 MRI 对乳腺病变的诊断价值

MRI 具有较高的软组织分辨力,通过不同的序列可清晰地将乳腺皮肤、皮下脂肪、正常腺体与病灶区分开来。平扫 MRI 除在鉴别囊、实性病灶及显示部分乳腺癌灶周围脂肪组织信号降低、乳后脂肪间隙中断或消失等方面有特别的优势外,相当一部分病灶仍无法得以明确显示,尤其在定性诊断方面,与传统钼靶、B 超等检查相比并无明显优势。因此,仅根据平扫 MRI 容易导致病灶的漏诊,更难以对病灶准确定性。而在病灶的内部信号特征方面,据文献^[5]报道,由于受乳房内高信号脂肪的影响以及良恶性病变的基础信号强度之间存在着相当大的重叠,本组研究大多数乳腺病变平扫 T₁WI 多呈等、低信号, T₂WI 多呈等、高信号,良、恶性病变之间差异并无显著性意义。但病灶内部信号的均匀性有较大的特异性,恶性病变内部信号多不均匀,而良性病变则相对较为均匀。根据病灶内部信号不均匀来作为恶性标准,本组研究结果显示敏感度为 80.5%,特异度为 75.8%,诊断符合率 79.6%。

2. 动态增强 MRI 对乳腺病变的诊断价值

形态学特征:部分乳腺肿瘤在平扫 MRI 上就能显示出其大致的形状和轮廓,但大部分病灶的边界、形态、内部结构及与周围组织间的关系等在增强 MRI 上才能得到更为清晰的显示。本组病例显示大多数恶性肿瘤表现为与周围组织分界不清,边缘不规则,伴毛刺;而良性肿瘤多表现为与周围组织分界清晰,边缘光整,形态规则。依靠形态学标准来鉴别肿瘤的良好性,研究结果表明敏感度 70.9%,特异度为 58.5%。

