

本文引文格式:李亚,杜小东,杨飞,等.糖尿病足患者下肢动脉造影的特征性分析及其与Wagner分级的影响因素研究[J].右江民族医学院学报,2024,46(2):314-319.

【论著与临床报道】

糖尿病足患者下肢动脉造影的特征性分析 及其与Wagner分级的影响因素研究

李亚¹,杜小东^{1,2},杨飞¹,马卫国¹

(1. 西安医学院第一附属医院内分泌科,陕西 西安 710077;
2. 四川省仪陇县人民医院内分泌科,四川 南充 636700)

摘要:目的 探讨糖尿病足(diabetic foot,DF)患者下肢动脉造影的特征及其与Wagner分级的关系,明确DF患者下肢动脉病变的特点并拓展Wagner分级临床应用。方法 纳入2016年1月至2022年10月住院的210例糖尿病患者,分为非糖尿病足组(NDF组,46例)和糖尿病足组(DF组,164例)。收集其一般临床资料、实验室检查结果及下肢动脉造影数据。结果 与NDF组相比,DF组患者年龄较大,多合并高血脂、冠心病,糖尿病肾病患病率较高,糖化血红蛋白、甘油三酯、低密度脂蛋白水平较高;DF组患者下肢血管狭窄率及闭塞率较高($P < 0.05$),膝下动脉的闭塞率(32.52%)明显高于膝上动脉的闭塞率(3.93%),膝下动脉的总累积率(54.27%)明显高于膝上动脉总累积率(40.85%)。与低级别Wagner分级组比较,高级别Wagner分级组膝下动脉的闭塞率较高($P < 0.05$)。结论 DF患者下肢血管病变以膝下动脉闭塞为主,Wagner分级对DF患者下肢血管闭塞有一定的预测能力。

关键词:糖尿病,2型;糖尿病足;下肢动脉造影

中图分类号:R587.29

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2024)02-0314-06

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2024.02.006

Characteristics of lower extremity arteriography in diabetic foot patients and its correlation with Wagner classification

LI Ya¹, DU Xiaodong^{1,2}, YANG Fei¹, MA Weiguo¹

(1. Department of Endocrinology, The First Affiliated Hospital of Xi'an Medical University, Xi'an 710077, Shanxi, China; 2. Department of Endocrinology, People's Hospital of Yilong County, Nanchong 636700, Sichuan, China)

Abstract: **Objective** To explore the characteristics of lower extremity arteriography in patients with diabetic foot (DF) and its relationship with the Wagner classification. Furthermore, this study aims to elucidate the distinctive features of lower extremity arterial diseases in DF patients and expand the clinical application of the Wagner classification. **Methods** A total of 210 hospitalized diabetic patients were enrolled between January 2016 and October 2022 and divided into the non-DF group (NDF, 46 cases) and the DF group (DF, 164 cases). The clinical data, laboratory examination results, and lower extremity arteriography data were collected.

Results Compared to the NDF group, patients in the DF group were older, had higher rates of comorbidities such as hyperlipidemia, coronary heart disease, and diabetic nephropathy, and displayed higher levels of glycosylated hemoglobin, triglycerides, and low-density lipoprotein. Moreover, the DF group exhibited higher rates of stenosis and occlusion in the lower extremity vessels ($P < 0.05$). Notably, the occlusion rate of the inferior

基金项目:陕西省重点研发计划课题(2022SF-162)

第一作者:李亚,博士,主任医师,教授,研究方向:内分泌与代谢病学,E-mail:yaliya19@163.com

genicular artery (32.52%) was significantly higher than that of the superior genicular arteries (3.93%), and the total cumulative rate of the inferior genicular arteries (54.27%) was markedly higher than that of the superior genicular arteries (40.85%). When comparing the high-grade Wagner classification group with the low-grade group, the former had a higher occlusion rate in the inferior genicular arteries ($P < 0.05$). **Conclusion**

The lower extremity vascular diseases in DF patients are mainly inferior genicular artery occlusion. The Wagner may serve as a predictive factor for lower extremity vascular occlusion.

