

论 著

## 256排CT减影技术与人工智能技术在颅内动脉瘤中的价值对比\*

邹清艺<sup>1</sup> 古展亮<sup>1</sup> 周 婷<sup>1</sup>  
黄必贵<sup>1</sup> 吴英宁<sup>1,2,\*</sup>

1.右江民族医学院(广西百色 533000)

2.右江民族医学院附属医院

(广西百色 533000)

**【摘要】目的** 探究256排CT减影技术与人工智能(artificial intelligence, AI)技术在颅内动脉瘤的减影效果差异。**方法** 回顾性分析本院2021年4月至2022年1月收治的54例经DSA确诊的颅内动脉瘤患者的临床资料,使用256排CT减影技术与AI技术对原始图像进行后处理,分别评价两种技术减影效果、3D-VR图像显示效果,并计算两种方法的辐射剂量以及后处理时间,探讨两种技术在颅内动脉瘤减影效果中的应用价值。**结果** 256排CT减影技术图像后处理时间为381.83±9.04s, AI技术为3.00(2.80, 3.23)s, 差异有统计学意义( $P<0.001$ )。AI技术的辐射剂量明显低于256排CT减影技术。AI技术处理后的3D-VR图像只能通过上、下、左、右四个方位旋转,无法满足对头颈部血管病变部位三维形态及空间关系的观察需求,而256排CT减影技术可根据需要进行多方位旋转,可以较好地呈现出病变部位的复杂几何特征及空间关系。AI技术对位于MCA的动脉瘤减影效果欠佳,与256排CT减影技术对比具有统计学意义( $P<0.05$ ),其余部位动脉瘤减影效果符合率较高( $P>0.05$ )。**结论** AI技术对于颅内动脉瘤的减影效果, AI技术更省时、省力且能够降低辐射剂量。若对动脉瘤复杂形态的观察有需求,则需选择256排CT减影技术。

**【关键词】** 减影技术; 人工智能技术;  
头颈部血管成像技术; 颅内动脉瘤

【中图分类号】R739.41

【文献标识码】A

【基金项目】2023年右江民族医学院研究生创新计划项目(YZCXJH2023007)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.10.013

## 256-slice of CT Decomposition Technology and Artificial Intelligence Technology in Intracranial Aneurysm\*

ZOU Qing-yi<sup>1</sup>, GU Zhan-liang<sup>1</sup>, ZHOU Ting<sup>1</sup>, HUANG Bi-gui<sup>1</sup>, WU Ying-ning<sup>1,2,\*</sup>.

1.Youjiang Medical University For Nationalities, Baise 533000, The Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

2.Affiliated Hospital of Youjiang Medical University For Nationalities, Baise 533000, The Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

## ABSTRACT

**Objective** To explore the difference of subtraction effect between 256-slice CT subtraction technique and artificial intelligence (AI) technique in intracranial aneurysm. **Methods** The clinical data of 54 patients with intracranial aneurysm diagnosed by DSA admitted to our hospital from April 2021 to January 2022 were retrospectively analyzed. The original images were post-processed by 256-slice CT subtraction technology and AI technology, and the subtraction effect and 3D-VR image display effect of the two technologies were evaluated respectively. The radiation measurement and post-processing time of the two methods were calculated, and the application value of the two techniques in the subtraction effect of intracranial aneurysm was discussed. **Results** The post-processing time of 256-slice CT subtraction was 381.83±9.04s and that of AI was 3.00 (2.80, 3.23)s, the difference was statistically significant ( $P<0.001$ ). The radiation metering of AI technology is significantly lower than that of 256-slice CT subtraction technology. The 3D-VR images processed by AI technology can only be rotated in the top, bottom, left and right directions, which cannot meet the observation requirements of the three-dimensional morphology and spatial relationship of the vascular lesion site in the head and neck. However, the 256-slice CT subtraction technology can perform multi-directional rotation according to the needs, which can better present the complex geometric characteristics and spatial relationship of the lesion site. AI technique had poor subtraction effect on aneurysms located in MCA, which was statistically significant compared with 256-slice CT technique ( $P<0.05$ ), the coincidence rate of subtraction effect of aneurysms in other parts was higher ( $P>0.05$ ). **Conclusion** The subtraction effect of AI technology on intracranial aneurysm is more time-saving, labor-saving and can reduce radiation dose. If it is necessary to observe the complex morphology of aneurysms, 256-slice CT subtraction technique should be selected.

