

3D-Slicer 软件辅助定位微创血肿穿刺引流术 在高血压基底节区出血中的应用

张山¹, 武一平¹, 张少松², 董雨¹, 申向竹¹, 韩亚非¹,
李忆蒙¹, 祁红辉³, 徐伟¹, 杨德真¹, 唐会昌¹

1. 邯郸市中心医院神经外科, 河北 邯郸 056002; 2. 邯郸市永年区中医院神经外科, 河北 邯郸 056000;
3. 邯郸市第一医院呼吸内科, 河北 邯郸 056002

摘要: **目的** 将3D-Slicer软件应用于高血压基底节区脑出血患者的血肿清除术中,探讨本病手术治疗的优化方案。**方法** 选择邯郸市中心医院2018年9月至2019年9月收治的高血压脑出血患者178例,按照随机数字表法分为观察组86例和对照组92例,两组均采取微创血肿穿刺抽吸术并术后引流,观察组采取术前3D-Slicer辅助定位,对照组采取CT检查定位法。比较两组穿刺部位准确性、血肿清除率、拔管时间、手术时间、术后并发症、手术预后。**结果** 观察组引流管置管准确率、术后第3天时血肿清除率均高于对照组,手术时间、引流管拔管时间短于对照组,差异有统计学意义($P < 0.01$)。观察组并发症总发生率显著低于对照组,差异有统计学意义(8.14% vs 27.17%, $\chi^2 = 10.921, P < 0.01$)。术后3个月,两组NIHSS评分均低于术前,且观察组低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.01$)。术后3个月,观察组ADL分级优于对照组,差异有统计学意义($P < 0.01$)。**结论** 3D-Slicer为高血压基底节区脑出血手术提供精确的穿刺部位,对提高血肿清除效率,改善手术预后具有积极意义。

关键词: 脑出血; 高血压; 基底节区; 3D-Slicer; 引流术

中图分类号: R743.34 R651.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2021)06-0787-05

3D-slicer software assisted localization for minimally invasive puncture and drainage in the treatment of hypertensive basal ganglia hemorrhage

ZHANG Shan*, WU Yi-ping, ZHANG Shao-song, DONG Yu, SHEN Xiang-zhu, HAN Ya-fei,

LI Yi-meng, QI Hong-hui, XU Wei, YANG De-zhen, TANG Hui-chang

* Department of Neurosurgery, Handan Central Hospital, Handan, Hebei 056002, China

Corresponding author: WU Yi-ping, E-mail: 1909685159@qq.com

Abstract: Objective To explore the application value of 3D-Slicer software in evacuation of hypertensive intracerebral hematomas in basal ganglia region. **Methods** A total of 178 patients with hypertensive intracerebral hemorrhage in basal ganglia region in the Handan Central Hospital from September 2018 to September 2019 were randomly divided into observation group ($n = 86$) and control group ($n = 92$). Before minimally invasive puncture and drainage was conducted in both groups, 3D-Slicer assisted localization was used in observation group, and localization with CT guidance was used in control group. The accuracy of puncture site, hematoma clearance rate, extubation time, operation time, postoperative complications and prognosis were compared between two groups. **Results** The accuracy rate of puncture site and hematoma clearance rate of 3 days after operation in observation group were significantly higher than those in control group, and the operation time and the time of extubation were shorter than those in control group (all $P < 0.01$). The total incidence of complications in observation group was significantly lower than that in control group (8.14% vs 27.17%, $\chi^2 = 10.921, P < 0.01$). At three months after operation, National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) were lower than those before operation in two groups and was significantly lower in observation group than that in control group ($P < 0.01$). Activities of daily living (ADL) grading in observation group was superior to that in control group ($P < 0.01$). **Conclusion** 3D-Slicer

assisted localization can provide more accurate puncture position for hypertensive intracerebral hemorrhage in basal ganglia region and can improve hematoma clearance rate and prognosis of the patients.

