

. 论 著 .

ADC 直方图在高级别胶质瘤与脑单发转移瘤鉴别中的应用价值

王翊鹏 黄文才 熊飞 王叶 姚顺 曹成龙 马廉亭 徐国政

【摘要】目的 探讨表观扩散系数(ADC)直方图鉴别高级别胶质瘤(HGG)与单发脑转移瘤(SBM)的价值。**方法** 回顾性分析病理或临床随访证实的 7 例 HGG 与 19 例 SBM(腺癌脑转移瘤 11 例,鳞癌脑转移瘤 8 例)的 MRI 资料,测量瘤体和瘤周水肿区 ADC 直方图参数,利用受试者工作特征曲线评价 ADC 直方图参数鉴别 HGG 与 SBM 的诊断效能。**结果** HGG 瘤体 ADC 第 5、25 百分位数(ADC_{5th}、ADC_{25th})及瘤周水肿 ADC 最小值(ADC_{min})均明显低于 SBM($P<0.05$),而瘤体体素计数明显高于 SBM($P<0.05$)。鳞癌脑转移瘤瘤体 ADC_{5th}、ADC_{25th} 均明显低于腺癌脑转移瘤($P<0.05$)。瘤体 ADC_{5th}= 926×10^{-6} mm²/s 鉴别诊断 HGG 与 SBM 的效能最高。**结论** ADC 直方图有助于 HGG 与 SBM 的鉴别诊断,瘤体 ADC_{5th} 鉴别诊断 HGG 与 SBM 的效能最高。

【关键词】 高级别胶质瘤;脑转移瘤;表观扩散系数;直方图;鉴别诊断

【文章编号】 1009-153X(2018)07-0449-03 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 739.41; R 445.2

Value of apparent diffusion coefficient histogram to differentiating high-grade glioma from solitary brain metastasis

WANG Chi-peng¹, HUANG Wen-cai¹, XIONG Fei¹, WANG Ye¹, YAO Shun², CAO Cheng-long², MA Lian-ting², XU Guo-zhen². 1. Department of Radiology, Wuhan General Hospital, PLA, Wuhan 430070, China; 2. Department of Neurosurgery, Wuhan General Hospital, PLA, Wuhan 430070, China

【Abstract】 Objective To investigate the value of apparent diffusion coefficient (ADC) histogram to differentiating high-grade glioma (HGG) from solitary brain metastasis (SBM). **Methods** The conventional MRI data of 7 patients with HGG and 19 patients with SBM proved by pathological examination or clinical follow-up were analyzed retrospectively. The parenchyma and peritumoral edema ADC values derived from histogram were measured for each patient. The parameters of HGG and SBM were compared. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to assess the diagnostic performance of ADC histogram in distinguishing the HGG from SBM. **Results** The ADC_{5th} and ADC_{25th} values of the tumorous parenchyma areas and the minimal ADC values of the tumorous peritumoral edema areas were significantly lower in HGG than SBM ($P<0.05$). The ADC_{5th} and ADC_{25th} values of the tumorous parenchyma areas were significantly higher in adenocarcinoma than squamous cell carcinoma ($P<0.05$). The value of area under ROC curve was the highest when the optimal cutoff value of the ADC_{5th} values in the parenchyma area was 926×10^{-6} mm²/s. **Conclusions** ADC histogram may be helpful to differentiating HGG from SBM, and the diagnostic accuracy of the ADC_{5th} values in the tumorous parenchyma area is the highest.

【Key words】 Gliomas; Metastases; Apparent diffusion coefficient; Histogram analysis; Differential diagnosis

