

# 颅脑手术定位中三维影像体表投影技术的应用价值

游慧超<sup>1</sup>, 孙登江<sup>1</sup>, 欧阳和平<sup>1</sup>, 汤 军<sup>1</sup>, 田 丽<sup>1</sup>, 李文琦<sup>2</sup>

(江汉大学附属湖北省第三人民医院, 1. 神经外科, 2. 超声科, 湖北 武汉, 430032)

**摘要:** 目的 探讨三维影像体表投影技术应用于颅内病变术前定位的可行性与价值。方法 选取三维影像体表投影定位技术辅助手术患者 15 例, 其中颅内血肿穿刺引流术 9 例、脑膜瘤切除术 2 例、脑动静脉畸形切除术 2 例、微血管减压术 2 例。分析定位效果, 总结定位经验。结果 9 例颅内血肿穿刺引流术均一次性成功, 2 例脑膜瘤及 2 例血管畸形均在设计的骨窗内; 3 例静脉窦旁病变, 术前均能较精准地描绘静脉窦位置。结论 三维影像体表投影定位技术能较精准地定位颅脑病变, 增加体表标志可以提高该技术的定位精准性。

**关键词:** 颅脑手术定位; 3D-Slicer 软件; 三维影像体表投影技术; 影像重建; 影像融合

中图分类号: R 651.1; R 319 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2022)14-014-04 DOI: 10.7619/jcmp.20220683

## Application value of three-dimensional image body surface projection technique in localization of craniocerebral surgery

YOU Huichao<sup>1</sup>, SUN Dengjiang<sup>1</sup>, OUYANG Heping<sup>1</sup>, TANG Jun<sup>1</sup>,  
TIAN Li<sup>1</sup>, LI Wenqi<sup>2</sup>

(1. Department of Neurosurgery, 2. Department of Ultrasound, Hubei Provincial Third People's Hospital Affiliated to Jiangnan University, Wuhan, Hubei, 430032)

**Abstract:** **Objective** To explore the feasibility and value of three-dimensional image body surface projection technique in preoperative localization of intracranial lesions. **Methods** Fifteen patients with operation assisted by three-dimensional image surface projection positioning technology were selected, including 9 cases with puncture and drainage of intracranial hematoma, 2 cases with resection of meningioma, 2 cases with resection of cerebral arteriovenous malformations and 2 cases with microvascular decompression. The positioning effect was analyzed and the positioning experience was summarized. **Results** Puncture and drainage of intracranial hematoma were successful by one time in 9 cases, and meningioma of three cases and vascular malformations of three cases were located in the designed bone window; 3 cases had paravenous sinus lesions, the location of venous sinus could be accurately described before operation. **Conclusion** The three-dimensional image body surface projection positioning technology can accurately locate brain lesions, and adding body surface markers can increase the positioning accuracy of this technology.

**Key words:** localization of craniocerebral surgery; 3D-Slicer software; three-dimensional image body surface projection technology; image reconstruction; image fusion

颅内病变的精确定位是颅脑手术顺利开展的  
前提, 随着 3D-Slicer 等影像后处理软件的出现,  
医师制作颅内病变的三维影像模型并投影至头颅  
表面以辅助定位的技术也逐渐被应用于临床以辅  
助定位<sup>[1-2]</sup>。该技术能实现三维可视化, 科技感

与视觉冲击强, 但体表投影定位技术的精准程度  
有待进一步验证, 本研究总结应用三维影像体表  
投影技术的经验, 探讨该技术应用于临床的可行  
性与价值, 现报告如下。

收稿日期: 2022-03-03

基金项目: 湖北省卫生健康委员会联合基金项目(WJ2019H328); 湖北省武汉市医学科研项目重点项目(WX19A13)

