

· 研究生展版 ·

SENSE 基础上扩散加权成像诊断肝脏占位性病变的价值

祝新, 王德杭, 朱斌

【摘要】 目的:探讨 SENSE 基础上扩散加权成像在诊断肝占位性病变中的应用价值以及表面扩散系数(ADC)评估肝占位病变的价值。**方法:**对 161 例共有 224 个肝占位病灶患者在 SENSE 基础上行扩散加权成像。224 个肝占位病灶中原发性肝癌 80 个,肝血管瘤 45 个,肝囊肿 49 个,转移性肝癌 50 个。应用梯度因子 b 值为 0 和 50 的扩散图像,并获取 ADC 值。**结果:**原发性肝癌、肝血管瘤、肝囊肿和转移性肝癌的平均 ADC 值分别为 $(0.99 \pm 0.33) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.99 \pm 0.30) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(3.80 \pm 0.37) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 和 $(1.08 \pm 0.29) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,前三者差异有极显著性意义($P < 0.01$)。原发性肝癌和转移性肝癌之间差异无显著性意义($P > 0.05$)。**结论:**SENSE 基础上扩散加权平面回波成像对肝癌(包括原发性肝癌和转移性肝癌)、肝血管瘤和肝囊肿的鉴别诊断具有较高的价值。

【关键词】 肝肿瘤;磁共振成像;敏感性编码;扩散加权成像

【中图分类号】 R445.2; R575 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2005)05-0377-04

Diffusion-Weighted Imaging Based on SENSE Technology: Value in the Assessment of Hepatic Masses ZHU Xin, WANG De-hang, ZHU Bin. Nanjing Medical University, Nanjing 210029, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the value of diffusion-weighted imaging based on SENSE technology and apparent diffusion coefficient (ADC) in diagnosis of hepatic masses. **Methods:** 161 patients with 224 liver masses underwent SENSE based DWI. Of 224 masses, there were 80 hepatocarcinoma, 45 hemangiomas, 49 hepatic cysts and 50 hepatic metastases. Diffusion weighted images with different b values (0 and 50), and the average ADC values were obtained. **Results:** Average ADC values of hepatocarcinoma, hemangioma, cysts and hepatic metastases were $(0.99 \pm 0.33) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(1.99 \pm 0.30) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(3.80 \pm 0.37) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ and $(1.08 \pm 0.29) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, respectively. The differences among the average ADC values of hepatocarcinoma, hemangioma and cysts were significant ($P < 0.01$) while there was no significant difference between average ADC value of hepatocarcinoma and metastases ($P > 0.05$). **Conclusion:** Diffusion-weighted imaging based on SENSE technology is useful in differentiation among hepatocarcinoma, hepatic metastases, hemangioma and cysts.

【Key words】 Liver neoplasms; Magnetic resonance imaging; Sensitivity encoding; Diffusion-weighted imaging

随着 MR 硬件及软件发展,磁共振扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)在临床上得以广泛应用。DWI 主要用于超早期脑梗死诊断^[1,2],近年来其在肝脏占位性病变的检出和鉴别诊断中所起的作用引起了人们的关注^[3-9]。但由于图像伪影较多,影响了病灶 ADC 的测量。笔者利用敏感性编码(sensitivity encoding, SENSE)技术结合扩散加权成像在 2001 年 11 月~2003 年 11 月对 161 例肝脏占位患者进行检查,评价 SENSE 基础上扩散加权成像在肝脏占位病变中的应用价值。

材料与方法

对 161 例磁共振检查中发现肝占位者行磁共振常

规扫描(T_1 WI、 T_2 WI 和动态增强扫描)及 SENSE 技术结合扩散加权成像。其中男 112 例,女 49 例。年龄 21~89 岁,平均 57.5 岁。161 例肝占位病变中,69 例原发性肝癌(80 个病灶),35 例肝血管瘤(45 个病灶),37 例肝囊肿(49 个病灶),20 例转移性肝癌(50 个病灶)。

