

论 著

磁共振扩散加权成像在乳腺良恶性病变中的诊断价值

1. 清华大学附属北京市垂杨柳医院放射科

2. 清华大学附属北京市垂杨柳医院(北京 100022)

3. 首都医科大学附属北京朝阳医院放射科(北京100020)

张东坡¹ 李优伟¹ 毛磊¹
王觉² 王丽宁² 翟仁友³

【摘要】目的 对比正常乳腺及乳腺良、恶性病变的表现弥散系数(ADC),探讨DWI在乳腺良恶性病变中的诊断价值。**方法** 回顾分析行乳腺MRI检查并经病理证实的177例乳腺病变,比较良、恶性病变及正常乳腺组织ADC值的差异,采用接受者工作特征曲线(ROC)确定良恶性病变的ADC界值;比较ADC值在乳腺良恶性病变定性诊断中的效能。**结果** 177例乳腺病变中良性112例,恶性65例,正常乳腺177例,其平均ADC值分别为 $(1.57 \pm 0.25) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.11 \pm 0.32) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.72 \pm 0.22) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,良恶性病变ADC界值为 $1.23 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,其敏感性和特异性分别为80.42%和92.13%。;按病变形态分组:肿块性病变144例,恶性47例,良性97例,平均ADC值分别为 $(1.06 \pm 0.27) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.58 \pm 0.26) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,ADC界值为 $1.23 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,其敏感性和特异性分别为85.17%和92.84%。;非肿块性病变33例,恶性18例,良性15例,平均ADC值分别为 $(1.25 \pm 0.40) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.50 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,ADC界值为 $1.36 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,其敏感性和特异性分别为77.81%和80.35%。**结论** 乳腺恶性病变的ADC值低于良性病变,根据ADC界值可以鉴别良、恶性,对肿块性病变和非肿块性病变应采用不同的ADC界值,DWI在鉴别乳腺良恶性病变与正常乳腺组织时也有一定价值。

【关键词】 乳腺疾病;磁共振成像,弥散
【中图分类号】 R737.9
【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2015.05.021

通讯作者:翟仁友

Diffusion-weighted MR Imaging of Benign and Malignant Breast Lesions

ZHANG Dong-po¹, LI You-wei¹, Mao Lei¹, et al., 1.Department of Radiology, Beijing Chuiyangliu Hospital, Beijing 100022, P.R. China; 2 Beijing Chuiyangliu Hospital, Beijing 100022, P.R. China; 3.Department of Radiology, Beijing Chao-Yang Hospital, Capital Medical University, Beijing 100020, P.R. China

[Abstract] Objective To determine the diagnostic potential of Diffusion-weighted MR Imaging to differentiate between benign and malignant breast lesions by comparing apparent diffusion coefficient (ADC) among normal breast tissue, benign and malignant breast lesions. **Methods** Retrospective analysis of 177 pathologically confirmed breast lesions examined using EPI-DWI and compare the mean ADC among normal breast tissue, benign and malignant breast lesions. The cut-off ADC value for malignant lesion was determined using receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. The diagnostic accuracy of DWI was compared in breast mass and non-mass lesions. **Results** Mean ADC values for benign(112/177), malignant(65/177) breast lesions and normal breast tissue(177) were $(1.57 \pm 0.25) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, $(1.11 \pm 0.32) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ and $(1.72 \pm 0.22) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, respectively. With a cut-off value of $1.23 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ for ADC in ROC analysis, 80.42% sensitivity and 92.13% specificity were achieved. Among 177 lesions 144 were mass and 33 were non-mass. The mean ADC of malignant mass lesions [$(1.06 \pm 0.27) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$] was statistically lower than that of benign ones [$(1.58 \pm 0.26) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$]. The sensitivity and specificity of the ADC with a threshold of $[1.23 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}]$ was 85.17% and 92.84% respectively. The mean ADC of malignant non-mass lesions [$(1.25 \pm 0.40) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$] was statistically lower than that of benign ones [$(1.50 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$]. The sensitivity and specificity of the ADC with a threshold of $[1.36 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}]$ was 77.81% and 80.35% respectively. **Conclusion** The ADC is an effective parameter in distinguishing between malignant and benign breast lesions. The cut-off values of ADCs are different between mass and non-mass lesions. DWI of the breast can help differentiate benign and malignant breast lesions from normal breast tissue.

