

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2024.04.002

磁共振扩散加权成像对不同级别脑膜瘤的诊断价值分析

许帅, 王亚峰, 洪晓雪, 王朋

[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院), 安徽合肥 230000]

【摘要】目的 探讨磁共振扩散加权成像(DWI)对不同级别脑膜瘤的诊断价值,为脑膜瘤的术前评估和分级提供影像学依据。**方法** 回顾性分析2020年4月至2024年2月在中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)接受手术治疗并经病理确诊的80例脑膜瘤患者的临床和影像学资料。根据2016年WHO中枢神经系统肿瘤分类标准,将患者分为低级别组(WHO I级,40例)和高级别组(WHO II级和III级,40例)。所有患者均在术前1周内接受3.0T MRI扫描,包括常规序列和DWI序列。测量肿瘤实质部分的平均表观扩散系数(ADC_{mean})、最小表观扩散系数(ADC_{min})及对侧正常白质ADC值。采用独立样本 t 检验比较两组间差异,并使用ROC曲线分析各ADC参数对脑膜瘤分级的诊断效能。**结果** ①低级别组和高级别组在 ADC_{mean} 、 ADC_{min} 和对侧正常白质ADC值上均存在显著差异($P < 0.05$)。低级别组的 ADC_{mean} 、 ADC_{min} 和对侧正常白质ADC值均高于高级别组($t=2.037$ 、 2.586 、 2.795 ; $P=0.045$ 、 0.012 、 0.007)。②ROC曲线分析显示, ADC_{mean} 、 ADC_{min} 、对侧正常白质ADC及联合预测因子的曲线下面积(AUC)分别为0.637、0.659、0.690和0.767,均具有一定的诊断价值($P < 0.05$)。③联合预测因子的诊断效能最佳,其特异度为0.850,约登指数为0.425,截断值为3.299。对侧正常白质ADC值在敏感度方面表现最佳,为0.650。**结论** 磁共振扩散加权成像对脑膜瘤的术前分级具有重要的诊断价值。 ADC_{mean} 、 ADC_{min} 和对侧正常白质ADC值可作为鉴别低级别和高级别脑膜瘤的影像学指标。联合应用这些参数可以提高诊断的准确性,为临床制订个体化治疗方案提供重要参考。

【关键词】 脑膜瘤; 磁共振成像; 扩散加权成像; 表观扩散系数; 分级诊断**【中图分类号】** R445.2**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242(2024)04-0293-06

Analysis of the Diagnostic Value of Magnetic Resonance Diffusion-Weighted Imaging for Meningiomas of Different Grades

XU Shuai, WANG Yafeng, HONG Xiaoxue, WANG Peng

[The First Affiliated Hospital of USTC(Anhui Provincial Hospital), Hefei, Anhui 230000, China]

【Abstract】Objective To explore the diagnostic value of magnetic resonance diffusion-weighted imaging (DWI) for meningiomas of different grades, providing imaging evidence for preoperative assessment and grading of meningiomas. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical and imaging data of 80 patients with meningiomas who underwent surgical treatment and were pathologically confirmed in The First Affiliated

收稿日期: 2023-11-07.

作者简介: 许帅(1994—), 男, 汉族, 安徽省宿州市人, 本科生, 初级技师; 研究方向: 医学影像技术; 科室: 影像中心; 单位: 中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院), 邮编: 230000; 电话(Tel.): 13665575984; 邮箱(E-mail): xu1912650@163.com; 通信地址: 安徽合肥市蜀山区万科金色名郡14栋。

通信作者: 王朋(1982—), 男, 汉族, 安徽省合肥市人, 硕士研究生, 副主任技师; 研究方向: 医学影像; 科室: 影像中心; 单位: 中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院), 邮编: 230000; 电话(Tel.): 13913395999; 邮箱(E-mail): wangpeng0082@163.com.

