

论 著 · 头颈部

人工智能辅助下320排CTA与3.0T TOF-MRA对颅内未破裂动脉瘤诊断的对比研究*

王 璐* 殷 倩 崔铤婕
杨雅雯
保定市第二医院影像科CT室
(河北 保定 071000)

【摘要】目的 对比人工智能辅助下320排CT血管造影(CTA)与3.0T 时间飞跃序列技术磁共振断层血管成像(TOF-MRA)对颅内未破裂动脉瘤(UIA)诊断的效果。方法 收集2019年至2022年在我院确诊为UIA的40例病人作为研究对象,入选患者均进行320排头颈CTA与3.0T TOF-MRA检查,以数字剪影血管造影术(DSA)或手术病理结果为“金标准”,分析对比人工智能辅助下320排CTA与3.0T TOF-MRA筛选UIA的准确度及灵敏度、特异性、阳性预测值和阴性预测值。结果 40例UIA患者经金标准检出38例UIA,包括微型动脉瘤7个、小动脉瘤24个、大动脉瘤10个、巨型动脉瘤3个;320排CTA共检出36例UIA,包括微型动脉瘤5个、小动脉瘤20个、大动脉瘤9个、巨型动脉瘤2个,诊断符合率为94.74%,其准确度及灵敏度、特异性、阳性预测值和阴性预测值分别为94.74%、50.00%、97.37%、97.30%、33.33%;3.0T TOF-MRA共检出28例UIA,包括微型动脉瘤3个、小动脉瘤16个、大动脉瘤8个、巨型动脉瘤1个,诊断符合率为73.68%,其准确度及灵敏度、特异性、阳性预测值和阴性预测值分别为73.68%、50.00%、76.32%、96.55%、9.09%。结论 通过人工智能辅助下320排CTA筛选与3.0T TOF-MRA对UIA的诊断对比,得知二者具有各自优势,但前者可大大提高UIA检出效能,减少漏诊,为临床医师提供影像学影像数据。

【关键词】人工智能辅助; CT血管造影;
时间飞跃序列技术;
磁共振断层血管成像;
颅内未破裂动脉瘤; 诊断

【中图分类号】R543.5
【文献标识码】A
【基金项目】保定市科技计划项目(2341ZF010)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.10.005

Comparative Study of Artificial Intelligence-assisted 320-Row CTA and 3.0T TOF-MRA in the Diagnosis of UIA*

WANG Lu*, YIN Qian, CUI Yi-Jie, YANG Ya-wen.
CT Room, Imaging Department, the Second Hospital of Baoding, Baoding 071000, Hebei Province, China

ABSTRACT
Objective To compare the diagnostic effects of artificial intelligence-assisted 320-row computed tomography angiography (CTA) and 3.0T time-of-flight magnetic resonance angiography (TOF-MRA) for unruptured intracranial aneurysm (UIA). **Methods** From 2019 to 2022, 40 patients diagnosed with UIA were selected as the research subjects. All of them underwent head and neck 320-row CTA and 3.0T TOF-MRA. With digital subtraction angiography (DSA) or surgical pathological results as the gold standard, artificial intelligence-assisted 320-row CTA and 3.0T TOF-MRA were compared in terms of the accuracy, sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value for diagnosing UIA. **Results** Pathological results showed that there were 38 cases with UIA, including 7 microaneurysms, 24 small aneurysms, 10 large aneurysms and 3 giant aneurysms. 320-row CTA detected 36 cases with UIA, including 5 microaneurysms, 20 small aneurysms, 9 large aneurysms and 2 giant aneurysms. The diagnostic accordance rate was 94.74%. Its accuracy, sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value were 94.74 %, 50.00 %, 97.37 %, 97.30 % and 33.33 %, respectively. 3.0T TOF-MRA detected 28 cases with UIA, including 3 microaneurysms, 16 small aneurysms, 8 large aneurysms and 1 giant aneurysm. The diagnostic accordance rate was 73.68%. Its accuracy, sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value were 73.68 %, 50.00 %, 76.32 %, 96.55 % and 9.09 %, respectively. **Conclusion** Artificial intelligence-assisted 320-row CTA and 3.0T TOF-MRA have their own advantages in the diagnosis of UIA. However, the former can improve the detection efficiency of UIA, reduce missed diagnoses, and provide medical imaging data for clinical physicians.
Keywords: Artificial Intelligence-assisted; CT Angiography; Time-of-flight Technique; Magnetic Resonance Angiography; Unruptured Intracranial Aneurysm; Diagnosis