[Key words] Breast Diseases; Diffusion Magnetic Resonance Imaging

乳腺磁共振动态增强扫描(dynamic contrast-enhanced MR imaging, DCE-MRI)已逐渐被广泛应用于乳腺病变乳的诊断和术前评价中,成为乳腺影像学检查重要手段之一。据报道,乳腺磁共振成像的敏感性高达89%~100%^[1]。但是由于传统的磁共振成像技术主要应用形态学及动态增强技术,其特异性较其较高的敏感性相对较低,所以先进的磁共振成像技术在乳腺病变的诊断中会起到更重要的作用。扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)能从分子水平反映人体组织的空间组成信息和病理生理状态下各组织成分之间交换水分的功能情况,从而提高乳腺磁共振成像的特异性^[2]。在本次回顾性研究中,我们主要研究DWI在乳腺良恶性病变及乳腺正常组织鉴别诊断中的作用。

1 材料和方法

1.1 研究对象 回顾性分析2009年5月至2013年5月期间,在我院行乳腺MRI增强扫描检查并经手术或穿刺活检得到病理证实的患者171例,平均年龄19~75岁,平均 (41.0 ± 8.7) 岁,病灶共177个。

1.2 检查方法 使用1.5T超导磁共振扫描仪(Signa Excite, GE Medical System, USA);患者俯卧位于8通道乳腺专用线圈,使双乳自然悬垂于线圈洞穴内。DWI采用横轴位的平面回波一扩散加权成像序列,TR=6000ms,TE=71.5ms,层厚=8.0mm间隔1.0mm,激励次数(NEX)=2,视野(FOV)=32×32cm,矩阵=128×128, b值=0, 800s/mm²。

1.3 图像分析及后处理 应用GE Advantage Windows aw4.2图像处理工作站。由两名有乳腺MR工作经验且不知最终病理结果的放射科医生独立阅片。分析病变动态增强MRI图像。根据美国放射学会(ACR)2003年出版的乳腺MR影像报告及数据系统(breast imaging reporting and data system MRI, BI-RADS MRI),将病变分为肿块性和非肿块性病变

两组。在DWI图像后处理过程中,应用Fuctiontool软件,产生黑白ADC图,并测量每个病人的正常乳腺组织及可见病变的ADC值。正常乳腺组织的ADC要从病变同一层面或乳头层面对侧乳腺纤维腺体区测量,而尽量避免感兴趣区(region of interest, ROI)内存在脂肪组织;对于脂肪型乳腺,应用小的ROI以减少包含的脂肪组织;对于病变,ROI放于肿瘤上,同时尽量避开出血、囊变及坏死区,对于体积较小的病变,应结合动态增强扫描所显示病变位置准确定位。ROI的大小是10~100mm²。所有数据均测量3次取平均值,以减少测量误差。

1.4 病理学分析 病理切片由病理科医生进行HE染色及免疫组化分析后做出病理诊断。

1.5 统计学处理 定量资料的检测结果用 $\bar{X} \pm s$ 表示。应用SPSS 19.0软件,采用方差分析

及两个独立样本t检验比较乳腺良、恶性病变及对侧正常乳腺腺体的平均ADC值,以P<0.05为差异有统计学意义。根据接受者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)确定ADC界值。

2 结果

2.1 乳腺病例组成 177个乳腺病灶中,恶性病灶65个,其中浸润性导管癌33个,导管内癌及部分浸润性导管癌5个,浸润性小叶癌4个,导管原位癌3个(其中1个伴少许浸润性导管癌),神经内分泌癌3个,复合型浸润癌2个,浸润性导管癌及导管内癌2个,小叶原位癌2个,浸润性大汗腺癌及导管大汗腺癌1个,浸润性筛状癌1个,浸润性微乳头状癌1个,导管内癌1个,髓样癌1个,乳腺癌(穿刺结果,未提供具体组织学类

表1 正常乳腺及乳腺良恶性病变的ADC值($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)

