

立体定向技术在神经外科领域的应用

冀保卫 陈丽华 综述 陈谦学 审校

【关键词】神经外科;立体定向技术;临床应用
【文章编号】1009-153X (2017)07-0517-03 【文献标志码】A 【中国图书资料分类号】R 651.1*1

立体定向系统利用立体定向仪在颅外建立稳定的三维参照系统,结合神经影像学资料(如X线、CT、MRI、DSA)测量颅内靶点的三维坐标参数,达到精确定位的目的^[1]。临床常用的立体定向系统包括BrainLab系统、Leksell系统、Brown-Roberts-Wells系统和Cosman-Roberts-Wells系统,其中以Leksell系统应用较多^[2]。临床常用的立体定向仪主要分为有框架和无框架两大类。无框架定向仪操作较为简便,可以摆脱框架的限制和阻挡,有更高的定位精度,更为安全^[3]。计算机技术和立体定向技术结合,可构造计算机辅助立体定向神经外科手术系统,不仅能进行实体手术,还可建造虚拟手术环境供临床医生尝试不同的手术路径或提供手术教学和训练^[4]。本文就立体定向技术在神经外科领域的应用现状进行综述。

1 立体定向颅内病变活检术

立体定向活检术能提供可靠的组织病理学诊断。借助于CT、高场强术中MRI技术、基于代谢影像的多模态功能神经导航等等,联合多影像融合技术和三维成像技术引导框架或无框架立体定向行脑穿刺活检术,可实时监测手术进程,显示穿刺路径,减少损伤,提高精确度,减少术后并发症,靶点误差<1 mm,尤其适用于脑深部主要功能区活检^[5,6]。有报道表明PET引导的立体定向活检术较MRI有更高的诊断阳性率,但PET费用高昂,不易推广^[7]。Iijima等^[8]将微电极记录的方法联合到立体定向活检术中,通过电极探测肿瘤和脑组织的电学差异来定位肿瘤组织,起到间接可视化的作用,进一步增加了定位的准确性。

立体定向颅内病变活检术特别适用于脑深部性质不明的微小病灶、弥漫性或多发性病灶和手术风险大而性质不明的颅底肿瘤等,对神经内外科疑难病的诊断有很大作用。但应慎用于血管性或富血管性病变,以及凝血功能异常有出血倾向的情况,术后有出血风险,出血病死率约0.37%;总并发症发生率为2.36%,其中丘脑和脑干区病变活检术后并发症相对严重^[9]。肿瘤、寄生虫、脓肿等可能会沿着穿刺道转移,活检取材仅能反映局部病理变化,有一定的漏诊率,特别是病变界限不清、病变性质不均匀和囊性变时,常需要多次多点穿刺活检。

2 立体定向辅助内镜技术治疗颅内病变

内镜技术结合立体定向技术治疗颅内病变,被称为内镜立体定向术。耿鑫等^[10]在CT立体定向的指导下应用内镜顺利完成颅内病变活检、肿瘤切除、Ommaya囊置入、颅内金属异物和脑囊虫取出、蛛网膜囊肿造瘘、透明隔囊肿切除等手术,并发症少,疗效满意。内镜立体定向术充分发挥立体定向术的准确定位功能和内镜技术可直视操作的优点,侵袭性小,术中可用电凝止血,可明显缩短内镜手术时间,可减少术后出血等并发症,既是立体定向应用范围扩大,又克服了内镜定位不准的缺点,提高了手术安全性^[11,12]。

3 立体定向下行颅内血肿穿刺置管

高血压性脑出血是临床常见病,病死率和致残率很高。当血肿量增加到一定量时就需要手术干预。手术可选择开颅清除血肿或血肿腔穿刺引流术,后者操作简单,创伤小,不去除骨瓣,配合术中抽吸和术后血肿腔内注射尿激酶可在短期内达到去除血肿的目的,术后恢复快,置管的同时还可以置入颅内压监测电极,基层医院即可实施,但不适合于已有脑疝迹象的病人。血肿腔置管引流的方法可分为硬

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2017.07.028
作者单位:430060 武汉,武汉大学人民医院神经外科(冀保卫、陈谦学),麻醉科(陈丽华)

通道和软通道两类。置管过程中,多根据普通 CT 粗略定位,因此常常出现引流管位置偏离血肿中心的情况,影响引流效果。立体定向技术的应用可极大地提高置管的精准度^[13,14]。因此,立体定向技术的应用拓宽了脑内血肿的手术指征。

