

· 论 著 ·

3D 打印整体复制技术在脑动脉瘤手术治疗中的应用

王 森 张洪兵 原 静 胡艳龙 杨 俊 侯 哲 康慧斌 黄 庆

【摘要】目的 探讨 3D 打印整体复制技术在脑动脉瘤手术治疗中的应用价值。**方法** 2017 年 2 月至 2019 年 2 月收治符合标准的脑动脉瘤 54 例,根据术前规划分为观察组(27 例)和对照组(27 例)。对照组按常规进行计划实施手术。观察组术前应用颅脑整体 3D 打印模型进行动脉瘤手术模拟。**结果** 两组均顺利完成手术治疗。观察组术中显露时间[(123.3±74.9)min]显著短于对照组[(219.8±121.4)min, $P<0.05$]。两组住院时间无明显差异($P>0.05$)。观察组术后 6 个月 GOS 评分[(4.33±0.25)分]、手术前后 NIHSS 评分差值[(5.85±3.84)分]、Barthel 指数差值[(17.50±4.56)分]均显著大于对照组[分别为(2.86±0.12)分、(3.30±3.53)分、(10.00±5.31)分; $P<0.05$]。两组术后并发症发生率无明显差异($P>0.05$)。**结论** 3D 整体打印模型辅助制定手术计划,可缩短脑动脉瘤术中显露时间,同时改善病人预后。

【关键词】 脑动脉瘤;显微手术;3D 打印技术;手术计划
【文章编号】 1009-153X(2020)01-0022-03 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.9; R 651.1⁺1

Application of 3D printing whole replication to individualized treatment of cerebral aneurysm
WANG Sen¹, ZHANG Hong-bing¹, YUAN Jing², HU Yan-long¹, YANG Jun¹, HOU Zhe¹, KANG Hui-bin¹, HUANG Qing¹. Department of Neurosurgery, Beijing Luhe Hospital, Capital Medical University, Beijing 101100, China; 2. Department of Radiotherapy, Beijing Luhe Hospital, Capital Medical University, Beijing 101100, China

【Abstract】 Objective To investigate the application of 3-D printing whole replication to the individualized treatment of cerebral aneurysms and its clinical value. **Methods** Fifty-four patients with cerebral aneurysms were randomly divided into observation group, in which 27 patients were treated by 3-D printing whole replication technique, and control group, in which 27 by routine preoperative preparation and craniotomy. The average time of exposure of the aneurysms, hospital stay time, GOS score, National Institutes of Health Stroke scale (NIHSS) score, Barthel index and complications were compared between the two groups. **Results** The operations were successfully completed in both the groups. The average exposure time [(123.3±74.9) min] was significantly shorter in the observation group than that [(219.8±121.4) min] in the control group ($P<0.05$). There were no significant differences in the hospital stay and rate of occurrence of postoperative complications between both the groups ($P>0.05$). The scores of GOS and NIHSS and Barthel index were significantly better in the observation group than those in the control group ($P<0.05$). **Conclusion** The 3-D printing model of cerebral aneurysms technique is very helpful to shortening the average exposure time of exposure of aneurysms and reducing the postoperative neurological deficits in the patients with intracranial aneurysms.

【Key words】 Cerebral aneurysms; 3-D printing technique; Neurological function; Complications

颅内动脉瘤破裂是导致蛛网膜下腔出血的主要原因^[1,2],开颅夹闭术是治疗颅内破裂动脉瘤的重要方法^[3-6]。术前进行详细的手术计划,并应有相关技术进行手术模拟,有助于提高手术效果。3D 打印技术,又称快速成型技术,是基于三维数字模型,采用逐层制造方式将材料结合起来的一种工艺^[7]。通过 3D 打印技术制作出不同的器官和病变的仿真模型,给外科医生呈现出逼真的器官或病变内部构造,为