病例选择标准:选择来本院就诊的临床怀疑肝脏占位患者 161 例,无磁共振检查禁忌证。入选病例需符合下列条件:①MR 图像资料完整,至少包括常规 SE 序列(T_1 WI 及 T_2 WI)、动态增强扫描和 SENSE DWI 序列。②海绵状血管瘤和肝囊肿具有典型的影像学表现,并有 6 个月以上的随访资料证明病灶无增大或经手术证实(海绵状血管瘤 19 例、肝囊肿 7 例)。③所有原发性肝癌均经手术病理或活检证实。为了保证病灶 ADC 值的准确性,对已行介入或射频治疗的病例予以剔除。④转移性肿瘤需有明确的原发病灶,肝脏病变有典型的影像学表现(9 例)或经活检证实

作者单位:210029 南京,南京医科大学(祝新);210029 南京,江苏省人民医院放射科(王德杭);210008 南京,南京大学医学院附属鼓楼医院放射科(朱斌)

作者简介:祝新(1967—),男,江苏兴化人,副主任医师,硕士研究生,主要从事腹部磁共振诊断工作。

(11 例)。

全部病例使用 PHILIPS Intera 1.5 T Master MR 机进行检查。选用相控阵线圈,采用呼吸门控检查。肝脏常规 MR 扫描采用轴面三维快速场回波(3D Fast Field echo, 3D FFE)序列,回波时间 TE 4.6 ms,重复时间 TR 10 ms, FOV 385~450 mm,层厚 4 mm;轴面 T₂WI/TSE, TR 1600 ms, TE 100 ms, FOV 385~450 mm,层厚 6 mm;轴面动态增强扫描 DYN/T₁W, TR 142 ms, TE 6 ms, FOV 400~450 mm,层厚 6 mm。对比剂采用康臣制药厂生产的钆喷酸葡胺,剂量为 15 ml,扫描时间分别为 0、20、35 和 50 s,其中 0 为平扫,以便进行同层对照;DWI:采用 SENSE 技术结合扩散加权成像,TE 50 ms,矩阵 128×256,FOV 375~450 mm,TR 1600 ms,层厚 5 mm,采集 18 层。施加扩散梯度因子 (gradient factor),用 b 值表示,分别为 0 s/mm² 及 50 s/mm²,采用 SENSE 技术、Preduction (AP) 为 2.0。

图像分析:在 b 值为 50 的扩散加权图像上,测量感兴趣区(region of interest, ROI)的信号强度值,然后计算出表面扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)。计算公式为:

$$ADC = \frac{\ln(S_{\text{低}} - S_{\text{高}})}{b_{\text{高}} - b_{\text{低}}}$$

式中 S_低 与 S_高 分别表示低 b 值与高 b 值扩散成像所测得的信号强度值,可在图像上设定的感兴趣区测得。ln 为自然对数。病灶信号强度测量采用圆形最大 ROI,但不能超出病灶范围,以避免边缘噪声和部分容积效应的影响,同时避开液化坏死区、血管及有伪影的区域,若病灶内坏死区较大,则采用多点测量信号强度,然后取平均值的方法。邻近肝脏组织的信号强度尽量采用与病灶同等大小的 ROI 测量,同时避开血管及伪影。

统计分析:应用 SPSS 统计软件包,利用 t 检验。对原发性肝癌、肝囊肿、肝血管瘤及转移性肝癌的 ADC 值进行比较,判断上述各病变之间在统计学上有无显著性差异。

结 果

肝脏各种病变(图 1~5)的平均 ADC 值见表 1。应用 SPSS 统计法获得肝囊肿、肝血管瘤、原发性肝癌和转移性肝癌三者的平均 ADC 值。肝囊肿与其它各种病变之间的 t 值范围为 3.174~14.372,肝血管瘤与其它各种病变之间的 t 值范围为 2.870~12.281, P 值均 < 0.01,差异存在显著性意义。原发性肝癌和转移

