



· 综 述 ·

术中超声在脑肿瘤切除术中的应用

曾 瑾 徐立新 (南华大学附属湖南省常德市第一人民医院 415000)

摘要：术中超声不受开颅术后脑移位的影响，真实时方便的定位肿瘤和识别残余肿瘤。在脑肿瘤切除手术中，术中超声的多种成像模式的应用，均是力争达到以最大限度的切除肿瘤组织并最小程度的损伤正常神经功能的手术效果。

关键词：术中超声 脑肿瘤 超声造影 融合成像

中图分类号：R739.41 **文献标识码：**A **文章编号：**1009-5187 (2018) 03-392-02

Abstract : Intraoperative ultrasound is not affected by brain shift after craniotomy. It is a real-time and convenient way to locate tumors and identify residual tumors. In brain tumor resection surgery, the application of multiple imaging modes of intraoperative ultrasound is to achieve the surgical effect of maximally resection of tumor tissue and minimal damage to normal nerve function.

Key words : intraoperative ultrasound brain tumor contrast-enhanced ultrasound fusion imaging

超声波属于机械波，由于受颅骨遮挡，超声在神经外科领域起步相对较晚。自从 1982 年 Rubin^[1] 等人首先认识到术中超声可以用来精确定位颅内病变并指导手术切除，之后，国内外报道了一系列相关的应用与研究，逐渐认识到术中超声实时方便、安全无创，尤其是解决术中脑移位的一种有价值的工具。目前随着超声技术的不断发展及成像模式日益增多，极大的扩展了超声在手术中可用的选项。熟悉超声的成像原理，有助于更好地帮助术者定位肿瘤和识别肿瘤边界，保护患者安全和神经功能。除传统二维超声、彩色多普勒超声以外，本文在此对术中超声多种新的成像模式如超声造影，弹性成像，三维超声，融合成像在脑肿瘤切除术中的相关原理及应用作一综述。

1 术中超声多种新的成像模式在脑肿瘤切除术中应用

1.1 术中超声造影

超声造影又称声学造影，通过将造影剂以团注的方式注入人体血管后，来增强血液的背向散射使血流清楚显示，从而达到对某些疾病进行诊断和鉴别诊断的目的。超声造影剂微泡大小和特征与红细胞相似，不通过血管内皮进入组织，其增强效应更接近核医学中标记的放射性示踪剂。超声造影剂既无活性又不影响血流动力学，还可以通过肺毛细血管床随体循环进入全身组织。目前国内广泛使用的是以声诺维为代表第二代微气泡造影剂，其内含高密度的惰性气体六氟化硫，稳定性好。

超声造影不同于多普勒成像，其图像质量不受角度的影响，能同时显示高速和低速血流，并提供肿瘤微循环及动力学信息。与 CT 和 MRI 相比，声学造影拥有良好的时间分辨率，安全性好、无过敏反应，检查费用相对较低。更有利的是超声造影剂不会像 CT 和 MRI 对比剂一样扩散到间质中，除了增强血管分布的区域之外还突出血脑屏障破坏的区域。而此区域不一定是肿瘤的边缘^[2]。

超声造影与 CT 和 MRI 上观察到的造影增强程度无关，而与数字减影血管造影 (DSA) 所观察到的血管稀疏程度相关，超声造影显示病灶的血管分布情况，突出肿瘤边界和残余肿瘤，实现了肿瘤可视化，其时间 - 强度曲线更有助于判断肿瘤的良恶性。通过术中普通二维超声往往很难区分瘤周水肿和正常脑组织之间的肿瘤边界。如果将水肿脑组织错误地切除为肿瘤，可能会导致不必要的脑损伤。国内学者^[3] 对北京天坛医院神经外科的 88 例脑胶质瘤手术患者进行术中超声造影，发现术中超声造影有助于确定胶质瘤周脑水肿的边界和识别残留胶质瘤，从而可能最大化的切除肿瘤及减少术后残留，避免损伤瘤周正常脑组织。2014 年 Prada^[4] 针对 69 例幕上脑胶质瘤患者进行术中超声造影，首次对胶质瘤的超声造影特征进行总结，并且发现超声造影有助于辨别胶质母细胞瘤的异质性，指导外科活检，从而可能

提高组织学诊断的准确性。

超声造影对于肿瘤内部血管及与临近血管的关系优于常规 CDFI 检查，且与 DSA 结果呈良好相关性。王莎莎^[5] 等使用超声造影三维重建，弥补了二维超声造影仅能显示平面血流灌注的不足，更直观的显示脑肿瘤血管网络的空间分布及密集程度，获得肿瘤整体在颅内的空间位置及与周围比邻关系的相关信息，指导肿瘤切除。值得注意的是，胶质增生仍是超声造影评估复发性脑胶质瘤及既往放射治疗病例术后残余肿瘤的障碍。

