

神经内镜技术的应用现状及展望

师 蔚 濮璟楠

〔作者简介〕 师蔚,教授、主任医师、博士生导师,美国密西西比大学医学院客座教授、中华神经外科学会(脊柱)委员、中国生物医学工程学会(神经与精神)常委、西北五省神经外科学会常委、陕西省和西安神经外科学会副主委、陕西省保健协会神经外科主委、陕西省卫生系统 215 人才。主持科研课题 14 项,获科技成果奖 8 项,发表学术论文 160 余篇,出版专著和译著 8 部。从事神经外科工作 30 余年,擅长于脑血管病、颅内和脊髓肿瘤的微创手术治疗。

神经内镜在神经外科手术中的应用属微创神经外科范畴。神经内镜手术较传统神经外科手术,具有可直视下操作、手术创伤小、省时、预后好等优点,并辅助显微神经外科手术治疗颅内病变发挥重要作用,在某些方面具备显微神经外科手术不可替代的优势。随着现代光学技术、神经影像技术及显微手术器械的快速发展,神经内镜与立体定向、神经导航、激光、人工智能及显微外科技术相结合,现已遍及神经外科各个领域,且其适应证更广,并取得了良好的疗效。

一、神经内镜技术发展史

1. 神经外科手术应用发展史^[1]:神经内镜始于 20 世纪初,1910 年芝加哥泌尿外科医师使用膀胱镜在直视下烧灼双侧脑室脉络丛治疗脑积水。1918 年 Dandy 用鼻窦器观察脑室,尝试直视下切除侧脑室脉络丛,并将内镜命名为“脑室镜”,后人称其为“神经内镜之父”。1960 年 Hopin 透镜系统的兴起和发展使神经内镜的质量大为提高,应用神经内镜可治疗更多的神经外科疾病。1986 年 Auer 总结了神经内镜手术技术,并正式提出了内镜神经外科学的概念。此后,随着神经内镜器械的不断改进、创新及神经内镜手术经验的积累,使其处理颅内病变的能力进一步增强,并形成神经外科一支独立的学科专业。

2. 神经外科手术应用分类:1998 年 Nikolai 首次将神经内镜手术分为:单纯内镜神经外科;内镜辅助显微神经外科;内镜控制显微神经外科^[2];此外,有学者提出第 4 种手术方式:内镜观察。(1)单纯内镜神经外科(endoscopic neurosurgery, EN):是指所有的手术操作完全是通过神经内镜来完成的,它需要使用

专门的神经内镜器械通过内镜管腔完成手术操作。常用于脑积水、颅内囊性病变和脑室系统病变的治疗。(2)内镜辅助显微神经外科(endoscope-assisted microneurosurgery, EAM):是指在显微神经外科手术中,采用神经内镜辅助完成术中难以发现的死角部位的操作。对显微镜直视术野以外的区域进行观察,不但能增加手术视野的暴露,避免遗漏病灶,同时也减轻了对脑组织的牵拉,从而减低术后并发症和反应的发生。(3)内镜控制显微神经外科(endoscope-controlled microneurosurgery, ECM):是指在神经内镜影像引导下,借用神经内镜的光源及监视系统,使用常规显微神经外科手术器械完成显微神经外科手术。它与 EAM 的区别在于主要操作都是在神经内镜下完成,而与 EN 的区别在于 EN 是在神经内镜管道内进行手术操作,而 ECM 是在神经内镜外实行操作。(4)内镜观察(endoscopic inspection, EI):是指在神经外科手术操作中,利用神经内镜进行辅助观察,而不进行其他手术操作。

此外,有作者又按神经内镜参与手术的领域划分为脑室脑池内镜外科、颅底内镜外科和脊柱内镜外科 3 种类型^[3]。(1)脑室脑池内镜外科:脑室、脑池内镜外科是神经内镜技术经典应用领域,采用神经内镜第 3 脑室底造瘘术(endoscopic third ventriculostomy, ETV)日臻成熟。随着临床病例的不断积累和对手术效果的长期观察,对 ETV 治疗脑积水的适应证及疗效有了更为全面的认识。(2)颅底内镜外科:颅底的特殊结构使显微镜观察常有死角,而神经内镜可利用成角观察的特点,使其能以良好的显露从前颅凹底到颅颈交界处的大部分结构。自 1992 年 Jankowski 等首次在神经内镜下行经鼻蝶入路切除垂体腺瘤以来,神经内镜技术已广泛应用于颅底病变的手术治疗。