性肝癌之间 t 值为 1.089、P > 0.05,差异无显著性意义。

表 1 肝脏各种病变的平均 ADC 值(×10⁻³ mm²/s)

病变	个数	平均 ADC 值($\bar{x} \pm s$)
肝囊肿	49	3.80 ± 0.37
肝血管瘤	45	1.99 ± 0.30
原发性肝癌	80	0.99 ± 0.33
转移性肝癌	50	1.08 ± 0.29

讨 论

1. 扩散成像原理及 ADC 的应用

磁共振扩散加权成像利用 MR 对运动检测敏感的基本特性,对活体水分子扩散(diffusion)进行了测定,是将宏观流动相位位移成像原理应用于显微水平扩散成像。在梯度磁场下,扩散运动的水分子中的质子横向磁化发生相位位移,可产生 MR 信号,构成扩散图像的对比。但这种相位位移在常规 MR 成像序列中呈广泛扩散,相互干扰致 MR 信号衰减,扩散效应非常小,可忽略不计。其中信号衰减取决于分子运动的幅度及磁场梯度强度,前者与 ADC 相关。在成像序列中若加入强磁场梯度即扩散梯度,即可获取扩散加权成像。扩散梯度的程度由梯度脉冲的强度和持续时间即所谓的梯度因子 (gradient factor) 决定,用 b 值表示。由于扩散成像受到微循环的干扰,如毛细血管灌注,产生类似于真正的扩散效应,这种扩散图像实际上包含一些体素不相干运动(intravoxel incoherent motion, IVIM)的图像,以及细胞壁、温度、非单一扩散媒介等因素影响获取真正的扩散系数。因而,在实际工作中用 ADC 代替扩散系数(DC)评估扩散成像的结果。活体组织的 ADC 值受细胞内外水的黏滞度、比例、膜通透性、方向和温度的影响。在扩散加权图像上扩散快的组织信号衰减大,呈暗色;而在 ADC 图像上相反,呈亮色,表示 ADC 值大;扩散慢的组织信号衰减减小,呈亮色,ADC 值小。

2. SENSE 技术在扩散加权成像中的应用

SENSE 技术是一种多线圈并行成像技术,是傅立叶成像中完全不同于梯度编码的成像方法。它基于受检物体附近接收线圈中信号电压的大小随其相对位置的变化而变化^[6]。成像时使用的接收线圈,它的空间敏感性函数暗含了受检体的位置这一重要信息。利用这点,使用多个平行排列的不同接收线圈组成的协同线圈,一次性采样即可获得受检体全部的位置信息,重建出 MRI 图像。由于 SENSE 是在保持 K 最大值不变的情况下通过增加 K 空间采样位置之间的距离来实现的,因而可保持图像的空间分辨力而成倍减少扫