通信作者: 孙登江, E-mail: 215045691@qq.com

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

利用 3D-Slicer 软件制作三维影像模型,并使用 Sina 软件进行体表投影定位,于 2019 年 3 月—2021 年 9 月辅助手术定位 15 例,其中颅内血肿穿刺引流术 9 例、脑膜瘤切除术 2 例、脑动静脉畸形切除术 2 例、微血管减压术 2 例。男 9 例,女 6 例,年龄 31~87 岁,平均( $53.2 \pm 15.6$ )岁。

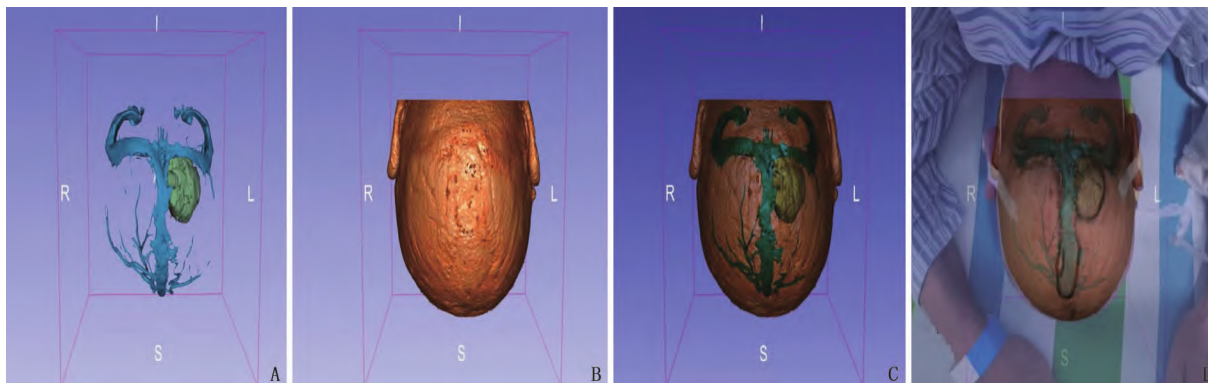
### 1.2 重建获取三维影像

下载患者的 CT 或磁共振成像(MRI)的 DICOM 数据,导入 3D-Slicer 软件,在 Segment Editor 模块中利用 Threshold 与 Paint 等工具进行目标病变分割,生成病变 Model; 进入 Volume Rendering

模块,点开原始 volume 数据,调节颜色及透明度使头皮清晰显示。选取手术入路的三维角度保持不动,交替显示病变与头皮,分别截屏并保存头皮图片(图 1A)与病变图片(图 1B)。利用图片合成器软件将上述 2 张图片合成 1 张,得到病变与头皮位置关系图片(图 1C)。

### 1.3 术前定位方法

将图 1C 导入 Sina 软件,此时带有投影的实时摄像自动开启,对准患者头部,将屏幕内头皮投影与患者头部重叠,根据屏幕内病变的位置,用记号笔在患者头部标记出病变的位置(图 1D)。根据上述标记的病变位置引导病变穿刺、设计切口以指导手术。



A: 利用 3D-Slicer 软件重建病变与静脉窦的三维模型; B: 利用 3D-Slicer 软件渲染功能调节透明度生成头皮三维模型;  
C: 利用 Sina 软件将同一三维角度下的 A、B 图重合,获取病变的体表位置关系; D: 将图 C 投影至患者头部,标记病变位置。

图 1 三维影像体表投影定位过程

## 2 结果

### 2.1 定位效果的一般情况

术前根据 3D-Slicer 软件进行三维重建,并根据体表投影进行血肿定位。9 例颅内血肿穿刺引流术均一次性穿刺血肿成功; 2 例脑膜瘤及 2 例血管畸形,均在设计的骨窗内。1 例顶枕部脑膜瘤及 2 例微血管减压术,术前定位矢状窦及横窦位置,术中静脉窦的位置与术前标记相符,但定位过程耗时更长。三维影像体表投影技术能够较精准地进行颅内病变体表定位。

