

· 中枢神经影像学 ·

ADC 灰度直方图鉴别侧脑室内中枢神经细胞瘤和室管膜瘤的价值

周健,程敬亮,陈晨,张勇,谢珊珊

【摘要】 目的:研究 ADC 灰度直方图鉴别侧脑室内中枢神经细胞瘤和室管膜瘤的价值。**方法:**回顾性分析本院经手术病理证实的发生于侧脑室内的 10 例室管膜瘤和 14 例中枢神经细胞瘤,选取两组肿瘤 ADC 横轴面图像最大层面,并用 MaZda 软件勾画兴趣区(ROI)并进行直方图分析,对比两组 ADC 灰度直方图参数,包括平均值(Mean)、方差(Variance)、偏度(Skewness)、峰值(Kurtosis)、第 1 百分位数(Perc.01%)、第 10 百分位数(Perc.10%)、第 50 百分位数(Perc.50%)、第 90 百分位数(Perc.90%)、第 99 百分位数(Perc.99%),绘制 ROC 曲线分析以上参数对室管膜瘤和中枢神经细胞瘤的鉴别诊断效能。**结果:**通过 ADC 灰度直方图分析得到的 9 个纹理参数中,平均值、方差、Perc.01%、Perc.10%、Perc.50%、Perc.90%、Perc.99% 差异有统计学意义($P < 0.05$)。其中,Perc.99% 的曲线下面积最大(0.979),其敏感度和特异度分别为 100%、92.9%,具有较高的鉴别效能。**结论:**ADC 灰度直方图分析可用于鉴别室管膜瘤和中枢神经细胞瘤。

【关键词】 脑肿瘤; 中枢神经细胞瘤; 室管膜瘤; 磁共振成像; 直方图分析

【中图分类号】 R445.2; R739.41 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)03-0325-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.03.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Value of apparent diffusion coefficient (ADC) histogram analysis in differential diagnosis between central neurocytoma and ependymoma in the lateral ventricle ZHOU Jian, CHENG Jing-liang, CHEN Chen, et al. Department of Magnetic Resonance, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China

【Abstract】 Objective: To study the value of ADC histogram analysis for differential diagnosis between central neurocytoma and ependymoma in the lateral ventricle. **Methods:** Ten patients with ependymoma and 14 patients with central neurocytoma pathologically confirmed were analyzed retrospectively. Regions of interest (ROIs) in the ADC maps of two groups were drawn on maximum level of tumor and histogram analysis were undergone by using MaZda software. The parameters from ADC histogram included mean, variance, skewness, kurtosis, perc.01%, perc.10%, perc.50%, perc.90% and perc.99%. ROC curve analysis was used to compare the differential diagnosis efficiency of each parameter. **Results:** Through histogram analysis of nine parameters, seven parameters showed statistically significant differences ($P < 0.05$), including mean, variance, perc.01%, perc.10%, perc.50%, perc.90% and perc.99%. The other parameters had no significant differences between the two groups ($P > 0.05$). Perc.99% had the maximum area under the ROC curve of 0.979, with sensitivity of 100%, and specificity of 92.9%. It had high identification efficiency. **Conclusion:** The ADC histogram analysis can be a new method for the differential diagnosis between central neurocytoma and ependymoma.

【Key words】 Brain neoplasms; Central neurocytoma; Ependymoma; Magnetic resonance imaging; Histogram analysis

中枢神经细胞瘤(central neurocytoma, CN)起源于透明隔膜或侧脑室壁,多位于侧脑室 Monroe 孔周

围,并可延伸到第三脑室^[1]。中枢神经细胞瘤的临床病程较短,主要表现为颅内压增高及非特异性实验室结果引起的相应症状^[2],由于临床症状和影像表现与侧脑室内室管膜瘤相似,在临床治疗前,中枢神经细胞瘤常需与室管膜瘤进行鉴别诊断。由于中枢神经细胞瘤与室管膜瘤的生物学、组织学性质的差异,两者的治