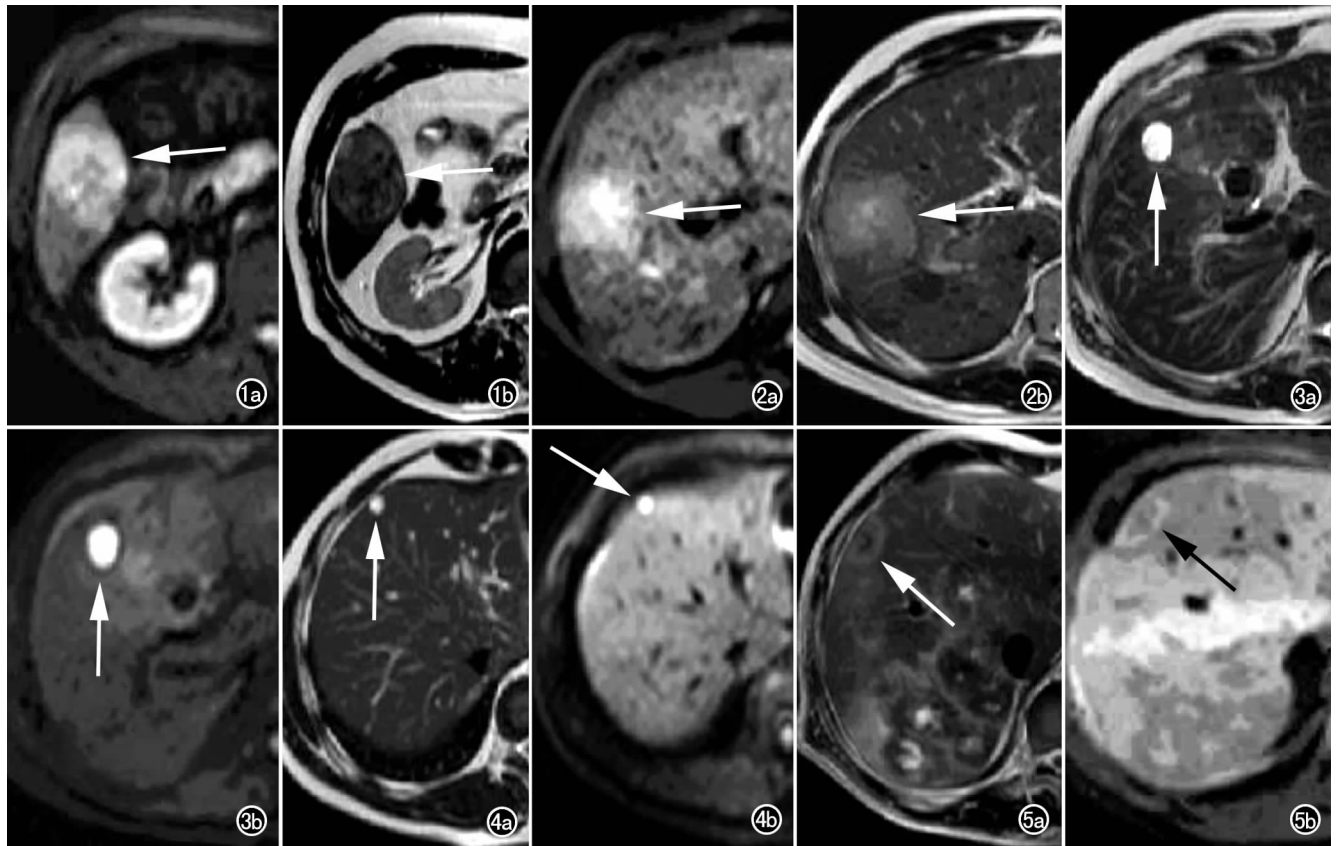


图 1 肝右叶原发性肝癌。a) DWI $b=50\text{s/mm}^2$; b) $T_2\text{WI}$ 显示肝右叶稍高信号肿块。图 2 肝右叶原发性肝癌。a) DWI $b=50\text{s/mm}^2$; b) $T_2\text{WI}$ 显示肝右叶稍高信号肿块。图 3 肝右叶囊肿。a) $T_2\text{WI}$ 示肝右叶高信号囊肿; b) DWI $b=50\text{s/mm}^2$ 。图 4 肝右叶小血管瘤。a) $T_2\text{WI}$ 示肝右叶高信号肿块; b) DWI $b=50\text{s/mm}^2$ 。图 5 转移性肝癌。a) $T_2\text{WI}$ 示肝右叶多发性稍高信号肿块; b) DWI $b=50\text{s/mm}^2$ 。

描的时间。由于 SENSE 可以获得比单独磁共振梯度编码更快的扫描速度,在心脏、脑功能成像及腹部成像等对成像要求很高的检查中具有广泛的实用价值。

传统的扩散加权平面回波成像(echo-planar imaging, EPI)对肝局灶占位性病变的评估存在着以下两点局限性:

