

· 临床研究 ·

DTI 融合神经导航技术在 17 例脑肿瘤术前计划中的应用

汪桦¹, 鲁晓杰², 蔺玉昌², 缪亦锋^{2△}

(南京医科大学附属无锡第二医院:1. 影像科;2. 脑科中心, 江苏 214002)

摘要:目的 探讨磁共振弥散张量成像(DTI)融合神经导航技术在脑肿瘤术前计划中的作用。方法 采用 DTI-神经导航图像融合技术对 17 例脑肿瘤患者实施神经导航手术。结果 DTI-神经导航图像配准融合结果良好, 融合图像成功用于 17 例脑肿瘤神经导航, 其中 5 例(29%)患者进行了皮质切口改良, 11 例(65%)患者肿瘤切除范围进行了重新设定。术后 13 例(76%)患者术前症状好转, 生存质量提高。结论 DTI 磁共振图像在神经导航中的配准融合, 为颅脑病变术前制订手术计划、术中保护正常脑功能及为脑功能研究提供了有力的工具。

关键词:磁共振成像; 神经导航; 脑肿瘤; 术前计划

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2011.01.020

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2011)01-0046-03

Application of trajectories of fibre tracts by DTI technique in pre-surgical planning of brain tumors

Wang Hua¹, Lu Xiaojie², Lin Yuchang², Miu Yifeng^{2△}

(1. Department of Image; 2. Department of Brain, Affiliated Wuxi Second Hospital,

Nanjing Medical University, Jiangsu, Wuxi 214002, China)

Abstract: Objective To evaluate the possible identification of trajectories of fibre tracts by DTI technique. **Methods** Seventeen brain neoplasms patients were prospectively and consecutively studied. All the patients were clinically assessed by a neurologist in both pre- and post-surgical phases. **Results** The trajectories were considered suitable for surgical planning if there were no interruptions of any of the layers at the level of the lesion. The assessment of the 11 visualised trajectories close to the tumour resulted in a modification of the surgical approach to corticotomy in five patients (29%); the impact on the definition of the resection margins during surgery was 65% (11 cases). In 13 cases (76%), the symptoms had been improved. **Conclusion** Our study shows that MR-tractography provides the neurosurgeon with a new anatomical view that has an impact on the surgical resection planning for brain neoplasms.

Key words: magnetic resonance imaging; neuronavigation; brain neoplasms; pre-surgical planning

磁共振弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是目前在活体上测量水分子弥散运动与成像的惟一方法, 能清晰显示脑白质结构, 尤其是锥体束、胼胝体、视放射、基底节内外囊、脑白质半卵圆中心以及放射冠等主要的白质纤维^[1-3]。本研究将显示白质传导束的 DTI 影像与显示大体解剖结构的 MRI 导航序列影像相融合, 对脑肿瘤进行术前计划, 并与常规手术计划相比较, 探讨 DTI 融合神经导航技术的临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2008 年 9 月至 2009 年 9 月脑肿瘤患者 17 例, 其中男 10 例, 女 7 例, 年龄 19~73 岁, 平均(43±12)岁。肿瘤部位: 右侧 10 例, 左侧 7 例; 额叶 5 例, 顶叶 4 例, 额顶叶 2 例, 颞顶叶 2 例, 颞叶 2 例, 枕叶 1 例, 基底节区 1 例。所有患者均被告知治疗情况, 并自愿参加实验。同时选择 2007 年 8 月至 2008 年 8 月常规手术患者 17 例作为对照, 其中男 9 例, 女 8 例, 年龄 17~74 岁, 平均(42±14)岁。肿瘤部位: 右侧 11 例, 左侧 6 例; 额叶 6 例, 顶叶 6 例, 额顶叶 3 例, 颞顶叶 2 例。

1.2 DTI 扫描及图像重建 采用 Signa EXCITE 磁共振成像设备, DTI 扫描参数: TR 9 000 ms, TE 84 ms, 27 层, 层厚 5 mm, Dist factor 10%, 扫描野(FOV)为 230 mm×230 mm, 成像像素 1.8 mm×1.8 mm×3 mm, 信噪比 1。使用 Leonardo-

syngo 工作站生成各向异性分数(FA)、FA-color、平均扩散系数(ADC)等参数图。根据横轴位 FA 图或弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)横轴位像上的内囊后支前 2/3、大脑脚、延髓水平标记兴趣区(region of interest, ROI)获得肿瘤与纤维束关系图, 以 DICOM 格式保存。

