表观扩散系数在判断颅内脑膜瘤致密程度的作用

禹智波,张云泉,李锦青 (解放军第 324 医院医学影像科,重庆 400020)

[摘 要] **目的** 探讨最小表观扩散系数(ADC)值与不同部位不同性质脑膜瘤致密程度的相关性,为外科手术方式的选择提供影像学依据。**方法** 回顾分析经外科手术和病理学检查证实为脑膜瘤的 23 例患者的 25 个脑膜瘤的常规磁共振影像、扩散加权成像影像(DWI)、ADC 图及 ADC 值,与手术所见和病理学结果进行比较分析。**结果** 致密度高的脑膜瘤的 ADC 值明显低于致密度低的脑膜瘤的 ADC 值,脑膜瘤的最低 ADC 值越低其致密程度越高。**结论** 脑膜瘤致密程度是外科手术需要考虑的一个重要因素,最低 ADC 值可作为判断脑膜瘤致密程度的临床使用。

[关键词] 脑膜瘤;扩散加权成像;表观扩散系数;核磁共振成像
[中图分类号] R445.3;R739.45 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2015)03-0300-04

Role of apparent diffusion coefficient for predicting the consistency of intracranial meningiomas

YU Zhi-bo, ZHANG Yun-quan, LI Jin-qing (Department of Medical Imaging, 324th Hospital of PLA, Chongqing 400020, China)

Abstract: Objective To investigate the correlation between minimum apparent diffusion coefficient (ADC) values and consistency of intracranial meningiomas of different parts and nature, providing radiographic evidence of selection for surgical approach. **Methods** The routine MRI, diffusion-weighted imaging imaging (DWI), ADC maps and ADC value of 23 patients (25 cases) who were confirmed as meningiomas through surgery and pathology were retrospectively analyzed and compared with the surgical findings and pathology results. **Results** ADC values in meningiomas with a hard consistency were significantly lower than those with a soft consistency. Meningiomas with low minimum ADC were considered to have a hard consistency. **Conclusion** The consistency of meningiomas is an important factor in developing the strategy of surgical resection and predicting the degree of removal. The minimum ADC value might have clinical use as a predictor of meningioma consistency.

Keywords: meningioma; diffusion-weighted imaging; apparent diffusion coefficient; magnetic resonance imaging

脑膜瘤是成人常见的颅内良性肿瘤,常源自蛛网膜的内皮细胞。随着影像学技术的飞速发展,检测小的脑膜瘤的能力也迅速上升,导致脑膜瘤的发病率明显增加[1-3]。有明显临床症状的脑膜瘤首选的治疗方法是外科切除,脑膜瘤的致密程度是选择手术方式和开窗大小需要考虑的一个重要因素。致密度低的软性脑膜瘤很容易被吸刮,只需要开小窗;而致密度高的脑膜瘤不容易被吸刮,常常需要开大窗,才能尽可能避免对周围脑组织的损坏[4-5]。因此,需要一种无创技术在术前对脑膜瘤的致密程度进行评估,为手术方式方法的选择提供支持,优化工作流程,尽量减轻对患者的伤害[6-7]。脑膜瘤的常规 MRI 检查,其影像无特征性表现,不能很好地判断脑膜瘤的致密程度。扩散加权图像(diffusion weighted image, DWI)和表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)图可以提供组织的水分子的扩散信息,间接反应组织的细胞结构信息。神经胶质瘤的研究表明,ADC 值与肿瘤细胞结构有很强的相关性,与世界卫生组织(WHO)肿瘤的分级、治疗效果和预后评价也有很强的相关性[8],有研究报道 ADC 值与纤维组织的数量十分相关[9-10]。因此,脑膜瘤瘤体实质的 ADC 值与脑膜瘤的致密程度显著相关性研究很有意义。本研究的目的是探讨最小 ADC 值与不同部位不同亚型脑膜瘤致密程度的相关性,为外科手术方式的选择提供影像学依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取本院 2012 年 4 月至 2014 年 11 月 MR 检查诊断为脑膜瘤的患者 23 例共 25 个脑膜瘤作为研究对象,年龄 31 ~ 84 岁,平均 55.7 岁;女 18 例,男 5 例。所有患者接受手术治疗并进行了组织活检,病理学结果和影像诊断相一致。25 个脑膜瘤中,7 个位于蝶骨嵴、5 个位于桥小脑角、4 个位于大脑凸面、4 个位于大脑镰旁、3 个位于鞍结节、2 个位于岩骨斜坡。依据世界卫生组织分级标准对 25 个脑膜瘤进行组织学亚型分型。23 个为脑膜瘤Ⅰ级(良性),包括 11 个脑膜上皮细胞型、4 个过渡型、3 个血管瘤型、3 个成纤细胞型、1 个砂粒体型和 1 个分泌型;2 个为脑膜瘤Ⅱ级(非典型/恶性)。

