

· 专家述评 ·



王怡, 复旦大学附属华山医院超声医学科主任医师, 博士生导师。从事超声诊断工作20余年, 尤其擅长神经外科疾病、浅表小器官超声诊断。2005年“神经外科术中超声定位”荣获上海市医疗成果优胜奖, 同年主办第一届国家继续医学教育项目“神经外科术中超声应用”学习班。2007年“中枢神经系统血管母细胞瘤的基础和临床诊治”荣获上海市科技进步一等奖。2009年“超声实时监测在神经外科中的应用”荣获上海医学科技三等奖。目前在国外SCI收录期刊、国内核心权威期刊发表有关论文30余篇, 主编或参编专业著作10余本, 承担省部级课题10余项, 多次获得省部级科技进步奖。曾作为访问学者赴美国南加州大学附属医院及美国麻省总院进修。

## 颅脑脊髓超声历史进展及现状

王怡, 王涌, 潘卉雯

复旦大学附属华山医院超声医学科, 上海 200040

中图分类号: R445.1 文献标志码: A 文章编号: 1008-617X(2016)03-0193-03

**The historical progress and current situation of the ultrasound in brain and spinal cord** WANG Yi, WANG Yong, PAN Huiwen (Department of Ultrasound, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China)

Correspondence to: WANG Yi E-mail: y\_wang1111@hotmail.com

### 1 概述

目前, 颅脑脊髓超声已成为介入超声的重要组成部分。介入超声技术在神经外科中应用的历史发展大致可分为3个阶段<sup>[1]</sup>: 第1阶段是20世纪50~60年代, A型超声和非实时B型超声首先在临床及术中开始使用, 但由于技术缺陷, 未得到普遍应用。第2阶段则从20世纪70年代末到80年代, 实时二维B型超声成像设备由于即时性和直观性方面的优势, 已能应用于临床诊疗实践; 术中超声(intraoperative ultrasound, IOUS)开始应用, 其优势也体现在神经外科手术中<sup>[2]</sup>; 此阶段有诸多关于IOUS应用的综述发表, 从各方面阐明其优势和应用范围, 但由于专业性较强仍未得到普及。第3阶段则是20世纪90年代, 彩色多普勒技术及内镜超声的出现使超声的应用范围更加扩大; IOUS深入开展, 经皮介入性超声的应用逐渐普及, 主要应用于术中配合及术后的脓肿和液体引流等。

1950年, French等<sup>[3]</sup>首次应用A型超声技术探测切除后的颅脑肿瘤及尸体标本, 使用一台频率为15 MHz被称为“ultrasonoscope”的设备, 成功地对离体组织进行超声探查, 并获得一些特征性回声曲线。受这一结果的激励, 1953年Wild等<sup>[4]</sup>在术中利用A型超声准确对颅脑恶性肿瘤进行了定位, 这也是IOUS首次应用于临床的报道。20世纪60年代中期, A型超声设备在神经外科手术中的应用相继报道, 超声在术中可对病灶进行迅速准确的定位, 被认为是一种简便的术中定位及探查方法<sup>[5-8]</sup>。1966年Ueda等<sup>[9]</sup>使用接触式复合扫查设备首次获得了清晰的颅内肿瘤静态B型超声图像。

### 2 颅脑切面声像图的应用历史

20世纪70年代, 颅脑病变术中精确定位是困扰神经外科医师的难题之一。70年代末高频B型术中超声设备的出现解决了这一难题。

1980年Rubin等和Moiyadi分别使用3~

7.5 MHz探头,在开颅后对颅脑的解剖结构及病灶进行超声扫查<sup>[10-11]</sup>,完成了术中对颅脑病灶进行精确定位和探查。

1984年北京大学陈敏华配合脑外科詹名抒、鲍圣德,采用3.5 MHz探头及自制水囊,成功完成了我国首例位于颅脑运动中枢微小肿瘤的术中精确定位,使1 cm肿瘤在9 mm切口下被摘除<sup>[12]</sup>。这些初步尝试取得了巨大成功,随后这一技术迅速应用于神经外科手术中,包括对肿瘤、囊肿、脓肿、血肿、炎性肿块、颅脑水肿、动脉瘤、动静脉畸形(arteriovenous malformation, AVM)、骨片及异物等的探查和诊断。

### 3 现代超声成像应用现状

目前超声和IOUS已成为颅脑脊髓疾病的诊断手段之一,在神经外科手术中具有广阔的应用前景和较高的实用价值,不仅应用于辅助手术,还可引导行局部消融治疗等,成为微创神经外科手术中不可缺少的辅助诊断和局部微创治疗手段。

#### 3.1 IOUS在神经外科手术中的应用

20世纪80年代,随着实时B型超声设备的不断改进及IOUS应用的普遍开展,其在病灶精确定位、显示正常颅脑解剖结构、引导活检穿刺、辅助肿瘤切除及动脉瘤夹闭、辨认肿瘤切除后有无残留等方面中的应用,受到了临床医师广泛认可。文献归纳了IOUS的4个主要作用:①可获得精确的、能影响手术方式选择的新信息。②替代术中放射造影技术或作为其补充。③为不同的手术进行导航。④明确手术的完整性,即病灶是否完全切除。

IOUS的这些优点对外科手术产生了深远的影响,它简化了手术过程、缩短了手术时间,减少了术中放射造影使用的频率,甚至改变或完善了手术方式。

#### 3.2 彩色多普勒血流成像在神经外科手术中的应用

彩色多普勒血流成像(color Doppler flow imaging, CDFI)初期应用于心血管手术中。20世纪80年代中期,Takamoto等<sup>[13]</sup>首先将彩色多普勒技术运用于IOUS,开展了先天性心脏病修补术的术中监测。将CDFI对心血管疾病的术中探查