Hospital of USTC (Anhui Provincial Hospital) from April 2020 to February 2024. According to the 2016 WHO classification of central nervous system tumors, patients were divided into a low-grade group (WHO grade I, 40 cases) and a high-grade group (WHO grades II and III, 40 cases). All patients underwent 3.0T MRI scans within one week before surgery, including conventional sequences and DWI sequences. The mean apparent diffusion coefficient (ADC_{mean}), minimum apparent diffusion coefficient (ADC_{min}), and ADC values of the contralateral white matter were measured. Independent sample *t*-tests were used to compare differences between the two groups, and ROC curve analysis was performed to evaluate the diagnostic efficiency of each ADC parameter for meningioma grading. **Results** ① Significant differences were found in ADC_{mean} , ADC_{min} , and contralateral white matter ADC values between the low-grade and high-grade groups ($P < 0.05$). The low-grade group had higher ADC_{mean} , ADC_{min} , and contralateral white matter ADC values than the high-grade group ($t=2.037, 2.586, 2.795; P=0.045, 0.012, 0.007$). ② ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) for ADC_{mean} , ADC_{min} , contralateral white matter ADC, and their combined predictive factors were 0.637, 0.659, 0.690, and 0.767, respectively, all demonstrating certain diagnostic value ($P < 0.05$). ③ The combined predictive factor showed the best diagnostic efficiency, with a specificity of 0.850, a Youden index of 0.425, and a cutoff value of 3.299. The contralateral white matter ADC demonstrated the best sensitivity, at 0.650. **Conclusions** Magnetic resonance diffusion-weighted imaging has significant diagnostic value for preoperative grading of meningiomas. ADC_{mean} , ADC_{min} , and contralateral white matter ADC values can serve as imaging indicators to differentiate between low-grade and high-grade meningiomas. The combined application of these parameters can improve diagnostic accuracy and provide important references for developing individualized treatment plans.

【Key words】 Meningioma; Magnetic Resonance Imaging; Diffusion-Weighted Imaging; Apparent Diffusion Coefficient; Grading Diagnosis

0 引言

脑膜瘤是中枢神经系统最常见的原发性肿瘤之一,占颅内肿瘤的15%~20%^[1]。根据2016年世界卫生组织(World Health Organization, WHO)中枢神经系统肿瘤分类标准,脑膜瘤可分为I级(良性)、II级(非典型性)和III级(恶性)^[2]。不同级别的脑膜瘤在生物学行为、预后和治疗策略上存在显著差异,因此准确的术前分级对于制订个体化治疗方案和预测患者预后具有重要意义。传统的磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)技术,如T1加权像、T2加权像和增强扫描,在脑膜瘤的定位诊断和形态学评估方面发挥着重要作用。然而,这些常规方法在鉴别不同级别的脑膜瘤方面存在一定的局限性^[3]。近年来,扩散加权成像(Diffusion Weighted Imaging, DWI)作为一种无创的功能性MRI技术,通过反映组织内水分子的扩散运动,为评估肿瘤微观结构和细胞密度提供了新的途径^[4]。表观扩散系数

(Apparent Diffusion Coefficient, ADC)是DWI的重要定量参数,其值与组织细胞密度呈负相关。有研究表明,高级别脑膜瘤由于细胞密度增高、细胞异型性明显,其ADC值通常低于低级别脑膜瘤^[5]。本研究旨在综合分析肿瘤实质部分的平均ADC值(ADC_{mean})、最小ADC值(ADC_{min})及对侧正常白质ADC值在脑膜瘤分级诊断中的应用价值。通过比较这些参数在低级别和高级别脑膜瘤中的差异,评估其诊断效能。本研究的目的主要是为脑膜瘤的术前无创分级提供更可靠的影像学依据,从而辅助临床医生制定更精准的治疗策略,改善患者预后。本研究的临床应用价值主要体现在以下几方面。①为脑膜瘤的术前无创分级提供了新的量化指标,有助于制定更精准的手术策略;②通过多参数联合分析提高了诊断准确性,可减少不必要的活检手术;③建立的预测模型具有良好的特异度,可为高危患者的早期识别和个体化治疗方案的制订提供重要依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究采用回顾性分析方法,收集了2020年4月至2024年2月在本院神经外科接受手术治疗并经病理确诊为脑膜瘤的患者资料。共纳入80例患者,其中男性36例,女性44例,年龄范围为28~75岁,平均年龄为(52.6±11.3)岁。

