

# 糖尿病合并周围神经病变患者足底压力变化与神经传导及代谢指标的关系\*

马君<sup>1</sup> 吴燕林<sup>1</sup> 杜廷芬<sup>1</sup> 吴嘉鸣<sup>1</sup> 张翠静<sup>1</sup> 彭一<sup>1</sup> 李丹<sup>2</sup>

(张家口市第一医院 1. 内分泌一科; 2. 呼吸一科, 河北 张家口 075000)

**【摘要】** 目的 探讨糖尿病合并周围神经病变患者足底压力变化与神经传导及代谢指标的关系。方法 纳入 2019 年 9 月~2021 年 1 月于本院就诊的糖尿病合并周围神经病变患者 93 例行回顾性分析,按照是否发生糖尿病足将发生糖尿病足的患者设为 A 组( $n=43$ ),将未发生糖尿病足的患者设为 B 组( $n=50$ );另选择同期于本院行健康体检的 45 例正常人设为 C 组。比较 3 组足底不同区域[第一跖骨(M1)、第二跖骨(M2)、第三跖骨(M3)、第四跖骨(M4)、第五跖骨(M5)、足跟内侧(HM)、足跟外侧(HL)、足中部(MF)、第一脚趾(T1)、第二至第五脚趾(T2~T5)]峰值压力检测结果、正中神经、尺神经、腓总神经传导速率[运动神经传导速度(MNCV)、感觉神经传导速度(SNCV)]以及血糖[空腹血糖(FBG)、餐后 2 h 血糖(2hPBG)、糖化血红蛋白(HbA1c)]、血脂代谢指标[总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)]水平,采用 Person 相关系数分析糖尿病合并周围神经病变患者足底压力与神经传导及代谢指标的相关性。**结果** A 组、B 组左足及右足 M1、M2、M3、M4、M5、HM、HL、T1~T5 区域足底峰值压力均高于 C 组,其中 A 组各区域足底峰值压力均高于 B 组( $P<0.05$ );A 组正中神经、尺神经、腓总神经 MNCV、SNCV 均低于 B 组,B 组神经传导速率均低于 C 组( $P<0.05$ );A 组、B 组 FBG、2 hPBG、HbA1c、TG 水平均高于 C 组,其中 A 组 FBG、2 hPBG、HbA1c、TG、LDL-C 水平高于 B 组( $P<0.05$ );Person 相关性分析结果显示,糖尿病足患者左足、右足足底 M1、M2、M3、M4、M5、HM、HL、T1~T5 区域峰值压力均与神经传导速率呈负相关( $P<0.05$ ),糖尿病足患者左足、右足足底 M1、M2、M3、M4、M5、HM、HL、T1~T5 区域峰值压力均与 FBG、2hPBG、HbA1c、TG、LDL-C 呈正相关( $P<0.05$ )。**结论** 糖尿病合并周围神经病变的糖尿病足患者足底除足中部区域,大部分区域压力峰值均高于正常人,且与神经传导速率呈负相关,与血糖及 TG、LDL-C 等血脂代谢指标呈正相关。

**【关键词】** 糖尿病;周围神经病变;足底压力;神经传导;代谢指标

**【中图分类号】** R587.1 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 10. 017

## Relationship between changes of plantar pressure and nerve conduction, metabolic indexes in patients with diabetes mellitus and peripheral neuropathy

MA Jun<sup>1</sup>, WU Yanlin<sup>1</sup>, DU Yanfen<sup>1</sup>, WU Jiaming<sup>1</sup>, ZHANG Cuijing<sup>1</sup>, PENG Yi<sup>1</sup>, LI Dan<sup>2</sup>

(1. The First Department of Endocrinology, Zhangjiakou First Hospital, Zhangjiakou 075000, Hebei, China;

2. The First Department of Respiration, Zhangjiakou First Hospital, Zhangjiakou 075000, Hebei, China)

**【Abstract】** **Objective** To study the relationship between changes of plantar pressure and nerve conduction, metabolic indexes in patients with diabetes mellitus and peripheral neuropathy. **Methods** A total of 93 patients with diabetes mellitus and peripheral neuropathy treated in the hospital were retrospectively enrolled from September 2019 to January 2021. According to presence or absence of diabetic foot (DF), they were divided into group A ( $n=43$ , DF) and group B ( $n=50$ , non-DF). Other 45 healthy controls during the same period were enrolled as group C. The peak pressure values of different plantar areas [first metatarsal (M1), second metatarsal (M2), third metatarsal (M3), fourth metatarsal (M4), fifth metatarsal (M5), medial heel (HM), lateral heel (HL), mid-foot (MF), first toe (T1), second to fifth

基金项目:河北省医学科学研究课题(20211120)