1.2 超声弹性成像

超声弹性成像技术是目前显示组织硬度及弹性的最便捷、最准确的影像学方法。最早由 Ophir 等在 1991 年提出，分为基于组织应变的静态压缩弹性成像和基于声辐射剪切波传导速度的瞬时弹性成像两大类。基本原理是根据不同组织的弹性系数不同，在施加外力或交变震动之后，其应变不同，导致组织形态改变不同，多采用评分法和应变率比值法评价组织硬度。

超声弹性成像技术在脑肿瘤切除术中，能为术者提供颅内肿瘤的部位、性质及病灶周边组织的声像，反映病灶硬度，区分肿瘤与正常实质，更加明确的显示病灶与周围组织的边界，对肿瘤的切除及预后均具有重要意义。国内李亮^[6] 等对 95 例颅内占位的患者研究发现，颅内占位性病变的超声弹性图像特征与其病理特点相符，超声弹性成像有助于术者在术前对肿瘤性质及胶质瘤的良恶性进行初步判断，提高手术切除的效率。超声弹性成像现已广泛应用于各种术中和疾病的诊断，包括前列腺癌的诊断，肝纤维化的评估以及乳腺肿块的评估，虽然超声弹性成像目前在脑肿瘤切除方面还处于发展和表征的早期阶段，相信随着在脑肿瘤切除术中的应用进一步深入及组织硬度评价标准的更加完善，其在脑肿瘤切除术中的应用前景更加广泛。

1.3 三维超声

三维超声是当今超声医学发展的前沿学科，常规二维超声仅提供横截面图像，而三维超声提供多切面尤其是二维超声无法显示的冠状切面信息，连续性成像特点媲美 CT 和 MRI，显示病灶更加立体、直观、精确，其获取图像采集时间短，操作简便，后期可对数据进行多技术分析，对肿瘤的观察更加客观与全面。并且对医师的经验要求比二维超声要低。三维容积成像不但可以多角度多切面对图像进行观察，而且还能够进行一定的容积测量，肿瘤的空间定位得到了进一步改善。三维血管能量成像技术能直观动态显示器官和病灶整体血流灌注，区分病灶内外血流起始。

三维超声能准确诊断肿瘤边界，三维超声术中勾画肿瘤边界的能力与 T2 加权 MRI 相当，且优于 T1 加权 MRI。在一项针对 28 个原发性和转移性脑肿瘤切除术的研究中^[7]，术中三维超声诊断肿瘤边界与活检病理诊断比较，其一致性为：低度星形细胞瘤为 74%，星形细胞瘤为 83%，胶质母细胞瘤为 77%，脑膜瘤为 100%。与 MR 相同，US 低估了胶

作者简介：曾瑾 (1985-)，女，职称：主治医师，研究方向：超声专业。
* 通讯作者：徐立新。



质瘤细胞浸润的程度,特别是对于低级别的胶质瘤。Steno^[8]等前瞻性地对122名成年低级别胶质瘤患者,与术后72小时的MRI对照,发现由三维超声引导的术中唤醒功能区低级别胶质瘤手术较常规神经导航(术前MRI但不包括fMRI和DTI)切除范围更大。值得注意的是,二维超声能产生的伪影同样存在于三维超声图像中,三维重建的质量受操作者的影响,对运动伪像敏感,由于图像采集平面的图像分辨率降低或不均匀,三维超声图像目前尚不能达到二维超声相同的平面内分辨率。

1.4 融合成像

融合成像是将术中超声与神经导航技术结合起来,获得的术中实时更新的病灶区域的超声图像,与相应的术前MRI重建平面融合,显示在导航屏幕上。该手术导航系统主要由超声仪、图像工作站、手术器械以及磁定位器(或光学定位装置)组成。超声仪获取实时超声图像并传送到工作站,图形工作站用于数据采集、图像处理,磁定位器(或光学定位器)跟踪超声探头及手术器械的位置和运动方向。

术中超声与术前MRI融合导航是可靠的,准确和用户友好的。在手术过程中能真实的实时反馈,提供高精度和定位。目前国内^[9]已经有将神经导航与三维超声融合的工作平台—Brain Lab 整体化超声导航系统(德国博医来公司),应用于术中有助于加强术中脑移位的纠正、实时准确判断肿瘤的边界,提高全切除率。由于超声与MRI突出了不同类型的解剖细节并包含不同的伪像和噪声模式,超声对MRI的注册在技术上具有挑战性。以超声为基础的3D注册使得颅内标志(如前后联合)的定位更准确,但代价是外部解剖标志注册的准确性降低。为了更加精确的控制肿瘤的切除范围,达到手术微创化,有学者提出了其他一些将术中超声与解剖学注册相结合的方法,目前这方面有待进一步研究。

2 术中超声在脑肿瘤切除术中的前景展望

毫无疑问,术中超声是目前指导脑肿瘤切除手术的一项有价值的技术,国内外开展越来越广泛。因此,熟悉超声的各种成像原理及解剖结构、重视超声操作的学习曲线,对于获取切面、理解超声图像十分重要。其次,不断的学习和研究新的技术,比如三维超声成像、融合成像等,有利于指导更快捷安全,更精确的手术。

