

· 论著 ·

DTI在脑膜瘤、胶质瘤及转移瘤患者诊断及手术指导中的应用研究*

万正国*

邯郸市第一医院CT/MRI室 (河北 邯郸 056000)

【摘要】目的 研究磁共振扩散张量成像(DTI)在脑膜瘤、胶质瘤及转移瘤患者诊断及手术指导中的应用价值。方法 选择本院2018年2月至2020年3月收治的100例颅内幕上肿瘤患者作为试验组,其中脑膜瘤34例,胶质瘤38例,转移瘤28例,包含良性脑肿瘤34例与恶性脑肿瘤66例,另选同期本院收治的54例颅内幕上肿瘤患者作为对照组。试验组患者术前均接受核磁共振成像(MRI)平扫及增强扫描,DTI检查,术中联合神经系统导航技术切除肿瘤;对照组患者术前均进行常规MRI平扫和增强扫描,并接受传统颅内肿瘤切除术。对比各组表观弥散系数(ADC值)、rADC值、各向异性分数(FA值)、rFA值,观察对照组和试验组手术肿瘤切除率,术后致残率及术后新发运动功能障碍率。结果 脑膜瘤组肿瘤实质区ADC值、rADC值、FA值、rFA值均高于胶质瘤组及转移瘤组($P<0.05$),胶质瘤组ADC值、rADC值低于转移瘤组($P<0.05$);胶质瘤组与转移瘤组FA值及rFA值比较无统计学差异($P>0.05$)。良性肿瘤组ADC值、rADC值、FA值、rFA值高于恶性肿瘤组($P<0.05$)。恶性肿瘤周白质区rADC值高于对侧正常白质区($P<0.05$),FA值、rFA值低于对侧正常白质区($P<0.05$),恶性肿瘤周白质区与对侧正常白质区ADC值比较无统计学差异($P>0.05$)。试验组肿瘤切除率明显高于对照组($P<0.05$),术后致残率明显低于对照组($P<0.05$),两组术后新发运动功能障碍率比较无统计学差异($P>0.05$)。结论 DTI检查能够利于颅内肿瘤类别的鉴别诊断,且可反映颅内肿瘤和周围白质纤维束的关系,指导临床手术方案的制定。

【关键词】磁共振扩散张量成像;脑膜瘤;胶质瘤;转移瘤;手术指导

【中图分类号】R445.2; R739.45

【文献标识码】A

【基金项目】邯郸市科学技术研究与发展技术项目(19422083010-9)

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2022.01.010

Application of DTI in the Diagnosis and Surgical Guidance of Patients with Meningioma, Glioma, and Metastasis*

WAN Zheng-guo*

CT/MRI Room, Handan First Hospital, Handan 056000, Hebei Province, China

Abstract: Objective To study the application value of diffusion tensor imaging (DTI) in the diagnosis and surgical guidance of patients with meningioma, glioma, and metastasis. **Methods** 100 patients with intracranial power tumors admitted to our hospital from February 2018 to March 2020 were selected as the experimental group, including 34 meningiomas, 38 gliomas, 28 metastatic tumors, including 34 benign brain tumors and 66 malignant brain tumors, and 54 patients with intracranial power tumors admitted to our hospital during the same period were selected as the control group. All patients in the experimental group received plain and enhanced magnetic resonance imaging (MRI) scan before the operation, DTI examination, and tumor resection combined with nervous system navigation technique during operation. Patients in the control group underwent conventional MRI plain scan and enhanced scan before the operation and received traditional intracranial tumor resection. The apparent diffusion coefficient (ADC), rADC, anisotropy fraction (FA), and rFA of each group were compared, and the tumor resection rate, postoperative disability rate, and new motor dysfunction rate of the control group and the experimental group were observed. **Results** The ADC value, rADC value, FA value, and rFA value of tumor parenchyma in the meningioma group were higher than those in the glioma group and metastatic tumor group ($P<0.05$), while ADC value and rADC value in the glioma group were lower than those in metastatic tumor group ($P<0.05$); there was no significant difference in FA value and rFA value between glioma group and metastatic tumor group ($P>0.05$). ADC, rADC, FA, and rFA in the benign tumor group were higher than those in the malignant group ($P<0.05$). The rADC value of the peritumoral white matter area of malignant tumor was higher than that of contralateral normal white matter area ($P<0.05$), while FA value and rFA value were lower than that of contralateral normal white matter area ($P<0.05$). The tumor resection rate of the experimental group was higher than that of the control group ($P<0.05$), and the postoperative disability rate was lower than that of the control group ($P<0.05$). There was no significant difference between the two groups in the rate of new motor dysfunction after the operation ($P>0.05$). **Conclusion** DTI examination can be helpful for differential diagnosis of intracranial tumors, reflect the relationship between intracranial tumors and surrounding white matter fiber bundles, and guide the formulation of a clinical operation plan.

