

· 论著 · 系统性疾病 ·

CT血管造影检查在下肢动脉硬化闭塞症诊断中的应用价值*

杨巍巍* 李翠霞 杨雪

郑州市第三人民医院医学影像科(河南 郑州 450000)

【摘要】目的 探讨64排螺旋CT血管造影(CTA)在下肢动脉硬化闭塞症(ASO)诊断中的临床应用价值。**方法** 回顾性分析2021年1月至2023年12月期间我院收治的90例动脉粥样硬化性脑梗死(ASO)患者的病例资料。所有入选患者均行CT血管成像(CTA)和数字减影血管造影(DSA)检查。以DSA结果为“金标准”，评估CTA在诊断ASO方面的临床价值，并计算其与“金标准”的一致性。具体而言，本研究分析了CTA在诊断中度及以上狭窄以及闭塞情况下的准确度、灵敏度、特异度、阳性预测值及阴性预测值。**结果** 在本次研究中，对90例ASO患者进行了数字减影血管造影(DSA)检查，共评估了1259个血管节段，其中579个节段为I级，355个节段为II级，183个节段为III级，116个节段为IV级，26个节段为闭塞。与DSA检查结果相比，CTA检查下肢动脉狭窄分级的一致性良好，符合率为98.73%(1243/1259)；以病理分期作为“金标准”，CTA检查诊断下肢动脉狭窄分级与“金标准”结果表现出极高的吻合度($Kappa=0.964$)。CTA诊断中度及以上狭窄的灵敏度95.73%(314/328)、特异度99.79%(929/931)、准确度98.73%(1243/1259)、阳性预测值99.37%(314/316)、阴性预测值98.52%(929/943)。此外，CTA诊断闭塞的灵敏度96.13%(25/26)、特异度99.92%(1232/1233)、准确度99.84%(1257/1259)、阳性预测值96.13%(25/26)、阴性预测值99.92%(1232/1233)。**结论** CTA在ASO诊断中应用具有显著价值，能够精确评估病变管腔狭窄程度，与DSA检查结果高度一致，并且具有操作简单、无创等优点，可作为临床重要的筛查工具。

【关键词】下肢动脉硬化闭塞症；64排螺旋CT血管造影；诊断价值

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】2023年度河南省学科技攻关计划联合共建项目(LHGJ20230120)

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2025.9.043

Application Value of CTA in Diagnosis of Arteriosclerosis Obliterans of Lower Limbs*

YANG Wei-wei*, LI Cui-xia, YANG Xue.

Department of Medical Imaging, The Third People's Hospital of Zhengzhou, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

Abstract: **Objective** To investigate the application value of 64-slice spiral CT angiography (CTA) in the diagnosis of lower extremity arteriosclerotic obliterans (ASO). **Methods** Data of 90 patients with atherosclerotic cerebral infarction (ASO) admitted to our hospital from January 2021 to December 2023 were retrospectively analyzed. CT angiography (CTA) and digital subtraction angiography (DSA) were performed in all enrolled patients. Using DSA results as the gold standard, the clinical value of CTA in diagnosing ASO was evaluated, and its consistency with the gold standard was calculated. Specifically, this study analyzed the accuracy, sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of CTA in the diagnosis of moderate and above stenosis and occlusion. **Results** In this study, digital subtraction angiography (DSA) was performed on 90 ASO patients. A total of 1259 vascular segments were evaluated, of which 579 were grade I, 355 were grade II, 183 were grade III, 116 were grade IV, and 26 were occluded. Compared with the results of DSA, the classification of lower limb artery stenosis by CTA was consistent, and the coincidence rate was 98.73% (1243/1259). With pathological stage as the gold standard, CTA showed a high agreement between the classification of lower limb artery stenosis and the results of gold standard ($Kappa=0.964$). The sensitivity of CTA was 95.73% (314/328), specificity 99.79% (929/931), accuracy 98.73% (1243/1259), positive predictive value 99.37% (314/316) and negative predictive value 98.52% (929/943) in the diagnosis of moderate and above stenosis. The sensitivity of CTA was 96.13% (25/26), specificity 99.92% (1232/1233), accuracy 99.84% (1257/1259), positive predictive value 96.13% (25/26) and negative predictive value 99.92% (1232/1233). **Conclusion** CTA has significant value in the diagnosis of ASO, which can accurately assess the degree of stenosis of the pathological lumen, is highly consistent with the results of DSA, and has the advantages of simple operation and non-invasive, so it can be used as an important clinical screening tool.