作者单位:450052 郑州,郑州大学第一附属医院磁共振科

作者简介:周健(1994—),男,江苏镇江人,硕士研究生,主要从事中枢神经影像学研究。

通讯作者:程敬亮, E-mail: cjr.chjl@vip.163.com

疗策略和预后变化也不尽相同。中枢神经细胞瘤较室管膜瘤血供丰富^[3],术前需进行预防性栓塞以防术中出血较多。中枢神经细胞瘤完全切除后通常预后良好,而室管膜瘤由于粘连和肿瘤的浸润性质更具侵袭性,可能沿脑脊液播散而致预后不良^[4-5]。因此,两者术前鉴别诊断具有重要临床意义。目前,直方图分析作为新兴的非侵入性图像分析方法,通过描述图像中像素灰度空间分布,获得多个体现肿瘤异质性的直方图参数,可为肿瘤的鉴别或分级提供更多定量信息。直方图分析在头^[6]、乳腺^[7]、直肠^[8]、睾丸^[9]等部位肿瘤的应用已有报道。本研究通过对侧脑室内经手术病理证实的 14 例中枢神经细胞瘤和 10 例室管膜瘤的 MRI 图像进行分析,研究这两种肿瘤的 ADC 灰度直方图的参数差异,旨在探讨 ADC 灰度直方图分析对这两种侧脑室肿瘤的鉴别诊断价值。

材料与方法

1. 一般资料

回顾性分析本院 2012 年 4 月—2019 年 4 月经手术病理证实的发生于侧脑室的室管膜瘤 10 例,中枢神经细胞瘤 14 例,男 16 例,女 8 例,年龄 2~66 岁,平均 25.3 岁。临床表现主要为头痛、恶心、呕吐等。纳入标准:术前于我院行常规 MRI 检查,成像序列包括横轴面 T₁WI、T₂WI、T₂ FLAIR、DWI 及动态增强 T₁WI,图像质量好;通过术后病理证实为室管膜瘤和中枢神经细胞瘤。本研究经医学伦理委员会批准,研究对象均签署知情同意书。

2. 磁共振成像方法

采用德国 Siemens Skyra 3.0T 磁共振扫描仪和 32 通道头线圈。受检者仰卧位,自然放松,额面部呈水平位,鼻根部位于线圈中线。平扫行横轴面及矢状面 T₁WI、横轴面 T₂WI、液体衰减反转恢复(FLAIR)序列和横轴面 DWI。扫描参数:T₁WI,TR 260.0 ms,TE 2.46 ms;T₂WI,TR 3800.0 ms,TE 93.0 ms;FLAIR,TR 4500.0 ms,TE 93.0 ms;DWI 扫描采用 SE-EPI 序列,b 值取 0 及 1000 s/mm²,TR 3500.0 ms,TE 119.0 ms,FOV 23 cm×23 cm,层间距 0.3 mm,层厚 5.0 mm,层数 20。增强扫描行矢状面、冠状面及横轴面 T₁WI,对比剂采用钆喷替酸葡胺(Gd-DTPA),剂量 0.2 mmol/kg,增强扫描参数同平扫 T₁WI。

3. 数据处理

将所有患者的 MR 图像以 BMP 格式从 PACS 工作站导出,导出时调整窗宽、窗位,使所有图像窗宽、窗位均保持一致,存于硬盘中。使用 MaZda 软件在导出的横轴面 T₁WI 增强图像上沿肿瘤边缘手动勾画兴趣

区(ROI),计算直方图参数,包括平均值、方差、偏度、峰度、百分位数值。直方图特征计算及评估过程如下:由一名医师沿病变前后边缘手动勾画 ROI,避开囊变坏死区,并用红色填充肿瘤区域(图 1、2),软件可自动生成 ROI 的灰度直方图。勾画过程由 2 名经验丰富的影像诊断专家进行指导。

4. 统计学方法

采用 SPSS 21.0 统计软件进行数据分析。符合正态分布采用两独立样本 t 检验比较两种直方图各参数的差异。不符合正态分布的采用 Wilcoxon 秩和检验,P<0.05 具有统计学意义。绘制受试者工作特征(ROC)曲线,计算曲线下面积(AUC),预测脑室内室管膜瘤与中枢神经细胞瘤的最佳阈值(CI)。

结 果

室管膜瘤和中枢神经细胞瘤 ADC 灰度直方图各参数见表 1。结果显示,两组间平均值、方差、第 1 百分位数(Perc.01%)、第 10 百分位数(Perc.10%)、第 50 百分位数(Perc.50%)、第 90 百分位数(Perc.90%)、第 99 百分位数(Perc.99%)差异有统计学意义;两组间偏度、峰度差异无统计学意义。

平均值、方差、Perc.01%、Perc.10%、Perc.50%、Perc.90%、Perc.99%的 ROC 曲线数据见表 2,ROC 曲线见图 3。平均值、方差、Perc.01%、Perc.10%、Perc.50%、Perc.90%、Perc.99%对于室管膜瘤和中枢神经细胞瘤的鉴别具有较高的鉴别效能(AUC 均>0.7)。

