

## · 文献综述 ·

## 微侵袭神经导航系统应用研究进展

阎学江 李建国 综述 只达石 赵卫生 审校

天津市脑系科中心医院(天津 300060)

【摘要】微侵袭神经导航系统是近年来影像神经外科的新进展,它融立体定向技术、计算机医学影像技术、人工智能技术和微侵袭技术为一体。是在虚拟的数字化影像与实际神经系统解剖结构之间建立起动态的联系,在整个脑手术过程中提供实时定位导航,有利于选择最佳手术入路、术中病灶精确定位,以最小的损伤,达到病灶的满意切除。本文综述导航系统的发展概况、工作原理、应用方法、适应证及影响精确性的因素。

【关键词】神经导航 无框架立体定向 微侵袭手术

神经导航(Neuro-navigation)系统是以影像学(CT、MRI)为基础的无框架立体定向导航系统,代表了影像导向神经外科的最新进展,体现了神经影像技术、显微外科和计算机技术的综合发展水平,是微侵袭神经外科的重要组成部分,它的问世,不仅提高了手术精度,而且为过去手术不能达到的“禁区”提供了可能。现就发展概况、工作原理、应用方法、适应证等综述如下:

### 一、神经导航发展概况<sup>[1~6]</sup>

神经导航系统又称无框架立体定向导航系统,是从框架式立体定向基础上发展而来。神经外科医师在进行手术时,必须准确定位病变部位,并了解术野周围的重要功能区的解剖结构,达到以最小创伤治疗病人,获得最好的治疗效果。立体定向神经外科是应用固定于头部的立体定向框架或标记引导探针,光标或射线达到颅内靶点的一门学科,它的形成和发展,解决了颅内病变的立体定向问题,1948年,Spiegel和Wycis采用颅内参考标志,首先应用气脑造影或阳性造影剂脑室造影得到了X线片,选用Monro孔—松果体连线作为参考标记,后来选用正中矢状面的Monro孔—后联合线,最后采用前后联合线,以脑室标志为基础,制成了带有刻度的人类三维立体定向图谱,这一研究成果极大推动了临床立体定向技术的应用和发展,然而脑室造影是一种有创的检查方法,有一定的手术禁忌证,有时因三脑室周围结构的改变或因器质性病变在头颅X线平片上很难显示,给立体定向带来困难。

70—80年代CT及MRI的相继问世,开创了立体定向学的新纪元,1979年Brown应用立体定向框架与CT配准,使颅内病变和功能核团的定位准确性大大提高,但由于立体定向架机械局限性,会给病人带来一定痛苦,有时常影响开颅手术操作及显露,对于后颅凹及颅底手术有其局限性,尤其是不能随时将术中的解剖结构及病变情况反馈给手术医师,限制了框架式立体定向神经外科的手术范围。

近年来,随着计算机技术的发展,各种无框架立体定向系统相继问世。这种影像手术一体化的导航

系统不但能在术前、术中精确地实时定位,而且能将术中的信息及时反馈,使医师能更好地理解解剖结构与病变的关系,选择最佳手术入路,准确达到靶病灶,同时提供了探测过去未涉及区域的可能性。

### 二、神经导航工作原理<sup>[2~11]</sup>

1、图像扫描:把患者头部的空间结构转换成图像的三维结构再转换到手术野的三维坐标系统,是神经导航系统的基石。无框架导航系统是将参考标记置于患者头部。目前有两种标记方法(1)液态标记。(2)固态标记,后者常用。

#### 2、计算机工作站

患者术前的CT或MRI图像资料可经传输线路或1/4寸DAT磁带传入计算机工作站,可重建三维图像,勾画出病变的轮廓,确定靶点,选择手术入路及二者之间的手术轨迹。

#### 3、配准定位装置

为实现图像和患者所在的物理空间配准需将患者头部的标记物和计算机内图像互相配准连接,计算机才能指导导航显微镜或导航棒达到颅内病变。目前主要有四种定位装置:

##### (1)超声定位装置

1986年Robert首创在探针、手术器械或显微镜上装有超声脉冲发射器,术野上方安装传声器接收这些脉冲信号并传入计算机,计算机根据脉冲产生至接收之间的延迟时间,计算探针或手术器械在术野的实时位置。

##### (2)关节臂定位装置

由计算机影像工作站和带有电子传感装置的六关节机械臂及位点探针组成。每个关节设有一个位置传感器,计算机工作站随时记录臂末端(探针或显微镜)的确切位置,通过对头皮标记的配准,实现患者现实位置和计算机内图像配准,设计出手术入点,靶点及二者间的路径,也可勾画肿瘤轮廓,测量肿瘤的体积和深度,并通过显微镜显示,手术时根据计划引导术者完成病灶切除。

##### (3)电磁导向装置

在探针或手术器械上配置电磁发射器,所产生

的低频电磁信号通过传感器传入计算机工作站,通过监视器显示的术前图像上探针的位置,指导医师达到靶点。

#### (4) 红外线导向装置

将能够产生红外线的发光二极管装于手术器械、探针和显微镜上,经位于术野上方的 3 台摄像机监测并接受红外线信号,并实时反馈到计算机工作站,根据计算机屏幕所显示的手术器械、探针位置或显微镜下所显示的导航信息,准确达到靶病灶。

#### 三、神经导航应用方法<sup>[4~15]</sup>

1、在应用导航系统前,应先进行模拟演练,熟悉机器的性能和医护人员的配合。

2、手术前一天患者头部置 4—6 个金属或化学标记。

3、CT 或 MRI 扫描,层厚 1—2mm,连续轴位扫描,从颅底至颅顶。便于重建。

4、将图像资料传入计算机工作站,重建图像,选择治疗的靶点,勾画出病变和重要解剖结构的轮廓,确定最佳手术入路以达到靶点的一个或多个外科入路轨迹。入路的几何图形描绘在计划系统显示的图像上,准确观察入路的轨迹及其周围的解剖结构。

5、手术当日,用头架固定病人头部以防术中运动。完成后再安装显微镜和患者头部定位器,调整其方向使之可用红外线探测器检测,并使红外线探测器覆盖整个检测系统以达到最佳状态。

6、用探头输入患者定位器,校准值必须 < 2mm。

7、输入显微镜的焦距,校准值应 < 5mm,探子方向尽量与红外线探测器横梁垂直。

8、依次登记患者头部的参考标记。

9、观察导航的准确性,用探子置于患者的解剖标志如鼻根、内眦或标记,在显示器上观察是否与图像一致。

10、根据显微镜和显示屏上提供的信息,设计头皮切口,开颅骨瓣,硬膜切开和皮层切口,并在术中了解手术与病变的距离和偏差范围,指导神经外科医师完成手术。

#### 四、神经导航的适应证<sup>[7,9~12,15~16]</sup>

由于导航系统精确度高,定位准确,使过去凭医生经验人工设计的盲目性手术转变成计算机设计的计划性手术,降低了患者的病死率和致残率。目前主要适用于:1、颅内占位性病变切除术,包括脑肿瘤、炎性病变,如脑囊虫、结核瘤及脑脓肿等。导航系统最适宜常规难以发现的颅内小病变切除,对于边界不清的胶质瘤,可根据影像学所显示的边界,指导医生彻底切除肿瘤。2、脑血管疾病,如动静脉畸形和海绵状血管瘤的切除。在切除过程中,导航系统除了具有脑肿瘤切除的相同功用外,可在术中显示畸形血管的供血动脉及引流静脉。这对于医生切除血管畸形有指导意义。3、病变活检,导航系统可克服传统的框架或定向活检的局限性,减少患者痛苦,并使活检更具计划性。手术步骤类似导航棒导航手术。<sup>万方数据</sup>4、癫痫外科,神经导航可应用于癫痫外科