Keywords: Lower Extremity Arteriosclerosis Obliterans; 64-slice Spiral CT Angiography; Diagnostic Value

下肢动脉硬化闭塞症(arteriosclerosis obliterans, ASO)主要累及腘动脉、骼动脉、股动脉及其远端分支，导致管腔狭窄甚至完全闭塞，患者常伴有皮肤温度降低、缺血性静息痛、下肢感觉异常和间歇性跛行等症状，若未予以及时有效的治疗，还会引起皮肤破溃或坏疽，严重影响患者的健康状况和生活质量^[1-2]。ASO是导致下肢截肢的重要原因，早期确诊并采取针对性治疗对于改善预后至关重要^[3]。目前临床诊断ASO的“金标准”为数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)，可清晰显示管腔情况，诊断准确率较

高，但该方法属于侵入性检查，可能对患者造成不同程度的身体损害，操作复杂、成本高昂、可重复性差，患者接受度不高，临床应用有一定局限性^[4]。当前，临幊上尚缺乏无创且准确的诊断方法，寻找一种无创、可靠的检查手段成为研究的重点与难点^[5]。近年来，随着CT技术的迅速发展，64排螺旋CT血管造影(computed tomography angiography, CTA)在临幊得到应用，该方法操作简单，无创伤性，且分辨率高，能够提供高质量的血管图像，能够提供高质量的血管图像，在临幊具有较为广阔的应用前景^[6-7]。本研究旨在探讨64排CTA在ASO诊

【第一作者】杨巍巍，男，主管技师，主要研究方向：CT临床应用。E-mail: fjlp75@sina.com

【通讯作者】杨巍巍

断中的应用价值。具体如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2021年1月至2023年12月我院收治的90例ASO患者资料，其中38例女性，52例男性；体重41~84kg，平均体重(73.58±6.43)kg；合并症：29例高血压，52例糖尿病，22例高血脂症；年龄46~81岁，平均年龄(61.43±5.19)岁；临床表现：皮肤温度降低42例、缺血性静息痛23例、下肢感觉异常17例、间歇性跛行85例。

纳入标准：所有患者均进行DSA检查，并被确诊为ASO；均为首次发病，无ASO治疗史；均伴有不同程度的皮肤温度降低、缺血性静息痛、下肢感觉异常和间歇性跛行等症状；所有受检者精神状态良好，意识清晰，可配合相关检查工作；临床资料均完整，未出现丢失。排除标准：伴有恶性肿瘤；对比剂过敏者；重要脏器功能衰竭；获得的图像质量不佳或不全者；合并下肢静脉瓣膜功能障碍或其他占位性病变。

1.2 方法 所有入选者均进行CTA、DSA检查，检查前应向受检者说明本次检查的目的及意义，取得患者理解与配合后实施检查，嘱咐患者放松身心，切勿过于紧张，尽可能保持平稳呼吸，仰卧于检查床，双腿自然伸直。(1)CTA检查步骤：选择Philips 64排螺旋CT机，患者双手上举，脚先进，将腹主动脉至足底作为扫描范围。首先进行平扫，各项参数设置为层距为1.25mm，电流320mA，层厚为1.25mm，电压120kV，螺距0.8，矩阵512×512。初步观察管腔阻塞情况，随后进行造影检查，经肘静脉注入造影剂，注射速度为4.5mL/s，将100mL造影剂全部注入，之后行血管成像扫描，仔细观察病变血管，记录狭窄部位与狭窄程度。(2)DSA检查步骤：选用GE数字平板血管造影机，使用Seldinge穿刺技术在患侧股动脉完成穿刺，插管后进行下肢各动脉造影，详细记录狭窄部位与狭窄程度。所得图像需由2位高年资医师进行盲法评估，对病变情况进行判断，意见不一时协商解决。

1.3 评估标准 下肢动脉狭窄划分标准：管腔正常、未见明显狭窄为I级；检查可见管壁不规则，狭窄程度为轻度，狭窄范围不足50%为II级；狭窄程度为中度，狭窄范围50~74%为III级；狭窄程度为重度，狭窄范围>74%但不足100%为IV级；狭窄范围100%为闭塞。仔细记录各动脉(包括髂总、胫前、胫腓干、股、髂外、腘、腓、胫后等处)狭窄情况，若存在多发狭窄则记录最严重处。