EPI 固有的特点使图像产生各种各样的伪影。EPI 实质上仅仅是一种 MR 信号的采集方式,借助读出线圈的梯度磁场的快速变换,产生梯度回波,因而容易产生磁化敏感性伪影。表现为膈面与肺组织交界及肝脏与邻近肠道气体交界区解剖结构的扭曲,可掩盖病灶。为加快采集速度, EPI 采用连续的低幅梯度场进行相位编码,编码频带较窄,因而有明显的化学位移伪影,腹壁脂肪重叠于肝脏,可遮掩病变。EPI 读出梯度的快速切换,可造成相位编码的错误,出现 $N/2$ 伪影^[7-10]。

小病灶漏诊或 ADC 值不准。为了计算出 ADC 值或拟合出 ADC 图像,必须使用至少 2 种不同 b 值采

样成像,2 次成像时若位置匹配不良或 EPI 产生严重的化学位移,将影响小病灶的 ADC 值准确测定或造成小病灶漏诊。

本研究利用 SENSE 技术结合扩散加权成像技术,对 161 例肝脏占位患者进行检查,由于扫描时间缩短,即使 2 种不同 b 值采样成像,检查可通过一次短时间(18 s 左右)屏气完成,消除了化学位移和磁化敏感性伪影。161 病例所有 DWI 图像得到清晰的显示,同时对小病灶的显示也较清晰,图 4b 显示的肝血管瘤病灶直径仅为 3 mm,从而避免了对小病灶的漏诊。

3. DWI 在肝脏病变鉴别诊断中的应用

由于脑组织成分均匀,比身体其他部位发生运动伪影少,因而 DWI 首先在脑部应用,可早期诊断脑梗死以及鉴别脑囊肿、富含水分的脑肿瘤与实体肿瘤。这促使人们探讨 DWI 在其他脏器的应用。由于早期的扩散成像多用于高场,成像时间长,对运动伪影非常敏感,不适于受生理运动影响大的脏器,如肝、脾、肾等。随着 EPI 及 SENSE 技术等超快速成像技术的出

现,抑制或减弱了运动伪影,使 DW-EPI 技术在上腹部脏器的应用成为可能。

恶性实性肿块与海绵状血管瘤及囊肿间 T_2 值存在明显差别,但仍有不少病灶 T_2 值有重叠,鉴别仍有困难。MR 平扫甚至增强扫描鉴别肝脏恶性实质肿块(包括原发性肝癌和转移性肝癌)与良性富水肿块(血管瘤及囊肿)有时尚存在困难,根据 T_1 WI、 T_2 WI 的分析,约有 20%~40% 的病变难以鉴别^[1]。DWI 及 ADC 值能在微观水平反映组织的结构特点,有助于对肝脏局灶病变的鉴别。活体组织的 ADC 值受细胞内外水的粘滞度、比例、膜通透性、方向和温度的影响。在扩散加权图像上不同组织中水分子扩散快者信号衰减大,DWI 上为低信号,ADC 值大,ADC 图上为高信号;水分子扩散慢者信号衰减小,DWI 上为高信号,ADC 值小,ADC 图上为低信号。肝囊肿随着 b 值增大,扩散加权图像上信号变暗,甚至消失,其 ADC 值较肝血管瘤和肝脏恶性实质肿块大,原因是肝囊肿内水分含量多和相对游离。海绵状血管瘤及肝囊肿主要由液体成分构成,水分子的运动相对自由,ADC 值明显高于实性肿块,血管瘤内常有纤维间隔、瘢痕及出血,且血窦中所含的血液粘度高于囊肿的囊液,因而其 ADC 值又低于囊肿。而肝脏恶性实质肿块的 ADC 值小于肝血管瘤,可能是肝脏恶性实质肿块内血液粘滞度较高,以及其内间隔、出血坏死等因素限制分子扩散运动所致。三者的 ADC 值显著性差异在临床鉴别诊断中有一定的参考价值。

