·临床研究·

# 头颈部CTA对脑血管狭窄的诊断价值研究

许靖宇 朱永丽 高智敏 迟琳琳 孙官文*

（内蒙古自治区人民医院医学工程处，呼和浩特 010010）

【摘要】 **目的** 评估应用CT血管造影(CT angiography, CTA)诊断脑血管狭窄类疾病的结果准确性及临床价值。**方法** 以数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)结果为金标准，选取2024年1月至2025年1月期间在内蒙古自治区人民医院行CTA和DSA检查的100例疑似脑血管狭窄患者的临床资料和影像学资料进行对比分析，评估CTA检查在诊断血管狭窄及狭窄程度的临床表现。**结果** DSA检查共发现血管狭窄病变69处，其中，9处为轻度狭窄、39处为中度狭窄、21处为重度狭窄，CTA检查共发现血管狭窄病变76处，其中，13处为轻度狭窄、39处为中度狭窄、24处为重度狭窄。CTA对血管狭窄程度的诊断有67处与DSA的结果一致，诊断结果符合率为90.79%。在CTA的76处阳性结果中有67处为真阳性，故阳性预测值为88.16%，在CTA的24处阴性结果中有22处为真阴性，故阴性预测值为91.67%，计算得出CTA诊断脑血管狭窄的准确率为89.00%，灵敏度为97.10%，特异度为70.97%。CTA诊断脑血管狭窄的*Kappa*指数为0.536($P$<0.001)，说明两种检查方法的一致性较强。**结论** 高灵敏度表示CTA检查具有较强的发现脑血管狭窄患者的能力且漏诊率低。特异度偏低提示CTA误诊率较低，但是对于血管轻度狭窄的患者存在一定概率的误诊，CTA检查技术在诊断脑血管狭窄以及评估狭窄程度方面准确度较高，其合理使用具有一定临床意义。

【关键词】 CT血管造影；数字减影血管造影；头颈部；脑血管狭窄；诊断价值

【中图分类号】 R445 【文献标识码】 A 【DOI】 10.11876/mimt202602015

## Research on the diagnostic value of head and neck CTA for cerebral vessel stenosis

*Xu Jingyu*, *Zhu Yongli*, *Gao Zhimin*, *Chi Linlin*, *Sun Guanwen**

(*Medical Engineering Department*, *Inner Mongolia People's Hospital*, *Hohhot 010010*, *China*)

【**Abstract**】 **Objective** To evaluate the accuracy and clinical value of using CT angiography (CTA) to diagnose cerebral vessel stenosis-related diseases. **Methods** The clinical data and imaging data of 100 patients with suspected cerebral vessel stenosis who underwent CTA and digital subtraction angiography (DSA) examinations at Inner Mongolia People's Hospital from January 2024 to January 2025 were selected for comparative analysis. The results of DSA were used as the gold standard to assess the clinical manifestations of vascular stenosis and its severity diagnosed by CTA. **Results** A total of 69 vascular stenosis lesions were found by DSA examination, including 9 mild stenosis, 39 moderate stenosis, and 21 severe stenosis. CTA examination detected 76 vascular stenosis lesions, including 13 mild stenosis, 39 moderate stenosis, and 24 severe stenosis. The diagnosis of vascular stenosis degree by CTA was consistent with DSA results in 67 cases, with a diagnostic accuracy rate of 90.79%. Among the 76 positive results of CTA, 67 were true positives, so the positive predictive value was 88.16%. Among the 24 negative results of CTA, 22 were true negatives, so the negative predictive value was 91.67%. The accuracy rate of CTA in diagnosing cerebral vessel stenosis was 89.00%, the sensitivity was 97.10%, and the specificity was 70.97%. The *Kappa* index of CTA in diagnosing cerebral vessel stenosis was 0.536 ($P$<0.001), indicating a strong consistency between the two examination methods. **Conclusion** High sensitivity indicates that CTA

**基金项目**：产业技术基础公共服务平台项目“大影像设备图像质量验证研究”（2021-0179-1-1）

**第一作者**：许靖宇，男，硕士研究生，工程师，研究方向：电子医学

**通信作者**：孙官文，男，博士研究生，教授级工程师，研究方向：医疗器械全周期管理和学科人才培养

examination has a strong ability to detect patients with cerebral vessel stenosis and a low false-negative rate. The low specificity suggests that the false-positive rate of CTA is low, but there is a certain probability of misdiagnosis for patients with mild stenosis. The CTA examination technique has high accuracy in diagnosing cerebral vessel stenosis and evaluating the severity of stenosis, and its reasonable use has certain clinical significance.

