

MRI征象及ADC值鉴别成人颅内髓母细胞瘤与室管膜瘤的价值

薛彩强^{1,2,3,4}, 李昇霖^{1,2,3,4}, 刘显旺^{1,2,3,4}, 邓娟^{1,2,3,4}, 周俊林^{1,2,3,4}

1. 兰州大学第二医院放射科, 甘肃 兰州 730030; 2. 兰州大学第二临床医学院, 甘肃 兰州 730030; 3. 甘肃省医学影像重点实验室, 甘肃 兰州 730030; 4. 医学影像人工智能甘肃省国际科技合作基地, 甘肃 兰州 730030

【摘要】目的:探索磁共振成像(MRI)征象及表观扩散系数(ADC)值在鉴别成人颅内髓母细胞瘤与室管膜瘤中的价值。**方法:**回顾性分析手术及病理证实的16例成人颅内髓母细胞瘤及24例室管膜瘤临床、MRI及病理资料,对比MRI征象及ADC值差异,使用受试者工作特征(ROC)曲线评估ADC值在两组肿瘤鉴别诊断中的效能。**结果:**成人髓母细胞瘤与室管膜瘤在年龄、肿瘤位置和强化程度比较差异有统计学意义($P<0.05$),两组患者性别、形态、肿瘤边界、囊变、瘤周水肿、肿瘤最大径、水肿最大径等比较差异无统计学意义($P>0.05$);成人室管膜瘤 ADC_{mean} 、 ADC_{min} 及 $rADC$ 值均大于成人髓母细胞瘤,差异有统计学意义($P<0.05$)。ADC_{mean}阈值为665.00 mm²/s时,鉴别诊断成人髓母细胞瘤与室管膜瘤的性能最佳,AUC值为0.966,敏感度和特异度分别为0.958、0.937。**结论:**通过MRI征象联合ADC值对术前鉴别成人髓母细胞瘤与室管膜瘤具有重要的临床价值,有助于辅助临床术前制定个性化诊疗方案。

【关键词】髓母细胞瘤;室管膜瘤;磁共振成像;表观扩散系数

【中图分类号】R739.41;R816.1

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2022)10-1244-06

Differentiating adult intracranial medulloblastoma and ependymoma using MRI signs and ADC

XUE Caiqiang^{1,2,3,4}, LI Shenglin^{1,2,3,4}, LIU Xianwang^{1,2,3,4}, DENG Juan^{1,2,3,4}, ZHOU Junlin^{1,2,3,4}

1. Department of Radiology, Lanzhou University Second Hospital, Lanzhou 730030, China; 2. The Second Clinical Medical School, Lanzhou University, Lanzhou 730030, China; 3. Key Laboratory of Medical Imaging of Gansu Province, Lanzhou 730030, China; 4. Gansu International Scientific and Technological Cooperation Base of Medical Imaging Artificial Intelligence, Lanzhou 730030, China

Abstract: Objective To explore the value of MRI signs and apparent diffusion coefficient (ADC) in differentiating adult intracranial medulloblastoma from ependymoma. **Methods** The clinical, MRI and pathological data of 16 adults with intracranial medulloblastoma and 24 with ependymoma confirmed by surgery and pathology were retrospectively analyzed. The differences between two groups in MRI signs and ADC values were compared, and receiver operating characteristic curve was used to assess the diagnostic efficacy of ADC values in the differentiation of adult intracranial medulloblastoma and ependymoma. **Results** There were statistically significant differences between adult medulloblastoma and ependymoma in age, tumor location and degree of enhancement ($P<0.05$), but not in gender, morphology, tumor boundary, cystic degeneration, peritumoral edema, maximum diameter of the tumor, and maximum diameter of edema ($P>0.05$). The ADC_{mean} , ADC_{min} and $rADC$ values of adult ependymoma were greater than those of adult medulloblastoma, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). When the ADC_{mean} threshold was 665.00 mm²/s, it had the best performance for the differential diagnosis of adult medulloblastoma and ependymoma, with an AUC of 0.966, and its sensitivity and specificity were 0.958 and 0.937, respectively. **Conclusion** The combination of MRI signs and ADC has important clinical value for the preoperative differentiation of adult medulloblastoma and ependymoma, and it is helpful to assist the formulation of preoperative personalized diagnosis and treatment scheme.