高级别胶质瘤(high grade glioma, HGG)与脑转移瘤是颅内常见的恶性肿瘤,其中 25%~30% 的脑转移瘤表现为单发脑转移瘤(solitary brain metastases, SBM)^[1]。HGG 以最大限度切除肿瘤并辅以放、化疗为主,而 SBM 治疗的首要目的是改善生存质量,其次才是延长生存期^[2]。扩散加权成像能反映活体组织内水分子的微观运动状况,间接反映肿瘤异质性和侵袭性^[3]。本文探讨表观扩散系数(apparent

diffusion coefficient, ADC)直方图鉴别 HGG 与 SBM 的临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 纳入标准:①组织病理学诊断为 HGG (WHO Ⅲ级、Ⅳ级)或 SBM;②经临床随访证实的 SBM(有明确原发病灶,手术或穿刺病理证实为恶性肿瘤);③肿瘤最小径>2 cm;④MRI 扫描前未进行抗肿瘤治疗。2016 年 1 月至 2017 年 12 月行 MRI 检查的符合标准的 HGG 和 SBM 共 26 例,其中 HGG 7 例,SBM 19 例。7 例 HGG 中,男 4 例,女 3 例;年龄 28~83 岁,平均(58 ± 16)岁。19 例 SBM 中,男 15 例,女 4 例;年龄 30~71 岁,平均(58 ± 13)岁。

1.2 MRI 检查方法 采用美国 GE Signa HDxt 1.5 T 超

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2018.07.001
基金项目:湖北省卫生计生委重点支撑项目(WJ2017Z021)
作者单位:430070 武汉,中国人民解放军武汉总医院放射科(王翊鹏、黄文才、熊飞、王叶),神经外科(姚顺、曹成龙、马廉亭、徐国政)
通讯作者:黄文才, E-mail: dr_hwang@163.com

导型 MRI 扫描仪,8 通道头线圈。取仰卧位,头先进。扫描参数:自旋回波序列横、轴位 T₁WI(TR/TE=400 ms/9.0 ms,FOV 220 mm×220 mm,矩阵 512×512,层厚 6 mm),快速自旋回波序列轴位 T₂WI(TR/TE=3 900 ms/110 ms,FOV 220 mm×220 mm,矩阵 512×512,层厚 6 mm),平面回波 DWI 扫描(TR/TE=5 000 ms/79 ms,b=0、1 000 s/mm²;FOV 220 mm×220 mm;矩阵 256×256;层厚 6 mm)。

1.3 图像分析 将 ADC 图导入 Firevoxel 软件,由两位影像诊断医师采用双盲法参照同层面 T₂WI 图像,在 ADC 图上沿肿瘤实体内边缘描绘瘤体感兴趣区,此外在 ADC 图上沿肿瘤实体外边缘描绘瘤周水肿区(距肿瘤实体边缘 10 mm 以内)。利用 Firevoxel 软件重建出 ADC 直方图,并分别记录瘤体及瘤周水肿的 ADC 直方图参数,包括 ADC 第 5 百分位数(ADC_{5th})、ADC 第 25 百分位数(ADC_{25th})、最小 ADC 值(ADC_{min})。

1.4 统计学分析 应用 SPSS 21.0 软件进行分析;计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组比较采用 *t* 检验或 Mann-Whitney U 检验;多组比较采用方差分析或 Kruskal-Wallis H 检验;利用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评价 ADC 直方图参数鉴别 HGG 与 SBM 的诊断效能;*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 ADC 直方图表现 HGG 瘤体体素大部分集中在 ADC 低值区,瘤周水肿只有少部分体素分布于 ADC 低值区。腺癌瘤体 ADC 直方图频谱较杂乱,呈形态欠规则的“低阔峰”,腺癌瘤周水肿 ADC 直方图呈正态分布。鳞癌瘤体 ADC 直方图呈明显正偏态分布且频谱杂乱,鳞癌瘤周水肿 ADC 直方图呈近似正态分布。典型胶质母细胞瘤 ADC 直方图见图 1。

HGG 瘤体 ADC_{5th}、ADC_{25th} 及瘤周水肿 ADC_{min} 均明显低于 SBM(*P*<0.05),HGG 瘤体体素计数明显高于 SBM(*P*<0.05)。鳞癌脑转移瘤瘤体 ADC_{5th}、ADC_{25th} 均明显低于腺癌脑转移瘤(*P*<0.05)。详见表 1。

2.2 ADC 直方图参数的诊断效能 瘤体 ADC_{5th} 以 $926 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ 为阈值时,鉴别诊断 HGG 与 SBM 的效能最高(图 2、表 2)。

