

## 磁共振全身弥散加权成像在肿瘤病变的应用现状及进展

太原钢铁(集团)有限公司总医院(030003) 彭 琨

磁共振弥散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)是磁共振成像(MRI)的一种新技术,主要是利用水分子的弥散运动成像,能提供细胞水平的定性和定量信息,已在临床广泛应用。近几年在其基础上发展起来的背景信号抑制全身弥散加权成像(whole body diffusion-weighted imaging with background body signal suppression, WBDWI),可在自由呼吸状态下完成全身大范围扫描,敏感地探测病变尤其是肿瘤性病变,通过图像后处理,达到类似正电子发射成像(PET)的效果,已成为现今 DWI 研究的热点之一。

### 1 WBDWI的原理及技术发展概况

弥散(diffusion)是分子在媒介中的一种随机热运动。在人体内,由于不同组织的成分及细胞排列不同,局部微循环灌注不同,其水分子的弥散能力也不相同。通常用表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)衡量各个方向上弥散强度的大小。当组织发生病变时,细胞的结构和功能代谢会发生异常,水分子的弥散也必然受到影响,导致 ADC 值发生变化,表现在 DWI 图上,即信号增高(ADC 减小时)或信号减低(ADC 增加时)。DWI 最初主要用于脑部疾病的检查,尤其是早期脑梗死的诊断,为及时溶栓提供了影像依据。然而早期的 DWI 时间长,心跳、呼吸等生理运动可对信号产生严重干扰,限制了其在体部的应用。

随着 MRI 硬件及软件的发展,技术的进步使 DWI 逐渐应用于体部。传统的体部 DWI 为了减轻运动伪影,需在屏气条件下完成扫描,由于屏气采集时间的限制,会损失一部分图像的分辨率和信噪比,也不能实现全身大范围扫描。近年来,超快速成像技术的开发,尤其是平面回波成像(EPI)快速成像序列的应用极大地缩短了扫描时间,能在非常短的时间内完成单幅图像的采集,有效降低了呼吸运动伪影。并且随着场强的增加,其图像信噪比和分辨率也得到提高,使自由呼吸的大范围 DWI 成为可能。2004 年,由日本学者 Takahara 等<sup>[1]</sup>首次报道,将 DWI 与 EPI 及短时反转恢复(short tau inversion recovery, STIR)脂肪抑制技术相结合,在自由呼吸状态下进行三维的全身大范围扫描,称之为 WBDWI。由于恶性肿瘤组织细胞核增大、核异型性明显,肿瘤细胞增多且排列紧密,水分子整体弥散速度慢于正常组织,因此 ADC 降低,在 DWI 图上呈明显的高信号。其所用的 STIR 技术背景抑制效果好、稳定、可靠,对射频场和主磁场的均匀性不敏感,对于大视野的脂肪抑制来说,能获得比频率选择抑脂技术更加优良的效果,完全抑制了体部的背景信号,包括血管、肌肉、骨髓及脂肪等组织信号,更加凸显病灶,大大提高了病变组织尤其是恶性肿瘤及其转移灶的检出率,并且可以在短时间内完成三维的全身大范围扫描。

### 2 全身弥散加权成像技术在肿瘤性病变中的应用

2.1 肿瘤筛查方面的应用:WBDWI 因其敏感性高,且可以一次性进行大范围扫描,病变与正常结构信号对比明显,可用于恶性肿瘤的筛查,也可用于全身长 T2 信号良性病变的检测,如结节性甲状腺肿、乳腺良性结节、肝囊肿、肾囊肿、子宫肿瘤、前列腺囊肿等。另外它在寻找原发肿瘤方面也是目前最经济、省时的成像方法。而全身弥散可对患者进行一次性全身评估,且可以敏感地探测肿瘤性病变。其对寻找原发灶具有很高的敏感性,是原发灶不明的转移癌患者首选的检查手段。总之, WBDWI 可以作为一种简单、经济、高效、无辐射损伤检查技术,非常适合于全身肿瘤的筛查,具有良好的临床应用潜力。