Keywords: medulloblastoma; ependymoma; magnetic resonance imaging; apparent diffusion coefficient

【收稿日期】2022-02-19

【基金项目】国家自然科学基金(82071872);兰州大学中央高校基本科研业务费专项资金资助(lzujbky-2021-kb32)

【作者简介】薛彩强,在读博士,研究方向:中枢神经系统肿瘤,E-mail: 1102599617@qq.com

【通信作者】周俊林,博士,主任医师,研究方向:神经影像学,E-mail: lzujl601@163.com

前言

髓母细胞瘤是儿童最常见的恶性脑肿瘤,占19岁以下患者所有原发性中枢神经系统肿瘤的近20%^[1]。髓母细胞瘤在成人中极为罕见,仅占成人脑

肿瘤的不到1%^[2]。与儿童不同,成人髓母细胞瘤具有独特的亚组特异性细胞遗传学特征^[3],导致成人髓母细胞瘤患者与儿童患者在治疗以及生存期中均存在差异。而成人髓母细胞瘤相对缺乏特征性的影像学表现,常误诊为室管膜瘤^[4]。由于髓母细胞瘤与室管膜瘤的治疗以及预后方案不同,术前进行正确的鉴别非常重要^[5]。近些年来,ADC值的定量研究已被广泛应用于脑肿瘤的诊断及鉴别诊断中^[6]。本研究旨在利用MRI征象及ADC值在术前对成人髓母细胞瘤及室管膜瘤进行鉴别诊断,提高其诊断准确率。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析兰州大学第二医院2016年3月~2021年9月经手术病理证实的16例成人颅内髓母细胞瘤及24例室管膜瘤临床、病理及MRI资料。纳入标准:(1)年龄 ≥ 16 岁;(2)临床资料及手术记录完整;(3)患者术前均行T₁WI、T₂WI、DWI、液体反转恢复序列(Fluid Attenuated Inversion Recovery, FLAIR)及T₁WI增强序列扫描。最终纳入成人髓母细胞瘤患者16例,其中男10例,女6例,年龄16~67岁,平均(29.94 \pm 13.87)岁;纳入成人室管膜瘤患者24例,其中男14例,女10例,年龄17~61岁,平均(42.33 \pm 15.24)岁。

1.2 仪器与方法

采用Siemens Verio 3.0 T超导MRI扫描仪,扫描参数:T₁WI(GRE序列)TR为550 ms,TE为11 ms,层厚及层间隔分别为5.0、1.5 mm,FOV为260 mm \times 260 mm,矩阵为256 \times 256;T₂WI(TSE序列)TR为2 200 ms,TE为96 ms,层间隔及层厚分别为1.5、5.0 mm,FOV为260 mm \times 260 mm,矩阵为256 \times 256。DWI(SEEPI序列):频率选择脂肪抑制技术(TR为4 000 ms),TE为100 ms,层厚及层间隔分别为5.0、1.5 mm,FOV为260 mm \times 260 mm,矩阵为256 \times 256。两个b值分别为0和1 000 s/mm²,在3个正交方向上使用。T₂WI-FLAIR,TR为9 000 ms,TE为110.0 ms,层厚及层间隔分别为5.0、1.5 mm,对比剂采用Gd-DTPA,静脉团注0.1 mmol/kg,流率3.0 mL/s,扫描参数均与平扫一致。

1.3 图像分析

由2名10年以上神经影像诊断经验的医师使用盲法进行阅片,意见分歧时经讨论达成一致。分别对肿瘤的部位、直径(轴位最大径)、形态、囊变、肿瘤边界、瘤周水肿、水肿最大径、强化程度(轻-中度/明显强化)进行分析。根据肿瘤主体所占据的位置,将其分为为幕上和幕下两部分。肿瘤直径为轴位实性部分的最大径,与脑脊液信号相似的囊性部分记录

为囊变,肿瘤的边界根据观察记录为清晰或者模糊。水肿定义为在T₂WI和FLAIR图像上表现为高信号,增强扫描不强化区域,观察并记录水肿最大径^[6]。肿瘤强化程度:轻度强化低于海绵窦,接近海绵窦但瘤内结构可辨认为中度强化,瘤内结构辨认不清为重度强化^[7]。DWI扫描完成后,根据原始DWI图像,通过计算机后处理得到相应的ADC图像。然后将ADC图像传输到西门子后处理工作站以测量肿瘤实性部分的ADC值。选取肿瘤最大层面上下2~3个层面进行测量,在每个层面上手动放置6~8个面积为15~20 mm²的感兴趣区域(Regions of Interest, ROI)^[8]。分别测量每个ROI的平均ADC值及最小ADC值并取两位医师所测量的平均值作为肿瘤实质的ADC_{mean}值和ADC_{min}值^[9]。正常脑白质的ADC值是从半卵圆中心测量的。在肿瘤或相关血管源性水肿累及半卵圆中心一侧的患者中,ADC值仅从半卵圆中心一侧进行测量。rADC是通过将ADC_{mean}除以脑白质平均ADC值所获得的^[10]。

