

利用 3D Slicer 软件辅助定位行高血压脑出血微创穿刺治疗

李志强* 苗林 任雅盼 夏吉勇 徐亮 孙跃春 丛文凯 王志超

(北京市门头沟区医院神经外科, 北京 102300)

【摘要】 **目的** 观察利用 3D Slicer 软件辅助定位进行高血压脑出血微创穿刺治疗的临床效果。 **方法** 我科 2016 年 5 月 ~ 2018 年 12 月对 26 例高血压脑出血应用 3D Slicer 软件辅助定位行微创穿刺治疗。术前格拉斯哥昏迷评分 (Glasgow Coma Scale, GCS) 6 ~ 15 分, (8.6 ± 1.7) 分。CT 提示壳核出血 16 例, 脑叶出血 4 例, 丘脑出血 6 例, 出血量 27.5 ~ 55 ml, (40.1 ± 5.3) ml。术前行脑 CT 扫描, 将原始 DICOM 格式数据, 通过 3D Slicer 软件进行分析处理, 计算血肿体积, 完成头颅和深部血肿三维重建并融合, 将图像用投影仪投射到患者头部并实现精准匹配, 实现脑内血肿初步三维可视化, 根据软件测算的穿刺深度和角度, 在可视条件下精准定位穿刺血肿。术后向血肿腔内注射尿激酶液化血肿。术后第 5 日复查脑 CT, 以 3D Slicer 软件测量残留血肿的体积。 **结果** 所有患者均一次穿刺成功, 精准穿刺率 (导管通过血肿中心 1 cm 范围内且导管头端位于血肿范围内的比例) 92.3% (24/26)。无术后再出血, 无颅内感染。术后 5 日残留血肿量 3 ~ 8 ml, (3.1 ± 1.2) ml, 血肿清除率 83% ~ 98%, (93.6 ± 2.7)%。术后 7 天 GCS 8 ~ 15 分, (11.5 ± 2.8) 分。1 例术后 31 天死亡。随访 6 个月, 日常生活能力 (activity of daily living, ADL) 分级 I 级 5 例, II 级 9 例, III 级 8 例, IV 级 2 例, V 级 1 例。 **结论** 对于高血压脑出血, 利用 3D Slicer 软件辅助有助于精准定位血肿, 并设计优化穿刺路径。

【关键词】 高血压脑出血; 穿刺; 定位

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2020)07-0608-04

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2020.07.008

Application of Location Technology Based on 3D Slicer Software in Minimally Invasive Puncture for Hypertensive Cerebral Hemorrhage Li Zhiqiang, Miao Lin, Ren Yapan, et al. Department of Neurosurgery, Beijing Mentougou District Hospital, Beijing 102300, China

Corresponding author: Li Zhiqiang, E-mail: lzqeternal@163.com

【Abstract】 **Objective** To observe the clinical effect of minimally invasive puncture of hypertensive cerebral hemorrhage with the 3D Slicer software. **Methods** From May 2016 to December 2018, 26 patients with hypertensive cerebral hemorrhage in our department were treated with minimally invasive puncture assisted by the 3D Slicer software. The Glasgow Coma Scale (GCS) score before surgery ranged 6 - 15 [mean, (8.6 ± 1.7)]. The CT examination showed that there were 16 cases of putamen hemorrhage, 4 cases of lobar hemorrhage, and 6 cases of thalamic hemorrhage. The amount of hemorrhage ranged 27.5 - 55 ml [mean, (40.1 ± 5.3) ml]. Before the operation, the patients were routinely examined by CT scanning, and the original DICOM data were analyzed and processed by the 3D Slicer software to calculate the volume of hematoma. The 3D reconstruction of skull and deep intracerebral hematoma were carried out to realize 3D visualization after the fusion, then the image were projected onto the patient's head with the projector and matching it accurately. The optimal puncture path was designed. According to the puncture depth and angle measured by the software, the hematoma was accurately located under visual conditions for minimally invasive puncture treatment. After the operation, urokinase was injected into the hematoma cavity to liquefy the hematoma. The brain CT was re-examined again on the 5th day after operation to measure the volume of residual hematoma with the 3D Slicer software. **Results** All the patients were successfully punctured at one time, with a precise puncture rate (the proportion of catheters passing within 1 cm of the hematoma center and the catheter tip located within the hematoma) of 92.3% (24/26). There were no patients with postoperative re-bleeding or intracranial infection. The amount of residual hematoma was 3 - 8 ml on the 5th day after operation, with an average of (3.1 ± 1.2) ml, and the hematoma clearance rate was 83% - 98%, with an average of (93.6 ± 2.7)%. The GCS score ranged 8 - 15 on the 7th day postoperatively, with an average of (11.5 ± 2.8). One patient died 31 days later. Six months after the operation, the activity of daily living (ADL) grade showed grade I in 5 cases, grade II in 9 cases, grade III in 8 cases, grade IV in 2 cases, and grade V in 1 case. **Conclusion** For hypertensive cerebral hemorrhage, the 3D Slicer software can help accurately locate the hematoma, and

