

. 论 著 .

Slicer 三维可视化后处理软件进行 3D-CTA 重建诊断 颅内破裂动脉瘤的准确性

姬 将 赵超云 王明磊 张丹庆 李宗正 黄德俊 王晓东

【摘要】目的 探讨基于 Slicer 三维可视化后处理软件的 3D-CTA 诊断颅内破裂动脉瘤的可靠性以及准确性。**方法** 回顾性分析 2017~2018 年收治的 57 例拟诊为颅内动脉瘤且完成 CTA 和 3D-DSA 检查的影像学资料,将 CTA 检查原始数据分别经传统影像工作站和 Slicer 后处理软件进行 3D-CTA 重建诊断动脉瘤,以 3D-DSA 为金标准。**结果** 57 例中,3D-DSA 检出 51 例 60 个动脉瘤,传统影像工作站及 Slicer 重建的 3D-CTA 均检出 46 例 54 个动脉瘤。两种重建方法获得的 3D-CTA 对于颅内破裂动脉瘤的诊断具有相同的诊断效能(灵敏度为 88.3%,特异度为 85.7%),而且两种 CTA 后处理方法对于瘤体大小的判断无统计学差异($P>0.05$)。**结论** 基于 Slicer 软件获取的 3D-CTA 重建图像对于颅内破裂动脉瘤的诊断可靠性、准确度令人满意,可被选择作为一种颅内动脉瘤 CTA 图像重建方法。

【关键词】 颅内动脉瘤;Slicer 软件;CTA;DSA

【文章编号】 1009-153X(2019)08-0476-04 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.9; R 445

Clinical accurate diagnosis of intracranial ruptured aneurysms by reconstruction of 3D-CTA based on Slicer software

Ji Jiang¹, ZHAO Chao-yun¹, WANG Ming-lei¹, ZHANG Dan-qing¹, LI Zong-zheng², HUANG De-jun², WANG Xiao-dong¹. 1. Department of Radiology, General Hospital, Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China; 2. Department of Neurosurgery, General Hospital, Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China

【Abstract】 Objective To evaluate the reliability and accuracy of diagnosis of ruptured intracranial aneurysms by reconstruction of 3D-CTA based on Slicer software. **Methods** The radiographic data of CTA and 3D-DSA in 57 patients who were suspected with ruptured intracranial aneurysms from 2017 to 2018 were analyzed retrospectively. The original image data of the CTA was independently processed by traditional radiology workstation and Slicer software to obtain 3D-CTA images. The reliability and accuracy of detection of ruptured intracranial aneurysms by the 3D-CTA were compared with 3D-DSA serving as gold standard. **Results** Sixty aneurysms in 51 patients were detected by 3D-DSA and 46 aneurysms in 54 patients were detected by the 3D-CTA in these 57 patients. Seven aneurysms in 7 patients were missed and 1 aneurysm in 1 patient was misdiagnosed by the 3D-CTA. The sensitivity and specificity of the 3D-CTA to ruptured intracranial aneurysms were 88.3% and 85.7%, respectively. There was no statistical difference between the aneurysmal sizes including the longest diameter and radius of aneurysms judged by the two 3D-CTA reconstruction methods ($P>0.05$).

Conclusion The reliability and accuracy of detection of ruptured intracranial aneurysms by 3D-CTA reconstructed with Slicer software is satisfied.

【Key words】 Ruptured intracranial aneurysms; Diagnosis ;3D-CTA; 3D-DSA; Slicer software

颅内动脉瘤破裂出血发病急,病死率高,所以及早发现并治疗对于改善病人预后至关重要。一直以来,DSA 作为颅内动脉瘤诊断的金标准,3D-DSA 因可有效避免常规 DSA 血管过度重叠的缺点,更是被视为一种新标准^[1]。有研究指出,有创、高风险、高费用的 DSA 正在被无创、安全、简便的 CTA 所取代,并且已经部分取代作为颅内动脉瘤首选检查^[2]。临床

工作中,动脉瘤 CTA 图像后处理及诊断由放射科医师来完成,在动脉瘤诊断方面,放射医师与神经外科医师往往存在着不对称性。本文就第三方软件 Slicer 重建 CTA 并与传统影像工作站就动脉瘤的检出能力和大小两方面对比,为临床动脉瘤诊断寻求一种有效的 CTA 重建方法。