1.4 统计学方法

使用SPSS 23.0软件进行统计学分析。单样本Shapiro-Wilk正态性检验用于评估数据的正态性,符合正态分布的计量资料用均数 \pm 标准差表示,采用独立样本t检验;不符合正态分布的计量资料用M(Q1, Q3)表示,采用秩和检验。计数资料用率或百分比表示,采用卡方检验或者Fisher确切概率法。使用Medcalc 15.2绘制受试者工作特性(ROC)曲线用于评估ADC_{min}、ADC_{mean}、rADC的鉴别诊断能力。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

成人颅内髓母细胞瘤发病年龄小于成人室管膜瘤,两组间比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。成人髓母细胞瘤常发生于幕下,而成人室管膜瘤更常见于幕上,差异有统计学意义($P < 0.05$)。成人髓母细胞瘤强化程度为轻-中度强化、明显强化分别占比约62.50%、37.50%,而成人室管膜瘤占比约29.17%、70.83%,差异有统计学意义($P < 0.05$),见图1和图2。两组间患者发病性别、形态、肿瘤边界、囊变、瘤周水肿、肿瘤最大径、水肿最大径等比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表1。成人髓母细胞瘤与成人室管膜瘤ADC值比较见表1和图3,成人室管膜瘤ADC_{mean}、ADC_{min}及rADC值均大于成人髓母细胞瘤,差异有统计学意义($P < 0.05$)。ADC_{mean}阈值为665.00 mm²/s时,鉴别诊断成人髓母细胞瘤与室管膜瘤的敏感度为0.958,特异度为0.937,AUC为0.966;ADC_{min}阈值为761.50 mm²/s时,鉴别诊断成人髓母细胞瘤与室管

膜瘤的敏感度为 0.833, 特异度为 1.000, AUC 为 0.956; rADC 阈值为 1.03 时, 鉴别诊断成人髓母细胞瘤与室管膜瘤的敏感度为 0.875, 特异度为 1.000, AUC 为 0.961, 见表 2 和图 4。