Keywords: Cerebral hemorrhage; Hypertension; Basal ganglia region; 3D-Slicer; Drainage surgery

Fund program: Hebei Medical Science Research Project (20191822)

高血压脑出血是高血压伴发的小动脉病变,当血压突然升高时发生破裂引发的一系列神经功能症状^[1]。脑出血后病理生理机制包括血肿持续存在造成的由血肿内蛋白、铁、红细胞降解产物等所致的对周围组织产生的持续性水肿,周围组织缺血性坏死;血肿及扩大后所致的血肿中心神经元急性损伤^[2-4]。因此,清除颅内血肿是缓解继发性组织损伤、促进病后康复的重要方法。2015年美国心脏病及脑卒中协会发布的指南指出,清除血肿是挽救脑出血患者、降低死亡率的方法之一;同年我国脑出血诊疗规范中对脑出血患者手术指征作了说明。但是,两项指南均未对手术方式的选择进行说明,因此手术治疗的探讨一直是脑出血研究领域的热点。目前,清除脑出血的手术方式有开颅术、微创手术等,其中微创手术与传统开颅术比较,具有损伤小、局部麻醉、手术时间短等优势。微创手术包括神经内镜术、立体定向血肿抽吸术等,而立体定向血肿抽吸术适于深处脑出血,如基底节区脑出血^[5-6]。近年来,随着计算机技术和医疗技术的发展,三维影像学的精确测量、辅助诊疗等研究越来越受到关注与临床应用。基于此,本研究将3D-Slicer软件应用于高血压基底节区脑出血患者的血肿清除术中,拟探讨本病手术治疗的优化方案。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择邯郸市中心医院2018年9月至2019年9月收治的高血压脑出血患者178例,按照随机数字表法分为观察组86例和对照组92例,并告知家属手术方案及相关研究内容,家属同意并签署知情同意书。观察组86例,男56例,女30例;年龄(61.28 ± 10.33)岁;出血量(42.33 ± 4.11)ml;发病到手术时间(4.91 ± 1.07)h;高血压病史(8.33 ± 2.54)年;伴有糖尿病27例,冠心病16例。对照组92例,男60例,女32例;年龄(62.11 ± 9.87)岁;出血量(43.66 ± 3.98)ml;发病到手术时间(5.01 ± 1.33)h;高血压病史(7.87 ± 1.99)年;伴有糖尿病33例,冠心病18例。两组患者一般资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。本研究经医院医学伦理委员会评估,并批准开展。纳入标准:高血压诊断明确;头颅CT显示脑实质出血,病灶局限于基底节区并未破

入蛛网膜下腔、脑室等处;入选者年龄 < 70岁;发病到就诊时间 < 24h;患者病情进展缓慢,一般情况较好。排除标准:颅内多处发生血肿;颅内动脉瘤、动静脉血管畸形等导致的脑出血;出血后病情发展迅速,短时间内患者进入深昏迷,短时间内出现生命体征衰竭者;入院后患者神志清楚病情不再进展;凝血功能障碍者;患有重要脏器严重疾病者;未能完成研究,随访失败者。

1.2 治疗方法

1.2.1 对照组 术前CT检查定位方法:手术前通过头颅CT检查确定脑出血位置,将CT扫描血肿最大层面中心作为靶点,一般是血肿最大层面中后1/3处,将听眦线作为基线,血肿长轴距离置管靶点最近的额部或颞部投射点为预设穿刺点,在预设穿刺点位置根据经验粘贴一个或多个一次性心电电极,再次进行CT检查,根据情况调整一次性心电电极位置多次扫描,根据电脑读片分析,确定最终穿刺部位,并在体表进行标记。根据头颅CT结果测算头皮至颅骨内板距离、头皮至血肿中心距离即穿刺深度,并根据深度选择对应型号的穿刺针,确定穿刺路径。

患者采取微创血肿穿刺抽吸术,手术操作如下。患者仰卧位,头偏向健侧,常规消毒、铺巾,2%利多卡因局部麻醉至骨膜,若患者无法配合则采取全身麻醉。将穿刺部位的头皮切开,长度2~3cm,手动电钻上安装穿刺针,使用电钻透过头皮、皮下组织,将穿刺针垂直颅骨骨面、一次性快速钻透颅骨内外板、硬脑膜,将穿刺针置入穿刺点,骨孔直径1cm,避开皮质表面血管与重要功能区,按照确定的路径进针,到达血肿中心,拔出针芯,连接侧孔与5ml注射器,若抽出血液为暗黑色陈旧性则穿刺成功,按CT检查计算好的深度缓慢抽吸血肿,初次吸量不宜过大,抽吸按多田公式计算的出血量的50%左右,术中避免强力、过度抽吸,血肿抽吸完成后,用无菌生理盐水灌洗血肿腔,直至置换灌洗液呈淡红色,抽吸期间严格控制血压,连接、固定引流管并作好后期拔管时的预留线,连接医用三通管,连接微负压防逆流引流袋,使用敷料包扎穿刺点。

