



电子、语音版

· 论著 ·

医学3D打印在颅内浅表病变切除术中的价值

师忠杰, 郭剑峰, 李张昱, 范超凡, 周立伟, 余伟杰, 王占祥
厦门大学附属第一医院神经外科, 福建 厦门 361000

摘要:目的 探讨基于医学3D打印所设计的新型导向板在神经外科中的价值。方法 选择厦门大学附属第一医院神经外科颅内占位患者的影像数据,通过计算机3D转化后打印成型。术前将打印的导向板放置患者颌面部,辅助病变边界定位。结果 共纳入32例患者,所设计的3D导向板与皮肤贴合准确,皮肤切口均按照术前导向板指引设计,2例病变位置较深进行了皮肤扩切,其余切口均一次性完成,术后未出现血肿、颅内感染等严重并发症。结论 医学3D打印导向板可以辅助颅内浅表病变定位,在神经外科手术中具有一定的价值。 [国际神经病学神经外科学杂志, 2022, 49(1): 13-16.]

关键词: 颅内浅表病变; 3D打印; 影像后处理; 神经外科手术; 3D Slicer

中图分类号: R651

DOI: 10.16636/j.cnki.jinn.1673-2642.2022.01.003

Value of medical 3D printing in intracranial superficial lesion resection

SHI Zhong-Jie, GUO Jian-Feng, LI Zhang-Yu, FAN Chao-Fan, ZHOU Li-Wei, YU Wei-Jie, WANG Zhan-Xiang

Department of Neurosurgery, the First Affiliated Hospital of Xiamen University, Xiamen, Fujian 361000, China

Corresponding author: WANG Zhan-Xiang, Email: WangZX@xmu.edu.cn

Abstract: **Objective** To investigate the value of the novel guide plate designed based on medical 3D printing in neurosurgery. **Methods** Imaging data were collected from the patients with intracranial space-occupying lesions who were treated in Department of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital of Xiamen University, and printing was performed after 3D conversion. The printed guide plate was placed at the maxillofacial region before surgery to assist in the localization of the boundary of the lesion. **Results** A total of 32 patients were enrolled in this study, and the 3D-printed guide plates were accurately attached to the skin. The skin incision was designed based on the guide plate before surgery. The incision was redesigned during surgery for 2 patients due to deep lesions, and the incision for the other patients was successfully completed after one attempt. No serious complications such as hematoma and intracranial infection were observed after surgery. **Conclusions** The guide plate designed by medical 3D printing can assist in the localization of intracranial superficial lesions and thus had a certain value in neurosurgery.

[Journal of International Neurology and Neurosurgery, 2022, 49(1): 13-16.]

Keywords: intracranial superficial lesion; 3D printing; image post-processing; neurosurgery; 3D Slicer

颅内病变的准确定位是手术成功的基础,随着显微外科的发展、微创理念的深化,基于影像的神经导航技术及机器人技术逐渐应用于定位各种颅内病变^[1-2]。但是目前导航系统价格昂贵、操作步骤相对复杂,且其使用常局限于手术室,因此,很难在全国医疗机构尤其是基层医

院推广。医学3D打印技术的迅速发展,为神经外科手术的成功实施开拓了新方向^[3-4]。术前我们通过运用影像后处理(Image Post-Processing)软件立体化重建颅内病变模型并设计导向板,使用高分子材料3D打印,实现颅内病变的精准定位,取得满意效果,现报道如下。

基金项目:福建省自然科学基金(2020J02063)

收稿日期:2021-08-25;修回日期:2021-11-25

作者简介:师忠杰(1990—),男,神经外科医师,主要从事神经外科及神经影像数字3D转化方面的研究。

通信作者:王占祥,Email:WangZX@xmu.edu.cn;王占祥(1964—),男,主任医师,博士生导师,主要从事大脑恶性肿瘤及脑积水方面的研究。

1 资料与方法

1.1 患者资料

选择2021年3月—2021年7月厦门大学附属第一医院神经外科收治的颅内占位患者,纳入标准:①年龄18~75岁;②影像学检查提示病变位于大脑半球近皮层处;③颅脑CT、CTA或MRI数据完整;④非急诊入院且有手术意愿。排除标准:①患者不接受全头皮;②既往有过开颅手术史;③伴有严重心肺肾等基础疾病者。共纳入患者32例。其中,男18例,女14例;年龄(48 ± 12)岁;脑膜瘤16例(凸面脑膜瘤11例,大脑镰旁脑膜瘤5例),胶质瘤9例,脑出血7例。所有患者或家属对手术知情同意并签署知情同意书,本研究经厦门大学附属第一医院医学伦理委员会批准([2021]科研伦审字(038)号)。