2.2 肿瘤良恶性鉴别方面的应用:WBDWI 不仅可以发现病灶,在病灶的良恶性鉴别方面也有重要价值。应用 ADC 值对脑内囊性病变进行分析的研究显示,脑脓肿 ADC 值较囊性及坏死性转移灶低。各研究报道的肝脏病变的 ADC 值不尽一致,胡奕和郭启勇<sup>[2]</sup>应用 WBDWI 对肝脏局灶性病变的初步研究显示,肝内良性病变 ADC 值明显高于恶性病变;原发性肝癌、肝脏转移瘤、血管瘤、肝囊肿的平均 ADC 值依次升高。对肝脏局灶性病变进行 WBDWI 成像及 ADC 值的测量显示:肝内良恶性病变比较,以  $1.6 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  为诊断阈值,判定病变性质的敏感度、特异度均 >90%。李烁等<sup>[3]</sup>应用 WBDWI 研究动物模型的正常淋巴结、炎性淋巴结与肿瘤转移性淋巴结,发现三者的 ADC 值差异有统计学意义,说明 WBDWI 有助于鉴别淋巴结的良恶性。DWI 在椎体良恶性压缩性骨折的鉴别方面也有一定的应用价值。恶性肿瘤浸润的病理性骨折在 DWI 上呈高信号,这可能与大量肿瘤细胞堆积引起细胞间隙容积减小有关,而良性骨折如骨质疏松、急性外伤等则为低或等信号,可能与骨髓水肿及出血导致细胞外容积增加有关。

多组相关研究表明<sup>[2-3]</sup>,在脊椎、肝脏、前列腺等部位的肿瘤局部 DWI 测定中,良恶性病变的 ADC 值有一定差别,但也存在着部分重叠。另外不同研究者报道的同一部位或相同肿瘤的 ADC 值也不尽一致,可能与其所用设备、扫描参数等不同有关,在这方面还有待做更深入、更广泛的研究<sup>[4]</sup>。

2.3 在探测恶性肿瘤淋巴结转移的应用:治疗前准确评价淋巴结的情况,对于治疗方案的选择和预后的判断具有重要的临床意义。常规 T2WI 对淋巴结的显示能力有限, T1WI 及压脂的 T2WI 对较大的淋巴结容易显示,但对一些较小的淋巴结常显示不清。在 WBDWI 图像上,由于背景信号充分抑制,淋巴结显示清楚,可更敏感地显示小淋巴结。研究表明, WBDWI 对双侧颈部、腋下、腹股沟及腹膜后淋巴结的显示能力可以达到 98% 左右,可以准确地发现淋巴结大小、形态学

特征的改变,结合 ADC 值的测量,更能起到定性诊断的效果。据初步研究,WBDWI 的敏感性要超过 PET,并且 PET 因为有放射性损伤及其昂贵的检查费用,难以应用于所有患者。而 WBDWI 方法简单、费用低、无辐射损伤,有望成为一种替代 PET 的筛查恶性肿瘤淋巴结转移的新手段<sup>[3]</sup>。

**2.4 探测骨转移方面的应用:**骨骼系统是肿瘤常见的转移部位,肺癌、乳腺癌、前列腺癌等肿瘤易于通过血行转移到全身骨组织,骨骼系统的受累范围对确定肿瘤分期、制定正确的治疗方案及评估预后极其重要。由于正常成年人骨髓内含有大量的脂肪成分,导致正常骨骼系统在 WBDWI 上呈低信号,这就为探测肿瘤骨转移奠定了良好的基础。大部分骨转移灶由于肿瘤细胞核增大,核质比高,单位体积内肿瘤细胞排列紧密,细胞外间隙减小,水分子弥散受限,因而 ADC 值降低,在 DWI 上呈高信号,这与正常骨骼的低信号背景形成鲜明的对比,大大提高了病灶的检出率<sup>[4]</sup>。一直以来核素骨扫描被公认为探测骨转移灶的金标准,其敏感性很高,但特异性差,容易出现假阳性,另外由于少数转移灶不出现示踪剂的浓聚,也会导致假阴性,而且骨扫描对受检者有电离辐射损害。有关 WBDWI 与核素骨扫描的初步对比研究显示,WBDWI 对示踪剂摄取增加的骨转移灶,其敏感性与骨扫描是相似的,对于示踪剂摄取不增加的转移灶,其敏感性高于骨扫描。另外 WBDWI 对发现颈椎、腰椎、骶椎、骨盆、肋骨及股骨的病变较核素骨扫描敏感,但不同部位骨转移瘤之间的 ADC 值无显著差异。此外,WBDWI 检查能同时获得胸部、腹部及盆腔脏器影像,有利于同时评估肿瘤原发灶和筛查骨外其他脏器转移灶,为确定肿瘤分期及选择治疗方案提供依据,是一种很有发展前景的全身检查技术<sup>[5]</sup>。

