

## ·技术与方法·

乳腺动态增强 MRI 及其后处理技术在乳腺肿瘤  
诊断中的应用

彭康强<sup>1,2</sup>, 黄子林<sup>1,2</sup>, 谢传森<sup>1,2</sup>, 陈林<sup>1,2</sup>, 欧阳翼<sup>1,3</sup>,  
郑庆生<sup>1,2</sup>, 张岩<sup>1,2</sup>, 何浩强<sup>1,2</sup>, 吴沛宏<sup>1,2</sup>

Application of dynamic contrast enhancement MRI and post-processing  
technique for diagnosis of breast cancer

Kang-Qiang Peng,<sup>1,2</sup> Zi-Lin Huang,<sup>1,2</sup> Chuan-Miao Xie,<sup>1,2</sup> Lin Chen,<sup>1,2</sup> Yi Ouyang,<sup>1,3</sup>

Qing-Sheng Zheng,<sup>1,2</sup> Yan Zhang,<sup>1,2</sup> Hao-Qiang He<sup>1,2</sup> and Pei-Hong Wu<sup>1,2</sup>

1. 华南肿瘤学国家重点实验室,  
广东 广州 510060
2. 中山大学肿瘤防治中心  
医学影像及介入中心,  
广东 广州 510060
3. 中山大学肿瘤防治中心  
放射治疗科,  
广东 广州 510060

1. State Key Laboratory of  
Oncology in South China,  
Guangzhou, Guangdong, 510060,  
P. R. China

2. Department of Imaging and  
Interventional Radiology,  
Cancer Center,  
Sun Yat-sen University,  
Guangzhou, Guangdong, 510060,  
P. R. China

3. Department of Radiation  
Oncology, Cancer Center,  
Sun Yat-sen University,  
Guangzhou, Guangdong, 510060,  
P. R. China

通讯作者: 谢传森

Correspondence to: Chuan-Miao Xie

Tel.: 86.20.87343217

Email: xchuanm@mail.sysu.edu

.cn

收稿日期: 2008-04-02

修回日期: 2008-10-07

[Abstract] **Background and Objective:** Magnetic resonance imaging (MRI), an advanced non-invasive technique, is regarded as one of the potential modalities in the diagnosis of breast cancer. This study was to investigate the application of dynamic contrast enhancement MRI and 3D reconstruction images in diagnosing breast tumors. **Methods:** From May 2006 to September 2007, 30 patients with breast diseases were scanned with MRI in Sun Yat-sen University Cancer Center. MR plain scans, dynamic contrast enhancement scans were performed, and 3D reconstruction images were obtained. The normal breast tissue was used as control, and the maximum slope ratio was calculated. **Results:** Forty-nine lesions were found in 30 patients, with an accuracy rate of 93.3%. **Conclusion:** MRI scan is an effective and specific modality for the diagnosis of breast diseases with high sensitivity and accuracy. Dynamic contrast enhancement MRI, image subtraction, time-signal intensity curve, 3D reconstruction images and the maximum slope ratio are helpful to make the correct diagnosis of breast lesions.

**Key words:** Breast neoplasm, MRI, dynamic contrast-enhanced, post-processing technique, diagnosis

【摘要】背景与目的: 乳腺癌常用诊断手段主要包括体格检查、钼靶、超声等, MRI 技术被视为乳腺疾病诊断最具有潜力的一种检查手段。本研究旨在探讨乳腺动态增强 MRI 及其后处理技术的优越性在临床诊断中的应用。方法: 选取 2006 年 5 月至 2007 年 9 月在中山大学肿瘤防治中心行 MRI 检查的乳腺疾病初诊病例 30 例, 全部行 MRI 平扫和动态增强扫描, 并通过工作站分别进行减影处理、动态曲线绘制、三维立体重建等后处理。选取病灶远隔部位正常组织为对照, 计算最大线性斜率比值。结果: 本组 30 例患者共 49 个病灶, MRI 诊断正确率 93.3%。结论: 乳腺 MRI 是一种敏感性和准确性较高的检查方式, 动态增强扫描、减影处理、时间-信号曲线的处理、三维立体重建后处理以及最大线性斜率比值, 均有助于乳腺病灶的正确诊断。