随着我国老龄化日益严重及血管成像检查的普及,越来越多的颅内未破裂动脉瘤(UIA)患者被发现,其不仅仅是临床上较为常见面的脑血管性疾病,也是影响患者正常日常生活的隐形炸弹,具有较高的死亡率和致残率^[1]。据相关流行病学调查显示经有效治疗后存活的UIA患者中也会有部分存在功能障碍及其他后遗症,而UIA的治疗关键在于对病灶的高效且准确的检测,可见UIA患者预后结局取决于早期对动脉瘤特征及病理情况的准确评价^[2],只有足够了解动脉瘤几何指数才能针对性选择合适的治疗方式及干预措施。目前,数字剪影血管造影术(DSA)是现阶段临床公认的诊断“金标准”^[3],虽然能获得较为精准的诊断结果,但其对于患者而言,具有创伤大、辐射大、价格昂贵等缺点,存在一定的风险。随着影像学技术的不断更新与发展,电子计算机断层扫描血管成像(CTA)与磁共振断层血管成像(MRA)的出现为诸多疾病诊断带来了巨大福音,前者凭借着高空间分辨率、成像快、操作简单、实用性强等优势在心脑血管疾病中得到了有效发挥,但也会受电离辐射、碘对比剂过敏等风险因素的限制,导致诊断效果不佳^[4-5],而后者能清楚显示多角度动脉瘤形态特征及内部情况,在传统MRA基础上增加时间飞跃序列技术(TOF)还能实现空间采样技术,大幅度提高时间分辨率及空间分辨率,但对于较大覆盖率成像时所需时间较长^[6-7]。近年来人工智能辅助在临床上的卓越表现越来越受欢迎,其作为辅助手段能帮助医师自动解释较为复杂的临床数据,可大大提高诊断性能,减轻医务工作者的工作量^[8],但目前少有文献针对比人工智能辅助下CTA与TOF-MRA对UIA诊断效果,鉴于此,此研究的目的是在基于头颈CTA的基础上运用人工智能与TOF-MRA对UIA的诊断效能进行对比分析,为临床UIA治疗方法选择提供精准的影像学辅助依据。现将结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2019年至2022年在我院确诊为UIA的40例病人作为研究对象,包括男性24例,女性16例,年龄30~65岁,平均(51.37±6.33)岁,体质量42~85 kg,平均(61.36±7.55)kg。

纳入标准:均为我院UIA患者并符合关于UIA相关指南标准^[9];临床资料完整无缺失;影像学图像质量良好;无检查禁忌症;患者及其家属对本研究知情。排除标准:肝肾功能障碍;其他心血管疾病;恶性肿瘤;精神认知异常导致沟通交流障碍;依从性差且不能配合检查或治疗;合并脑外伤。

1.2 方法 入选患者均进行320排头颈CTA与3.0T TOF-MRA检查。

【第一作者】王 璐,女,主治医师,主要研究方向:影像诊断相关。E-mail: 13288933010@163.com
【通讯作者】王 璐

320排头颈CTA：检查前确定影像室温度和湿度是否适宜，并去除被检部位影响X线穿透的障碍物；随后去仰卧位并将头部放置于扫描视野中心，尽量保证其与正中定位线重合；于右侧肘静脉团注碘海醇血管对比剂70 mL与0.9 %氯化钠注射液20 mL，使用日本佳能(东芝)320排 CT 进行头颈 CTA 增强扫描，扫描范围从主动脉弓至颅顶，其参数设置为重建层厚0.78 mm、螺距1.2、管电流250 mA、重建间距0.3 mm、管电压120 kV、扫描时间2.3 s、延迟3 s；将获得增强数据及平扫数据运用容积再现和多平面重组处理，随后结合人工智能软件进行UIA分析，获得CTA血管造影图像。

