

· 临床研究 ·

Leksell 三维手术计划系统联合 3.0T MRI 辅助丘脑底核脑深部电刺激手术

杨岸超, 马羽, 刘焕光, 陈宁, 张凯, 孟凡刚, 葛明, 张建国

【摘要】目的 探讨 Leksell 三维手术计划系统 (Leksell SurgiPlan System) 联合 3.0T MRI 辅助丘脑底核脑深部电刺激 (STN-DBS) 进行靶点定位的应用价值和临床经验。方法 回顾性分析 121 例采用 STN-DBS 治疗的运动障碍疾病病人的临床资料。应用 3.0T MRI 和 Leksell 手术计划系统进行 STN 靶点定位, 术中采用微电极记录 (MER) 和电刺激, 观察病人症状改善及副反应发生情况以判断靶点定位的准确性。结果 共植入 217 根电极 (左侧 111 根, 右侧 106 根), 其中 150 根 (69.1%) 一次成功性定位准确。共用 MER 针道 296 道, 每植入 1 根电极平均需要 1.36 针道, 针道更换率为 26.7%。术后出现额叶血肿 1 例, 二次手术拔除电极后恢复。67 例 (125 侧) 病人复查头部 MRI, 电极位置满意者 64 例 (122 侧), 电极位置改变 3 例, 二次手术后症状改善。结论 Leksell 手术计划系统加 3.0T MRI 进行 STN 靶点定位, 与 MER 符合率高, 准确性强, 能够提高手术质量, 减少针道更换率, 降低手术风险。

【关键词】 运动障碍; Leksell 手术计划系统; 磁共振成像; 脑深部电刺激; 丘脑底核

中图分类号: R651.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-122X(2011)02-0056-04

Target positioning in subthalamic nucleus-deep brain stimulation by the aid of Leksell SurgiPlan System combined with 3.0T MRI

Yang Anchao¹, Ma Yu², Liu Huanguang¹, Chen Ning¹, Zhang Kai¹, Meng Fangang², Ge Ming¹, Zhang Jianguo¹

1. Department of Neurosurgery, Tiantan Hospital, 2. Beijing Neurosurgical Institute, Capital Medical University, Beijing 100050, China

Abstract: Objective To investigate the application value of and clinical experiences in target positioning in subthalamic nucleus-deep brain stimulation (STN-DBS) by the aid of Leksell SurgiPlan System combined with 3.0T MRI. **Methods** The clinical data of 121 patients with movement disorders who underwent STN-DBS were analyzed retrospectively. Leksell SurgiPlan System combined with 3.0T MRI was used to target the location of STN. Microelectrode recording (MER) and electric stimulation were performed in the operation, and the symptom improvement and side reaction were observed in order to estimate the accuracy of target positioning. **Results** Two hundred and seventeen STN stimulating electrodes were implanted including 111 electrodes in the left side and 106 in the right side. One hundred and fifty STN stimulating electrodes (69.1%) were implanted with one-time localization success. Two hundred and ninety-six MER needle passages were used in sum and average 1.36 needle passages were needed to implant one electrode. The rate of needle passage change was 26.7%. Frontal hematoma occurred in one patient who recovered after electrode removal by surgery. Sixty-seven patients (125 sides) were reexamined with head MRI including position satisfaction in 64 patients (122 sides) and position change in 3 who received surgery again and improved. **Conclusions** The combination of Leksell SurgiPlan System and 3.0T MRI for target localization of STN has a high coincidence rate with MER and a high accuracy, can increase the quality of operation and decrease the rate of needle passage change and surgical risk.

Key word: movement disorders; Leksell surgiplan system; magnetic resonance imaging; deep brain stimulation; subthalamic nucleus

1947 年, Spiegel 和 Wycis 应用自制的立体定向头架同时借助 X-线辅助定位完成医学史上首例人立体定向手术治疗运动障碍疾病。1987 年, Redfern^[1]应用丘脑深部电刺激方法治疗运动障碍疾病, 并取得较好的临床疗效。截至 2009 年, 我国已实施脑深部电刺激手术逾 1 600 例^[2]。丘脑底核脑深