关键词: 乳腺肿瘤; MRI; 动态增强; 后处理技术; 诊断

中图分类号: R737.9; R730.44

文献标识码: B

文章编号: 1000-467X(2009)05-0549-06

乳腺癌发病率逐年上升, 已居女性恶性肿瘤的第一位<sup>[1]</sup>。MRI 技术是一种无创检查技术, 在过去的十多年里得到了快速的发展, 被视为乳腺疾病

诊断方面最具有潜力的一种检查手段。由于乳腺 MRI 成像技术的多样性和复杂性, 目前还没有一个公认的成像模式。但大部分的影像科医生都认

为,在乳腺 MRI 平扫和增强之外,团注钆对比剂后连续 3~10 min 行  $T_1$  加权的动态增强成像可以评估整个乳腺组织的形态学和血流动力学特点;图像进行增强前后的减影、动态曲线绘制、三维立体重建等后处理有助于病灶的发现及定位、定性<sup>[2-6]</sup>。

本文研究常规 MRI 及动态增强 MRI 对乳腺病灶的显示情况,将图像行各种后处理,探讨对乳腺良恶性病变的诊断应用价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取 2006 年 5 月至 2007 年 9 月在中山大学肿瘤防治中心行 MRI 检查的乳腺疾病初诊病例 30 例,患者均为女性,年龄 26~67 岁,中位年龄为 40 岁。

### 1.2 检查方法

本组 30 例患者 MRI 检查采用 1.5T 超导型核磁共振成像系统(GE, Signa, CV/I, excite II)和乳腺专用 4 通道相控阵表面线圈。准确测量患者体重,除去金属异物,行手背静脉穿刺准备。患者俯卧位,双侧乳腺自然悬垂于线圈的双孔内,患者的足先进。

先行横断面、矢状面 FSE  $T_1$ WI, TR:650ms, TE:Min Full, ETL:2, BW:20.83;横断面、矢状面 FSE  $T_2$ WI, TR:4650 ms, TE:85 ms, ETL:16, BW:20.83。THK 为 6 mm;Spacing 为 1 mm;FOV 依照患者乳腺大小调整,范围为 180 mm×180 mm~280 mm×280 mm, matrix 为 320×224, Freq DIR 为 A/P, NEX 为 2。除横断面  $T_1$ WI 外,其余序列均为脂肪抑制序列。

平扫后采用以下标准行 MRI 动态增强扫描:①预扫描图像质量满意后行动态扫描,高压注射器按钮和动态扫描按钮同时启动;②使用 MRI 专用高压注射器 (medrad injector system, Pittsburgh)经手背静脉注射对比剂钆喷酸葡胺(Gd-DTPA),剂量为 0.1 mmol/kg,速度为 3 mL/s,团注完对比剂后,以 3 mL/s 的速度注射 10 mL 生理盐水冲管;③选定有病灶的部分根据需要行横断面或矢状面三维容积超快速多期动态增强序列 (liver acquisition

with volume acceleration, LAVA) 扫描,脉冲序列为 3D Fast TOF SPGR, FA 为 12, BW 为 83.33, 矩阵为 288×288, FOV 为 38, Phase FOV 为 0.90, Freq DIR 为 A/P, Multi-Phase 为 10, Zipx2, 时间分辨率约 20 s; THK 为 2.8 mm, Locs per Spacing 为 50 mm;④动态扫描持续约 5 min。