我们相信,随着各种超声成像技术及新型超声探头的研发和应用,超声弹性成像和融合成像技术的日益成熟、靶向超声造影技术的发展

及术中超声与术中唤醒技术及功能磁共振等联合应用,术中超声识别脑肿瘤边界及残余肿瘤的能力将不断提高,将更加有效的辅助脑肿瘤切除手术向微侵袭方向进一步发展。

参考文献

- [1]Rubin J M, Dohrmann G J. Intraoperative neurosurgical ultrasound in the localization and characterization of intracranial masses[J]. Radiology,1983,148(2):519-524
- [2]Krekel N M, Zonderhuis B M, Schreurs H W, et al. Ultrasound-guided breast-sparing surgery to improve cosmetic outcomes and quality of life. A prospective multicentre randomised controlled clinical trial comparing ultrasound-guided surgery to traditional palpation-guided surgery (COBALT trial)[J]. BMC Surg,2011,11:8
- [3]Cheng L G, He W, Zhang H X, et al. Intraoperative Contrast Enhanced Ultrasound Evaluates the Grade of Glioma[J]. Biomed Res Int,2016,2016:2643862
- [4]Prada F, Perin A, Martegani A, et al. Intraoperative contrast-enhanced ultrasound for brain tumor surgery[J]. Neurosurgery,2014,74(5):542-552, 552
- [5]王莎莎,李叶阔,朱贤胜,等.超声造影三维重建脑肿瘤滋养动脉的临床应用研究[J].中国超声医学杂志,2008(07):654-657
- [6]李亮.术中超声弹性成像技术在颅脑占位病变中的临床应用研究[D].第四军医大学,2012
- [7]Unsgaard G, Selbekk T, Brostrup M T, et al. Ability of navigated 3D ultrasound to delineate gliomas and metastases—a comparison of image interpretations with histopathology[J]. Acta Neurochir (Wien),2005,147(12):1259-1269, 1269
- [8]Steno A, Holly V, Mendel P, et al. Navigated 3D-ultrasound versus conventional neuronavigation during awake resections of eloquent low-grade gliomas: a comparative study at a single institution[J].Acta Neurochir (Wien),2018,160(2):331-342
- [9]陈伟.术中超声辅助神经导航技术在颅脑手术中的应用_程伟[D].2013
- [14]徐菁.沙参麦冬汤合芍药甘草汤治疗肺炎支原体感染后小儿慢性咳嗽60例[J].中国中医药科技,2012,19(2):101.
- [15]王华.肺炎支原体感染相关的神经系统疾病[J].实用儿科临床杂志.2009,24(10):726.
- [16]孙晓虹.抗支原体治疗肺炎支原体感染患儿的临床研究[J].中国实用医药,2012,7(28):911.
- [17]郭红年.阿奇霉素治疗小儿支原体肺炎临床疗效[J].新乡医学院学报,2008,25(11):54-55.
- [18]张俊威,姚琳,蒙艳丽,等.桔梗总皂苷体外抗肺炎支原体作用实验研究[J].中华中医药学刊,2013,31(4):868-870.
- [19]Del Valle-Mendoza J, Silva-Caso W, Cornejo-Tapia A, et al. Molecular etiological profile of atypical bacterial pathogens, viruses and coinfections among infants and children with community acquired pneumonia admitted to a national hospital in Lima, Peru[J].BMC Res Notes. 2017;10(1):688.
- [20]Romero-Espinoza JA, Moreno-Valencia Y, Coronel-Tellez RH, et al. Virome and bacteriome characterization of children with pneumonia and asthma in Mexico City during winter seasons 2014 and 2015[J].PLoS One. 2018;13(2):e0192878.

(上接第391页)

2008, 12(4):363.

[6]帅普霞.小儿肺炎支原体感染的危害及治疗进展[J].中国药业,2011,20(1):89-90.

[7]李丛哲,李雁,张晓娟,等.小儿肺炎支原体肺炎临床诊治分析[J].当代医学,2009,15(21):33.

[8]赵久龄,王玉水,郭泽洋.儿童肺炎支原体肺炎的中医药治疗进展[J].中国中医急症,2014,23(8):1502-1505.

[9]刘淑华,王兆凯.二冬二母汤穴位离子导入治疗小儿肺炎支原体肺炎的临床研究[J].中国妇幼保健,2012,27(30):4798-4799.

[10]李黎,马少杰,刘晓红,等.蛭丹化痰口服液治疗耐药肺炎支原体肺炎的疗效[J].实用儿科临床杂志,2010,25(16):1264-1267.

[11]冯璐璐.中西医结合联合西药治疗小儿支原体肺炎38例[J].陕西中医.2008,29(3):282-283.

[12]鲁艳芳,吕蓉蓉,张雪荣,等.理肺通络方干预儿童呼吸道肺炎支原体感染的有效性评价[J].中国中西医结合儿科学,2012,4(5):456-459.

[13]侯安存.儿童肺炎支原体肺炎的的抗生素治疗[J].实用儿科临床杂志,2009,24(10):730.