Keywords: Magnetic Resonance Diffusion Tensor Imaging; Meningioma; Glioma; Metastatic Tumor; Surgical Guidance

脑膜瘤、胶质瘤、转移瘤为常见脑肿瘤,既往研究已表明,同一肿瘤的不同级别或不同肿瘤的生物学行为、良恶性程度和预后有显著差异,术前充分评估肿瘤位置、大小、病变周围组织水肿等情况对手术方案的制定及预后评价有重要价值^[1]。有研究报道,局部浸润程度与肿瘤等级并非完全一致,并发现低级星形胶质细胞瘤对周围组织的浸润广泛^[2]。又

有研究发现,脑肿瘤术可能伤及白质纤维束,术后有较高的神经功能障碍和致残率^[3]。影像学检查在神经外科诊疗中有重要作用,常规磁共振成像(MRI)近年来已广泛应用于颅内疾病的诊疗中,其可依据病灶的形态、数目、大小及实质信号特点和增强表现等进行诊断,但对于不典型者定性诊断的难度较大^[4]。磁共振扩散张量成像(DTI)是活体脑微细结构检查

【第一作者】万正国,男,主治医师,主要研究方向:DTI在良恶性肿瘤诊断及手术指导中的应用。E-mail: 459293709@qq.com

【通讯作者】万正国

的非侵入性手段,可清晰显示神经纤维束的排列、方向、走形,定量分析脑实质病理或生理改变^[5]。本研究主要探讨DTI在脑膜瘤、胶质瘤及转移瘤患者诊断及手术指导中的应用价值,为疾病诊疗提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择本院2018年2月至2020年3月收治的100例颅内幕上肿瘤患者作为试验组,纳入标准:术前因头痛、肌力下降和感觉障碍等症状就诊;手术前均接受MRI平扫及增强扫描与DTI检查,术中联合神经系统导航技术切除肿瘤,术后均经病理组织活检确诊;全身情况可耐受手术;病例资料完整。排除标准:脑疝或明显颅内压增高,需急诊外科手术;MRI检查禁忌证;既往接受过放化疗或手术治疗;颅内肿瘤复发;凝血功能障碍;颅内其他病变。100例颅内幕上肿瘤中女57例,男43例;年龄21~69岁,平均年龄(53.18±4.82)岁,脑膜瘤34例,胶质瘤38例,转移瘤28例。100例颅内幕上肿瘤分为良性脑肿瘤34例(脑膜瘤),恶性脑肿瘤66例(转移瘤+胶质瘤)。另选同期本院收治的54例颅内幕上肿瘤患者作为对照组,其均进行常规MRI平扫和增强扫描,并接受传统颅内肿瘤切除术,女30例,男24例;年龄20~67岁,平均年龄(53.54±4.55)岁,脑膜瘤16例,胶质瘤31例,转移瘤7例。各组一般资料比较无统计学差异($P>0.05$)。

