

论 著

彩色多普勒超声及CT血管造影诊断糖尿病下肢动脉病变的研究*

赵梦婷¹ 张大鹏^{1,*} 王元元¹

李昀霖¹ 乔磊²

1.中国中医科学院西苑医院超声科

(北京 海淀 100091)

2.河北省深州市医院 (河北 衡水 053899)

【摘要】目的 探讨多普勒超声(DUS)和CT血管成像(CTA)联合应用对糖尿病患者下肢动脉病变(LEAD)的早期诊断和干预作用。方法 对106例接受DUS和CTA治疗的2型糖尿病伴LEAD患者分为4期,对DUS和CTA分期检查结果进行比较,并分析导致LEAD潜在危险因素。结果 分期I、II期DUS与CTA的LEAD阳性检出率差异有统计学意义($P<0.05$),III、IV期LEAD阳性检出率差异无统计学意义($P>0.05$)。CTA显示轻、中度狭窄和重度狭窄或闭塞亚组,DUS阳性率分别为17.95%和89.94%。高血压被发现是影响LEAD进展的独立危险因素。结论 无论DUS结果如何,I期和II期糖尿病患者应尽早行CTA诊治。对于LEAD的糖尿病患者,严格的血压控制是延缓疾病进展的关键。

【关键词】2型糖尿病;下肢动脉;血管造影术;多普勒超声

【中图分类号】R587.1

【文献标识码】A

【基金项目】中国中医科学院西苑医院中医药临床科研课题(XYZX0405-36)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.04.055

Study of Ultrasound Combined with CT Angiography in the Diagnosis of Lower Extremity Artery Lesions in Diabetes*

ZHAO Meng-ting¹, ZHANG Da-kun^{1,*}, WANG Yuan-yuan¹, LI Yun-lin¹, QIAO Lei².

1.Department of Ultrasound, Xiyuan Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Haidian 100091, Beijing, China

2.Shenzhou Hospital, Hengshui 053899, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the early diagnosis and intervention effect of Doppler ultrasound (DUS) combined with CT angiography (CTA) on lower extremity arterial disease (LEAD) in patients with diabetes. **Methods** 106 type 2 diabetes patients with lead who were treated with DUS and CTA were divided into four stages. The results of DUS and CTA staging were compared, and the potential risk factors were analyzed. **Results** There was a statistically significant difference in the positive detection rate of LEAD between DUS and CTA in stages I and II ($P<0.05$), while there was no statistically significant difference in the positive detection rate of LEAD between stages III and IV ($P>0.05$). CTA showed mild, moderate stenosis, and severe stenosis or occlusion subgroups, with DUS positive rates of 17.95% and 89.94%, respectively. Hypertension has been found to be an independent risk factor affecting the progression of LEAD. **Conclusion** CTA should be performed as early as possible in patients with stage I and II diabetes regardless of the outcome of DUS. For LEAD patients with diabetes, strict blood pressure control is the key to delay the progress of the disease.

Keywords: Type 2 Diabetes; Lower Limb Arteries; Angiography; Doppler Ultrasound

糖尿病患者下肢动脉病变(LEAD)的特征是下肢动脉变窄或阻塞,由于只有10%-20%的患者有典型的表现,LEAD的知晓率和治疗率很低,是糖尿病致残和死亡的重要原因^[1]。其中,多普勒超声(DUS)和CT血管造影术(CTA)已成为评估糖尿病患者动脉病理的有价值的工具^[2]。

检查LEAD的方法有很多种。其中,DUS作为糖尿病LEAD的首选筛查方法,简便易行,可用于预测糖尿病足和心脑血管疾病^[3]。但由于血管钙化的影响,其在糖尿病患者LEAD二维结构显示中的敏感性不高。虽然具有无创、方便等优点,但血管走行曲折、钙化程度以及操作人员的高低都会影响DUS狭窄率分级判定,容易造成结果偏倚^[4]。CTA的放射性低于DSA,具有较高的临床价值,但由于价格昂贵,需要注射造影剂,以及患者自身条件的限制,CTA不是首选的方法^[5]。多普勒超声和CT血管成像的结合为糖尿病下肢动脉疾病领域提供了一个应用机会^[6]。因此,本研究旨在讨论DUS和CTA联合应用对LEAD的早期诊断和干预作用。

