

磁共振弥散加权成像技术在脑肿瘤诊断中的应用研究

周恺博¹ 何佳蔚² (通讯作者)

(1.自贡市第四人民医院 四川自贡 643000; 2.西部战区空军医院 四川成都 610011)

【摘要】目的: 探讨磁共振弥散加权成像(DWI)技术在脑肿瘤诊断中的应用价值及其准确性和可靠性。方法: 选取2022年05月至2023年04月在本院就诊的72例疑似脑肿瘤患者, 均进行常规磁共振成像(MRI)和DWI检查。比较两种影像学技术在肿瘤定位、病灶大小测量及病变性质判断方面的准确率。同时, 以病理检查结果作为金标准, 分析DWI对良性与恶性脑肿瘤的鉴别诊断能力。结果: DWI对脑肿瘤的诊断总准确率为90.28%, 显著高于常规MRI的80.56% ($P < 0.05$)。在病灶大小测量和肿瘤分级判断方面, DWI与病理检查结果的一致性优于常规MRI, 特别是在低级别胶质瘤和恶性脑肿瘤的鉴别诊断上, DWI显示更高的敏感性和特异性 ($P < 0.05$)。结论: 磁共振弥散加权成像技术在脑肿瘤的诊断和鉴别诊断中具有较高的临床应用价值, 能够提供较常规MRI更多的病变信息, 有助于改善脑肿瘤的早期发现和准确分型。

【关键词】磁共振成像; 弥散加权成像; 脑肿瘤; 诊断; 鉴别诊断

Application of MR diffusion-weighted imaging in the diagnosis of brain tumors

Zhou Kaibo¹ He Jiawei *

(1.The Fourth People's Hospital of Zigong City, Sichuan Zigong 643000;

2.The Air Force Hospital of the Western Theater Command, Chengdu, Sichuan province 610011)

[Abstract] Objective: To explore the application value and accuracy of magnetic resonance diffusion weighted imaging (DWI) technology in brain tumor diagnosis. Methods: 72 patients with suspected brain tumors from May 2022 to April 2023 were selected for conventional magnetic resonance imaging (MRI) and DWI examination. To compare the accuracy of the two imaging techniques in tumor localization, lesion size measurement and lesion nature determination. Meanwhile, the diagnostic ability of DWI between benign and malignant brain tumors. Results: The overall diagnostic accuracy of DWI was 90.28%, which was significantly higher than 80.56% of conventional MRI ($P < 0.05$). In terms of lesion size measurement and tumor grade judgment, DWI showed better consistency with pathological examination results than conventional MRI, especially in the differential diagnosis of low-grade glioma and malignant brain tumors, and DWI showed higher sensitivity and specificity ($P < 0.05$). Conclusion: Magnetic resonance diffusion weighted imaging technology has high clinical application value in the diagnosis and differential diagnosis of brain tumors, can provide more lesion information than conventional MRI, and help to improve the early detection and accurate classification of brain tumors.

[Key words] Magnetic resonance imaging; diffusion-weighted imaging; brain tumor; diagnosis; differential diagnosis

脑肿瘤是一类复杂的神经系统疾病, 不仅种类繁多, 而且其生物学行为及临床表现各异, 给临床诊断和治疗带来了巨大挑战^[1]。早期准确诊断、合理分型以及精确评估肿瘤的范围和恶性程度, 是制定有效治疗方案、改善患者预后的关键。传统磁共振成像(MRI)技术, 以其无创、高分辨率的特点, 已成为脑肿瘤诊断的首选影像学检查方法。然而, 随着医学影像学技术的不断进步和临床需求的日益提高, 传统MRI在脑肿瘤诊断中的某些局限性逐渐显现, 尤其是在区分肿瘤类型、评估肿瘤浸润范围及鉴别治疗后改变等方面^[2]。磁共振弥散加权成像(DWI)作为一种功能成像技术, 通过测量组织内水分子的随机扩散运动, 能够间接反映组织的微观结构特征和病理生理状态。表观扩散系数(ADC)作为DWI的重要参数, 能够量化水分子扩散受限的程度, 为脑肿瘤的诊断和鉴别诊断提供了新的视角。研究表明, 不同类型的脑肿瘤及其不同恶性程度, 在DWI上表现出特定的ADC值变化, 这为脑肿瘤的精确分型及恶性程度评估提供了可能^[3]。此外, DWI在检测脑肿瘤的浸润范围、鉴别肿瘤