手术方案的制定和术前演练提供了一个新的方法^[8-13]。本文探讨 3D 打印整体复制技术在脑动脉瘤个体化手术治疗中的应用效果。

1 资料与方法

1.1 研究对象 纳入标准:①头颅 CTA 或 DSA 确诊颅内动脉瘤;②年龄 18~65 岁;③术前 Hunt-Hess 分级 0~3 级^[4];④既往无脑卒中、颅脑损伤等病史;⑤出血弥散,无明确局部血肿;⑥动脉瘤位于前交通动脉、后交通动脉、大脑中动脉、胼周动脉等;⑦动脉瘤大小 5~15 mm;⑧单发动脉瘤。排除标准:①合并脑动静脉畸形、动静脉瘘及烟雾病;②多发动脉瘤;③术前 Hunt-Hess 分级 4 级及以上。

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2020.01.008
作者单位:101100 北京,首都医科大学附属北京潞河医院神经外科(王 森、张洪兵、胡艳龙、杨 俊、侯 哲、康慧斌、黄 庆),放射治疗科(原 静)
通讯作者:黄 庆, E-mail: doctor_huang@163.com

2017 年 2 月至 2019 年 2 月收治符合标准的脑动脉瘤 54 例,根据术前规划分为观察组和对照组。两组基线资料无统计学差异($P>0.05$,表 1)。

1.2 治疗方法 对照组按常规进行计划实施手术。术前未应用颅脑整体 3D 打印模型进行手术模拟,仅根据影像学图像制定手术方案,并实施手术。

观察组术前应用颅脑整体 3D 打印模型进行动脉瘤手术模拟。请 2 位治疗动脉瘤经验丰富的专家评价 3D 打印的动脉瘤模型,通过多角度观察设计手术入路,模拟上夹,与未参照 3D 打印模型而制定出的手术方案进行对比评估,并依据 3D 模型模拟进行手术治疗。

1.3 3D 动脉瘤模型制作

1.3.1 3D-CTA 检查方法及数据采集 在检查前,用头托和胶带将头部固定,采用 64 排 CT 行峰值法容积扫描,参数设置:间距 0.625 mm,层厚 0.625 mm,120 kV,200 mAs,视野 220mm,矩阵 512×512,从足向头扫描颅底至颅顶。用 20G 套管针、CT 专用高压注射器经左肘正中静脉注射生理盐水 10 ml 非离子造影剂(碘海醇 350)15 ml,注射速度为 4.5 ml/s,取 C3-C4 为监测时间点,以 2 s 经验值作为正式增强扫描时间,用相同注射速度于右肘正中静脉注射对比剂 65 ml+生理盐水 20 ml,增强扫描影像数据。将原始影像学数据上传至计算机工作站。

1.3.2 高分辨 MRI 检查方法及数据采集 对头部分别进行横状、冠状、矢状位三个方位扫描。SIEMENS MAGNETON SKYRA 3.0 T 核磁共振进行扫描,环形激化圆形头线圈,直径 40 cm,采用 SE-T1 加权扫描系列,层厚 3 mm,连续无间隔扫描,TE 20 ms,TR 1 500 ms。

1.3.3 影像数据转换及模型打印技术 影像数据导入 Mimics 软件,CTA 与 MRI 数据融合,采用 Calculate 3D 工具构建脑动脉瘤复合体三维模型,采用阈值法选取相应血管阈值,采用 Mimics Cut with polyplane 工具预处理三维模型,导出 STL 格式,用三维计算影像图像,经多种精细化处理并结合 3D 打印机输出脑动脉瘤患者颅脑整体 3D 打印模型。

1.4 观察指标 比较两组术中显露时间、住院时间;比较两组 GOS 评分、美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health stroke scale,NIHSS)评分、Barthel 指数;比较两组术后并发症。