**【Key words】** CT angiography; Digital subtraction angiography; Head and neck; Cerebral vessel stenosis; Diagnostic value

脑血管狭窄是临床常见疾病，可导致脑血流量减少，严重时可引发缺血性脑卒中[1]。早期诊断和准确评估对于该病的临床治疗决策具有重要意义。数字减影血管造影（digital subtraction angiography, DSA）是脑血管病变诊断的金标准，能够清晰显示血管形态及狭窄程度，但是其属于有创检查，操作复杂，检查时间长，且存在出血、血栓等并发症风险，不宜作为疑似脑血管狭窄患者的首选检查方案。因此，临床需要一种快速、准确并且无创的头颈部血管狭窄影像诊断方法。CT血管造影（CT angiography, CTA）作为一种无创血管成像技术，具有检查快速、血管成像清晰等特点[2]，且通过容积再现（volume rendering, VR）、最大密度投影（maximum intensity projection, MIP）、曲面重组（curved planar reformation, CPR）、多平面重组（multiplanar reconstruction, MPR）等多种后处理技术可重建血管结构，已成为头颈部影像学诊断的首选方法[3]。近年来，CTA检查在脑血管狭窄评估中的应用逐渐广泛，但其诊断价值尤其是对血管狭窄程度的评估准确性仍有待明确。鉴于此，本研究旨在分析头颈部CTA检查在脑血管狭窄疾病中的诊断价值，现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性收集2024年1月至2025年1月在内蒙古自治区人民医院行头颈部CTA检查和DSA检查的100例疑似脑血管狭窄患者的临床资料和影像学资料。资料来源于医院的HIS系统，在CT影像信息库中提取患者的病历信息，其中，男62例，女38例；年龄35～80岁，平均年龄（68.00 ± 10.16）岁；体质量指数（body mass index, BMI）18～30 kg/m$^2$，平均BMI（23.00 ± 4.10）kg/m$^2$；病程1～6个月，平均病程（2.59 ± 0.43）个月。本研究经医院伦理委员会审批通过（审批号：SC-07/01KT2025148）。

纳入标准：①行CTA及DSA检查，受试者检查血管包含头颈部动脉,参照美国心血管计算机断层扫描学会（Society of Cardiovascular Computed Tomography, SCCT）专家共识《冠状动脉CT血管造影的定量评估标准》和中华医学会外科学分会血管外科学组的《颈动脉狭窄诊治指南》，初诊为疑似脑血管狭窄患者[4]；②影像学资料完整；③年龄≥18岁，性别不限。排除标准：①受限于心率过快、呼吸状况等未完成检查的患者；②合并恶性心律失常或心脏病的患者；③合并恶性肿瘤或严重器官衰竭者；④存在对比剂过敏；⑤精神或认知障碍患者；⑥妊娠期女性；⑦图像不清晰。

### 1.2 方法

CTA检查：使用德国Siemens公司的Definition Flash Force双64排螺旋CT扫描仪，由具有头颈部血管检查10年以上工作经验的主任技师操作。检查中患者取平卧位同时暴露颈部并固定头部，对比剂采用扬子江药业集团有限公司生产的碘海醇（国药准字H10970327），根据患者身高、体重不同注射总量为45～70 mL，注射速率通常为4.0 mL/s。扫描参数：管电压120 kV，管电流600 mA，扫描层厚5 mm，重建层厚0.625 mm，层间距0.3 mm，重建视野DFOV 18 cm。由下向上扫描主动脉弓到颅底段颈动脉，采集双侧椎动脉、颈总动脉、颈内动脉图像，上传至工作站进行VR、MIP、CPR、MPR等后处理以实现血管曲面三维重建。通过不同角度旋转及切割观察病灶及其周围组织，计算其面积并得到相应体积，分析血管狭窄情况。

DSA检查：使用飞利浦UNIQ FD20数字减影血管造影机，由具有头颈部血管检查10年以上工作经

验的主治医师行造影术。消毒后嘱患者避免吞咽、改变身体姿势以保证安全[5]。采用Seldinger技术进行穿刺，局麻后行右侧股动脉穿刺，置入动脉鞘，在0.035导丝引导下送入单弯造影导管（型号451–414H0），在主动脉弓I型结构中到位并选择碘海醇作为造影剂，注射总量为50 ~ 80 mL，注射速率为3.0 ~ 5.0 mL/s，完成不同体位的造影检查[6]。术毕，拔除动脉鞘，压迫15 min止血，局部加压包扎6 h。造影后再次进行成像，通过减影去除背景信号，得到仅显示造影剂分布的血管图像作为诊断用金标准[7]。