1.3 DTI 融合神经导航数据处理 手术前 1 d, 患者头皮粘贴标志点, 进行导航结构像(T1)扫描。将 T1、DTI 和含有标志区的 DWI 图(均为 DICOM 格式)经医院 PACS 系统传输到 ASA-610V 神经导航工作站, 以线性融合方式分别与导航 T1 结构像进行配准融合, 获得含有纤维束与肿瘤界面标志区的 T1 融合像及 FA 等 DWI 参数融合图像。

1.4 脑肿瘤术前计划 术前根据 DTI 融合神经导航图像设计手术入路及皮质切口, 同时描绘出肿瘤切除的边界。其中皮质切口和肿瘤预测切除边界作为两个独立因素, 被用于评估 DTI 融合神经导航技术对神经外科医生术前计划的精确性。

1.5 临床评价及随访 所有患者在术前、术后 1 个月进行临床评估, 尤其关注涉及到锥体束、视放射及弓状束的症状。应用改良 NIHSS 评分量表评估患者功能: 运动得分 0~3 分(0 分: 无障碍, 1 分: 轻度运动障碍, 2 分: 重度运动障碍, 3 分: 肢体完全不能动); 视力得分 0~2 分(0 分: 无障碍, 1 分: 不全性

△ 通讯作者, 电话: (0510)82727501; E-mail: yifengmwx@hotmail.com。

偏盲,2分:完全偏盲);语言得分0~2分(0分:无障碍,1分:轻度失语,2分:重度失语)。术后3~6个月采用信访、电话或门诊随访方式,应用Karnofsky生存质量预后评分表(KPS)评价患者生存质量。所有患者均由同一神经外科医师评分,并根据评分评级为:症状恶化、平稳、好转。

1.6 统计学处理 应用SPSS13.0统计软件进行统计分析,组间频数应用卡方检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.2 肿瘤病理学结果 DTI-导航组中12例神经上皮性肿瘤,根据WHO病理分级:I级1例,II~III级9例,IV级2例;3例脑转移性肿瘤,2例原发性中枢神经淋巴瘤。对照组中13例神经上皮性肿瘤,根据WHO病理分级:I级1例,II~III级10例,IV级2例;4例脑转移性肿瘤。

2.2 手术疗效分析 术后1个月随访发现DTI-导航组中1例患者出现不全性感觉性失语,3例患者症状无明显改善,13例患者术后1个月纤维束症状好转,应用改良NIHSS评分量表评估患者功能,症状好转13例(76%),平稳3例(18%),恶化1例(6%)。术后生存质量评分大于或等于70分15例(88%)。对照组中2例患者出现不全性运动性失语,1例患者出现不全性感觉性失语,2例患者术后出现偏瘫,4例患者症状无明显改善,8例患者术后1个月纤维束症状好转,改良NIHSS评分量表评估患者功能,症状好转8例(47%),平稳4例(24%),恶化5例(29%)。术后生存质量评分大于或等于70分11例(65%),见表1。

表1 DTI融合神经导航技术辅助脑肿瘤切除术疗效分析[n(%)]

组别	NIHSS评分评级			术后生存质量 大于或等于70分
	好转	平稳	恶化	
DTI-导航组	13(76)*	3(18)	1(6)*	15(88)#
对照组	8(47)	4(24)	5(29)	11(65)

*: $P<0.01$,#: $P<0.05$,与对照组比较。

2.3 DTI融合神经导航技术对术前计划的影响 所有患者的症状与纤维束相关,根据DTI-融合神经导航,共观察到25束纤维束与肿瘤相关,相比常规根据术前常规增强MRI影像设计手术入路及皮质切口,DTI-导航组中有5例(29%)患者的皮质切口进行了改良,11例(65%)患者的肿瘤切除范围进行了重新定义,其中3例同时进行了皮质切口改良和肿瘤切除范围重新定义,共13例(76%)患者通过DTI-FT融合神经导航技术进行了术前计划改良。

3 讨论

本研究应用DTI融合神经导航技术观察到25束纤维束与肿瘤相关。与传统术前常规检查相比,对5例(29%)患者的皮质切口进行了改良,11例患者的肿瘤切除范围进行了重新定义。术后13例(76%)患者症状好转,平稳3例(18%),恶化1例(6%)。对照组症状好转8例(47%),平稳4例(24%),恶化5例(29%)。DTI-导航组手术疗效优于对照组。

DTI成像是目前在活体上测量水分子弥散运动与成像的惟一方法^[4-5],最常用的主要包括DWI和DTI^[6]。DTI可显示脑白质神经传导束更精确的微观结构,同时还可分辨不同神经