病变类型	病灶数(个)	ADC值($\bar{X} \pm s$)	ADC界值	敏感性(%)	特异性(%)	曲线下面积	t值	P值
正常腺体	177	1.72 ± 0.22	-	-	-	-	-	-
良性病变	112	1.57 ± 0.25	1.23	80.42	92.13	0.89	-10.56	0
恶性病变	65	1.11 ± 0.32						

表2 肿块和非肿块乳腺病变的ADC值($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)

病变类型	病灶数(个)	恶性ADC值($\bar{X} \pm s$)	良性ADC值($\bar{X} \pm s$)	ADC界值	敏感性(%)	特异性(%)	曲线下面积	t值	P值
肿块性病变	144	1.06 ± 0.27	1.58 ± 0.26	1.23	85.17	92.84	0.92	-11.22	0
非肿块性病变	33	1.25 ± 0.40	1.50 ± 0.18	1.36	77.81	80.35	0.80	-2.21	0.04

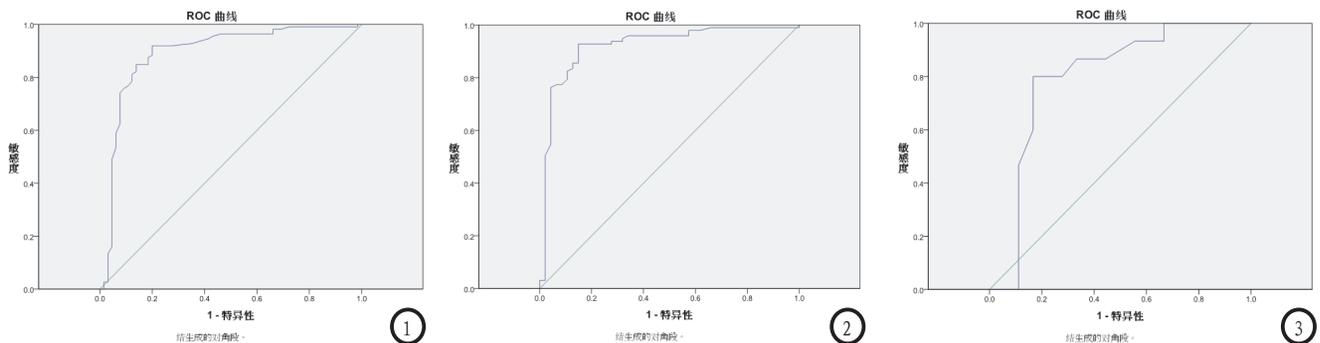


图1 177例乳腺病变(良性, n=112; 恶性, n=65) ADC值ROC曲线分析。ADC界值=1.23 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 时, 当ADC值<1.23 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 时诊断为恶性, 敏感性和特异性分别为80.42%、92.13%, 曲线下面积为0.892。图2 144例肿块性病变(良性, n=97; 恶性, n=47) ADC值ROC曲线分析。ADC界值=1.23 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 时, 当ADC值<1.23 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 时诊断为恶性, 敏感性和特异性分别为85.17%、92.84%, 曲线下面积为0.921。图3 33例非肿块性病变(良性, n=15; 恶性, n=18) ADC值ROC曲线分析。ADC界值=1.36 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 时, 当ADC值<1.36 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 时诊断为恶性, 敏感性和特异性分别为77.81%、80.35%, 曲线下面积为0.798。