**Keywords:** Subtraction Technique; Artificial Intelligence Technique; Head and Neck Angiography; Intracranial Aneurysm

颅内动脉瘤是指动脉壁薄弱所致的病理性扩张膨出,好发年龄阶段为40~65岁,相关报道颅内动脉瘤在普通人群中患病率可达6%,年破裂发生率高达1.9%,其中治疗后发生卒中或死亡率达3%~10%<sup>[1-2]</sup>。CT血管造影(CTA)已被证实是一种可靠、可重复诊断颅内动脉瘤的首选检查方法,在首诊、治疗及随访阶段皆可实施<sup>[3-4]</sup>。然而,在头颈部血管扫描技术中,动脉瘤尺寸以及周围血管的低对比度等使得图像必须进行脑提取或去骨技术等人为干预<sup>[5]</sup>,CTA复杂的技术原理和庞大的图像数据使得其在后处理工作中耗时倍增,近年来,大量研究证实AI技术能够通过计算机视觉以及深度学习等关键技术在这个难题中发挥积极作用<sup>[6-8]</sup>。本文采集经DSA检查确诊为颅内动脉瘤患者的影像资料,并对图像同时行256排CT减影技术与AI技术进行后处理,评价两种技术的优势与不足之处。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析,以本院2021年4月至2022年1月收治的54例颅内动脉瘤患者的临床资料为研究对象,其中动脉瘤个数总计62个。所有患者均行DSA及CTA检查,并对CTA图像分别进行256排CT减影技术、AI技术后处理。其中男性26例,女性28例,平均年龄(56±11.85)岁。临床表现:以剧烈性头痛,或伴有短暂意识障碍为首发症状。

**纳入标准:** 所有患者临床、影像资料完整;所有患者均行DSA及CTA检查;所研究对象对本次研究均知晓并同意。**排除标准:** 依从性差;有严重颅脑损伤或曾行头颈部血管手术史;有造影检查禁忌症;有严重心、肝、肺等疾病者。

## 1.2 方法

**1.2.1 CTA检查** 仪器为256排Revolution螺旋CT,根据血流方向将扫描范围设定为从主动脉弓水平至颅顶。扫描参数:扫描层厚5mm,层距5mm,管电压100kV,管电流自动控制,螺距0.992mm,准直128×0.6mm,探测器宽度80mm。增强血管造影:对比剂采用优维显370mgI/mL,速率为5.0mL/s,以相同流速注入生理盐水20mL,并于注射15mL对比剂10s后动态监测第四颈椎层面,每间隔2秒扫描一次,追踪颈总动脉的浓度,于颈总动脉浓度开始下降时停止扫描,测量出第四颈椎层面颈总动脉的峰值时间,利用该峰值时间对CTA扫描进行时间触发,并以5.0mL/s速率注射对比剂40~60mL,用相同流速注射生理盐水30mL。

**1.2.2 DSA检查** 仪器为德国西门子AXIOM artist DTA55556数字减影血管造影机,经股动

【第一作者】邹清艺,女,硕士研究生在读,主要研究方向:胸部影像学。E-mail: 632018324@qq.com

【通讯作者】吴英宁,男,博士,主要研究方向:影像诊断与介入治疗。E-mail: yb20020106@163.com

脉插管穿刺置管行双侧颈内动脉、椎动脉常规注射对比剂，获取常规正、侧位及斜位DSA图像。

1.2.3 后处理技术 将CTA图像均导入GE后处理工作站(ADW4.6)以及Cerebral Doc头颈AI智能辅助诊断系统软件，由操作人员对图像进行减影后处理，并由同一操作人员分别记录两种方法辐射剂量及对比剂剂量、图像减影后处理时间。

1.3 观察指标

1.3.1 图像后处理时间计算 由于256排CT减影技术与AI技术重建数据均在后台进行，故只需计算图像减影时间，无需计算数据重建时间。

1.3.2 辐射剂量及对比剂剂量评估 患者结束检查后，由后台自动生成辐射剂量数值图并同时录入DLP及CTDI<sup>[9]</sup>。

1.3.3 图像观察效果评价 对两种技术减影后所得的图像尽可能的从多个角度下进行旋转观察，对比同一图像在两种不同技术处理下的观察效果。

1.3.4 图像质量评价 采用分级法<sup>[10]</sup>对颅内动脉瘤显示效果进行评价，评价标准为：I级：动脉瘤的空间显示关系不佳，瘤颈无法测量；II级：动脉瘤的空间显示关系一般，瘤颈测量不易；III级：可清楚显示动脉瘤空间关系及与载瘤动脉的关系，瘤颈可测量。此外，由两位副主任医师及以上级别医师在PACS工作站上采