Key words: type 2 diabetes; diabetic foot; lower extremity arteriography

糖尿病足(diabetic foot,DF)是指首诊糖尿病或已有糖尿病病史的患者,足部出现感染、溃疡或组织的损坏。一旦发生DF,严重者往往会发生截肢,有数据表明^[1],DF是导致非创伤性截肢的首要原因,全世界每分钟就有3例DF患者截肢。截肢后5年的存活率不足30%,若合并肾脏透析存活率不高于26%^[2]。DF的主要危险因素包括糖尿病周围神经病变(diabetes peripheral neuropathy,DPN)和DPN引起的保护感觉丧失、下肢动脉病变(lower-extremity arterial disease,LEAD)和足部畸形。糖尿病患者LEAD的总患病率达26.3%,单纯LEAD引发的糖尿病足溃疡患者约占10%左右^[3]。本研究回顾性分析DF患者下肢动脉造影结果,探讨DF下肢血管病变的影响因素,并讨论DF下肢血管病变与Wagner分级的影响因素,拓展Wagner分级在临床中的应用。

1 资料与方法

1.1 选取标准及分组 纳入2016年1月至2022年10月于西安医学院第一附属医院内分泌科住院2型糖尿病患者289例。纳入标准:①符合2型糖尿病诊断标准,行下肢动脉造影未发现动脉狭窄且病例资料完整者;②符合DF的诊断标准,行下肢动脉造影患者且病例资料完整者。排除标准:①患有1型、妊娠期或其他特定类型糖尿病人群;②非糖尿病患者踝以下组织缺损或病变、出现糖尿病急性并发症、恶性肿瘤、严重心肺功能疾病者、精神疾病、自身免疫性疾病、资料不全者。后共纳入210例糖尿病患者。对象分组:①根据是否患有DF,分为非糖尿病(NDF)组(46例)和DF组(164例);②在DF组中分以下亚组:Wagner 0~2级为低级别组(77例),Wagner 3~5级为高级别组(87例)。Wagner分级:0级:有发生足溃疡的危险因素,但目前无溃疡;1级:足部表浅溃疡,无感染征象,突出表现为神经性溃疡;2级:较深溃疡,常合并软组织感染,无骨髓炎或深部脓肿;3级:深部溃疡,有脓肿或骨髓炎;4级:局限性坏疽(趾、足跟或前足背),其特征为缺血性坏疽,通常合并神经病变;5级:全足坏疽;③根据Bollinger评分进行四分位数分组,分为Q1、Q2、Q3、Q4。根据DSA图像,将下肢动脉分为17个节段,分别为髂总动脉、髂外动脉、股浅动脉、腘动

脉、胫腓干动脉、胫前动脉近段1/3、胫前动脉中段1/3、胫前动脉远段1/3、腓动脉近段1/3、腓动脉中段1/3、腓动脉远段1/3、胫后动脉近段1/3、胫后动脉中段1/3、胫后动脉远段1/3、足背动脉、足底外侧动脉、足底内侧动脉。患者的动脉(胫前动脉、胫后动脉、腓动脉)的各近段评分、中段评分、远段评分分别合并,足背动脉评分、足底外侧动脉评分、足底内侧动脉评分合并为足部动脉评分,整体下肢17个节段动脉病变的评分合并为下肢动脉总评分并进行比较。每段动脉病变的范围及严重程度均根据DSA图像进行单独评分,评分范围为0~15分。

1.2 患者资料收集 患者入院时,收集基本信息,包括既往疾病史,例如冠心病、高血压、高血脂,糖尿病肾脏病(diabetic kidney disease,DKD)、糖尿病视网膜病变(diabetic retinopathy,DR)、DPN等。

1.3 实验室检查 所有纳入患者需隔夜禁食8h,次日晨起采集空腹静脉血,采用自动生化仪测定总胆红素(direct bilirubin,DBIL)、间接胆红素(indirect bilirubin,IBIL)、甘油三酯(triglyceride,TG)、总胆固醇(total cholesterol,TC)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol,LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol,HDL-C);采用高效液相色谱法测定糖化血红蛋白(glycated hemoglobin A1c,HbA1c)。

1.4 下肢血管的检查 2名经过专业训练的医生,在西安医学院第一附属医院介入科采用荷兰Philips公司FD20系统进行DSA检查,采用Seldinger技术,在局部麻醉的情况下,从患者一侧或另一侧的股动脉穿刺,并对股动脉、腘动脉、胫前动脉、胫后动脉和腓动脉进行完整的造影检查。当血管的狭窄率 $\geq 50\%$ 时被定义为狭窄,狭窄率=100%时被定义为闭塞。如果同一节段同时存在狭窄和闭塞,按程度级别高者将其归为闭塞。将下肢动脉分为膝上动脉段(髂动脉、股动脉、腘动脉),膝下动脉段(胫前动脉、胫后动脉、腓动脉)。