(3) 脊柱内镜外科:神经内镜技术在 20 世纪 80 年代末始应用于脊柱外科,随着神经内镜器械的不断改进及与影像定位技术的发展,包括各种管状牵开器、YESS(Yeung endoscopic spine system)的应用和术中导航、立体定向技术的发展,这种神经内镜技术在脊柱外科的应用越来越广泛。

二、神经内镜技术主要适应证

1. 脑室出血:脑室出血是神经内镜治疗的最佳适应证之一,脑室为神经内镜手术操作提供了必需的空间。采用神经内镜清除脑室内血肿术较传统去骨瓣或小骨窗开颅血肿清除术的创口明显变小,而且可在直视下操作,从而能准确地清除血肿,但以降低颅内压为原则,不勉强彻底清除血肿。此外,神经内镜手术不足的是,如术中遇到大出血发生时,神经内镜下止血较为困难,常可能会导致神经内镜手术失败,从而被迫改为开颅血肿清除术,故在采用神经内镜手术前应同时做好开颅血肿清除术的准备。

2. 硬膜下血肿:传统的开颅术治疗慢性硬膜下血肿,具有手术创伤大、病人反应重、术后易感染等不足。而单纯穿刺引流术血肿清除不彻底,盲穿可能会引起硬膜下积液,术后血肿复发率高。神经内镜创口小,且可直视下清除血肿,从而避免单纯穿刺引流术盲穿和血肿清除不彻底而易复发及采用开颅术创伤大的缺点。神经内镜首次血肿清除率较高,其引流时间较短或无需引流,从而降低血肿复发率和感染率,硬膜下积液发生率也低。

3. 脑积水:脑积水的传统治疗方法常多采用脑室腹腔分流术,但存在分流管堵塞、感染等较多并发症,易造成治疗失败。采用神经内镜经第 3 脑室底造瘘术治疗梗阻性脑积水,手术操作简便,构建脑脊液循环较脑室腹腔分流术更符合生理循环,且无需放置引流管,消除了分流管堵塞、感染及分流管外露等并发症^[4]。但对交通性脑积水需做脑室腹腔分流术者,采用神经内镜下放置脑室和腹腔端分流管,则可避免分流管堵塞,效果更佳。

4. 脑脊液漏:脑脊液鼻漏是由于硬脑膜和颅底支持结构破损,使蛛网膜下腔与鼻腔相通,脑脊液经鼻腔流出而形成,常见于外伤、肿瘤、鼻窦疾患和颅腔手术后。脑脊液鼻漏传统的治疗方法,首先以保守治疗为主,如保守无效则常采用开颅脑脊液漏修补术,不管采用何种方法,常可发生颅内感染,且恢复期长。采用神经内镜经鼻腔修补脑脊液漏具有微创、直视下操作、术中瘘口判断准确、无开放式切开术的面部痕

痕、不易感染等优点,现已成为脑脊液鼻漏治疗的首选方法^[5]。

5. 颅内蛛网膜囊肿:颅内蛛网膜囊肿神经内镜手术治疗较传统开颅手术切除囊肿创口小,解剖结构观察清楚,并发症相对也少,患者恢复快,手术安全性高^[6]。

6. 脑脓肿:对于直径较大($\geq 4\text{cm}$)的脑脓肿采用非手术治疗效果差,而外科手术是此类脑脓肿的主要治疗手段。但传统开颅术创伤较大,神经内镜治疗对脑皮质及脓肿周围正常脑组织损伤小,并能直视脓腔及冲洗脓液,也可避免盲视操作下穿刺引起的脑出血。利用神经内镜治疗时,对于厚壁脓肿可用显微剪刀切开脓肿壁,并做脓液吸引和引流,从而彻底清理病灶;而对于多房性脑脓肿,可在神经内镜直视下打通脓肿腔的间隔,以便更有效地冲洗引流,此较开颅术治疗彻底且创伤小,疗效好^[7]。

7. 三叉神经痛:采用神经内镜微创血管减压松解梳理术,是对三叉神经痛病因治疗的根治性方法,可做到完全保留神经和血管功能^[8]。

8. 面肌痉挛:利用神经内镜较显微镜能更清晰地显示观察病变部位,有利于术者从多角度观察血管受压情况,便于判断责任血管、评价神经根部减压情况及垫棉大小和放置位置,从而提高手术效果,并减少术后并发症的发生^[9]。