典型的乳腺癌灶 MRI 表现为星芒状或不规则状,周围伴长短不一的毛刺或蟹足状改变,部分肿块与乳头之间有较长且较粗的条索影,这是肿瘤沿着导管途

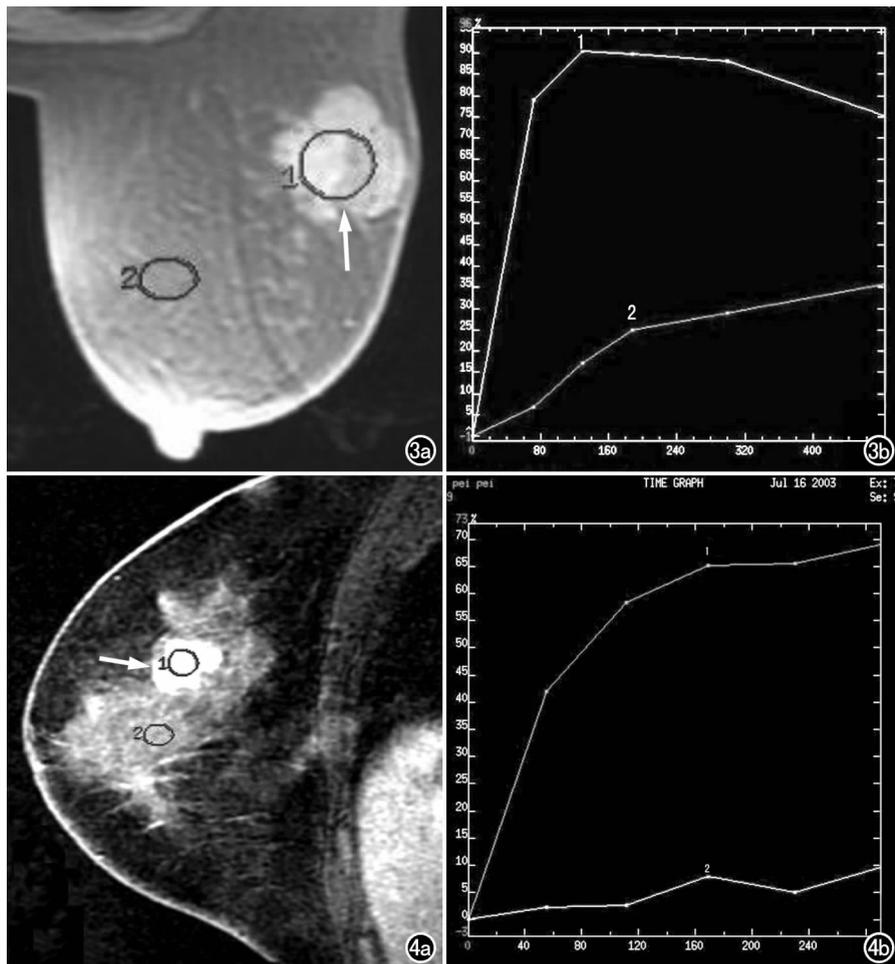


图 3 浸润性导管癌。a) T₁WI 增强后病灶呈分叶状,明显均匀强化,边界清晰(箭); b) 时间-信号强度曲线呈廓清型,即 III 型曲线;曲线 2 呈 IV 型,为轻度强化的正常腺体。图 4 纤维腺瘤。a) T₁WI 增强后病灶边缘不规则,明显均匀强化,边界欠清晰(箭); b) 时间-信号强度曲线呈持续上升型,即 I 型曲线;曲线 2 呈 IV 型,为轻度强化的正常腺体。

径向乳头方向浸润的表现。部分癌灶增强后仅见线样分支状强化灶,较多见于导管原位癌。此外病灶及其周围结构的显示极为重要,如边界模糊不清、局部皮肤增厚、乳头凹陷及乳后脂肪间隙浸润,以及同侧腋下淋巴结肿大均提示了相应结构的受浸润改变,从另一方面强烈提示恶性。因此,形态学改变对 MR 诊断乳腺癌具有一定的价值,但某些髓样癌、粘液腺癌、分叶状肿瘤及乳腺内转移灶形态常较规则,需结合其它表现如动态增强模式,强化参数或时间-信号强度曲线等作出正确诊断。

时间-信号强度曲线:SI-Time 曲线综合分析了 E_{max}、T_{max} 及对对比剂清除情况,因而更准确反映了病灶的动态强化特征。目前普遍认为, I 型曲线多为良性病变, III 型曲线多为恶性病变, IV 型曲线多为正常腺体或良性病变。以此标准来鉴别乳腺良、恶性具有极高

的特异性。但Ⅱ型曲线在良恶性肿瘤间尚有相当一部分重叠,这部分重叠的大小,文献研究各有不同,表现为诊断的特异度差异很大,为20.0%~97.4%^[6,7]。这其中的差异可能与采用的检查技术及不同的评判标准有关^[8]。本组研究Ⅱ型曲线中良性病变占29.4%,恶性病变占70.6%。以Ⅱ型曲线作为评判乳腺恶性病变的标准,则特异度较高,为91.8%。以Ⅱ、Ⅲ型曲线为恶性标准,诊断敏感度为75.6%,特异度为87.7%,诊断符合率为80.8%。但15个恶性病变SI-Time曲线呈Ⅰ型;5个良性病变呈Ⅱ型曲线,4个良性病变呈Ⅲ型曲线。这种少数良恶性病变动态强化特征的重叠性降低了MRI诊断的特异性,需结合形态学特征综合诊断,作出正确诊断。

动态增强的相关参数:时间-信号强度曲线类型虽然具有较高的敏感性和特异性,但在判断上存在主观上的观察差异,因此,在实际诊断工作中通常还需要一些客观的量化指标。本组统计结果显示最大强化斜率、峰值强化率和峰值时间在良恶性病变间的差别有统计学意义。文献认为,最大强化斜率采用大于3%/s的标准,可以得到较高的敏感度和特异度^[9],本组研究结果分别为84.4%和69.7%;增强后峰值强化率,采用 $E_{\max} > 90\%$ 的标准,敏感度略差,为65.9%,而特异度稍高,为68.8%;峰值时间,采用 $T_{\max} < 240$ s标准,敏感度达72.9%,特异度78.0%,与文献报道类似^[7,8,10,11]。乳腺良恶性病变的各动态强化参数及SI-Time曲线类型的差异表明乳腺良恶性病变的动态强化特征有显著差异。动态增强MRI能在一定程度上反映肿瘤的增值状态,从而通过一些动态增强的指标作出定性诊断,对乳腺良恶性病变的鉴别诊断具有重要意义。