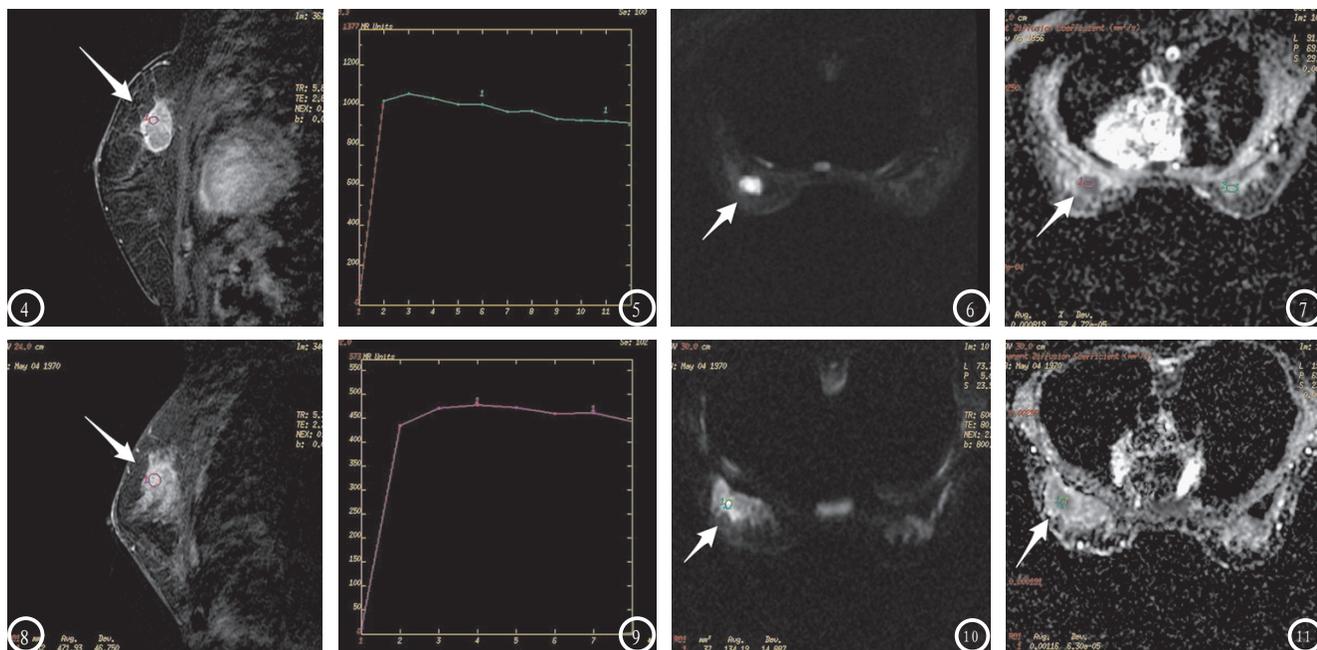


图4-7 患者女, 52岁, 左乳内上象限浸润性导管癌。图4 动态增强扫描见边缘强化肿块样病变(箭); 图5 动态增强扫描病变时间-信号曲线呈III型; 图6 DWI图像示肿块呈明显高信号(箭); 图7 ADC图像示病变呈低信号, ADC值为 $0.81 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ (箭)。图8-11 患者女, 42岁, 左乳外上象限导管原位癌。图8 动态增强扫描病变呈段样非肿块样强化(箭); 图9 动态增强扫描病变时间-信号曲线呈II型; 图10 DWI图像示病变区呈高信号(箭); 图11 ADC图像示病变呈低信号, ADC值为 $1.16 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。

型)5个, 微小癌灶1个; 良性病灶112各, 其中纤维腺瘤88个, 乳腺腺病11个, 导管内乳头状瘤3个, 慢性乳腺炎3个, 纤维腺瘤样增生2个, 乳腺良性分叶状肿瘤2个, 乳腺交界性叶状肿瘤1个, 肉芽肿性小叶性乳腺炎1个, 脂肪坏死1个。根据BI-RADS MRI按照形态学表现分组: 肿块性病灶144个, 其中恶性47个, 良性97个; 非肿块性病灶33个, 其中恶性18个, 良性15个。于病变同层面或乳头层面测得对侧正常乳腺组织177个。

2.2 乳腺良恶性病变及正常乳腺的ADC值及界值的确定 乳腺良性病灶112个, 平均ADC值为 $(1.57 \pm 0.25) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$; 恶性病变65个, 平均ADC值为 $(1.11 \pm 0.32) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$; 正常乳腺177个, 平均ADC值为 $(1.72 \pm 0.22) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$; 根据方差分析结果, 显示各组间差异均有统计学意义($P < 0.05$), 根据ROC曲线确定良恶性病变ADC界值为 $1.23 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 当ADC值 $< 1.23 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 时诊断为恶性, 敏感性和特异性分别为

80.42%和92.13%, 曲线下面积为0.892。(表1)(图1)