表 1 室管膜瘤与中枢神经细胞瘤 ADC 灰度直方图参数统计分析

参数	室管膜瘤	中枢神经细胞瘤
平均值	102.42(50.16)	63.00(19.79)
方差	94.98(209.15)	44.84(42.12)
偏度	0.17(0.71)	0.17(0.54)
峰度	0.59(0.92)	0.33(1.34)

注:数据均为非正态分布,采用中位数(四分位数间距)表示。

表 2 直方图参数对室管膜瘤和中枢神经细胞瘤的鉴别效能

参数	曲线下面积	最佳临界值	敏感度(%)	特异度(%)	P 值
平均值	0.964	82.01	100	92.9	<0.01
方差	0.893	61.15	90	78.6	<0.01
Perc.01%	0.943	65	90	92.9	<0.01
Perc.10%	0.943	67	90	85.7	<0.01
Perc.50%	0.961	82	100	92.9	<0.01
Perc.90%	0.968	93	100	92.9	<0.01
Perc.99%	0.979	99	100	92.9	<0.01

讨 论

中枢神经细胞瘤是一种好发于侧脑室的少见的神元肿瘤,由 Hassoun 等^[10]于 1982 年首次提出,占有中枢神经系统肿瘤的 0.25%~0.5%,好发于 20~40 岁的青年人群^[11]。MRI 常呈等 T₁ 等或稍长 T₂ 信

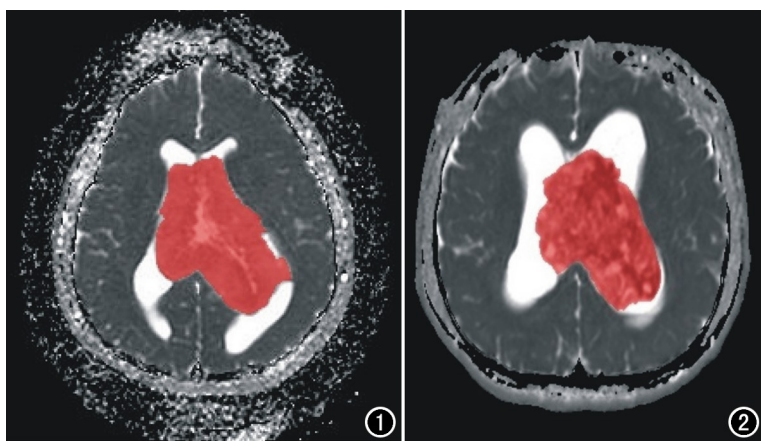


图 1 室管膜瘤的 ROI 选取。 图 2 中枢神经细胞瘤的 ROI 选取。

号,增强后肿瘤呈明显不均匀强化^[12]。典型囊变区呈“气泡”样改变^[13]。室管膜瘤多位于第四脑室,也可见于侧脑室。室管膜瘤常显示囊性成分,尤其是位于幕上者。在 MRI 上, T_1 WI 呈等低信号, T_2 WI 上呈高信号,增强后图像上有不均匀强化^[14]。较大的室管膜瘤与中枢神经细胞瘤具有相似的影像学表现,表现为不均匀囊性占位,可有钙化及增强扫描上的轻度强化,且都有可能发生于侧脑室前部,使得难以与中枢神经细胞瘤区分^[15]。最近,人们越来越关注机器学习分析的应用,以结合多种成像特征来区分脑肿瘤。与常规 MRI 表现不同,纹理分析通过量化医学图像表面信号强度或模式的变化,可对图像中像素灰度空间分布情况进行数学分析,获得量化肿瘤组织异质性的相关参数,用于肿瘤的鉴别诊断、分级、分期等。灰度直方图分析是最常用的医学图像纹理分析方法。