doi:10.11659/jjssx.12E014039
[基金项目] 重庆市自然科学基金项目(cstc2014jcyjA10011)
[通讯作者] 张云泉,E-mail:13883392001@163.com
[收稿日期] 2014-12-07 [修回日期] 2014-12-30

1.2 常规 MRI 及 DWI 扫描方法

采用 Siemens 1.5T 超导型磁共振装置、头正交线圈。先行常规 MRI 平扫,DWI 采用单次激发自旋回波平面成像序列,参数:TR = 2 900 ms, TE = 98 ms, 视野 230 mm × 230 mm, 矩阵 128 × 128, 层厚与层间距同常规扫描,在 X, Y, Z 3 个方向施加扩散梯度,取扩散敏感系数 b = 0 s/mm^2、b = 1 000 s/mm^2。

1.3 DWI 资料分析计算 ADC 值

DWI 视觉判断通常与正常脑白质相比分为高信号、等信号或低信号,将 b = 0 s/mm^2 和 b = 1 000 s/mm^2 所得的 DWI 输入配套工作站生成以像素为基础的 ADC 图,在 ADC 图采用手动勾画瘤体实质区感兴趣区截面图,尽量避开囊变及坏死区,为避免手动误差,每个层面勾画 3 次,连续勾画 3 个层面,测量出最低 ADC 值(ADC_{min})和最高 ADC 值(ADC_{max}),然后计算出平均 ADC 值(ADC_{mean})。

1.4 脑膜瘤致密度的评定

本研究的 25 个脑膜瘤手术切除术均由同一名有 15 年神经外科手术经验的医师完成,手术医师在不知 ADC 值的情况下,依据术中所见和手术方式对脑膜瘤的致密程度进行盲评分组,将脑膜瘤分为致密程度低和致密程度高 2 组,手术时只需要用探针吸刮的方法就能完全将肿瘤切除的为致密程度低,反之为致密程度高。

1.5 统计学方法与评定标准

统计学分析采用 SPSS 22.0 版统计软件,对不同致密程度的 2 组脑膜瘤瘤体的 ADC 值进行比较分析,采用配对样本的 t 检验,检验水准 α 为 0.05。敏感性和特异性的计算采用受试者工作特征(receiver operating characteristics, ROC)曲线的曲线下面积进行分析。

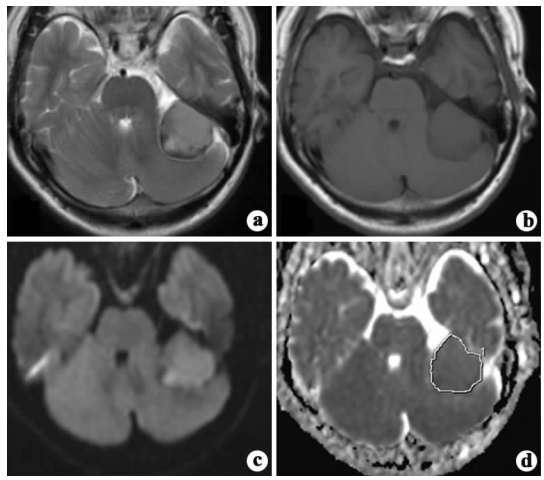
2 结果

2.1 手术及病理学结果

通过手术医生盲评分析,所有 25 个脑膜瘤分为 15 个致密程度高的和 10 个致密程度低的 2 组。经病理学检查,致密程度高的脑膜瘤包括 8 个脑膜上皮细胞型、2 个成纤维细胞型、2 个过渡型、1 个砂粒体型、1 个血管瘤型和 1 个分泌型;致密程度低的脑膜瘤包括 3 个脑膜上皮细胞型、2 个血管瘤型、2 个过渡型、1 个成纤维细胞型和 2 个非典型型。