CTA与DSA检查时间间隔过长可能影响结果可比性，参考文献［8］建议的CTA与DSA间隔不少于3个月的策略，本研究在收集资料时仅针对在3个月内完成头颈部CTA检查和DSA检查的患者。

### 1.3 观察指标

（1）统计两种检查方法的血管狭窄病变检出数，包括颈内动脉狭窄、颈总动脉狭窄、大脑中动脉狭窄、大脑前动脉狭窄、椎动脉狭窄等。

（2）根据CTA与DSA图像评估血管狭窄程度，参考中华医学会外科学分会血管外科学组的《颈动脉狭窄诊治指南》和北美症状性颈动脉狭窄内膜剥脱术试验（North American symptomatic carotid endarterectomy trial, NASCET）标准，通过比较狭窄部位和正常部位的直径来进行测量，具体如下。分别测量狭窄部位的最小直径（最狭窄处直径）和正常部位的直径（远端正常动脉直径），狭窄程度 =（1–狭窄部位的最小直径/正常部位的直径）× 100%[9]。如颈内动脉因特殊原因无法测量，可以选择对侧的颈动脉作为参考进行比较[10]。血管狭窄程度分级标准：血管狭窄程度 =0%，记为正常（无狭窄）；0%< 血管狭窄程度 <50%，记为轻度狭窄；50%≤血管狭窄程度 <75%，记为中度狭窄；75%≤血管狭窄程度 <100%，记为重度狭窄；血管狭窄程度 =100%，记为闭塞。

（3）以DSA检查结果为金标准，计算CTA诊断血管狭窄的准确率、灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值。准确率 =（真阳性例数 + 真阴性例数）/ 总例数 × 100%；灵敏度 = 真阳性例数/（真阳性例数 + 假阴性例数）× 100%；特异度 = 真阴性例数/（真阴性例数 + 假阳性例数）× 100%；阳性预测值 = 真阳性例数/（真阳性例数 + 假阳性例数）× 100%；阴性预测值 = 真阴性例数/（假阴性例数 + 真阴性例数）× 100%。其中，真阳性为DSA检出且CTA也检出，真阴性为DSA未检出且CTA也未检出，假阳性为DSA未检出而CTA检出，假阴性为DSA检出而CTA未检出。

### 1.4 统计学方法

使用SPSS 26.0统计软件处理数据。计数资料以频数（$n$）和百分比（%）表示，采用$\chi^2$检验。CTA和DSA诊断一致性分析采用*Kappa*检验，*Kappa*指数介于0 ~ 0.2表示一致性较差，介于0.2 ~ 0.4表示一致性一般，介于0.4 ~ 0.6表示一致性较强，介于0.6 ~ 0.8表示一致性强，介于0.8 ~ 1表示一致性极强[11]。以$P$<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 血管狭窄病变检出部位分布情况

DSA结果显示，100例患者共发现血管狭窄病变69处，其中，颈内动脉狭窄29处、颈总动脉狭窄7处，大脑中动脉狭窄14处、大脑前动脉狭窄2处、椎动脉狭窄17处。CTA检查共发现血管狭窄病变76处，其中，颈内动脉狭窄33处，颈总动脉狭窄7处，大脑中动脉狭窄14处、大脑前动脉狭窄2处、椎动脉狭窄20处。见表1。

**表1** 血管狭窄病变检出部位分布情况（处）

| 检查方法 | 颈内动脉狭窄 | 颈总动脉狭窄 | 大脑中动脉狭窄 | 大脑前动脉狭窄 | 椎动脉狭窄 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DSA | 29 | 7 | 14 | 2 | 17 | 69 |
| CTA | 33 | 7 | 14 | 2 | 20 | 76 |
| 符合率（%） | 87.88 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 85.00 | 90.79 |

注：DSA为数字减影血管造影；CTA为CT血管造影。

### 2.2 两种检查方法对脑血管狭窄程度的诊断结果

DSA检出轻度狭窄9处、中度狭窄39处、重度狭窄21处，CTA检出轻度狭窄13处、中度狭窄39处、重度狭窄24处。CTA对血管狭窄程度的诊断有67处与DSA的结果一致，诊断结果符合率为90.79%。见表2。

