

- 铵溶液治疗 60 例支气管哮喘急性发作的疗效和安全性 [J]. 中国医院药学杂志, 2015, 35(16):1485-1487.
- [10] 黄小龙. 血清及痰液 MMP、TIMP 及 TNF- $\alpha$  与支气管哮喘患者气道重塑的关系 [J]. 实用临床医药杂志, 2016, 20(1):52-55.
- [11] 呼树国. 苏子降气丸联合多索茶碱片治疗慢性阻塞性肺气肿的临床研究 [J/CD]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2016, 4(7):119.
- [12] 孙旺强, 黄淑萍. 孟鲁司特治疗支气管哮喘的疗效及对外周血细胞因子含量的影响 [J]. 中国现代医学杂志, 2018, 28(16):88-92.
- [13] 曹霞, 肖斌, 朱涛, 等. 炎琥宁雾化吸入对支气管哮喘急性发作期患者临床症状和炎症反应的影响 [J]. 西部医学, 2015, 27(4):604-606.
- [14] 蔡高翔, 苏冬菊, 李彬斐. 多索茶碱联合布地奈德雾化吸入治疗对支气管哮喘急性发作的疗效观察 [J]. 哈尔滨医科大学学报, 2015, 49(2):149-152.

(收稿日期: 2021-04-27)

## 3D 打印导航技术在高血压颅内血肿微创治疗中的应用研究

刘震洋 罗 伟 王新星 牛建平 王向阳 范 琴 全海波

微侵袭手术技术的发展, 颅内血肿穿刺结合尿激酶治疗已成为常规治疗脑出血治疗手段, 该方法具有操作简单易行、安全可靠、经济实用、效果好等优点。该手术方法在无导航定位时完全依靠术者手术经验, 实际术中很可能会出现穿刺距离、方向等出现偏差, 导致穿刺效果不佳。如何能够实现手术的精准定位成为当下研究热点, 目前实现定位的术中 CT 定位系统、计算机辅助导航系统、机器人辅助导航等定位系统, 其中术中 CT 定位在多数三甲医院比较普及, 但术中等待周期较长, 术中伴随着射线辐射, 同时也有研究表明选择穿刺时间对患者手术效果有明显差异; 计算机辅助导航定位精确, 术中可提供实时的图像, 其价格昂贵, 还需要安装定位装置, 不利于在基层医院与中小医院使用; 手术机器人是最先进、最热的术中定位系统, 克服了人手抖动定位精确, 排除了人为的影响, 但价格极其昂贵, 较难普及应用, 大大增加患者治疗负担<sup>[1-5]</sup>。

颅面部是人类差异最明显的器官之一, “标准”化的模型往往难以贴合其面部。面部表情肌运动常常导致颅面部外貌因时间不同而不一致, 这些特征与骨组织截然不同, 导致构建出适合患者颅面部特征的个性化模型定制非常麻烦, 而 3D 打印技术是由于其技术特点, 十分适合于构建颅面特征模板, 其是通过影像技术资料的辅助, 应用计算机辅助设计技术虚拟出待构建体的三维结构, 然后利用相应的材料, 逐层创建出实体的一种材料成型方式。3D 打印又称为增材制造, 是与等材制造、减材制造的三大工业制造方式, 每个患者都是不同个体, 不同的治疗方式, 因此在手术方案制定及实施过程具有重要意义。该技术是计算机技术、新材料和打印

设备共同高度发展的产物, 从最初的制作模具到目前的个体化设计直接打印, 3D 打印技术对制造业的发展带来革命性变化, 自从涉入到医学领域以来就受到脑外科学的广泛关注, 特别是近年来, 随着整体 3D 技术水平的提高以及新材料研发运用, 3D 打印技术被脑外科数字化进程发展寄予厚望。3D 打印并不能取代传统医疗器械的加工方式, 但却可以作为传统加工的强有力补充。在作为定制化医疗, 精准化医疗的过程中具有明显优势, 因此 3D 打印技术作为辅助脑出血穿刺置管优势明显突出<sup>[6-14]</sup>。

### 1 病历摘要

患者男, 65 岁, 右侧基底节区脑出血, 伴左侧肢偏瘫, 经头颅 CT 检查出血量大约为 24ml, 采取 3D 打印导航下颅内血肿清除术。医学图像处理软件进行术前设计及打印: ①将术前 CT 数据导入 mimics 软件中, 进行三维重建。分别重建血肿、皮肤、骨骼, 将重建数据导出到 3-matic 软件, 在颅骨上寻找中线, 并平移 30 mm 在中线与冠状缝前 20 mm 定位穿刺入路点。结合 CT 图像选取血肿的最大横截面作为靶点, 如图 1 所示。在重建图像中选择, 连接靶点与入路点即为该手术规划的初始路径, 将规划路径导入 mimics 软件, 观察该路径是否有触及脑干、小脑、脑室等组织, 并微调路径, 见图 2。②选取眉弓骨作为标识骨, mark 眉弓骨周围皮肤, 进行加厚 4 mm, 作为固定器根据规划路径设计导向器, 并与固定器面板装配在一起。固定器是以眉弓为骨性标记紧密贴合人体面部的 3D 打印定制面板, 固定器顶端有一小凸台, 用于联接导向器, 凸台顶部端面有一凹槽; 导向器是一个呈凹字型的滑块, 在凹字块底面有一导向孔 (导向孔位置根据血肿位置可调, 直径可根据穿刺直径可调), 导向孔一侧有凸台, 另一侧是设计完全贴合头表的卡座。固定器与导向器通过凸台与凹槽装配式关系进行联接。如图 3 所示, 在其设计结构中,