1.4 观察指标 以DSA结果作为“金标准”，分析CTA诊断ASO的临床价值并计算与金标准结果的一致性。分析CTA诊断中度及以上狭窄的准确度、灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值，分析CTA诊断闭塞的准确度、灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值。d：真阴性，c：假阳性，a：真阳性，b：假阴性。 $(a+d)/n$ 可算出准确度， $a/(a+b)$ 可算出阳性预测值， $a/(a+c)$ 可算出灵敏度， $d/(c+d)$ 可算出阴性预测值， $d/(b+d)$ 可算出特异性。

1.5 统计学方法 采用SPSS 22.0统计分析软件，计数资料以%表示，采用 χ^2 检验；一致性采用Kappa检验；差异无统计学

意义($P>0.05$)/差异有统计学意义($P<0.05$)。

2 结 果

2.1 DSA检查结果 在本次研究中，对90例ASO患者进行了数字减影血管造影(DSA)检查，共评估了1259个血管节段，其中579个节段为I级，352个节段为II级，188个节段为III级，114个节段为IV级，26个节段为闭塞。

2.2 CTA诊断结果 CTA检查共评估了1259个血管节段，下肢动脉狭窄分级检出情况如下：579个节段为I级，355个节段为II级，183个节段为III级，116个节段为IV级，26个节段为闭塞。与DSA检查结果相比，CTA检查下肢动脉狭窄分级的一致性良好，符合率为98.73%(1243/1259)；以病理分期作为金标准，CTA检查诊断下肢动脉狭窄分级与金标准结果表现出极高的吻合度(Kappa=0.964)。见表1。

2.3 CTA诊断中度及以上狭窄的价值 CTA诊断中度及以上狭窄的灵敏度95.73%(314/328)、特异度99.79%(929/931)、准确度98.73%(1243/1259)、阳性预测值99.37%(314/316)、阴性预测值98.52%(929/943)。见表2。

2.4 CTA诊断闭塞的价值 CTA诊断闭塞的灵敏度96.13%(25/26)、特异度99.92%(1232/1233)、准确度99.84%(1257/1259)、阳性预测值96.13%(25/26)、阴性预测值99.92%(1232/1233)。见表3。

2.5 典型病例图像 VR(图1、图3)和MIP(图2、图4)显示右侧胫前、胫后动脉重度狭窄；左侧胫前、胫后动脉狭窄较右侧轻；MPR(图5~图6)显示右侧胫动脉连续性中断，(图7~图8)显示左侧胫动脉远端未充盈，VR(图9~图10)显示血管与骨的位置关系，术中DSA(图11~图12)显示右侧胫前、胫后动脉不显影；右侧足底动脉局部闭塞，足背动脉纤细。

表1 CTA检查诊断下肢动脉狭窄分级结果(例)

CTA检查	DSA检查结果					合计
	I 级	II 级	III 级	IV 级	闭塞	
I 级	579	0	0	0	0	579
II 级	0	350	4	1	0	355
III 级	0	2	179	2	0	183
IV 级	0	0	5	110	1	116
闭塞	0	0	0	1	25	26
合计	579	352	188	114	26	1259

表2 CTA诊断中度及以上狭窄的价值(n)

CTA检查	DSA检查结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	314	2	316
阴性	14	929	943
合计	328	931	1259

表3 CTA诊断闭塞的价值(n)

CTA检查	DSA检查结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	25	1	26
阴性	1	1232	1233
合计	26	1233	1259