1.2 影像数据及设备

研究中所用影像数据为DICOM格式,包括颅脑CT、CTA和MRI等,其层厚均不超过1 mm;计算机配置:Windows 7专业版,64位操作系统,英特尔i5处理器,16 G内存;影像后处理软件为开源3D Slicer(www.slicer.org)^[5];

影像处理由资深主治医师和熟练使用Slicer软件的医师共同完成。

1.3 影像建模流程

将患者术前不同模态的2D原始DICOM格式数据通过影像归档通讯系统(picture archiving and communication systems, PACS)下载到本地磁盘作为原始数据,按照3D Slicer软件的使用要求,如果是多模态数据,使用General Registration (BRAINS)模块或General Registration (Elastix)模块自动化配准融合,利用配准后的数据分别重建头皮、血管神经、肿瘤或血肿等。三维转化完成以后,将头皮模型调整为半透明显示,在软件中通过旋转模型进行不同角度观察,避开重要血管神经及功能区等,参照肿瘤或血肿在头皮表面的投影,设计皮肤切口及骨窗,按照投影位置裁剪皮肤模型,并在此基础上往外扩增2 mm形成导向板。为了明确病变相对皮肤投影的方向,可以选择性在导向板上添加导向针,导向针指向病变中心。然后将导向板模型进行同尺寸3D打印,并分别记录每例导向板软件制作和实体打印所耗时间(图1)。

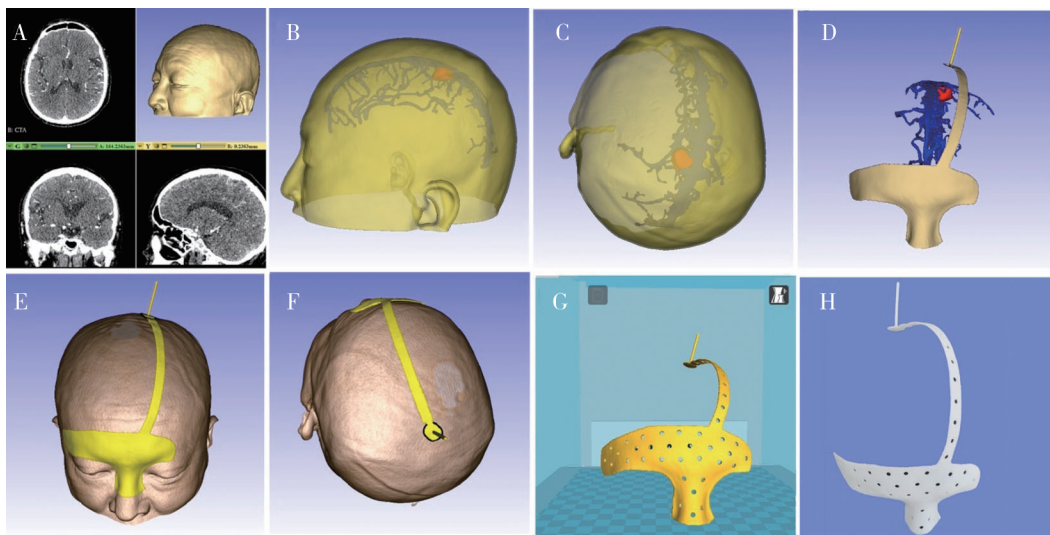


图1 影像建模流程图
A:影像数据导入Slicer软件进行3D渲染;B:分割皮肤、肿瘤、血管并3D重建;C:调整角度,设计手术切口;D:模型裁剪;E和F:校对导向板与皮肤是否贴合;G:镂空后导入到Cura切片软件预打印;H:打印成型。

图1 影像建模流程图

1.4 导向板应用流程

核对患者基本信息,并再次核对影像显示病变位置和导向板指示位置是否位于患者同侧,头部备皮,将导向板与患者面部贴合,参照导向板标记出病变投影位置。入手术室后,手术医生通过神经导航第2次确认病变的位置,并记录导向板与导航定位的最大误差,术后复查颅脑CT或MRI评估手术效果(图2)。

1.5 统计学方法

采用SPSS 23.0软件统计分析,计量资料以均数 \pm 标准

差($\bar{x} \pm s$)表示,比较采用单样本 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