3 讨论

ADC 直方图分析是一种新的影像分析方法。研

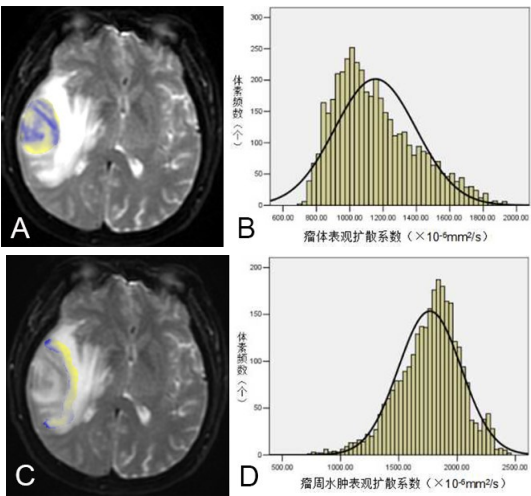


图 1 右颞叶胶质母细胞瘤表观扩散系数图与表观扩散系数直方图

A. 描绘瘤体感兴趣区;B. 瘤体表观扩散系数直方图呈正偏态分布;C. 描绘瘤周水肿感兴趣区;D. 瘤周水肿表观扩散系数直方图呈负偏态分布

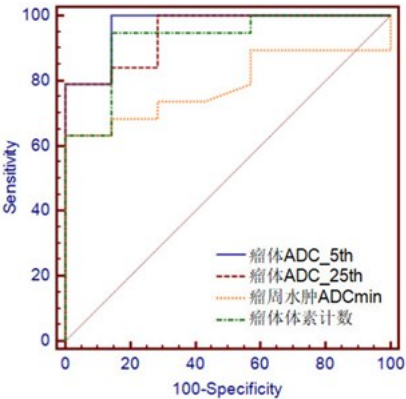


图 2 表观扩散系数直方图参数鉴别高级别胶质瘤、单发脑转移瘤的受试者特征曲线分析
ADC_{5th}. ADC 第 5 百分位数;ADC_{25th}. ADC 第 25 百分位数;ADC_{min}. 最小 ADC 值

究表明 ADC 直方图在某些疾病的诊断上优于常规影像检查^[4]。Chiang 等^[5]认为 HGG 细胞密度高、细胞外间隙小,而 SBM 形态特点与原发肿瘤类似,内皮细胞间为缝隙连接、基底膜不完整,故 HGG 的瘤体 ADC 值低于 SBM。鳞癌瘤体 ADC 值低于腺癌,原因是鳞癌癌细胞呈巢状分布,内部结构致密,而腺癌能形成腺管结构并分泌粘液,此外腺癌更易发生坏死、囊变^[6,7]。体素计数反映体积的大小。本文结果显示 HGG 体素计数明显高于 SBM,通过分析临床资料发现 SBM 常伴有原发肿瘤的症状,更容易引起重视,而胶质瘤起病相对隐匿。HGG 瘤周 T₂WI 高信号由血管源性水肿和肿瘤细胞浸润共同构成。Pavlis 等

表 1 高级别胶质瘤、鳞癌脑转移瘤和腺癌脑转移瘤表观扩散系数直方图参数比较结果

肿瘤性质	例数(例)	表观扩散系数($\times 10^{-6}$ mm ² /s)			
		瘤体 ADC_5th	瘤体 ADC_25th	瘤体体素计数	瘤周水肿 ADCmin
高级别胶质瘤	7	845±78 [*]	1008±85 ^{*#}	5518±2503	5016±385
鳞癌脑转移瘤	8	1080±116 ^{#△}	1229±114 ^{#△}	1587±799 [△]	5843±976 [△]
腺癌脑转移瘤	11	1194±124 ^{*△}	1345±109 ^{*△}	1632±843 [△]	5931±1121 [△]
单发脑转移瘤	19	1134±119 [△]	1298±113 [△]	1622±897 [△]	5897±1012 [△]