1 资料与方法

1.1 研究资料 入选对象为中国中医科学院西苑医院2022年2月至2024年2月收治的106例2型糖尿病患者。采用回顾性研究,根据患者的临床症状将106例糖尿病LEAD患者按分期分为4个阶段:根据Fontaine分期I期为没有症状;II为轻度间歇跛行;III三期为静止状态下也会感到疼痛;IV脚部有溃疡或坏死组织。进行一般资料和生化指标的统计分析。对患者进行影像检查。本研究已由本院伦理委员会审核通过,所有研究对象均已签署CTA知情同意书。共106例2型糖尿病患者中,男性77例,女性29例。年龄35~90岁,平均(68.14±9.76)岁。其中高血压67例(收缩压≥140 mm Hg,舒张压≥90 mm Hg),高脂血症21例(总胆固醇>6.2 mmol/L),脑血管疾病30例,冠心病28例。一期22例,二期15例,三期34例,四期35例。

纳入标准:符合1999年世界卫生组织2型糖尿病诊断标准;足背动脉搏动减慢、肢体麻木降温、肢体乏力、间歇性跛行、静息痛、溃疡或坏疽等症状或体征;入选患者均行下肢动脉DUS检查及下肢动脉CTA检查。所有患者均有完整的影像资料。排除标准:不能配合完成检查;有严重全身性疾病,如心脏病、肝病、肾功能受损(血肌酐>1.5 mg/dL或估计肾小球滤过率(EGFR)<60毫升/分/1.73m²),以及血液疾病;CTA中使用的碘对比剂过敏;创伤所致的LEAD;并发性或急性感染;哺乳妇女或孕妇。

1.2 研究方法 收集患者的数据,如性别、年龄、糖尿病病程、吸烟史和合并症。并发症包括高脂血症、高血压、冠心病(以心绞痛为典型,经冠状动脉造影或心肌梗死病史证实)和脑血管疾病(脑梗塞或出血史)。采用免疫凝集法(Tosoh Corporation HLC-723 G8)测定糖化血红蛋白(HbA1c)。采用罗氏Roche cobas 8000全自动生化分析仪检测总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、甘油三酯(TG)、天冬氨酸氨基转移酶(AST)、丙氨酸氨基转移酶(ALT)、总胆红素(TB)、空腹血糖(FPG)、肌酐(Cr)、尿素氮(BUN)等指标。以上检测均由专业人员严格按照说明进行。

仪器采用西门子Sequoia及GE LOGIOE9高端彩色多普勒超声诊断仪。患者舒适体

【第一作者】赵梦婷,女,副主任医师,主要研究方向:超声医学。E-mail: 88255372@qq.com

【通讯作者】张大鹏,男,主任医师,主要研究方向:超声医学。E-mail: zdk002@163.com

位,观察股动脉、腘动脉、胫前动脉。主要观察血管腔内血流的充盈情况,并确定是否有充盈。当管腔内存在斑块或狭窄时,局部血流充盈缺损,狭窄时彩色血流较明亮,甚至出现五彩花色血流。频谱多普勒可以检测到频谱的频窗填充,血流速度的显著增加,血流信号在闭塞时血流信号消失。同时由两名工作十年以上经验丰富的超声医生的共同评估。狭窄率测定:检测血流速度显著增加,记录最大收缩期血流速度(PSV),并确定狭窄的存在和程度。当不同节段动脉狭窄程度不一致时,选取程度最重的节段为靶目标。在观察者间和观察者内出现差异或变异性的情况下,第三名超声医生负责评估和验证,最后统一结果。狭窄测定参考指标为正常:PSV狭窄处/PSV狭窄近心端<1.5:1狭窄率30%-

49%;1.5:1<PSV狭窄处/PSV狭窄近心端<2:1狭窄率50%-75%;2:1<PSV狭窄处/PSV狭窄近心端<4:1狭窄率>75%;PSV狭窄处/PSV狭窄近心端>4:1闭塞:未探及血流信号,远心端动脉探及小慢波频谱(如图1、图2)。