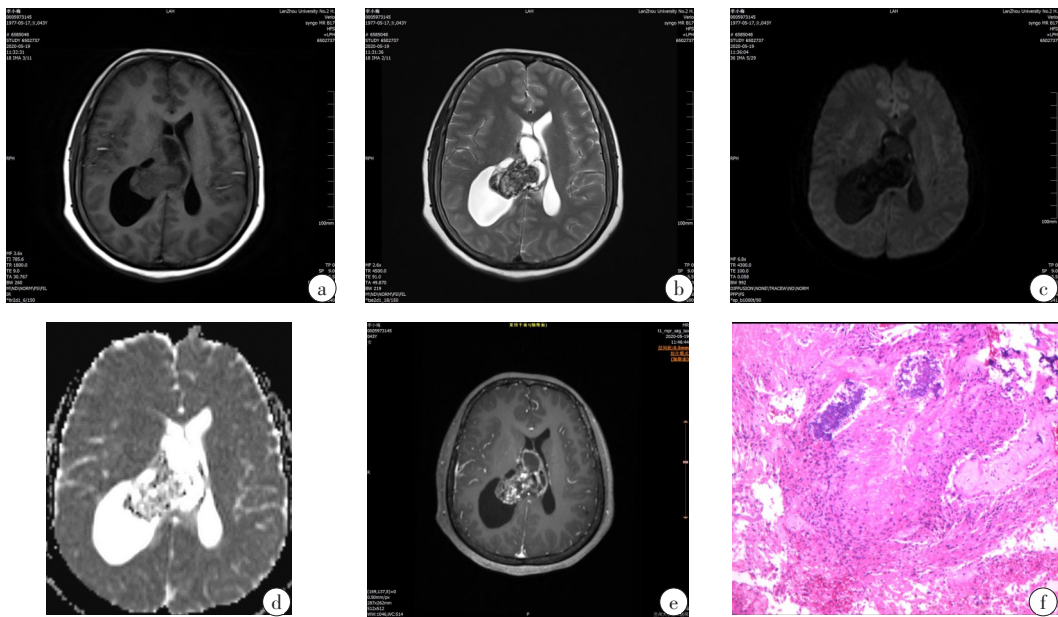


图1 患者男,30岁,第四脑室髓母细胞瘤

Figure 1 A 30-year-old man diagnosed with the fourth ventricle medulloblastoma

a~b: 右侧侧脑室内见不规则囊实性占位, 边界清晰, 实性部分信号不均匀, 呈稍长 T₁ 稍短 T₂ 信号, 病灶大小约 3.1 cm×5.3 cm×4.1 cm, 右侧侧脑室后角扩张积水; c~d: DWI 示实性部份呈稍低信号, ADC 呈等稍高信号; e: 增强扫描后实性部份呈明显不均匀强化, 囊壁强化明显; f: 肿瘤组织由梭形细胞构成, 瘤细胞呈束状、编织状排列, 胞浆嗜酸, 核呈梭形, 核分裂象罕见 (HE, ×100)

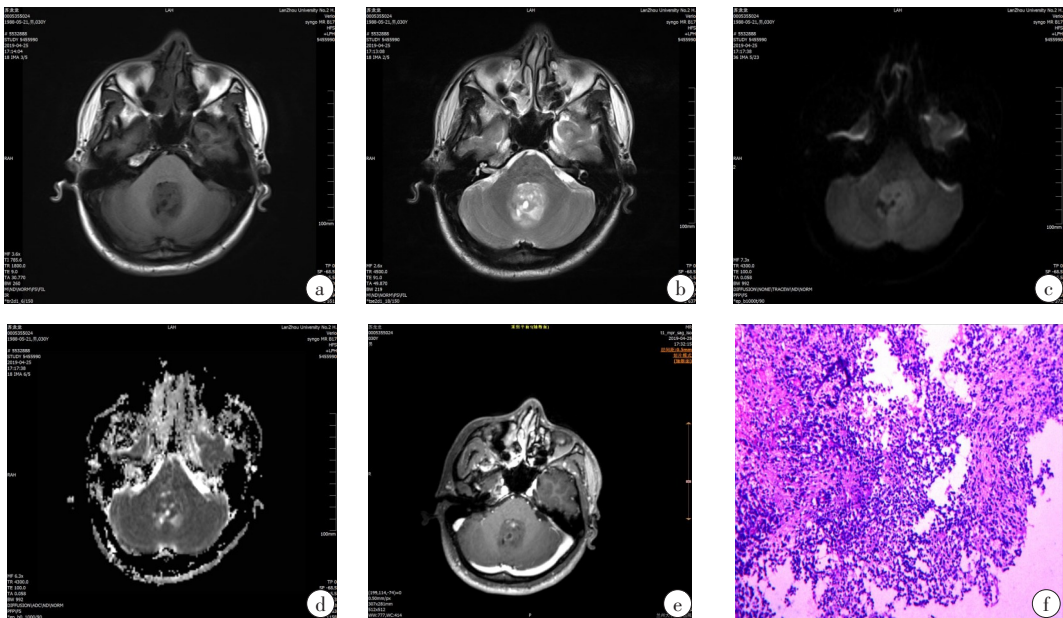


图2 患者女,43岁,右侧侧脑室室管膜瘤

Figure 2 A 43-year-old woman diagnosed with the right lateral ventricle ependymoma

a~b: 第四脑室内团块状囊实性混杂信号影, 实性部份以长 T₁ 长 T₂ 信号为主, 边界欠清, 肿瘤大小约 3.1 cm×4.4 cm×3.3 cm, 幕上脑室扩张积水; c~d: DWI 示实性部份呈高信号, ADC 信号减低; e: 增强扫描后强化不均匀, 其内见多发片状、线状强化影; f: 瘤细胞密集生长, 细胞呈短梭形、卵圆形, 胞浆稀少, 染色质呈团块状, 形成真菊形团结构 (HE, ×100)