1.5 统计学方法 采用SPSS 25.0进行统计学分析。计量资料符合正态分布用($\bar{x} \pm s$)表述,两组变量比较采用 t 检验分析;分类变量以百分比(%)表示,组间比较使用 χ^2 检验,计量资料不符合正态分布,用 $M(P$

$_{25} \sim P_{75}$) 表述, 组间比较采用非参数秩和检验。相关性分析: ①多因素二元 Logistic 回归初步分析糖尿病足的危险因素; ②进一步线性回归计算 Bollinger 评分与 Wagner 分级等因素的回归系数并得出回归方程。

2 结果

2.1 NDF 组和 DF 组患者基线数据的比较 本研究共纳入 210 例糖尿病患者, 其中 NDF 组患者 46 例,

DF 组患者为 164 例。与 NDF 组相比, DF 组患者年龄较大, 合并高血脂、冠心病、DKD 患病率较高, HbA1c、TG、LDL 较高, 下肢血管狭窄率和闭塞发生率较高, 而 IBIL、HDL-C 的值较低, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 1。DF 组患者的基线资料, 见表 1。

表 1 NDF 组与 DF 组患者的一般资料比较

项目	NDF 组 ($n=46$)	DF 组 ($n=164$)	$t/\chi^2/Z$	P
男性	38(82.60)	131(79.88)	0.170	0.680
年龄/岁	58.61±9.05	66.01±11.15	-4.133	<0.001
糖尿病病程/年	10.24±7.07	12.77±8.65	-1.820	0.070
糖尿病足病程/月	—	1(1~2)		
高血压	19(41.30)	82(50.00)	1.088	0.297
高血脂	8(17.39)	57(34.76)	5.069	0.024
冠心病	21(45.65)	107(65.24)	5.794	0.016
DKD	11(23.91)	99(60.37)	19.138	<0.001
DR	9(19.57)	45(27.44)	1.166	0.280
HbA1c/%	8.34±1.29	9.98±2.39	-4.25	<0.001
TC/(mmol·L ⁻¹)	4.26±1.13	3.89±1.26	1.627	0.10
DBIL/(μmol·L ⁻¹)	2.68(1.91~3.25)	2.54(2.01~3.19)	-1.41	0.16
IBIL/(μmol·L ⁻¹)	10.83(7.17~13.27)	9.71(7.23~12.39)	-3.37	<0.01
Cr/(mmol·L ⁻¹)	66.50(56.78~84.25)	68.50(60.75~87.70)	-0.265	0.79
TG/(mmol·L ⁻¹)	1.49(1.12~2.18)	1.25(1.01~1.60)	-2.79	<0.01
LDL-C/(mmol·L ⁻¹)	2.26(1.92~2.72)	2.86(2.35~3.24)	-2.72	<0.01
HDL-C/(mmol·L ⁻¹)	1.13(0.99~1.28)	1.01(0.91~1.21)	-2.65	<0.01
下肢血管造影情况				
狭窄率<50%	8(17.39)	11(6.71)	3.769	0.052*
50%<狭窄率<100%	0	54(32.93)	20.039	<0.001
闭塞	0	95(57.93)	48.659	<0.001

注: ①内计数资料数据用 [$n(\%)$] 表示, 计量资料数据以 ($\bar{x} \pm s$) 或 $M(Q1 \sim Q3)$ 表示。②a: 使用四格表校正 χ^2 检验。

2.2 DF 组患者膝上动脉组和膝下动脉组狭窄率、闭塞率及总累及率的比较 在 DF 组中, 膝下动脉的闭塞率明显高于膝上动脉, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 膝下动脉的总累及率明显高于膝上动脉, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 2 膝上动脉组和膝下动脉组狭窄率、闭塞率及总累及率的比较

项目	膝上动脉 ($n=328$)	膝下动脉 ($n=492$)	χ^2	P
狭窄	121(36.89)	107(21.74)	22.47	<0.01
闭塞	13(3.96)	160(32.52)	96.411	<0.01
总累及	134(40.85)	267(54.27)	14.173	<0.00