* 通讯作者, E-mail: lzqeternal@163.com

design and optimize the puncture path.

【Key Words】 Hypertensive cerebral hemorrhage; Puncture; Location

高血压脑出血好发于基底节区和丘脑等脑组织深部^[1],各种方法疗效不甚理想,尤其是基底节区及丘脑出血^[2]。2016 年 5 月~2018 年 12 月,我科对 26 例出血 < 55 ml、无脑疝的高血压脑出血患者,利用 3D Slicer 软件对血肿精准定位,设计优化的穿刺路径,微创穿刺引流血肿,取得较为满意的临床疗效,报道如下。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本组 26 例,男 16 例,女 10 例。年龄 37~86 岁,(65.5±8.9)岁。均有头痛、头晕、呕吐,其中偏瘫 23 例,失语 14 例。有高血压病史 23 例。入院时血压超过 140/90 mm Hg 25 例,超过 180/100 mm Hg 17 例。发病至手术时间 6~13 h,(6.8±0.3)h。术前格拉斯哥昏迷评分(Glasgow Coma Scale, GCS)6~15 分,(8.6±1.7)分,其中≤9 分 13 例,10~12 分 5 例,13 分 3 例,14~15 分 5 例。均行头颅 CT 检查,提示壳核出血 16 例,脑叶出血 4 例,丘脑出血 6 例,出血量 27.5~55 ml,(40.1±5.3)ml。其中 9 例合并脑室出血。

入组标准:有手术指征的自发性脑出血,原则上出血量 30~60 ml,对于有明显局灶神经功能损害如偏瘫、失语等,出血量 20~30 ml 也可;未出现脑疝,或一般情况较差的早期脑疝不能或不愿接受开颅手术。

排除标准:出血量 < 20 ml,或 > 60 ml,发病后有血肿持续扩大倾向,意识障碍进行性加重,脑疝晚期,脑干及小脑出血,颅内动脉瘤及脑血管畸形等相关性出血,有严重凝血功能障碍及其他手术禁忌。

1.2 方法

1.2.1 应用 3D Slicer 软件进行三维重建 术前常规行脑 CT 检查(容积扫描,层厚 2 mm),并于头皮表面放置 3~6 个标记点,根据经验在预估的穿刺点放置一枚标记点。拷取 CT 扫描原始 DICOM 格式数据,导入 3D Slicer 软件,利用 Volume Rendering 进行头颅重建(图 1A),可清楚显示头部外观细节,如体表标记点、耳廓、鼻尖等;利用 Save Island Effect、Threshold Effect、Make Model Effect 功能模块完成颅内血肿的三维重建(血肿建模)并与头颅融合(图 1B)。血肿的体积在建模后通过 Models 模块中的 Volume 查看。对 Volume Rendering 重建的头颅调整透明度使血肿、头颅同时显影,截取图像(图 2),导入投影仪备用。