3 讨论

髓母细胞瘤是一种侵袭性原发性脑肿瘤, 恶性

程度极高, 为 WHO IV 级肿瘤, 多见于儿童, 在成人中相对罕见^[11]。成人髓母细胞瘤的影像学表现与典型

表 1 成人髓母细胞瘤与室管膜瘤患者主要指标比较

Table 1 Comparison of main indicators in adult medulloblastoma and ependymoma patients

| 项目 | 髓母细胞瘤 (n=16) | 室管膜瘤 (n=24) | χ^2 、t/Z 值 | P 值 |
|--|----------------------------|------------------------------|-----------------|--------|
| 年龄/岁 | 25.50 (19.50, 40.25) | 49.50 (26.00, 55.00) | -2.501 | 0.012 |
| 性别 | | | 1.667 | 0.197 |
| 男 | 6(37.50%) | 14(58.33%) | | |
| 女 | 10(62.50%) | 10(41.67%) | | |
| 部位 | | | 11.111 | 0.001 |
| 幕上 | 1(6.25%) | 14(58.33%) | | |
| 幕下 | 15(93.75%) | 10(41.67%) | | |
| 形态 | | | 0.096 | 1.000 |
| 规则 | 4(25.00%) | 5(20.83%) | | |
| 不规则 | 12(75.00%) | 19(79.17%) | | |
| 囊变 | | | 2.401 | 0.121 |
| 有 | 9(56.25%) | 19(79.17%) | | |
| 无 | 7(43.75%) | 5(20.83%) | | |
| 肿瘤边界 | | | 0.165 | 0.685 |
| 清晰 | 5(31.25%) | 9(37.50%) | | |
| 模糊 | 11(68.75%) | 15(62.50%) | | |
| 瘤周水肿 | | | 2.037 | 0.154 |
| 有 | 5(31.25%) | 13(54.17%) | | |
| 无 | 11(68.75%) | 11(45.83%) | | |
| 强化程度 | | | 4.365 | 0.037 |
| 轻-中度 | 10(62.50%) | 7(29.17%) | | |
| 明显 | 6(37.50%) | 17(70.83%) | | |
| 肿瘤最大径/mm | 37.63±12.21 | 44.22±12.68 | -1.635 | 0.110 |
| 水肿最大径/mm | 0.00 (0.00, 11.21) | 7.90 (0.00, 21.04) | -1.557 | 0.119 |
| ADC _{mean} /mm ² ·s ⁻¹ | 587.50 (531.25, 637.00) | 941.50 (849.25, 1 119.00) | -4.943 | <0.001 |
| ADC _{min} /mm ² ·s ⁻¹ | 549.63±96.43 | 943.33±230.78 | -7.440 | <0.001 |
| rADC | 0.79(0.68, 0.90) | 1.27(1.23, 1.56) | -4.887 | <0.001 |

的髓母细胞瘤明显不同,在进行诊断时常误诊为成人室管膜瘤^[12-13]。在 2016 年 WHO 中枢神经系统肿瘤分类标准中,将室管膜瘤分为 WHO I~III 级 3 个级别^[14],成人髓母细胞瘤和室管膜瘤二者预后存在明显差异^[15]。目前成人髓母细胞瘤和室管膜瘤二者主要治疗以手术切除为主,由于髓母细胞瘤的恶性程度更高,易发生脑脊液的播散,所以术后需要扩大范围放疗^[16]。因此术前对成人髓母细胞瘤和室管膜瘤二者进行精确鉴别诊断极为重要。