注: 表内计数资料数据用 [$n(\%)$] 表示。

2.3 不同 Wagner 分级组 DF 患者下肢动脉狭窄和闭塞分布的比较 动脉狭窄分布方面, 与低级别 Wagner

分级组相比, 高级别组在腘动脉和膝上动脉的狭窄率更高, 但在胫前动脉、胫后动脉和膝下动脉的狭窄率较低, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。两组在股动脉和腓动脉之间的狭窄率无统计学意义 ($P > 0.05$)。动脉闭塞分布方面, 与低级别组 Wagner 分级比较, 高级别组的胫前动脉、胫后动脉、腓动脉和膝下动脉的闭塞率增加, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 而两组间在股动脉、腘动脉和膝上动脉的闭塞率差异无统计学意义, 见表 3。

2.4 多因素 Logistic 回归分析 DF 危险因素 以是否为 DF 为因变量, 对年龄、合并高血脂、DKD、WBC、Hb、PLT、IBIL、ALB、HbA1C、TG、LDL-C、HDL-C 进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示, 年龄、高血脂、DKD、HbA1c、LDL-C 为 DF 的独立危险因素; Hb、ALB 为 DF 的保护因素, 见表 4。

表 3 不同 Wagner 分级下肢动脉狭窄及闭塞分布

项目	动脉狭窄		动脉闭塞	
	低级别组 (n=77)	高级别组 (n=87)	低级别组 (n=77)	高级别组 (n=87)
股动脉	26(33.77)	41(47.13)	3(3.90)	7(8.750)
腘动脉	16(20.78)	38(43.68) ^b	0(0)	3(3.45)
膝上动脉	42(27.27)	79(45.40) ^b	3(1.94)	10(5.75)
胫前动脉	24(31.17)	14(16.09) ^a	21(27.27)	49(56.32) ^b
胫后动脉	21(27.27)	10(11.49) ^b	17(22.08)	41(47.13) ^b
腓动脉	20(25.97)	18(20.69)	7(0.91)	25(28.74) ^b
膝下动脉	65(28.14)	42(16.09) ^b	45(19.07)	115(44.06) ^b

注:①表内计数资料数据用[*n*(%)]表示。②a: *P* < 0.05, b: *P* < 0.01。

表 4 DF 多因素 Logistic 回归分析

因素	<i>b</i>	SE	Wald χ^2	<i>P</i>	OR	95% CI
年龄	0.120	0.033	16.353	<0.001	1.127	1.064~1.195
高血脂	1.321	0.673	3.854	>0.05	3.747	0.072~1.004
DKD	1.706	0.597	8.165	<0.001	5.508	0.056~0.584
WBC	0.13	0.12	1.177	0.278	1.139	0.898~1.437
Hb	-0.045	0.016	8.125	<0.001	0.956	0.927~0.986
PLT	0.005	0.005	1.294	0.255	1.005	0.996~1.014
IBIL	-0.026	0.026	1.009	0.315	0.974	0.925~1.025
ALB	-0.159	0.063	6.391	0.011	0.853	0.754~0.965
HbA1c	0.775	0.244	10.099	<0.001	2.170	1.343~3.488
TG	-0.022	0.431	0.003	0.960	0.978	0.421~2.273
LDL-C	2.105	0.538	15.312	<0.001	8.211	2.824~23.369
HDL-C	-1.413	1.207	1.371	0.242	0.243	0.023~2.592

2.5 Bollinger 评分与 Wagner 分级的线性回归分析

将 Bollinger 评分分组: Q1(≤8 分)、Q2(10~22 分)、Q3(23~37 分)、Q4(>37 分), 后以 Bollinger 评分为因变量, Wagner 分级、年龄等指标为自变量进行线性回归, 发现 Wagner 分级、年龄、DKD、Hb、HbA1c、LDL-c 是 Bollinger 的影响因素 (*P* < 0.05)。构建的 Bollinger 评分的线性回归方程: $Bollinger \text{ 评分} = 5.37 * \text{Wagner 分级} + 0.192 * \text{年龄} + 3.867 * \text{DKD}\% - 0.151 * \text{Hb} + 1.03 * \text{HbA1c} + 4.194 * \text{LDL-C}$, 见表 5。