**表 2** 两种检查方法对脑血管狭窄程度的诊断结果比较（处）

| 检查方法 | 正常 | 轻度狭窄 | 中度狭窄 | 重度狭窄 |
|---|---|---|---|---|
| DSA | 31 | 9 | 39 | 21 |
| CTA | 24 | 13 | 39 | 24 |
| 符合率（%） | 77.42 | 69.23 | 100.00 | 87.50 |

注：DSA为数字减影血管造影；CTA为CT血管造影。

### 2.3 CTA对脑血管狭窄的诊断性能分析

以DSA为金标准，在CTA的76处阳性结果中有67处为真阳性，9处为假阳性，阳性预测值为88.16%（67/76），在CTA的24处阴性结果中有22处为真阴性，2处为假阴性，阴性预测值为91.67%（22/24）。见表3。

CTA诊断脑血管狭窄的准确率为89.00%（89/100），灵敏度为97.10%（67/69），特异度为70.97%（22/31）。CTA诊断脑血管狭窄的*Kappa*指数为0.536（$P$<0.001），说明两种检查方法的一致性较强。

**表 3** 两种检查方法诊断脑血管狭窄结果分析（处）

| CTA诊断 | DSA诊断 | | 合计 |
|---|---|---|---|
| | 阳性 | 阴性 | |
| 阳性 | 67 | 9 | 76 |
| 阴性 | 2 | 22 | 24 |
| 合计 | 69 | 31 | 100 |

注：DSA为数字减影血管造影；CTA为CT血管造影。

## 3 讨论

CTA检查技术可以清晰观察颈动脉是否存在狭窄以及狭窄的严重程度，这种非侵入性检查对于评估患者病情和制定治疗策略是不可或缺的，因此其准确性及合理使用具有重要临床意义。本研究中，CTA的76例阳性结果中有67例为真阳性，阳性预测值为88.16%，CTA的24例阴性结果中有22例为真阴性，阴性预测值为91.67%，计算得出CTA诊断结果准确率为89.00%，CTA诊断脑血管狭窄的灵敏度和特异度分别为97.10%和70.97%，高灵敏度表示CTA检查具有较强的发现脑血管狭窄患者的能力且漏诊率低；特异度偏低，提示CTA误诊率较低，但是对于血管轻度狭窄的患者存在一定概率的误诊[12]，CTA检查具备一定假阳性率，这是特异度偏低的关键原因。假阳性率高的机制涉及血管自身、伪影干扰、设备技术及操作者等多方面因素。从血管因素考量，血管变异是重要诱因，血管走行异常可能被误判，脑血管先天发育迂曲，在CTA二维图像上呈现出的形态与小型动脉瘤极为相似，很容易造成误诊[13]；伪影干扰也是导致假阳性的常见因素，患者移动、金属植入物或钙化斑块产生的伪影可能掩盖真实病变，导致假阳性[14]。此外，血管严重钙化时，钙化斑块会产生伪影，遮蔽管腔真实狭窄程度导致假阳性；检查设备与技术因素同样不可忽视，检查设备分辨率限制会影响对微小病变的识别能力，当动脉瘤体积过小时，低分辨率设备可能无法清晰显示其形态，从而导致漏诊或误诊。

研究中参照电子病历系统分析两种检查结果，从数据源头解决诊断医师研判分歧，不存在曝露实验的偏倚风险，具有一定创新性，在研究的100例病例中，CTA结果与DSA结果一致的有67例，诊断结果符合率为90.79%；同时经SPSS软件统计分析，CTA诊断脑血管狭窄的*Kappa*指数为0.536（$P$<0.001），一致性较强，说明CTA诊断脑血管狭窄疾病高效且准确。但是CTA检查需要使用X射线成像，因此不可避免地会产生辐射，患者辐射安全问题同样值得考量。磁共振血管成像（MR angiography, MRA）是利用磁共振现象来显示血管的一种技术，在头颈部血管检查中，MRA对软组织的分辨能力较强，对于微小脑血管病变有较好的检出率[15]。然而，MRA的成像速度相对较慢，对于心率过快、无法长时间保持静止的患者，图像质量可能会受到影响；MRA对钙化病变的显示不如CTA清晰，在冠状动脉检查中，对于钙化斑块的评估能力有限，二者需结合临床审慎选择。