**2.5 在评估肿瘤治疗效果方面的应用:**目前临床上通常是利用常规影像检查比较治疗前后病灶的大小、形态改变,以此来评价肿瘤的治疗效果。但由于治疗引起的肿瘤结构变化滞后于肿瘤细胞的死亡,并且细胞损伤后还常伴随周围组织的纤维化增生,可能会导致肿块持续存在。而有效的抗癌治疗会导致肿瘤细胞溶解,细胞膜完整性丧失、细胞间隙增宽,因此水分子弥散能力增加。研究表明,放疗或化疗后 ADC 值的升高会很快出现,且多早于形态学改变,如肿瘤体积缩小等。在进行性的肿瘤坏死中,ADC 值会发生明显的变化,早于组织切片上可观察到的改变。对一组恶性淋巴瘤患者治疗前后 ADC 值的测量显示,治疗后的 ADC 值明显高于治疗前<sup>[6]</sup>。Mardor 等<sup>[7]</sup>的研究认为治疗前基线 ADC 值较高的肿瘤对放疗或化疗效果不如治疗前基线 ADC 值较低的肿瘤,这可能是由于 ADC 值较高的肿瘤往往更多见坏死,而这类肿瘤是低氧代谢的、酸性且血供相对较少,导致对放化疗的敏感性下降。这表明 ADC 值对于肿瘤的疗效有一定的预测能力,说明了

WBDWI 检查及 ADC 值的测量不仅能在病变发生形态学变化之前预测肿瘤的转归,而且为疗效的早期监测提供了一个量化的指标,是一种非常有价值的肿瘤评估手段。

### 3 应用前景与局限性

WBDWI 作为一种新的磁共振功能成像技术,虽然还在初步探索阶段,但已充分展示了这一技术的优越性和前景。然而,WBDWI 技术毕竟刚刚起步,仍存在许多不足之处,如由于线圈长度的限制,不能无限制地增加扫描长度,目前多数扫描并非严格的全身成像,而是从头到膝关节的大范围 DWI 扫描,难以显示上肢及下肢远端的病灶;全身弥散图像的空间分辨率低,对一些小病灶(肺内或脑内<1.0 cm 的病灶)不易显示,难以实现对病灶的准确定位;颈部图像质量较差,不易区分大血管和淋巴结;缺乏标准的扫描方案,各研究者所用设备、所选的技术参数不同,因而其研究结果之间的比较缺乏可靠性。这些问题的解决还有待于 DWI 新技术的进一步研发完善以及更大范围的深入研究。相信随着磁共振软硬件的不断发展,WBDWI 会有更广阔的应用前景。

### 参考文献

- 1 Takahara T, Imai Y, Yamnshita T, et al. Diffusion weighted wholebody imaging with background body signal suppression (DWIBS): technical improvement using free breathing, STIR and high resolution 3D display. *Radiat Med*, 2004, 22 (4): 275-282.
- 2 胡奕, 郭启勇. 背景抑制体部磁共振扩散加权成像在肝内局灶性病变诊断方面的应用价值研究. *中国临床医学影像杂志*, 2006, 17(10): 547-550.
- 3 李烁, 薛华丹, 金征宇, 等. 磁共振扩散加权成像用于动物模型淋巴结病变的实验研究. *临床放射学杂志*, 2008, 27(7): 952-956.
- 4 Li S, Sun F, Xue HD, et al. Whole-body diffusion-weighted imaging: technical improvement and preliminary results. *JMRI*, 2007, 26(4): 1139-1144.
- 5 李烁, 薛华丹, 孙非, 等. 全身磁共振弥散加权成像探测骨转移瘤的可行性及临床价值. *中国医学科学院学报*, 2009, 31(2): 192-199.
- 6 龚红霞, 路青, 朱炯, 等. 3.0T 磁共振扩散加权成像和表面扩散系数在淋巴瘤诊断中的价值. *上海交通大学学报(医学版)*, 2008, 28(8): 944-947.
- 7 Mardor Y, Roth Y, Ochershivilli A, et al. Pretreatment prediction of brain tumors' response to radiation therapy using high b-value diffusion-weighted MRI. *Neoplasia*, 2004, 6 (2): 136-142.

(收稿日期:2010-03-03)

作者: [彭琨](#), [PENG Kun](#)  
作者单位: [太原钢铁\(集团\)有限公司总医院, 030003](#)  
刊名: [实用医技杂志](#)  
英文刊名: [JOURNAL OF PRACTICAL MEDICAL TECHNIQUES](#)  
年, 卷(期): 2010, 17(8)  
被引用次数: 1次