表 5 Bollinger 评分与 Wagner 分级的指标的线性回归分析

项目	<i>b</i>	SE	<i>P</i>	95% CI
Wagner 分级	5.37	0.64	<0.001	4.101~6.652
年龄	0.192	0.079	0.016	0.044~0.354
DKD	3.867	1.919	0.035	0.35~7.514
WBC	-0.005	0.234	0.983	-0.425~0.489
Hb	-0.151	0.054	0.006	-0.255~-0.045
PLT	-0.013	0.11	0.234	-0.035~0.006
IBIL	-0.148	0.203	0.467	-0.357~0.061
ALB	0.155	0.206	0.453	-0.241~0.550
HbA1c	1.030	0.432	0.018	0.185~1.881
LDL-C	4.194	1.311	0.002	1.473~6.559
HDL-C	-1.854	3.819	0.628	-3.414~1.368

2.6 Wagner 分级诊断 DF 患者下肢血管闭塞的效能

以 DF 血管闭塞组为研究组, DF 血管非闭塞组为对照组, 通过 ROC 曲线评价 Wagner 分级诊断 DF 下肢血管闭塞的效能。Wagner 分级诊断 DF 下肢血管闭塞的曲线下面积为 0.798(95% CI : 0.735~0.861), 见图 3。

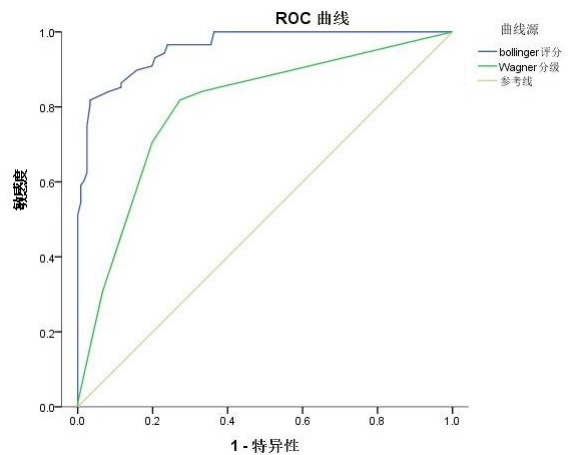


图 3 Wagner 分级预测 DF 患者发生下肢血管闭塞的 ROC 曲线分析

3 讨论

DF 是糖尿病慢性并发症中最为严重的一种,血管病变、神经病变和感染是导致 DF 并发症常见原因。LEAD 是 DF 的主要危险因素之一,也是影响预后的重要因素,因此,DF 患者早期明确 LEAD 显得十分关键。糖尿病下肢血管病变诊断方法多样,多项研究表明,与踝肱指数、彩色多普勒超声、CT 及 MRI 超声造影等检查相比,数字减影血管造影能够清晰地反映血管病变的情况,被认为是诊断 LEAD 的“金标准”^[4-5]。Wagner 的 DF 分级由 0~5 级组成,涵盖多种客观因素,如伤口深浅、感染严重性和坏死的严重性。目前从 DSA 方面评价糖尿病足下肢血管研究较少,缺乏对 Wagner 分级与下肢动脉造影结果的分析。

本研究发现 DF 组患者年龄较大,合并高血脂、冠心病、DKD 患病率较高,HbA1c、TG、LDL 数值较高,下肢血管狭窄率和闭塞发生率较高。TYRRELL D J 等^[6]的研究指出,平均年龄在 DF 的发生中起重要作用,50% 的病例年龄在 65 岁以上,衰老被证明会升高 IL-6、Parkin 水平并且会增强线粒体的吞噬,从而引发动脉粥样硬化,成为 DF 最重要危险因素。而血脂代谢紊乱及糖尿病肾病均可引发体内炎症反应和氧化应激过程,加快血管损伤及动脉粥样斑块形成,加速 DF 的发生^[7]。同时,HbA1c 和糖化白蛋白可以作为糖尿病患者是否患下肢疾病的标志^[8],HbA1c 还可以预测 DF 患者的临床结局,而且良好血糖控制能降低 DF 患者的不良结局的发生率。但是,本研究中两组间 DR 的患病率、糖尿病病程等差异无统计学意义,与既往研究不符^[9-11]。考虑到对照组均为行下肢动脉造影的患者,与普通糖尿病患者相比,其病情可能更严重。