1.2.2 穿刺路径的规划与设计 遵循距离最近、避开功能区、避开血管丰富密集区域的原则。脑叶出

血或血肿边缘距离皮层 1 cm 范围内的血肿一般选取避开重要血管功能区最近的路径;壳核及丘脑出血采用经额穿刺路径。三维重建后,血肿距离体表及中线的距离可以通过 3D Slicer 软件中的 Ruler、Curve Maker 测量,预设穿刺路径(头皮预设穿刺点至血肿穿刺靶点的连线)与正中矢状面之间的夹角可以用 Gyroguide 模块进行测量。设计好穿刺点及角度、距离后,为防止穿刺失误,通过 CT 扫描结果,应用 CT 读片定位方法进行验证,具体如下:选择血肿最大层面距离耳毗线(OM 线)所在平面的距离,确定穿刺高度;测量血肿中心距离额部穿刺点长度,确定穿刺深度;血肿中心点与穿刺点连线与正中矢状面的夹角即为穿刺进针角度^[3]。验证的结果与设计的路径一致,无严重偏差方可进行穿刺。一般选取血肿中心偏低位置为穿刺靶点,导管经过血肿中心,注射尿激酶时能保证引流管侧孔位于血肿中心附近,引流管头端位于较低位置便于引流^[4]。对于脑叶血肿或血肿边缘距离皮层 1 cm 范围内的血肿,血肿长轴与穿刺方向并不一致时,尽量选取靠近中心偏低位置为穿刺靶点,这种情况下穿刺导管可能不能通过血肿中心,但导管头端位置良好时也不影响引流效果。

1.2.3 穿刺和术后处理 穿刺在手术室进行。一般采用局麻,对不能配合、躁动不安者采用静脉复合麻醉+局麻,或气管插管全麻。投影仪将预先融合成的头颅与血肿的影像投射到患者头部并与标记点精准匹配,在头皮上描画出血肿的体表投影。在预设穿刺点切开头皮长 2~3 cm,使用电动自停开颅钻,钻头 6/9 mm,在预设穿刺点颅骨上钻孔,尖刀十字切开硬膜,止血,用内径 2 mm 硅胶管(软通道)沿预设的穿刺角度向血肿方向穿刺,穿刺深度到达穿刺靶点后撤出导芯,穿刺位置正确时可见暗红色血液流出。避免过快放液,用 2 ml 或 5 ml 注射器轻轻缓慢抽吸,抽吸不宜过多,不超过血肿总量 30%,防止继发出血。脑出血合并破入脑室、脑室铸型者同时行出血对侧脑室额角穿刺。术后控制血压在 120~160/70~100 mm Hg。术后即刻复查脑 CT(图 3A),确定穿刺导管位置准确无误后,于术后 6 h 在严格无菌原则下向血肿腔内注射尿激酶 2 万~5 万 U,夹管 3 h,有脑室引流管者也同时夹闭,每日 2 次。术后 5 日复查脑 CT(图 3B),应用 3D Slicer 软件对血肿建模,通过 Models 模块中 Volume 计算残留血肿的体积。残余血肿量 < 10 ml 即可考虑拔管,一般引流不超过 1 周,脑室引流一般不超过 2 周。术后 1 周开始行床旁康复治疗,术后 2~3 周病情稳定后可转康复科或出院。