根据2016年WHO中枢神经系统肿瘤分类标准^[6],将患者分为低级别组和高级别组。低级别组包括WHO I级脑膜瘤患者40例,其中男性17例,女性23例,平均年龄为(51.8±10.9)岁。高级别组包括WHO II级和III级脑膜瘤患者40例,其中男性19例,女性21例,平均年龄为(53.4±11.7)岁。两组患者在性别、年龄等一般人口学特征方面无统计学差异($P > 0.05$),具有可比性。在低级别组中,肿瘤最大径线平均为(3.8±1.2)cm,肿瘤位于大脑凸面者16例,位于蝶骨嵴者12例,位于大脑镰者7例,位于其他部位者5例。在高级别组中,肿瘤最大径线平均为(4.2±1.4)cm,肿瘤位于大脑凸面者14例,位于蝶骨嵴者11例,位于大脑镰者9例,位于其他部位者6例。两组在肿瘤大小和位置分布上无显著差异($P > 0.05$)。

所有患者均在手术前1周内接受了常规MRI和DWI检查。纳入标准:①经手术病理确诊为脑膜瘤。②术前未接受放疗、化疗等治疗。③MRI图像质量满足以下要求:完整的常规MRI和DWI序列扫描;图像清晰度足以分辨肿瘤边界和内部结构;无明显运动伪影(肿瘤边缘轮廓清晰可分辨);无金属伪影(如植入物、手术钉等引起的图像畸变)。排除标准:①复发性脑膜瘤者;②合并其他颅内肿瘤或严重系统性疾病者;③影像学检查存在严重伪影影响诊断者。

1.2 方法

所有患者均使用GE 3.0T MRI扫描仪(Discovery MR750W)进行检查。扫描序列包括常规T1WI、T2WI、增强T1WI和DWI。具体扫描参数如下。①轴位T1WI:TR/TE=250/2.5ms,层厚5mm,层间距1mm,矩阵256×256,视野(Field of View, FOV)230mm×230mm。②轴位T2WI:

TR/TE=4000/96ms,层厚5mm,层间距1mm,矩阵256×256,FOV230mm×230mm。③增强T1WI:使用钆喷酸葡胺(Gd-DTPA)作为对比剂,剂量为0.1mmol/kg,静脉注射后立即扫描。④DWI:采用单次激发平面回波序列(Single Shot-Echo Planar Imaging, SE-EPI),TR/TE=8200/102ms,层厚5mm,层间距1mm,矩阵128×128,FOV230mm×230mm。使用两个 b 值:0和1000s/mm²。所有图像采集完成后,由两名具有5年以上神经影像诊断经验的放射科医师进行独立分析。如遇分歧,则由第三名高级职称放射科医师进行裁定。

1.3 考察项目

(1)定性分析:观察肿瘤的位置、大小、形态、信号特征、强化方式及瘤周水肿等影像学特征。

(2)定量分析:①在DWI图像上选取感兴趣区域(Region of Interest, ROI),测量肿瘤实质部分的ADC值。为减少误差,每个病灶至少测量3次,取平均值。②测量指标包括ADC_{mean}(肿瘤实质部分的平均ADC值)、ADC_{min}(肿瘤实质部分的最小ADC值)、对侧正常白质ADC值(在对侧相应部位正常白质上测量的ADC值)。

(3)ROI的选取原则:①避开囊变、坏死、出血及钙化等区域;②尽量选取肿瘤最大层面的实质部分;③ROI面积不小于50mm²;④对侧正常白质ROI的大小和位置尽量与病灶对应。

(4)病理分级:所有患者术后标本均由两名有经验的病理科医师按照2016年WHO中枢神经系统肿瘤分类标准进行诊断和分级。WHO I级归为低级别组,WHO II级和WHO III级归为高级别组。

1.4 统计分析

首先对所有测量数据进行异常值检测。采用箱线图法识别异常值,将超出上下四分位距(Interquartile Range, IQR)1.5倍的数据点定义为异常值。对发现的异常值,重新检查原始图像进行复测。如确认为测量误差,则予以修正;如为真实值,则予以保留。对连续变量先进行Kolmogorov-Smirnov检验,判断其是否符合正态分布。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示;采用独立样本 t 检验比较低级别组和高级别组之间

的差异。采用受试者工作特征 (Receiver Operating Characteristic, ROC) 曲线分析各项 ADC 参数对脑膜瘤分级的诊断效能。计算曲线下面积 (Area Under Curve, AUC) 及其 95% 置信区间, 评估诊断价值。确定最佳截断值, 并计算相应的敏感度、特异度和约登指数。所有统计检验均采用双侧检验, $P < 0.05$ 认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组磁共振扩散加权成像定量参数比较