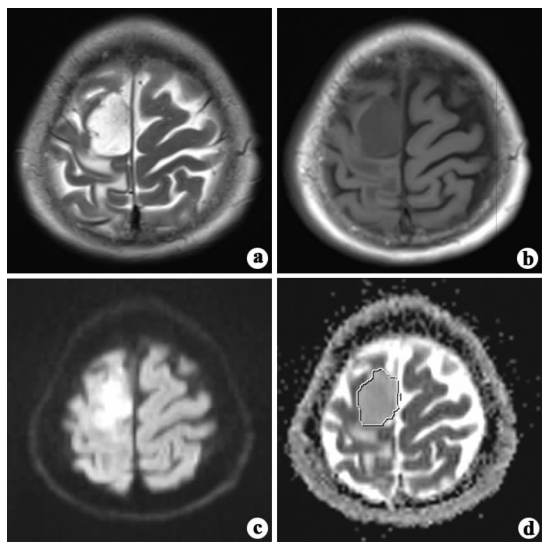
2.2 常规 MRI 结果和 DWI 结果

在常规 MRI 影像上,T1WI、T2WI 脑膜瘤瘤体实质显示不同强度信号,肿瘤实体组织通常在 T2WI 显示明亮的高信号(图 1a、图 2a),而在 T1WI 显示黑暗的低信号(图 1b、图 2b)。脑膜瘤 DWI 的信号是多变的,可表现为低信号,也可表现为高信号(图 1c、图 2c)。15 个致密程度高的脑膜瘤,在 b 值为 1 000 s/mm^2 的 DWI,12 例显示低信号、3 例显示等信号(图 1d);10 个致密程度低的脑膜瘤在 b 值为 1 000 s/mm^2 的 DWI,6 例显示低信号、3 例显示等信号、1 例显示高信号(图 2d)。



a:在 T2WI 肿瘤边缘显示为低信号,中间实质部分显示为略高信号;b:在 T1WI 肿瘤显示为略低或等信号;c:在 b = 1 000 s/mm^2 的 DWI 显示为略高信号;d:在 ADC 图手动勾画瘤体实质感兴趣截面图,测量出 ADC_{min} 和 ADC_{max},然后计算出 ADC_{mean}

图 1 左桥小脑角区致密程度高的成纤维细胞型脑膜瘤常规 MRI、DWI 及 ADC 图表现



a:肿瘤在 T2WI 显示为高信号;b:肿瘤在 T1WI 显示为低信号;c:在 b = 1000 s/mm^2 的 DWI 显示为略高信号;d:在 ADC 图手动勾画瘤体实质感兴趣截面图,测量出 ADC_{min} 和 ADC_{max} 然后计算出 ADC_{mean}

图 2 右大脑镰旁致密程度低的血管瘤型脑膜瘤常规 MRI、DWI 及 ADC 图表现

2.3 脑膜瘤的 ADC_{min}、ADC_{max} 和 ADC_{mean} 值及范围

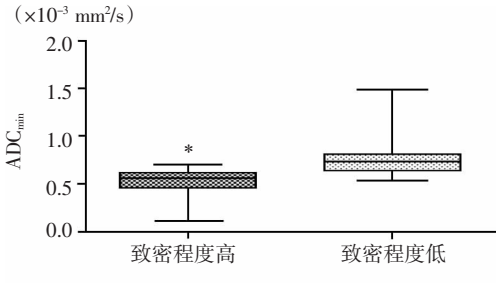
各组脑膜瘤的 ADC_{min}、ADC_{max} 和 ADC_{mean} 值及范围如表 1 所示,23 例患者的 25 个脑膜瘤中,最大 ADC(ADC_{max})值为 3.509×10^{-3} mm^2/s,是位于桥小脑角区的成纤维细胞型脑膜瘤,也是致密程度高组的最大 ADC 值;最小 ADC(ADC_{min})值为 0.131×10^{-3} mm^2/s,是位于鞍结节脑膜上皮细胞型脑膜瘤,也是致密程度高组的最小 ADC 值。10 例致密程度低组脑膜瘤中 ADC_{max} 值为 3.017×10^{-3} mm^2/s,是位于蝶骨嵴的非典型脑膜瘤;ADC_{min} 值为 0.517×10^{-3} mm^2/s,是位于桥小脑角的脑膜上