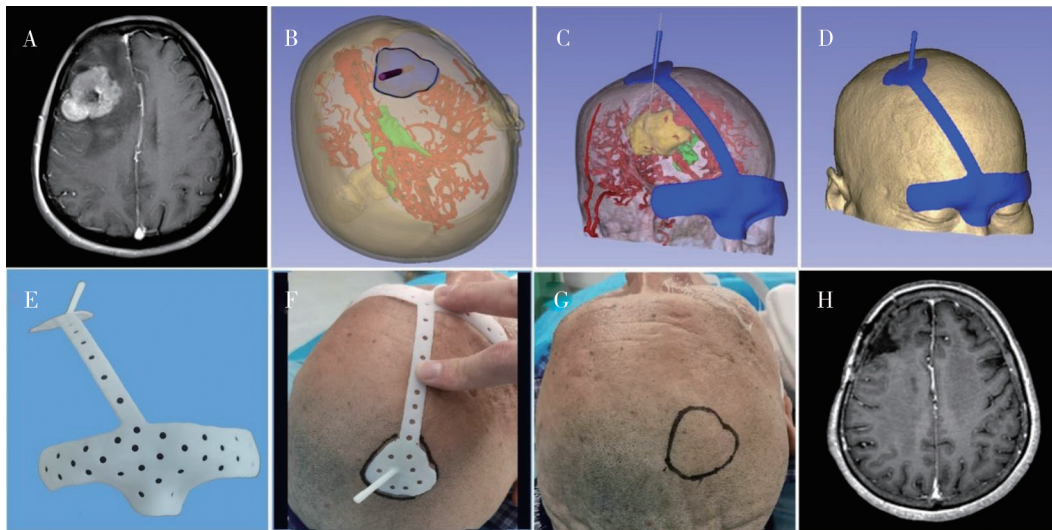
2 结果

2.1 导向板制作及打印

本组32例患者的导向板均成功设计并完成打印。其中,导向板模型的制作时间为(5~15)min,平均(8.1 ± 2.1)min,打印时间(0.7~2.9)h,平均(1.6 ± 0.6)h。

2.2 手术定位情况

术前32例导向板与患者皮肤均可紧密贴合,与神经



A:术前MRI提示右侧额叶占位病变;B~D:通过3D Slicer设计导向板,导向针指向肿瘤中心;E:镂空式导向板打印完成;F~G:绘制肿瘤投影边界,根据导向针指向判断肿瘤位置;H:术后复查MRI,肿瘤切除满意。

图2 导向板设计和应用情况

导航定位误差范围(0.0~3.2)mm,平均(1.3±0.8)mm,检验值设置为2.0 mm,两者比较,差异有统计学意义($t=-4.773, P=0.001$),因此导向板定位与神经导航的误差不超过2.0 mm。其中2例患者由于病变位置较深,为了减少对脑组织的过度牵拉,术中进行了皮肤扩大切口。全部患者于术后12 h内复查颅脑CT,手术区域均未见新增出血及明显脑水肿,肿瘤患者术后48 h内复查颅脑MRI,显示肿瘤切除满意,未见明显残留。32例患者术后至出院均未出现脑脊液漏、颅内血肿、颅内感染等严重并发症,出院后通过门诊、电话随访1~3个月,均恢复良好。

3 讨论

神经外科发生于大脑半球浅表的常见病变包括胶质瘤、脑膜瘤、脑出血、脑血管畸形、转移瘤、脑脓肿等,术前病变的准确定位是手术成功的关键,影像技术的不断发展促进了神经系统疾病的诊疗水平提高,目前术前定位主要依靠二维CT或MRI,再结合术者经验。但是,对于一些体积较小的肿瘤,单纯依靠2D影像难以准确定位,导致术野暴露不充分,容易造成术中皮肤切口过大或对脑组织过度牵拉,增加手术创伤。神经导航的出现使得手术定位走向精准化,但导航技术成本高,基层医院难以开展,因此亟需寻求一种简单、准确、低成本的方法来辅助手术定位。

医学3D打印技术是以患者影像为基础数据,通过影像后处理软件制作数字模型,使用3D打印机进行逐层打印,该技术拥有强大的仿制能力,紧跟数字化时代步伐,不断创新优化,至今已广泛应用于医疗领域^[6-7]。研究中使用的打印材料为光敏树脂(UV树脂),打印精度常小于1 mm,应用广泛^[8]。相比于单纯多模态影像可视化三维

重建,3D打印实体模型更加直观,而且可以直接定位^[9]。医学3D打印作为一种关注度较高的技术,目前在神经外科的应用包括3D打印脑血肿穿刺导板、3D打印聚醚醚酮(PEEK)颅骨修补材料等,但关于个体化3D打印导向板辅助神经外科手术定位的报道较少^[6,10]。笔者通过3D Slicer软件设计并完成了颅内病变导向板的3D打印,作为一款开源多功能的影像后处理软件,3D Slicer在神经影像的专业化处理中备受青睐^[11-13]。和以往报道^[14]的3D导向板不同,本研究所设计的导向板严格按照病变的投影位置及形状制定,并对模型表面镂空处理,在不改变定位准确度的前提下,相对笔者之前设计的模型,缩减了模型体积,节省了打印耗材,同时减少了打印时间,并且在原有的基础上添加了导向针,指示病变方向。