传导束和纤维投射方向。解剖学的对照研究证实^[7],DTI可以清晰地准确地描绘脑白质内主要神经纤维束的生理解剖图谱,包括:(1)联络纤维,如弓形纤维、上纵束、下纵束、钩束和扣带束等;(2)连合纤维,如胼胝体和前连合等;(3)投射纤维,如内囊、外囊、放射冠、锥体束、内囊、听放射、视放射以及一些锥体外系传导束等。

由于DTI影像的特殊性,融合神经导航对于立体判断神经纤维束起到了重要作用。传统方法主要是用MRI或皮质电刺激进行灰质成像以达到手术定位的目的,不仅不能进行白质成像,准确性较差,而且手术时间长,术野暴露过大。DTI解决了这一关键难题,在DTI影像上,由于锥体束等白质纤维传导束密集,呈现显著的高信号影。通过DTI和导航序列影像的融合、三维重建及各向分割,在矢状位、冠状位和水平位均可表现出特征性的高信号的束状结构,从而准确判定锥体束的结构、走行、移位以及与邻近肿瘤的空间毗邻。DTI导航术中,在判别肿瘤边界的同时,还可以准确定位邻近的锥体束。肿瘤切除和锥体束功能结构的保存在影像学上得到定量,手术切除范围可以更加充分。因此,可最大限度地切除肿瘤,保存邻近锥体束。

虽然胶质瘤的研究包括肿瘤干细胞^[8]、分子靶向治疗^[9]、新型化疗药物^[10-11]的发明等进展很快,但是根据术前肿瘤影像学设计手术入路及皮质切口,最大范围切除肿瘤及最大可能保留神经功能仍是脑胶质瘤治疗的基本方法。但是由于神经解剖的复杂性,最广泛的切除颅内肿瘤同时最大化的保留神经功能一直是神经外科医师追求的境界^[12]。磁共振弥散张量成像-纤维追踪(DTI-FT)技术能够显示纤维束与肿瘤的关系,目前被认为在神经外科手术术前计划中非常重要。但是融合DTI-FT的功能神经导航同样存在脑漂移问题^[13],因此,前期工作主要侧重于DTI融合神经导航技术在脑肿瘤术前计划中的作用。本研究以手术皮质切口和肿瘤预测切除边界作为两个独立因素来判断术前计划,发现DTI融合神经导航技术与常规影像术前计划相比,DTI融合神经导航技术能给神经外科医生提供关于神经纤维束丰富的信息,对于术前设计合理的手术切口、判断肿瘤切除范围、针对性家属谈话等方面起到明显作用,从而可以明显提高脑肿瘤手术疗效和患者术后生存质量。

随着神经电生理^[14]、神经三维B超^[15]、术中MRI^[16]等技术的发展,DTI融合神经导航技术在术中实时指导手术将使手术更加精确,也是此领域进一步研究的方向。

参考文献:

- [1] Sugiyama K, Kondo T, Oouchida Y, et al. Clinical utility of diffusion tensor imaging for evaluating patients with diffuse axonal injury and cognitive disorders in the chronic stage[J]. J Neurotrauma, 2009, 26(11): 1879-1890.
- [2] Takahashi T, Sato N, Ota M, et al. Asymmetrical inter-hemispheric fiber tracts in patients with hemimegalencephaly on diffusion tensor magnetic resonance imaging [J]. J Neuroradiol, 2009, 36(5): 249-254.
- [3] Yen PS, Teo BT, Chiu CH, et al. White matter tract in-