2.3 乳腺肿块性及非肿块性病变的ADC值及界值的确定 乳腺肿块性病灶144个, 其中恶性病变97个, 平均ADC值为 $(1.06 \pm 0.27) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$; 良性病变47个, 平均ADC值为 $(1.58 \pm 0.26) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 两者差异有统计学意义($P < 0.01$); 根据ROC曲线确定ADC界值为 $1.23 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 当ADC值 $< 1.2 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 时诊断为恶性, 敏感性和特异性分别为85.17%和92.84%, 曲线下面积为0.921。乳腺非肿块性病灶33个, 其中恶性18个, 平均ADC值为 $(1.25 \pm 0.4) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$; 良性15个, 平均ADC值为 $(1.5 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 根据ROC曲线确定ADC界值为 $1.36 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 当ADC值 $< 1.36 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 时诊断为恶性, 敏感性和特异性分别为77.81%和80.35%, 曲线下面积为0.798。在恶性病例中, 表现为肿块性病变的ADC值 $[(1.06 \pm 0.27) \times$

$10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}]$ 低于非肿块性病变 $[(1.25 \pm 0.40) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}]$, 差异有统计学意义($P = 0.029 < 0.05$); 良性病例中, 两者差异没有统计学意义($P > 0.05$); 肿块性病变的ADC界值 $(1.23 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s})$ 低于非肿块性病变 $(1.36 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s})$ 。(表2)(图2-11)

3 讨论

乳腺MRI检查越来越多的应用于乳腺癌的发现、诊断以及肿瘤的分期^[1]。在乳腺磁共振成像过程中, 通过结合形态学和动态曲线的诊断方法对于诊断乳腺癌有着较高的敏感性。但是由于激素水平的不同、乳腺增生、纤维腺瘤和乳头状瘤等可导致假阳性结果, 从而明显降低的乳腺磁共振检查的特异性。

DWI是一种基于组织弥散信号的先进的磁共振成像技术, 它反映了由于布朗运动导致的水分子弥散入组织的随机运动。在研究乳腺肿瘤过程中, DWI可提供肿瘤生物学行为方面的信息。一些研

究已经采用DWI来评价乳腺病变^[2-5]。

据文献报道, DWI在鉴别良恶性病变中是非常有用的一项技术^[2-6]。恶性病变由于细胞紧密而细胞外间隙减小, 从而降低了水分子的弥散程度。DWI高信号和对应的低ADC值表示弥散受限。相反, 细胞外间隙较大的良性病变其细胞外间隙中存在大量水分子, 而且分子活动受限程度较低, 从而其ADC值较高^[7]。本研究我们通过对65例恶性病变、112例良性病变和177例乳腺正常组织的ADC值的测量和分析表明, DWI可以很好的鉴别良恶性病变, 这与文献报道结构一致^[2, 4, 7, 8]。

Marini^[9]等报道乳腺良性病变的ADC值是 $(1.48 \pm 0.37) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 恶性病变ADC值是 $(0.95 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。本研究正常乳腺平均ADC值是 $(1.72 \pm 0.22) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 良性病变平均ADC值是 $(1.57 \pm 0.25) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 恶性病变平均ADC值是 $(1.11 \pm 0.32) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 其结果和文献报道基本一致。本研究发现应用ROC曲线来确定ADC界值, 同时兼顾敏感性和特异性, 方法简便快捷。

在文献报道及我们研究中均发现, 良恶性病变的ADC值有轻度的重叠。某些良性病变, 如血肿、脓肿、纤维化等病变可以降低ADC值^[9], 从而导致假阳性结果, 所以在本研究中良性组并未包括这些病人或选取ROI时尽量避开此类区域。据报道粘液癌由于含有粘液蛋白成分呈高ADC值^[10], 但本研究中1例髓样癌表现为低ADC值。文献报道恶性肿瘤的中央坏死区ADC值较高, 本研究中ROI均从肿瘤实质区测得, 避免肿瘤坏死、囊变及出血区。

DWI可提供肿瘤细胞构成定

性及定量的相关信息, 所以ADC是反映水分子自由运动的一个定量指标, 它与肿瘤的细胞密度呈反比。细胞密度较高、细胞外及细胞内水肿、高粘液性及纤维化均可见减低水分子的活动, 从而在DWI中显示为弥散受限^[4]。生物组织的微观运动包括细胞外间隙及毛细血管网微循环中的分子扩散, 所以灌注是另一个影响ADC值的因素。据文献报道, ADC值会随着b值的不同而改变。低b值会致DWI弥散的权重减低。同时, 在低b值图像中, 恶性病变中丰富的血管结构会提高灌注效应而影响ADC值^[4, 11]。