9. 脑血管瘤:脑海绵状血管瘤的诊断较为困难,但神经内镜的出现为该病正确诊断提供了新途径,且对其治疗也大有裨益。由于神经内镜有良好的光源并可放大图像,它在动脉瘤显微手术中,能使术者较单纯显微手术更好地了解动脉瘤是否完全夹闭,判断动脉瘤夹的位置是否合适,瘤夹是否牢靠以及重要血管穿通支及颅神经有无受到影响,这对提高动脉瘤手术疗效具有重要价值。

10. 垂体腺瘤:传统的显微神经外科手术切除垂体腺瘤创伤较大,而以神经内镜手术切除垂体腺瘤,因神经内镜利用鼻腔生理通道,无需切开唇下或鼻内黏膜,也不必使用蝶窦牵开器,甚至术后鼻腔不用填塞油纱,从而将手术创伤降到最低。而且神经内镜可直视病灶,容易发现残余肿瘤并做彻底切除^[10, 11]。

11. 脑胆脂瘤:颅内胆脂瘤有沿蛛网膜下腔向邻近部位生长的特性,从而形成巨大不规则占位性病变。因病变不规则,传统开颅切除术对正常脑组织牵拉创伤大,且难以全部切除肿瘤;单纯显微神经外科手术常因镜下存有“死角”而使肿瘤难以全部切除。

神经内镜有助于发现残存于显微镜“死角”处的肿瘤,从而提高肿瘤全切率并减少肿瘤复发。因神经内镜能直接到达颅内深部,凭借其良好的光源,使术者可清晰地观察病变周围的结构,有效地避免损伤深处病灶周围重要的脑神经、血管,从而减少手术并发症,避免发生医源性手术风险。

12. 颅底脊索瘤:颅底脊索瘤多发于颅底蝶枕交界处,常见于斜坡、鞍区等颅底中线处。该肿瘤具有位置深且侵袭、破坏颅底重要结构和压迫脑干的特性,从而给外科治疗带来巨大挑战。传统开颅手术治疗的严重创伤难以避免,某些患者因手术创伤术后生存质量明显下降;另有由于肿瘤清除不彻底,复发率也较高。采用神经内镜治疗颅底脊索瘤,因神经内镜光源充足,术中视野清楚,颅底肿瘤显露良好,能发现在显微手术中“死角”处的肿瘤,有利于全部清除肿瘤,降低肿瘤复发;且由于手术创伤小,术后并发症少,住院时间明显缩短,患者恢复快。

三、神经内镜技术优势及局限性

1. 神经外科手术应用优势:(1)微创性:神经内镜手术结合神经影像导航系统、立体定向、超声引导、计算机三维成像等新技术,可对病灶精确定位、设计最佳手术入路;大多数神经内镜手术,只需做单一小骨孔或小骨瓣开颅,避免传统的大骨瓣开颅,减少对正常脑组织的暴露及损伤,将手术损伤降到最低程度。(2)直视性:利用优越的照明、摄像及多角度观察等条件,增大可视角度,对观察物体局部放大,可清楚显示视野内从浅表到深部隐蔽区域的所有细微解剖结构,消除显微镜直视下的盲区,避免了盲穿可能带来的损伤,明显增加手术操作的精确性和安全性。(3)省时、预后较好:神经内镜手术较传统神经外科手术,可简化手术操作步骤,缩短手术时间,因其各种手术不良反应小、并发症相对少而获得较好的预后,同时住院时间缩短,医疗费用相对低,具有良好的经济效益和社会效益。

2. 神经外科手术应用局限性^[12]:(1)术中遇到较多出血时,神经内镜下止血手段有限,而不得不改为开颅手术。(2)神经内镜操作空间小,视野狭小,不易切除较大的实质性肿瘤;另有多数手术是在脑的深部进行,容易造成脑重要结构的损伤。(3)神经内镜下解剖与显微解剖有本质差异,神经内镜下所见与实际解剖结构不能等同,术中空间定位较为困难,需要术者熟悉镜下定位解剖标志。(4)神经内镜器材多且易导致术后手术感染。(5)神经内镜手术专业性