复发与放射性坏死、监测治疗效果及预测复发等方面, 也展现出优于或补充于传统MRI的潜力。因此, 将DWI技术应用于脑肿瘤的诊断中, 有望提高诊断的准确性和敏感性, 为临床决策提供更为全面、精准的影像学依据。本研究基于上述背景, 深入探讨磁共振弥散加权成像技术在脑肿瘤诊断中的具体应用价值。

1 资料和方法

1.1 一般资料

纳入2022年05月至2023年04月期间在我院就诊的72例疑似脑肿瘤患者。纳入标准: 符合临床症状提示的疑似脑肿瘤患者; 年龄 ≥ 18 岁; 接受常规MRI和DWI检查的患者。排除标准: 合并其他系统严重疾病或无法耐受检查者; 既往有脑部手术史或放疗史者; 检查图像质量不佳或信息不全者。其中男38例, 女34例, 年龄23-78 (45.62 ± 12.43)岁。所有患者均有临床症状表现, 如头痛、恶心、呕吐、癫

痫发作或神经功能障碍。所有患者均经手术或穿刺活检后病理确诊,其中恶性脑肿瘤 50 例,良性脑肿瘤 22 例。恶性肿瘤包括胶质母细胞瘤 22 例、星形细胞瘤 15 例、少突胶质细胞瘤 8 例及髓母细胞瘤 5 例;良性肿瘤则包括脑膜瘤 11 例、垂体腺瘤 6 例、神经鞘瘤 5 例。肿瘤部位:肿瘤主要位于大脑半球的颞叶 22 例、额叶 18 例、顶叶 12 例和枕叶 8 例,其他包括小脑 8 例和脑干 4 例。肿瘤平均直径为(3.63 ± 1.42) cm。

1.2 方法

常规 MRI 检查: 使用 Siemens Verio3.0T 磁共振成像系统进行常规 MRI 扫描。扫描序列包括 T1 加权成像 (T1WI)、T2 加权成像 (T2WI)、T2 流体衰减反转恢复 (FLAIR) 以及增强 T1 加权成像。所有患者均接受冠状位、矢状位和轴位多平面成像。增强扫描使用注射剂量为 0.1mmol/kg 体重的钆对比剂,通过静脉注射。所有图像由两名经验丰富的放射科医生独立阅片,如有分歧则通过协商达成一致意见。弥散加权成像 (DWI) 检查:在同一台 3.0T 磁共振成像系统上进行 DWI 扫描。DWI 采用单次激发平面成像(EPI)序列,扫描参数设置为:回波时间 (TE) 为 80-100ms,重复时间 (TR) 为 4000-5000ms,切片厚度为 5mm,间隔为 1mm,矩阵大小为 128 × 128,视野 (FOV) 为 220mm × 220mm, b 值设置为 0 和 1000s/mm²。对 DWI 图像进行表观扩散系数 (ADC) 值的计算和分析。ADC 值在肿瘤的不同区域 (肿瘤实质、周围水肿区及对照正常脑组织) 分别测量,测量过程采用放射科医生手动勾画感兴趣区 (ROI) 的方法,以确保精确性。图像分析和解读:对于所有获得的 MRI 和 DWI 图像,首先进行常规影像评估,包括肿瘤的大小、形状、边界、信号特征、占位效应及周围结构的受侵情况。然后使用 GEAW4.6 工作站软件对 DWI 图像进行定量分析,计算各区域的 ADC 值。对比病理诊断结果,分析 DWI 在肿瘤定位、病变性质和病灶大小测量方面的准确性。病理验证:所有患者在影像学检查后均进行手术或活检,以获取病理组织,将影像学诊断结果与病理检查结果进行对比。操作流程标准化:为确保检查的标准化和结果的可比性,所有 MRI 和 DWI 操作均由同一组具备丰富经验的放射科技师完成,且使用同一设备和固定参数。

1.3 观察指标

(1) 诊断准确率:比较常规 MRI 和 DWI 对脑肿瘤定位、病灶大小测量及病变性质判断的准确率;(2) 良性与恶性肿瘤鉴别能力:分析 DWI 在良性和恶性脑肿瘤鉴别中的敏感性、特异性、阳性预测值和阴性预测值;(3) ADC 值分析:比较良性与恶性肿瘤 ADC 值之间的差异。

1.4 统计学分析

使用 SPSS26.0 软件进行统计学分析,采用 t/χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义的判断标准。

2 结果

2.1 比较诊断准确率

DWI 对脑肿瘤诊断的总准确率高于常规 MRI ($P < 0.05$),见表 1。

表 1 不同检查方法的诊断准确率对比 (n, %)