1 资料与方法

1.1 研究对象 纳入 2017~2018 年因急性蛛网膜下腔出血拟诊为动脉瘤破裂 57 例为研究对象,回顾性收集入院后颅内动脉 CTA、DSA 资料,其中 45 例行介入栓塞术,6 例行开颅夹闭术,6 例保守治疗。57 例

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2019.08.009

作者单位:750004 银川,宁夏医科大学总医院放射科(姬 将、赵超云、王明磊、张丹庆、王晓东),神经外科(李宗正、黄德俊)

通讯作者:王晓东,E-mail:xdw80@yeah.net

中,男34例,女23例;年龄29~55岁,平均54.9岁;术前 Hunt-Hess 分级 I 级 23 例, II 级 29 例, III 级 3 例, IV 级 2 例。

1.2 影像学检查

1.2.1 DSA 检查及判阅 利用 Seldinge 技术经股动脉穿刺行双侧颈内动脉、椎动脉造影,先获取二维图像然后再获取三维容积数据。DSA 容积数据传至后处理工作站,利用表面遮掩算法重建得到 3D-DSA。调节、旋转 3D-DSA 图像至充分暴露动脉瘤体以便于进行动脉瘤数目的判阅以及大小的测量。

1.2.2 CTA 检查及判阅 采用飞利浦 Briliance ICT (128 排 256 层)设备,经高压注射器从右肘前静脉注射非离子型对比剂,从颅底开始扫描获取原始数据。传统重建方法:CTA 原始数据经 PACS 传输至传统后处理工作站,利用容积再现技术重建 3D-CTA 并进行动脉瘤数目的判阅以及大小的测量。Slicer 软件技术:CTA 原始数据拷贝至装有 Slicer PC 端,利用 volume rendering 板块重建 3D-CTA 并进行判阅和测量。动脉瘤的判阅由拥有高年资的神经外科医师和放射科医师各 1 名采用双盲法独立完成,其判阅内容包括:动脉瘤的位置、个数和容积再现图中所测量瘤体最大长径和瘤口半径。每条数据的最终结果取自两位不同操作者所测数据的平均值。本文将动脉瘤按照长径 ≥ 5 mm、 < 5 mm,瘤口半径 ≥ 5 mm、 < 5 mm 进行分类。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 22.0 软件处理,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验; $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 动脉瘤的检出情况 57 例 3D-DSA 检出 51 例 60 个动脉瘤,其中多发动脉瘤 5 例(2 例 4 个,3 例 2 个)。两种重建 3D-CTA 均检出动脉瘤 46 例 54 个,其中多发动脉瘤 5 例(1 例 4 个,1 例 3 个,3 例 2 个)。以 3D-DSA 为诊断金标准,两种重建方法漏诊、误诊具体情况见表 1。两种 CTA 重建方法灵敏度均为 88.3%,特异度均为 85.7%。

2.2 评价动脉瘤的定量比较 两种后处理方法重建 3D-CTA 与金标准 3D-DSA 对比,瘤体最大长径及瘤口半径均无统计学差异(表 2;图 1A; $P > 0.05$);传统工作站与 Slicer 对比,瘤体最大长径、瘤口半径均无统计学差异(表 2;图 1B、1C; $P > 0.05$)。

3 讨论

研究表明,对于破裂高危动脉瘤,应在 24~72 h 内行手术治疗(栓塞或夹闭)^[3]。无论选择何种手术方式,术前都必须对于动脉瘤的形态、大小、位置以及载瘤动脉等有清晰的认识。3D-CTA 能清晰显示骨骼、动静脉等结构,可为手术方案制定提供更多瘤体空间定位、比邻关系等高精度的信息^[4]。丰富的影像学资料是个体化治疗前的重要内容,医学图像三维可视化能呈现出更多有用的信息^[5]。在临床工作中,医学图像三维可视化是借助放射科影像工作站由放射医师处理完成的,而放射医师与临床专科医师专业分工不同(一个更注重诊断,一个更注重治