强,需要术者具有扎实的显微外科基础和长期正规的技能训练才能掌握。

尽管神经内镜手术具有局限性,但只要术者严格掌握手术适应证,具有扎实的解剖学基础和良好的技能训练,这些手术局限性是可避免的,同样能达到手术的预期目的,从而获得良好的疗效。

四、展 望

1. 神经内镜技术与导航、超声系统、三维 MRI 相结合的应用:神经内镜与影像介导的神经导航系统及术中超声探测系统相结合应用于神经内镜手术,可使神经内镜准确到达既定手术区域^[13]。术中使用超声手术刀,并在显示屏上实时看到靶点周围重要的神经血管结构,可避免手术损伤,增加手术安全性,减少并发症。术中开放式 MRI 图像与神经内镜相结合,通过术中实时 MRI 三维图像提供的神经导航指导神经内镜手术,还可显示术中脑组织移位、囊肿穿孔效果和引流情况。

2. 神经内镜光学系统的发展:目前,国外已有术者成功地将神经内镜图像与显微镜图像同步地显示在术者的头戴式液晶屏上,可使术者视线完全脱离神经内镜监视器及显微镜的束缚,同时观察神经内镜和显微镜下图像及诊断影像,从而获得最佳视野图像。激光辅助神经内镜技术将激光系统应用于神经内镜手术中,可增强术中止血效果,但普通激光系统在较高功率和较长时间才能产生高温,对接触面周围和深部组织损伤较大。三维图像的摄像机已问世出售,能反馈触觉的传感器也正在研究,用细口径管芯的超声吸引器作粉碎和吸除血肿,已积累了初步经验^[14]。

3. 动态脑脊液电影技术的发展:动态脑脊液电影技术最初是用于记录 Chiari 畸形患者术后的脑脊液流动变化,以用于评定手术远期效果。最近有学者将此技术应用于 ETV 手术后并作无创性动态随访,评价造瘘是否成功,即通过对脑脊液水流动力学变化的动态监测,可精确记录脑脊液流量改变,监测颅内压动态变化情况^[15, 16]。目前特别强调在实行 ETV 手术前动态评价脑脊液的吸收功能,对于脑脊液吸收功能正常的脑积水患者,即使影像学提示交通性脑积水,造瘘手术对部分患者仍然有效;对于脑脊液吸收障碍的脑积水患者,即使影像学提示为梗阻性脑积水,仍应采取脑脊液分流手术。

4. 虚拟现实、图像融合及智能机器人技术的发展:现代 CT 及 MRI 具有强大的图像后处理功能,在虚拟的三维结构中进行多角度、多种方法的模拟手术

操作,有助于发现可能遇到的问题,并在手术中做好应对措施。图像融合技术是近年研究的热点,目前科技已达到 CT、CTA、MRI、MRA、DSA 影像技术的一次融合,借助计算机工作站强大的图像处理功能,使得术前的手术模拟成为可能。术者在虚拟的三维结构中进行多角度、多种方法的模拟手术操作,有助于提高手术技巧,发现手术难点,剔除不佳入路,选取最佳手术方案,虚拟手术对于神经内镜手术临床教学具有其他方法不可替代的作用^[15]。

智能机器人辅助神经内镜手术成为近来的发展趋势,国外关于人工智能机器人的研究正在神经内镜外科领域内进行,目前已可达到完全取代传统神经内镜的工作的程度,依靠听从术者的语言命令自动调节视野,使远距离遥控手术更为精确和完美,这些辅助手段极大地扩展神经内镜的应用范围,使得现代手术观念发生质的变革^[16]。

五、结 语

神经外科已经进入“微侵袭”时代,神经内镜手术治疗符合这一发展趋势,它是真正意义上“锁孔”手术的实现者,此较显微镜手术有其独特的优势。该神经内镜手术的目的是在确保治疗效果的前提下,减少手术创伤,缩短住院时间,减少并发症和病死率,降低患者医疗费用,具有良好的经济效益和社会效益。相信随着神经外科医师对神经内镜手术经验的不断积累、认识的继续深化、神经内镜设备的不断完善和创新,神经内镜技术具有的独特优越性必将促使微创神经外科迈向更高层次。