糖尿病合并下肢血管病变以膝关节以下动脉血管狭窄或闭塞为主。本研究 DSA 提示 DF 患者的膝下动脉以闭塞为主,膝下动脉的闭塞率高于膝上动脉,这与之前研究一致^[12]。同时,本研究发现 DF 患者受累的膝下动脉中,胫前动脉(56.32%),胫后动脉(47.13%)、腓动脉(28.74%)是最常累及的动脉,胫前动脉的病变率最高。BEN HAMMAMIA M 等^[13]对 78 例国外 DF 患者行下肢动脉造影发现,胫前动脉是所有患者中受影响最大的动脉(23.1%),胫前动脉和胫后动脉是受影响最大的双动脉(17.9%),这也与本研究结果一致。这主要是因为胫前动脉和胫后动脉是足背及足底主要血供来源,当两者任何一支发生严重阻塞,必然导致足部组织营养不足,发生严重足部溃疡。另对不同 Wagner 分级的 DF 患者下肢动脉造影结果进行对比,发现与 Wagner 分级低级别组相比,Wagner 分级高级别组的腓动脉、膝上动脉的狭窄率更高,胫前动脉、胫后动脉、腓动脉及膝下动脉的闭塞

率更高。这提示 DF 患者病情严重程度可能与血管病变程度相关,也初步提示 Wagner 分级可能与 DF 患者下肢动脉病变的情况相关。进一步对 DF 患者下肢造影数据行 Bollinger 评分后,发现 Wagner 分级为下肢血管病变的危险因素,Wagner 分级越高,下肢血管病变越重。

目前对于下肢动脉评分系统很多,包括 TASC 评分、GLASS 评分及 Bollinger 评分等,但只有 Bollinger 评分^[14]可以准确结合下肢远端动脉病变的分布特点,而糖尿病下肢动脉病变经证明膝下动脉病变程度更重^[15],是血管病变必不可少的一部分。因此,结合 Bollinger 评分对糖尿病足患者下肢血管病变评估,能更好地反映糖尿病足的严重情况。为进一步评价 Wagner 分级诊断对 DF 下肢血管闭塞效能,本研究使用 ROC 曲线,ROC 曲线下面积为 0.798(95% CI: 0.735~0.861),敏感度 0.841,特异度 0.331,最佳诊断临界值为 1,提示 Wagner 分级为 1 级时,DF 患者存在下肢血管的闭塞,由于本研究纳入的血管条数较多,此处的血管闭塞指至少存在 1 条血管闭塞,也是导致本研究的特异度较低的原因。

本研究较之前研究扩大样本量,应用更优先的下肢动脉评分系统,但仍有一些缺陷。首先,本研究为横断面研究,无法预判 Wagner 分级与下肢血管病变的因果关系。其次,本研究的非 DF 组均为行下肢动脉造影糖尿病患者,这些患者在病史及病情方面比普通糖尿病患者更复杂,在选择方面可能存在一定的偏倚。最后,本研究未探讨周围神经病变及感染对 DF 严重程度的影响,可能会放大了下肢动脉疾病对 DF 的影响。

综上所述,本研究探索了 DF 患者下肢动脉造影的特征性及 DF 的危险因素,还评估了 Wagner 分级与下肢动脉造影的相关性,进一步拓展了 Wagner 分级在临床的应用,在 DF 患者 Wagner 分级>1 级时应建议患者行下肢动脉造影明确血管狭窄情况,以缩短 DF 患者病程及改善预后。

参考文献:

- [1] 罗富强,谢康麒,李载永,等. Ilizarov 技术胫骨横向骨搬运术治疗糖尿病足溃疡的临床效果[J]. 右江民族医学院学报,2022,44(4):504-508.
- [2] EDONDS M, MANU C, VAS P. The current burden of diabetic foot disease[J]. J Clin Orthop Trauma, 2021, 17(3):88-93.
- [3] 《多学科合作下糖尿病足防治专家共识(2020 版)》编写组. 多学科合作下糖尿病足防治专家共识(2020 版)全版[J]. 中华烧伤杂志,2020,36(8):E01-E52.
- [4] 杨宇祥,史壮志,张甫,等. 糖尿病下肢动脉病变诊断方法

的现状与展望[J]. 中国生物医学工程学报, 2022, 41(4): 473-484.