动态扫描后再行横断面和矢状面  $T_1$ WI 脂肪抑制增强扫描。

### 1.3 MRI 图像后处理及参数分析

由 MRI 专业诊断医师利用 GE 公司的 Function Tool 图像分析软件包,以盲法对动态增强 MRI 图像进行后处理、观察及测量各种动态参数。具体如下:①将动态扫描的图像输入工作站进行后处理,用不同颜色表示各个区域的强化程度,作出伪彩图;②将增强后的图像和平扫图像相减得到减影图;③以乳腺病灶为感兴趣区,剔除坏死、钙化区域,连续采集病灶信号,用后处理程序得到组织的时间-信号强度曲线;④选取合适的图像行三维立体重建;⑤最大线性斜率比值 [ $\text{SlopeR} = (\text{SIpostf} - \text{SIpref}) / (\text{SIpostn} - \text{SIpren})$ ]。 (SIpost 为信号上升幅度最大的扫描周期内的最高信号强度;SIpre 为信号上升幅度最大的扫描周期内的最低信号强度;下标 f 表示病灶 focus;下标 n 表示正常组织 normal tissue。)SlopeR 选取病灶远隔部位正常组织为对照,若为退化型乳腺,选取病灶远隔部位脂肪组织;若为未退化型乳腺,选取远离病灶远隔部位腺体组织。

### 1.4 乳腺疾病 MRI 后处理技术

1.4.1 伪彩图 伪彩图为工作站通过计算图像不同部位不同程度的信号强度变化而赋予色彩得到的一种图像。

1.4.2 减影图 减影图是同样层面相同条件增强后图像与平扫图像相减,得到增强后图像中信号有变化的部分。

1.4.3 时间-信号强度曲线 时间-信号强度曲线是以时间为横轴,信号强度为纵轴的图像。

1.4.4 三维立体重建图 三维立体重建图是将一个序列内所有的图像通过软件相加重建出的三维立体图像。

1.4.5 计算最大线性斜率比值 SlopeR

[ $\text{SlopeR} = (\text{SIpostf} - \text{SIpref}) / (\text{SIpostn} - \text{SIpren})$ ],选取病灶远隔部位正常组织为对照,剔除了患者本身的个体差异,使得最大线性斜率比值,最大程度接近病变本身的特点,更有可比性。

## 2 结果

本组 30 例患者共 49 个病灶,其中 15 例患者各有 1 个病灶,6 例患者各有 2 个病灶,6 例患者各有 3 个病灶,1 例患者有 4 个病灶,2 例患者未见病灶。MRI 诊断正确率 93.3% (表 1)。

### 2.1 病理诊断

乳腺癌患者 12 例 26 个病灶 (53.1%), 炎性乳腺癌 1 例;浸润性导管癌 11 例,其中 1 例淋巴结转移,2 例腋窝淋巴结转移并侵犯胸壁或胸大肌,2 例伴纤维腺瘤,1 例伴纤维囊性乳腺病,1 例伴囊肿,1 例侵犯皮肤及乳头。

乳腺良性病变 15 例 22 个病灶 (44.9%), 其中 3 例纤维腺瘤,1 例纤维腺瘤伴囊肿,1 例纤维瘤,2 例导管内乳头状瘤,1 例纤维瘤及导管内乳头状瘤,1 例囊肿,1 例小叶增生性腺病,1 例纤维囊性增生,1 例硬化性腺病,3 例炎症。

乳腺假体 1 例 1 个病灶 (2.0%), 2 例未见任何病灶。

### 2.2 MRI 诊断

2.2.1 乳腺疾病 MRI 的常规平扫和增强图像表现 乳腺 MRI 常规扫描包括六个序列图像:横断面平扫  $T_1$ WI、 $T_2$ WI;矢状面平扫  $T_1$ WI、 $T_2$ WI;横断面和矢状面增强  $T_1$ WI。见图 1。根据以上图像,临床医生可以判断乳腺病灶的位置、大小,并观察到病灶与周围组织的关系及肿瘤的血供情况。

2.2.2 乳腺疾病 MRI 动态增强图像表现 乳腺病灶动态增强扫描可观察到病灶的血供情况,并可将病灶与正常组织对比,了解病灶与正常组织不同的强化方式。

乳腺正常腺体在动态增强 MRI 中表现为缓慢持续强化,从注射对比剂后第一个周期 (约第 20 s) 可见到轻度强化,部分病例一直持续强化到 5~6 min 以后,部分病例在强化后维持较低