优势应用于颅脑手术中探查动脉瘤、AVM、血管母细胞瘤及其他一些富血管疾病,特别是对AVM的显示,甚至能改善病灶的轮廓边界,弥补常规超声图像的不足。Dempsey等<sup>[14]</sup>曾报道利用阻力指数(resistance index, RI)能很好地将AVM血管与周围正常动脉区分开,并在病灶切除后利用RI判断切除是否彻底,CDFI的应用效果逐渐得到临床重视。

### 4 IOUS在神经外科应用的展望

目前超声技术的前沿领域和研究热点为超声造影成像及三维超声成像,这将带来IOUS的另一次革命性进展。

#### 4.1 超声造影诊断

经过3代发展,出现了较成熟的造影制剂声诺维,其微泡结构稳定,散射声源能力强,是一种理想的血流示踪剂。根据超声造影成像动态实时性的特点,可增加血流的显示率、界定肿瘤边界、寻找并确认病灶的供血动脉和引流静脉等,从而解决既往术中超声导航存在的难题。近年来,有文献报道超声造影剂在术中导航应用的初步经验。2001年Otsuki和Susumu等报道了由临床医师利用造影(谐波成像)完整显示颅内血管性病变的血供模式,其效果与数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)相近。2005年Kanno等<sup>[15]</sup>报道了对37例颅脑肿瘤进行术中超声造影导航的经验,认为该技术能方便术中导航过程,进一步明确肿瘤内和肿瘤旁的血供模式,对富血供肿瘤的效果更为显著。

#### 4.2 超声造影的治疗功能

在造影剂微泡内携带治疗药物,到达特定部位后,利用超声声源进行爆破,使药物在局部发生作用,从而达到靶向性治疗的效果。这一技术的应用将提高肿瘤局部化疗、血管内溶栓等手术的效果。此外,超声引导置入放射性核素粒子,对恶性肿瘤行内照射治疗亦有报道。

#### 4.3 三维超声

三维超声是目前超声医学领域的热点,从早期的二维图像三维重建技术发展到现在实时三维成像,标志着三维超声已发展到成熟阶段。今后,研制适宜的术中导航三维超声系统可获得更加直观的术中导航图像,结合造影技术将有效提高富

血管肿瘤的术中导航效果。

超声引导下的微波消融治疗应用于神经外科,有望成为神经外科病变治疗的补充手段。

### 参考文献

- [1] MACUUCHI M, TORZILLI G, MACHI J. History of intraoperative ultrasound [J]. *Ultrasound Med Biol*, 1998, 24(9): 1229-1242.
- [2] 陈敏华, 董宝玮, 詹名抒, 等. 腹部B型超声仪在颅脑手术中的应用 [J]. *中华医学杂志*, 1987, 67: 156-157.
- [3] FRENCH L A, WILD J J, NEAL D. Detection of cerebral tumors by ultrasonic pulses. Pilot studies on postmortem material [J]. *Cancer*, 1950, 3(4): 705-708.
- [4] WILD J J, REID J M. The effects of biological tissues on 15-m pulsed ultrasound [J]. *J Acoust Soc Am*, 1953, 25: 270-280.
- [5] SUGAR O, UEMATSU S. The use of ultrasound in the diagnosis of intracranial lesions [J]. *Surg Clin North Am*, 1964, 44: 55-64.
- [6] KANAYA H, YAMASAKI G, SAIKI G. Intraoperative and postoperative ultrasound findings of cerebral hemorrhage [J]. *Jpn Soc Ultrason Med Proc*, 1964, 5: 69-70.
- [7] ITO K, NAKANO H, OBARA Y, et al. Intraoperative ultrasound diagnosis of intracranial diseases [J]. *Jpn Soc Ultrason Med Proc*, 1965, 7: 47-48.
- [8] DYCK P, KURZE T, BARROWS H S. Intraoperative ultrasonic encephalography of cerebral mass lesions [J]. *Bull Los Angeles Neurol Soc*, 1966, 31: 114-124.
- [9] UEDA S, NISHIMOTO S, SADAMOTO K, et al. Ultrasound diagnosis of brain tumor—Contact compound scope through the dura during craniotomy [J]. *Jpn Soc Ultrason Med Proc*, 1966, 10: 43-44.
- [10] RUBIN J M, MIRFAKHRAEE M, DUDA E E, et al. Intraoperative ultrasound examination of the brain [J]. *Radiology*, 1980, 137(3): 831-832.
- [11] MOIYADI A V, SHETTY P M, MAHAJAN A, et al. Usefulness of three-dimensional navigable intraoperative ultrasound in resection of brain tumors with a special emphasis on malignant gliomas [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2013, 155(12): 2217-2225.
- [12] 詹名抒, 霍惟扬, 陈敏华, 等. B型实时超声定位在颅脑手术中的应用 [J]. *北京医科大学学报*, 1985, 17: 275-277.
- [13] TAKAMOTO S, KYO S, ADACHI H, et al. Intraoperative color flow mapping by real-time two dimensional Doppler echocardiography for evaluation of valvular and congenital heart disease and vascular disease [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1985, 90: 802-812.
- [14] DEMPSEY R J, MOFTAKHAR R, POZNIAK M. Intraoperative Doppler to measure cerebrovascular resistance as a guide to complete resection of arteriovenous malformations [J]. *Neurosurgery*, 2004, 55(1): 155-160.
- [15] KANNO H, OZAWA Y, SAKATA K, et al. Intraoperative power Doppler ultrasonography with a contrast-enhancing agent for intracranial tumors [J]. *J Neurosurg*, 2005, 102(2):295-301.

(收稿日期: 2016-08-17)