用双盲法，对两组方法后处理所得图像进行评价，若二者评分具有差异，则将采用共同协商的办法取得最终评分。

1.4 统计学方法 采用SPSS 21.0统计学软件处理分析数据，计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示；等级资料以Wilcoxon秩和检验表示；以 $P < 0.05$ 时认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 后处理时间对比 AI技术后处理所需时间明显低于256排CT减影技术，差异有统计学意义( $P < 0.05$ )，详情见表1。

2.2 辐射剂量对比 AI技术DLP、CTDI均明显低于256排CT减影技术，差异有统计学意义( $P < 0.05$ )，详情见表2。

2.3 颅内动脉瘤观察效果对比 256排CT减影技术可以根据需要选择不同的方位、角度旋转观察，而人工智能技术后处理重建图像只能通过上、下、左、右四个固定方位旋转观察。详情见图1-图4。AI技术减影图像清晰，相对后者视觉感更强，显示局部解剖结构、血管先天性变异尤为清晰，而256排CT减影技术减影图像则效果欠佳。详情见图5-图6。

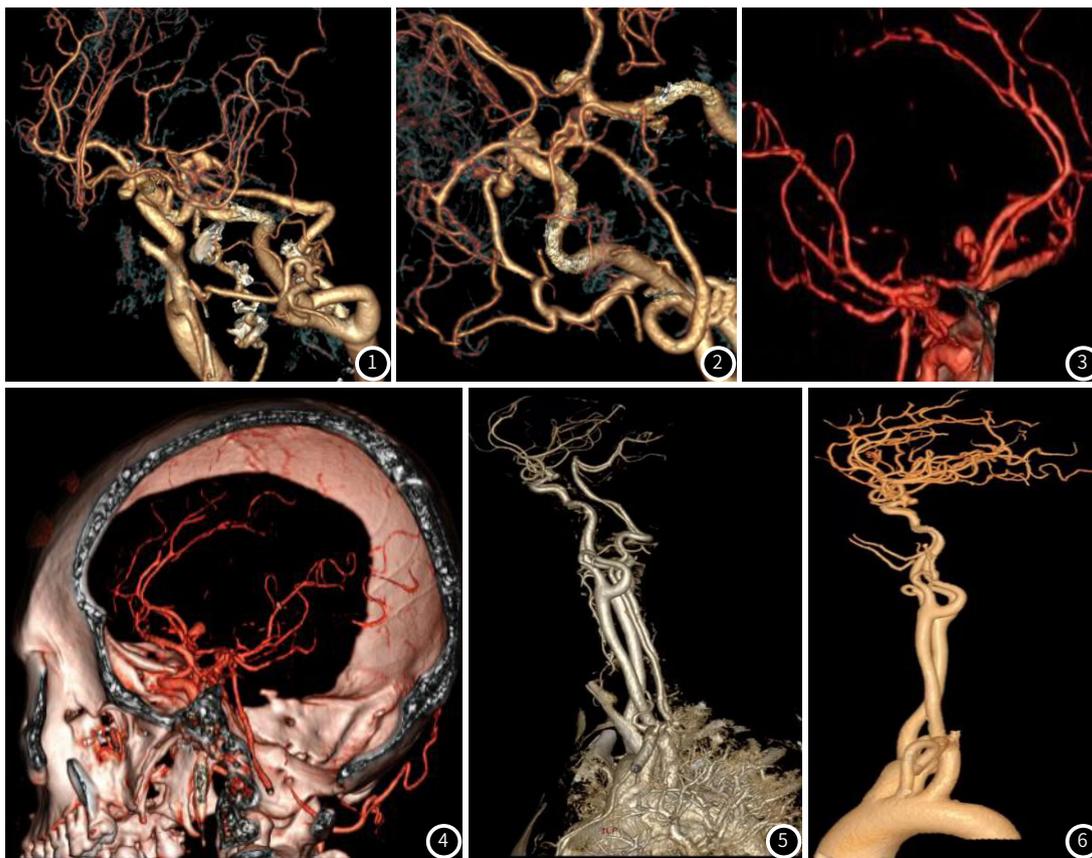
2.4 两种技术减影效果对比 AI技术对位于MCA的动脉瘤减影效果欠佳，与256排CT减影技术对比具有统计学意义( $P < 0.05$ )，其余部位动脉瘤减影效果比较无差异，符合率较高( $P > 0.05$ )。详情见表3。

表1 两种技术后处理所需时间对比

检查方法	所需时间(s)	Z值	P值
256排CT减影技术[M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )]	381.83±9.04	-8.959	<0.001
AI技术( $\bar{x} \pm s$ )	3.00(2.80, 3.23)		