1.2 方法

1.2.1 检查方法 用3.0T超导型磁共振扫描系统进行相关检查,最大梯度切换率及最大梯度场强分别为150T/(m·s)、40Tm/m,均选择标准8通道颅脑专用线圈。患者在检查床上取仰卧位,头部先进,两侧上肢放置在躯体两侧,用软海绵填塞固定头颅,指导患者平静呼吸,检查期间保持头部不动。首先予以三平面定位,予以常规横轴位和矢状位T₁加权成像、T₂加权成像和横轴位的T₂-液体衰减反转恢复序列平扫。再进行弥散加权成像、DTI扫描,DTI扫描参数:回波时间为85ms,重复时间为4600ms,视野为224mm×224mm,矩阵为512×512,激励次数为2,弥散敏感系数b值为0s/mm²、1000s/mm²,层间距为0mm,层厚为2.9mm,扫描参数为35~40层,扫描时间为317s。之后

再予以横轴位、冠状位和矢状位的T₁加权成像的增强扫描,增强扫描对比剂选择马根维显,在肘前静脉注入0.2mL/kg,流速3mL/s。

1.2.2 DTI数据处理 扫描完成后,收集DTI扫描的原始数据并上传至相关处理工作站,用软件包进行图像分析和重建。取肿瘤所在层面,用图像矫正功能予以衡量、翻译和修剪,调节阈值设定和降噪处理。用内插方法和平行处理,提高图像分辨率。自动重组得到表观弥散系数图(ADC)和各向异性分数图(FA),测定肿瘤旁白质区、对侧正常白质区、肿瘤实质区的ADC值及FA值,并计算相对ADC(rADC)值和相对FA(rFA)值。

1.2.3 神经导航系统的术中融合 在神经导航系统软件中导入光盘数据,创建三维模型,将DTI和MRI影像融合,进行Fiber Tracking模式,在此融合图像上将病变周围标记为感兴趣区。将病变和周围传导束进行三维重建,按照建模结果初步观察病灶位置、病灶和周围纤维束的关系和其标记点位置。安装头架,将体位摆好,头部固定,将影像上标记点和患者标记点三维图形进行融合。

1.3 观察指标 比较不同颅内肿瘤患者,良性与恶性肿瘤患者肿瘤实质区ADC值、rADC值、FA值、rFA值,恶性肿瘤患者瘤周白质区和对侧正常白质区ADC值、rADC值、FA值、rFA值。分析对照组和试验组手术肿瘤切除率、术后致残率(术后肌力较术前降低或偏瘫)及术后新发运动功能障碍率(失语发生情况)。

1.4 统计学分析 数据处理选用SPSS 18.0软件包,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,三组间比较用方差分析,两组间用t检验比较,计数资料用[n(%)]表示,用连续校正或 χ^2 检验比较, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同肿瘤类型肿瘤实质区ADC值、rADC值、FA值、rFA值分析 脑膜瘤组肿瘤实质区ADC值、rADC值、FA值、rFA值均高于胶质瘤组及转移瘤组($P<0.05$),胶质瘤组ADC值、rADC值低于转移瘤组($P<0.05$);胶质瘤组与转移瘤组FA值及rFA值比较无统计学差异($P>0.05$),见表1。

表1 不同肿瘤类型肿瘤实质区ADC值、rADC值、FA值、rFA值分析($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	ADC值	rADC值	FA值	rFA值
脑膜瘤组	34	6.85±0.81	1.70±0.13	0.21±0.03	1.06±0.08
胶质瘤组	38	2.84±0.33 ^a	0.69±0.01 ^a	0.13±0.02 ^a	0.47±0.03 ^a
转移瘤组	28	4.01±0.47 ^{a,b}	1.22±0.09 ^{a,b}	0.11±0.01 ^a	0.49±0.06 ^a
F		458.417	1141.586	187.161	1077.980
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:^a表示与脑膜瘤组相比,差异具有统计学意义($P<0.05$);^b表示与胶质瘤组相比,差异具有统计学意义($P<0.05$)。

2.2 良性肿瘤组与恶性肿瘤组肿瘤实质区ADC值、rADC值、FA值、rFA值分析 良性肿瘤组ADC值、rADC值、FA值、rFA值高于恶性肿瘤组($P<0.05$),见表2。