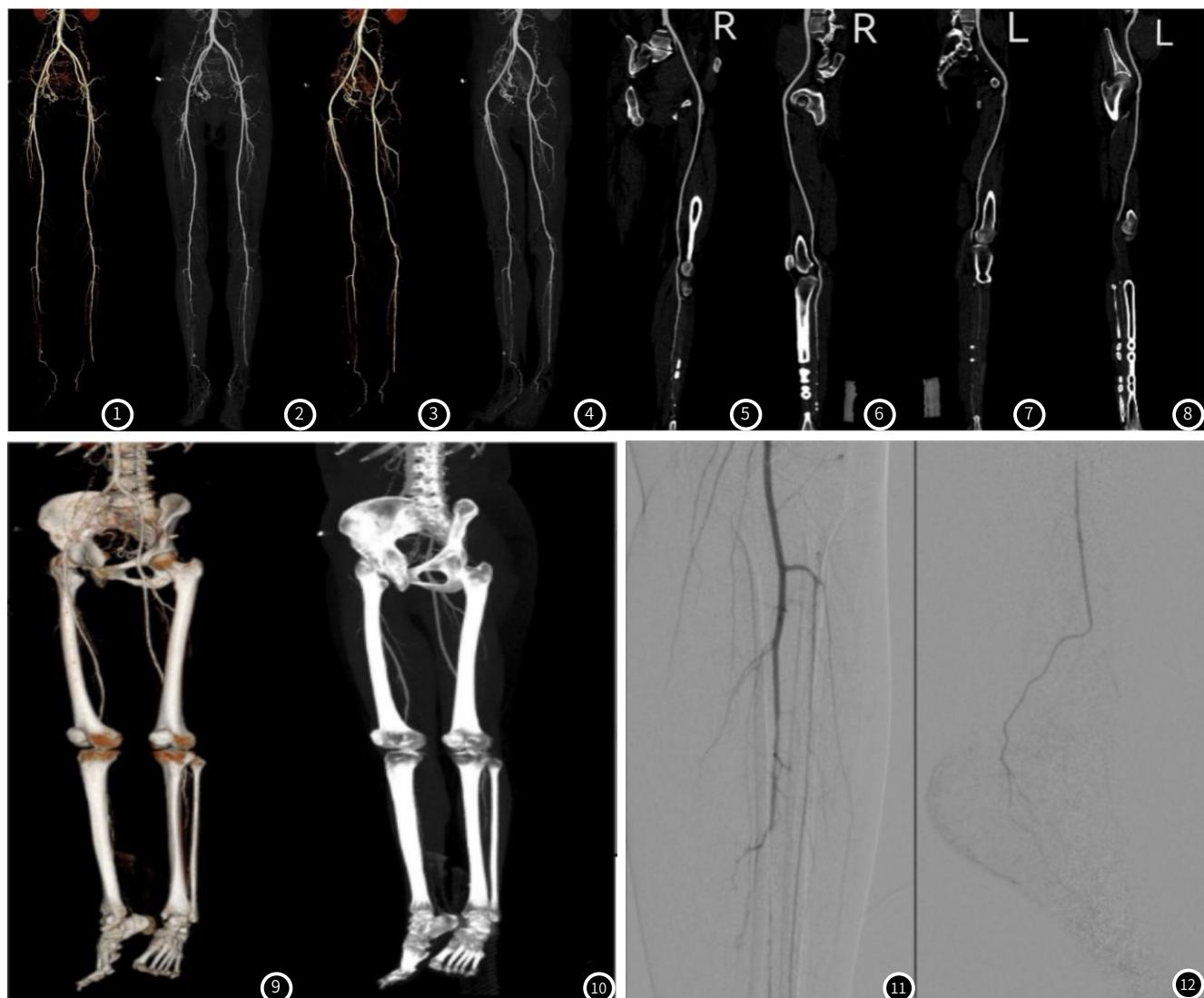


图1~图10与图11~图12 均是同一位患者的VR、MIP及DSA图像，此患者右侧胫前、胫后动脉重度狭窄；左侧胫前、胫后动脉狭窄较右侧轻。

3 讨 论

ASO发病机制较为复杂，具体原因至今尚未完全明确，临床认为与肥胖、糖尿病、缺乏运动、吸烟等多种因素有关，随着人们生活方式改变以及社会老龄化进程加快，该病发生率呈现明显升高趋势^[8-9]。ASO患者发病早期并无典型表现，随着下肢不断缺血可能会出现下肢发凉、静息痛等症状，若未予以及时有效的干预，病变持续进展将会导致管腔闭塞，诱发肢体溃疡、组织坏死等表现，发展至终末期甚至需要截肢，危害性较大^[10]。因此，对于ASO临床主张早发现早治疗，尽早恢复下肢正常的血流灌注，从而改善患者症状，促进患者康复^[11]。目前临床诊断ASO多依赖于影像学技术，如彩色多普勒超声检查、磁共振血管成像、DSA等，以DSA诊断准确率最高，已成为临床公认的标准方法，但该方法属于有创检查，操作复杂、重复性差、成本高，难以作为常规检查方法^[12-13]。多普勒超声检查操作简单、无创伤性，且成本相对低廉，但该方法无法提供整体血管成像，且对操作人员技术要求较高；磁共振血管成像虽能一定程度上弥补常规多普勒检查的不足，但该方法成本

