

基于 3D Slicer 软件探讨高血压脑出血血肿体积诊断的准确性

谢国强¹, 王欣^{2,*}, 郝五记³, 左毅¹, 肖三潮¹, 陈尚军¹

1. 陕西省核工业 215 医院神经外科, 陕西 咸阳 712000

2. 陕西省核工业 215 医院检验科, 陕西 咸阳 712000

3. 陕西省核工业 215 医院影像科, 陕西 咸阳 712000

摘要:目的 评估 CT 诊断报告中关于高血压脑出血血肿体积统计的准确性。方法 回顾性分析 117 例高血压脑出血患者头颅 CT 影像科报告, 调取 CT 扫描原始数据后运用 3D Slicer 软件进行脑内血肿三维结构重建, 精确统计血肿体积; 依据软件计算血肿体积大小分组与影像科 CT 诊断报告进行统计比对, 评估影像科统计血肿体积的偏差程度。结果 117 例高血压脑出血头颅 CT 扫描原始数据运用 3D Slicer 软件进行三维重建并体积计算均可在较短时间内完成 (用时最长 242.4 s; 最短 21.98 s; 平均 78.57 ± 40.91 s), 其中最小出血量为 0.62 ml; 最大出血量为 166.03 ml; 平均出血量为 33.79 ± 3.12 ml; 影像诊断报告中最小出血量为 1 ml; 最大出血量为 190 ml; 平均 37.66 ± 3.48 ml; 两者有显著性差异, 且差异程度与血肿量大小无明显相关性。结论 基于 3D Slicer 软件可以在较短时间内实现血肿三维结构重建并较准确统计血肿体积, 操作简便易行, 可以为高血压脑出血治疗策略的选择提供客观准确的血肿量依据。

关键词: 颅内出血; 体积计算; 3D Slicer; 影像诊断

DOI: 10.16636/j.cnki.jinn.2019.01.004

An investigation of the accuracy of hematoma volume measurement in hypertensive intracranial hemorrhage based on 3D Slicer

XIE Guo-Qiang¹, WANG Xin^{2,*}, HAO Wu-Ji³, ZUO Yi¹, XIAO San-Chao¹, CHEN Shang-Jun¹. 1. Department of Neurosurgery; 2. Department of clinical laboratory; 3. Department of Medical imaging, Nuclear Industry 215 Hospital of Shaanxi Province, Xianyang, Shaanxi 712000, China

Corresponding author: WANG Xin, E-mail: meitian_wx@163.com

Abstract: Objective To evaluate the accuracy of hematoma volume measurement using computed tomography (CT) reports in hypertensive intracerebral hemorrhage (HICH). **Methods** The head CT reports of 117 HICH patients were retrospectively analyzed. After collecting the raw scan data, 3D Slicer was used to reconstruct the three-dimensional (3D) structure of intracerebral hematoma and accurately calculate the hematoma volume. The size of hematoma calculated by 3D Slicer was grouped and statistically compared with that in CT reports to evaluate the deviation of hematoma volume in the department of radiology. **Results** With 3D Slicer, both 3D reconstruction and volume calculation of the raw head CT scan data of the 117 HICH patients were finished in a short time (range 21.98 – 242.4 s, mean 78.57 ± 40.91 s); the amount of bleeding ranged from 0.62 ml to 166.03 ml, with a mean of 33.79 ± 3.12 ml. In contrast, according to the CT reports, the amount of bleeding ranged from 1 ml to 190 ml, with a mean of 37.66 ± 3.48 ml. There was a significant difference between the results of the two measurement methods, and the degree of deviation was not significantly correlated with hematoma volume. **Conclusions** With 3D Slicer, 3D reconstruction of hematoma and accurate calculation of its volume can be finished in a short time, and the operation is simple and easy. It can provide an accurate hematoma volume basis for the selection of therapeutic strategy for HICH.