表 1 两种 3D-CTA 重建图像与 3D-DSA 检出颅内动脉瘤的情况(个)

动脉瘤部位	3D-DSA	传统 3D-CTA	Slicer 软件 3D-CTA
大脑前动脉及前交通动脉	20	19(漏 1)	19(漏 1)
双侧颈内动脉	13	11(漏 3,误 1)	11(漏 3,误 1)
双侧大脑中动脉	10	10	10
双侧后交通动脉	9	7(漏 2)	7(漏 2)
椎-基底动脉	3	3	3
大脑后动脉	2	2	2
小脑后下动脉	2	1(漏 1)	1(漏 1)
大脑中动脉外侧裂段	1	1	1
总计	60	54	54

表 2 两种 3D-CTA 重建图像与 3D-DSA 评价颅内动脉瘤大小的定量比较(mm)

检测方法	瘤体长径 < 5 mm	瘤体长径 ≥ 5 mm	瘤口半径 < 5 mm	瘤口半径 ≥ 5 mm
传统 3D-CTA	3.09 \pm 0.95	7.89 \pm 2.10	3.27 \pm 0.84	5.86 \pm 0.69
Slicer 软件 3D-CTA	3.04 \pm 0.96	7.85 \pm 2.07	3.26 \pm 0.88	6.01 \pm 0.69
3D-DSA	3.05 \pm 0.79	7.82 \pm 2.64	3.25 \pm 0.89	5.87 \pm 0.67

