

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

谢国强 周小卫 左 毅 肖三潮 陈尚军 郝五记 陈晓雷

**【摘要】目的** 探讨基于智能手机简易增强现实技术定位幕上高血压性脑内血肿的可靠性和准确性。**方法** 回顾性分析 2017 年 10 月至 2018 年 10 月微创手术治疗的 42 例幕上高血压性脑出血的临床资料。术后将急诊头颅 CT 扫描数据以 DICOM 形式通过医学影像存档与通信系统导入工作电脑,应用 3D Slicer 软件行脑内血肿及头面部皮肤三维重建,设置参考点后将图像导入智能手机,通过手机相机功能实现简易增强现实技术,描画脑内血肿体表投影后,在血肿边缘粘贴标记物后复查头颅 CT,分析各标记点与血肿实际边界的距离偏差。**结果** 42 例共粘贴标记物 168 个。标记物与血肿距离偏差在 0.04~7.20 mm,平均(3.10±1.10)mm;上缘、下缘、前缘、后缘的距离分别为(2.90±1.19)mm、(3.02±1.31)mm、(2.66±1.27)mm、(2.43±1.41)mm。头皮标记物与脑内深部血肿实际上缘、下缘、前缘、后缘的距离偏差无统计学差异( $P>0.05$ )。**结论** 简易增强现实技术可为幕上高血压性脑内血肿微创手术提供可靠及较准确的体表定位指导,可作为脑内血肿定位参考指标。

**【关键词】** 高血压性脑出血;增强现实技术;智能手机;微创手术

**【文章编号】** 1009-153X(2019)06-0345-03 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.34; R 651.1\*1

Accuracy and reliability of localization of intracerebral hemorrhage by smart phone based on easy-to-use augmented reality technique

XIE Guo-qiang<sup>1</sup>, ZHOU Xiao-wei<sup>1</sup>, ZUO Yi<sup>1</sup>, XIAO San-chao<sup>1</sup>, CHEN Shang-jun<sup>1</sup>, HAO Wu-ji<sup>2</sup>, CHEN Xiao-lei<sup>3</sup>. 1. Department of Neurosurgery, The 215th Hospital of Nuclear Industry, Shanxi Province, Xianyang 712000, China; 2. Department of Medical Imaging, The 215th Hospital of Nuclear Industry, Shanxi Province, Xianyang 712000, China; 3. Department of Neurosurgery, Chinese People's Liberation Army General Hospital, Beijing 100853, China

**【Abstract】Objective** To investigate the accuracy and reliability of the localization of intracerebral hemorrhage (ICH) by smart phone based on easy-to-use augmented reality (AR) technique. **Methods** The clinical data of 42 patients with hypertensive ICH were analyzed retrospectively. The raw data of emergent head CT in digital imaging and communications in medicine data (DICOM) forum were loaded into open-source software 3D Slicer through Picture Archiving and Communicating System (PACS) of hospital. The hematomas and the scalps were reconstructed by the software before the screenshots with markers on the virtual scalp were transmitted to a smart phone. The easy-to-use augmented reality technique was realized through the camera of smart phone allowing a projection of the hematoma image on the patient's scalp. The profiles of the hematomas were depicted under the smart phone monitoring, and then four markers were fixed on the periphery of the hematomas. The patients underwent brain CT scan reexamination and the deviation of the markers from the actual hematoma boundaries were recorded and analyzed. **Results** The mean deviation of the marker from the actual hematoma boundaries was (3.1±1.1) mm, ranging from 0.04 mm to 7.2 mm, on easy-to-use AR. There was no significant difference among the deviations of all the markers from all the borders ( $P>0.05$ ). **Conclusion** The low cost smart phone AR technique may provide relatively reliable and accurate localization of ICH.

**【Key words】** Intracerebral hemorrhage; Augmented reality; Smart phone; Localization; Accuracy; Reliability

高血压性脑出血是导致卒中相关性死亡和残疾的首位原因<sup>[1]</sup>。微创手术治疗,损伤小,并发症较少,

逐渐被临床所接受。相对于常规开颅手术,微创手术治疗对脑内血肿的精确定位要求更高。我们将基于智能手机将简易增强现实技术应用于幕上高血压性脑内血肿体表定位,取得良好效果,本文分析该方法的准确性和可靠性。

1 资料和方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2017 年 10 月至 2018 年 10

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2019.06.009  
基金项目:陕西省咸阳市社会发展科技攻关项目(2016K02-92)  
作者单位:712000 陕西咸阳,陕西省核工业 215 医院神经外科(谢国强、周小卫、左 毅、肖三潮、陈尚军),影像科(郝五记);100853 北京,解放军总医院神经外科(陈晓雷)  
通讯作者:陈晓雷, E-mail: chxlei@mail.sysu.edu.cn