部电刺激 (STN-DBS) 已被临床工作证实对帕金森病、肌张力障碍等多种运动障碍疾病有显著疗效。而丘脑底核靶点术中准确定位是完成 STN-DBS 的关键。北京天坛医院 2008 年 4 月-2010 年 4 月采用高场强 3.0T MRI 加 Leksell 手术计划系统辅助 STN-DBS 治疗运动障碍疾病 121 例, 现总结如下。

1 对象与方法

1.1 临床资料 男 67 例, 女 54 例; 年龄 23~72 岁, 平均 52.6 岁。双侧障碍 96 例, 单侧障碍 25 例。帕金森

作者单位: 100050 首都医科大学附属北京天坛医院神经外科 (杨岸超、刘焕光、陈宁、张凯、葛明、张建国), 北京市神经外科研究所 (马羽、孟凡刚)

通信作者: 张建国, Email: zjguo73@126.com

森病 113 例;原发肌张力障碍 6 例,其中 Fahr 综合征 1 例(图 1);继发(药物)肌张力障碍 2 例。电极 Medtronic 公司生产的 3389 型 DBS 电极。

1.2 靶点定位(图 2) 在局麻下安装 Leksell-G 型定向仪框架,要求其框架两侧 Y 轴与 AC-PC 线在颅表的标记线平行,头架前后中线尽量位于矢状线。病人行 3.0T MRI 扫描,扫描条件:轴位 T₁、T₂,层厚 3 mm,间距 0 mm。通过局域网将 MRI 图像传入 Leksell 手术计划系统工作站,三维重建后确定丘脑底核靶点坐标,并设定入颅位置、角度。

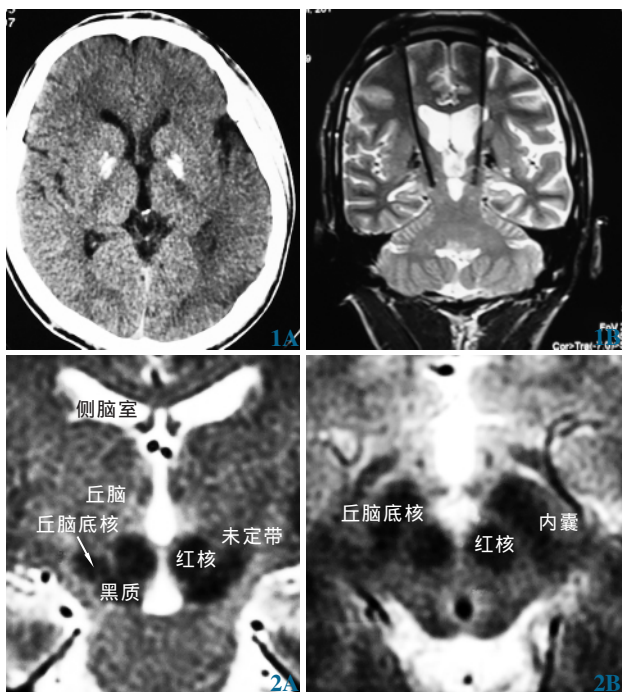


图 1 Fahr 综合征 1A 头部 CT 扫描显示:双侧基底核区大片钙化 1B 双侧 STN-DBS 术后冠状位 MRI 显示:两侧电极针道避开钙化灶,电极位置满意 图 2 丘脑底核 MRI 2A 冠状位 2B 轴位

1.3 手术方法 根据设定的入颅位置切开头皮,钻孔,剪开硬脑膜。按丘脑底核靶点坐标数据安装弧形弓,植入套管针,微推进器辅助缓慢插入 Lead point 291 型微电极进行电生理定位。一般从靶点上方 15 mm 开始记录,直至丘脑底核电信号消失,黑质信号出现。术中认为典型丘脑底核神经元电信号记录 >4 mm 才有意义,否则将重新计算靶点坐标,更换针道。当电生理信号记录满意后,植入 3389 型 DBS 电极,给予术中刺激,观察病人症状缓解情况及有无副反应出现。

2 结 果(表 1)

121 例病人共植入丘脑底核刺激电极 217 根

表 1 121 例运动障碍疾病病人植入电极数及针道数

植入部位	电极数(根)	MER 针道调整次数(n)				MER 针道数(道)
		0	1	2	3	
左侧	111	79	25	7	0	150
右侧	106	71	31	3	1	146