术后处理:患者术后以低位引流,术后8~12h对血肿腔内注射尿激酶(2万u+3ml生理盐水)并

夹闭引流管4 h,每12小时重复1次,置管时间2~5 d。观察引流管颜色、流量、血块有无,复查头颅CT,当患者具备拔管指征时,进行拔管。术后监测生命体征,观察患者意识,避免情绪大幅波动;控制血压、颅内压、血糖;常规止血,预防颅内感染;加强口腔及尿道护理;视病情择机开展康复治疗。

1.2.2 观察组 术前3D-Slicer辅助定位法:术前在患者额颞顶部位粘贴一次性心电电极3个,对患者进行头颅CT薄层扫描,层厚<2.0 mm,将原始图像DICOM格式数据导入装有3D-Slicer软件的电脑中,并依次运行该软件的运行域值效果、域值范围等,建立头皮、血肿三维模型。应用3D-Slicer中的Segment editor模块做布尔运算,测算血肿量;调节头皮透明度,完成头皮、血肿的三维可视化;利用多平面重建、容积再现、最大密度投影等软件功能建立颅骨与颅内血肿的三维影像模型。清除血肿的颅脑数据=颅内血肿的数据影像-单纯血肿数据。将血肿最大层面选定为中心穿刺靶点。应用Curve Maker模拟垂直于矢状面的虚拟引流管路径,使用软件所带刻度尺测量出头皮至血肿中心靶点的距离。应用3D-Slicer软件重建患者头面部皮肤、颞浅动脉图像,将眼外眦、耳屏中点作为参照点作截图并传至智能手机。当患者仰卧位时,在患侧颞部皮肤描绘颞浅动脉走向,将头皮重建图片作为底片,平行矢状平面移动智能手机,使颞浅动脉、眼外眦、耳屏中点与图片完全重合,并虚拟引流管在体表的投影,即脑血肿颞部体表穿刺点。本组患者采取微创血肿穿刺抽吸术,手术操作同对照组;术后处理与对照组相同。

1.3 疗效评价标准 (1)术后对两组患者的引流管位置的成功率进行评价,根据术后复查的CT影像显示,若引流管置于血肿腔内、且在矢状面、冠状面、轴面上距离理想靶点1 cm之内,则判定引流管位置成功。(2)术后第1天、第3天两组患者血肿清除率[(术前血肿量-术后3 d血肿量)/术前血肿量×100%]情况及术后并发症发生情况(颅内再出血、肺部感染、应激性溃疡、电解质紊乱、肾功能损害)。(3)手术时间、拔管时间。(4)术前和术后3个月,对两组患者神经系统恢复情况进行评价。采用美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale,NIHSS):由15个项目组成,包括反映皮质症状体征、反映长束症状体征、反映后循环症状体征等,总分0~42分^[7]。(5)术后3个月,对两组患者日常生活能力(activities of daily living,ADL)进行

比较。ADL:I级,96~100分,可正常进行日常生活;II级,75~95分,完全恢复意识,日常生活基本自理;III级,50~74分,基本恢复意识,日常生活需要他人协助完成;IV级,25~49分,恢复基本意识,丧失活动能力,长期卧床;V级,0~24分,植物状态,未恢复明显的意识^[8]。

1.4 统计学方法 采用SPSS 19.0软件对数据进行分析。计数资料采用例(%)表示,用 χ^2 检验;等级资料采用秩和检验;计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,符合正态分布的数据采用配对 t 检验和成组 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者引流管置管成功率与血肿清除率比较 观察组的引流管置管成功率显著高于对照组($P < 0.01$)。观察组在术后第1天时血肿清除率稍高于对照组,但差异无统计学意义($P > 0.05$);术后第3天时其血肿清除率显著高于对照组($P < 0.01$)。见表1。

2.2 两组患者手术时间及引流管拔出时间比较 观察组平均手术时间、引流管拔管时间显著短于对照组,差异有统计学意义($P < 0.01$)。见表2。

2.3 两组患者并发症发生情况比较 观察组并发症总发生率显著低于对照组($P < 0.01$)。见表3。

2.4 两组患者神经系统恢复情况比较 两组患者术前NIHSS评分比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。术后3个月,两组NIHSS评分均低于术前,且观察组低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.01$)。见表4。