CTA接受双源CT扫描,扫描图像立即导入血管图像分析软件。CTA诊断结果由两名工作十年以上经验丰富的放射科医生进行评估,当存在差异时,第三名放射科医生会进行验证。根据直径狭窄率对血管狭窄程度进行分级为正常、轻度狭窄(狭窄率<50%)、中度狭窄(狭窄率50%~75%)、重度狭窄(狭窄率76%~99%)和闭塞(狭窄率100%)。

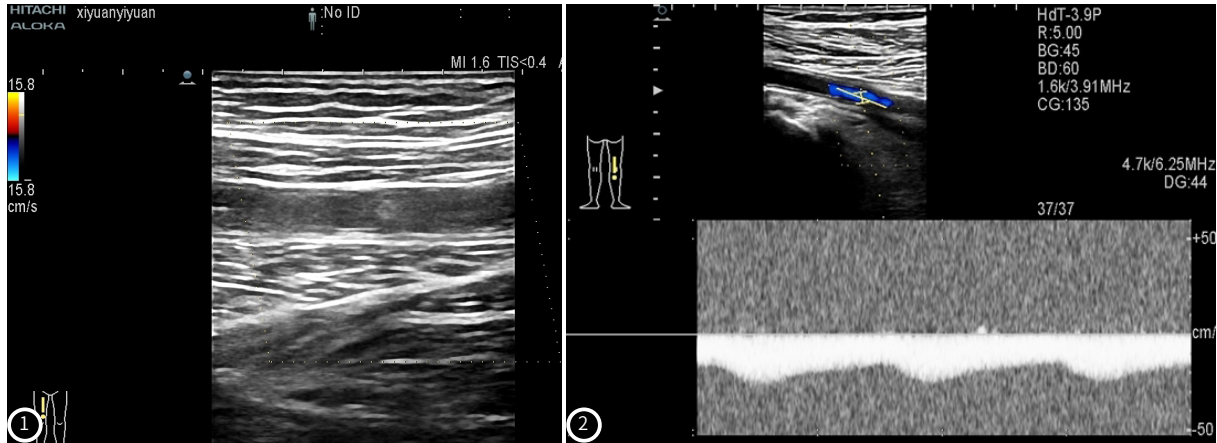


图1 超声显示充满低回声闭塞的股浅动脉。图2 为同一患者远端动脉小慢波样频谱。

1.3 统计学方法 数据分析采用SPSS 27统计软件。计数数据用病例数或百分比表示,测量数据用均值±标准差表示。用配对 χ^2 比较DUS与CTA的差异。采用有序Logistic回归分析糖尿病合并LEAD独立危险因素分析。 $P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同分期患者DUS和CTA的比较 如表1所示,I和II期患者CTA和DUS的阳性检测结果有显著差异[40例(91%)和22例(50%), $P<0.001$];II期患者CTA和DUS的阳性检测结果[28例(93%)和17例(57%), $P<0.003$]。III和IV期患者中,CTA和DUS对糖尿病LEAD的阳性检测结果无显著差异($P>0.05$)。

如图1所示,根据CTA结果将病变血管分为轻、中度狭窄和重度狭窄或闭塞两个亚组。将两个亚组与DUS检查结果进行比较。结果显示:血管CTA表现为轻、中度狭窄,DUS显示狭窄率为

17.95%;血管CTA表现为重度狭窄或闭塞,DUS显示狭窄阳性率为89.94%。

2.2 加重糖尿病患者LEAD进展的危险因素分析

具体如表2所示,Logistic回归分析显示,高血压是影响糖尿病患者LEAD进展的独立危险因素。

2.3 CTA和超声检查LEAD差异和相关性

DUS可以准确显示狭窄和闭塞,与血管造影没有明显差异,通过对CTA、DUS在诊断血管壁周围及下肢动脉疾病的对比研究,CTA在准确测量较长病变和显示侧支循环小动脉方面优于DUS。但是CTA患者接受度较差。DUS无法提供有关软组织和器官的详细信息。在检查过程中,一些患者可能会因为肥胖或其他因素而导致图像可靠性差,这可能会影响DUS对病变的准确诊断。因此,需要多种检查方法相结合,综合判断病情。