高、限制多、耗时长，临床应用均有不足，仍需积极寻找更加便捷安全的检查方法^[14]。

近些年，CT容积扫描技术得到飞速发展，扫描速度明显得到加快，后处理软件也得到升级优化，使得CTA在临床得到应用，并展现出独特优势。本研究结果显示，在本次研究中，对90例ASO患者进行了数字减影血管造影(DSA)检查，共评估了1259个血管节段，其中579个节段为I级，355个节段为II级，183个节段为III级，116个节段为IV级，26个节段为闭塞。与DSA检查结果相比，CTA检查下肢动脉狭窄分级的一致性良好，符合率为98.73%(1243/1259)；以病理分期作为“金标准”，CTA检查诊断下肢动脉狭窄分级与金标准结果表现出极高的吻合度(Kappa=0.964)。表明CTA在ASO诊断中应用具有显著价值，能够精确评估病变管腔狭窄程度，与DSA检查结果高度一致。CTA检查的工作原理为利用触发技术，当靶血管造影剂浓度达到峰值时行容积扫描，而后采用多种技术显示血管，可准确定位病变，并对血管病变程度进行精准评估，诊断效能已获得认可^[15]。本研究结果还显示，CTA诊断中度及以上

狭窄的灵敏度95.73%(314/328)、特异度99.79%(929/931)、准确度98.73%(1243/1259)、阳性预测值99.37%(314/316)、阴性预测值98.52%(929/943)。提示CTA在ASO诊断中应用具有显著价值，诊断中度及以上狭窄的效能较高。CTA具有较高的时间、空间分辨力，可同时达到最优化组合，扫描范围广，所需时间短，随后实施薄层重建，获得的血管图像更加清晰^[16]。另外，CTA检查过程中对患者、操作者要求均较低，适用范围广，运动伪影少，图像质量高，能够全程显示周围血管病变，不仅能够精准定位，对于狭窄程度能够准确显示^[17]。加之CTA强大的后处理技术，重建出的图像有类似DSA的效果，使下肢动脉直观、立体地显示，避免血管重叠干扰，为临床医师鉴别诊断提供更全面的参考信息，从而作出准确判断。

此外，本研究还发现，CTA诊断闭塞的灵敏度96.13%(25/26)、特异度99.92%(1232/1233)、准确度99.84%(1257/1259)、阳性预测值96.13%(25/26)、阴性预测值99.92%(1232/1233)。表明CTA在ASO诊断中应用具有显著价值，并且具有操作简单、无创等优点，可作为临床重要的筛查工具。郑亚成^[18]等研究显示，64排CTA诊断下肢ASO狭窄度与DSA效能相近，且有利于介入治疗后再狭窄检出。上述研究结果与本研究结果有相似之处，进一步佐证CTA在ASO诊断中的价值，但本研究未进行CTA对介入治疗后血管再狭窄度的诊断价值分析，尚有一定不足，未来仍需展开更深入的研究。CTA可多平面重建并直观显示血管壁及相邻结构，便于检查人员观察管腔狭窄情况，对于ASO诊断或治疗均有较高的应用价值，具有较好的应用前景^[19]。本次研究中共有16个节段结果与DSA出现偏差，高估、低估节段各8个，高估节段多发生在广泛钙化的动脉节段，原因在于钙化造成容积效应和晕状伪影效应，可通过加强分析横断位薄层图像以避免钙化造成的影响；此外，部分高估者存在动脉未充分强化与显影、扫描偏早的情况，可通过追加第二组自膝关节自足尖的小腿血管扫描进行规避。低估节段常因医师的主观判断差异导致。CTA对部分微细侧支易出现漏诊或对狭窄程度有轻微误判，但仍是一种无创、可靠的筛查手段，具有较高的应用价值^[20]。

综上所述，CTA在ASO诊断中展现出显著的应用价值，能够精确评估病变管腔狭窄程度，与DSA检查结果高度一致，且具有操作简便、无创性等优点，可作为临床重要的筛查工具。