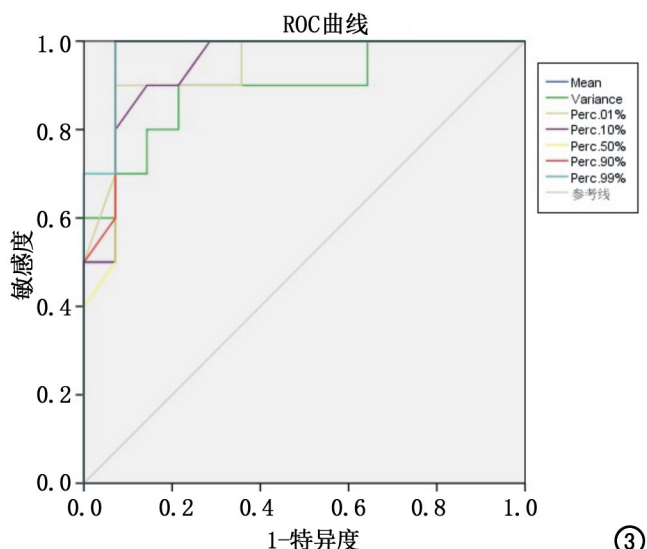


图 3 均值(Mean)、方差(Variance)、Perc.01%、Perc.10%、Perc.50%、Perc.90%、Perc.99% 鉴别侧脑室内室管膜瘤和中枢神经细胞瘤的 ROC 曲线。

ADC 值测量及磁共振波谱成像(magnetic resonance spectroscopy, MRS)在两种肿瘤的鉴别诊断中具有重要的临床价值。MRS 可提供鉴别诊断所需的物质代谢定量信息,但其准确性易受肿瘤成分、部位和大小的影响,且检查时间较长、费用较高^[1,15]。

有研究表明^[16],中枢神经细胞瘤平均 ADC 值明显低于室管膜瘤。ADC 值反映病变水分子的扩散程度,与肿瘤细胞密度、核浆比等有关,目前已被广泛用于多种脑肿瘤的鉴别诊断^[17]。根据文献,ADC 直方图分析参数可以比 ADC 平均值及最小 ADC 值更好地反映组织成分^[18]。本研究基于 ADC 灰度直方图分析,旨在探讨其在中枢神经细胞瘤和室管膜瘤

鉴别诊断中的价值。Payabvash 等^[19]曾应用 ADC 灰度直方图分析对第四脑室肿瘤进行鉴别诊断,王朝艳等^[16]曾通过 DWI 信号强度和 ADC 值鉴别中枢神经细胞瘤及室管膜瘤,但 ADC 灰度直方图分析在侧脑室中枢神经细胞瘤及室管膜瘤鉴别诊断中的应用报道较少。本研究由 ADC 直方图获取的 9 个参数,显示平均值、方差、Perc.01%、Perc.10%、Perc.50%、Perc.90%、Perc.99% 在两种肿瘤间差异有统计学意义。ROC 曲线分析结果表明,平均值、方差、Perc.01%、Perc.10%、Perc.50%、Perc.90%、Perc.99% 具有较高诊断效能。

中枢神经细胞瘤的 ADC 图灰度平均值明显低于室管膜瘤,这与先前的研究^[16]结果一致,可能与中枢神经细胞瘤细胞排列紧密、核浆比较高有关,细胞内外水分子扩散受限相对室管膜瘤较重,相应 ADC 值明显低于室管膜瘤。方差反映了灰度值的离散程度,中枢神经细胞瘤的 ADC 灰度直方图方差明显低于室管膜瘤。中枢神经细胞瘤肿瘤细胞密集,ADC 灰度值分布相对均匀集中,而室管膜瘤相对组织松散,囊变明显,肿瘤细胞密度低,ADC 灰度值分布不均。灰度直方图百分位数反映低于该百分位数的观测对象所占的百分比。本研究结果显示,室管膜瘤的 Perc.01%、Perc.10%、Perc.50%、Perc.90%、Perc.99% 均高于中枢神经细胞瘤,且百分位数越高 AUC 越大,表明两者 ADC 直方图曲线分布在较高灰度值范围内差异更明显,一定程度上反映了肿瘤 ADC 灰度值的分布,可能与肿瘤组织异质性有关。偏度反映病变特征值分布相对于平均值的不对称程度,峰度反映灰度值总体分布的陡缓程度。中枢神经细胞瘤的 ADC 直方图偏度、峰度与室管膜瘤相近似,差异无统计学意义,可能与室管膜瘤种类较多有关。

本研究的局限性:第一,本研究的样本量较小,有

待今后搜集更多病例、数据,进一步扩大样本量以确认研究结果;第二,本研究为回顾性研究,可能导致偏倚;第三,由于 ADC 图分辨率较低,不易明确界定肿瘤边缘而产生图像配准的问题。

综上所述,本研究表明 ADC 直方图分析是鉴别室管膜瘤和中枢神经细胞瘤的有效工具,可为两者鉴别提供可靠的客观依据,有助于提高对侧脑室肿瘤的诊断价值。

参考文献:

- [1] Majos C, Aguilera C, Cos M, et al. In vivo proton magnetic resonance spectroscopy of intraventricular tumours of the brain[J]. Eur Radiol, 2009, 19(8): 2049-2059.
- [2] Li X, Guo L, Sheng S, et al. Diagnostic value of six MRI features for central neurocytoma[J]. Eur Radiol, 2018, 28(10): 4306-4313.
- [3] Holveck A, Grand S, Boini S, et al. Dynamic susceptibility contrast-enhanced MRI evaluation of cerebral intraventricular tumors: preliminary results[J]. J Neuroradiol, 2010, 37(5): 269-275.
- [4] Yu Y, Zhang H, Xiao Z, et al. Diffusion-weighted MRI combined with susceptibility-weighted MRI: added diagnostic value for four common lateral ventricular tumors[J]. Acta Radiol, 2018, 59(8): 980-987.
- [5] Smith AB, Smirniotopoulos JG, Horkanyne-Szakaly I. From the radiologic pathology archives: intraventricular neoplasms: radiologic-pathologic correlation[J]. Radiographics, 2013, 33(1): 21-43.
- [6] Li C, Wang S, Serra A, et al. Multi-parametric and multi-regional histogram analysis of MRI: modality integration reveals imaging phenotypes of glioblastoma[J]. Eur Radiol, 2019, 29(9): 4718-4729.
- [7] Mori N, Pineda FD, Tsuchiya K, et al. Fast temporal resolution dynamic contrast-enhanced MRI: histogram analysis versus visual analysis for differentiating benign and malignant breast lesions[J]. AJR, 2018, 211(4): 933-939.
- [8] Choi MH, Oh S N, Park GE, et al. Dynamic contrast-enhanced MR imaging of the rectum: correlations between single-section and whole-tumor histogram analyses[J]. Diagn Interv Imaging, 2018, 99(9): 537-545.
- [9] Min X, Feng Z, Wang L, et al. Characterization of testicular germ cell tumors: Whole-lesion histogram analysis of the apparent diffusion coefficient at 3T[J]. Eur J Radiol, 2018, 98: 25-31.
- [10] Hassoun J, Gambarelli D, Grisoli F, et al. Central neurocytoma. An electron-microscopic study of two cases[J]. Acta Neuropathol, 1982, 56(2): 151-156.
- [11] Yang I, Ung N, Chung LK, et al. Clinical manifestations of central neurocytoma[J]. Neurosurg Clin N Am, 2015, 26(1): 5-10.
- [12] 沈萍, 胡春洪, 王希明, 等. 脑室内中枢神经细胞瘤的 MRI 影像学表现[J]. 实用放射学杂志, 2018, 34(10): 1499-1501.
- [13] Tlili-Graïess K, Mama N, Arifa N, et al. Diffusion weighted MR imaging and proton MR spectroscopy findings of central neurocytoma with pathological correlation[J]. J Neuroradiol, 2014, 41(4): 243-250.
- [14] Muly S, Liu S, Lee R, et al. MRI of intracranial intraventricular lesions[J]. Clin Imaging, 2018, 52: 226-239.
- [15] Ueda F, Aburano H, Ryu Y, et al. MR spectroscopy to distinguish between supratentorial intraventricular subependymoma and central neurocytoma[J]. Magn Reson Med Sci, 2017, 16(3): 223-230.
- [16] 王朝艳, 程敬亮, 聂云飞, 等. ADC 联合 DWI 鉴别中枢神经细胞瘤与室管膜瘤的诊断价值[J]. 放射学实践, 2015, 30(10): 1011-1015.
- [17] Caravan I, Ciortea CA, Contis A, et al. Diagnostic value of apparent diffusion coefficient in differentiating between high-grade gliomas and brain metastases[J]. Acta Radiol, 2018, 59(5): 599-605.
- [18] Surov A, Hamerla G, Meyer HJ, et al. Whole lesion histogram analysis of meningiomas derived from ADC values. Correlation with several cellularity parameters, proliferation index KI-67, nucleic content, and membrane permeability[J]. Magn Reson Imaging, 2018, 51: 158-162.
- [19] Payabvash S, Tihan T, Cha S. Volumetric voxelwise apparent diffusion coefficient histogram analysis for differentiation of the fourth ventricular tumors[J]. J Neuroradiol, 2018, 31(6): 554-564.

(收稿日期: 2019-05-29 修回日期: 2019-10-09)