检查方法	例数	诊断正确数	准确率
常规 MRI	72	58	80.56
DWI	72	65	90.28
χ^2			4.217
P			< 0.05

2.2 比较良性与恶性肿瘤的诊断效能

DWI 对脑肿瘤的诊断效能高于常规 MRI ($P < 0.05$),见表 2。

表 2 不同检查方式对脑肿瘤良恶性的诊断效能对比 (n, %)

病理检查	DWI 检查		常规 MRI 检查		合计
	阳性	阴性	阳性	阴性	
阳性	47	3	42	8	50
阴性	4	18	7	15	22
合计	51	21	49	23	72

2.3 比较 ADC 值分析

良性脑肿瘤的平均 ADC 值为 (1.40 ± 0.15) × 10⁻³mm²/s,恶性脑肿瘤的平均 ADC 值为 (0.85 ± 0.12) × 10⁻³mm²/s,两者差异显著 ($t=10.35, P < 0.05$)。

3 讨论

脑肿瘤是中枢神经系统中较为常见的肿瘤类型,其发病率逐年上升。脑肿瘤的早期诊断和准确分型对治疗效果和患者预后非常重要。早期确诊能够及时采取个体化治疗方案,最大程度地延长患者生存期并改善其生活质量。常规 MRI 作为诊断脑肿瘤的首选影像学检查手段,具有较高的空间分辨率,能够清晰显示肿瘤的大小、形态和边界,提供解剖结构细节^[4]。然而,常规 MRI 在评估肿瘤的生物行为学和分子特性方面存在一定局限性,尤其是在区分良恶性肿瘤及鉴别不同类型的恶性肿瘤时,其特异性和敏感性相对较低。因此,如何提高脑肿瘤的鉴别诊断能力成为临床研究的一个重要课题。近年来,磁共振弥散加权成像 (DWI) 作为一种能够反映组织水分子运动状态的影像学技术,逐渐被应用于神经系统疾病的研究。DWI 通过检测水分子在组织内的弥散运动,能够反映组织的微观结构变化,其弥散系数 (ADC 值) 可作为肿瘤细胞密度和组织完整性的间接指标。已有研究表明, DWI 在鉴别脑肿瘤的良恶性、判断肿瘤的浸润范围及评估治疗效果等方面显示出较高的敏感性和特异性^[5]。本研究进一步证实, DWI 较常规 MRI 在脑肿瘤的早期诊断、良恶性鉴别及术前评估中的应用价值更高,为脑肿瘤的精准分型和治疗策略的制定提供了更为可靠的依据。

研究结果显示,磁共振弥散加权成像 (DWI) 在脑肿瘤诊断中的总准确率显著高于常规 MRI,这表明 DWI 技术在

下转第 132 页

2024, 22 (12): 95-97.

- [2]张竞睿, 李南南, 刘志鹏, 卢杉, 李超, 李延皎. CT 灌注成像联合 MRI 诊断超急性期脑梗死患者的价值分析[J]. 中国卫生标准管理, 2023, 14 (07): 156-160.
- [3]孙中启, 梁凤军. 低剂量双源 CT 颅脑灌注成像在超急性期脑梗死中的诊断价值[J]. 中外医学研究, 2022, 20 (36): 86-89.
- [4]王朝刚, 张晓曼, 李兆妍, 徐远杰, 范建江. 弥散加权成像和灌注加权成像在超急性期脑梗死诊断及预后评估中的应用价值[J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30 (12): 100-105.
- [5]骆栋梁, 张维春. 双源 CT 低剂量与高剂量 CTP 在超急性期脑梗死诊断中的应用价值[J]. 中国医疗设备, 2022, 37 (11): 103-106+150.
- [6]王鸿礼, 李平, 王伟亮, 孙晓江. 磁共振弥散加权成像在超急性期脑梗死诊断中的应用研究[J]. 影像研究与医学应用, 2022, 6 (03): 65-67.
- [7]高娜. MRI 联合 CT 灌注成像诊断超急性期脑梗死的临床价值分析[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5 (24): 35-37.
- [8]索建升, 左维磊. 三维动脉自旋标记在超急性期脑梗死诊断及溶栓治疗中的应用[J]. 包头医学, 2021, 45 (03): 22-24.
- [9]王松松, 陈秀梅, 马勇, 陶智慧. 低剂量双源 CT 脑灌注成像在超急性期脑梗死中的准确性探讨[J]. 航空航天医学杂志, 2021, 32 (08): 904-905.
- [10]洪振宇. 磁共振弥散加权成像在超急性期脑梗死诊断中的应用价值[J]. 实用医学影像杂志, 2021, 22 (03): 274-275.
- [11]周宇艺, 夏桂丽. MRI 联合 CT 灌注成像诊断超急性期脑梗死价值分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2021, 19 (04): 10-12.
- [12]冯浩, 唐晓梅, 于逢春. 脑 CT 灌注成像联合 CT 血管成像在超急性期脑梗死中的应用[J]. 中国医疗设备, 2019, 34 (S1): 129+135.
- [13]王震宇. CT、MRI 诊断超急性期脑梗死和急性期脑出血的临床价值分析[J]. 甘肃高师学报, 2019, 24 (05): 70-72.
- [14]杜俊秋, 董万利. SWI 与 ASL 对超急性期脑梗死缺血半暗带显示和溶栓疗效的对比研究[J]. 脑与神经疾病杂志, 2018, 26 (11): 704-707.
- [15]陈涓, 刘银红, 赵斌, 周诚, 杨正汉. 超急性期脑梗死的多层螺旋 CT 灌注成像与脑卒中评分及预后相关性的研究[J]. 中华放射学杂志, 2005, (04): 413-417.