结果显示, 两组在 ADC_{mean} 、 ADC_{min} 及对侧正常白质 ADC 值 3 项指标上均存在统计学差异 ($P <$

0.05)。具体数据如表 1 所示。

2.2 诊断效能分析

ROC 曲线分析结果显示, ADC_{mean} 、 ADC_{min} 、对侧正常白质 ADC 值及三者的联合预测因子均具有一定的诊断价值, 其中联合预测因子的诊断效能最佳 (AUC 值最高)。各指标的 AUC、标准差、 P 值及 95% 置信区间如表 2 所示。图 1 直观地展示了各指标的 ROC 曲线。进一步分析各指标的诊断效能, 结果表明, 联合预测因子在特异度和约登指数方面表现最优, 而对侧正常白质 ADC 值在敏感度方面表现最佳。各指标诊断效能分析如表 3 所示。

表 1 两组磁共振扩散加权成像定量参数比较 ($\bar{x} \pm s, \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$)

分组	例数 / 例	ADC_{mean}	ADC_{min}	对侧正常白质 ADC 值
低级别组	40	0.93 ± 0.15	0.78 ± 0.10	0.83 ± 0.11
高级别组	40	0.86 ± 0.14	0.72 ± 0.12	0.75 ± 0.15
t		2.037	2.586	2.795
P		0.045	0.012	0.007

表 2 AUC 分析

Tab.2 Analysis of the AUC

检验结果变量	AUC	标准差	P	95% 置信区间	
				下限	上限
ADC_{mean}	0.637	0.063	0.036	0.513	0.760
ADC_{min}	0.659	0.062	0.014	0.537	0.781
对侧正常白质 ADC 值	0.690	0.061	0.003	0.570	0.809
联合预测因子	0.767	0.053	0.000	0.662	0.871

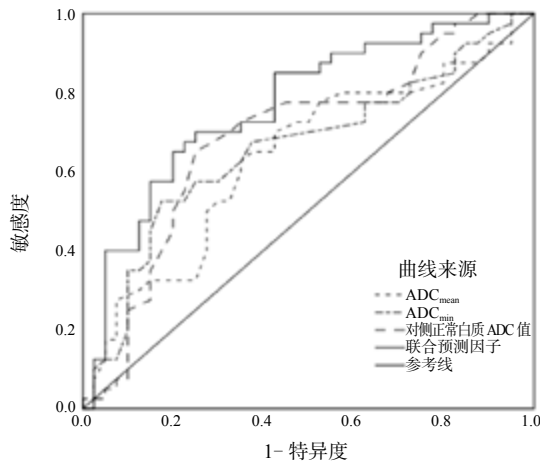


图 1 ROC 曲线分析
Fig.1 ROC curve analysis

表 3 各指标诊断效能分析
Tab.3 Analysis of diagnostic efficiency for each indicator

项目	敏感度	特异度	约登指数	截断值
ADC _{mean}	0.625	0.650	0.275	0.895
ADC _{min}	0.525	0.825	0.350	0.795
对侧正常白质 ADC 值	0.650	0.750	0.400	0.805
联合预测因子	0.575	0.850	0.425	3.299

3 讨论

磁共振 DWI 通过反映水分子在组织中的扩散特性,在不同级别脑膜瘤的诊断中具有重要价值^[7,8]。恶性脑膜瘤由于细胞密度较高,水分子扩散受限, DWI 上通常表现为高信号且 ADC 值较低;良性脑膜瘤则相反,表现为低信号和较高的 ADC 值。因此, DWI 能够辅助区分良恶性脑膜瘤,并评估肿瘤的浸润性^[9,10]。本研究结果显示,高级别脑膜瘤组的 ADC_{mean}、ADC_{min} 显著低于低级别组。这种差异可能源于肿瘤微观结构的变化。高级别脑膜瘤通常具有更高的细胞密度、更大的细胞异型性和更少的细胞外间质,这些因素共同导致水分子扩散受限,从而表现为较低的 ADC 值。DWI 技术通过捕捉这些微观结构的变化,为研究者们提供了一种无创评估肿瘤级别的方法。然而,ADC 值与肿瘤级别的关系并非绝对。在实际临床应用中,本研究观察到两组 ADC 值存在一定程度的重叠,这一现象反映了脑膜瘤病理类型的多样性和异质性。例如,某些低级别脑膜瘤(如纤维型脑膜瘤)可能由于纤维成分丰富而表现出较低的 ADC 值,而一些高级别脑膜瘤可能因为存在微囊变或坏死区域而呈现较高的 ADC 值。这种复杂性提醒研究人员在解读 DWI 结果时要谨慎,应结合其他影像学特征和临床表现综合考虑。