3. 综合诊断对鉴别乳腺良恶性肿瘤的价值

动态增强MRI除了显示肿瘤的形态特征外,还能反映病灶的血供或血管生成情况,可提供较平扫和其它检查方法更多的信息,因此对于乳腺肿瘤的良恶性鉴别诊断有很大的价值。同时结合肿瘤的形态学特征和动态增强模式将有助于诊断符合率的提高^[12,13]。本组资料将病灶形态学、信号特点、强化模式及时间-信号强度曲线等信息综合起来,病灶检出率达95.5%,87例乳腺癌中78例获得准确诊断,诊断符合率为90.2%。

MRI诊断乳腺疾病的难点在于非典型性病变。这类病变缺乏典型的形态学特征,强化明显,峰值常大于本底信号的2/3以上,可出现在延迟期或早期临界处,良、恶性病变有较大的重叠性。因此,对一些非典

型性病变,要加以综合分析,以防恶性病变或肿瘤样病变误诊。

总之,将乳腺MRI形态学与动态增强特征相结合可以提高MRI检测病变的特异性。因此认为,在鉴别乳腺病变的良恶性时,联合应用定量定性诊断标准,可以提高乳腺动态增强MRI的诊断效能。

参考文献:

- [1] Friedrich MC, Sickles EA. Radiological Diagnosis of Breast Diseases[M]. Heidelberg: Springer Verlag, 1997. 261.
- [2] Kuhl CK, Klaschik S, Mielcarek P, et al. DO T₂-Weighted Pulse Sequences Help with the Differential Diagnosis of Enhancing Lesions in Dynamic Breast MRI[J]. J Magn Reson Imaging, 1999 (9): 187-196.
- [3] Heywang SH, Beck R. Contrast-Enhanced MRI of the Breast[M]. Heidelberg: Springer Verlag, 1996. 95.
- [4] Nunes LW, Schnall MD, Orel SG, et al. Breast MR Imaging: Interpretation Model[J]. Radiology, 1997, 202(3): 833-841.
- [5] Hulka CA, Edmister WB, Smith BL, et al. Dynamic Echo-Planar Imaging of the Breast: Experience in Diagnosing Breast Carcinoma and Correlation with Tumor Angiogenesis[J]. Radiology, 1997, 205(3): 837-842.
- [6] Kuhl CK, Mielcarek P, Klaschik S, et al. Dynamic Breast MR Imaging: are Signal Intensity Time Course Data Useful for Differential Diagnosis of Enhancing Lesions[J]. Radiology, 1999, 211(1): 101-110.
- [7] Malur S, Wurdinger S, Moriz A, et al. Comparison of Written Reports of Mammography, Sonography and Magnetic Resonance Mammography for Preoperative Evaluation of Breast Lesions, with Special Emphasis on Magnetic Resonance Mammography[J]. Breast Cancer Res, 2001, 3(1): 55-60.
- [8] Rankin SC. MRI of the Breast[J]. Br J Radiol, 2000, 73(872): 806-818.
- [9] 汤伟军, 李克, 王红鹰, 等. 乳腺肿瘤磁共振动态增强模式及与肿瘤微血管密度的相关性研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2004, 10(1): 23-28.
- [10] Buadu LD, Murakami J, Murayama S, et al. Breast Lesions: Correlation of Contrast Medium Enhancement Patterns on MR Images with Histopathologic Findings and Tumor Angiogenesis[J]. Radiology, 1996, 200(3): 639-649.
- [11] Liu PF, Debatin JF, Caduff RF, et al. Improved Diagnostic Accuracy in Dynamic Contrast Enhanced MRI of the Breast by Combined Quantitative and Qualitative Analysis[J]. Br J Radiol, 1998, 71(845): 501-509.
- [12] Tofts PS, Berkowitz B, Schnall MD. Quantitative Analysis of Dynamic Gd-DTPA Enhancement in Breast Tumors Using a Permeability Model[J]. Magn Reson Med, 1995, 33(4): 564-568.
- [13] Khatri VP, Stuuoino JJ, Espinosa MH, et al. Improved Accuracy in Differentiating Malignant from Benign Mammographic Abnormalities: a Simple, Improved Magnetic Resonance Imaging Method[J]. Cancer, 2001, 92(3): 471-478.