本次研究尚存在一定不足：一是特异度相对较低可能源于钙化干扰、运动伪影及技术局限性；二是CTA检查仅能提供解剖学信息，无法评估狭窄的血流动力学意义，判读者可能高估狭窄程度，尤其是在复杂病变（如分叉病变）中，较高的假阳性率可能引发不必要的侵入性检查，考虑到现代低剂量技术条件下，单次冠脉CTA检查的辐射量约为3～5 mSv，需结合设备考虑更优化算法的扫描协议[16]，通过优化扫描技术、联合功能学评估及

个体化辐射防护，可提高冠脉CTA特异性，在保证患者辐射安全的前提下提升诊断准确性。针对上述不足，未来可通过增加样本量、筛选不同医院不同CT设备的CTA检查结果、精进数据采集技术与规范采集流程等改进措施，提高研究结果的可靠性和代表性。

## [ 参 考 文 献 ]


[1] 唐恬恬, 阮以荣. 头颈CTA联合CT脑灌注成像对急性脑梗死的诊断价值[J]. 影像研究与医学应用, 2025, 9(19): 150–152.

[2] 王媛媛. 冠脉CTA预测2型糖尿病伴冠状动脉狭窄患者主要不良心血管事件发生[D]. 兰州: 兰州大学, 2025.

[3] 克罗妮韦特, 约翰斯顿. 卢瑟福血管外科学[M]. 郭伟, 符伟国, 陈忠译, 译. 7版. 北京: 北京大学医学出版社, 2013.

[4] 江明宏, 李显, 李明伟, 等. 酒石酸美托洛尔单药及联合右美托咪定或针刺对冠状动脉CTA检查质量的影响[J]. 重庆医学, 2026, 54(2): 339–343.

[5] Young V E L, Sadat U, Gillard J H. Noninvasive carotid artery imaging with a focus on the vulnerable plaque[J]. Neuroimaging Clin N Am, 2011, 21(2): 391–405.

[6] 梅青海, 彭汉芬, 吴波, 等. 颈动脉狭窄的影响因素分析[J]. 临床医学研究与践, 2024, 9(2): 21–24.

[7] 赖志满, 谢定祥, 徐颖妍, 等. 头颅CT灌注成像–颈部CT血管造影一站式扫描诊断急性缺血性脑卒中的时间优化策略[J]. 中国血管外科杂志（电子版）, 2021, 13(3): 252–255.

[8] 肖源, 谭广毅, 王琦. AI技术用于冠脉CTA对冠状动脉病变的诊断价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2025, 23(12): 79–81.

[9] 刘亮. 头部CTA检查对脑梗死患者脑血管狭窄程度的诊断价值分析[J]. 黑龙江医药科学, 2024, 47(2): 196–198.

[10] 刘艳, 沈云云. 低剂量CTA检查心肌桥–壁冠脉血管形态学的图像质量及检出情况评估[J]. 影像研究与医学应用, 2025, 9(21): 43–45.

[11] 黄涛, 马隆佰, 陆玉敏, 等. 80kV管电压下迭代重建算法联合自动管电流调制技术在低剂量头颈部CT血管造影中的应用[J]. 广西医学, 2020, 42(18): 2364–2368.

[12] 徐延峰, 罗欣欣, 吕洪伟, 等. 冠状动脉CT血管造影探索中间支的解剖特征及其对冠状动脉管腔内衰减梯度的影响研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2025, 23(11): 90–92, 139.

[13] 蔡思怡, 郑宏伟. 冠脉CTA人工智能辅助阅片在冠状动脉狭窄诊断中的应用[J]. 中国医疗器械信息, 2025, 31(22): 134–136.

[14] 王宝铜, 娄长芹. 128排颈、冠状动脉联合CT血管造影在冠状动脉狭窄诊断中的价值[J]. 中国典型病例大全, 2026[2026–03–16]. https://doi.org/10.20256/j.cnki.zgdxbl.20260312.003.

[15] 张源芳, 彭北杨, 张滨, 等. 多层螺旋CT冠脉钙化积分诊断冠心病及风险预测的临床价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2004, 12(5): 334–337.

[16] 张文俊, 彭志敏, 黄承顺, 等. “双低”剂量CT联合深度学习重建算法在 “一站式”心脑血管CTA中应用价值研究[J]. 医学理论与实践, 2026, 39(4): 636–639.