2.5 两组患者日常生活能力比较 术后3个月,观察组ADL分级优于对照组($P < 0.01$)。见表5。

表1 两组患者引流管置管成功率与血肿清除率比较

组别	例数	引流管置管成功[例(%)]	血肿清除率(% , $\bar{x} \pm s$)	
			术后第1天	术后第3天
观察组	86	84(97.67)	59.14 ± 9.55	89.57 ± 11.09
对照组	92	71(77.17)	56.26 ± 10.31	78.56 ± 9.07
χ^2/t 值		16.603	1.930	7.270
P 值		<0.001	0.055	<0.001

表2 两组患者手术时间及引流管拔出时间比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	手术时间(min)	引流管拔管时间(d)
观察组	86	43.07 ± 8.77	3.01 ± 0.57
对照组	92	100.24 ± 10.34	4.79 ± 0.73
t 值		39.650	18.050
P 值		<0.001	<0.001

表3 两组患者并发症发生情况比较 (例)

组别	例数	颅内再出血	肺部感染	应激性溃疡	电解质紊乱	肾功能损害	合计 [例(%)]
观察组	86	3	1	1	2	0	7(8.14)
对照组	92	5	4	6	8	2	25(27.17)
χ^2 值							10.921
P 值							<0.001

表4 两组患者 NIHSS 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	术前	术后3个月	t 值	P 值
观察组	86	23.58 ± 2.87	10.33 ± 2.11	34.495	<0.01
对照组	92	22.97 ± 3.05	12.01 ± 1.97	28.953	<0.01
t 值		1.372	5.494		
P 值		0.172	<0.001		

表5 两组患者 ADL 分级比较 [例(%)]

组别	例数	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
观察组	86	10(11.63)	33(38.37)	40(46.51)	2(2.33)	1(1.16)
对照组	92	7(7.61)	22(23.91)	52(56.52)	9(6.52)	2(2.17)
z 值				2.762		
P 值				0.006		

3 讨论

基底节区是高血压脑出血的多发部位,临床手术方式多样,而各有利弊。传统的小骨窗开颅术对血肿清除较为彻底,但操作空间有限,如遇深部活动性出血可能需要扩大切口、调换手术方式,具有一定局限性;神经内镜微创术在实施中需要建立直径为1.4 cm左右的透明工作鞘至血肿中心底部,将造成10 ml左右的颅内内容物增大,大幅升高颅内压,影响脑灌注压及脑血流情况,容易造成水肿反应^[9-13]。本研究采取置管外引流术,该方案手术时间较短,医源性损伤小,术中出血量较少,在治疗高血压基底节区出血中具有一定优势。然而,根据CT影像数据计算模拟路径距离、按标尺比例换算实际距离等过程中,人为因素较多、容易产生误差。同时,手术路径在对照组主要通过CT数据进行测算,而观察组借助3D-Slicer软件可以更加明确血肿位置、更精确地模拟手术路径,使引流管能够更准确的抵达血肿引流的最佳位置,提升血肿清除效率。陈杰等^[14]对60例高血压脑出血患者进行引流术对照试验,从结果来看在应用3D-Slicer软件的观察组,其穿刺偏移平均距离为(4.13 ± 1.15) mm,显著低于对照组的(7.72 ± 1.52) mm;本研究与其结果一致。由于3D-Slicer软件对脑组织、头面部皮肤等进行全方位的三维重组,使体表定位时间大大缩短,并且让每位患者都获得个性化的穿刺路径,缩短手术的实施时间,提高成功穿刺入血肿的效率,继而使血肿溶解、引流更加顺畅。这就是本研究

中,观察组的手术时间、拔管时间均优于对照组的原因。赵健等^[15]对55例高血压脑出血患者进行经皮锥颅软通道引流,在应用了3D-Slicer定位的患者中,体表定位时间为(19.6 ± 3.1) min、手术时间(20.5 ± 4.8) min,本研究统计的手术时间(定位和施术时间之和)(43.07 ± 8.77) min与其基本吻合。

手术精准性、高效性与否对于术后并发症、手术预后均有重要价值。快速精准的抵达靶点,一次性穿刺到位都极大的降低了术中创伤、术后感染等不良情况的发生风险,因此本研究中观察组的并发症发生情况、神经功能和生活能力恢复情况均好于对照组。张义彪等^[16]对出血量在30~60 ml的幕上高血压脑出血患者进行对照研究,术后3个月随访时3D-Slicer定位组ADL评价的I~III级占比为92.3%高于对照组的65.4%,本研究结果与其一致,均说明3D-Slicer对患者预后具有积极意义。

