维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号:0253-3626(2004)02-0225-04

导航技术在神经外科的临床应用及其局限性的探讨

(附 58 例临床报道)

晏 怡,孙晓川,唐文渊

(重庆医科大学临床学院神经外科,重庆 400016)

【摘 要】目的:探讨计算机辅助立体定向神经导航系统在神经外科手术中的作用及其局限性。方法:总结 58 例采用 Stealth Station 4.1 神经导航系统进行的颅脑手术的病例资料,其中各型肿瘤共 52 例,脑血管畸型 4 例,脑脓肿 2 例:位于大脑半球浅部者 24 例,位于大脑半球深部者 21 例,颅底 8 例,小脑半球 2 例,脑干 3 例。结果:颅内 58 个病灶中,经神经导航手术全切除 45 个(77.6%),次全切除 5 个(8.6%),大部切除 2 个(3.4%),部分切除 6 例(10.3%)。术后症状改善或不变 52 例(89.7%),加重 5 例(8.6%),死亡 1 例(1.7%)。结论:神经导航系统有助于提高神经外科手术的定位准确性,增加病灶全切除率,且安全可靠,可广泛应用于各种颅脑手术。但该神经导航系统尚不能解决术中发生因脑移位而出现的定位问题,作者分析导航系统在不同颅脑手术中的作用,并提出了相应的改进对策。

【关键词】神经导航;手术;脑移位

【中国图书分类法分类号】R651 【文献标识码】B 【收稿日期】2003-04-28

Clinical use and limitation of neuronavigation system - a report of 58 cases

YAN Yi, et al

(*Department of Neurosurgery, College of Clinical Medicine, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To discuss the effects and limitation of neuronavigation system in neurosurgical operations. *Methods*: 58 cases surgically treated with Stealth Station 4.1 Neuronavigation System were analysed, including 52 cases of intracranial tumor, 4 cases of cerebral vascular malformations and 2 cases of intracerebral abscess. The locations of lesion included superficial part of hemisphere (24 cases), deep part of hemisphere (21 cases), skull base (8 cases), cerebellum (2 cases) and brain stem (3 cases). *Results*: Among 58 cases, total removal of the lesion was performed on 45 cases, comprising 77.6%, subtotal removal on 5, comprising 8.6%, most removal on 2%, comprising 3.4% and partial removal on 6%, comprising 10.3%. Postoperative neurological functions were improved or remained unchanged in 52 cases while they were worsened in 5 cases, and 1 patient died. *Conclusion*: Neuronavigation system is safe and helpful for improving accuracy of neurosurgical operations and increasing total removal of lesions, and it can be used widely in neurosurgery. However, it can't avoid intraoperative brain shift. The effects of navigation system in different neurosurgical operations are evaluated.

【Key words】Neuronavigation; Operation; Brain shift

术中导航的思想在神经外科发展过程中由来已久[1],手术中能做到实时精确定位,尽量减少损伤,一直是神经外科医生所追求的目标。随着观念和技术的进步,特别是显微手术和医学影像技术及计算机技术的飞速发展,使神经导航技术在临床上的应用逐步成为现实。我科自 2002 年 4 月至 2003 年 1 月应用神经导航系统行神经外科手术共 58 例,现分析报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本组 58 例,男 32 例,女 26 例,年龄 12~70 岁,平均 39±20 岁。58 例中,神经胶质瘤 35 例,脑膜瘤 9 例,颅内转移性肿瘤 4 例,垂体瘤 4 例,脑脓肿 2 例,海绵状血管瘤 3 例,动静脉畸形 1 例;其中大脑半球浅部 24 例,大脑半球深部(包括丘脑、基底节、脑室内、胼胝体等)21 例,颅底(包括嗅沟、鞍区、鞍旁、桥小脑角、岩斜区等)8 例,小脑半球 2 例,脑