- [5] BERCHIOLLI R, BERTAGNA G, ADAMI D, et al. Peripheral interventional strategy assessment (pisa) for diabetic foot ulcer revascularization: preliminary outcomes of a multidisciplinary pilot study[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(18): 2879.
- [6] TYRRELL D J, BLIN M G, SONG J, et al. Age-associated mitochondrial dysfunction accelerates atherogenesis [J]. *Circulation Research*, 2020, 126(3): 298-314.
- [7] 曾晓敏. 糖尿病肾病患者血小板活化状态与微炎症因子及肾血流的关系探究[J]. *中国医学创新*, 2022, 19(17): 42-46.
- [8] LANE K J, ABUSMAAN M S, VOSS B F, et al. Glycemic control and diabetic foot ulcer outcomes: a systematic review and meta-analysis of observational studies [J]. *J Diabetes Complications*, 2020, 34(10): 107638.
- [9] 张丽, 杨晓春, 刘静雯, 等. 中老年 2 型糖尿病患者并发糖尿病足的危险因素分析及防控健康教育[J]. *护理实践与研究*, 2020, 17(20): 14-16.
- [10] SALUJA S, ANDERSON S G, HAMBLETON I, et al. Foot ulceration and its association with mortality in diabetes mellitus: a meta-analysis [J]. *Diabet Med*, 2020, 37

(2): 211-218.

- [11] 方旭光, 邵小娟, 马卫国, 等. 葡萄糖在目标范围内时间与糖尿病足的相关性研究[J]. *中华糖尿病杂志*, 2022, 14(7): 650-655.
- [12] KERSTING J, KAMPER L, DAS M. Guideline-oriented therapy of lower extremity peripheral artery disease (PAD)-current data and perspectives[J]. *Rofo*, 2019, 191(4): 311-322.
- [13] BEN HAMMAMIA M, BEN MRAD M, DAOUD Z, et al. Predictive factors of amputation after iliac angioplasty in patients with severe artery disease[J]. *Ann Cardiol Angeiol*, 2020, 69(3): 133-138.
- [14] LOWRY D, VITALIS A, AI SHAKARCHI J, et al. An extension of the bollinger scoring system to analyse the distribution of macrovascular disease of the lower limb in diabetes[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2021, 61(2): 280-286.
- [15] WEISSLER E H, NARCISSE D I, RYMER J A, et al. Characteristics and outcomes of patients with diabetes mellitus undergoing peripheral vascular intervention for infrainguinal symptomatic peripheral artery disease[J]. *Vasc Endovascular Surg*, 2021, 55(2): 124-134.

收稿日期: 2023-12-07; 修回日期: 2024-01-10

(上接第 313 页)

- [23] JENSEN V N, ALILAIN W J, CRONE S A. Role of propriospinal neurons in control of respiratory muscles and recovery of breathing following injury [J]. *Front Syst Neurosci*, 2019, 13: 84.
- [25] NOMURA O, IHARA T, SAKAKIBARA H, et al. Predicting serious bacterial infection in febrile young infants utilizing body temperature[J]. *Pediatr Int*, 2019, 61(5): 449-452.
- [26] BUDISIN B, BRADBURY C C, SHARMA B, et al. Traumatic brain injury in spinal cord injury: frequency and risk factors[J]. *J Head Trauma Rehabil*, 2016, 31(4): E33-42.
- [27] ZHANG X L, ZHOU H, SHEN H Y, et al. Pulmonary infection in traumatic brain injury patients undergoing tracheostomy: predictors and nursing care [J]. *BMC Pulm Med*, 2022, 22(1): 130.
- [28] YU W K, CHEN Y C, CHEN W C, et al. Influencing factors for tracheostomy in patients with acute traumatic C3-C5 spinal cord injury and acute respiratory failure [J]. *J Chin Med Assoc*, 2022, 85(2): 167-174.

- [29] LI M P, LIU W C, WU J B, et al. Machine learning for the prediction of postoperative nosocomial pulmonary infection in patients with spinal cord injury[J]. *Eur Spine J*, 2023, 32(11): 3825-3835.
- [30] CHOI H J, PAENG S H, KIM S T, et al. The effectiveness of early tracheostomy (within at least 10 Days) in cervical spinal cord injury patients[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2013, 54(3): 220-224.
- [31] JOGIA T, LUBSTORF T, JACOBSON E, et al. Prognostic value of early leukocyte fluctuations for recovery from traumatic spinal cord injury[J]. *Clin Transl Med*, 2021, 11(1): e272.
- [32] CHEN Y, SHAO J, ZHU W, et al. Identification of risk factors for respiratory complications in upper cervical spinal injured patients with neurological impairment[J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2013, 47(2): 111-117.
- [33] SOETERS P B, WOLFE R R, SHENKIN A. Hypoalbuminemia: pathogenesis and clinical significance[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2019, 43(2): 181-193.

收稿日期: 2024-01-22; 修回日期: 2024-03-01