

• 诊治分析 •

超声造影评估糖尿病足膝下动脉病变腔内
治疗前后足部微循环变化的临床价值

张煜程,袁玉青,潘婉艳,郑万琼,吴显光,胡业晓,李彬彬,朱仁武

【关键词】 超声造影;糖尿病足;膝下动脉病变;足部微循环变化

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.05.026

【中图分类号】 R587.2 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2024)05-0651-04

糖尿病足膝下动脉病变是糖尿病患者常见的病理性动脉病变,其可引起患者下肢供血不足,出现间歇性跛行、足部溃疡及坏疽等症状^[1]。患者可能因感觉减退而未察觉足底溃疡的形成导致扩散,引发严重并发症,还可能存在截肢风险,若未及时接受治疗,可造成全身感染,威胁生命安全^[2]。腔内治疗是糖尿病足膝下动脉病变的首选治疗方式,其治疗效果的评估主要关注足部微循环灌注情况,多使用多普勒超声评估,但存在不足^[3]。因此,目前临床上亟需引进新型定量评估技术,以期提高临床诊治效果。超声造影(CEUS)是一种评估动脉病变的新型技术,其通过向血液中注射超声对比剂,增强图像对比度,从而更清晰地显示血管结构和血流动力学,优势在于非侵入性及较低的辐射暴露^[4]。本研究将 CEUS 应用于糖尿病足膝下动脉病变患者腔内治疗效果的评估,探讨其对足部微循环灌注的评估价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 前瞻性收集 2022 年 9 月至 2023 年 6 月在温州市中西医结合医院治疗的糖尿病足膝下动脉病变患者 30 例作为观察组,其中男 16 例,女 14 例;年龄 48 ~ 78 岁,平均(62.3±4.4)岁;糖尿病病程 6 ~ 10 年,平均(8.3±1.1)年;体质量指数 20 ~ 28 kg/m²,平均(24.76±2.31)kg/m²。纳入标准:(1)符合糖尿病足膝下动脉病变的诊断标准^[5];(2)均接受腔内治疗,且治疗后生命体征正常,可正常接受 CEUS 评估。排除标准:(1)伴有腔内治疗手术禁忌证;(2)

拒绝配合治疗及评估;(3)伴有股浅动脉长段闭塞病变,恶性肿瘤,心肌梗死、严重心律失常等心功能不全病史;(4)对研究所用超声对比剂过敏者。以同期收治的 42 例糖尿病无膝下动脉病变患者作为对照组,其中男 22 例,女 20 例;年龄 47 ~ 77 岁,平均(61.7±4.5)岁;糖尿病病程 6 ~ 10 年,平均(8.17±1.13)年;体质量指数 20 ~ 28 kg/m²,平均(23.89±2.47)kg/m²。纳入标准:符合糖尿病诊断标准^[6],无糖尿病足其他并发症,配合评估的患者。本研究获得温州市中西医结合医院医学伦理委员会批准,所有研究对象均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 CEUS 检查方法 采用迈瑞 Mindray 彩色多普勒超声系统 Resona(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)进行检查,使用意大利 Bracco 公司生产的声诺维(SonoVue)对比剂,先将 5 ml 0.9%氯化钠注射液与对比剂混合并振荡混匀备用。在造影过程中,每次抽取 1.2 ml 混悬液经肘静脉团注,随后进行 5 ml 0.9%氯化钠注射液冲洗。从注射开始即记录动态图像并存储,并启动计时器。探头定位于介入侧足拇趾掌侧,保持位置不变,动态观察足趾微血管灌注情况,连续记录 5 min 的动态图像并进行存档。然后,在踝窝足背动脉正前方重新定位,确保位于踝关节囊与足背动脉之间的软组织区域。重复上述造影步骤,两次注射时间间隔需保持在 10 min 以上。上述操作均于室温 25 ℃下进行,患者需平卧 15 min 后进行检查,且整个图像采集过程由一位经验丰富的超声医师负责完成。采用 CEUS 结合实时定量分析软件,在足趾和踝部软组织感兴趣区域,绘制时间-强度曲线(TIC),并提取足部微循环参数,包括峰值