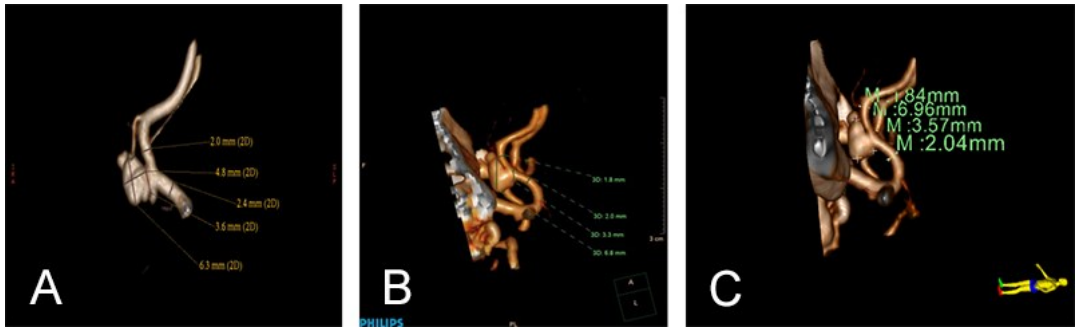


图1 前交通动脉动脉瘤三种不同三维可视化视图
A. 3D-DSA; B. 传统影像工作站处理3D-CTA; C. Slicer软件处理3D-CTA

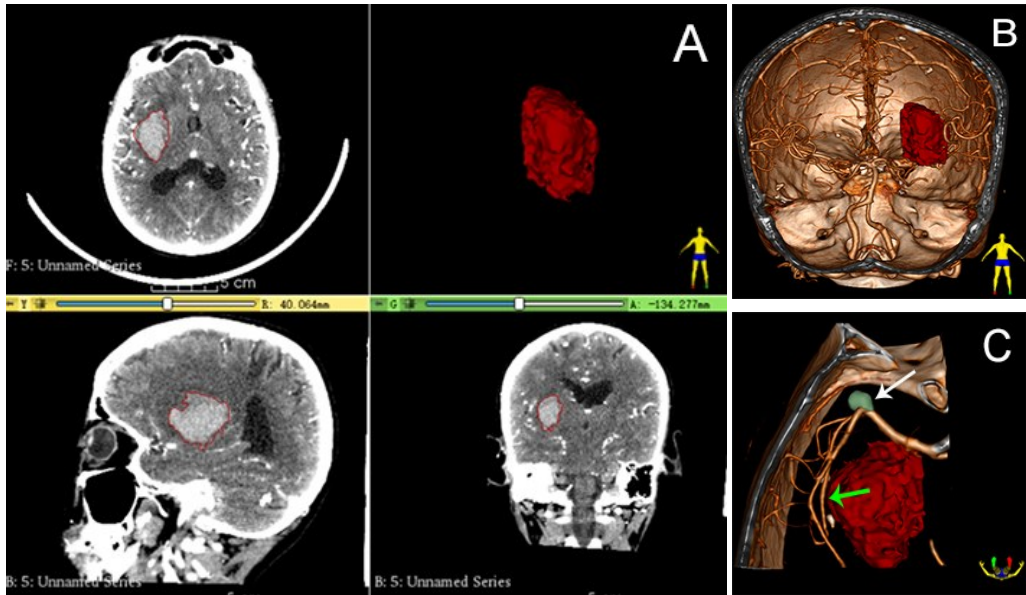


图2 右侧大脑中动脉动脉瘤破裂伴血肿形成Slicer三维可视化及血肿建模
A. 精准勾画血肿边缘行血肿建模并计算其出血量(15.50 ml); B. CTA和血肿三维可视化视图整体观察血管与血肿关系; C. 进一步观察局部情况,动脉瘤位于大脑中动脉瘤分叉处(白色↑示),血肿与大脑中动脉外侧裂段关系密切(绿色↑示),周围血管丰富

疗),从而使得影像资料不能更好的满足临床需求;因此,寻求一种新的颅内动脉影像检查重建方法,提高影像资料的实用性、灵活性具有重要意义。实际上,能用于CTA后处理第三方软件很多^[6],与其他软件相比,Slicer软件是免费、开源的,既不需要依赖高端的硬件设备,且扩展性、植入性好^[7]。Slicer软件能够实现CTA三维重建,但是基于该方法重建的3D-CTA对于动脉瘤检出率以及动脉瘤大小判断的准确性则是需要关注的问题。

本文结果显示传统工作站和Slicer软件重建的3D-CTA同病例同位置均误诊1例(1个动脉瘤),漏诊7例(7个动脉瘤),考虑原因:①细小动脉分支起始处形成动脉圆锥结构形似动脉瘤;②临近血肿压迫的瘤体显示不清;③交通动脉纤细,造影浅淡,诊断不明确;④瘤体较小,且颅底骨骼遮挡严重。两种

重建3D-CTA均未显示瘤体,这是因为3D-CTA空间分辨率不高,对于<3 mm动脉瘤检出存在一定的局限性^[8]。本文结果表明传统工作站和Slicer软件重建的3D-CTA对于颅内动脉瘤具有等同的诊断效率。在瘤体大小方面,与传统工作站相比,Slicer软件重建对于瘤体大小的判断略偏小些,但差异无统计学意义,我们认为偏小的原因可能与容积再现算法不同以及PC机对于图像处理能力差异有关^[7]。另外,对于瘤体破裂合并血肿形成,我们使用Slicer软件进行血肿建模准确计算出血量(图2),用于辅助制定治疗决策及评估预后^[9,10]。

本文不足之处在于样本量少,且研究对象为高度可疑动脉瘤,因选择偏倚间接提高诊断实验的特异度、敏感性^[11]。其次,瘤体大小的测量不同操作者之间存在随机误差,同一操作者非同次测量也存在

随机误差。需注意的是,Slicer软件尚未得到我国食品药品监督管理局的认证许可,仅作为一种科研工具辅助临床工作。但是,它给我们提供一种新的CTA重建方法,让影像资料能更好的服务于临床。

总之,基于Slicer软件重建的3D-CTA对于颅内动脉瘤诊断效能等效于传统工作站,其对于动脉瘤大小判断的准确性亦令人满意,因此Slicer软件可以被选择做为临床颅内动脉瘤诊断工具。