皮细胞型脑膜瘤。从表 1 和图 3 可以看出:致密程度高的脑膜瘤的 ADC_{min} 值和范围明显小于致密程度低的 ADC_{min} 值和范围($P<0.01$),即脑膜瘤的 ADC_{min} 值越小表示该脑膜瘤的致密程度可能越高,反之亦然;虽然致密程度高的脑膜瘤的 ADC_{max} 和 ADC_{mean} 值比致密程度低的脑膜瘤的 ADC_{max} 和 ADC_{mean} 值都要低,但其致密程度高的脑膜瘤和致密程度低的脑膜瘤的 ADC_{max} 和 ADC_{mean} 值的范围无明显差别($P>0.05$),因而不能依据 ADC_{max} 值和 ADC_{mean} 值来判断脑膜瘤的致密程度。

表 1 各组脑膜瘤的 ADC_{min}、ADC_{max} 和 ADC_{mean} 的值及范围($\times10^{-3}$ mm^2/s)

脑膜瘤组别	n	ADC_{min}		ADC_{max}		ADC_{mean}	
		数值	范围	数值	范围	数值	范围
致密程度高	15	0.52 ± 0.15	0.13 ~ 0.68	1.92 ± 0.61	1.18 ~ 3.51	0.99 ± 0.25	0.79 ~ 1.79
致密程度低	10	0.80 ± 0.27 *	0.51 ~ 1.47 *	2.22 ± 0.66	1.10 ~ 3.01	1.14 ± 0.29	0.86 ~ 1.69
全部脑膜瘤	25	0.64 ± 0.25	0.13 ~ 1.47	2.04 ± 0.63	1.09 ~ 3.51	1.05 ± 0.27	0.79 ~ 1.68

*:与致密程度高的比较,$P<0.01$



*:与致密程度低的比较,$P<0.01$

图 3 2 组脑膜瘤的 ADC_{min} 值比较箱图

3 讨论

脑膜瘤 DWI 的信号是多变的,可表现为低信号,也可表现为高信号,信号的这种可变性取决于肿瘤内钙化、纤维组织、坏死及血管的数量和细胞的组织学类型[11]。最近,Hoover 等[12]、Sitthinamsuwan 等[13]和 Maiuri 等[6]研究发现磁共振信号强度与脑膜瘤的致密程度有显著相关性,证实了 T2WI 信号强度和膜瘤致密程度的显著相关性。本研究中致密程度低的脑膜瘤 T2WI 呈高信号,质子密度加权像为略高信号,推测脑膜瘤的水分子含量是其致密程度的一个重要因素。与大脑皮质相比,致密程度较低的脑膜瘤的 T2WI 呈高信号,通常是血管丰富、富含合胞体或血管母细胞的血管瘤型脑膜瘤亚型;而与大脑皮质相比,T2WI 呈低信号的脑膜瘤其致密程度较高,通常为成纤维细胞亚型。因此,本研究认为水分子或纤维组织的含量导致脑膜瘤的致密程度的高低的一个重要因素,水分子含量高纤维细胞含量低的致密程度低,在 T2WI 呈高信号,水分子含量低纤维组织含量高的致密程度高,在 T2WI 呈低信号。但本研究和 Tropine 等[14]的研究并不完全一致,Tropine 等认为虽然致密程度高的脑膜瘤成纤维细胞亚型不太可能出现 T2WI 呈高信号,但是并没有发现磁共振信号强度与脑膜瘤致密程度有显著相关性。