3.0T TOF-MRA：检查前工作同320排头颈CTA检查；取仰卧位头先进，采用西门子3.0T磁共振(20通道头颈线圈)进行MRA轴向扫描，其参数设置为扫描时间290 s，回波时间3.43 ms、重复时间21 ms、层厚0.38 mm、扫描层数60、视野200 mm×180 mm。

1.3 图像分析

扫描完成后，将320排头颈CTA与3.0T TOF-MRA图像传送至工作站，行最大密度投影容积重建及曲面重组，由2名高资质放射科医生结合原始图像与三维图像对病灶行双盲评估，观察瘤体大小、数目、位置、性质及周围组织情况，适当放大图像计算穹顶距瘤颈平面的最大距离，并将动脉瘤划分为微型动脉瘤(>3 mm)、小动脉瘤(≥3 mm且<10 mm)、大动脉瘤(≥10 mm且<25 mm)、巨型动脉瘤(≥25 mm)。最终结果由两位医师商讨后达成一致意见。

1.4 观察指标 以DSA或手术病理结果为“金标准”，分析对比人工智能辅助下320排CTA与3.0T TOF-MRA筛选UIA的准确度及灵敏度、特异性、阳性预测值和阴性预测值，其中灵敏度=真阳性/(真阳性+假阴性)；特异度=真阴性/(真阴性+假阳性)；准确率=(真阳性+真阴性)/总例数；阳性预测值=真阳性/(真阳性+假阳性)；阴性预测值=真阴性/(真阴性+假阳性)。

1.5 统计学方法 收集数据利用统计学软件SPSS 22.0处理，计量数据用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，组间比较用独立样本t检验，组内比较采用配对t检验；计数数据用例数(%)表示，进行 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为显著性差异和统计学意义的标准。

2 结果

2.1 DSA金标准结果 40例UIA患者经金标准检出38例UIA，包括微型动脉瘤7个、小动脉瘤24个、大动脉瘤10个、巨型动脉瘤3个。

2.2 CTA检查结果 共检出36例UIA，包括微型动脉瘤5个、小动脉瘤20个、大动脉瘤9个、巨型动脉瘤2个，诊断符合率为94.74%，其准确度及灵敏度、特异性、阳性预测值和阴性预测值分别为94.74 %、50.00 %、97.37 %、97.30 %、33.33 %，见表1。

2.3 TOF-MRA检查结果 共检出28例UIA，包括微型动脉瘤3个、小动脉瘤16个、大动脉瘤8个、巨型动脉瘤1个，诊断符合率为73.68%，其准确度及灵敏度、特异性、阳性预测值和阴性预测值分别为73.68 %、50.00 %、76.32 %、96.55 %、9.09 %，见表2。