DOI: 10.11655/zgywylc2021.19.040

作者单位: 030032 太原, 山西白求恩医院神经外科

通信作者: 全海波



图1 穿刺路径图



图2 图像检测路径



图3 装配式导板



图4 路径及角度

测量穿刺长度为 104.49 mm,如图 4 所示。③将导向器与固定器分别导入 FDM 打印机进行切片,打印材料是用医用 PLA 聚乳酸,它是一种由可再生资源制备的聚合物,是一种环保材料和可再生资源,具有良好的生物降解性、透明性、热塑性、力学性能、化学稳定性、耐热性。④患者取全麻后消毒后安装灭菌 3D 打印导航导板,常规颅骨钻孔,按照限位孔的指引导入穿刺软管,到达预设深度后,即穿刺管到位。

术后复查定位准确后,即给予注射尿激酶 30 000~50 000 U/d。血肿廓清 80%即拔除血肿引流管,对症治疗肺部感染等外周并发症。患者肢体及语言神经功能恢复良好。术后与术前夹角偏差 2°。

## 2 讨论

该导航导板优点该设计采用装配式结构,完全不影响原来手术操作方案及习惯,术中可完全按照预定路径进行。手术经验不足的术者可能对穿刺针的穿刺角度及深度把握不准,可利用手术导板确定穿刺角度和深度,引导引流管精确的到达血肿,避免出现穿刺方向偏斜及深度的把控。与常规 CT 引导下脑内血肿穿刺更加安全有效便捷;并且可以根据不同位置和形状的脑出血设计不同穿刺点的手术导板,手术创伤小,恢复快,并发症减少。可装配式 3D 打印手术导航导板的方法构建的直达血肿,不必通过传统的三角测量体表定位等方法来定位血肿,从而达到缩短手术时间,减轻患者术中痛苦。去除繁琐的计算公式,通过立体图像直视操作,只需测量导向器顶端到血肿中心长度。完全根据患者头颅扫描重建的三维数据而设计的,固定器与患者颅面部完美贴合。

术前与术后数据进行对比,可以发现精度可控制在 1 mm 与中线夹角可控制 2°之内。采用医工结合方式,由临床医生

提出手术方案,由工程师严格按照规划方案执行并打印。3D 打印应用脑出血治疗中仅仅是一种导板制作方式的选择,是因为应用 3D 打印加工成本更低、速度更快、更为便捷。其精髓是在于术前的规划与设计,手术入路,靶点选择,重要解剖结构避让,创伤最小,导板最优设计与手术便捷性操作。是将手术器械寄托术前规划的定制,成功的将经验型的外科手术转变可控、可依的数字化手术,是医工结合的高度融合,也是数字化医疗的发展。

## 参考文献

- [1] 杜洪澎,李珍珠,李泽福,等. 3D 打印导板技术在脑出血微创穿刺引流术中的应用[J]. 中华神经医学杂志,2016,15(7): 674-677.
- [2] 曹鹏鹏. 3D 打印技术在神经外科手术中的应用研究[D]. 银川:宁夏医科大学,2018.
- [3] Vidaurre AG,Hadeed K,Dulac Y,et al. Usefulness of 3D printed models of congenital heart diseases as educational tools for medical students[J]. Arch Cardiovasc Dis,2019,11(3):e329.
- [4] 代从新,姚勇,王任直. 3D 打印技术在神经外科领域中的应用及前景[J]. 中华医学杂志,2015,95(39):3238-3240.
- [5] 钟世镇. 3D 打印技术在神经外科领域的应用与发展方向[J/CD]. 中华神经创伤外科电子杂志,2018,4(1):2-4.
- [6] 李泽福,李勤,杜洪澎,等. 一种脑出血微创手术用引导支架:中国,201520835061[P].2015-10-27.
- [7] 李英杰,宁刚,王键铭,等. 置管抽吸引流术治疗急性高血压脑出血[J]. 中华神经外科杂志,2005,21(12):708.
- [8] Ploch CC,Mansi CSSA,Jayamohan J,et al. Using 3D printing to create personalized brain models for neurosurgical training and preoperative planning[J]. World Neurosur,2016:668-674.
- [9] 黄星,刘祯,王旋,等. 3D 打印技术在神经外科手术中的应用[J]. 中华神经医学杂志,2018,17(10):1014-1018.
- [10] 康德智. 神经领域加速康复外科的研究进展[J/CD]. 中华神经创伤外科电子杂志,2018,4(6):7-9.
- [11] Xin L,Canjun Z,Jiansen LU,et al. Application of 3D printing and computer-assisted surgical simulation in preoperative planning for acetabular fracture[J]. South Med J,2017,37(3):378-382.
- [12] Kondo K,Harada N,Masuda H,et al. A neurosurgical simulation of skull base tumors using a 3D printed rapid prototyping model containing mesh structures[J]. Acta Neurochir,2016,158(6):1213-1219.
- [13] 许兴军,李泽福,崔岳文,等. 3D 打印技术在硬膜外血肿手术中的应用[J/CD]. 中华神经创伤外科电子杂志,2018,4(3):167-170.
- [14] Li YT,Hung CC,Chou YC,et al. Surgical treatment for posterior dislocation of hip combined with acetabular fractures using preoperative virtual simulation and three-dimensional printing model-assisted precontoured plate fixation techniques [J]. Bio Med Res Intern,2019,2019:1-9.

(收稿日期:2021-05-31)