本研究揭示了对侧正常白质 ADC 值在脑膜瘤分级中具有潜在诊断价值。研究结果显示,高级别脑膜瘤组的对侧正常白质 ADC 值显著低于低级别组。这一发现为理解脑膜瘤对周围正常脑组织的影响提供了新的视角。因此,我们推测,高级别脑膜瘤可能通过浸润性生长、血管生成或脑水肿等机制影响对侧正常白质的微观结构,从而导致 ADC 值

降低。这种“远程效应”的发现不仅扩展了学者们对脑膜瘤生物学行为的认知,也为影像学评估提供了新的切入点。在 ROC 曲线分析中,对侧正常白质 ADC 值表现出良好的诊断效能,特别是在敏感度方面优于其他单一指标。这一结果提示,将对侧正常白质 ADC 值纳入评估体系可能会提高诊断的准确性,尤其是在肿瘤实质部分 ADC 值难以测量或结果不确定的情况下。

进一步分析发现,联合应用 ADC_{mean}、ADC_{min} 和对侧正常白质 ADC 值构建的预测模型表现出了最佳的诊断效能。这种多参数联合分析方法的优势在于能够综合考虑肿瘤实质和周围脑组织的变化,从而提供更全面、更准确的评估。这一发现强调了多维度评估在复杂疾病诊断中的重要性。整合不同的 DWI 参数能够更好地捕捉肿瘤的异质性特征,减少单一指标可能带来的偏差。然而,尽管联合预测模型表现出较高的特异度,其敏感度仍有提升空间。这一结果提示需要进一步探索影响诊断效能的因素,如肿瘤的大小、位置和生长模式等,以优化预测模型。

本研究的结果为脑膜瘤的术前分级提供了新的思路和方法。DWI 技术作为一种无创、快速的影像学检查手段,不仅可以辅助鉴别低级别脑膜瘤和高级别脑膜瘤,还可能为评估肿瘤的侵袭性和制定手术策略提供参考。对于 ADC 值较低的病例,临床医生可能需要考虑更广泛的手术切除范围和更积极的辅助治疗方案。这种基于影像学特征的个体化治疗策略有望改善患者预后。与此同时,本研究存在一些局限性。首先,本研究是一项单中心回顾性研究,样本量相对有限且可能存在选择偏倚。其次,本研究在设计上未将 WHO II 级脑膜瘤和 III 级脑膜瘤分开分析,可能掩盖了不同级别脑膜瘤之间的细

微差异。再次，尽管采用了双人测量以减少误差，ROI 的选择和 ADC 值的测量依然可能存在主观性。最后，本研究仅关注 ADC 值这一定量参数，未与其他功能性 MRI 技术和分子病理标志物进行综合分析，也未收集完整的随访数据来评估预后相关性。需要指出的是，本研究结果可能受到多个潜在混杂因素的影响。首先，患者的年龄差异可能影响正常脑白质的 ADC 值，老年患者往往存在不同程度的脑白质疏松和微血管病变，这可能影响对侧正常白质 ADC 值的准确性。其次，肿瘤的大小和位置可能影响 ADC 值的测量结果：大体积肿瘤往往存在更多的坏死和囊变区域，增加了 ROI 的选择难度；而不同解剖位置（如大脑凸面、颅底、小脑桥角区等）的脑膜瘤，其周围组织结构和血供特点存在差异，可能影响 DWI 信号的采集。展望未来，建议进行更大规模、多中心的前瞻性研究，以验证和拓展本研究的发现。深入探讨 DWI 参数与脑膜瘤分子病理标志物的相关性，可能有助于更好地理解影像学表现与肿瘤生物学行为之间的关系。此外，将 DWI 与其他先进的 MRI 技术（如灌注加权成像、磁共振波谱等）相结合，有望建立更全面的多模态影像学评估体系。这种综合评估不仅可能提高脑膜瘤分级的准确性，还可能为预测肿瘤复发和患者长期预后提供有价值的信息。