基金项目: 温州市基础性科研项目(Y20220709)

作者单位: 325000 浙江省温州,温州市中西医结合医院

通信作者: 张煜程,Email: zyccsur@126.com

强度(PI)、曲线下面积(AUC)、达峰时间(TTP)、峰值降半时间(DT/2)及平均通道时间(MTT)。

1.2.2 腔内治疗方法 观察组患者术前予以抗血小板治疗,口服阿司匹林(山西同达药业有限公司,国药准字 H14021593)100 mg,氯吡格雷(北京四环制药有限公司,国药准字 H20213840)75 mg,1 次/d,连续治疗 3 d。患者取平卧位,予以局部麻醉,使用经皮穿刺术进行操作。在注射肝素后,插入动脉导管,直接导引至患侧下肢动脉腔内,然后逐步进行分段动脉造影。对股浅动脉内的部分狭窄或小段闭塞,采用 0.889 mm 导丝穿越病变部位,随后使用直径 4~7 mm 长球囊扩张动脉。针对腘动脉以下的动脉狭窄,使用 0.4572 或 0.3556 mm 的导丝引导,选择主轴长度为 80~120 mm、直径合适的 deep 长球囊,插入并穿越膝下动脉病变部位,施加 7~10 atm 的压力,持续时间为 90~180 s,逐段扩张。如果腓动脉病变在血管重建后依然显著(残余 30%或存在限流性夹层),则进行膝下支架系统植入(支架直径 2~3 mm,点状心内药物支架)。术后处理:密切关注其生命体征,并予以强化稳定血糖治疗,同时加以抗感染治疗,在手术部位予以外敷治疗。

1.3 观察指标 (1)比较两组足部微循环参数,包括 AUC、TTP、DT/2 及 MTT。(2)比较两组踝/肱动脉血压指数(ABI)及趾/肱动脉血压指数(TBI),使用 DVM4500 多普勒血流探测仪(北京永安吉信科技有限公司)进行检测。(3)临床疗效。根据文献[7]中制定的疗效标准评估观察组行腔内治疗后的临床疗效,根据临床症状改善情况(疼痛、皮肤颜色及麻木等)及溃疡创面愈合状态来评估治疗效果,症状消失或明显改善,溃疡创面愈合,或者溃疡面积较治疗前缩小 40%以上,符合此标准的患者作为有效组;症状无改善,溃疡面积较治疗前缩小 40%以下或扩大,需要截肢,符合此标准的患者作为无效组。(4)比较有效组及无效组足部微循环参数、ABI 及 TBI。(5)分

析足部微循环参数、ABI 及 TBI 预测腔内治疗价值的价值。

1.4 统计方法 采用 SPSS 22.0 统计软件进行分析,符合正太分布的计量资料以均数±标准差表示,采用 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料以 *M*(*P*₂₅, *P*₇₅)表示,采用秩和检验;计数资料采用 χ^2 检验,采用受试者工作特征曲线(ROC)评估足部微循环参数预测腔内治疗价值的价值。*P* < 0.05 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 观察组与对照组足部微循环参数、ABI 及 TBI 比较 观察组 PI、AUC、MTT、ABI 及 TBI 均低于对照组(均 *P* < 0.05),TTP 及 DT/2 均高于对照组(均 *P* < 0.05),见表 1。

2.2 观察组临床疗效情况 30 例糖尿病足膝下动脉病变患者均接受腔内治疗,其中缓解 28 例(93.33%),无效 2 例。

2.3 有效组与无效组足部微循环参数、ABI 及 TBI 比较 有效组 PI、AUC、MTT、ABI 及 TBI 均高于无效组(均 *P* < 0.05),而 TTP 及 DT/2 均低于无效组(均 *P* < 0.05),见表 2。