- volvement in brain tumors: a diffusion tensor imaging analysis[J]. *Surg Neurol*, 2009, 72(5): 464-469.
- [4] Chen X, Weigel D, Ganslandt O, et al. Diffusion tensor imaging and white matter tractography in patients with brainstem lesions[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2007, 149(11): 1117-1131.
- [5] Krishnan AP, Asher IM, Davis DP, et al. Evidence that MR diffusion tensor imaging (tractography) predicts the natural history of regional progression in patients irradiated conformally for primary brain tumors[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2008, 71(5): 1553-1562.
- [6] 晏怡, 邓朝霞, 唐文渊, 等. 脑胶质瘤与非胶质来源肿瘤脑浸润的量化比较[J]. *重庆医学*, 2010, 39(1): 13-15.
- [7] Burgel U, Madler B, Honey CR, et al. Fiber tracking with distinct software tools results in a clear diversity in anatomical fiber tract portrayal[J]. *Cen Eur Neurosurg*, 2009, 70(1): 27-35.
- [8] 王彬, 杨辉. 脑肿瘤干细胞研究进展[J]. *重庆医学*, 2009, 38(2): 216-218.
- [9] 江涛, 王忠诚. 脑胶质瘤的分子靶向治疗[J]. *中华神经外科杂志*, 2007, 23(9): 641-642.
- [10] Norden AD, Drappatz J, Wen PY. Antiangiogenic therapies for high-grade glioma[J]. *Nat Rev Neurol*, 2009, 5(11): 610-620.
- [11] 张春华, 周文斌, 唐海源. 脑胶质瘤病 4 例临床分析[J]. *海南医学*, 2009, 20(7): 105-106.
- [12] 冯兵, 林志雄. 脑胶质瘤侵袭特征与临床应用[J]. *中华神经外科杂志*, 2007, 23(7): 558-560.
- [13] Wu JS, Zhou LF, Tang WJ, et al. Clinical evaluation and follow-up outcome of diffusion tensor imaging-based functional neuronavigation: a prospective, controlled study in patients with gliomas involving pyramidal tracts[J]. *Neurosurgery*, 2007, 61(5): 935-948.
- [14] Duffau H. Contribution of cortical and subcortical electrostimulation in brain glioma surgery: methodological and functional considerations[J]. *Neurophysiol Clin*, 2007, 37(6): 373-382.
- [15] Rygh OM, Selbekk T, Torp SH, et al. Comparison of navigated 3D ultrasound findings with histopathology in subsequent phases of glioblastoma resection[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2008, 150(10): 1033-1041.
- [16] Senft C, Franz K, Ulrich CT, et al. Low field intraoperative MRI-guided surgery of gliomas: a single center experience[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2010, 112(3): 237-243.

(收稿日期: 2010-02-10 修回日期: 2010-05-15)

(上接第 45 页)

且有时为坏死组织, 为取得足够的满意的组织送病检往往需多次穿刺活检。活检过程中由于操作的影响, 常出现术中疼痛甚至中、重度疼痛, 使患者无法配合坚持完成第 2 次活检, 导致送检组织太少, 活检阳性率降低, 因此, 充分止痛使患者配合坚持完成第 2 次活检有重要的意义, 国外有研究提示苯二氮卓类或双氯芬酸辅助布比卡因阻滞麻醉可以减轻前列腺活检术所致疼痛, 活检术前充分止痛正在引起大家的重视^[2-3]。

超前镇痛即在疼痛出现之前进行预防治疗, 旨在手术创伤前阻断疼痛传递通路, 减轻手术疼痛, 阿片类药物为常用药物之一^[4]。布桂嗪为阿片类药物, 镇痛作用为吗啡的 1/3, 一般注射 10 min 见效, 偶有恶心或头晕、困倦等, 停药后即消失。据国内报道, 连续使用布桂嗪可致耐受和成瘾, 故不可滥用。而本组中无 1 例出现呼吸抑制及成瘾。由于仅是短时间使用, 且布桂嗪的成瘾性及不良反应比吗啡明显少且轻, 所以, 作者选择布桂嗪而不是吗啡用于术中预防止痛。本研究结果显示, 治疗组中、重度疼痛发生率为 10.00%, 对照组的中、重度疼痛发生率为 32.26%, 两组比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。说明布桂嗪能有效地预防肝、肺穿刺活检术中发生的中、重度疼痛。而两组不良反应比较差异无统计学意义。疼痛的缓解对于顺利完成穿刺活检有重要的意义, 剧烈的疼痛给患者造成身心痛苦, 甚至造成挫折感, 使患者对治疗失去信心^[5]。

综上所述, 布桂嗪对肝肺穿刺活检术所致疼痛有较好的预防止痛效果, 且起效较迅速、安全, 为肝肺穿刺活检术提供了一个好的减轻疼痛方法, 值得推广应用。

参考文献:

- [1] 孙燕, 周际昌. 临床肿瘤内科手册[M]. 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 1996: 30.
- [2] Aktoz T, Kaphan M, Turan U. 'Multimodal' approach to management of prostate biopsy pain and effects on sexual function: efficacy of levobupivacaine adjuvant to diclofenac-sodium-a prospective randomized trial[J]. *Andrologia*, 2010, 42(1): 35-40.
- [3] Montoliu Gracia A, Escudero JJ, Fabuel Detoro M. Tolerance of prostate biopsy with use of local anesthesia and benzodiazepines: a randomized, prospective study[J]. *Actas Urol Esp*, 2010, 34(1): 43-50.
- [4] 胡艳君, 魏安宁, 刘怀清. 超前镇痛对手术后疼痛影响的研究进展[J]. *重庆医学*, 2007, (36): 362-365.
- [5] 陈常德. 疼痛患者的心理分析和治疗对策[J]. *华北煤炭医学院学报*, 2002, 36(4): 475.

(收稿日期: 2010-03-18 修回日期: 2010-05-09)