2.3 恶性肿瘤瘤周白质区、对侧正常白质区ADC值、rADC值、FA值、rFA值分析 恶性肿瘤瘤周白质区rADC值高于对侧正常白质区($P<0.05$),FA值、rFA值低于对侧正常白质区

($P<0.05$), 恶性肿瘤瘤周白质区与对侧正常白质区ADC值比较无统计学差异($P>0.05$), 见表3。

表2 良性肿瘤组与恶性肿瘤组肿瘤实质区ADC值、rADC值、FA值、rFA值分析($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	ADC值	rADC值	FA值	rFA值
良性肿瘤组	34	6.85±0.81	1.70±0.13	0.21±0.03	1.06±0.08
恶性肿瘤组	66	3.34±0.39	0.91±0.04	0.12±0.02	0.47±0.04
t		29.310	45.543	17.883	49.281
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表3 恶性肿瘤瘤周白质区、对侧正常白质区ADC值、rADC值、FA值、rFA值分析($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	ADC值	rADC值	FA值	rFA值
瘤周白质区	66	6.71±0.81	7.71±0.94	0.24±0.03	0.33±0.04
对侧正常白质区	66	6.83±0.73	1.03±1.05	0.35±0.05	1.07±0.11
t		0.894	38.508	15.326	51.362
P		0.373	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 对照组和试验组肿瘤切除率、术后致残率及术后新发运动功能障碍率分析 试验组肿瘤切除率高于对照组($P<0.05$), 术后致残率低于对照组($P<0.05$), 两组术后新发运动功能障碍率比较无统计学差异($P>0.05$), 见表4。

表4 对照组和试验组肿瘤切除率、术后致残率及术后新发运动功能障碍率分析[n(%)]

组别	例数	肿瘤切除率	术后致残率	术后新发运动功能障碍率
对照组	54	37(68.52)	11(29.73)	8(72.73)
试验组	100	84(84.00)	6(6.00)	6(6.00)
χ^2		4.114	5.983	2.316
P		0.043	0.014	0.128

3 讨论

近年来颅内肿瘤的发病率呈上升趋势, 颅内肿瘤多见于脑膜瘤、胶质瘤和转移瘤, 脑膜瘤存在周围白质“挤压征”、宽基底与脑膜相连等脑外肿瘤特点。转移瘤的周围水肿较明显, 多属多发脑肿瘤, 但临床也可见单发颅内转移瘤, 其周围水肿轻, 呈环形强化, 难以与高级别胶质瘤区分。有研究报道, 微囊型脑膜瘤容易在大脑凸面发生, 瘤周容易发生水肿, 占位效应明显, 增加与高级别胶质瘤的鉴别难度^[6]。以上三种颅内肿瘤的处理方案有明显差异, 因此术前准确鉴别对临床方案的制定有重要指导作用。

MRI有扫描速度快、分辨率高、多方位成像、无辐射等特点, 常规MRI平扫和增强扫描在颅内疾病诊断中有一定作用, 但对于占位性病变不典型者的定性诊断有较高难度^[7]。DTI为新型的影像学检查模式, 具有无创性, 能够从平面和三维角度显示病灶, 清晰反映脑内白质纤维束, 在反映肿瘤周围白质纤维束走行, 肿瘤和纤维束关系等方面有独特优势^[8]。ADC值、FA值为DTI中最常用的参数值, 其中ADC值可反映分子弥散阻力及水平, 且与分子弥散的大小呈正相关, 细胞外间隙缩小, 可影响弥散, 降低ADC值。FA值能够反映水分子扩

散方向, FA值越低提示细胞密集程度较小。相关研究报道, ADC值及FA值在肿瘤诊断和鉴别诊断中有重要作用^[9]。龚军伟等^[10]研究也表明, ADC值及FA值与肿瘤恶性程度有明显相关性, FA值能够反映肿瘤血管分布及细胞增殖程度。有研究指出, DTI在颅内肿瘤诊断和鉴别诊断中有一定优势^[11]。良性脑膜瘤可引起血液回流异常, 导致水肿, 胶质瘤周边水肿区有散在肿瘤细胞浸润, 又有毛细血管和间质水肿。传统MRI仅可显示瘤周水肿, 无法区别肿瘤浸润所致水肿和血管源性水肿, 可影响ADC值和FA值测定。rADC值、rFA值能够排除恶性肿瘤血管源性水肿对ADC值和FA值的影响, 提高结果的可靠性。