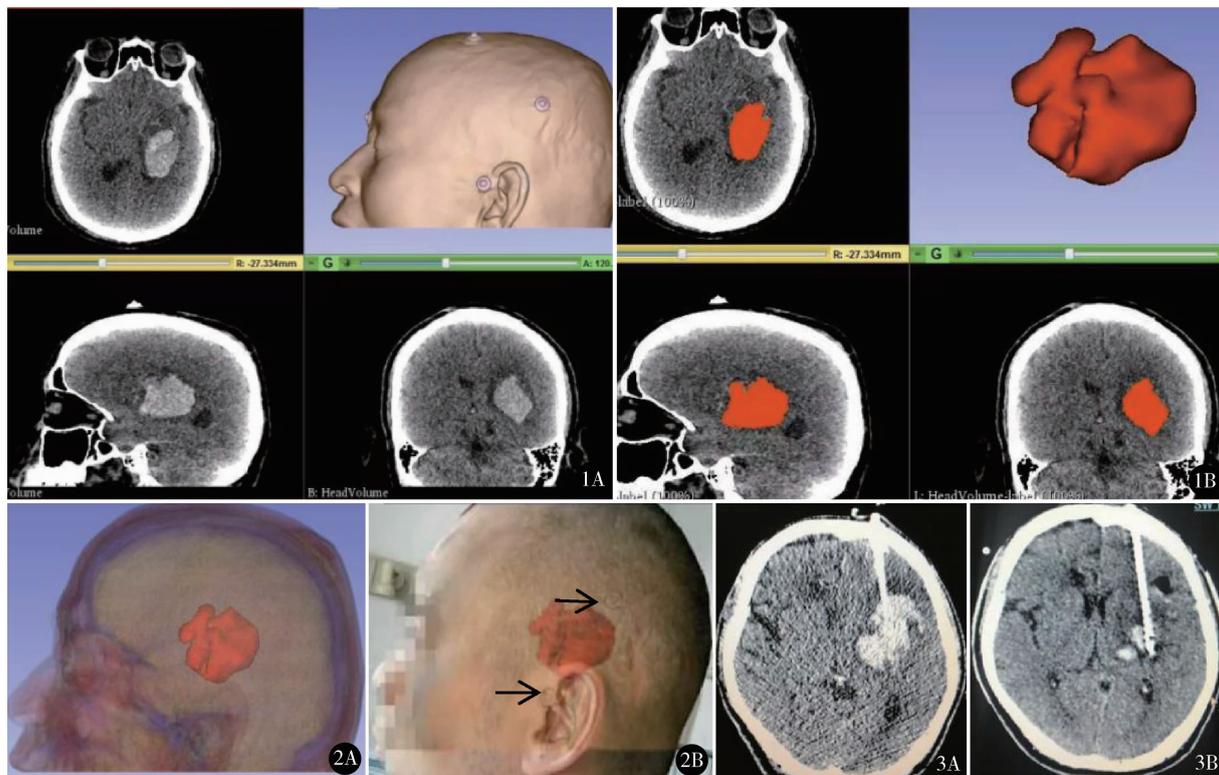


图 1 将脑 CT 扫描原始 DICOM 格式数据导入 3D Slicer 软件,进行头颅重建(A),血肿三维重建(B) 图 2 融合后调整透明度使血肿、头颅同时显影,截取图像(A)。将重建的三维图像调整好截图导入投影仪,利用投影仪将图像投射到患者的头部,调整图像与患者的头部完全吻合,图像上标记点与患者头部的标记点位置完全匹配重合(B),即可显示血肿体表投影位置 图 3 术后即刻复查 CT(A),提示导管通过血肿中心,导管头端位于血肿低位;术后第 5 日复查 CT(B),提示血肿明显减少

1.3 观察指标及随访

应用 3D Slicer 软件测算术前血肿量及术后 5 日残留血肿量,记算血肿清除率 = [(术前血肿量 - 术后第 5 日残余血肿量) / 术前血肿量] × 100%;再出血,指术后任何一次复查 CT 出血量超过术前;精准穿刺率,即导管通过血肿中心 1 cm 范围内且导管头端位于血肿范围内的患者所占的百分比;术后 7 天 GCS 评分。

术后常规随访,不能来院者出院 6 个月电话回访,进行日常生活能力(activity of daily living, ADL)分级^[5]: I 级为恢复完全日常生活能力; II 级为部分恢复但可独立生活; III 级为需要他人帮助,扶拐可行走; IV 级为长期卧床但能保持意识; V 级为植物生存状态。

2 结果

26 例均一次穿刺成功,精准穿刺率 92.3% (24/26), 2 例脑叶出血者导管头端位于血肿低位,未超越血肿边缘,管体未通过血肿中心 1 cm 范围。术后 5 日残留血肿量 3 ~ 8 ml, (5.1 ± 1.2) ml; 血肿清除率 83% ~ 98%, (93.6 ± 2.7)%。无术后再出血,无颅内感染。术后 7 天 GCS 8 ~ 15 分, (11.5 ±