2.4 糖尿病足膝下动脉病变患者足部微循环参数、ABI 及 TBI 预测腔内治疗效果的 ROC 曲线分析结果 糖尿病足膝下动脉病变患者足部微循环参数 PI、AUC、MTT、TTP、DT/2、ABI 及 TBI 预测腔内治疗效果的效能较好,其中 TTP 的预测效能最高,当 TTP > 48.73 s 时预测无效的 Youden 指数为 0.821,曲线下面积为 0.821,敏感度为 100.00%,特异度为 82.14%,见表 3。

3 讨论

本研究结果显示糖尿病足膝下动脉病变患者足部微循环参数与单纯糖尿病患者相比,其足部微循环发生变化,这可能与糖尿病对血管结构和功能的

表 1 观察组与对照组足部微循环参数、ABI 及 TBI 比较

组别	例数	PI(dB)	AUC(dB · s)	MTT(s)	TTP(s)	DT/2(s)	ABI	TBI
观察组	30	2.31±0.42	36.45±4.07	18.39±3.14	47.49±3.42	24.37±3.62	1.03±0.18	0.66±0.17
对照组	42	2.69±0.44	64.38±3.24	23.78±2.76	44.34±2.34	19.64±2.28	1.12±0.13	0.76±0.15
<i>t</i> 值		3.68	32.39	7.71	4.64	6.80	2.46	2.64
<i>P</i> 值		< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

注:PI 为峰值强度,AUC 为曲线下面积,TTP 为达峰时间,DT/2 为峰值降半时间,MTT 为平均通道时间,ABI 为踝/肱动脉血压指数,TBI 为趾/肱动脉血压指数

表 2 有效组与无效组足部微循环参数、ABI 及 TBI 比较

组别	例数	PI(dB)	AUC(dB · s)	MTT(s)	TTP(s)	DT/2(s)	ABI	TBI
有效组	28	2.36(1.93, 2.79)	36.86(33.34, 40.38)	18.74(16.43, 21.05)	47.03(44.61, 49.45)	23.86(21.52, 26.20)	1.04(1.00, 1.08)	0.67(0.63, 0.71)
无效组	21	1.61(1.12, 2.10)	30.71(28.46, 32.96)	13.49(10.73, 16.25)	53.93(51.60, 56.26)	31.51(29.39, 33.63)	0.89(0.83, 0.95)	0.52(0.45, 0.59)
Z 值		2.35	2.36	3.13	3.82	4.39	4.92	4.83
P 值		< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

注:PI 为峰值强度, AUC 为曲线下面积, TTP 为达峰时间, DT/2 为峰值降半时间, MTT 为平均通道时间, ABI 为踝/肱动脉血压指数, TBI 为趾/肱动脉血压指数

表 3 糖尿病足膝下动脉病变患者足部微循环参数、ABI 及 TBI 预测腔内治疗效果的 ROC 曲线分析结果

参数	AUC	95%CI	P 值	截断值	Youden 指数	敏感度(%)	特异度(%)
PI	0.813	0.629 ~ 0.931	< 0.05	≤2.14 dB	0.679	100.00	67.86
AUC	0.804	0.618 ~ 0.925	< 0.05	≤36.25 dB · s	0.750	100.00	75.00
MTT	0.679	0.484 ~ 0.836	< 0.05	≤18.71 s	0.679	100.00	67.86
TTP	0.821	0.639 ~ 0.936	< 0.05	> 48.73 s	0.821	100.00	82.14
DT/2	0.777	0.588 ~ 0.908	< 0.05	> 24.85 s	0.714	100.00	71.43
ABI	0.816	0.629 ~ 0.931	< 0.05	≤1.02	0.679	100.00	67.86
TBI	0.786	0.598 ~ 0.914	< 0.05	≤0.66	0.679	100.00	67.86

注:PI 为峰值强度, AUC 为曲线下面积, TTP 为达峰时间, DT/2 为峰值降半时间, MTT 为平均通道时间, ABI 为踝/肱动脉血压指数, TBI 为趾/肱动脉血压指数