4 立体定向放疗在神经外科的应用

立体定向放疗如伽玛刀和 X 刀等,利用立体定向原理将高能量的放射线精确地聚集在局部的病变组织(靶区),使其产生局灶性放射性坏死而达到治疗疾病的目的,定位准确,射线均匀。在胶质瘤的传统放疗中,常结合 MRI 和 CT 等影像学资料,对颅脑结构进行三维重建,确定肿瘤的三维范围,划定放疗的边界,进行精确放疗,减少对正常脑组织的放射损伤,也是采用了立体定向的部分原理。利用立体定向导航法将 ¹²⁵I 籽粒暂时或永久性放置于病灶内,实施间质内放疗,放疗效果较好,可明显延长生存期,放疗引起的并发症较低,不仅能应用于胶质瘤还可应用于转移瘤,但是碘粒子置入治疗射线剂量不均匀,靶区周围部分肿瘤细胞可能因射线剂量不足而不能被有效杀灭,尚待改善^[15]。立体定向放疗也用于治疗某些脑血管疾病,主要见于脑血管畸形。其原理可能是经放射线照射后,血管内皮细胞变性坏死,血管腔内血栓形成,内皮细胞下结缔组织增生,最后导致血管腔闭塞。立体定向放疗可能更适用于小范围血管畸形和不能耐受手术的病人,尚不能完全代替手术切除和栓塞治疗,但可作为后二者的辅助治疗方法^[16]。

5 立体定向与现代神经导航技术相结合

立体定向技术结合现代影像学技术和计算机技术逐渐形成了神经导航技术。神经导航可利用超声、红外线和相关影像学数据跟踪定位。术前行头皮标记后行 CT 或 MRI 扫描,将扫描数据录入导航系统,摆好手术体位后,行体表标记注册,就可以行常规的显微手术操作。术中可使用导航探针实时导引定位,实现动态跟踪,定位准确率高,可利用导航了解病灶切除范围,定位周围重要血管神经,减少术后并发症^[17,18]。

现代神经导航技术的应用可显著提高脑肿瘤的手术安全性。与常规开颅手术相比,神经导航的存在可极大地方便术中病灶的定位,减少对周围正常神经组织的干扰,缩短手术时间,有效降低术后并发症,且能减少病灶残留^[17,19]。

现代神经导航技术促进了神经外科技术的快速发展,在治疗癫痫和帕金森等疾病中应用广泛^[20-28]。

6 立体定向技术和机器人技术的结合

立体定向技术和机器人技术相结合,可开发出相应的机器人无框架立体定向手术辅助系统(robotized stereotactic assistant system, ROSA)。第 1 代 ROSA 机器人由法国 Medtech 公司研发,将手术计划系统、神经导航功能、器械定位和操作系统整合于一体,由于机械臂自由度高,定位范围大,能进行快捷、便利的脑深部电极植入术等,安全系数高^[29]。国内开发的 CRAS-HB 机械系统,也已成功应用于颅内多种病变手术^[30]。计算机技术和远程通讯技术的结合促进了远程医学的发展^[31]。遥控机器人立体定向技术的发展使颅脑手术摆脱了距离的限制,极大扩展了高难度手术服务范围。

7 立体定向技术的尚存问题

至今,立体定向技术虽有巨大的进步和广泛应用,但仍然有许多需要改进之处。如立体定向活检术存在的出血和感染风险,肿瘤、寄生虫和脓肿在穿刺内的扩散等问题。穿刺道出血可结合术中超声或移动 CT 及时发现,结合内镜止血和清除血肿,严格把握适应证和谨慎选择穿刺点可减少出血率^[32]。而对于穿刺道种植播散尚无完全可靠的预防方法。立体定向手术中,可能因为术中骨瓣开启、脱水药物的使用、占位的解除、脑脊液的释放等引起颅内压改变,脑组织移位,导致定位不准,出现偏移。术中实时 CT 或高场强 MRI 实时成像系统的应用可提高定位的准确性,可在一定程度上纠正偏移,但操作不便。目前的定位技术基本完全依赖术前的影像学资料,存在影像学图像失真、注册中的漂移等问题亟需解决。如何提高术中实时定位的准确性应是今后的研究重点。

【参考文献】

- [1] 孙 健. DSA 立体定向脑血管造影与立体定向放射图像融合技术在学习脑血管性疾病中的应用[J]. 立体定向和功能性神经外科杂志, 2006, 19(6): 374-378.
- [2] 杨开军, 刘承勇, 任文德. 颅脑疾病 X 刀治疗学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1997. 67-152.
- [3] Eljamel MS. Robotic neurological surgery applications: accuracy and consistency or pure fantasy [J]. Stereotact