个体化的3D打印导向板,实现了颅内病变的术前精准定位。制作过程中,影像数据扫描层厚不超过1 mm;其次导向板模型是以皮肤模型为基准,扩增2 mm形成的,对于初次设计者,建议保留3处骨性标志,如两侧眉弓、鼻根等,笔者曾尝试仅保留鼻根区域,亦可固定导向板,因为鼻根区域并非1个点,而是1个面,因此具有形状固定作用。导向板的优势主要包括:模型制作过程中,可以任意调整角度,准确模拟手术入路,更加合理地设计皮肤切口及骨窗;相比神经导航系统,导向板价格低廉,定位准确,不增加患者经济负担;该项技术门槛低,设计灵活易上手,不管是大型综合医院还是基层医院均可开展。

从影像数据导入软件到导向板打印完成,耗时相对较长,因此该研究所提出的导向板不适用于急诊手术;尽管在原有的基础上笔者添加了导向针,但是手术过程中患者颌面部会被无菌单遮挡,因此无法进行术中实时定

位;另外,本研究病例相对较少,对于使用导向板能否减少患者的术后并发症,尚需大样本更进一步研究证实。

综上,利用开源3D Slicer软件联合医学3D打印技术所设计的颅内浅表病变新型导向板可以优化手术方案,特别是针对体积较小的肿瘤,辅助术前定位,减少术中因脑组织过度牵拉而引起的损伤,具有一定的临床意义,值得推广应用。

参 考 文 献

- [1] CHARTRAIN AG, KELLNER CP, FARGEN KM, et al. A review and comparison of three neuronavigation systems for minimally invasive intracerebral hemorrhage evacuation[J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(1): 66-74.
- [2] 刘羽阳, 刘嘉霖, 陈凌, 等. 开拓新技术, 推动神经外科进入机器人辅助显微手术新时代[J]. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2021, 48(1): 1-3.
- [3] PUGLIESE L, MARCONI S, NEGRELLO E, et al. The clinical use of 3D printing in surgery[J]. *Updates Surg*, 2018, 70(3): 381-388.
- [4] LIAW CY, GUVENDIREN M. Current and emerging applications of 3D printing in medicine[J]. *Biofabrication*, 2017, 9(2): 024102.
- [5] FEDOROV A, BEICHEL R, KALPATHY-CRAMER J, et al. 3D slicer as an image computing platform for the quantitative imaging network[J]. *Magn Reson Imaging*, 2012, 30(9): 1323-1341.
- [6] LI K, DING XQ, WANG QB, et al. Low-cost, accurate, effective treatment of hypertensive cerebral hemorrhage with three-dimensional printing technology[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 608403.
- [7] 彭逸龙, 伍益, 谢正元, 等. 个体化3D打印导板在三叉神经节囊压迫术中的应用[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2020, 25(7): 320-321.
- [8] 王世崇, 朱雨薇, 吴瑶, 等. 光固化3D打印技术及光敏树脂的开发与应用[J]. *功能高分子学报*, 2021: 1-18. DOI: 10.14133/j.cnki.1008-9357.20210510001.
- [9] 贤俊民, 李进军, 王洪波, 等. 多模态影像三维重建在中央区肿瘤与静脉定位中的应用价值[J]. *中华神经外科杂志*, 2021, 37(6): 585-587.
- [10] SHARMA N, AGHLMANDI S, DALCANALE F, et al. Quantitative assessment of point-of-care 3D-printed patient-specific polyetheretherketone (PEEK) cranial implants[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(16): 8521.
- [11] 谢国强, 王欣, 郝五记, 等. 基于3D Slicer软件探讨高血压脑出血血肿体积诊断的准确性[J]. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2019, 46(1): 17-20.
- [12] 师忠杰, 李玉魁, 高鑫, 等. 基于3D Slicer软件鞍底重建在经鼻蝶垂体瘤切除术中的指导意义[J]. *临床神经外科杂志*, 2021, 18(4): 429-432.
- [13] HOU X, YANG DD, LI D, et al. 3D slicer and Sina application for surgical planning of giant invasive spinal schwannoma with scoliosis: a case report and literature review[J]. *Neurochirurgie*, 2020, 66(5): 396-399.
- [14] CHEN Z, HAN XY, FAN GX, et al. Preliminary application of three-dimensional printing technique in preoperative localization of meningioma in primary hospitals[J]. *J Craniofac Surg*, 2021, 32(5): 1796-1799.

责任编辑:王荣兵