注:针道数 = (n + 1) × 电极数

(左侧 111 根,右侧 106 根);丘脑底核电信号记录长度为 4.6~7.7 mm,平均 (5.8 ± 0.8) mm。其中有 150 根(左侧 79 根,右侧 71 根)一次性定位准确,微电极记录(microelectrode recording, MER)电信号明显,电刺激测试缓解症状明显,占 69.1%;56 根(左侧 25 根,右侧 31 根)更换 MER 针道 1 次;10 根(左侧 7 根,右侧 3 根)更换针道 2 次,1 根(右侧)更换针道 3 次。MER 针道总计 296 道,每植入 1 根电极平均需要 1.36 针道,针道更换率为 26.7%,计算公式:针道更换率 = (总针道 - 总电极数) / 总针道 × 100%。

术后出现同侧额叶血肿(约 40 ml) 1 例,二次手术开颅拔除出血侧电极,血肿清除(图 3),术后经过高压氧、康复等治疗,病人逐渐恢复,术后 18 个月,开机后可以自己步行上下楼。67 例(125 例)病人复查头部 MRI,其中电极位置满意、符合预期的病例 64 例(122 例);对侧肢体症状改善不明显 3 例,复查头部 MRI 显示电极位置改变,低于预定靶点 2 例,高于预定靶点 1 例,行二次手术后症状均改善。

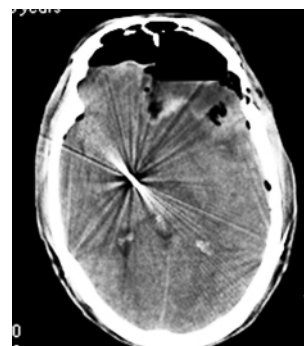


图 3 额叶血肿清除术后 CT 血肿清除,左侧电极已拔除

3 讨 论

脑深部核团的精确定位与先进的神经影像学技术密不可分。最早的立体定向手术是通过 X-线气脑造影显示脑室结构和标志物的相对位置,从而推算脑内结构的大概坐标^[1],定位的准确性难以保证。颅脑 CT 的使用极大地提高了定位的准确性,但

CT 图像分辨率低,医师必须先寻找 AC-PC 连线中点,参考立体定向图谱提供的标准坐标进行靶点定位。这种间接定位方法仍难以保证手术效果。MRI 的出现给立体定向神经外科带来了突破性进展, MRI 可清晰显示脑内核团,实现多靶点可视化^[3]。尽管如此,仍有近 10% 的 1.5T MRI 图像无法清晰显示丘脑底核边界。而高场强 3.0T MRI 图像明显优于前者,在 T₂ 图像、FSEIR 反转序列图像以及 T₂ 反转加权图像上都可清晰地显示丘脑底核^[4-5],能够帮助医师对丘脑底核直接定位(图 2)。

3.1 手术方法 本研究将病人 3.0T MRI 图像传入 Leksell 手术计划系统,通过该系统将 MRI 轴位、矢状位和冠状位图像进行三维重建,使术者在轴位图像进行靶点定位的同时在矢状位、冠状位上也可以看到靶点位置,实现了丘脑底核的直观三维定位。手术要点:①首先在 MRI 轴位图像上选取丘脑底核显示最清晰的层面,作为初始解剖靶点。②然后在重建后的冠状位图像上调整靶点位置使之正好位于丘脑底核中央区,并确定进针角度,最终确定解剖坐标。③当需要调整坐标时,考虑到丘脑底核在冠状切面上呈双凸透镜形、倒“八”字排列,且靶点的 Y 值以红核前缘为界,所以通常较少调整 Y 值,而较多情况是在冠状位图像上观察丘脑底核空间形态,向内或向外调整 X 值,使电极尽量穿过丘脑底核长轴。

3.2 手术疗效和并发症 本组结果显示:Leksell 手术计划系统结合 3.0T MRI 图像定位丘脑底核准确性较高,其中 69.1% 病人的丘脑底核一次性准确定位,通过术中 MER 记录显示,电信号良好,刺激电极测试症状改善明显。因而本组病例针道更换率较低^[6],一般经过 1~2 次的针道调整,都能够找到合适靶点,明显优于二维 MRI 图像定位^[7]。同时避免多次调整针道或反复插入电极的情况,有效降低脑损伤和脑出血的风险。本组术后仅出现症状性脑内血肿 1 例,发生比例远低于国外文献报道^[8]。该例血肿完全位于电极前方的额叶区域,出血原因可能是针道上血管破裂,或是老年病人脑萎缩明显,术中脑脊液释放过多造成脑移位牵拉桥静脉断裂所致。所以对于高龄、既往曾服用阿司匹林等抗凝血药物、怀疑有血管淀粉样变性的病人,应当慎重手术。