【参考文献】

- [1] Bechan RS, van Rooij WJ, Peluso JP, *et al.* Yield of repeat 3d angiography in patients with aneurysmal-type subarachnoid hemorrhage [J]. *Am J Neuroradiol*, 2016, 37(12): 2299-2303.
- [2] 丁允波,于如同,刘厚强,等. 三维CT血管成像对颅内动脉瘤的临床诊疗价值[J]. *临床神经外科杂志*, 2017, 14(5):378-381.
- [3] van Donkelaar CE, Bakker NA, Veeger NJ, *et al.* Predictive factors for rebleeding after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: rebleeding aneurysmal subarachnoid hemorrhage study [J]. *Stroke*, 2015, 46(8): 2100-2106.
- [4] 徐耀端,尚子奎,黄维鑫,等. D-CTA与3D-DSA检查在脑动脉瘤显微夹闭术中的评估价值[J]. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2018, 17(2):122-125.
- [5] Meuschke M, Voss S, Beuing O, *et al.* Combined visualization of vessel deformation and hemodynamics in cerebral aneurysms [J]. *IEEE Trans Vis Comput Graph*, 2017, 23(1): 761-770.
- [6] Mujika KM, Méndez JAJ, Miguel AFD. Advantages and disadvantages in image processing with free software in radiology [J]. *J Med Syst*, 2018, 42(3): 36-37.
- [7] Fedorov A, Beichel R, Kalpathy-Cramer J, *et al.* 3D SLIC-ER as an image computing platform for the quantitative imaging network [J]. *Magn Reson Imaging*, 2012, 30(9): 1323-1341.
- [8] 王伟,张斌,刘文庆. 3D-CTA在颅内血管畸形急诊手术中的诊断和应用研究[J]. *宁夏医学杂志*, 2015, 37(12):1090-1091.
- [9] Becker KJ, Baxter AB, Cohen WA, *et al.* Withdrawal of sup- portin intracerebral hemorrhage may lead to self-fulfilling prophecies [J]. *Neurology*, 2001, 56(6): 766-772.
- [10] 徐兴华,陈晓雷,张军,等. 多田公式计算脑内血肿体积的准确性和可靠性[J]. *中国神经精神疾病杂志*, 2015, 41(2):87-91.
- [11] Bender R, Lange S, Freitag G, *et al.* Variation of sensitivity, specificity, likelihood ratios and predictive values with disease prevalence by H. Brenner and O. Gefeller, *Statistics in Medicine*, 16, 981-991 (1997) [J]. *Stat Med*, 2015, 17(8): 946-947.
- [11] 龙盛双,胡潇云,张啟鹏,等. 多重耐药菌的科室分布及院内感染控制[J]. *中国消毒学杂志*, 2016, 33(10):986-988.
- [12] Makris D, Desrousseau B, Zakyntinos E, *et al.* The impact of COPD on ICU mortality in patients with ventilator-associated pneumonia [J]. *Respir Med*, 2011, 105(7): 1022-1029.
- [13] Leistner R, Kankura L, Bloch A, *et al.* Attributable costs of venti- lator- associated lower respiratory tract infection (LRTI) acquired on intensive careunits:a retrospectively matched cohort study [J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2013, 2(1): 13-15.
- [14] 谢朝云,熊芸,李忠华,等. 神经外科病人血流感染危险因素分析[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2019, 24:31-34..
- [15] Sakamoto D, Sakamoto S, Kanda T, *et al.* Validation of circulating BNP level>1000pg/ml in all- cause mortality: a retrospective study [J]. *J Int Med Res*, 2015, 43: 583-591.

(2018-12-19收稿,2019-03-03修回)

(上接第475页)

- [6] Chung DR, Song JH, Kim SH, *et al.* High prevalence of mul- tidrug-resistant nonfermenters in hospital-acquired pneu- monia in Asia [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2011, 184(12): 1409-1417.
- [7] 强雪芹,张爽,辛力华,等. 2011-2012年血培养病原菌分布及耐药性变迁[J]. *中华医院感染学杂志*, 2014, 24(1):36-38.
- [8] 姜秀霞,王波,王秀金,等. 慢性阻塞性肺疾病急性加重机械通气病人呼吸机相关性肺炎的临床研究[J]. *中华医院感染学杂志*, 2015, 25(17):3952-3954.
- [9] 赵金辉,谷顺通. 腹腔镜胃癌根治术病人术后肺部感染与影响因素分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2019, 29(3): 403-406.
- [10] 谢朝云,蒙桂鸾,李忠华,等. 神经外科病人血流多重耐药菌感染危险因素分析[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2018, 23(9):600-603.

(2019-03-21收稿,2019-06-24修回)