表1 不同分期患者DUS和CTA狭窄血管的检出率比较

分期	合计	CTA	DUS	χ^2	P
I期	44	40	22	14.45	0.000*
II期	30	28	17	7.69	0.003*
III期	68	66	60	3.13	0.700
IV期	70	68	62	3.13	0.700

表2 加重糖尿病患者LEAD进展的危险因素分析

因素	I期	II期	III期	IV期	P
年龄(岁)	66.2±6.8	67.9±6.8	69.5±9.0	69.8±7.5	0.424
性别(男/女)	17/5	12/3	23/11	25/10	0.882
糖尿病持续时间(>10年)	14	10	22	27	0.570
吸烟史	11	8	11	10	0.326
高血压	8	8	22	29	0.017*
高脂血	6	4	7	4	0.466
脑血管病	8	4	9	9	0.683
冠状动脉疾病	2	6	11	9	0.912

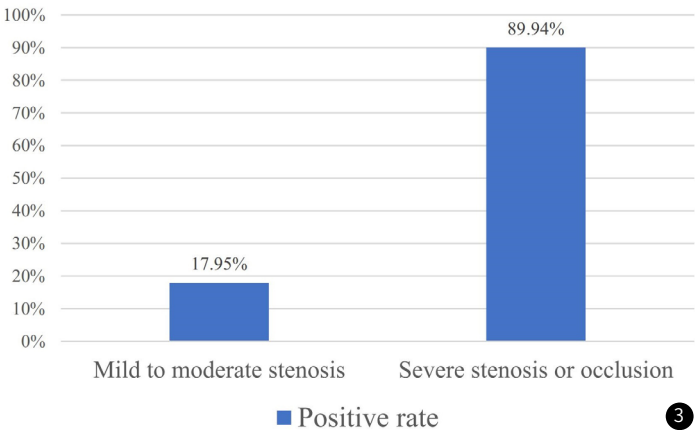


图3 DUS对不同程度狭窄血管的显示率。

3 讨论

数字减影血管造影术(DSA)是临床诊断LEAD的金标准,但由于它具有侵入性,可能会导致血管损伤和其他并发症,许多患者很难接受这种检查方法^[7]。相比之下,CT血管造影(CTA)和多普勒超声(DUS)是无创检查方法。CTA对诊断LEAD有较高的敏感性和特异性,对狭窄大于50%的血管13例,敏感性和特异性分别为95%和96%。然而,CTA中使用的造影剂的高昂成本和肾毒性限制了其在临床上的广泛应用^[8]。虽然DUS对血管狭窄的检测准确率不如CTA,但由于其成本低、无辐射、无毒等优点,仍是糖尿病LEAD的首选检查方法^[9]。在III和IV组中,症状更严重,这与临床实践中的现象是一致的。当症状轻微时,患者不会注意到症状。他们不会去看医生,直到疾病发展到后来的阶段,在这个阶段,疾病的预后往往很差^[10]。此外,我们还发现,部分患者在症状较轻的情况下已经出现严重的血管狭窄,这可能与糖尿病周围神经病变患者的感觉迟缓有关^[11]。以往的研究表明^[12],约73.7%的糖尿病足患者还伴有糖尿病周围神经病变,这使得患者的肢体感觉减退,降低了对疾病的关注,从而导致LEAD的进一步进展。