综上所述,3D-Slicer软件能够更加科学的建立脑出血患者颅内血肿的三维模型,对于引流穿刺术的精准定位以及设定更加合理的手术路径、穿刺方向、穿刺深度等均具有积极意义。在快速清除血肿、减轻术中损伤、减少组织水肿反应、改善神经功能、改善手术预后等方面,3D-Slicer软件的应用无疑起到了促进作用^[17-20]。本研究未对出血量进行分层次研究,研究对象仅局限为基底节区出血患者,今后的研究拟对不同脑区的出血进行出血量层次化观察,以期为3D-Slicer软件在脑出血手术中的应用提供更多参考。

参考文献

- [1] 邢锡熙,吴绍钦,王益俊,等. 高血压脑出血的中西医疗进展[J]. 医学综述,2020,26(5):997-1001.
- [2] 蒋文韬,黄建华,朱家双. 脑出血评分联合APACHE II评分评估自发性脑出血患者预后的价值[J]. 医学临床研究,2019,36(9):1724-1726.
- [3] 杨洪清,罗颀. 基质金属蛋白酶在脑出血发生发展中的作用及脑出血治疗预后分析[J]. 河北医药,2017,39(2):211-213.
- [4] 黄亮星,贺东红. 脑出血患者神经内分泌因子表达水平与脑出血量及认知功能相关性研究[J]. 陕西医学杂志,2020,49(4):439-441,509.
- [5] 张艳,陆德宾,刘君,等. 脑出血的微创手术治疗进展[J]. 局解手术学杂志,2017,26(10):768-771.
- [6] 尹常春,王顺帆. 脑出血微创手术联合置管吸引手术治疗老年脑出血临床疗效[J]. 齐齐哈尔医学院学报,2017,38(5):574-575.
- [7] 姬少珍,金香兰,郝颖,等. NIHSS评分为0分的脑卒中患者认知功能变化特点及中医证候要素分析[J]. 中华中医药杂志,2016,31(5):1812-1815.

系。CTA 影像有助于对 ICD 危险因素的判別。

参考文献

[1] 李自保,黄显军,吕佳,等. 胚胎型大脑后动脉对大动脉粥样硬化性脑梗死预后的影响[J]. 中华神经医学杂志,2019,18(1):44-48.

[2] Zhang J, Shi XG, Liu FJ, et al. Serpentine aneurysm of the posterior cerebral artery treated by internal maxillary artery bypass followed by parent artery occlusion: a case report and literature review [J]. Acta Neurochir (Wien), 2019, 161(6): 1183-1189.

[3] Uchino A, Kamide T, Kurita H. Replaced posterior cerebral artery (PCA): origin of all branches of the PCA from the anterior choroidal artery diagnosed by MR angiography [J]. Surg Radiol Anat, 2019, 41(6): 703-705.

[4] Huang YB, Zhou P, Wang Z, et al. Disappearance of ruptured posterior cerebral artery aneurysm associated with internal carotid artery occlusion after superficial temporal artery-to-middle cerebral artery bypass [J]. World Neurosurg, 2018, 116: 178-181.

[5] 葛学成,甘鸿川,舒波,等. 胚胎型大脑后动脉合并同侧后交通动脉瘤手术方式选择及疗效分析[J]. 贵州医药,2019,43(6):957-959.

[6] 汪姝,任伟. DSA 诊断缺血性脑血管病及评估介入治疗中的应用分析[J]. 临床研究,2018,26(8):38-39.

[7] Ravina K, Buchanan IA, Rennert RC, et al. Occipital artery to posterior cerebral artery bypass using descending branch of the lateral circumflex femoral artery graft for treatment of fusiform, unruptured posterior cerebral artery aneurysm: 3-dimensional operative video [J]. Oper Neurosurg (Hagerstown), 2018, 15(5): E50-E51.

[8] Anghelescu A. Uncommon association of two anatomical variants of cerebral circulation: a fetal-type posterior cerebral artery and inferred

artery of Percheron, complicated with paramedian thalamomesencephalic stroke-case presentation and literature review [J]. Case Rep Neurol Med, 2018, 2018: 4567206.