2.8) 分,其中 ≤ 9 分 2 例, 10 ~ 12 分 8 例, 13 分 6 例, 14 分 2 例, 15 分 8 例。血肿腔导管拔除时间 5 ~ 8 d, (5.8 ± 0.7) d; 9 例合并脑室出血者留置脑室内导管,拔除时间 7 ~ 13 d, (10.6 ± 0.5) d。住院时间 12 ~ 18 d, (14.6 ± 2.3) d。术后死亡 1 例,为丘脑出血 46 ml,并破入脑室,术中穿刺精准,术后 5 日血肿腔残留血肿量 7.6 ml,术后 7 天拔除血肿腔导管, GCS 8 分,术后 13 天拔除脑室引流管,术后 20 天家属因家庭原因放弃一切治疗,自动出院,第 31 天死于肺部感染。25 例术后 6 个月 ADL 分级, I 级 5 例, II 级 9 例, III 级 8 例, IV 级 2 例, V 级 1 例。

3 讨论

对于高血压脑出血,理论上讲清除血肿能够降低颅内压,防止血肿占位效应引起的继发性损害^[6]。清除颅内血肿的方法包括小骨窗或骨瓣开颅、穿刺引流和神经内镜下手术^[7]。对于 60 ml 以下中小量脑出血,穿刺引流对脑组织损伤小,对神经功能影响小,利于恢复,效果较好^[8]。立体定向穿刺较内科保守治疗具有优势^[9]。神经导航系统辅助脑深部血肿定位穿刺也取得了很好的临床效果^[10]。微创穿刺治疗的关键技术是精准定位,无论

是立体定向还是神经导航都是为了更精确定位,但这些方法过多依赖于昂贵的仪器设备,不具备这些硬件设施的单位开展这些技术仍然困难重重。大多数基层医院仍然依靠经验,依靠 CT 提供的二维信息进行穿刺,而这种穿刺实质仍是盲穿,这种以经验为支撑的穿刺技术,可重复性、可靠性往往较差^[11]。

目前 CT 设备在国内医疗单位已相当普及,尤其是螺旋 CT 的出现,容积扫描能提供更加丰富的人体内部信息^[12],但所利用的仍以有限的二维信息为主。随着计算机技术的发展,很多图像后处理软件不断涌现。我们使用的 3D Slicer 软件便是一款由美国哈佛大学开发的免费开源的医学影像处理软件(<https://www.slicer.org/>可免费下载),它能利用 CT、MRI 的原始 DICOM 格式数据对人体的组织器官进行三维重建,兼容 Windows、Linux 和 MAC 操作系统,可在个人电脑上流畅运行,操作较为简单^[13]。脑出血患者术前常规行头颅 CT 检查,拷贝 CT 扫描原始 DICOM 格式数据,在个人电脑上运行 3D Slicer 软件中不同的模块,完成头颅及脑深部血肿三维重建,得到三维立体图像,血肿在颅内的位置一目了然。将三维图像截图,保存至投影仪,投射到患者的头部,使事先留置的多个标记点与投影图像上的标记点完全匹配吻合后,就能清晰地看到血肿在真实的患者颅内的定位、在体表的投影,初步实现三维可视化。该软件还能精确计算血肿体积,测量穿刺角度和距离,为术者提供更加精准的量化指标,使术者穿刺时不仅能通过投影看到血肿的虚拟位置,还能让术者按照测量的角度和距离完成精准穿刺。谢国强等^[14]将该软件合成的图像导入智能手机的 APP 软件,辅助完成血肿穿刺,也能取得较为精确的定位效果。作为一项新技术,我们特意对每个患者用传统的定位方法进行验证,防止严重错误发生,验证的结果也证实该软件定位准确无误。

微创穿刺治疗虽然有创伤小的优势,但一旦继发出血,严重影响预后,甚至需要开颅手术进行补救,所以预防继发出血对微创穿刺治疗尤为重要。首先,要重视手术时机,脑出血后 6 h 内有出血未停止的可能,穿刺易继发出血引起血肿扩大^[15]。杨川等^[16]关于立体定向穿刺时机的研究表明,最佳手术时机是发病 7 h 内。本组选择在发病 6 h 后(6 ~ 13 h)穿刺,其中 73% (19/26) 在 7 h 穿刺。其次,术前常规再行一次 CT 容积扫描,调整为 2 mm 层厚,一是为了放置定位标记,应用 3D Slicer 软件进行处理;另外也为了排除血肿持续扩大的可能,如果有早期血肿扩大的 CT 表象,如黑洞征、混杂征、分叶征时应该警惕^[17],必要时选择其他手术方式。再次,对于手术过程中的一些细节问题也要重视:穿刺尽可能一次成功,避免反复穿刺;穿刺后要避免大力抽吸,选用吸力更小的 2 ml、5 ml 注射器;放液不能过快,抽吸量