2.4 案例影像图 见图1~5。

表1 CTA检查结果

诊断方法		病理诊断结果		合计
		阳性(38)	阴性(2)	
CTA	阳性	36	1	37
	阴性	2	1	3
合计		38	2	40

表2 TOF-MRA检查结果

诊断方法		病理诊断结果		合计
		阳性(38)	阴性(2)	
MRA	阳性	28	1	29
	阴性	10	1	11
合计		38	2	40

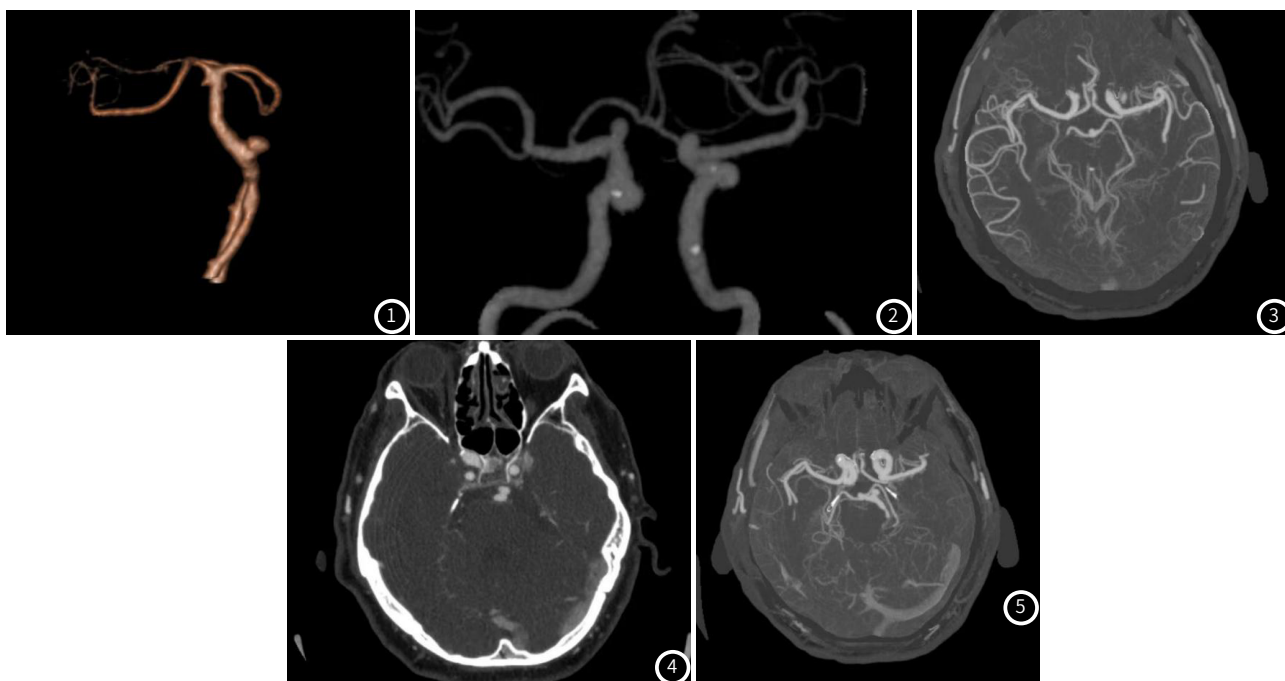


图1 CTA基底动脉起始段动脉瘤。图2 CTA右侧颈内动脉v6段动脉瘤。图3 MRA右侧颈内动脉瘤。图4 CTA基底动脉起始段动脉瘤。图5 MRA基底动脉起始段。

3 讨论

UIA在人群中发病率较高，是导致非创伤性蛛网膜下出血的直接原因，近年来随着人们生活水平的不断进步，UIA的发生率也在随之提升，而头颈部作为人体关键部位，操控着大脑供血供氧，一旦发生病变可能就会危及生命，因此早期UIA的检出及风险预测已成为现阶段动脉瘤诊疗的重要问题之一^[10]。就目前医疗水平而言，常通过CTA、MRA、DSA等影像学技术进行辅助诊断，其中DSA是临床所公认的诊断“金标准”，虽说具有较高的准确度，但对于患者而言是一种有创且价格较为昂贵的方式^[11]，而CTA、MRA的出现为UIA无创诊断奠定了良好基础，二者不仅具备较高的高空间分辨率，还能准确评估动脉瘤形态特征，有望在后续诊断中替代传统DSA。

本研究结果显示40例UIA患者经“金标准”检出38例UIA，320排CTA共检出36例UIA，诊断符合率为94.74%，其准确度及灵敏度、特异性、阳性预测值和阴性预测值分别为94.74%、50.00%、97.37%、97.30%、33.33%；而3.0T TOF-MRA共检出28例UIA，诊断符合率为73.68%，其准确度及灵敏度、特异性、阳性预测值和阴性预测值分别为73.68%、50.00%、76.32%、96.55%、9.09%，说明320排CTA筛选与3.0T TOF-MRA诊断UIA均具有各自独特优势，但320排CTA漏诊误诊情况较少，诊断符合率略高，究其原因可能是CTA本身就具备快速无创、成像清晰、操作简单等优势，将其用于UIA诊断中可借助搞笑的图像处理系统显示由主动脉弓向头部发出的动脉血管及其分支，及时发现血管异常，帮助医师及时对血管狭窄、动脉瘤、血管畸形等病变进行准确评估，明确病灶与周围正常组织的位置关系，并予以针对性措施，保证患者在有效时间窗内得到相应的治疗措施，在此影像学技术下联合人工智能辅助，通过机器学习技术及神经网络学习技术建立风险预测模型，为临床医师提供特征信息，很大程度上帮助诊疗工作的进行，而其中所运用的神经网络及时在图像识别及成像方面尤其具有优势^[12-13]。TOF-MRA是基于MRA技术延伸出的一种无创性检查手段，在MRI成像技术下利用血液流速增强效应成像，易于区分血液流入与静止组织之间的信号差，可帮助医师更好的描绘病灶部三维组织血管路径，且无需注入对比剂，避免造影剂及电离的辐射，对患者而言更友好，但其受扫描时间的限制，对细小动脉的图像分辨较差，可考虑配合其他辅助手段强化细小血管的显示^[14-15]。但本研究还存在一定的局限性，首先纳入患者数目较少，其次是患者提取资料不足无法进行亚组分析没可能会导致具体结论存在判读偏倚，故对320排CTA筛选与3.0T TOF-MRA诊断UIA的效果有待进一步的探索。