月微创手术治疗的 42 例幕上高血压性脑出血的临床资料,其中男性 27 例,女性 15 例;年龄 51~78 岁,平均(61.5±11.3)岁;发病至入院时间 2~17 h,平均(8.3±2.6)h。血肿部位:丘脑及基底节区 37 例,颞顶叶 5 例;左侧 23 例,右侧 19 例;5 例出血破入脑室。血肿量 30~88 ml,平均(54.26±13.76)ml。入院时 GCS 评分 15 分 2 例,13~14 分 32 例,9~12 分 8 例。

1.2 简易增强现实技术定位脑内血肿

1.2.1 影像数据的获取 将入院时急诊头颅 CT 扫描原始数据(层厚 1.2 mm,视野 250,矩阵 512×512,窗宽 85,窗位 40,约 200 层;图 1A),通过院内医学影像存档与通信系统(picture archiving and communication system, PACS)传输至工作电脑。

1.2.2 脑内血肿及头面部皮肤组织三维结构重建 运行 3D Slicer 软件将急诊头颅 CT 扫描数据以原始 DICOM 格式导入,选择 Editor 模块,依次运行 Threshold Effect、SaveIsland Effect、Make Model Effect 功能,分别进行头面部皮肤及脑内血肿三维重建,选择同时显示,从而融合模型,于血肿同侧虚拟皮肤的外耳道(或耳屏)、耳廓最高点、同侧眼外眦设置标记点(Fiducials),再降低头皮透明度(Opacity)至 1.0 以下,使头面部皮肤、标记点与脑内血肿同时显影后进行截图并保存(图 1B)。

1.2.3 应用智能手机相机实现简易增强现实 将截图导入智能手机相册,于脑内血肿同侧眼外眦、耳廓最

高点及外耳道(耳屏)处标记,调用智能手机重复曝光程序(安卓系统-Sina 相机,苹果系统-重曝相机)功能调取截图作为底片,调整曝光度致底片及头面部皮肤同时显影,调整手机位置使解剖标记点与标志点全部重合,然后在手机相机监视下描画脑内血肿形态或体表投影(图 1C),即实现简易增强现实技术。

1.2.4 定位精确性的验证 于所描画血肿的前、后、上、下缘粘贴 4 个标记物(一次性心电图电极片)后,尽快复查头颅 CT,并将 CT 检查结果再次通过院内网 PACS 导入工作电脑,运行 3D Slicer 软件,利用 Ruler 模块测量各标记点距离血肿边界距离偏差(图 1D、1E)。

1.3 统计学方法 采用 SPSS 20.0 软件进行分析,计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示,采用配对  $t$  检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

42 例共粘贴标记物 168 个。标记物与血肿距离偏差在 0.04~7.20 mm,平均(3.10±1.10)mm;上缘、下缘、前缘、后缘的距离分别为(2.90±1.19)mm、(3.02±1.31)mm、(2.66±1.27)mm、(2.43±1.41)mm。头皮标记物与脑内深部血肿实际上缘、下缘、前缘、后缘的距离偏差无统计学差异( $P > 0.05$ ),说明前、后、左、右标记物与血肿实际边界的偏差基本一致。