概括来讲，本研究通过探索 DWI 在脑膜瘤分级诊断中的应用，为这一领域提供了新的见解。本研究的发现强调了多参数分析和综合评估的重要性，同时揭示了脑膜瘤对周围脑组织影响的复杂性。这些结果为改进脑膜瘤的诊断和治疗策略提供了新的思路，但也提醒我们在临床实践中需要谨慎地解读影像学结果，并将其与其他临床信息和病理信息相结合。随着研究的深入和技术的进步，我们有理由相信 DWI 等先进影像学技术将在脑膜瘤的诊断、分级和治疗决策中发挥越来越重要的作用。

参考文献

- [1] 鲁忠燕, 张勇, 刘祥铤, 等. 多序列 MRI 影像组学在脑膜瘤鉴别诊断中的价值 [J]. *磁共振成像*, 2024, 15 (5): 47-54.
LU Zhongyan, ZHANG Yong, LIU Xiangchu, *et al.* The value of multi-sequence MRI radiomics in the differential diagnosis of meningiomas[J]. *Magnetic Resonance Imaging*, 2024, 15(5): 47-54.
- [2] 叶影, 高辉, 袁为标, 等. 多模态 MRI 成像对脑膜瘤的临床诊断价值分析 [J]. *影像研究与医学应用*, 2024, 8 (6): 86-88.
YE Ying, GAO Hui, YUAN Weibiao, *et al.* Analysis of the clinical diagnostic value of multi-modal MRI imaging for meningiomas[J]. *Imaging Research and Medical Applications*, 2024, 8(6): 86-88.
- [3] 万兵. 磁共振成像 (MRI) 联合计算机断层扫描 (CT) 诊断脑膜瘤的临床价值分析 [J]. *系统医学*, 2019, 4 (22): 112-114.
WAN Bing. Clinical value analysis of magnetic resonance imaging (MRI) combined with computed tomography (CT) in the diagnosis of meningiomas[J]. *Systematic Medicine*, 2019, 4(22): 112-114.
- [4] 孙秋, 柯晓艾, 周青, 等. MRI 及扩散加权成像对微囊型脑膜瘤与非典型脑膜瘤的鉴别诊断价值 [J]. *中国医学影像学杂志*, 2020, 28 (7): 493-498.
SUN Qiu, KE Xiaoi, ZHOU Qing, *et al.* The diagnostic value of MRI and diffusion-weighted imaging in the differential diagnosis of microscopic meningiomas and atypical meningiomas[J]. *Chinese Journal of Medical Imaging*, 2020, 28(7): 493-498.
- [5] 张学凌, 刘显旺, 魏晋艳, 等. MRI 扩散加权成像对血管瘤型脑膜瘤与非典型脑膜瘤的鉴别诊断价值 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2023, 34 (9): 615-619.
ZHANG Xueling, LIU Xianwang, WEI Jinyan, *et al.* The diagnostic value of MRI diffusion-weighted imaging in the differential diagnosis of vascular meningiomas and atypical meningiomas[J]. *Chinese Journal of Clinical Medical Imaging*, 2023, 34(9): 615-619.
- [6] LOUIS D N, PERRY A, REIFENBERGER G, *et al.* The 2016 World Health Organization classification of tumors of the central nervous system: a summary[J]. *Acta Neuropathologica*, 2016, 131(6): 803-820.
- [7] 国云波, 赵鹏. MR 扩散加权成像与 ADC 值在脑膜瘤分级中的诊断意义 [J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2022, 20 (12): 29-30, 33.
GUO Yunbo, ZHAO Peng. The diagnostic significance of MR diffusion-weighted imaging and ADC values in grading meningiomas[J]. *Chinese Journal of CT and MRI*, 2022, 20(12): 29-30, 33.
- [8] 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.
LI Yiling. The clinical role and results analysis of magnetic resonance diffusion-weighted imaging combined with magnetic resonance spectroscopy in the diagnosis of brain tumors[J]. *Chinese Medical Device Information*, 2024, 30(11): 72-74.
- [9] GUI Y, CHEN F, REN J, *et al.* MRI- and DWI-based radiomics features for preoperatively predicting meningioma sinus invasion[J]. *Journal of Imaging Informatics In Medicine*, 2024, 37(3):1054-1066.
- [10] HAN T, ZHANG J, LIU X, *et al.* Differentiating atypical meningioma from anaplastic meningioma using diffusion weighted imaging[J]. *Clinical Imaging*, 2022(82): 237-243.