综上所述，UIA诊断可通过人工智能辅助下320排CTA筛选与3.0T TOF-MRA检查进行确诊，但下320排CTA诊断效能相对更高，值得推广。

参考文献

- [1] 陈东阳, 陈德鹏, 王猛. 桡动脉远端入路治疗颅内动脉瘤98例的单中心研究[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(11): 12-13.
- [2] 中华医学会神经外科学分会, 中国卒中学会脑血管外科分会, 国家神经系统疾病医学中心, 等. 中国未破裂颅内动脉瘤临床管理指南(2024版)[J]. 中华医学杂志, 2024, 104(21): 1918-1939.
- [3] 郭云飞, 王新文, 杨婷, 等. MSCTA三维重建诊断颅内动脉瘤与DSA的一致性研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(4): 1-3.
- [4] 王坤, 杨尚文, 顾康康, 等. 头颅电子计算机断层扫描血管造影和头颅磁共振血管成像在颅内动脉瘤中诊断价值比较的回顾性研究[J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(20): 3912-3916.
- [5] 张昕. CTP联合CTA对缺血性脑卒中的诊断价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(18): 3416-3419.
- [6] 张建平, 叶友兵. MRA结合CTA对DeBakey I-III型主动脉夹层诊断价值分析[J]. 贵州医药, 2022, 46(11): 1803-1804.
- [7] 王琰娟, 焦华杰, 韩涛, 等. 微血流成像技术在椎动脉夹层诊断中的应用价值[J]. 中国超声医学杂志, 2023, 39(5): 568-572.
- [8] 刘四春, 胡怀远, 朱娜娜, 等. 人工智能辅助阅片AI在宫颈细胞学中的应用分析[J]. 临床肿瘤学杂志, 2023, 28(6): 541-544.
- [9] 赵兵, 刘清源, 王硕. 中国未破裂颅内动脉瘤临床管理指南(2024版)解读[J]. 中华医学杂志, 2024, 104(21): 1903-1906.
- [10] 马宁, 董晓辉, 刘彦青, 等. 山茱萸环醚萜苷对延缓大鼠脑动脉瘤进展的影响[J]. 西北药学杂志, 2023, 38(3): 81-85.
- [11] 罗一纯, 刘畅. 探讨全脑多倾斜角数字减影血管造影和3D旋转数字减影血管造影在颅内动脉瘤诊断中的应用价值[J]. 川北医学院学报, 2023, 38(7): 893-896, 973.
- [12] 陈建秋, 徐峰, 仇成丞, 等. 基于CTA分析颅内动脉瘤破裂危险因素的初步研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(11): 28-30.
- [13] 宋鹏杰, 王艳蕾, 孙晨, 等. 基于真实世界数据的乳腺超声人工智能诊断和X射线钼靶摄影检查在早期乳腺癌筛查中的对比研究[J]. 中国医学装备, 2023, 20(9): 20-24.
- [14] 曾朝霞, 张照涛, 唐小平, 等. 高分辨率血管壁成像和静音磁共振血管造影在颅内动脉瘤栓塞术后复查中的临床价值研究[J]. 中华神经科杂志, 2023, 56(1): 39-47.
- [15] 陈楚玥, 于雨洁, 王茂雪, 等. 基于人工智能重建对颅内3D TOF MRA图像质量的改善[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(10): 60-63.

(收稿日期: 2024-07-12)

(校对编辑: 赵望淇、姚丽娜)