参考文献

- 1 师蔚, 缪星宇. 神经内镜技术在神经外科中的应用[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2007, 6(2): 187-188
- 2 缪星宇, 王芳茹, 师蔚. 神经内镜手术技术与临床应用[J]. 世界核心医学期刊文摘. 神经病学分册, 2005, 1(5): 1-3
- 3 李储忠, 张亚卓. 神经内镜应用进展[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2009, 35(2): 67-68
- 4 Sacko O, Boetto S, Lauwers - Gances V, *et al.* Endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis in 368 procedures[J]. J Neurosurg Pediatr, 2010, 5(1): 68-74
- 5 Liao H, Kong Y, Huang X, *et al.* Clinic analysis of cerebrospinal rhinorrhea in 24 cases[J]. Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi, 2010, 24(2): 71-74
- 6 Dagain A, Lepeintre JF, Scarone P, *et al.* Endoscopic removal of a suprasellar arachnoid cyst: an anatomical study with special reference to skull base[J]. Surg Radiol Anat, 2010, 32(4): 389-392
- 7 Ye HX, Yuan XR, Liu JP, *et al.* Neuroendoscopy for treatment of multilocular brain abscess in children[J]. Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi, 2009, 11(1): 41-43
- 8 Tanrikulu L, Hastreiter P, Richter G, *et al.* Virtual neuroendoscopy: MRI - based three - dimensional visualization of the cranial nerves in the posterior cranial fossa[J]. Br J Neurosurg, 2008, 22(2): 207-212
- 9 Cheng WY, Chao SC, Shen CC. Endoscopic microvascular decompression of the hemifacial spasm[J]. Surg Neurol, 2008(70): 40-46
- 10 Schaberg MR, Anand VK, Schwartz TH, *et al.* Microscopic versus endoscopic transnasal pituitary surgery[J]. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 2010, 18(1): 8-14
- 11 Tabae A, Anand VK, Fraser JF, *et al.* Three - dimensional endoscopic pituitary surgery[J]. Neurosurgery, 2009, 64(5 Suppl 2): 288-295
- 12 师蔚, 王睿智, 缪星宇, 等. 神经内镜治疗颅内病变的临床应用[J]. 西安交通大学学报(医学版), 2005, 26(6): 607-610
- 13 Al - Mefty O, Pravdenkova S, Gagnaniello C. A technical note on endonasal combined microscopic endoscopic with free head navigation technique of removal of pituitary adenomas[J]. Neurosurg Rev, 2010, (33): 243-249
- 14 Snyderman CH, Carrau RL, Prevedello DM, *et al.* Technologic innovations in neuroendoscopic surgery[J]. Otolaryngol Clin North Am, 2009, 42(5): 883-890
- 15 刘洛同, 黄昌仁, 陈礼刚. 神经内镜的应用现状及展望[J]. 泸州医学院学报, 2009, 32(6): 676-678
- 16 刘志坚, 傅震. 神经内镜技术的临床应用进展[J]. 立体定向和功能性神经外科杂志, 2009, 22(4): 254-256

(收稿:2010-06-03)

(接第 130 页)

- 20 Pickel VM, Chan J, Linden J, *et al.* Subcellular distributions of adenosine A1 and A2A receptors in the rat dorsomedial nucleus of the solitary tract at the level of the area postrema[J]. Synapse, 2006, 60(7): 496-509
- 21 Trincavelli ML, Melani A, Guidi S, *et al.* Regulation of A2A adenosine receptor expression and functioning following permanent focal ischemia in rat brain[J]. Neurochem, 2008, 104(2): 479-490
- 22 Corsi C, Pinna A, Gianfriddo M, *et al.* Adenosine A(2A) receptor antagonism increases striatal glutamate outflow in dopamine denervated rats[J]. Eur J Pharmacol, 2003, 464(1): 33-38

- 23 Pepponi R, Ferrante A, Ferretti R, *et al.* Region - specific neuroprotective effect of ZM 241385 towards glutamate uptake inhibition in cultured neurons[J]. Eur J Pharmacol, 2009, 617(1-3): 28-32
- 24 Gui L, Duana W, Li GM, *et al.* Adenosine A2A receptor deficiency reduces striatal glutamate outflow and attenuates brain injury induced by transient focal cerebral ischemia in mice[J]. Brain Research, 2009, 1297(2): 185-193
- 25 Dai SS, Zhou YG, Li W, *et al.* Local glutamate level dictates adenosine A2A receptor regulation of neuroinflammation and traumatic brain injury[J]. Neurosci, 2010, 30(16): 5802-5810

(收稿:2010-09-01)

(修回:2010-11-23)