不同的b值、其他的技术因素和研究对象病理类型的不同等因素可以解释文献报道中ADC值的差异。Woodhams^[4]等报道在检测乳腺肿物中, $b < 750 \text{s}/\text{mm}^2$ 诊断效果较好。但是Pereira^[12]等报道不同的b值在乳腺良恶性病变中测得的ADC值的差异无显著性差异, 并指出在DWI序列中应用多b值扫描是没有必要的。在本组研究中, 为了节省时间我们b值为 $0 \text{s}/\text{mm}^2$ 和 $800 \text{s}/\text{mm}^2$ 。

只有当技术参数和图像后处理过程标准化后, DWI诊断乳腺病变的准确性才能保证。由于磁敏感性、化学位移、运动伪影和较低的空间分辨率导致的图像变形失真是技术方面较大的限制。另一个限制是非肿块样强化病灶, 其可以表现为较大范围非致密的病变区域, 肿瘤内部可以存在正常乳腺组织。非浸润性导管癌、小叶原位癌、非典型导管增生、乳头状瘤、激素相关改变等可以表现为非肿块样强化灶^[13]。根据Guo等^[2]的报道, 平均ADC值与细胞密度呈反比, 因此这些病变弥散受限程度较小, 所以本研究同时按照肿块和非肿块

对病变进行分组, 比较两组病变的ADC值差异; 研究结果发现病变的形态学不同, 其ADC值也有差异。在恶性病例中, 肿块性病变平均ADC值 $[(1.0 \pm 0.3) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}]$ 略低于非肿块性病变ADC值 $[(1.2 \pm 0.3) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}]$, 笔者认为肿块和非肿块性病变之间细胞密度的差异可以解释ADC值得差异, ADC值和肿瘤细胞密度呈负相关。DWI并不能替代乳腺MRI的动态增强检查, 但可以作为一种评价乳腺疾病的补充检查手段, 尤其当患者应用造影剂禁忌时, DWI的诊断作用会更加凸显^[4]。

总之, DWI是一种可在活体应用的研究组织分子水平特点的有效工具。乳腺恶性病变的ADC值低于良性病变, 根据ADC界值可以鉴别良、恶性乳腺病变。肿块性病变和非肿块性病变的ADC值存在差异; 肿块性病变的ADC界值低于非肿块性病变的ADC界值。乳腺DWI在鉴别乳腺良恶性病变与正常乳腺组织时也有一定价值。

参考文献

1. Kuhl C. The current status of breast MR imaging. Part I. Choice of technique, image interpretation, diagnostic accuracy, and transfer to clinical practice. *Radiology*, 2007, 244 (2): 356-378.
2. Guo Y, Cai YQ, Cai ZL, et al. Differentiation of clinically benign and malignant breast lesions using diffusion-weighted imaging. *J Magn Reson Imaging*, 2002, 16 (2): 172-178.
3. Partridge SC, De Martini WB, Kurland BF, et al. Quantitative diffusion weighted imaging as an adjunct to conventional breast MRI for improved positive predictive value. *AJR Am J Roentgenol*, 2009, 193 (6): 1716-

1722.