控制在血肿总量的 30% 以内;术后控制血压;穿刺 6 h 后出血的风险显著降低后再注射尿激酶。

本组 26 例术后无再出血,无颅内感染,术后神经功能恢复良好,治疗效果令人鼓舞。但本研究尚有不足之处,如样本量较少,尚需加大样本量,增加对照组,增加观察指标,进一步验证其临床效果。

综上所述,应用 3D Slicer 软件进行三维重建辅助颅内血肿穿刺,是三维可视化技术在临床上的简单应用,可以帮助精准定位穿刺血肿,减少手术并发症,适宜在不具备导航或立体定向设备的基层医院推广。

参考文献

- Hemphill JC, Greenberg SM, Anderson CS, et al. Guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association. *Stroke*, 2015, 46(7): 2032 - 2060.
- Keep RF, Hua Y, Xi G. Intracerebral hemorrhage: mechanisms of injury and therapeutic targets. *Lancet Neural*, 2012, 11(8): 720 - 731.
- 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. *临床神经外科杂志*, 2019, 16(2): 169 - 172.
- 姚国杰,龚杰. 高血压脑出血锥颅穿刺血肿外引流术治疗进展. *中国临床神经外科杂志*, 2011, 16(6): 382 - 384.
- 王忠诚,主编. 王忠诚神经外科学. 第 1 版. 武汉:湖北科学技术出版社, 2005. 870.
- Angileri FF, Esposito F, Priola SM, et al. Fully endoscopic freehand evacuation of spontaneous supratentorial intraparenchymal hemorrhage. *World Neurosurg*, 2016, 94: 268 - 272.
- 李承科,何琴,唐辉,等. 神经内镜手术与小骨窗开颅手术治疗中量高血压脑出血临床疗效对比分析. *解放军医药杂志*, 2018, 30(3): 98 - 101.
- 肖涛,万娟,蒋文武. 幕上高血压脑出血患者神经内镜微创手术与开颅手术的疗效对比研究. *中国脑血管病杂志*, 2019, 16(9): 456 - 460.
- 杨川,勾俊龙,毛群,等. 立体定向手术与内科治疗中小量基底核区高血压性脑出血的对比研究. *中国微创外科杂志*, 2014, 14(5): 442 - 444.
- 吴德权,邵君飞,戴敏超. 神经导航下精准置管治疗中等量基底节区脑出血患者的疗效观察. *江苏医药*, 2017, 43(10): 738 - 739.
- Ochalski P, Chivukula S, Shin S, et al. Outcomes after endoscopic port surgery for spontaneous intracerebral hematomas. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*, 2014, 75(3): 195 - 205.
- 石明国,宦怡,李剑. 多层螺旋 CT 成像技术的新进展. *中华放射学杂志*, 2015, 49(4): 249 - 251.
- Egger J, Kapur T, Fedorov A, et al. GBM volumetry using the 3-D Slicer medical image computing platform. *Sci Rep*, 2013, 3: 1364.
- 谢国强,周小卫,左毅,等. 基于智能手机的简易增强现实技术对幕上高血压性脑内血肿定位的价值. *中国临床神经外科杂志*, 2019, 24(6): 345 - 347, 351.
- Kanno T, Koba T. Early surgical treatment for hypertensive intracerebral hemorrhage. *J Neurosurg*, 1977, 46(5): 579 - 583.
- 杨川,勾俊龙,毛群,等. 立体定向手术治疗基底核区高血压性脑出血手术时机的探讨. *中国微创外科杂志*, 2017, 17(8): 710 - 713.
- 王少华,王志伟,邓灵波,等. 24 h 内高血压性脑出血血肿增大与平扫 CT 征象的相关性. *中国医学科学院学报*, 2019, 41(4): 472 - 478.

(收稿日期:2019-12-23)

(修回日期:2020-04-14)

(责任编辑:王惠群)