### 2.2 增加体表定位精准度方法

所有患者的头皮三维投影均无法与实际头部轮廓完全匹配。手机摄像头会使屏幕中显示的实景图像发生畸变,导致合成的三维影像无法与患者头部完全重合,距离匹配标志越远的部位偏差越大(图 2),应尽量避免使用病变的远隔部位作为定位的匹配标志。在病变周围寻找合适的特征

性标记或者人为增加标记,可以增加定位的精准度。三维合成图均无法与患者头部外形轮廓完全匹配(图 2 黑箭头处)。

### 2.3 指导手术的价值

利用本技术获取的三维影像,可以辅助手术设计手术入路,模拟手术,指导手术的操作(图 3)。

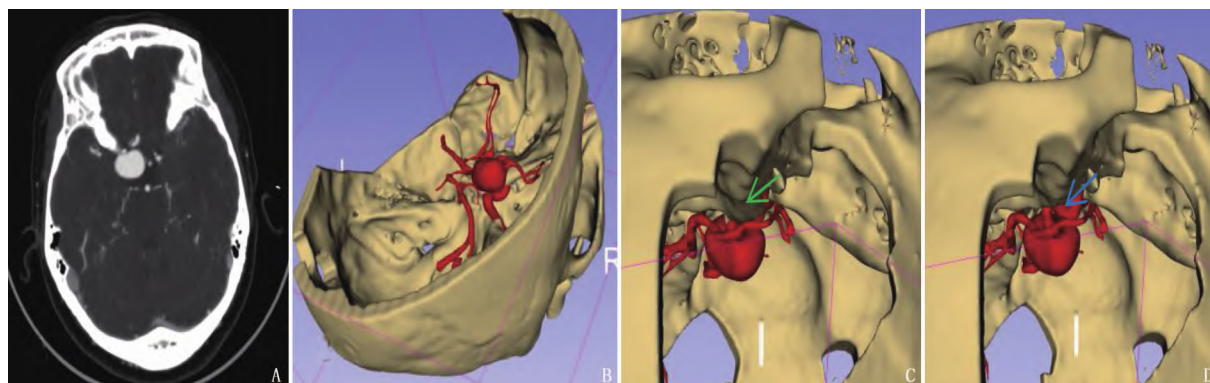
## 3 讨论

颅内病变精准定位是颅脑手术顺利实施的前提,也是神经外科医师的必备技能。目前使用的精准定位技术主要有神经导航及有框架立体定向仪<sup>[3]</sup>,费用较高、应用复杂,大部分基层医院神经外科尚不能普及。因而目前多采用病变与外耳道等解剖标志的关系较精准推算病变的大致部位,并不能达到精准定位的效果<sup>[4]</sup>。3D-Slicer 软件是用于医学图像信息学、图像处理和三维可视化的开源软件<sup>[5]</sup>,可通过对颅脑 CT、MRI 及数字减影血管造影(DSA)等影像数据进行重建与融合,获



A: 匹配肿瘤邻近的耳廓定位; B: 匹配血肿邻近的矢状缝与冠状缝(绿色)等骨性标志辅助定位;  
C: 在血管畸形附近贴鱼肝油胶囊(黄色)以增加体表标志 辅助精准定位。

图 2 三维影像体表投影定位的效果



A: 右侧颈内动脉床突上段动脉瘤的 CTA 影像; B: 用 3D-Slicer 软件制作的动脉瘤与颅骨建模,  
可直观地明确动脉瘤与前床突的位置关系; C: 模拟翼点入路开颅,可见前床突(绿箭头)阻挡载瘤动脉近端显露;  
D: 模拟切除前床突后的效果,载瘤动脉近端的颈内动脉(蓝箭头)被显露。

图 3 三维影像制作用于模拟手术

取颅脑病变与正常组织的三维影像及解剖关系。随着该软件在医疗领域应用的普及,利用其重建的三维影像进行体表投影以辅助定位的技术,也逐渐被部分神经外科医师应用于临床<sup>[6-7]</sup>。利用该软件结合智能手机辅助的定位技术,可以使神经外科术前定位更加准确和便捷<sup>[8-10]</sup>。基于该软件定位下的脑出血穿刺引流术,也能获得更好的血肿清除率<sup>[11]</sup>。