作者介绍:晏 怡(1971),男,主治医师,硕士,
主要研究方向:颅脑损伤

维普资讯 http://www.cqvip.com

于 3 例。囊性或部分囊性病变 11 例：病灶直径 0.40cm～7.10cm，平均 3.23±1.55cm，其中病灶直径小于 2cm 者 15 例，位于脑深部者 10 例，浅表者 5 例。

1.2 神经导航系统

采用美国 Medtronic 公司的 StealthStation 4.1 神经导航系统，本系统为第二代神经导航设备，工作原理为红外线跟踪定位。并配备激光注册系统、激光导航装置、导航适配器(Sutrayk)等选配件。

1.3 定位及注册

术前 1 天，头部备皮后，根据病变部位于头皮上粘帖 6～10 个 Markers(特殊高分子材料，可在 CT 和 MRI 下显影)，要求所有 Markers 呈一伞状罩在病变上，且每个 Marker 尽量不在同一水平层面上。然后行 CT 或 MRI 扫描，要求层厚小于 3mm，均为连续无间断扫描，可视病灶状况选择 CT 或 MRI，以及是否需要增强扫描。影像数据通过 MO 盘输入导航系统，重建头皮和病变的三维图像，并以此作手术计划，还需将头皮 Markers 依次定位标号。手术当日，根据病变位置选择体位，Mayfield 头架固定头部，安装神经导航参考环，依次注册事先帖于头皮上的 Markers，使现实的患者头颅与重建的三维图像建立导航联络，注册误差参数控制在 2.0 以下。对于面颅部手术，如经蝶入路，可采用激光注册(Fazer)，直接行面部表面注册，而无须事先粘帖 Markers。

1.4 导航

从设计皮瓣开始，行术中全程导航。导航工作站应放在手术者便于看到的位置，以免影响手术操作。红外线定位仪置于较高位，以便覆盖所有导航红外接收装置如参考环、导航探针等。自头部固定至手术结束，应严防头部与头架及导航支架发生相对移动，以免出现系统误差。打开皮瓣后，常规于骨瓣周围作 4 个标记，并依次再注册，用以在头架发生移位后修正。导航设备可根据需要选用，包括导航探针、显微镜下激光导航、导航适配器(可将任何手术器械变为导航探针用)。

2 结 果

2.1 临床疗效

58 个病灶中，手术全切除 45 个(77.6%)，次全切除 5 个(8.6%)，大部切除 2 个(3.4%)，部分切除 6 例(10.3%)。术后症状改善或不变 52 例(89.7%)，加重 5 例(8.6%)，死亡 1 例(1.7%)。术后症状加重者，包括复发胶质瘤 3 例，脑脓肿 1 例，转移性肿瘤 1 例，病灶直径均在 4cm 以上。死亡 1 例为天幕脑膜瘤。

2.2 手术方式

因手术在神经导航引导下进行，术前术中准确定位，手术多采用小骨窗开颅，头皮切口明显小于常规开颅手术，脑深部病变由脑沟间进入，切口平均长度约 2.5cm，对周围创伤小。

2.3 导航误差

术前注册后，导航系统自动计算系统误差值：注册误差参数均小于 2.0。本组 58 例注册后病灶均在黄圈以内，提示导航平均误差小于 2mm，其中 49 例病变在绿圈以内，提示导航误差小于 1mm，占 84.5%。有 1 例于术中发生头架移动，通过再注册得以修正并顺利完成手术。

3 讨 论

现代神经影像技术、传统立体定向神经外科和人工智能的结合，使神经导航技术在近十年的时间内发展并成熟起来[2～4]。可以说，神经导航技术是现代外科手术学的一个里程碑似的进步，特别是在神经外科领域，它使能用于外科手术治疗的疾病范畴得以拓展，使外科医生能在更加精确、安全、微创的前提下进行手术。