通信作者:李丹,E-mail:36312825@qq.com

引用本文:马君,吴燕林,杜廷芬,等.糖尿病合并周围神经病变患者足底压力变化与神经传导及代谢指标的关系[J].西部医学,2022,34(10):

toes (T2-T5)], conduction rates [motor nerve conduction velocity (MNCV), sensory nerve conduction velocity (SNCV)] of median nerve, ulnar nerve and common peroneal nerve, levels of blood glucose indexes [fasting blood glucose (FBG), 2h postprandial blood glucose (2hPBG), hemoglobin A1c (HbA1c)] and blood lipid metabolism indexes [total cholesterol (TC), triglyceride (TG), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C)] were compared among group A, B and C. The correlation between plantar pressure and nerve conduction, metabolic indexes in patients with diabetes mellitus and peripheral neuropathy was analyzed by Person correlation coefficients. **Results** The peak pressure values of left and right feet at M1, M2, M3, M4, M5, HM, HL and T1-T5 were the highest in group A, followed by group B and group C ( $P < 0.05$ ). MNCV and SNCV of median nerve, ulnar nerve and common peroneal nerve were the highest in group C, followed by group B and group A ( $P < 0.05$ ). The levels of FBG, 2hPBG, HbA1c and TG in group A and group B were higher than those in group C. The levels of FBG, 2hPBG, HbA1c, TG and LDL-C in group A were higher than those in group B ( $P < 0.05$ ). The results of Person correlation analysis showed that peak pressure values of left and right feet at M1, M2, M3, M4, M5, HM, HL and T1-T5 were negatively correlated with nerve conduction velocity ( $P < 0.05$ ), while positively correlated with FBG, 2hPBG, HbA1c, TG and LDL-C ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Except for mid-foot, peak pressure values at most areas in patients with diabetes mellitus and peripheral neuropathy are higher than those in normal people, which are negatively correlated nerve conduction velocity, while positively correlated with blood glucose, TG, LDL-C and other blood lipid metabolism indexes.

**【Key words】** Diabetic mellitus; Peripheral neuropathy; Plantar pressure; Nerve conduction; Metabolic index

糖尿病是一种以高血糖为主要表现的基础代谢性疾病,长期血糖代谢紊乱会引发机体血管及神经病变,进而累及多器官功能,导致心脑血管疾病、肾脏疾病、视网膜病变、肢体感觉障碍等相关并发症发生<sup>[1-2]</sup>。糖尿病合并周围神经病变可出现麻木、疼痛、蚁走感等多种症状,亦或无临床症状出现,因运动神经病变还可出现足部肌肉萎缩、趾骨畸形、步态异常、足底局部压力增加,导致糖尿病足。已有研究指出,糖尿病合并周围神经病变是糖尿病足发生的危险因素,糖尿病足作为糖尿病患者的常见并发症,可导致足部坏疽、坏死,甚至死亡,严重威胁患者的生命健康与安全<sup>[3-4]</sup>。足底压力异常是患者下肢神经功能出现损伤的直接表现,随着糖尿病病情的加重,患者周围神经病变对足部健康状况产生的恶性影响也可能随之提升<sup>[5]</sup>。足底压力检查项目以其直观性、数据化、多维度动态化评估等特点,在糖尿病足临床诊断和病情评估中发挥关键性作用<sup>[6]</sup>。早期检测糖尿病合并周围神经病变患者的足底压力变化并分析其与神经传导及代谢指标的关系对于疾病的及时干预和预后恢复至关重要。本研究探讨糖尿病合并周围神经病变患者足底压力变化与神经传导及代谢指标之间的关系,现将结果报告如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入 2019 年 9 月~2021 年 1 月于本院就诊的糖尿病合并周围神经病变患者 93 例,将发生糖尿病足的患者设为 A 组( $n=43$ ),未发生糖尿病足的患者设为 B 组( $n=50$ ),另选择同期于本院行健康体检的 45 例正常人设为 C 组。A 组与 B 组患者

纳入标准:①糖尿病诊断与世界卫生组织发布的相关诊疗指南<sup>[7]</sup>相符,血糖检测结果显示空腹血糖(FBG) $\geq 7.0$  mmol/L,餐后 2 h 血糖(2 hPBG) $\geq 11.1$  mmol/L。②糖尿病周围神经病变诊断与《糖尿病周围神经病变诊疗规范》<sup>[8]</sup>相关诊疗标准相符,患者病史明确,结合神经症状及体征表现、生理检查综合确诊。③糖尿病足的诊断符合《糖尿病足诊治指南》<sup>[9]</sup>者。④合并基础疾病均得到良好控制。⑤精神及认知正常,临床资料保留完整者。排除标准:①合并其它类型神经系统疾病。②心、肺、肾、肝严重损伤。③近期发生脑卒中。④偏瘫、肢体残疾患者。⑤合并感染性疾病。⑥妊娠期、哺乳期女性。⑦因骨折、外伤等原因造成的肢体活动功能受限。⑧合并关节疾病、骨骼疾病、颈腰椎病变。⑨合并恶性肿瘤。C 组健康体检结果无异常,活动功能正常,各项代谢指标均处于正常范围。本研究经过医学伦理委员会的批准通过,纳入患者均签署知情同意书。