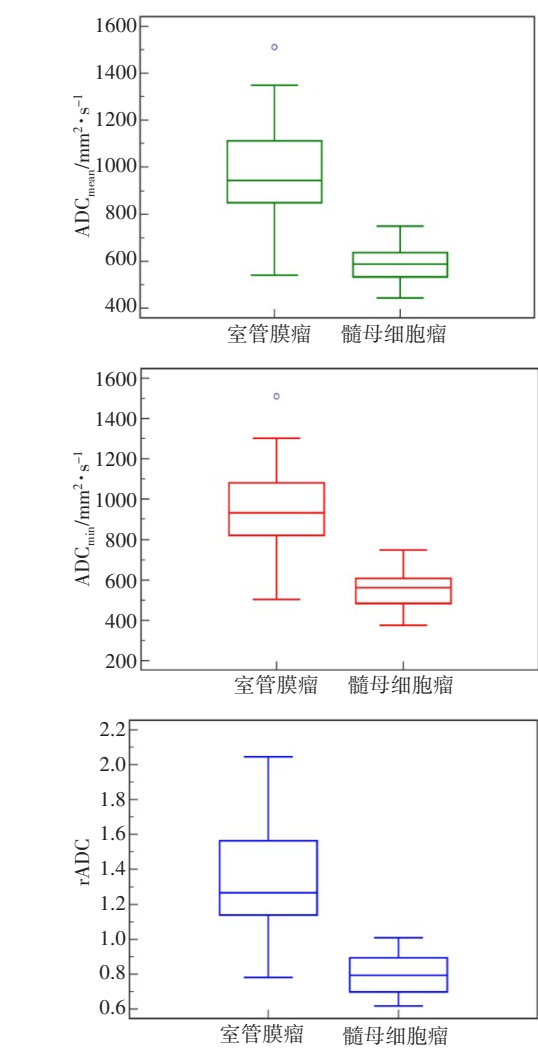


图 3 成人髓母细胞瘤与室管膜瘤的 ADC_{mean}、ADC_{min} 和 rADC 差异的箱线图

Figure 3 Boxplots showing differences in ADC_{mean}, ADC_{min}, and rADC between adult medulloblastoma and ependymoma

表 2 ADC 参数鉴别成人髓母细胞瘤与室管膜瘤的 ROC 曲线分析结果

Table 2 ROC curve analysis results of using ADC parameters to differentiate adult medulloblastoma and ependymoma

| 参数 | AUC 值 | 阈值 | 敏感度 | 特异度 |
|---------------------|-------|---------------------------|-------|-------|
| ADC _{mean} | 0.966 | 665.00 mm ² /s | 0.958 | 0.937 |
| ADC _{min} | 0.956 | 761.50 mm ² /s | 0.833 | 1.000 |
| rADC | 0.961 | 1.03 | 0.875 | 1.000 |

在本研究中,成人室管膜瘤患者年龄大于成人髓母细胞瘤,差异有统计学意义($P<0.05$)。既往研究显示,成人髓母发病高峰为 24~30 岁,而成人室管膜瘤发病平均年龄为 42 岁^[13,17]。本研究与既往研究结果基本一致。本研究同样显示成人髓母细胞瘤较成人室管膜瘤更易发生于幕下,肿瘤位置可成为二者重要的鉴别点,与文献报道一致^[18]。本组病例中,成人髓母细胞瘤以轻中度强化为主,而成人室管膜瘤

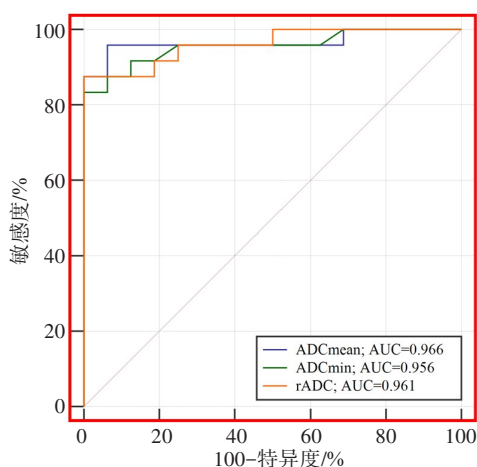


图4 用于区分成人髓母细胞瘤和室管膜瘤ADC参数(ADC_{mean} 、 ADC_{min} 和 $rADC$)的ROC曲线图

Figure 4 ROC curve of using ADC parameters (ADC_{mean} , ADC_{min} , and $rADC$) to differentiate adult medulloblastoma from ependymoma

以明显强化为主,差异有统计学意义($P<0.05$)。文献[19]报道,与典型儿童髓母细胞瘤多表现为均匀显著强化不同,成人髓母细胞瘤强化方式多样,可表现为无强化、片絮状轻度强化等。

DWI是一种功能性MRI技术,与水分子的扩散速度密切相关。影响水分子扩散速度的主要因素包括细胞膜和基底膜的分布、细胞核与细胞质的比例、细胞质中大分子物质的含量等^[20]。细胞内外蛋白质等大分子物质、细胞膜和基底膜的破坏影响水分子的扩散速度,可导致DWI信号异常。ADC值与DWI信号呈负相关,即ADC值增大,水分子分散加速,DWI信号减小^[21]。目前,DWI和ADC值被广泛用于各种脑肿瘤的鉴别诊断中。Zhang等^[22]利用ADC值联合MRI特征鉴别无功能垂体大腺瘤和鞍区脑膜瘤,结果显示 ADC_{max} 与MRI特征相结合,对其鉴别能力强,准确率高,是辅助手术方式选择的潜在定量工具。张斌等^[23]利用 ADC_{min} 值对巨细胞型胶质母细胞瘤与胶质母细胞瘤进行鉴别诊断,结果发现 ADC_{min} 值在二者的鉴别诊断中具有较高的效能,可作为常规MRI检查的有效补充手段。本研究发现成人髓母细胞瘤的 ADC_{mean} 、 ADC_{min} 和 $rADC$ 均显著低于室管膜瘤。此外,当 ADC_{mean} 为 $665.00\text{ mm}^2/\text{s}$ 时鉴别二者的敏感度和特异性最佳,分别为0.958和0.937,这可能是因为与髓母细胞瘤相比,室管膜瘤的水扩散性更高,导致室管膜瘤的ADC值高于髓母细胞瘤^[24-25]。