### 3.1 三维影像体表投影定位的可行性

三维可视化医学影像是大势所趋,随着虚拟现实以及增强现实技术的出现和发展,三维影像的获取将越来越重要<sup>[3]</sup>。目前许多医学影像处理的软件,如 3D-Slicer 及 MIMICS<sup>[7]</sup>,均可以免费下载获取,利用上述软件实现三维影像体表投影定位并不增加设备上的投入,仅需要使用一部台式电脑和普通的智能手机即可实现该技术。临床医师掌握上述软件的使用方法也无需花费太多精力。通过开展利用 3D-Slicer 软件进行影像重建并辅助投影定位的技术培训,大部分基层医院医生

可在半天内掌握该技术,而且互联网中有大量关于 3D-Slicer 软件应用的教学视频,临床医生可以快速掌握并精通该项技术。虽然三维影像体表投影定位技术入门门槛较低,但该项技术在临床普及仍面临一些困难,主要有以下 3 个方面: ① 医生的精力投入与零收费的矛盾; ② 影像重建需要耗时与急诊手术时间紧迫的矛盾; ③ 依靠软件的耗时耗力与依靠经验推算的简易快捷的矛盾。正是因为上述矛盾的存在,目前三维影像体表投影定位技术的使用者多为基层医院神经外科的初级医生。而实际上,即便有丰富经验的神经外科医生,仅通过二维影像在脑海中构建三维形态亦较困难,尤其是不规则病变,构建三维立体影像会更加困难。3D-Slicer 等软件实现三维可视化的同时,既可以明确不规则病变的形态、体积、辅助手术定位,其边缘价值也十分丰富。该软件的多模态影像融合、手术模拟、三维展示等功能,对神经外科医师的解剖学习、疾病诊治和医患沟通都有帮助<sup>[12]</sup>,这也是该软件能被越来越多神经外科中心

应用的原因所在。临床实践中还发现,医生的兴趣与科室对三维影像体表投影定位技术的认同与重视,对该技术在神经外科的应用推广同等重要。

### 3.2 三维影像体表投影定位技术的局限性

投影或利用手机摄像头,都会使图像产生畸变,难以与原轮廓完全匹配,导致定位偏差;外耳道与面部等周围因具有特征性轮廓可以较好地辅助投影匹配,但是顶枕部及后颅窝没有明显的轮廓标志,投影定位误差较大,耗时更长;不同角度,病变的体表投影位置不同,使得该技术更适合于标准正侧位或颅脑浅表部位病变的体表定位,限制了该技术的应用范围。由于外耳道与面部特征明显,标准正侧位可以较快速且准确地进行投影定位,但若需要以某个特定角度作为手术入路,需要花费较多的时间以确保较为精准的定位。再者,三维影像的获取,首先需要下载患者的DICOM影像数据,然后利用软件重建病变与颅脑表面的三维模型,并选取手术入路角度的影像截屏,最后利用智能手机或其他投影设备进行定位。根据经验,熟练掌握上述技巧并应用于临床定位需要30~60 min,如需要多模态影像融合或特定结构重建,所需时间可能长达4 h以上。这对于神经外科医师而言,所耗费的时间与有限的精力形成矛盾。鉴于上述不足与矛盾,为提高定位精准度,医师应尽量选择病变邻近的体表标记辅助定位;对于顶枕部或者其他需要特殊体位入路定位时,可以在病变周围颅脑表面贴数枚电极片或者特殊形状的标记物,以增加匹配度;双人操作或利用固定支架等辅助设备,可以减少标记划线时的抖动,提高定位的精准性;选择标准正侧位的手术入路,可减少定位定向匹配的耗时。由于该定位技术需要耗时较多,指派科室某一名专业人员进行影像重建或直接与第三方公司合作,形成良好的分工,可提高效率并减轻医生的负担。临床实践中会根据不同的需求采用不同方案。对于定位精准度要求不高的手术,如颅内血肿穿刺引流术的穿刺点与穿刺方向设计、脑出血内镜手术入路的选择等,医师可以直接快速地进行重建并投影定位,能取得很好的效果;对于精准度要求较高或者深部小病变的手术,医师则应增加体表标记以增加投影的匹配度及定位的精准性。