肿瘤细胞结构和纤维组织含量是肿瘤致密程度的重要因素[15]。脑膜瘤细胞具有与连接复合体和细胞外池交错对插结合的特点,据此推测脑膜瘤细胞结构具有更强的细胞粘附。纤维组织和密集细胞结构的核质比率较低,导致 T2WI 信号强度降低,而细胞外空间组织液可能使 T2WI 信号强度增加。这些不同的机制可以导致不同的 T2WI 信号强度,因此限制利用 T2WI 信号强度来判断脑膜瘤的致密程度。因此,有研究[16]提出 ADC 值与肿瘤的细胞结构和不同类肿瘤中纤维组织的数量呈负相关,推测肿瘤包括脑膜瘤 ADC 值较低的其致密程度较高。本研究的致密程度高的脑膜瘤的 ADC_{min} 值明显低于致密程度低的脑膜瘤的 ADC_{min} 值,与这一推测相符合。另一方面脑膜瘤相关的组织学亚型研究发现,致密程度高的脑膜瘤和致密程度低的脑膜瘤的 ADC_{max} 值和 ADC_{mean} 值之间无显著差异。这可能和本研究脑膜瘤致密程度的分类标准有关,本研究的依据是手术时是否只需要用探针吸刮的方法就能完全将肿瘤切除,如只需要用探针吸刮的方法就能完全将肿瘤切除的其致密程度低,反之致密程度高。依据这个分类标准,如果脑膜瘤的绝大部分致密程度低的可以被探针吸刮,而仅仅只有一小部分无法采用探针吸刮的方法清除,也会被认为致密程度高。

尽管一些研究[17]报道扩散张量成像的有用性和磁共振弹性成像预测肿瘤的致密性,但这些先进技术需要特殊的设备和软件,因而至今仍不能在临床工作中常规应用。相比之下,Hoover 等[12]报道,采用 T1WI 和 T2WI 信号轻度值预测脑膜瘤致密程度,但是没有指出 DWI 和 ADC 图与脑膜瘤致密程度的对应关系,仅仅进行了定性分析而没有测量衡量脑膜瘤的 ADC 值。本研究对脑膜瘤实质区使用 RIO 进行了定量分析,这些 RIO 的选择避免囊性变性区、流空效应区、颅骨和磁敏感伪影区,因而可以更好地反映整个肿瘤组织的基本特征。本研究也有一些局限性。首先本研究的样本量较小;其次,RIO 的选取是人工绘制的,导致 ADC 值可能会一定程度上受人为因素影响。最后,目前还没有各种组织的标准 ADC 值,因而不能阐明 ADC

颈脊髓损伤合并呼吸衰竭的危险因素分析

穆智平,张正丰,刘 超,李 杰 (第三军医大学新桥医院骨科,重庆 400037)

[摘 要] **目的** 探讨颈脊髓损伤各种危险因素与呼吸衰竭的相关性。**方法** 回顾分析我院 2009 年 1 月至 2013 年 12 月颈脊髓损伤患者 294 例,根据是否合并呼吸衰竭分组,合并呼吸衰竭组 52 例,未合并呼吸衰竭组 242 例。比较 2 组各项流行病学指标的差异,分析导致呼吸衰竭的危险因素。**结果** 合并呼吸衰竭组与未合并呼吸衰竭组比较,吸烟史、不同受伤原因、颈脊髓损伤不同平面、ASIA 分级、骨折脱位指标具有显著性差异($P<0.05$),提示上述因素与呼吸衰竭的发生关系密切。合并呼吸衰竭组的多因素 Logistic 回归分析结果提示,年龄大于 60 岁、吸烟史、合并多发伤、骨折脱位、颈 4 损伤平面以上、全瘫指标具有统计学意义($P<0.10$)。**结论** 高龄、吸烟、全瘫、颈 4 损伤平面以上、合并多发伤和骨折脱位是颈脊髓损伤患者发生呼吸衰竭的高危因素。

[关键词] 颈脊髓损伤;呼吸衰竭;危险因素

[中图分类号] R826.64 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2015)03-0303-04

doi:10.11659/jjssx.01E015013

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目(81372106)

[通讯作者] 张正丰,E-mail:zhangz3@126.com

[收稿日期] 2015-01-18 [修回日期] 2015-02-15

值的主要影响因素是由细胞密集所致还是纤维组织增加所致。

本研究表明,最低 ADC 值可以用来判断颅内脑膜瘤的致密程度,脑膜瘤的最低 ADC 值越低其致密程度越高。术前准确判断脑膜瘤的致密程度,有利于手术方式方法的准确选择,尽可能减少对患者的损伤。最低 ADC 值可作为判断脑膜瘤致密程度的临床使用。

[参考文献]

[1] Dobes M, Khurana VG, Shadbolt B, et al. Increasing incidence of glioblastoma multiforme and meningioma, and decreasing incidence of Schwannoma (2000 ~ 2008): findings of a multicenter Australian study[J]. Surg Neurol Int, 2011, 2(12): 176.