本组病例测量结果发现,肝恶性实性肿块与海绵状血管瘤及肝囊肿之间 ADC 值有明显的差异,而且少有重叠,根据 DWI 分析及 ADC 值,原 T_2 WI 鉴别困难的病灶得以鉴别。这样分子功能状态的表达就达到量化的程度,使人们不仅能通过表达组织成分的 MR 信号来判断组织成分,还能通过 ADC 这一量化指标来反映组织的分子运动状态。进而对疾病的诊断及鉴别诊断起到明确的指导作用。

综上所述,肝脏磁共振扩散加权成像及 ADC 的测量及时准确地反映组织的病理生理状态和空间结构等信息。DWI 分析及 ADC 值的测量有助于肝局灶性病变的鉴别诊断,可作为常规 T_2 WI 的补充检查序列。而 SENSE 基础上扩散加权成像,不仅消除了多种伪影,而且对小病灶的检出也很有帮助,为扩散加权成像在肝脏的应用提供了广阔的空间。

参考文献:

- [1] 杨正汉,谢敬霞. 肝脏水分子扩散加权成像的初步临床应用[J]. 中华放射学杂志,1998,22(10):364-371.
- [2] Okada Y, Ohtomo K, Kiryu S, et al. Breath-Hold T_2 -Weighted MRI of Hepatic Tumors: Value of Echo Planar Imaging with Diffusion-Sensitizing Gradient[J]. J Comput Assist Tomogr, 1998, 22(2):364-371.
- [3] Ichikawa T, Haradome H, Hachiya J, et al. Diffusion-Weighted MR Imaging with a Single-Shot Echoplanar Sequences: Detection and Characterization of Focal Hepatic Lesions[J]. AJR, 1998, 170(2):397-402.
- [4] Muller MF, Prasad P, Siewert B, et al. Abdominal Diffusion Mapping with Use of a Whole-Body Echo-Planar System[J]. Radiology, 1994, 190(2):475-478.
- [5] Yamashita Y, Tang Y, Takahashi M, et al. Ultrafast MR Imaging of the Abdomen: Echo Planar Imaging and Diffusion-Weighted Imaging[J]. J Magn Reson Imaging, 1998, 8(2):367-374.
- [6] 梁碧铃,沈君. 敏感性编码技术在腹部磁共振快速成像中的应用[J]. 中国医学影像技术, 2002, 18(6):598-600.
- [7] Namimoto T, Yamashita Y, Sumi S, et al. Focal Liver Masses: Characterization with Diffusion-Weighted Echo-Planar MR Imaging[J]. Radiology, 1997, 204(3):739-744.
- [8] Pruessmam KP, Weiger M, Scheidegger MB, et al. SENSE: Sensitivity Encoding for Fast MRI[J]. Magn Reson Med, 1999, 42(3):925.
- [9] Weiger M, Pruessmam KP, Boesiger P, et al. Cardiac Real-Time Imaging Using SENSE[J]. Magn Reson Med, 2000, 43(1):177.
- [10] CY Wang. Description of Parallel Imaging in MRI Using Multiple Coils[J]. Magn Reson Med, 2000, 44(2):495.

(收稿日期:2004-10-29 修回日期:2005-03-26)

下期要目(一)

MRI 增强薄层环状强化模式对结核瘤的诊断价值
肺动脉闭塞伴室间隔缺损的多层螺旋 CT 诊断
钙化在乳腺良恶性病变中的诊断价值
胰腺钩突癌的 MRI 表现及其分析
无分叶征的外周型小肺癌的 CT 诊断
周围型胆管细胞癌临床病理与 CT、MR 诊断研究

特殊病理类型肾脏血管平滑肌脂肪瘤的 CT 和 MRI 表现
胸骨肿瘤的 CT 诊断
中晚期肾结核放射学检查方法评估
输尿管末端小结石的 CT 诊断
骨单发性骨髓瘤的影像学表现
口服枸橼酸铁铵溶液在 MRCP 中的初步临床应用