从我们完成的 58 例在神经导航系统指引下的颅脑手术来看，该技术对以下几种病例更能显示其优越性。①部位深在、体积很小的脑内病变(图 1)。这类病例往往症状轻微，神经系统功能损害少或无，在神经导航技术广泛应用之前，特别是位于功能区的小病灶，因考虑到手术破坏性较大，常以密切观察，待病变长大后再行手术治疗的方法处理，因而影响了治疗和预后。然而神经外科医生在导航系统的指引下，可以采用最直接和最小损伤的路径，直达病变所在并予以切除，并能最大限度地保留神经功能不受影响。本组共作这类病例 10 例(包括星形胶质细胞瘤、少枝胶质细胞瘤、海绵状血管瘤、动静脉畸形等)，病变直径均在 2cm 以内，手术准确到达病变区域，并行完全切除，术后患者均未出现明显的神经功能缺失。因此，这类病灶采用神经导航技术最为适宜。②位置固定的颅底部肿瘤，如蝶骨脊脑膜瘤、岩尖脑膜瘤、嗅沟脑膜瘤、桥小脑角区肿瘤等。神经导航系统能在术中实时地探测肿瘤切除的程度和范围，使术者心中有数，可最大限度地减少损伤重要结构的风险。肿瘤往往质地坚韧、基底宽广、位置固定，因此困扰导航技术的脑移位对其并无多大影响，也是此类手术的适应症。本组共收治颅底部肿瘤共 8 例，6 例行全切除，且未发生严重神经系统并发症。

维普资讯 http://www.cqvip.com

③垂体肿瘤。经蝶窦入路行垂体肿瘤切除，为一经典手术方法，手术定位要求高，在神经导航系统的指引下进行此手术，无疑更为安全、准确。本组此类病例 4 例，均采用激光注册，顺利完成全切除手术，未发生定位偏差，无并发症。④位于功能区的浅表病变。病变虽表浅但因位于或靠近运动、感觉或语言等功能区，常规手术治疗方法难以避免对正常脑组织的影响。利用神经导航系统结合功能 MRI 显像技术(fMRI)，可事先将大脑皮层功能区定位，与病变部位进行对比，在术前计划时进行重建，使其在术中可以有目的的避开功能区，以减少损伤，提高患者术后生存质量。此类病例共 12 例，病灶均行全切除，术后无 1 例发生神经系统体征加重。⑤脑干肿瘤。结合显微外科技术，在神经导航系统引导下，进行脑干肿瘤的切除，能有效减少术后并发症的发生。本组脑干血管母细胞瘤 2 例及胶质瘤 1 例，行肿瘤全切或大部切除术后恢复良好 2 例，1 例遗留轻微神经损害体征。⑥功能神经外科。如癫痫的外科治疗、帕金森氏病的外科治疗等。结合脑电图、脑电地形图、MRI 等数据，利用导航系统协助定位癫痫灶或相应神经核团，进行癫痫灶切除或核团毁损，较之传统的立体定向外科手术更具优越性。⑦新手术入路的探索。一些新手术入路的开展，如果能在神经导航系统的指导下进行，可以少走弯路，减小风险。如神经导航系统与神经内窥镜相结合行单鼻腔入路垂体肿瘤切除术，较之传统的手术入路，更为直接，损伤更小。

神经导航系统在神经外科领域发挥了极大的作用，它使神经外科医生向往已久的术中导航的思想部分地变为现实。但是作为一种完全依赖于术前影像资料建立手术计划的导航定位模式，目前尚存在