本研究结果显示, 脑膜瘤FA、rFA值明显高于转移瘤与胶质瘤($P<0.05$), 但转移瘤与胶质瘤的FA、rFA值则无显著差异, 脑膜瘤ADC值、rADC值又明显高于胶质瘤和转移瘤($P<0.05$), 提示DTI检查在颅内肿瘤鉴别上有一定作用。考虑与脑膜瘤细胞密度高, 异性程度明显增加有关, 因此FA、rFA值、ADC值及rADC值较高。胶质瘤有多坏死囊变表现, 细胞密度显著降低, 导致局部细胞结构受到破坏, 加上水肿和肿瘤细胞可进入纤维束轴突, 加快各个方向的水分子弥散, 降低各项异性程度, 因此FA值较脑膜瘤低^[12]。另外本研究结果显示, 恶性肿瘤组FA值及rFA值、ADC值及rADC值均低于良性肿瘤组, 提示DTI能够利于颅内良、恶性肿瘤的鉴别, 分析原因为恶性肿瘤的恶性程度高, 细胞生长速度快, 可减小细胞外间隙, 导致水分子弥散受限, 因此降低ADC值和FA值。

有研究发现, 胶质瘤可有非增强及增强区域, 瘤周水肿区域也可发生肿瘤性胶质细胞^[13]。调查研究报道, 肿瘤切除范围过大可能导致白质纤维束受损, 引起多种神经功能障碍, 肿瘤切除范围过小则可增加肿瘤复发率^[14]。临床准确判断胶质瘤浸润程度能为手术计划和放疗靶定位提供有利参考。研究表明, 胶质瘤能够随脑白质纤维束发生浸润性生长, 通过白质纤维束能够进一步判断肿瘤浸润范围^[15]。已有研究指出, DTI中的参数值可对肿瘤浸润程度进行定量分析^[16]。本研究中, 瘤周白质

(下转第 50 页)

区的rADC值高于对侧正常白质区,FA值、rFA值则较对侧正常白质区低,提示DTI中rADC值、FA值、rFA值在对侧正常白质区和瘤旁白质区中存在特异性,从而能够对肿瘤浸润程度进行量化判断。考虑与肿瘤细胞可增加细胞有丝分裂、细胞增殖及坏死等反应的兴奋性,增加rADC值,另外恶性肿瘤对周围正常白质结构有一定影响,从而降低FA值、rFA值^[17]。

手术切除是颅内肿瘤的主要治疗手段,但其手术难度较大,既往研究报道,脑功能区肿瘤的手术切除率较低,容易导致神经纤维束受损,引起不可逆损伤,并有较高的致残率^[18]。常规MRI扫描难以反映肿瘤周边白质纤维束的走行及形态。临床研究报道,DTI能够增加肿瘤切除范围,并保护神经功能^[19]。神经导航技术能够三维显示正常头颅和病灶,且可在术中进行实时监控,最大程度提高手术效果。聂柳等^[20]的研究表明,神经导航技术结合DTI能够尽可能地保护纤维束,提高肿瘤切除的安全性和患者生存质量。本研究发现,神经导航技术结合DTI治疗患者的肿瘤全切率显著较高($P<0.05$),术后致残率较低,证实二者结合能够增加手术切除范围,降低并发症发生。尽管神经导航技术结合DTI术后新发运动功能障碍率低于传统切除组,但组间无显著差异,可能与观察样本例数较少有关。