1.5 统计学方法 用 SPSS 20.0 软件分析,计数资料用 χ^2 检验;计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用非参数检验和 t 检验; $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组暴露时间及住院时间的比较 两组均顺利完成手术。观察组术中显露时间[(123.3±74.9)min]较对照组[(219.8±121.4)min]明显缩短($P<0.05$)。观察组住院时间(21.5 d,中位数)与对照组(18 d,中位数)无明显差异($P>0.05$)。

2.2 两组 GOS 评分及 NIHSS 评分差值、Barthel 指数差值比较 术后 6 个月,观察组 GOS 评分明显高于对照组($P<0.05$),观察组手术前后 NIHSS 差值、Barthel 指数差值均显著大于对照组($P<0.05$)。见表 2。

2.3 两组术后并发症比较 观察组术后出现认知障碍 2 例、右侧偏瘫 3 例、运动性失语 2 例、嗜睡 1 例、右眼无光感 1 例、记忆力减退 2 例;对照组术后出现认知障碍 3 例、右侧偏瘫 3 例、运动性失语 4 例、嗜睡 2 例、右眼无光感 2 例、记忆力减退 2 例。观察组并发症总发生率(40.74%,11/27)与对照组(59.26%,16/27)无统计学差异($P>0.05$)。

3 讨 论

有报道指出,3D 打印技术成功构建了首个先天

表 1 两组一般资料比较

基线资料	对照组	观察组
性别(例,男/女)	10/17	13/14
年龄(岁)	53.2±10.0	56.4±9.8
术前 NIHSS 评分(分)	36.25±3.45	35.96±4.58
术前 Barthel 指数(分)	65.85±6.05	66.85±5.75
术前 Hunt-Hess 分级(例)		
0~Ⅱ级	22	20
Ⅲ级	5	7
动脉瘤侧别(例)		
左侧	15	14
右侧	10	10
双侧	2	3
动脉瘤大小(mm)	7.52±0.36	7.63±0.48

注:NIHSS. 美国国立卫生研究院卒中量表

表 2 两组 GOS 评分、NIHSS 评分差值、Barthel 指数差值比较

观察指标	对照组	观察组
术后 6 个月 GOS 评分	2.86±0.12	4.33±0.25*
手术前后 NIHSS 评分差值	3.30±3.53	5.85±3.84*
手术前后 Barthel 指数差值	10.00±5.31	17.50±4.56*

注:与对照组相应值比,* $P<0.05$;NIHSS. 美国国立卫生研究院卒中量表

性心脏病的心脏模型,术前通过 3D 打印能深入分析心脏的解剖结构^[14]。还有报道称,打印 3D 支气管支架,并成功移植 3D 打印支气管支架^[15]。

传统翼点入路在脑动脉瘤手术在治疗过程中,由于视角比较单一,对于颅内复杂动脉瘤,常常不能充分显露,由此可能会导致动脉瘤夹闭不全等^[16]。3D-DSA 不能获取完整的骨性结构数据,且判断动脉瘤与周围骨质的关系也较困难,影响对动脉瘤与颅骨关系的显像。3D 打印的模型可以多方位了解复杂动脉瘤、动脉瘤背侧与穿支动脉的解剖关系,尤其是指导手术方案的制定有重大的应用价值,同时,3D 打印技术也能够直观掌握动脉瘤患者脑血管解剖特点^[11,12]。此外,3D 打印的模型术前还可以使病人及家属直观地了解病情,形成良好的医患沟通,正确认识手术的风险,提升病人满意度。与传统手术方法相比,3D 打印技术建立模型后,术前可以针对不同病人的情况,具体制定出不同的手术方案,减少术中风险,缩短手术区域暴露时间,还可以有效的减少术后并发症^[19]。3D 打印技术目前依据的是 CTA 的影像数据,而 CTA 对神经组织并不敏感,进而使 3D 打印技术还不能够显示颅神经与脑血管、颅骨之间的关系。