治疗,方法有前颞叶切除,包括海马杏仁核切除,胼胝体切开和脑皮层致痫灶切除等,在胼胝体切开时,导航系统可确定胼胝体前后切开的长度。5、脊柱导航手术,适于 C<sub>1-2</sub> 关节螺钉固定术,颈椎椎体固定及胸腰椎椎体固定术等。

#### 五、影响导航精确性的因素<sup>[4,11~14]</sup>

1、术中病变的囊液或脑脊液的丢失可致脑内结构相对位置发生的变化会使之与术前影像之间产生偏差,如果术中引入超声和 CT 技术可以实现真正的动态监测,可消除影像等因素造成的误差。2、精确度偏差:术前术中很多因素可影响精确度,其中头皮标记的位置就是一个重要环节。此外,术中病人头部与手术床的位置发生变化时,虽然本系统有自动校正功能,但校正后其精确度仍会有偏差,如术中位置发生多次变化,则可导致明显误差,目前 Surgicope 导航系统可通过其监测系统使这一问题得以解决。3、患者在成像过程中,因移动产生的图像伪影,可影响定位的准确性,因此需将患者的头部固定,对不合作的患者可用镇静剂或麻醉药物。

#### 参 考 文 献

- 1 Brown RA. A computerized tomography computer graphics approach to stereotactic localization. J Neurosurg, 1979, 50: 715 - 720.
- 2 Oliveier A, Germano IM, Cukier, et al. Frameless stereotaxy for surgery of the epilepsies: preliminary experience. J Neurosurg, 1994, 81: 629 - 633.
- 3 Roberts D, Sterohbehn J, Hatch J, et al. A frameless stereotactic integration of computerized tomographic imaging and the Operating microscope. J Neurosurg, 1986, 65: 545 - 549.
- 4 田增民. 立体定向神经外科进展. 国外医学神经病学神经外科学分册, 1999, 26: 3 - 5.
- 5 Kondziolka D, Lunsford LD. Guided neurosurgery using the ISG Viewing Wand. Contemp Neurosurgery, 1995, 17: 19 - 24.
- 6 Bucholz RD, Smith KR. The neurostation system for image guided frameless stereotaxy. Neurosurg, 1995, 37: 348 - 353.
- 7 Golfinos JG, Fitzpatrick BC, Smith LR, ET AL. Clinical use of a frameless stereotactic arm: results use of 325 cases. J Neurosurg, 1995, 83: 197 - 205.
- 8 Spetzger U, Laborade G, Gibach JM. Frameless neuronavigation in modern neurosurgery. Minim Invasive Neurosurg, 1998, 38: 163 - 166.
- 9 Lunsford LD, Kondziolka D, Bissonette DJ. Intraoperative imaging of the brain. Stereotact Funct Neurosurg, 1996, 66: 58 - 64.
- 10 Hill DL, Hawkes DJ, Gleeson MJ, et al. Accurate frameless registration of MR and CT images of the head: application in planning surgery and radiation therapy. Radiology, 1994, 191: 447 - 454.
- 11 Kous M, Ing D, Sporer T, et al. Technical accuracy of a neuronavigation system measured with a high - precision mechanical micromanipulator. Neurosurgery, 1997, 41: 1431.
- 12 Dorward NL. Neuronavigation the surgeon's sextant. Br J Neurosurg, 1997, 11: 101 - 103.
- 13 Pillay DK. Image - guided stereotactic neurosurgery with the multicordinate manipulator microscope. Surg Neurol, 1997, 4: 171 - 177.
- 14 Ryan MJ, Evickson RK, Levin DN, et al. Frameless stereotaxy with real - time tracking of patients head movement and retrospective patient - image. Registration, 1996, 85: 287 - 292.
- 15 Young RF, Cook AS, Verm SS, et al. Gamma Knife radiosurgery as a lesioning technique in movement disorder. surgery J Neurosurg, 1998, 89: 183 - 193.
- 16 Black PM, Thomas M. Development and Implementation of Intraoperative Magnetic Resonance Imaging Its Neurosurgical Application. Neurosurgery, 1997, 41: 831 - 840.