参考文献

- [1] 王蓬, 彭如臣, 张伶, 等. MATRIX技术在急性下肢动脉硬化闭塞症诊断中的应用价值[J]. 磁共振成像, 2022, 13(1): 126-129.
- [2] 黄薇, 王宏宇, 刘金波, 等. 下肢动脉硬化闭塞症患者踝肱指数与冠状动脉狭窄程度的相关性研究[J]. 心肺血管病杂志, 2022, 41(7): 754-756, 767.
- [3] 陆爽爽, 刘遵, 史伟浩, 等. 下肢动脉硬化闭塞症患者腔内治疗术后运动及患侧肢体侧支血管的现况调查[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2023, 29(2): 191-195.
- [4] 贾晓茜, 田倩, 朱书萌, 等. 能谱CT血管成像在下肢不同分段动脉血管病变中的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2021, 37(7): 1178-1182.
- [5] 范卫东, 郭兴友, 张拓. DSA引导下血管腔内成形术治疗下肢动脉硬化闭塞症的临床研究[J]. 中国现代普通外科进展, 2021, 24(4): 273-277.
- [6] 裴平峰. 下肢动脉疾病行64层螺旋CT血管造影的对照研究[J]. 中国药物与临床, 2019, 19(21): 3674-3676.
- [7] Zhao H, Zhuo T, Hao X, et al. Effect of diabetes on the prognosis, serum inflammatory factors, and quality of life of patients with lower extremity arteriosclerosis obliterans after vascular intervention: a retrospective comparative cohort study[J]. Ann Palliat Med, 2022, 11(8): 2720-2729.
- [8] 华芸芸, 王雪鹰. 血清胆红素、HbA1c水平与T2DM患者合并下肢动脉硬化闭塞症的关系[J]. 江苏医药, 2023, 49(9): 926-930.
- [9] 吴凡, 李观强, 张喜成. 中性粒细胞与淋巴细胞比值对下肢动脉硬化闭塞症患者术后发生支架内再狭窄的预测价值[J]. 实用临床医药杂志, 2021, 25(7): 89-92, 97.
- [10] Yang Y. Effects of drug-coated balloon therapy on CT imaging results and levels of vascular inflammatory cytokines in patients with arteriosclerosis obliterans lesions[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2022, 34(2): 475-479.
- [11] 黄冠华, 吴小雨, 籍庆余, 等. 多层螺旋CT血管成像技术在下肢动脉硬化闭塞症诊断中的应用研究[J]. 内蒙古医学杂志, 2021, 53(5): 533-535.
- [12] 冯保凤. 64排螺旋CT低剂量扫描在诊断冠状动脉粥样硬化性心脏病中的应用价值[J]. 实用医学影像杂志, 2019, 20(5): 521-522.
- [13] 高向琴, 张云霞. 彩色多普勒超声在下肢动脉硬化闭塞症诊断中的价值及对临床治疗指导意义研究[J]. 陕西医学杂志, 2019, 48(6): 759-761.
- [14] 黄欣, 丁宁宁, 周丽, 等. 基于能谱CT血管成像的下肢动脉硬化闭塞性疾病侧支循环成像效果评价研究[J]. 实用放射学杂志, 2023, 39(8): 1249-1253.
- [15] 胡莹莹, 张珂, 何辰宇, 等. 优化双下肢动脉能谱CT血管造影成像方案[J]. 中国介入影像与治疗学, 2024, 21(4): 242-246.
- [16] 段波, 高斌, 李伍好, 等. CTA与多普勒超声检查在下肢动脉硬化闭塞症诊断中的对比分析[J]. 医学影像学杂志, 2024, 34(6): 106-109.
- [17] 王巍, 王新宇, 王超, 等. CT血管成像诊断下肢动脉硬化闭塞症诊断的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(1): 149-152.
- [18] 郑亚成. 64排CTA在下肢动脉硬化闭塞症患者介入治疗中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(12): 184-186.
- [19] 吴国良, 杨彦林, 田少勇, 等. CT血管造影对下肢动脉硬化闭塞症介入治疗效果评价及术后复发预测价值研究[J]. 生物医学工程与临床, 2024, 28(3): 381-388.
- [20] 任娇, 吴少虹, 郭莉莉. 下肢动脉硬化闭塞症的足部CT灌注成像的应用研究[J]. 实用放射学杂志, 2023, 39(9): 1426-1430.

(收稿日期: 2025-01-11)

(校对编辑: 姚丽娜、韩敏求)