表2 两种技术辐射剂量及对比剂剂量对比

技术名称	DLP(mGy·cm)	CTDI(mGy)
256排CT减影技术	929.04(876.43, 985.28)	20.46(19.67, 20.77)
AI技术	470.91(440.24, 496.46)	10.29(9.89, 10.43)
Z	-6.393	-6.394
P	<0.001	<0.001



患者男，53岁，突发头痛1d。颅脑CTA示：左侧脉络丛前动脉与左侧大脑前动脉A1段分叉处见一单体多囊状动脉瘤，大小约13.5mm×7.9mm。将影像图像导入256排CT减影技术进行后处理(图1-图2)，可通过斜冠状位、斜矢状位对动脉瘤的复杂形态(包括瘤颈、瘤体与血管走行的关系等)进行观察。将影像图像导入AI技术进行后处理(图3-图4)，图像仅能通过上、下、左、右四个固定方位旋转观察。  
患者女，62岁，突发头痛伴恶心、呕吐1d。将影像图像分别导入256排CT减影技术(图5)、AI技术进行后处理(图6)，如图所示，AI技术减影图像清晰，视觉感更强。

表3 两种技术减影效果对比

动脉瘤部位		处理技术			Z值	P值
		I级	II级	III级		
ACA	256排CT减影技术	0	1(50.00)	1(50.00)	-0.408	0.683
	AI技术	1(50.00)	0	1(50.00)		
MCA	256排CT减影技术	0	0	18(100.00)	-2.089	0.037
	AI技术	1(5.56)	3(16.67)	14(77.78)		
PCA	256排CT减影技术	0	0	2(100.00)	0.000	1.000
	AI技术	0	0	2(100.00)		
ACoA	256排CT减影技术	0	1(14.29)	6(85.71)	-0.713	0.476
	AI技术	1(14.29)	1(14.29)	5(71.43)		
PCoA	256排CT减影技术	1(6.67)	3(20.0)	11(73.33)	-0.995	0.320
	AI技术	4(26.67)	2(13.33)	9(60.00)		
ICA	256排CT减影技术	0	0	8(100.00)	-1.852	0.064
	AI技术	1(12.50)	2(25.00)	5(62.50)		
VA-BA	256排CT减影技术	1(12.50)	0	7(87.50)	-1.040	0.298
	AI技术	2(25.00)	1(12.50)	5(62.50)		
其他	256排CT减影技术	0	1(50.00)	1(50.00)	-1.633	0.102
	AI技术	2(100.00)	0	0		

注: ACA: 大脑前动脉; MCA: 大脑中动脉; PCA: 大脑后动脉; ACoA: 前交通动脉; PCoA: 后交通动脉; ICA: 颈内动脉; VA-BA: 椎-基底动脉; 其他: 上述动脉的分支动脉或穿支动脉。

### 3 讨论

基于AI技术凭借一组动脉期图像就可自动识别重建图像,在后处理过程中会删除部分CTA重建步骤<sup>[11]</sup>,而256排CT减影技术后处理重建步骤复杂,且需要在初期获取的仅剩对比剂充盈的血管图像的基础上,进行手动减影以去除血管图像以外的干扰影像信息从而获取较高质量图像,因此AI技术能够大幅度减少后处理工作时间。

由于256排CT减影技术需进行小剂量测试获取相应监测层面内目标血管的峰值时间,使其转化为CTA启动扫描的触发信息,而AI技术处理过程中无需进行小剂量测试,患者使用对比剂的用量明显减少,因此也降低了患者肝肾对对比剂的代谢负担及对比剂肾病的发生率。此外,由于256排CT减影技术图像由动脉期检查图像减去平扫蒙片获取,而AI技术只要对比剂达到主动脉弓浓度即可自动获取减影图像,因此AI技术能够降低患者接受的辐射剂量。有研究表明CT射线剂量每增加1Sv,就会增加超过3.5%的致癌风险<sup>[12]</sup>。考虑到在临床实际应用中,颅内动脉瘤患者治疗后需行CTA复查,患者在短期内会受到不同程度的辐射,因此有必要降低每一次检查过程中的辐射剂量。

就3D-VR后处理图像的三维形态及空间关系而言, AI技术仅能通过上下左右四个方位旋转进行观察,无法满足对动脉瘤的三维形态及空间关系的准确判断,而256排CT减影技术则可对动脉瘤的复杂几何特征进行多方位、多角度旋转观察,从而清晰的显示瘤颈以及载瘤动脉及颅底骨质的关系。