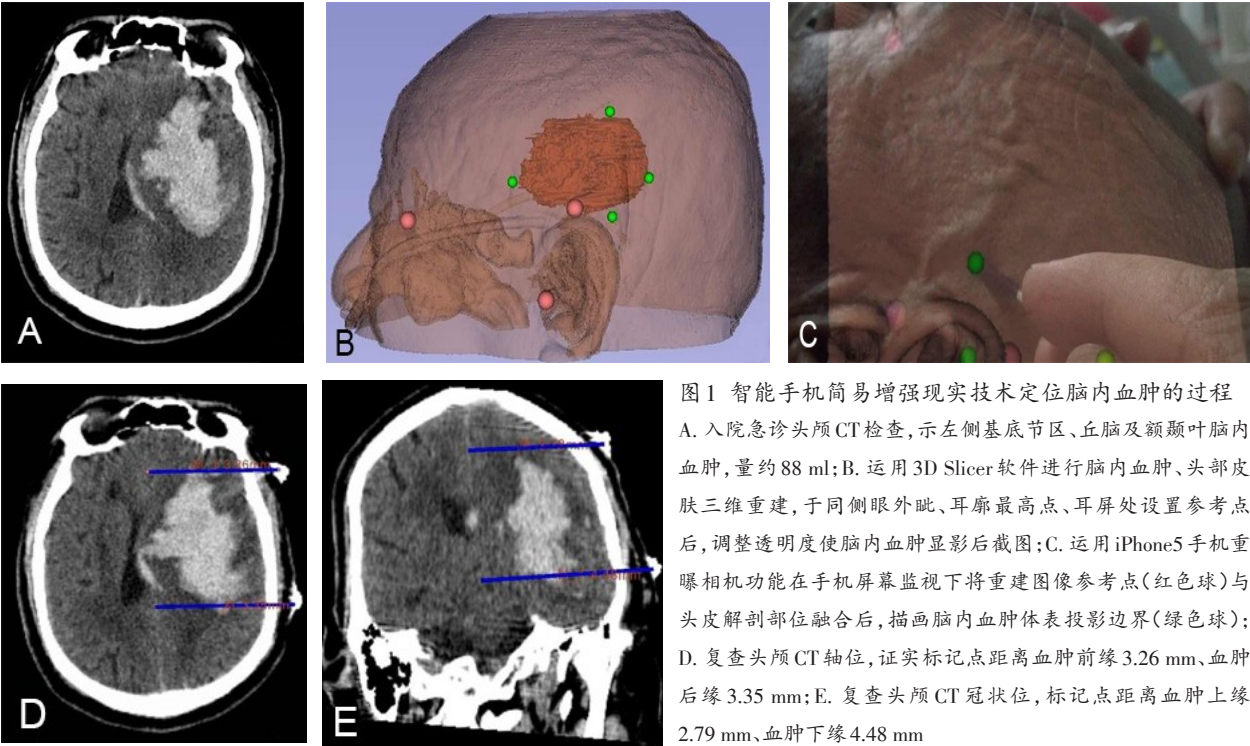


图1 智能手机简易增强现实技术定位脑内血肿的过程  
A. 入院急诊头颅CT检查,示左侧基底节区、丘脑及额颞叶脑内血肿,量约88 ml;B. 运用3D Slicer软件进行脑内血肿、头面部皮肤三维重建,于同侧眼外眦、耳廓最高点、耳屏处设置参考点后,调整透明度使脑内血肿显影后截图;C. 运用iPhone5手机重曝相机功能在手机屏幕监视下将重建图像参考点(红色球)与头皮解剖部位融合后,描画脑内血肿体表投影边界(绿色球);D. 复查头颅CT轴位,证实标记点距离血肿前缘3.26 mm、血肿后缘3.35 mm;E. 复查头颅CT冠状位,标记点距离血肿上缘2.79 mm、血肿下缘4.48 mm

3 讨 论

高血压性脑出血是神经外科常见危急重症,发病 30 d 病死率在 30% 以上<sup>[2]</sup>。目前,国内外关于高血压性脑出血的治疗策略,尚存在诸多争议<sup>[3]</sup>。国际脑出血外科治疗试验(surgical trail in intracerebral hemorrhage, STICH) II 期试验结果亦未得到早期外科手术治疗明显优于内科保守治疗的确凿证据<sup>[4]</sup>,原因可能与手术治疗对正常脑组织的损伤有关。随着医疗技术的不断改进和医学装备的快速发展,神经内镜下手术清除脑内血肿和立体定向下脑内血肿穿刺引流术联合纤溶酶原激活剂等技术优势逐渐显现<sup>[5]</sup>。微侵袭手术治疗因手术或穿刺通道空间狭小,准确到达脑内血肿必须有较为精确的术前定位指导。立体定向技术、神经影像导航系统无疑可以为微侵袭手术治疗提供较为准确可靠的定位参考<sup>[6]</sup>,但因操作步骤繁琐、价格相对昂贵及技术门槛较高,严重限制了其的普及应用。

3D Slicer 软件是美国布莱根妇女医院外科手术计划实验室和麻省理工学院人工智能实验室 1998 年设计开发的免费医学影像可视化平台,可自由下载及安装,在普通计算机(内存 4 G 以上)即可顺畅运行,操作相对简单<sup>[7]</sup>。增强现实技术是虚拟现实技术的一种补充和增强,是将虚拟事物与现实世界叠加并进行互动,多用于智能手机游戏功能,目前在医学领域尤其是神经外科专业方面也得到了广泛关注<sup>[8]</sup>。本文利用高血压性脑出血入院时头颅 CT 扫描数据,导入 3D Slicer 软件后在较短时间内完成头面部皮肤和深部脑内血肿的三维结构重建。根据“三点决定一个平面”的原理,在出血同侧头面部解剖标志明显处设置 3 个参考点,调整头皮组织透明度使皮肤及血肿同时显影后截图并导入智能手机,调用手机相机,将截图作为底片,应用二次曝光功能使截图及头皮同时显影,即实现简易增强现实技术。调整手机屏幕位置校准参考点与实际体表标记后,描画脑内血肿体表投影即可在手机屏幕监视下完成。