影响有关。高血糖状态下, 血管内膜细胞功能异常, 引起血管壁受损, 包括内皮细胞损伤、血管壁增厚和硬化, 进而影响微循环的血流动力学; 且糖尿病患者常伴有慢性炎症和氧化应激的状态, 这可能引起血管内膜炎症和纤维化, 影响微循环的通透性和血流动力学。这种炎症和氧化应激状态也可能促进足部微循环参数的变化。同时还可能造成神经病理学改变, 即糖尿病性神经病变, 进而使足部神经-血管调节功能出现障碍, 从而影响微循环参数。患者常处于高血糖状态下, 血管自动调节可能受到损害, 使得足部血流动力学更加易受到外界因素的干扰, 导致足部微循环参数发生变化^[8]。

腔内治疗是一种定向治疗方法, 可以直接作用于受影响的动脉病变区域。这种定向性的治疗能够更直接、精确地处理狭窄或阻塞的血管部分, 改善血流通道。其通过扩张狭窄的动脉或植入支架的方式来重建血流通道, 这有助于提高血流通畅度, 减轻足部组织缺血和缺氧状况。改善血流对于促进组织修复和减轻糖尿病足病变的发展至关重要; 同时有助于改善足部血供, 减少溃疡和坏死风险^[9]。本研究结果显示腔内治疗的效果较好, 腔内治疗可以减轻足部溃疡, 改善组织供血, 减轻患者症状, 提高生活质量, 还有助于防止术后再次狭窄的发生, 保持血流通道开放。

本研究结果显示糖尿病足膝下动脉病变患者接受腔内治疗效果的差异与足部微循环参数的变化密切相关。分析原因为: (1) 腔内治疗通过扩张狭窄的动

脉、植入支架或进行血管旋切术等方式, 可以显著改善受影响区域的血流通畅度。当血流通畅度得到提高时, 足部微循环参数会显示出正向变化。(2) 腔内治疗有助于解决动脉狭窄或阻塞, 从而减轻受影响区域的组织缺血和缺氧。足部微循环参数反映了组织的血液灌注情况, 而治疗成功促使其参数改善。(3) 糖尿病足病变常伴随着神经病理学改变, 影响神经-血管调节功能。腔内治疗通过改善血流, 有助于恢复受影响区域的神经-血管调节, 进而影响足部微循环参数。

糖尿病足膝下动脉病变患者足部微循环参数 TTP 的预测效能最高。分析原因为 TTP 是指从开始记录到峰值的时间, 它直接关联到血流灌注的速度。对于腔内治疗而言, 效果的好坏通常与局部血流灌注的改善有关。TTP 更为敏感与其直接测量血流灌注变化的时间点有关, 对于迅速发生的灌注改善更具敏感性。同时, TTP 变化可能更直接地反映血流动力学改变。在腔内治疗后, 动脉狭窄或堵塞部位的灌注改善会导致达峰时间缩短^[10]。因此, TTP 更能直观地反映血管病变程度和治疗效果。且 TTP 是一个动态参数, 反映时间上的变化。这使得它更适合监测治疗过程中的即时效果。在评估治疗效果时, 动态参数的使用通常比静态参数更为有效, 且超声造影评估方式较为简便, 且价格接受度高, 具有较高的可重复性。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] CARRO G V, SAURRAL R, WITMAN E L, et al. Diabetic foot