Key words: Intracranial hemorrhage; Volume calculation; 3D Slicer; Diagnostic imaging

收稿日期: 2018-09-27; 修回日期: 2019-02-12

作者简介: 谢国强 (1980-), 男, 医学硕士, 神经外科副主任医师, 主要从事神经内镜微创侵袭技术。

通信作者: 王欣 (1980-), 女, 医学硕士, 副主任检验师, 主要从事医学检验生化及电化学发光免疫方向工作。E-mail: meitian_wx@163.com。

高血压脑出血作为神经内外科常见危急重症,治疗方法主要包括内科药物保守治疗及外科手术治疗。脑内血肿体积大小常被作为外科治疗决策的一项重要参考指标,临床上大多依据经验粗略计算及参考影像科诊断报告,但关于影像诊断报告在脑内血肿体积精确性方面的研究报道较少。本研究回顾性分析陕西省核工业 215 医院自 2017 年 01 月至 2017 年 12 月 117 例高血压脑出血患者头颅 CT 影像资料,运用 3D Slicer 软件进行脑内血肿三维重建后,计算血肿体积,并与影像诊断报告血肿体积进行了统计性分析,现报告如下。

1 对象与方法

1.1 临床资料

男 67 例,女 50 例,年龄 28 ~ 89 岁,平均 62.68 ± 11.50 岁;影像科报告出血量 1 ~ 190 ml,平均 37.66 ± 3.48 ml,3D Slicer 软件计算血肿体积 $0.62 \sim 166.03$ ml,平均出血体积 33.79 ± 3.12 ml;出血位于幕下 12 例,位于幕上 105 例。

1.2 影像诊断报告计算血肿体积过程

脑出血患者头颅 CT 扫描(荷兰 PHILIPS, MX-16,16 排螺旋 CT 机,平扫层厚 1.5 mm,层距 0.75 mm)数据载入 EBW (Extended Brilliance Workspace, V4.5.3.40140) 工作站,影像科医生将层厚及层距均设置为 10 mm,用手绘法在每层图像上描

画血肿边缘轮廓,逐层相加即得出血肿体积。

1.3 3D Slicer 软件数据处理

将患者头颅 CT 扫描医学数字影像和通讯(digital imaging and communications in medicine, DICOM) 格式数据导入 3D Slicer 软件(3D Slicer4.9.0,美国哈佛大学外科手术计划实验室),调整窗宽窗位水平至 CT-brain 后,选择 Editor 模块,依次运行 ThresholdEffect、SaveIsland、MakeModelEffect 功能即可完成脑内血肿三维重建(图 1),进入 Models 模块,点击 Information 菜单即可呈现血肿精确体积(图 2),同时记录从头颅 CT 数据导入软件到精确测量出血肿体积的操作时间。