表 1 30 例患者 MRI 及病理诊断对比  
Table 1 Comparison of MRI and pathological diagnosis in 30 cases with breast lesions

Case number	Age (years)	Tumor number	MRI diagnosis	Pathological diagnosis
1	41	3	Breast cancer with satellite nodules	Infiltrating ductal carcinoma
2	26	1	Fibroadenoma	Fibroadenoma
3	41	1	Benign tumor	Lobule hyperplasia adenosia
4	58	1	Intraductal papilloma	Intraductal papilloma
5	48	1	Malignant tumor	In situ carcinoma with intraductal infiltration
6	40	3	Malignant tumor with two fibromas	One infiltrating ductal carcinoma with two fibromas
7	40	2	Hyperplastic nodules or inflammation	One node of breast fibrocystic hyperplasia and one of lymphadenitis
8	56	1	Benign nodule	Fibrocystic hyperplasia
9	49	1	Breast cancer	Inflammatory breast cancer
10	26	1	Prosthesis	Prosthesis
11	35	1	Breast cyst	Breast cyst
12	46	3	Breast cancer with lymph node metastasis	Two infiltrating ductal carcinomas with one lymph node metastasis
13	33	3	Breast cancer with chest wall invasion and axillary node metastases	Two infiltrating ductal carcinoma with one axillary node and chest wall invasion
14	33	1	Breast cancer	Sclerosing adenosia
15	48	2	Breast cancer with chest wall invasion and axillary node metastases	One infiltrating ductal carcinoma with one axillary node and ectopectoralis invasion
16	36	4	Two fibromas and two intraductal papillomas	Two fibromas and two intraductal papillomas
17	39	1	Breast cancer with dermal papilla invasion	Breast cancer with dermal papilla invasion
18	37	0	Normal	Normal
19	58	0	Normal	Normal
20	46	2	Multiple intraductal papilloma	Two intraductal papillomas
21	35	1	Fibrocystic hyperplasia and fidroma	Fibroadenoma
22	34	2	Diagnosis undermined, maybe malignant	One fibroadenoma and one cyst
23	40	1	Bilateral axillary lymphadenectasis with normal breast	Axillary lymphadenitis
24	67	3	Breast cancer with intraductal dissemination, fibroadenoma	One fibroadenoma, one infitrating ductal carcinoma and one in situ carcinoma
25	33	1	Breast cancer	Infitrating ductal carcinoma
26	59	2	Breast cancer with intraductal dissemination, fibroadenoma	One fibroadenosia and one infitrating ductal carcinoma
27	37	2	Breast cancer for the right breast nodule, malignancy can not be excluded for the left breast nodule	Two fibroadenomas
28	33	1	Chronic inflammation	Inflammation
29	37	3	Breast cancer and two cysts	One infitrating ductal carcinoma and two cysts
30	55	1	Fibroadenoma	Fibroma

水平状态。乳腺脂肪组织在增强 MRI 中无明显强化。

乳腺癌病灶在注射对比剂后第 1 个周期便可见开始强化,在第 2 周期明显强化,并在第 3~5 周期(第 60~100 s)达到最高峰,染色明显。其后病灶强化程度降低,信号不均匀,或者维持强化状态,见图 2A-C。