- attack. Pathophysiological description, clinical presentation, treatment and outcomes[J]. *Medicina (B Aires)*, 2020, 80(5):523-530.
- [2] COFFEY L, MAHON C, GALLAGHER P. Perceptions and experiences of diabetic foot ulceration and foot care in people with diabetes: A qualitative meta-synthesis[J]. *Int Wound J*, 2019, 16(1): 183-210.
- [3] 张斌,杨获.多普勒超声对老年T2DM患者下肢血管病变及下肢血流动力学的诊断价值[J]. *中国老年学杂志*, 2023, 43(13): 3165-3167.
- [4] 周玉珊,杨洁,邵晴荷,等.高频超声联合超声造影在雷诺现象患者指掌侧固有动脉病变的应用价值[J]. *兰州大学学报(医学版)*, 2021, 47(4):55-58.
- [5] 戴兵,戴伟.糖尿病足下肢动脉病变血管外科治疗进展[J]. *医学研究生学报*, 2021, 34(10):1102-1105.
- [6] 田勃,洪天配.美国糖尿病学会2017年版糖尿病医学诊疗标准的解读[J]. *中国糖尿病杂志*, 2017, 25(7):577-581.
- [7] 中华医学会糖尿病学分会.中国2型糖尿病防治指南(2017年版)[J]. *中华糖尿病杂志*, 2018, 10(1):4-67.
- [8] 莫嘉敏,颜晓东,黄秀禄,等.下肢动脉病变和组织微循环状况对伤口负压治疗糖尿病足溃疡的疗效影响[J]. *中华糖尿病杂志*, 2021, 13(3):209-214.
- [9] 段伟喆,赵湜,毛红.血管腔内介入治疗在糖尿病足中的临床应用及效果评价[J]. *中华糖尿病杂志*, 2018, 10(7):449-453.
- [10] 韩志芬,康或,王渠,等.超声造影在评价糖尿病足溃疡患者肢端微循环损害中的应用价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2023, 39(5): 573-576.

收稿日期:2024-01-14

(本文编辑:陈志翔)

双源CT双能量扫描在痛风患者尿酸盐沉积中的应用

马春燕,刘虎,乔洪梅

【关键词】 X线计算机,体层摄影术;痛风;尿酸;尿酸盐沉积
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.05.027

【中图分类号】 R593.2;R816.8 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2024)05-0654-04

痛风主要由于嘌呤代谢紊乱、尿酸生成过多或尿酸排泄障碍,血尿酸长期升高导致^[1]。高尿酸血症是非同日2次空腹血尿酸水平超过 $420\mu\text{mol/L}$ ^[2],当其浓度高于上述临界值时尿酸盐结晶析出,沉积于关节周围、关节囊、肌腱及韧带附着点等处导致组织异物炎症反应^[3]。四肢关节红肿热痛、畸形等是痛风的主要临床表现,可通过抽取受累关节中的滑液,镜检观察是否存在尿酸盐结晶作为诊断“金标准”,但其为有创检查,且易受穿刺部位、关节腔滑液中尿酸盐结晶数量及操作者临床经验等影响,临床应用受限^[4]。近年来,有研究表明高尿酸水平患者出现临床症状之前,体内可能已经出现尿酸盐结晶,沉积在四肢关节居多,结晶体积和数目的增加会加重症状的发展。本研究通过比较血尿酸检查、双源CT双能量扫描(dual-energy computed tomography, DECT)和两种方法联合应用对尿酸盐结晶的诊断效能,评估DECT对痛风患者尿酸盐结晶沉积的诊断价值,

现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集2018年6月至2022年12月嘉兴市第二医院收治的359例痛风患者,所有患者均通过抽取受累关节中的滑液镜检后发现尿酸盐结晶或符合美国风湿病学会与欧洲风湿病学联盟于2015年更新的痛风诊断标准^[5]。其中滑液镜检结果阳性290例,阴性69例。以患者首次确诊时血尿酸水平超过 $420\mu\text{mol/L}$ 为界值,将在服用痛风相关药物治疗前完成一次DECT检查的患者分为两组,高尿酸组213例和正常尿酸组146例。高尿酸组男199例,女14例;年龄 $22\sim 93$ 岁,平均 (60.1 ± 15.6) 岁;血尿酸 $(530.3\pm 92.5)\mu\text{mol/L}$ 。正常尿酸组男127例,女19例;年龄 $19\sim 86$ 岁,平均 (59.2 ± 15.3) 岁;血尿酸 $(322.8\pm 74.3)\mu\text{mol/L}$ 。两组除血尿酸外其他一般资料差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。本研究获得嘉兴市第二医院医学伦理委员会批准,豁免签署知情同意书。

1.2 纳入及排除标准 纳入标准:(1)DECT图像质

作者单位: 314000 浙江省嘉兴,嘉兴市第二医院

通信作者: 刘虎, Email: sxfyasdf_1@163.com