- Funct Neurosurg, 2009, 87(2): 88-93.
- [4] 王子罡, 唐泽圣, 王田苗, 等. 基于虚拟现实的计算机辅助立体定向神经外科手术系统[J]. 计算机学报, 2000, 23(9): 931-937.
- [5] 苗兴路, 杨卫东, 王增光, 等. 高场强术中磁共振在多影像融合立体定向脑活检中的初步应用[J]. 中华神经医学杂志, 2013, 12(11): 1146-1149.
- [6] 王勇军. 计算机辅助 CT 引导的立体定向脑活检手术[J]. 医学前沿, 2014, 10: 317.
- [7] Tan H, Chen L, Guan Y, *et al.* Comparison of MRI, F-18FDG, and 11 C-choline PET/CT for their potentials in differentiating brain tumor recurrence from brain tumor necrosis following radiotherapy [J]. Clin Nucl Med, 2011, 36(5): 978-981.
- [8] Iijima K, Hirato M, Miyagishima T, *et al.* Microrecording and image-guided stereotactic biopsy of deep seated brain tumors [J]. J Neurosurg, 2015, 123(4): 978-988.
- [9] 刘宗惠, 陈琳, 于新, 等. 805 例立体定向脑活检报告[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2004, 30(6): 401-404.
- [10] 耿鑫, 余化霖, 孙涛, 等. CT 立体定向辅助内窥镜技术治疗颅内病变[J]. 临床神经外科杂志, 2014, 16(2): 122-124.
- [11] 王孝义, 刘利, 浦松, 等. 立体定向 Ommaya 囊置入术治疗脑脓肿 76 例[J]. 中华神经外科杂志, 2015, 31(2): 205-207.
- [12] Miki T, Wada J, Nakajima N. Operative indications and neuroendoscopic management of symptomatic cysts of the septum pellucidum [J]. Childs Nervsyst, 2005, 21: 372-381.
- [13] Zhou XY, Chen JJ, Li Q, *et al.* Minimally invasive surgery for spontaneous supratentorial intracerebral hemorrhage: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Stroke, 2012, 43(11): 2923-2930.
- [14] 张超, 谢延风, 但炜, 等. 高血压脑出血立体定向穿刺与内科保守治疗的临床比较分析[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2013, 39(10): 624-626.
- [15] 于新. 立体定向引导 ^{125}I 间质内放疗治疗胶质瘤的现状[J]. 山东医药, 2010, 50(36): 1-2.
- [16] Hoh BL, Ogilvy CS, Butler WE, *et al.* Multimodality treatment of nongalenic arteriovenous malformations in pediatric patients [J]. Neurosurgery, 2000, 47: 357-358.
- [17] 杜固宏, 周良辅, 吴劲松. 神经导航在颅脑手术中的应用 (附 70 例临床分析)[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2000, 26(2): 84-86.
- [18] 李防晔, 陈晓雷, 何婷婷, 等. 基于代谢影像的多模态功能神经导航在无框架立体定向穿刺活检术中的应用[J]. 中华外科杂志, 2013, 51(4): 358-361.
- [19] 成友军, 郭旭东, 王金伟. 脑肿瘤立体定向靶向微创手术临床应用分析[J]. 中外医疗, 2014, 20: 73-74, 77.
- [20] 郭效东, 王本瀚, 陆卫风. CT 与 MRI 图像融合辅助立体定向手术治疗难治性癫痫[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2012, 11(4): 343-344.
- [21] 卢旺盛, 田增民, 赵全军, 等. 机器人辅助无框架立体定向手术治疗顽固性癫痫 (附 41 例报告)[J]. 解剖与临床, 2011, 16(6): 474-478.
- [22] 王昌泉, 徐纪文, 周洪语, 等. 基于导航的立体定向脑电图在癫痫外科中的应用[J]. 立体定向和功能神经外科杂志, 2015, 28(3): 129-133.
- [23] Cardinal F, Cossu M, Castanal, *et al.* Stereoelectroencephalography: surgical methodology, safety, and stereotactic application accuracy in 500 procedures [J]. Neurosurgery, 2013, 72(3): 353-366.
- [24] 罗唯师, 张勇, 罗国轩, 等. 半月节立体定向毁损治疗三叉神经痛 (附 124 例报告)[J]. 中华神经医学杂志, 2011, 10(5): 509-512.
- [25] 刁新峰, 程立敏, 薛咏, 等. 立体定向脑内移植神经干细胞改善颅脑损伤大鼠的神经运动功能[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(10): 1446-1451.
- [26] 常春旺, 吴鹤鸣, 葛顺楠. 立体定向伏隔核毁损术对酒精心理依赖疗效的初步研究[J]. 立体定向和功能神经外科杂志, 2011, 24(1): 36-40.
- [27] 田帅伟, 潘宜新, 林国珍, 等. 立体定向双侧内囊前肢毁损术治疗难治性抑郁症[J]. 中华神经医学杂志, 2015, 14(2): 116-118.
- [28] 张小小, 孙伯民, 李殿友, 等. 立体定向双侧内囊前肢毁损术治疗神经性厌食症的长期随访 (24 例报告)[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2014, 40(12): 751-754.
- [29] 毛之奇, 余新光, 凌至培. ROSA 机器人辅助下脑深部电极植入术研究[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2015, 15(9): 712-715.
- [30] 田增民, 刘宗惠, 杜吉祥. 新型机械臂在脑外科定向手术中的应用[J]. 中华神经外科杂志, 2000, 16(2): 110-112.
- [31] 田增民, 卢旺盛, 王田苗. 遥操作脑立体定向手术的临床初步应用[J]. 中华外科杂志, 2007, 45(24): 1679-1681.
- [32] 刘楠, 张金男, 徐熙鹏, 等. 立体定向神经活检技术安全性研究进展[J]. 中国实验诊断学, 2016, 20: 516-518.