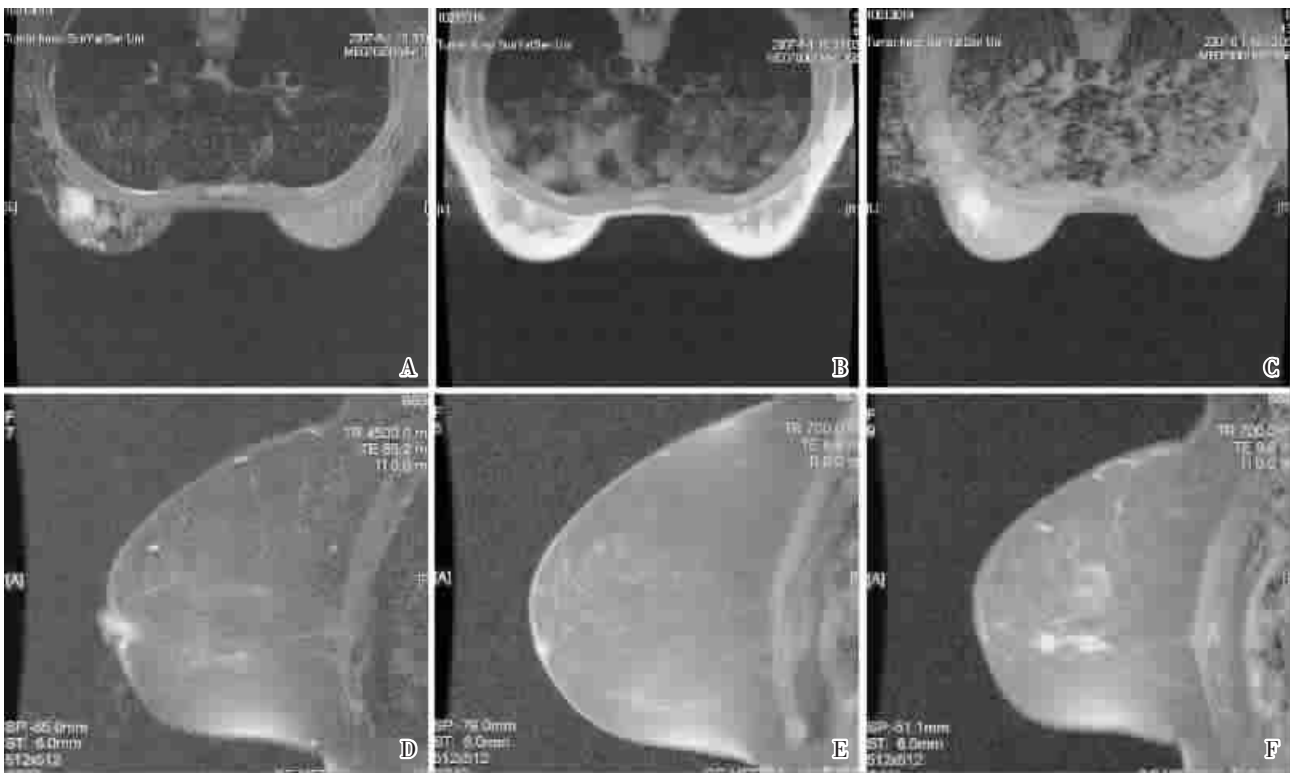


图 1 乳腺常规平扫及增强图像

Figure 1 Plain and contrast-enhanced MR images of the breast  
A: Axial T2WI image with fat suppression;  
B: Axial T1WI image;  
C: Axial contrast-enhanced T1WI image with fat suppression;  
D: Sagittal T2WI image with fat suppression;  
E: Sagittal T1WI image with fat suppression;  
F: Sagittal contrast-enhanced T1WI image with fat suppression.



图 2 乳腺动态增强图像

Figure 2 Dynamic contrast-enhanced images of the breast  
A: Plain scan image;  
B: MR image during the early phase;  
C: MR image during the late phase.