4. Woodhams R, Matsunaga K, Iwabuchi K, et al. Diffusion-weighted imaging of malignant breast tumors: the usefulness of apparent diffusion coefficient (ADC) value and ADC map for the detection of malignant breast tumors and evaluation of cancer extension. *J Comput Assist Tomogr*, 2005, 29(5): 644-649.
5. 彭艳霞, 蔡宏民, 崔春艳, 等. DWI及动态增强MRI鉴别乳腺病变的对比研究. *中国CT和MRI杂志*, 2014, 12(1), 1-4.
6. Tsushima Y, Takahashi-Taketomi A, Endo K. Magnetic resonance (MR) differential diagnosis of breast tumors using apparent diffusion coefficient (ADC) on 1.5-T. *J MagnReson Imaging*, 2009, 30(2): 249-255.
7. Hatakenaka M, Soeda H, Yabuuchi H, et al. Apparent diffusion coefficients of breast tumors: clinical application. *MagnReson Med Sci*, 2008, 7(1): 23-29.
8. 王双玉, 段青. 3.0T磁共振扩散加权成像在乳腺良恶性病变鉴别诊断中的价值. *中国CT和MRI杂志*, 2009, 7(4): 18-21.
9. Marini C, Iacconi C, Giannelli M, et al. Quantitative diffusion-weighted MR imaging in the differential diagnosis of breast lesion. *EurRadiol*, 2007, 17(10): 2646-2655.
10. Belli P, Constantini M, Bufi E, et al. Diffusion-weighted imaging in breast lesion evaluation. *Radiol Med*, 2010, 115(1): 51-69.
11. 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. *中华放射学杂志*, 2002, 36(11): 967-972.
12. Pereira FP, Martins G, Figueiredo E, et al. Assessment of breast lesions with diffusion-weighted MRI: comparing the use of different b values. *AJR Am J Roentgenol*, 2009, 193(4): 1030-5.
13. Yabuuchi H, Matsuo Y, Kamitani T, et al. Non-mass-like enhancement on contrast-enhanced breast MR imaging: lesion characterization using combination of dynamic contrast-enhanced and diffusion-weighted MR images. *Eur J Radiol*, 2010, 75(1): e126-32.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2015-03-26

(上接第 62 页)

综上所述, 64层螺旋CT冠脉成像对冠脉支架再狭窄的敏感性和准确性比较高, 其影像具有一定的特征性, 对狭窄的诊断能力比较强, 具有无创检查的优势, 可以作为冠状动脉支架植入术后患者随访检查的一种理想检查方式, 值得在临床实践中广泛推广。

参考文献

1. 何忆雯, 秦永文, 丁仲如等. 64层螺旋CT冠脉成像在冠心病诊断中的应用[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2007, 16(1): 10-13.
2. 盛军, 陈宏山, 杨奕等. 64层螺旋CT冠状动脉造影对冠心病的诊断价值[J]. *安徽医药*, 2013, 17(8): 1312-1313.
3. 宋雪, 崔志新, 王淑贤等. 64层螺旋CT与实时三维超声心动图定量评价冠心病左室收缩功能的对比研究[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2011, 51(21): 85-86.
4. 方玉强, WANG Yi, 王毅等. 原发性高血压合并冠心病患者64层螺旋CT检查的诊断价值分析[J]. *重庆医学*, 2012, 37(6): 595-596.
5. 王阶, 褚福永, 李军, 姚魁武, 袁敬柏, 周科华, 何庆勇, 孙晓伟. Study on Syndrome Element Characteristics and Its Correlation with Coronary Angiography in 324 Patients with Coronary Heart Disease[J]. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 2008, 04: 274-280.
6. 方玉强, 王毅, 杨成明等. 64层螺旋CT检查在冠脉小血管病变中的诊断价值分析[J]. *重庆医学*, 2011, 37(6): 593-594.
7. 骆柏青, 朱建新, 孟宪平等. 64层螺旋CT冠状动脉造影术在冠心病临床诊治中的应用[J]. *中国医药导报*, 2011, 08(21): 103-104, 107.
8. Chee Khooon LIEW, Sze Piaw CHIN, Tiong Kiam ONG, Seyfarth Tobias, Yean Yip FONG, Choon Kiat ANG, Houg Bang LIEW, Rapae ANNUAR, Kui Hian SIM. Feasibility and accuracy of coronary imaging in elderly patients using the 64-row multi-detector computed tomography: a correlation study with conventional coronary angiography[J]. *Journal of Geriatric Cardiology*, 2006, 01: 9-14.
9. 宋鹏, 王曙霞, 汪晶晶等. 64层螺旋CT冠脉成像在冠心病诊断中的应用价值[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2012, 10(2): 137-139.
10. 左琦, 李天发, 秦将均等. 64层螺旋CT冠脉成像与冠状动脉造影对高龄冠心病诊断的对比研究[J]. *海南医学院学报*, 2011, 17(6): 828-832.

(本文编辑: 张嘉瑜)

【收稿日期】2015-03-26