利用 3D Slicer 软件联合智能手机辅助脑内血肿定位国内已有报道<sup>[9-11]</sup>。本文旨在客观验证该项技术的可靠性及准确性,以期为临床应用提供参考。42 例幕上高血压性脑出血共使用标记物 168 个,标记物与血肿实际边界的距离偏差平均为(3.1±1.1) mm,最大为 7.2 mm,最小为 0.04 mm,且各个方向的距离偏差无统计学差异( $P>0.05$ )。

我们认为该项技术优势:①简易增强现实技术

成本低廉。3D Slicer 软件及智能手机重曝相机或 Sina 相机功能完全免费,可自由下载安装,适合于广大基层医疗单位应用。②简单易行。基于脑出血急诊头颅 CT 扫描原始数据即可在短时间内完成脑出血三维结构重建,加之智能手机轻巧便携、辅助定位操作简单,尤其适用于高血压性脑出血紧急手术的定位指导。③准确可靠。微创手术治疗通常不需要开放脑池及脑室系统,脑脊液丢失较少,脑内血肿位置一般不会出现大的偏移,3 mm 左右距离偏差完全在可以接受的范围内。④个体化指导。根据脑内血肿体表投影的具体形态,指导个体化选择手术入路穿刺血肿,避免了脑功能区及重要血管结构的再次损伤。⑤用途较广。基于简易增强现实的准确性,可以考虑进一步协助制定颅内肿瘤切除、囊性病变穿刺及颅脑损伤手术的术前计划。

但是,也存在不足之处:①相比于神经导航系统,简易增强现实技术无法在术中进行实时互动及错误校正,且位置相对固定(一般选择侧位头皮体表投影)。②本文病人均为幕上稳定性脑内血肿,不适用于幕下及活动性脑内血肿定位;且采用侧位体表投影,手术入路需平行或垂直于矢状面,但在垂直方向无法提供深度信息,对于手术入路与矢状面存在角度者,可考虑采用 3D Slicer 软件中 Gyroguide 模块制定手术计划<sup>[12]</sup>。③病例数量较少,此项研究的精确性尚需多中心、大样本的病例研究进一步证实。

总之,术前通过应用 3D Slicer 软件及智能手机实现简易增强现实技术,可以为幕上高血压性脑出血的微创手术治疗提供较为准确可靠的定位指导。

【参考文献】

[1] Keep RF, Hua Y, Xi G. Intracerebral haemorrhage: mechanisms of injury and therapeutic targets [J]. Lancet Neurol, 2012, (11): 720-731.

[2] Eroglu U, Kahilogullari G, Dogan I, et al. Surgical management of supratentorial intracerebral hemorrhages: endoscopic versus open surgery [J]. World Neurosurg, 2018, 114, e60-e65.

[3] Hemphill JC, Faha M, Greenberg SM, et al. Guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association [J]. Stroke, 2015, 46(7): 2032-2060.

(下转第 351 页)



(上接第 347 页)

- [4] Mendelow AD, Gregson BA, Rowan EN, *et al.* Early surgery versus initial conservative treatment in patients with spontaneous supratentorial lobar intracerebral haematomas (STICH II): a randomised trial [J]. *Lancet*, 2013, 382(9890): 397-408.
- [5] Rennert RC, Signorelli JW, Abraham P, *et al.* Minimally invasive treatment of intracerebral hemorrhage [J]. *Expert Rev Neurother*, 2015, 15(8): 919-933.
- [6] Chartrain AG, Shoirah H, Jauch EC, *et al.* A review of acute ischemic stroke triage protocol evidence: a context for discussion [J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(11): 1047-1052.
- [7] Egger J, Kapur T, Fedorov A, *et al.* GBM volumetry using the 3D Slicer medical image computing platform [J]. *Sci Rep*, 2013, 3: 1364.
- [8] Solbiati M, Passera KM, Rotilio A, *et al.* Augmented reality

- for interventional oncology: proof-of-concept study of a novel high-end guidance system platform [J]. *Eur Radiol Exp*, 2018, 2: 18.
- [9] 谢国强,郭振宇,师蔚,等. 低成本增强现实技术在高血压脑出血神经内镜治疗中的应用[J]. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2017, 16(3): 221-224.
- [10] 伍学斌,康强,曾胜田,等. 3D-slicer 软件联合 Sina 软件在高血压脑出血神经内镜手术的应用[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2018, 219(08): 363-365.
- [11] 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的应用[J]. *中国神经精神疾病杂志*, 2018, 44(5): 299-302.
- [12] 谢国强,师蔚,陈尚军,等. 3D-slicer 软件在高血压脑出血神经内镜微创手术治疗的应用价值[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2017, 22(3): 109-111.

(2018-11-13 收稿, 2019-02-01 修回)