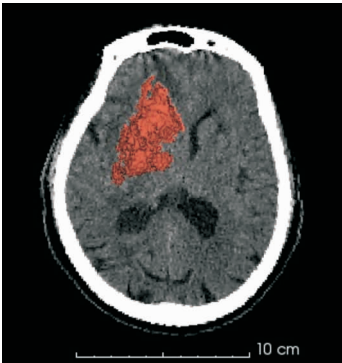


图 1 右侧基底节区脑内血肿三维重建

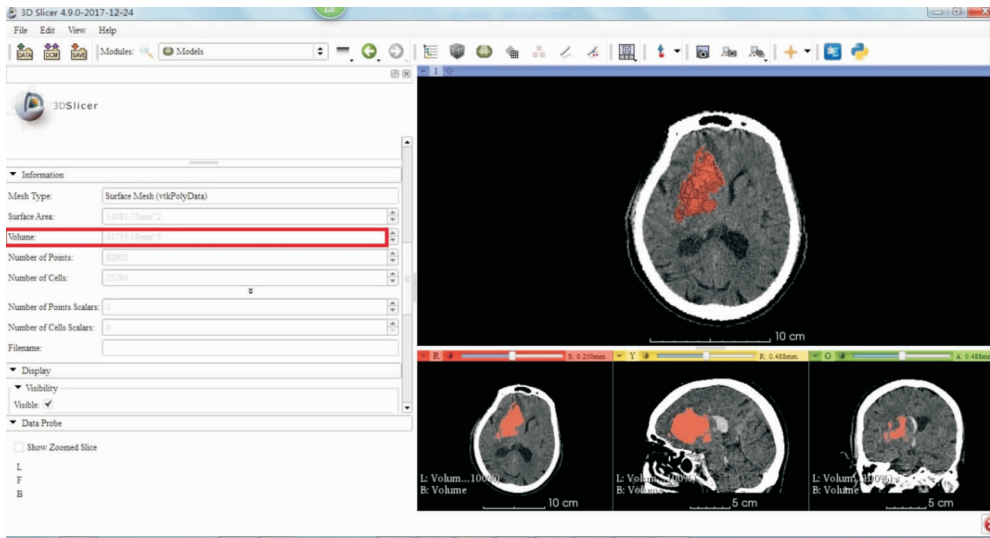


图 2 脑内血肿三维后计算体积为 41.73518 ml

1.4 数据分组

根据脑内血肿部位分为幕上组(105 例)、幕下组(12 例);根据 3D Slicer 软件测量出血肿体积分

为: ≤ 10 ml 组($n = 28$ 例)、 > 10 ml ~ ≤ 20 ml 组($n = 16$ 例)、 > 20 ml ~ ≤ 30 ml 组($n = 13$ 例)、 > 30 ml ~ ≤ 40 ml 组($n = 18$ 例)、 > 40 ml ~ ≤ 50

ml 组 ($n = 11$ 例)、 > 50 ml $\sim \leq 60$ ml 组 ($n = 11$ 例) 及 > 60 ml 组 ($n = 20$ 例)。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 21.0 软件对 3D Slicer 软件测量血肿体积及影像诊断报告血肿体积分组进行配对 t 检验, 以 $P < 0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

2.1 血肿重建时间

从头颅 CT 扫描数据导入 3D Slicer 软件完成脑内血肿三维重建计算时间, 用时最长 242.4 s; 最短 21.98 s; 平均 78.57 ± 40.91 s, 整个操作过程大部可以在 2 分钟内完成。

2.2 正态分布检验

所有数据经正态性检验结果证实符合正态分布, 且影像诊断报告结果与 3D Slicer 软件统计结果有明显线性相关 (图 3, $R^2 = 0.994$)。

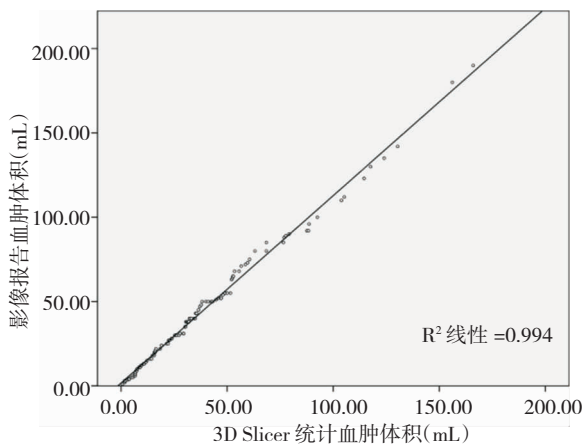


图 3 3D Slicer 软件统计脑内血肿体积与影像报告结果呈明显线性相关 ($R^2 = 0.994$)。

2.3 小脑幕上下血肿体积的对比 (表 1)

依据出血部位, 将脑出血分为幕上组 (105 例)、幕下组 (12 例), 影像诊断报告中幕上组血肿体积为 45.69 ± 38.65 ml、幕下组血肿体积为 19.71 ± 13.14 ml, 应用 3D Slicer 软件统计小脑幕上、下血肿体积分别为 39.56 ± 34.73 ml、 16.56 ± 10.92 ml, 两组经配对 t 检验后 P 值均 < 0.01 , 有显著性差异, 且影像报告中脑内血肿体积明显 3D Slicer 大于软件计算结果。

2.4 不同体积的血肿计算结果对比 (表 1)

依据 3D Slicer 软件统计血肿体积结果分为 7 组, 各组内影像报告结果与 3D Slicer 软件统计体积

对比, 亦有显著性差异 ($P < 0.01$), 且影像报告中结果均不同程度大于 3D Slicer 软件统计体积。将统计偏差定义为: (影像报告结果 - 3D Slicer 软件统计体积) / 3D Slicer 软件统计体积, 则统计偏差平均为 $19.10\% \pm 10.96\%$, 并偏差程度与血肿体积无明显相关性 (图 4)。