## 参考文献(7条)

1. [Takahara T;Imai Y;Yamashita T](#) Diffusion weighted wholebody imaging with background body signal suppression(DWIBS):technical improvement using free breathing, STIR and high resolution 3D display 2004(04)
2. [胡奕;郭启勇](#) 背景抑制体部磁共振扩散加权成像在肝内局灶性病变诊断方面的应用价值研究[期刊论文]-[中国临床医学影像杂志](#) 2006(10)
3. [李烁;薛华丹;金征宇](#) 磁共振扩散加权成像用于动物模型淋巴结病变的实验研究[期刊论文]-[临床放射学杂志](#) 2008(07)
4. [Li S;Sun F;Xue HD](#) Whole-body diffusion-weighted imaging:technical improvement and preliminary results[外文期刊] 2007(04)
5. [李烁;薛华丹;孙非](#) 全身磁共振弥散加权成像探测骨转移瘤的可行性及临床价值[期刊论文]-[中国医学科学院学报](#) 2009(02)
6. [龚红霞;路青;朱炯](#) 3.0T磁共振扩散加权成像和表面扩散系数在淋巴瘤诊断中的价值[期刊论文]-[上海交通大学学报\(医学版\)](#) 2008(08)
7. [Mardor Y;Roth Y;Ochershvilli A](#) Pretreatment prediction of brain tumors' response to radiation therapy using high b-value diffusion-weighted MRI[外文期刊] 2004(02)

## 本文读者也读过(10条)

1. [秦永春;赵纪明;王孟丽;匡立山;周志厚](#). [QIN Yong-chun, ZHAO Ji-ming, WANG Meng-li, KUANG Li-shan, ZHOU Zhi-hou](#) 1.5T磁共振全身弥散加权成像对肺癌骨转移的应用[期刊论文]-[医学影像学杂志](#)2009, 19(4)
2. [康厚艺;张伟国;金榕兵;王毅;陈金华;张乐天;汪黎黎;邹博;马长锁](#). [KANG Hou-yi, ZHANG Wei-guo, JIN Rong-bin, WANG Yi, CHEN Jin-hua, ZHANG Le-tian, WANG Li-li, ZOU Bo, MA Chang-suo](#) 肿瘤MR全身弥散加权成像与PET成像初步对比[期刊论文]-[中国医学影像技术](#)2010, 26(4)
3. [杨天和;林建忠;王馨;王月琴;陈忠;卢建华;陈志伟;张盛春](#). [YANG Tian-he, LIN Jian-zhong, WANG xin, WANG Yue-qin, CHEN Zhong, LU Jian-hua, CHEN Zhi-Wei, ZHANG Sheng-chun](#) 全身弥散加权成像对肿瘤转移的诊断意义初探[期刊论文]-[中国癌症杂志](#) 2009, 19(2)
4. [陈波;韩为清;宋佰玉;平水静](#) 磁共振全身弥散成像技术及其在肿瘤诊断中的价值[期刊论文]-[医学信息\(下旬刊\)](#) 2010, 23(6)
5. [于韬;罗娅红;何翠菊;邱岩;李森](#). [YU Tao, LUO Ya-hong, HE Cui-ju, QIU Yan, LI Sen](#) 背景抑制快速全身磁共振弥散成像在评价恶性肿瘤全身脏器转移上的临床应用价值[期刊论文]-[实用放射学杂志](#)2009, 25(8)
6. [王加伟;赵嵩;刘艳;李晶;徐雷鸣](#). [WANG Jia-wei, ZHAO Song, LIU Yan, LI Jing, XU Lei-ming](#) 全身弥散加权成像对恶性肿瘤病变检出准确性的初步评价[期刊论文]-[中华肿瘤杂志](#)2010, 32(4)
7. [吴旭;马常英;赵霞](#). [WU Xu, MA Chang-ying, ZHAO Xia](#) 全身弥散加权成像技术进展及其临床应用[期刊论文]-[中国介入影像与治疗学](#)2009, 6(4)
8. [胡兴荣;李顺振;张家权;张峻;邱妮妮;陈华东](#) 磁共振全身弥散在淋巴结肿瘤性病变中的临床应用[期刊论文]-[中国CT和MRI杂志](#)2008, 6(4)
9. [吴晶涛;王立富;王守安;叶靖](#) 全身磁共振弥散加权成像对骨转移性病变的诊断价值[期刊论文]-[中国实验诊断学](#)2008, 12(11)
10. [李烁;薛华丹;孙非;金征宇](#). [LI Shuo, XUE Hua-dan, SUN Fei, JIN Zheng-yu](#) 全身磁共振弥散加权成像探测骨转移瘤的可行性及临床价值[期刊论文]-[中国医学科学院学报](#)2009, 31(2)

## 引证文献(1条)

1. [刘勇;宋震宇;黄冰峰;揭平平](#) 磁共振全身弥散成像对恶性肿瘤检测价值探讨[期刊论文]-[现代医用影像学](#) 2011(3)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_syjzz201008001.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_syjzz201008001.aspx)