综上所述,通过年龄、肿瘤位置和强化程度对鉴别成人髓母细胞瘤及室管膜瘤有一定临床价值,利用ADC值对二者进行鉴别具有较高的价值。对成人髓母细胞瘤及室管膜瘤术前治疗策略制定及预后预测具有重要意义。但是,本组病例数较少,在本研究中未对室管膜

瘤病理分级进行讨论。同时,DKI、IVIM等多模态磁共振成像技术在本研究中同样没有涉及。在增加成人髓母细胞瘤及室管膜瘤病例数及纳入多模态磁共振成像技术(DKI、IVIM等)后或可增加结果的可信性。

【参考文献】

- [1] Quinones MC, Bélanger K, Lemieux Blanchard É, et al. Adult medulloblastoma demographic, tumor and treatment impact since 2006: a canadian university experience[J]. Curr Oncol, 2021, 28(4): 3104-3114.
- [2] Abacioglu U, Uzel O, Sengoz M, et al. Medulloblastoma in adults: treatment results and prognostic factors[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2002, 54(3): 855-860.
- [3] Hallie C, Lakshmikirupa S, Smith Kyle S, et al. Subgroup and subtype-specific outcomes in adult medulloblastoma[J]. Acta Neuropathol, 2021, 142(5): 859-871.
- [4] 郑红伟, 彭晓博, 郑凌云, 等. 成人髓母细胞瘤12例误诊的MRI表现及分析[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(6): 1037-1041. Zheng HW, Peng XB, Zheng LY, et al. MRI features of medulloblastoma in adults and analysis of misdiagnosis [J]. Clinical Radiology, 2020, 39(6): 1037-1041.
- [5] 张涵笑, 赵书俊, 董洁, 等. 基于纹理分析的儿童室管膜瘤和髓母细胞瘤的鉴别诊断[J]. 中国医学影像学杂志, 2018, 26(12): 916-918. Zhang HX, Zhao SJ, Dong J, et al. Differential diagnosis of ependymoma and medulloblastoma in children based on texture analysis[J]. Chinese Journal of Medical Imaging, 2018, 26(12): 916-918.
- [6] 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 Q, Ke XA, Zhou Q, et al. Magnetic resonance imaging and diffusion weighted imaging in the differential diagnosis of microcystic meningioma and atypical meningioma[J]. Chinese Journal of Medical Imaging, 2020, 28(7): 493-498.
- [7] 薛彩强, 柯晓艾, 邓娟, 等. MRI征象鉴别IDH-1突变型与野生型较低级别胶质瘤[J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37(11): 1384-1388. Xue CQ, Ke XA, Deng J, et al. MRI signs in differentiation of IDH-1 mutant type and wild type of lower-grade gliomas[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2020, 37(11): 1384-1388.
- [8] 陈铭, 陈加贝, 漆松涛, 等. 胶质母细胞瘤的磁共振征象与免疫组化的关系[J]. 中华神经外科杂志, 2015, 31(7): 663-667. Chen M, Chen JB, Qi ST, et al. Relationship between magnetic resonance imaging signs and immunohistochemistry of glioblastoma [J]. Chinese Journal of Neurosurgery, 2015, 31(7): 663-667.
- [9] Xian WL, Lei H, Hong L, et al. Apparent diffusion coefficient to evaluate adult intracranial ependymomas: relationship to Ki-67 proliferation index[J]. J Neuroimaging, 2021, 31(1): 132-136.
- [10] Xue C, Zhang B, Deng J, et al. Differentiating giant cell glioblastoma from classic glioblastoma with diffusion-weighted imaging[J]. World Neurosurg, 2021, 146: e473-e478.
- [11] Abidi R, Boussarsar A, Yahyaoui S, et al. Survival and prognostic factors in adult medulloblastoma: the Salah Azaiz Institute experience [J]. Br J Neurosurg, 2021, 10: 1-4.
- [12] Eibl T, Hammer A, Yakubov E, et al. Medulloblastoma in adults - reviewing the literature from a surgeon's point of view[J]. Aging, 2021, 13(2): 3146-3160.
- [13] Murase M, Saito K, Abiko T, et al. Medulloblastoma in older adults: a case report and literature review[J]. World Neurosurg, 2018, 117: 25-31.
- [14] 张鹏, 赵海彪, 王蒙, 等. 影响颅内室管膜瘤患者预后的相关因素分析(附156例报告)[J]. 中华神经外科杂志, 2020, 36(6): 593-596. Zhang P, Zhao HB, Wang M, et al. Analysis of related factors affecting the outcomes of patients with intracranial ependymomas: a report of 156 cases [J]. Chinese Journal of Neurosurgery, 2020, 36(6): 593-596.
- [15] 徐瑞, 赵志勇, 周青, 等. 最小ADC值对后颅窝不典型髓母细胞瘤与室管膜瘤的鉴别诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(5): 885-889.