2.2.3 乳腺疾病 MRI 后处理图像表现 通过观察伪彩图,可以明确不同

层面的图像中信号变化最明显的部分,见图 3。

减影图可以直观地標示出病灶的部位,见图 4。



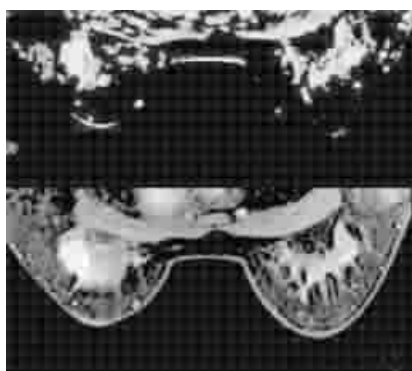


图3 伪彩图  
Figure 3 Pseudocolor image of the breast

通过时间-信号强度曲线可以观察到病灶或正常组织在不同的增强时相内信号变化的情况,明确在具体时间段内病灶的信号上升或下降的情况,见图5。

三维立体重建图可以任意方向重

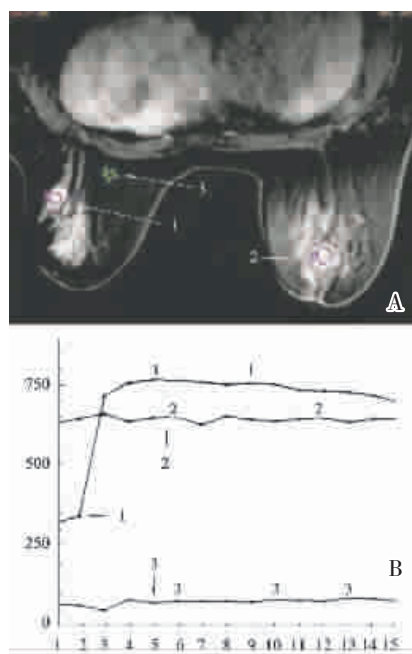


图5 时间-信号强度曲线  
Figure 5 Time-signal intensity curve of the interest area of breast lesions  
1. Time-signal intensity curve for the malignant tumor; 2. Time-signal intensity curve for the benign tumor; 3. Time-signal intensity curve for normal tissues.  
A: MR image for the interest area;  
B: Time-signal intensity curve.

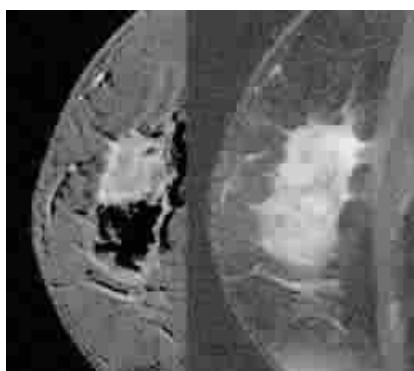


图4 减影图  
Figure 4 Subtraction image of the breast

新成像,有助于了解病灶与周围组织的关系,见图6。

以病灶远隔部位正常组织为对照的最大线性斜率比,剔除了患者本身的个体差异,最大程度地接近病变本身的特点,具有可比性。

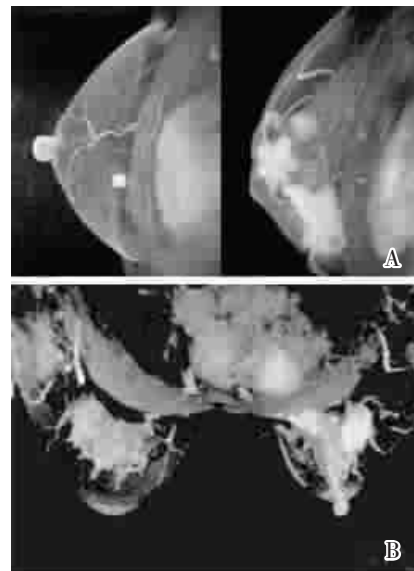


图6 三维立体重建图  
Figure 6 3D reconstruction images of the breast  
A: Sagittal image of 3D reconstruction  
B: Axial image of 3D reconstruction

综合以上几种诊断手段,得出敏感度为100%,诊断正确率为93.3%。

### 3 讨论

乳腺疾病为女性常见病、多发病,

既往主要采用钼靶X线摄影和超声检查。自1984年美国FDA批准磁共振成像系统应用于临床诊断以来,该技术及设备迅速发展起来。特别是新成像技术的开发和新程序的设置,为MRI对乳腺疾病的诊断赋予了广阔的前景。

动态增强乳腺MRI模式在推测微血管密度及对比剂渗透速度方面具有潜在作用,能较为客观地反映出乳腺肿瘤血供,有助于判断乳腺肿瘤的生物行为及预后<sup>[7]</sup>,但单纯的动态增强曲线受个体差异的影响较大。在刘佩芳等<sup>[8]</sup>及郭勇等<sup>[9]</sup>的研究中,最大信号值、最大线性斜率值在良、恶性病灶中分布无统计学意义或有较大重叠,诊断准确率有待提高。