颅内动脉瘤显示效果使得临床诊疗工作的开展得到准确的诊断信息,故本研究通过观察两种技术所获减影图像的动脉瘤显示效果,从而提供有价值的参考意义。在本研究中,总体上, AI技术减影图像显示动脉瘤着色清晰,相对后者视觉感更强,显示局部解剖结构、血管先天性变异尤为清晰<sup>[13]</sup>,但AI技术处理后的少部分VR图像,尤其是在颈内动脉及细小动脉上的动脉瘤显示效果不理想,主要原因有:(1)血管壁多发钙化斑块,当动脉瘤CT值较高且距离斑块结构较接近时,导致自动分割效果差<sup>[14]</sup>;(2)动脉瘤伴有静脉走行时,由于患者扫描条件或者是机器在初学阶段出现了拟合或是欠拟合现象<sup>[15]</sup>,导致瘤体显像受静脉污染;(3)动脉瘤合并有动静脉畸形时,由于AI系统目前无法分割颅内静脉系统<sup>[16]</sup>,导致部分病灶显示缺如;(4)对小动脉瘤、血管转折以及壶腹部、动脉血管狭窄后局限性扩张之间的自动识别功能尚存在不足;(5)动脉瘤位于颅内的分支动脉或穿支动脉。

综上所述,对于颅内动脉瘤的减影效果,基于深度学习的AI技术相对于256排CT减影技术更省时、省力,且能够有效降低辐射剂量。若对动脉瘤复杂形态的观察有需求,则需选择256排CT减影技术。

### 参考文献

- [1] SHI Z, HU B, SCHOEPF U J, et al. Artificial intelligence in the management of intracranial aneurysms: current status and future perspectives [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2020, 41 (3): 373-379.
- [2] 张瑞, 宋振强, 范倩倩, 等. 640层螺旋CT全脑灌注成像联合CTA在急性脑梗死中的可行性及临床价值 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21 (8): 13-15.
- [3] OZPEYNERCI Y, BRAUN M, SCHMITZ B. CT angiography in occlusion assessment of intracranial aneurysms treated with the web device [J]. J Neuroimaging, 2019, 29 (4): 481-486.
- [4] 吴英宁, 李岳勇, 黄莉娜, 等. CT血管造影分析前交通动脉瘤及其与大脑前动脉水平段变异的关系 [J]. 实用医学杂志, 2021, 37 (7).
- [5] BO Z H, QIAO H, TIAN C, et al. Toward human intervention-free clinical diagnosis of intracranial aneurysm via deep neural network [J]. 2021, 2 (2): 100197.
- [6] VOUGAS K, SAKELLAROPOULOS T, KOTSINAS A, et al. Machine learning and data mining frameworks for predicting drug response in cancer: an overview and a novel in silico screening process based on association rule mining [J]. Pharmacol Ther, 2019, 203: 107395.
- [7] PAPPADA S M. Machine learning in medicine: it has arrived, let's embrace it [J]. J Card Surg, 2021, 36 (11): 4121-4124.
- [8] 奚亮亮. 急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗后并发不良心血管事件的危险因素分析 [J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30 (8): 37-38.
- [9] 丁晓亮, 石士奎, 张平, 等. Revolution CT单能量成像联合低管电流、个体化剂量及ASiR技术在头颈部CTA中的应用价值研究 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19: 147-150.
- [10] 陈岩, 赵刚, 罗祺, 等. CTA与2D-DSA在颅内动脉瘤诊断及治疗中的应用比较 [J]. 中国老年学杂志, 2009, 29: 586-587.
- [11] 萧毅, 刘士远. 客观看待人工智能在医学影像中的作用 [J]. 放射学实践, 2018, 33 (10).
- [12] 张大生, 王书智, 殷信道. 螺旋CT低剂量扫描技术与扫描参数的设置 [J]. 中国医学影像技术, 2010, 26: 2410-2411.
- [13] 古今, 史河水, 韩萍, 等. CT冠状动脉成像诊断心肌梗死的价值: 与传统冠状动脉造影对照分析 [J]. 临床放射学杂志, 2013, 32 (5).
- [14] 邓昊, 韦鑫, 曹闻挺, 等. AI辅助头颈CTA在诊断颅内动脉瘤中的应用 [J]. 第三军医大学学报, 2021, 43: 1179-1184.
- [15] LOH B, THEN P. Deep learning for cardiac computer-aided diagnosis: benefits, issues & solutions [J]. Mhealth, 2017, 3: 45.
- [16] 姜雪, 李王佳, 魏森, 等. 容积CT数字减影血管造影与人工智能技术对头颈CTA减影效果的比较 [J]. 中国医疗设备, 2020, 35: 113-116.

(收稿日期: 2023-01-06)

(校对编辑: 孙晓晴)