### 3.3 颅内病变精准定位的前景

神经导航及有框架立定定向仪,定位精准,但有费用较高及应用复杂等缺点;三维影像体表投

影技术价格低廉却需要耗时、耗力且定位精准性需增加体表标志以纠正。目前临床已有利用3D打印技术辅助定位的尝试,可以为颅脑手术提供个性化定位、定向引导,也有利用脑表面重建技术辅助术中实时定位的研究<sup>[13]</sup>。随着科技的发展,利用增强现实、全息投影等技术辅助定位,可能会越来越普及。不同的神经外科中心可根据不同的条件和需求,选择不同的定位手段<sup>[14-15]</sup>。

总之,三维影像体表投影定位技术能较精准地定位颅脑病变,适合不同级别神经外科中心使用;增加体表标志辅助定位,可以提高该技术的定位精准性。

### 参考文献

- [1] 孙国臣,陈晓雷,侯远征,等. 基于简易虚拟现实和增强现实定位的内镜辅助下清除幕上自发性脑内血肿[J]. 中华神经外科杂志, 2017, 33(1): 15-18.
- [2] 库洪彬,张颜礼,高海晓,等. 简化增强现实技术辅助定位引流术治疗幕上脑出血的临床研究[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2021, 26(5): 214-217.
- [3] 牛朝诗,李冬雪. 神经导航在现代神经外科手术中的应用现状及展望[J]. 中华神经医学杂志, 2017, 16(12): 1189-1194.
- [4] 刘小印,王传宝,张超,等. 三边测量法在脑出血穿刺引流术中的应用[J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(12): 8-11.
- [5] EGGER J, KAPUR T, FEDOROV A, et al. GBM volumetry using the 3D Slicer medical image computing platform[J]. Sci Rep, 2013, 3: 1364.
- [6] 魏志鹏,兰彦平,马毅哲,等. 3D-Slicer软件定位技术在脑内血肿穿刺引流术中的临床应用[J]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2020, 6(4): 224-228.
- [7] 李唐,余永佳. Mimics软件在高血压性脑出血穿刺引流术中的应用价值[J]. 中国临床神经外科杂志, 2018, 23(11): 755-756.
- [8] EFTEKHAR B. App-assisted external ventricular drain insertion[J]. J Neurosurg, 2016, 125(3): 754-758.
- [9] EFTEKHAR B. A smartphone app to assist scalp localization of superficial supratentorial lesions: technical note[J]. World Neurosurg, 2016, 85: 359-363.
- [10] 杨森源,周晓斌,赖润龙,等. 3D-Slicer软件在颅内病变手术定位中的应用[J]. 临床外科杂志, 2020, 28(10): 978-981.
- [11] 赵健,李晓辉,谢国强. 3D-slicer软件在高血压脑出血微创穿刺引流术中应用[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2018, 44(5): 299-302.
- [12] LIEW Y, BEVERIDGE E, DEMETRIADES A K, et al. 3D printing of patient-specific anatomy: a tool to improve patient consent and enhance imaging interpretation by trainees[J]. Br J Neurosurg, 2015, 29(5): 712-714.
- [13] 杜国然,李泽福,胡秀玉,等. 3D打印技术在高血压性脑出血硬通道穿刺术中的应用[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2017, 22(3): 137-138.
- [14] 王奎重,郝振强,仇冠中,等. 利用3D Slicer软件重建脑表面形态辅助寻找脑内较小病变[J]. 中华神经外科杂志, 2019, 35(1): 67-69.
- [15] 龚向阳. 磁共振脑表面三维重建技术及应用的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007. (本文编辑: 吕振宇)