综上所述,DTI检查是脑膜瘤、胶质瘤及转移瘤鉴别诊断的有效方式,能够反映恶性肿瘤的浸润程度,为手术切除范围提供参考依据。

参考文献

[1]Hirshman B R,Wilson B R,Ali M A,et al.Cumulative intracranial tumor volume augments the prognostic value of diagnosis-specific graded prognostic assessment model for survival in patients with melanoma cerebral metastases[J].Neurosurgery, 2018, 83(2): 237-244.
[2]吴亚平,刘博,顾建钦,等.基于影像组学的脑胶质瘤分级方法[J].中华放射学杂志,2017, 51(12): 902-905.
[3]陶乙宣,范国光.磁共振扩散张量成像技术在脑肿瘤手术前后的临床应用

价值[J].临床放射学杂志,2017, 36(6): 775-778.
[4]郭小华.MRI在脑膜瘤诊断中的研究[J].中国CT和MRI杂志,2017, 15(10): 21-23.
[5]张格,陈旺生,陈峰,等.磁共振多模态影像在脑胶质瘤诊断及分级中的应用效果分析[J].中国CT和MRI杂志,2020, 18(2): 48-51.
[6]李智.脑膜瘤的组织病理学诊断与鉴别诊断要点[J].广东医学,2017, 38(24): 3713-3719.
[7]张骏,廖凯兵,张荣,等.MSCT与MRI在诊断原发性颅脑肿瘤中的应用价值比较[J].中国CT和MRI杂志,2019, 17(8): 8-10, 75.
[8]Skogen K,Schulz A,Helseth E,et al.Texture analysis on diffusion tensor imaging: Discriminating glioblastoma from single brain metastasis[J].Acta Radiol,2019, 60(3): 356-366.
[9]刘俊华.3.0T磁共振弥散张量成像在胶质瘤切除术中的应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2016, 14(1): 30-32.
[10]龚军伟,罗天友,吴少平,等.瘤周水肿区扩散张量成像定量参数在胶质瘤分级中的诊断价值[J].中国医学影像学杂志,2018, 26(2): 12-15, 19.
[11]Takahashi S,Takahashi W,Tanaka S,et al.Radiomics analysis for glioma malignancy evaluation using diffusion kurtosis and tensor imaging[J].Int J Radiat Oncol Biol Phys,2019, 105(4): 784-791.
[12]陈康胤,陈镜聪,马伟琼,等.扩散张量成像(DTI)技术在脑部恶性肿瘤中的应用价值[J].国际医药卫生导报,2019, 25(18): 3080-3082.
[13]高振辉.磁共振DTI、DTT在脑胶质瘤诊断和分级中的应用及与病理分级的相关性研究[J].中西医结合心脑血管病杂志,2018, 16(1): 98-101.
[14]Thompson E M,Bramall A,Herndon J E 2nd,et al.The clinical importance of medulloblastoma extent of resection: A systematic review[J].J Neurooncol,2018, 139(3): 523-539.
[15]Tun B,Ingallhalikar M,Parker D,et al.Individualized Map of white matter pathways: connectivity-based paradigm for neurosurgical planning[J].Neurosurgery,2016, 79(4): 568-577.
[16]陈伟强,彭国毅,杨金华,等.磁共振张量成像技术在脑胶质瘤手术中的应用[J].中国煤炭工业医学杂志,2016, 19(7): 945-947, 948.
[17]陈珊红,张杨贵,谭学渊,等.扩散张量成像(DTI)技术在脑部恶性肿瘤中的应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2018, 16(11): 11-13, 153.
[18]Mousli A,Bihin B,Gustin T,et al.Surgical bed stereotactic radiotherapy of brain metastases: Clinical outcome and predictors of local and distant brain failure[J].Cancer Radiother,2020, 24(4): 298-305.
[19]陆笑非,杨述根,傅家庆,等.弥散张量成像引导脑功能区胶质瘤手术的价值研究[J].医学影像学杂志,2017, 27(7): 1225-1228.
[20]聂柳,邢孔学,刘兴吉,等.神经导航结合DTI技术在切除大脑功能区肿瘤的应用[J].中国实验诊断学,2017, 21(5): 802-805.

(收稿日期: 2020-12-18)