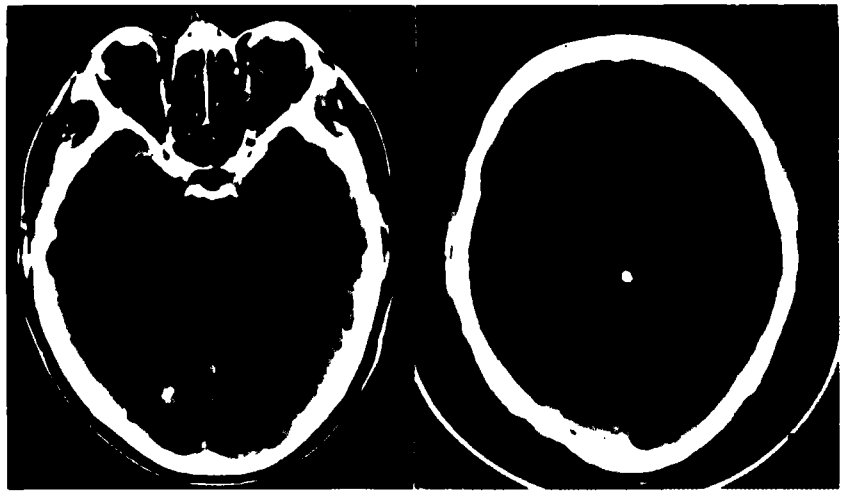


图 1　位置深、体积小的脑内病变：右枕叶海绵状血管瘤术前术后影像资料对比，提示病灶切除完全，周围创伤小

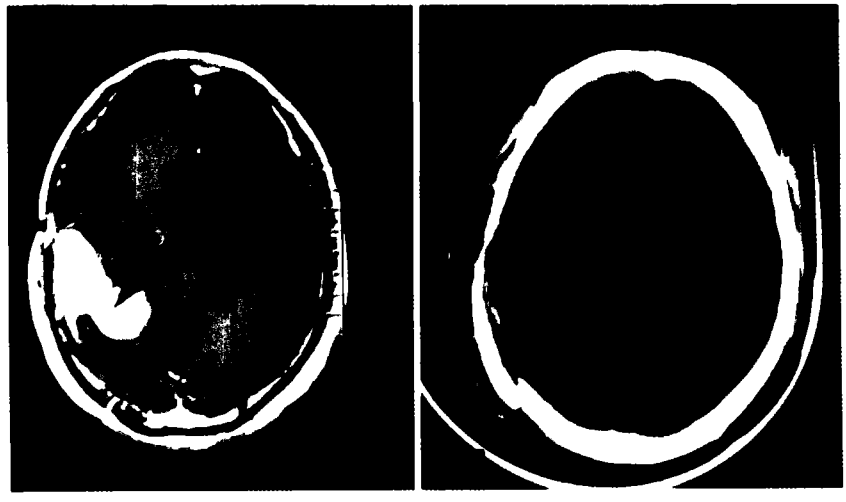


图 2　右顶叶复发胶质瘤(间变型)，术后 CT 复查(右)提示切除范围过大

维普资讯 http://www.cqvip.com

其难以克服的缺陷,即术中脑移位问题。国内外学者对此作了大量的研究,有人发现,脑组织在水平方向的移位与手术角度和病变深度有关,而垂直方向的移位则与病变大小和手术时间有关。因此提出:开颅部位置于最高点,以保持手术路径垂直;缩短手术时间等方法可以减少脑移位的发生[5];术中尽量不用脱水剂、不打开或晚打开脑室、尽量减少脑脊液丢失,可以防止脑移位[6]。各导航厂家也不断推出补丁似的软硬件产品,如术中超声纠错、软件升级等,以期能解决脑移位所带来的误差。但是,影响术中脑移位的因素复杂,涉及病变性质、大小、部位、周围水肿程度、硬膜张力、骨窗范围、脑脊液的丢失、脱水剂的使用及麻醉的深浅等情况。仅就脱水剂的使用而言,一个颅内压增高的病人,在切开硬脑膜时,往往会有脑组织向骨窗外膨出,此时如果不使用脱水剂,不但会因脑移位而发生误差,还可能因脑压太高而发生严重后果。但若脱水过度,同样会导致脑组织塌陷而出现脑移位,在实际操作中难以把握其分寸。现实的做法是,应首先保证手术的顺利和患者的安全,其次才是注意脑组织的移位情况。此外,超声对于实性病灶的分辨能力太差,且超声影像与MRI影像原理完全不同,很难进行对比,故难以达到术中以超声作为实时监测的目的。