在以往的研究中^[13],DSA被用作比较DUS和CTA对LEAD的诊断准确性的金标准。结果表明,CTA较DUS更敏感、更特异、更准确。有研究表明^[14],在怀疑为PAD的患者中,CTA和DUS的结果是不同的。然而,此前没有研究表明,两者之间的差异贯穿于糖尿病中LEAD的整个过程,或者只是存在于疾病的某个阶段^[15]。根据分期,本研究纳入的糖尿病合并LEAD中毒患者分为I-IV期。经统计分析发现,在不同分期的患者中,糖尿病I、II期患者CTA、DUS对狭窄血管的阳性检测结果一致性较差,而III、IV期患者CTA、DUS阳性检测结果更一致,提示I、II期患者症状较轻的患者,DUS的敏感性低于CTA^[16]。随着患者症状的加重和血管狭窄程度的增加,两种方法检测狭窄血管的一致性更高。为了进一步分析根据CTA结果将病变血管分为轻、中度狭窄和重度狭窄或闭塞两个亚组。将两个亚组与DUS检查结果进行比较^[17]。结果显示:血管CTA表现为轻、中度狭窄,DUS显示狭窄率为17.95%;血管CTA表现为重度狭窄或闭塞,DUS显示狭窄阳性率为89.94%。CTA检出的狭窄段数远多于DUS,提示DUS对轻、中度狭窄的敏感性较低,对重度狭窄的敏感性较高^[18]。CTA对糖尿病导线狭窄血管的检出优于DUS。同时,本研究观察到少数症状较重且已经CTA证实存在动脉狭窄的患者,DUS未检出。如果这些患者没有进一步检查,而是被误认为腰椎管狭窄、骨关节痛、骨质疏松症或其他疾病引起的下肢疼痛,就会延误治疗,导致疾病的进展和恶化^[19]。因此,对于DUS上有临床症状但无动脉狭窄征象的患者,尤其是I和II患者,应积极进行CTA进一步检查。有研究认为^[20],年龄、男性、糖尿病病程、吸烟史和高血压是糖尿病LEAD的独立危险因素。有研究认为,高血压与下肢动脉狭窄风险增加三倍有关。另一项研究发现^[21],在199名急性缺血性中风患者中,约有四分之一被诊断为LEAD。过去对促进糖尿病中LEAD的发病率的危险因素进行了研究^[22],但目前还没有对加剧疾病的危险因素进行研究。本研究发现,年龄、男性、吸烟史、糖尿病病程、脑血管疾病是糖尿病LEAD的重要影响因素,但与LEAD的进展关系不大。只有高血压是加重LEAD中毒发生的独立因素^[23]。因此,糖尿病患者应严格控制血压,以延缓病情的进一步发展。

综上所述,对于分期为I、II期的糖尿病LEAD患者,即使DUS显示无明显血管狭窄,也应及早行下肢动脉CTA检查,做到早期预防、早期诊断、早期治疗。糖尿病伴LEAD患者应严格控制血压,延缓病情进展。

参考文献

- [1] Luo X, Yu Q, Yang L, et al. Wearable, sensing-controlled, ultrasound-based microneedle smart system for diabetes management[J]. ACS Sens, 2023, 8(4): 1710-1722.
- [2] Chen Z T, Jin F S, Guo L H, et al. Value of conventional ultrasound and shear wave elastography in the assessment of muscle mass and function in elderly people with type 2 diabetes[J]. Eur Radiol, 2023, 33(6): 4007-4015.