欧阳翼等<sup>[10]</sup>在评价最大信号强度(SI<sub>max</sub>)、强化峰值(PH)、最大线性斜率(slope)之外,又提出了最大线性斜率比(SlopeR)的概念。SlopeR用同一患者的正常乳腺组织或脂肪组织为对照进行了校正,比较准确地反映了同一个体中,病灶相对于正常组织的微血管密度和微血管渗透性水平,诊断准确率明显提高。

动态增强乳腺MRI模式可以反映乳腺病变的血液及药物代谢动力学状态,图像进行增强前后的减影、动态曲线绘制、三维立体重建等后处理有助于病灶的发现及定位、定性。以病灶远隔部位正常组织为对照的最大线性斜率比,剔除了患者本身的个体差异,最大程度地接近病变本身的特点,因此更有可比性。

我们认为,MRI作为一种诊断技术,在乳腺良、恶性病变的鉴别、早期诊断、乳腺癌浸润情况及疗效的评估均具有积极的意义。但由于乳腺MRI成像技术的多样性和复杂性,不同的研究者获得的信息不同,经验不同,结论可能有偏差。据本组资料的经验,乳腺MRI图像减影处理可以明确病灶位置;病灶动态曲线可以提供病灶血液动力学方面的信息,有助于病灶性质的判断;病灶三维立体重建可以从形态学方面明确病灶边界情况,直观了解有无丰富血供及周围组织侵犯等信息;选取病灶远隔部位正常组织为对

照, 可以了解病灶与正常组织的血供对比情况, 同时可以剔除个体差异因素的干扰。

正确应用 MRI 扫描、MRI 动态增强扫描以及图像的后处理, 是乳腺病变正确诊断的前提。

[参 考 文 献]

[1] 李连弟, 饶克勤, 张思维, 等. 中国 12 县市 1993~1997 年肿瘤发病和死亡登记资料统计分析 [J]. 中国肿瘤, 2003, 11(9):497-507.

[2] 王守安, 孙浩然, 白人驹, 等. 预饱和脂肪抑制技术在乳腺 MRI 检查中的临床应用 [J]. 临床放射学杂志, 2004, 23 (1):21-26.

[3] 赵 斌, 王光彬. 重视 MRI 在乳腺疾病中的重要作用 [J]. 医学影像学

杂志, 2007, 17(2):109-110.

[4] Fischer U, Kopka L, Grabbe E. Breast Carcinoma: effect of preoperative contrast-enhanced MR imaging on the therapeutic approach [J]. Radiology, 1999, 213 (3):881-888.

[5] 娄路馨, 彭俊杰, 时高峰, MRI 动态增强及减影成像对乳腺良恶性疾病的诊断价值 [J]. 临床放射学杂志, 2007, 26(2):148-152.

[6] Helbich TH, Becherer A, Trattnig S, et al. Differentiation of benign and malignant breast lesions: MR imaging versus Tc-99m sestamibi scintimammography [J]. Radiology, 1997, 202(2):421-429.

[7] Kuhl C, Mielcareck P, Klaschnik 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.

[8] 刘佩芳, 鲍润贤, 牛 昀, 等. 乳腺良恶性病变动态增强 MRI 表现特征与血管生成相关性的初步研究 [J]. 中华放射学杂志, 2002, 36(11):967-972.

[9] 郭 勇, 蔡祖龙, 蔡幼铨, 等. 动态增强 MRI 鉴别乳腺良恶性病变的前瞻性研究 [J]. 中华放射学杂志, 2001, 9(35):671-675.

[10] 欧阳翼, 谢传森, 伍尧泮, 等. 动态增强 MRI 定量参数及最大线性斜率比值对鉴别乳腺良恶性疾病的价值 [J]. 中华放射学杂志, 2008, 42(6):569-572.

[编辑:谢汝华,校对:夏宁静]