[9] Gross BA, Ares WJ, Kenmuir CL, et al. 5 - French SOFIA: safe access and support in the anterior cerebral artery, posterior cerebral artery, and insular middle cerebral artery [J]. Intervent Neurol, 2018, 7(6): 308-314.

[10] Huang YB, Zhou P, Wang Z, et al. Disappearance of ruptured posterior cerebral artery aneurysm associated with internal carotid artery occlusion after superficial temporal artery-to-middle cerebral artery bypass [J]. World Neurosurg, 2018, 116: 178-181.

[11] Wang JZ, He W, Zhang D, et al. Changing ischemic lesion patterns and hemodynamics of the posterior cerebral artery in moyamoya disease [J]. J Ultrasound Med, 2019, 38(10): 2621-2630.

[12] Watanabe J, Ogata T, Tsuboi Y, et al. Impact of cerebral large-artery disease and blood flow in the posterior cerebral artery territory on cognitive function [J]. J Neurol Sci, 2019, 402: 7-11.

[13] Yamamoto S, Kashiwazaki D, Uchino H, et al. Stenosis severity-dependent shrinkage of posterior cerebral artery in moyamoya disease [J]. World Neurosurg, 2019, 126: e661-e670.

[14] Murdoch M, Hill J, Barber M. Strangled by Dr Strangelove? Anarchic hand following a posterior cerebral artery territory ischemic stroke [J]. Age Ageing, 2021, 50(1): 263-264.

[15] Dharmasaroja PA, Uransilp N, Piyabhan P. Fetal origin of posterior cerebral artery related to poor collaterals in patients with acute ischemic stroke [J]. J Clin Neurosci, 2019, 68: 158-161.

[16] An E, Howerton Child RJ. Complexities of Identifying Posterior Cerebral Artery Cerebrovascular Stroke [J]. J Emerg Nurs, 2020, 46(2): 210-213.

收稿日期:2020-07-20 修回日期:2020-09-10 编辑:石嘉莹

(上接第 790 页)

[8] 张文敏,苏秀坚. 补阳还五汤佐治急性脑梗死的临床疗效及对 NIHSS 和 ADL 评分的影响 [J]. 中医药信息, 2018, 35(3): 101-105.

[9] 董伟,闫金银,张于,等. 小骨窗与常规骨瓣开颅治疗高血压脑出血临床效果分析[J]. 中国煤炭工业医学杂志,2017,20(7):807-810.

[10] 杜波,彭楷文,樊俊,等. 神经内镜通道内操作技术治疗脑实质内出血[J]. 中华神经外科杂志,2016,32(7):687-690.

[11] 戴黎明,徐菲,陈东,等. 神经导航辅助神经内镜手术治疗高血压脑出血的研究[J]. 中华神经医学杂志,2017,16(12):1214-1217.

[12] 顾洪库,冯国余,胡国宏,等. CT 定位微创治疗高血压脑出血脑疝患者疗效分析[J]. 中华神经外科疾病研究杂志,2018,17(2):166-168.

[13] 凡奇. 高血压脑出血微创硬通道引流疗效观察[J]. 中国实用神经疾病杂志,2016,19(18):89-90.

[14] 陈杰,常克亮,刘展,等. 3D-Slicer 辅助在高血压基底节区脑出血钻孔引流术中的使用价值[J]. 中国现代医药杂志,2019,21

(8):59-61.

[15] 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.

[16] 张义彪,徐敬斌,高亚峰,等. 3D-Slicer 辅助定位微创软通道引流术治疗中等量高血压脑出血的疗效观察[J]. 临床神经外科杂志,2019,16(2):169-172.

[17] 韦成聪,蓝欢,周志宇,等. 3D-slicer 软件辅助内镜治疗高血压脑出血[J]. 立体定向和功能性神经外科杂志,2017,30(4):221-224.

[18] 黄伟,郭凤,冯波,等. 3D-Slicer 结合神经内镜与显微手术治疗基底节区高血压脑出血的疗效对比研究[J]. 临床外科杂志,2018,26(7):494-496.

[19] 王银占,钱涛. 3D-Slicer 软件评估面肌痉挛神经血管关系的研究[J]. 中国微侵袭神经外科杂志,2018,23(9):409-412.

[20] 杨勇,黄云,韦迪岱,等. 3D-slicer 辅助内镜定位在高血压脑血肿清除术中的应用[J]. 中国临床研究,2018,31(9):1220-1223.

收稿日期:2020-09-27 修回日期:2020-11-14 编辑:王宇