- [3] Chatzakis C, Eleftheriades M, Demertzidou E, et al. Uterine Arteries resistance in pregnant women with gestational diabetes Mellitus, Diabetes Mellitus Type 1, Diabetes Mellitus Type 2, and Uncomplicated Pregnancies[J]. Biomedicines, 2023, 11(12).
- [4] Dimitri-Pinheiro S, Klontzas M E, Pimenta M, et al. Ultrasound-guided hydrodistension for adhesive capsulitis: a longitudinal study on the effect of diabetes on treatment outcomes[J]. Skeletal Radiol, 2023, 52(5): 1005-1014.
- [5] Pappalardo M, Gori L, Randazzo E, et al. Ultrasound and clinical alterations in the foot of children with obesity and diabetes[J]. Diagnostics (Basel), 2023, 13(17).
- [6] Salle L, Magne J, Kenne M A, et al. Ultrasound-detected tibial artery calcification as a marker of cardiovascular and lower-limb risk in asymptomatic patients with type-2 diabetes[J]. Vasc Med, 2023, 28(6): 538-546.
- [7] Iliodromitis K, Iliodromitis E K. Type 2 diabetes mellitus treatment and beyond: a glance in our armamentarium[J]. JACC Basic Transl Sci, 2023, 8(2): 201-203.
- [8] Garofolo M, Napoli V, Lucchesi D, et al. Type 2 diabetes albuminuric and non-albuminuric phenotypes have different morphological and functional ultrasound features of diabetic kidney disease[J]. Diabetes Metab Res Rev, 2023, 39(1): e3585.
- [9] Costantino S, Mengozzi A, Velagapudi S, et al. Treatment with recombinant Sirt1 rewires the cardiac lipidome and rescues diabetes-related metabolic cardiomyopathy[J]. Cardiovasc Diabetol, 2023, 22(1): 312.
- [10] Liu J, Wang C, Qiu S, et al. Toward ultrasound molecular imaging of endothelial dysfunction in diabetes: targets, strategies, and challenges[J]. ACS Appl Bio Mater, 2024.
- [11] Li J, Dong Z, Wu H, et al. The triglyceride-glucose index is associated with atherosclerosis in patients with symptomatic coronary artery disease, regardless of diabetes mellitus and hyperlipidaemia[J]. Cardiovasc Diabetol, 2023, 22(1): 224.
- [12] Sartorao F C, Nunes S K, Magyori A, et al. The role of gestational diabetes mellitus and pelvic floor 3D-ultrasound assessment during pregnancy predicting urinary incontinence: a prospective cohort study[J]. BMC Pregnancy Childbirth, 2023, 23(1): 637.
- [13] Zhong Y, Liu X, Lin T. The relationship between muscle ultrasound parameters and diabetic peripheral neuropathy among patients with type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study[J]. J Diabetes Res, 2023, 2023: 8897065.
- [14] Aldossari K K. The epidemiology and characteristics of patients with diabetes with or without NASH: a systematic review[J]. Afr Health Sci, 2023, 23(2): 509-518.
- [15] Koca S B, Seber T. The effectiveness of thyroid elastography in evaluating thyroiditis in children with type 1 diabetes[J]. Turk Arch Pediatr, 2023, 58(3): 322-327.
- [16] Larsen K L, Kavaluinaite E, Rasmussen L M, et al. The association between diabetes and abdominal aortic aneurysms in men: results of two Danish screening studies, a systematic review, and a meta-analysis of population-based screening studies[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2023, 23(1): 139.
- [17] Cho Y, Chang Y, Ryu S, et al. Synergistic effect of non-alcoholic fatty liver disease and history of gestational diabetes to increase risk of type 2 diabetes[J]. Eur J Epidemiol, 2023, 38(8): 901-911.
- [18] Wang S, Xu X, Cao S, et al. Sonographic methods to predict type 2 diabetes patients with sarcopenia: B mode ultrasound and shear wave elastography[J]. Clin Hemorheol Microcirc, 2024.
- [19] Tien N S, Bui M T, Trung D H, et al. Relationship between maternal serum cortisol and maternal insulin resistance and fetal ultrasound characteristics in gestational diabetes mellitus[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2023, 16: 365-372.
- [20] Dioguardi B M, Castera L, Oufighou M, et al. Prospective comparison of attenuation imaging and controlled attenuation parameter for liver steatosis diagnosis in patients with nonalcoholic fatty liver disease and type 2 diabetes[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2023.
- [21] Ostgren C J, Otten J, Festin K, et al. Prevalence of atherosclerosis in individuals with prediabetes and diabetes compared to normoglycaemic individuals—a Swedish population-based study[J]. Cardiovasc Diabetol, 2023, 22(1): 261.
- [22] Baldawi M, Ghalib N, McKelvey G, et al. Preoperative ultrasound assessment of gastric content in patients with diabetes: a meta-analysis based on a systematic review of the current literature[J]. J Clin Anesth, 2024, 93: 111365.
- [23] Shulman Y, Shah B R, Berger H, et al. Prediction of birthweight and risk of macrosomia in pregnancies complicated by diabetes[J]. Am J Obstet Gynecol MFM, 2023, 5(8): 101042.

(收稿日期: 2024-04-09)

(校对编辑: 韩敏求)