表 1 影像报告与 3D Slicer 软件对不同部位、不同体积脑内血肿体积统计对比分析 (例数, n)

	影像报告 (ml)	3D Slicer 软件 (ml)	P
血肿部位			
幕上组 ($n = 105$)	45.69 ± 38.65	39.56 ± 34.73	0.000
幕下组 ($n = 12$)	19.71 ± 13.14	16.56 ± 10.92	0.001
血肿体积			
≤ 10 ml ($n = 28$)	6.34 ± 3.36	5.33 ± 2.69	0.000
> 10 ml $\sim \leq 20$ ml ($n = 16$)	17.75 ± 3.59	14.49 ± 2.68	0.000
> 20 ml $\sim \leq 30$ ml ($n = 13$)	28.69 ± 2.18	25.21 ± 2.71	0.000
> 30 ml $\sim \leq 40$ ml ($n = 18$)	40.89 ± 4.28	33.58 ± 2.70	0.000
> 40 ml $\sim \leq 50$ ml ($n = 11$)	51.91 ± 1.97	45.22 ± 3.16	0.000
> 50 ml $\sim \leq 60$ ml ($n = 11$)	65.36 ± 6.09	54.19 ± 3.05	0.000
> 60 ml ($n = 20$)	108.70 ± 32.47	97.30 ± 29.75	0.000

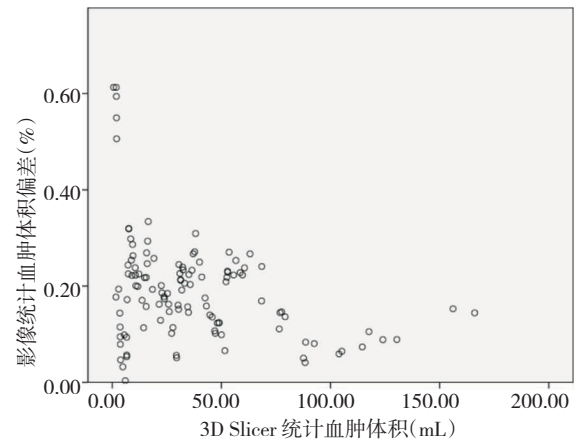


图 4 影像报告统计脑内血肿体积偏差大多为 20% 左右, 与血肿实际体积无明显相关性。

3 讨论

高血压脑出血作为致残率和致死率较高的临床常见危急重症^[2], 治疗方法主要分为外科手术 (开颅脑内血肿清除、脑室穿刺外引流、脑内血肿穿刺、神经内镜辅助下脑内血肿清除等) 和药物保守治疗。脑内血肿的部位和体积大小不仅严重影响脑出血患者的预后, 也是治疗方法选择的一项重要参考指标^[3-5], 如幕上脑内血肿大于 30 ml、幕下脑内血肿大于 10 ml 大多作为手术治疗标准。而脑内血肿体积计算的金标准为:

将患者头颅 CT 资料导入电脑,逐层计算出血面积后叠加即得出血肿体积,但因操作繁琐且复杂,故临床很少用到。目前脑内血肿体积估算的方法临床常应用多田公式或参考影像诊断报告^[6],多田公式主要适用于血肿形态为椭圆体或近似椭圆体的血肿体积计算,对于出血形状不规则或多发血肿则误差较大。加之各单位头颅 CT 扫描层厚不统一、体素 (Voxel) 或分辨率大小不均及血肿形态不规则等因素存在,可能导致不同程度血肿体积估算误差,进而影响治疗方法的选择。因此,客观精确的脑内血肿测量可以为预后评估及临床治疗策略选择提供有效保障。