上接第 129 页

诊断脑肿瘤时能够提供更为丰富和有价值的诊断信息。具体分析来看, DWI 能够更早期发现恶性肿瘤并更准确定位病变, 这主要归因于 DWI 能够检测组织微观结构中的水分子运动状况, 从而反映出肿瘤细胞密度和细胞外空间的变化。在恶性脑肿瘤中, 细胞密度通常较高, 细胞间隙相对较小, 这会导致水分子扩散受限。因此, 恶性肿瘤在 DWI 图像上表现为高信号, 而 ADC 值较低, 从而在早期发现和定位恶性病变上具备明显优势。DWI 对良性和恶性脑肿瘤的鉴别能力较强, 敏感性和特异性均显著高于常规 MRI, 这可能与它能够更精确地捕捉到肿瘤组织的水分子扩散特性有关。良性肿瘤通常细胞密度较低, 细胞间的水分子扩散不受明显限制, 因此在 DWI 图像上通常表现为低信号, 而 ADC 值较高。相比之下, 恶性肿瘤由于其高细胞密度和快速生长特性, 水分子的扩散受到明显限制, 从而导致较低的 ADC 值。研究显示, DWI 能够敏锐地捕捉这些微观变化, 从而有效区分良性和恶性肿瘤, 这种差异化能力是常规 MRI 所不具备的。

参考文献:

- [1]刘波, 束朋辉, 刘军旗. 磁共振弥散加权成像联合磁共振波谱成像技术诊断脑肿瘤的价值[J]. 中国医学工程, 2024, 32 (08): 112-115.
- [2]李艺玲. 磁共振弥散加权成像联合磁共振波谱在诊断脑肿瘤中的临床作用及结果分析[J]. 中国医疗器械信息, 2024, 30 (11): 72-74.
- [3]张楠, 陈锋. 磁共振弥散加权成像在脑转移瘤鉴别诊断中的准确率[J]. 实用医技杂志, 2023, 30 (08): 560-564.
- [4]关松林. 磁共振弥散加权成像联合波谱分析在脑肿瘤诊断中的临床价值[J]. 当代医学, 2020, 26 (24): 157-158.
- [5]马玉国, 隋丽丽, 陈海云. 磁共振弥散加权成像联合波谱分析在脑肿瘤诊断中的价值[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2019, 26 (S1): 7+9.

此外, 本研究中 ADC 值的分析进一步显示了良性和恶性肿瘤之间的显著差异, 这验证了 DWI 在判断肿瘤性质方面的有效性。ADC 值能够量化水分子扩散的程度, 它的变化直接反映了肿瘤组织内细胞密度和间隙变化的特征。恶性肿瘤由于高细胞密度和细胞外间隙的缩小, 表现为更低的 ADC 值, 而良性肿瘤由于相对较少的细胞增殖, ADC 值相对较高。因此, DWI 和 ADC 值的结合使用, 不仅提高了脑肿瘤的诊断准确率, 也在肿瘤性质的判断、预后预测以及治疗策略制定中提供了重要依据, 使得临床医生能够更加精准地进行个体化诊疗。

综上所述, 磁共振弥散加权成像技术在脑肿瘤的诊断和鉴别诊断中具有较高的临床应用价值。DWI 能够提供比常规 MRI 更丰富的病变信息, 有助于提高脑肿瘤的早期诊断率和准确性, 为临床治疗策略的制定提供重要依据。未来需进一步通过大规模多中心研究来验证 DWI 的诊断价值, 以优化其在脑肿瘤临床诊断中的应用。