MER 功能定位是重要的定位辅助手段^[9-10],记录丘脑底核电信号时特征性非常明显,因此,通过 MER 可以清楚地判定丘脑底核的上下边界。国外有些学者认为 MER 对提高定位准确性的作用不大,并可能会增加术中出血的风险^[11-12]。但本组通过

MER 对 30.9% 的丘脑底核解剖定位进行修正,提高了靶点定位的准确性,且未明显增加脑出血的发生率,所以作者认为 MER 在 STN-DBS 定位中是不可缺少的,这也与国外大多数的观点一致^[13-15]。本组 3 例病人术中丘脑底核信号记录和术中刺激效果都比较满意,但术后症状缓解不明显, MRI 检查发现电极位置改变,可能是在拔除电极内芯时电极向上移位,或是在固定电极时按压塑料帽造成电极向下移位所致。均需手术重新调整电极。最近, Medtronic 公司的新型产品 StimLock 专门用于骨孔处电极的固定,能有效防止电极移位,因操作造成的电极移位会明显减少。

CT 与 MRI 图像融合不仅能够减少后者漂移的误差,而且可以弥补 MRI 图像对钙化组织显示不理想的缺点^[16],这在一些特殊病例中具有重要价值。本组 1 例 Fahr 综合征病人双侧基底核区大片钙化,增加丘脑底核电极植入的难度。术前者将 MRI 与 CT 图像融合,通过 Leksell 手术计划系统,在三维图像上确定丘脑底核坐标并制定最理想的进针路径,避开钙化灶,电极顺利植入双侧丘脑底核(图 1)。术后 8 个月随访,症状显著改善。

Leksell 手术计划系统结合 3.0T MRI 图像定位靶点的方法也有其局限性。立体定向设备固有的系统误差难以避免。术中切开硬脑膜后脑脊液流失、向下植入记录电极或刺激电极时的压力造成脑移位,都会降低丘脑底核解剖定位的准确性。这些干扰需要术者精细操作,有时需要凭借丰富的临床经验,有选择地调整靶点位置,并辅以电生理功能定位。3.0T MRI 对苍白球、丘脑腹中间核等靶点的显示不如丘脑底核满意。目前 7.0T MRI 不仅可以清晰显示脑内灰质核团,甚至能够显示白质内的传导纤维。如果将来应用更高场强的 MRI 图像结合 Leksell 手术计划系统定位丘脑底核、苍白球、丘脑腹中间核等靶点,有望进一步提高帕金森病、震颤、肌张力障碍、强迫症、抑郁症等功能性疾病的临床疗效^[17-18]。

【参考文献】

- [1] Redfern RM. History of stereotactic surgery for Parkinson's disease [J]. Br J Neurosurg, 1989, 3(3): 271-304.
- [2] 孟凡刚, 张建国. 我国功能神经外科的过去、现在和未来 [J]. 中国现代神经疾病杂志, 2009, 9(3): 205-208.
- [3] Slavin KV, Thulborn KR, Wess C, et al. Direct visualization of the human subthalamic nucleus with 3T MR imaging [J]. Am J Neuroradiol, 2006, 27(1): 80-84.
- [4] Hamani C, Richter EO, Andrade-Souza Y, et al. Correspon-