注:与鳞癌脑转移瘤相应值比,* $P<0.05$;与腺癌脑转移瘤相应值比,# $P<0.05$;与高级别胶质瘤相应值比, $\Delta P<0.05$;ADC_5th:ADC 第 5 百分位数;ADC_25th:ADC 第 25 百分位数;ADCmin:最小 ADC 值

表 2 表观扩散系数直方图参数鉴别高级别胶质瘤与单发脑转移瘤的诊断效能

直方图参数	曲线下面积	截断值	灵敏度(%)	特异度(%)
瘤体 ADC_5th	0.970	926	100.0	85.7
瘤体 ADC_25th	0.947	1138	78.9	100.0
瘤周水肿 ADCmin	0.786	684	63.2	100.0
瘤体体素计数	0.925	2889	94.7	85.7

注:ADC_5th:ADC 第 5 百分位数;ADC_25th:ADC 第 25 百分位数;ADCmin:最小 ADC 值;ADC 值最佳截断值单位均为 $\times 10^{-6}$ mm²/s

^[8]发现 HGG 瘤周 1 cm 区域 ADC 值明显低于 2 cm 处,可以用瘤周浸润来解释。而 SBM 为膨胀性生长,肿瘤实质压迫周围脑组织以及各种促肿瘤因子的作用形成瘤周水肿,这种水肿通常被认为是单纯的血管源性水肿^[9]。ADCmin 通常反映肿瘤增殖最活跃部分,瘤周水肿区 ADCmin 值有助于判断瘤周水肿是否包含肿瘤细胞浸润。本文 7 例 HGG 瘤周水肿区 ADC 直方图均表现为轻度负偏态分布,而转移性鳞癌、腺癌瘤周水肿 ADC 直方图呈近似正态分布,进一步证实转移瘤瘤周水肿为单纯血管源性水肿。

综上所述,ADC 直方图分析法有助于鉴别 HGG 与 SBM,瘤周水肿 ADCmin 值、直方图形态可帮助判断瘤周水肿区是否包含肿瘤细胞浸润。

【参考文献】

[1] 谭朝元,杨 晶,严开心,等. 扩散峰度成像对高级别胶质瘤及单发脑转移瘤的鉴别诊断价值[J]. 放射学实践, 2017,32(3):218-222.

[2] Jiang H, Cui Y, Wang J, *et al.* Impact of epidemiological characteristics of supratentorial gliomas in adults brought about by the 2016 world health organization classification of tumors of the central nervous system [J]. Oncotarget, 2017, 8 (12): 20354-20361.

[3] Sternberg EJ, Lipton ML, Burns J. Utility of diffusion tensor imaging in evaluation of the peritumoral region in patients

with primary and metastatic brain tumors [J]. Am J Neuro-radiol, 2014, 35(3): 439-444.

[4] Cho H, Park H. Classification of low-grade and high-grade glioma using multi-modal image radiomics features [J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2017, 2017: 3081-3084.

[5] Chiang IC, Kuo YT, Lu CY, *et al.* Distinction between high-grade gliomas and solitary metastases using peritumoral 3-T magnetic resonance spectroscopy, diffusion, and perfusion imagings [J]. Neuroradiology, 2004, 46(8): 619-627.

[6] Xue H, Ren C, Yang J, *et al.* Histogram analysis of apparent diffusion coefficient for the assessment of local aggressiveness of cervical cancer [J]. Arch Gynecol Obstet, 2014, 290 (2): 341-348.

[7] Hayashida Y, Hirai T, Morishita S, *et al.* Diffusion-weighted imaging of metastatic brain tumors: comparison with histologic type and tumor cellularity [J]. Am J Neuroradiol, 2006, 27(7): 1419-1425.

[8] Pavlisa G, Rados M, Pavlisa G, *et al.* The differences of water diffusion between brain tissue infiltrated by tumor and peritumoral vasogenic edema [J]. Clin Imaging, 2009, 33(2): 96-101.

[9] Han C, Huang S, Guo J, *et al.* Use of a high b-value for diffusion weighted imaging of peritumoral regions to differentiate high-grade gliomas and solitary metastases [J]. J Magn Reson Imaging, 2015, 42(1): 80-86.

(2018-02-12 收稿,2018-03-26 修回)