3D Slicer 软件是由哈佛大学医学院外科手术计划实验室和麻省理工学院人工智能实验室联合开发的一个免费开源的图像分析处理平台,可在互联网自由下载,且对计算机硬件要求不高,兼容多种数据格式,操作简单易学^[7]。本研究基于脑出血患者入院时头颅 CT 扫描原始数据,软件自动识别层厚及体素 (Voxel)、分辨率等参数,在体素水平实行运算统计,基本等同于血肿体积金标准计算方法。运行 3D Slicer 软件后,应用 Editor 模块设置 Threshold Range 阈值范围,根据血肿密度值大小进行渲染,计算机自动描画标记血肿像素点,进而实现脑内血肿的三维结构重建,血肿体积大小可统计到小数点后五位。此方法完全避免了人工手工描画血肿的不稳定因素,可重复性较高,尤其对于不规则血肿和多部位血肿可以一次性完成重建并计算血肿体积总量。

在脑内血肿体积计算方面,3D Slicer 软件优于多田公式的结论已经被证实^[8],但关于影像诊断报告中脑内血肿体积统计的准确性国内外鲜有报道。应用 3D Slicer 软件行脑内血肿三维重建及体积操作步骤简单,且计算耗时较少,平均 78.57 ± 40.91 s,大多可在 2 分钟内可以完成,尤其适用于类似高血压脑出血的危急重症病例。通过对 117 例脑出血患者头颅 CT 数据研究并与影像报告对比发现,影像报告中血肿体积与 3D Slicer 软件计算血肿体积有显著性差异,且影像报告中血肿体积统计相对多 20% 左右,其偏差程度与血肿体积大小无明显相关性。因此,如临床拟参考脑内血肿体积制定治疗策略时,尤其对于处于外科手术治疗适应证附近的病例,通过运行 3D Slicer 软件即可在短时间内实现脑内血肿

三维重建及血肿体积精确测量,进而为治疗策略的选择提供一项更为客观准确的参考指标。同时,在高血压脑出血神经内镜微创治疗中,术前也可通过应用 3D Slicer 软件及智能手机相机功能实现低成本增强现实技术,为高血压脑出血的神经内镜微创手术提供较为准确可靠的定位指导^[9]。

本研究也存在一定的局限性:首先,本研究属单中心统计,影像报告由不同层次影像医生书写,不能完全代表多中心影像报告的准确度,普遍性较差;其次,入组病例相对较少,影像报告中关于脑内血肿体积的准确性尚需大样本的研究进一步证实。

总之,应用 3D Slicer 软件对高血压脑出血患者脑内血肿三维重建及体积测量简单易行,可以为高血压脑出血治疗策略的抉择提供较为客观准确的体积参考指标,尤其适合于向基层医院推广。

参 考 文 献

- [1] Keep RF, Hua Y, Xi G. Intracerebral hemorrhage: mechanisms of injury and therapeutic targets [J]. *Lancet Neurol*, 2012, 11(8):720-731.
- [2] Sacco S, Marini C, Tini D, et al. Incidence and 10-year survival of intracerebral hemorrhage in a population-based registry [J]. *Stroke*, 2009, 40(2):394-399.
- [3] Bal Krishna, Shrestha, Lu Ma, et al. Surgical management of spontaneous hypertensive brainstem hemorrhage [J]. *Interdisciplinary Neurosurgery*, 2015, 2(3):145-148.
- [4] Han J, Lee HK, Cho TG, et al. Management and Outcome of Spontaneous Cerebellar Hemorrhage [J]. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*, 2015, 17(3):185-193.
- [5] Hessington A, Tsitsopoulos PP, Fahlström A, et al. Favorable clinical outcome following surgical evacuation of deep-seated and lobar supratentorial intracerebral hemorrhage: a retrospective single-center analysis of 123 cases [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2018, 160(9):1737-1747.
- [6] Kothari RU, Brott T, Broderick JP, et al. The ABCs of measuring intracerebral hemorrhage volumes [J]. *Stroke*, 1996, 27(8):1304-1305.
- [7] Xu X, Chen XL, Zhang J, et al. Comparison of the Tada Formula With Software Slicer Precise and Low-Cost Method for Volume Assessment of Intracerebral Hematoma [J]. *Stroke*, 2014, 45(11):3433-3435.
- [8] 谢国强,郭振宇,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.
- [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):221-223.