本组有5例发生术后症状加重,分别表现为偏瘫、失语及面瘫,比较手术前后的影像资料,发现其中3例手术切除范围偏大(如图2),另两例为术后脑水肿严重。分析切除过度的原因,我们发现,这3例均为体积较大(直径大于4cm)、边界不清、浸润性生长的脑内肿瘤(复发胶质瘤),在术中瘤体逐渐缩小的过程中,周围脑组织不断向瘤区移位,使导航显示的肿瘤边界超出实际肿瘤边界,故导致手术切除范围过大。本研究在导航系统误差允许范围内,又实施了一系列防止脑移位的措施,但仍有部分病例发生较大的脑移位。我们认为,目前的导航系统尚不能完全解决术中脑移位而出现的定位问题。对于术前估计可能发生较大脑移位的病例(如体积较大边界不清的肿瘤、脑室内的病变、囊性病变等),最好的办法是利用导航系统的定位指导,尽快在脑组织尚未发生大的移位前到达病变区域,并在显微镜下辨认病变的范围,指导切除的程度。一旦发生脑移位,如果盲目相信导航系统所显示的病变范围,可能会因切除过度而伤及正常的脑组织,导致术后神经功能缺失,甚至发生严重后果。必须指出,神经导航手术的主体是医生而不是导航系统本身,当两者发生矛盾时,应以手术者的判断为准。

目前世界上使用的导航系统,尚未真正实现术中的实时导航。术中MRI与神经导航相结合应是目前所能采用的最佳补救措施。术中实时MRI扫描,并以此在术中不断修正和重建新的手术路径,正是完全针对现在的神经导航系统以术前影像数据建立手术计划的弊端,只有这样才能真正达到实时导航、动态跟踪的目的,解决术中脑移位的问题。近年来出现了所谓开放式MRI系统(Open MRI System),并以此建立与之相适应的手术室,配备神经导航系统,这样可将手术室作为一个完整的影像、导航、手术综合工作站,术中无需长途运送病人即可完成MRI扫描和导航重建,实时修正手术计划,指导手术。这在世界上少数设备先进的医院已成为现实[7]。

参 考 文 献

[1] Roberts DW, Strohlaehm JW, Hatch JF, et al. A frameless stereotaxic integration of computerized tomographic imaging and the operating microscope[J]. J Neurosurg, 1986;65(4):545-549.

[2] Golfmos JG, Fitzpatrick BC, Smith LR, et al. Clinical use of a frameiess stereotactic arm: results of 325 cases[J]. J Neurosurg, 1995;83(2):197-205.

[3] Roessler K, Ungersboeck K, Dietrich W, et al. Frameless stereotactic guided neurosurgery: clinical experience with an infrared based pointer device navigation system[J]. Acta Neurochir (Wien), 1997;139(6):551-559.

[4] Gumprecht HK, Widenka DC, Lumenta CB, et al. Brainlab Vectorvision Neuronavigation System: Technology and clinical experiences in 131 cases[J]. Neurosurgery, 1999;44(1):97-105.

[5] 曲元明,韩 韬,孙为群,等. 神经导航系统手术中脑组织移位元及相关因素研究[J]. 立体定向和功能神经外科杂志,2001;14(3):151-153.

[6] Wong GK, Poon WS, Lam MK. The impact of an armless frameless neuronavigation system on routine brain tumour surgery: a prospective analysis of 51 cases[J]. Minim Invas Neurosurg, 2001;44(2):99-103.

[7] Christopher N, Oliver G, Helmut K, et al. Intraoperative magnetic resonance imaging combined with neuronavigation: a new concept[J]. Neurosurgery, 2001;48(5):1082-1089.