[2] Hoffman S, Propp JM, McCarthy BJ. Temporal trends in incidence of primary brain tumors in the united states, 1985 - 1999[J]. Neuro Oncol, 2006, 8(1): 27 - 37.

[3] Mandelblatt JS, Schechter CB, Yabroff KR, et al. Toward optimal screening strategies for older women. costs, benefits, and harms of breast cancer screening by age, biology, and health status[J]. J Gen Intern Med, 2005, 20(6): 487 - 496.

[4] 杨志刚,杨成蓉. 显微手术治疗颅内巨大脑膜瘤的效果观察[J]. 局解手术学杂志,2014,23(4):405 - 406.

[5] 张晓楠,程敬亮,王斐斐,等. 纤维型脑膜瘤的磁共振成像表现[J]. 中国临床医学影像杂志,2013,24(2):77 - 80.

[6] Maiuri F, Iaconetta G, de Divitiis O, et al. Intracranial meningiomas: correlations between MR imaging and histology[J]. Eur J Radiol, 1999, 31(1): 69 - 75.

[7] Guo AC, Cummings TJ, Dash RC, et al. Lymphomas and high-grade astrocytomas: comparison of water diffusibility and histologic characteristics[J]. Radiology, 2002, 224(1): 177 - 83.

[8] Gauvain KM, McKinstry RC, Mukherjee P, et al. Evaluating pediatric brain tumor cellularity with diffusion-tensor imaging[J]. AJR Am J Roentgenol, 2001, 177(2): 449 - 54.

[9] Fujimoto K, Tonan T, Azuma S, et al. Evaluation of the mean and entropy of apparent diffusion coefficient values in chronic hepatitis c: correlation with pathologic fibrosis stage and inflammatory activity grade[J]. Radiology, 2011, 258(3): 739 - 48.

[10] Mahmoud OM, Tominaga A, Amatya VJ, et al. Role of propeller diffusion-weighted imaging and apparent diffusion coefficient in the evaluation of pituitary adenomas[J]. Eur J Radiol, 2011, 80(2): 412 - 417.

[11] 张 婧,周俊林,刘建莉,等. 颅内间变型血管外皮细胞瘤与间变型脑膜瘤的影像与病理对照[J]. 中国临床医学影像杂志,2014,25(6):381 - 384.

[12] Hoover JM, Morris JM, Meyer FB. Use of preoperative magnetic resonance imaging t1 and t2 sequences to determine intraoperative meningioma consistency[J]. Surg Neurol Int, 2011, 2(10): 142.

[13] Sitthinamsuwan B, Khampalikit I, Nunta-aree S, et al. Predictors of meningioma consistency: a study in 243 consecutive cases[J]. Acta Neurochir (Wien), 2012, 154(8): 1383 - 1389.

[14] Tropine A, Dellani PD, Glaser M, et al. Differentiation of fibroblastic meningiomas from other benign subtypes using diffusion tensor imaging[J]. J Magn Reson Imaging, 2007, 25(4): 703 - 708.

[15] Yin B, Liu L, Zhang BY, et al. Correlating apparent diffusion coefficients with histopathologic findings on meningiomas[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(12): 4050 - 4056.

[16] 尹 丹,邓利猛,王小宜,等. ADC 值术前评价脑膜瘤病理级别的研究[J]. 临床放射学杂志,2006,25(6):497 - 501.

[17] Le Bihan D, Mangin JF, Poupon C, et al. Diffusion tensor imaging: concepts and applications[J]. J Magn Reson Imaging, 2001, 13(4): 534 - 546.

(编辑:周小林)