综上所述,脑动脉瘤 3D 整体打印模型辅助制定手术计划可缩短脑动脉瘤术中显露时间,改善病人预后。

【参考文献】

- [1] 谭占国,黄圣明.蛛网膜下腔出血后迟发脑血管痉挛诊治新进展[J].中国临床神经外科杂志,2019,24(8):505-506.
- [2] 陈华轩,张 渊,王 林,等.缺血修饰白蛋白对动脉瘤性蛛网膜下腔出血后脑血管痉挛的评估价值[J].中国临床神经外科杂志,2019,24(1):26-28.
- [3] 向春晖,潘 轲,向 飞,等.小翼点入路手术夹闭大脑中动脉动脉瘤的疗效分析[J].中国临床神经外科杂志,2019,24(4):230-231.
- [4] 张俊功,聂秀涛,胡庆雷,等.破裂前交通动脉动脉瘤夹闭术中动脉瘤再次破裂病人预后不良的危险因素[J].中国临床神经外科杂志,2019,24(4):236-237.
- [5] 幸 标,彭占威,李 俊.前交通动脉动脉瘤夹闭术后并发中枢性尿崩症的危险因素[J].中国临床神经外科杂志,2019,24(10):586-588.
- [6] 汪 峰,姚声涛,王小强,等.颅内破裂动脉瘤开颅夹闭术后并发肺炎的危险因素[J].中国临床神经外科杂志,2019,24(10):589-591.
- [7] 马 磊,刘 纯,郭小梅,等.3D 打印在复杂主动脉疾病个体化腔内治疗中的应用价值[J].放射学实践,2018,33(9):29-32.
- [8] 张 涛,刘 晟,高 阳,等.3D 打印手术导板在高血压性脑出血术中的应用[J].中国临床神经外科杂志,2019,24(2):107-109.
- [9] 周路球,娄明武,陈国昌,等.640 层 3D-CTA 联合 3D 打印脑动脉瘤成像的临床价值[J].南方医科大学学报,2017,37(9):1222-1227.
- [10] 乔 锋,李涤尘,靳忠民,等.3D 打印外固定架治疗胫骨骨折的临床应用[J].中华骨科杂志,2019,39(1):23-29.
- [11] 金国良,王建莉,袁紫刚,等.3D 打印颅内动脉瘤模型及其临床应用[J].中华神经医学杂志,2017,16(1):75-77.
- [12] 徐 超,王 波,韩建一,等.3D 打印辅助微导管塑形在颅内动脉瘤栓塞术中应用[J].介入放射学杂志,2017,26(1):1-5.
- [13] 张剑锋,杨雄刚,魏 悦,等.3D 打印技术在骨肿瘤外科中的应用研究——前沿综述[J].中华骨科杂志,2018,38(2):120-128.
- [14] 刘维生,郑月华,李爱军,等.颅内多发动脉瘤个体化治疗研究及预后分析[J].国际神经病学神经外科学杂志,2018,45(2):138-142.
- [15] 徐 超,王 波,李珍珠,等.3D 打印模型辅助微导管塑形在颅内动脉瘤栓塞术中的应用[J].中华神经外科杂志,2017,33(4):367-369.
- [16] 范 磊,王云华,王伯尧,等.3D 打印个体化治疗方案在复杂肩胛骨骨折中的应用[J].生物骨科材料与临床研究,2018,17(1):38-41.
- [17] Straus DC, Brito da Silva H, McGrath L, *et al.* Cerebral revascularization for aneurysms in the flow-diverter era [J]. Neurosurg, 2017, 80(5): 759-768.
- [18] Park W, Chung J, Ahn JS, *et al.* Treatment of large and giant middle cerebral artery aneurysms: risk factors for unfavorable outcomes[J]. World Neurosurg, 2017, 102(4): 301-312.
- [19] 兰 青,陈爱林,张 檀,等.通过 3D 打印技术制备颅脑实体模型[J].中华医学杂志,2016,96(30):2434-2437.

(2019-08-14 收稿,2019-11-08 修回)