- dence of microelectrode mapping with magnetic resonance imaging for subthalamic nucleus procedures [J]. *Surg Neurol*, 2005, 63(3): 249-253.
- [5] Danish SF, Jaggi JL, Moyer JT, *et al.* Conventional MRI is inadequate to delineate the relationship between the red nucleus and subthalamic nucleus in Parkinson's disease [J]. *Stereotact Funct Neurosurg*, 2006, 84(1): 12-18.
- [6] 王学廉, 高国栋, 贺世明, 等. 微电极针道制图在丘脑底核电刺激治疗帕金森病手术中的应用 [J]. *第四军医大学学报*, 2005, 26(2): 133-136.
- [7] Andrade-Souza YM, Schwab JM, Hamani C, *et al.* Comparison of 2-dimensional magnetic resonance imaging and 3-planar reconstruction methods for targeting the subthalamic nucleus in Parkinson disease [J]. *Surg Neurol*, 2005, 63(4): 357-362.
- [8] Binder DK, Rau GM, Starr PA. Risk factors for hemorrhage during microelectrode-guided deep brain stimulator implantation for movement disorders [J]. *Neurosurgery*, 2005, 56(4): 722-732.
- [9] Bourgeois G, Magnin M, Morel A, *et al.* Accuracy of MRI-guided stereotactic thalamic functional neurosurgery [J]. *Neuroradiology*, 1999, 41(9): 636-645.
- [10] Amimov R, Williams ZM, Cosgrove GR, *et al.* Experience with microelectrode guided subthalamic nucleus deep brain stimulation [J]. *Neurosurgery*, 2006, 58(1 Suppl): ONS96-102.
- [11] Foltynie T, Zrinzo L, Martinez-Torres I, *et al.* MRI-guided STN DBS in Parkinson's disease without microelectrode recording: efficacy and safety [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2010, PMID: 20571041.
- [12] Hariz MI, Fodstad H. Do microelectrode techniques increase accuracy or decrease risks in pallidotomy and deep brain stimulation? A critical review of the literature [J]. *Stereotact Funct Neurosurg*, 1999, 72(2-4): 157-169.
- [13] Chou YC, Lin SZ, Hsieh WA, *et al.* Surgical and hardware complications in subthalamic nucleus deep brain stimulation [J]. *J Clin Neurosci*, 2007, 14(7): 643-649.
- [14] Kim MS, Jung YT, Sim JH, *et al.* Microelectrode recording: lead point in STN-DBS surgery [J]. *Acta Neurochir Suppl*, 2006, 99: 37-42.
- [15] Chen SY, Lee CC, Lin SH, *et al.* Microelectrode recording can be a good adjunct in magnetic resonance image-directed subthalamic nucleus deep brain stimulation for parkinsonism [J]. *Surg Neurol*, 2006, 65(3): 253-260.
- [16] Coyne T, Silburn P, Cook R, *et al.* Rapid subthalamic nucleus deep brain stimulation lead placement utilising CT/MRI fusion, microelectrode recording and test stimulation [J]. *Acta Neurochir Suppl*, 2006, 99: 49-50.
- [17] 陈永新, 孙伯民, 占世坤, 等. 立体定向下核团毁损术及脑深部电刺激治疗难治性强迫症 [J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2008, 13(2): 58-60.
- [18] 王乔树, 赵永波, 孙伯民, 等. 丘脑底核深部电刺激对帕金森病患者抑郁及焦虑的影响 [J]. *临床神经病学杂志*, 2005, 18(3): 170-172.

(收稿日期:2010-07-08; 修回日期:2010-12-27)

清华大学玉泉医院癫痫中心第三届癫痫外科术前评估学习班 暨癫痫中心成立 5 周年学术研讨会通知

由清华大学玉泉医院癫痫中心举办的第 3 届癫痫外科术前评估学习班定于 2011 年 5 月 12 日~14 日在北京清华大学近春园举行,同时将举行癫痫中心成立 5 周年学术研讨会。学习班就癫痫外科术前评估进行全面系统的讲解,包括术前评估的流程,致痫灶定位及手术方案的确定,各种癫痫外科手术技巧,头皮视频脑电图监测技术,颅内电极植入(硬膜下电极及立体定向深部电极)方法,颅内脑电图正常及异常脑波分析,颅内脑电图发作起源的特点,皮质电刺激、诱发电位、颅内高频脑电分析等技术定位脑功能区,另外包括大量的典型病例讨论及发作视频症状学分析。

研讨会学术征文投稿要求:投稿请寄 Word 格式摘要 1 份(800~1 000 字),要求未公开发表,请注明通讯作者联系电话及 Email 地址。Email 投稿地址:nannan19735@sina.com。

学习班报名要求从事癫痫外科、癫痫内科、神经电生理并有一定经验的医(技)师参加,限额 20 人,报名截至日期:2011 年 4 月 22 日。

详情见 www.eplove.com 或 www.eplucky.com 联系电话:010-88258766

联系人:徐晓芳,石岩芳 Email:nannan19735@sina.com