- Xu R, Zhao ZY, Zhou Q, et al. The value of minimum ADC value in differential diagnosis of posterior fossa atypical medulloblastoma and ependymoma[J]. *Clinical Radiology*, 2020, 39(5): 885-889.
- [16] 杨新官, 刘光俊, 周智鹏, 等. DWI对鉴别儿童第四脑室区髓母细胞瘤和室管膜瘤的价值[J]. *临床放射学杂志*, 2013, 32(12): 1761-1765.
- Yang XG, Liu GJ, Zhou ZP, et al. Diffusion weighted imaging in diagnosis of medulloblastoma and ependymoma in the pediatric fourth ventricular[J]. *Clinical Radiology*, 2013, 32(12): 1761-1765.
- [17] 何晓顺, 王希明, 黄山, 等. 成人室管膜瘤的临床病理特点和预后分析[J]. *临床与实验病理学杂志*, 2017, 33(11): 1248-1250.
- He XS, Wang XM, Huang S, et al. Clinicopathological features and prognosis of ependymoma in adults[J]. *Chinese Journal of Clinical and Experimental Pathology*, 2017, 33(11): 1248-1250.
- [18] Armstrong TS, Vera-Bolanos E, Gilbert MR. Clinical course of adult patients with ependymoma: results of the adult ependymoma outcomes project[J]. *Cancer*, 2011, 117(22): 5133-5141.
- [19] 欧阳红, 白玉萍, 韩娜, 等. 成人髓母细胞瘤的多模态MRI表现及误诊分析[J]. *磁共振成像*, 2020, 11(5): 360-363.
- Ouyang H, Bai YP, Han N, et al. Multimodal MRI findings and misdiagnosis analysis of adult medulloblastoma[J]. *Chinese Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 2020, 11(5): 360-363.
- [20] Sun PF, Ma L, Ye BQ, et al. Application of diffusion-weighted imaging combined with apparent diffusion coefficient in differential diagnosis between central neurocytoma and ependymoma[J]. *Neuroradiology*, 2020, 62(4): 439-445.
- [21] Waseda Y, Yoshida S, Takahara T, et al. Utility of computed diffusion-weighted MRI for predicting aggressiveness of prostate cancer[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 46(2): 490-496.
- [22] Zhang J, Zhao Z, Dong L, et al. Differentiating between non-functioning pituitary macroadenomas and sellar meningiomas using ADC[J]. *Endocr Connect*, 2020, 9(12): 1233-1239.
- [23] 张斌, 薛彩强, 林晓强, 等. 最小表观扩散系数数值鉴别诊断巨细胞型胶质母细胞瘤与胶质母细胞瘤[J]. *磁共振成像*, 2021, 12(3): 20-23.
- Zhang B, Xue CQ, Lin XQ, et al. The value of minimum apparent diffusion coefficient value in differential diagnosis of giant cell glioblastoma and glioblastoma[J]. *Chinese Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 2021, 12(3): 20-23.
- [24] Taheri H, Tavakoli MB. Measurement of apparent diffusion coefficient (ADC) values of ependymoma and medulloblastoma tumors: a patient-based study[J]. *J Biomed Phys Eng*, 2021, 11(1): 39-46.
- [25] Gupta RK, Cloughesy TF, Sinha U, et al. Relationships between choline magnetic resonance spectroscopy, apparent diffusion coefficient and quantitative histopathology in human glioma[J]. *J Neurooncol*, 2000, 50(3): 215-226.

(编辑:陈丽霞)