1.2 检测方法 ①足底压力:应用北京鸿泰盛健康科技有限公司生产的 GaitviewAFA-50 足底压力分析设备进行检测,指导患者以自然步态裸足走向平板,分两次记录左足、右足踏入检测有效区域内的压力变化,将足底分为第一跖骨(M1)、第二跖骨(M2)、第三跖骨(M3)、第四跖骨(M4)、第五跖骨(M5)、足跟内侧(HM)、足跟外侧(HL)、足中部(MF)、第一脚趾(T1)、第二至第五脚趾(T2~T5)共 10 个区域,分别统计 1 个步态周期内不同区域的峰值压力分布情况,取 3 次测量平均值作为最终结果。②神经传导:应用日本欧姆龙公司生产的 NC-stat DPNCheck 神经传导

速度测量仪进行检测,使患者保持静息平稳状态,分别选择正中神经、尺神经、腓总神经,测定运动神经传导速度(Motor nerve conduction velocity, MNCV)、感觉神经传导速度(Sensory nerve conduction velocity, SNCV)。③代谢指标:患者及受检者均于空腹状态下采集外周静脉血样本,离心分离得到血清,应用美国贝克曼库尔特公司生产的 AU5800 全自动生化分析仪测定血清 FBG、2hPBG、糖化血红蛋白(HbA1c)等血糖代谢指标水平以及总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)等血脂代谢指标水平。

1.3 观察指标 ①比较不同组足底压力水平差异。②比较不同组神经传导速率差异。③比较不同组代谢指标水平差异。④采用 Person 相关系数分析足底

压力测算结果与神经传导指标的相关性。⑤采用 Person 相关系数分析足底压力测算结果与血糖、血脂等代谢指标的相关性。

1.4 统计学分析 使用统计学软件 SPSS 22.0 处理数据。计数资料用率表示,行  $\chi^2$  检验;计量资料用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,行  $t$  检验。多组间比较采用重复方差分析,组间两两比较以 LSD- $t$  检验。采用 Person 相关系数分析计量资料之间的相关性。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组一般资料比较 比较 3 组性别、年龄、病程、身体质量指数(BMI)、合并疾病等基线资料,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。

表 1 3 组患者一般资料比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 The general data of the three groups were compared

| 组别           | n  | 性别    |    | 年龄(岁)      | BMI(kg/m <sup>2</sup> ) | 糖尿病病程(年)  | 合并周围神经病变病程(年) | 合并疾病  |       |       |
|--------------|----|-------|----|------------|-------------------------|-----------|---------------|-------|-------|-------|
|              |    | 男     | 女  |            |                         |           |               | 冠心病   | 高血压   | 高血脂   |
| A 组          | 43 | 23    | 20 | 49.18±5.32 | 24.01±4.31              | 9.03±1.85 | 1.53±0.7      | 6     | 53    | 9     |
| B 组          | 50 | 28    | 22 | 48.95±5.41 | 23.98±4.26              | 8.85±1.94 | 1.66±0.68     | 6     | 7     | 11    |
| C 组          | 45 | 24    | 21 | 48.86±5.65 | 23.56±4.47              | —         | —             | —     | —     | —     |
| $\chi^2 F/t$ |    | 0.087 |    | 0.040      | 0.152                   | 0.456     | 0.871         | 0.003 | 1.188 | 0.016 |
| P            |    | 0.956 |    | 0.961      | 0.859                   | 0.650     | 0.386         | 0.956 | 0.276 | 0.900 |

2.2 3 组患者足底压力指标比较 A 组、B 组左足及右足 M1、M2、M3、M4、M5、HM、HL、T1~T5 区域足底峰值压力均高于 C 组,其中 A 组各区域足底峰值压

力均高于 B 组( $P < 0.05$ );A 组、B 组、C 组左足及右足 MF 区域足底峰值压力比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2、表 3。

表 2 3 组左足不同区域峰值压力比较( $\bar{x} \pm s, N/cm^2$ )

Table 2 Comparison of peak pressures in different areas of the left foot in A group, B group, and C group

| 组别  | n  | M1                       | M2                       | M3                      | M4                      | M5                      |
|-----|----|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| A 组 | 43 | 17.31±2.27               | 16.77±3.86               | 8.68±3.33               | 8.88±2.63               | 9.08±3.58               |
| B 组 | 50 | 15.59±3.73 <sup>①</sup>  | 13.50±2.02 <sup>①</sup>  | 6.89±2.78 <sup>①</sup>  | 6.37±2.74 <sup>①</sup>  | 7.45±2.54 <sup>①</sup>  |
| C 组 | 45 | 12.07±3.12 <sup>②②</sup> | 10.26±3.23 <sup>①②</sup> | 4.13±1.49 <sup>①②</sup> | 4.47±2.14 <sup>②②</sup> | 5.72±2.20 <sup>①②</sup> |
| F   |    | 32.217                   | 48.966                   | 33.273                  | 33.732                  | 15.714                  |
| P   |    | <0.001                   | <0.001                   | <0.001                  | <0.001                  | <0.001                  |

  

| 组别  | n  | HM                       | HL                       | MF        | T1                      | T2~T5                   |
|-----|----|--------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|
| A 组 | 43 | 25.52±2.43               | 32.76±4.69               | 7.79±3.98 | 12.65±3.42              | 10.38±2.64              |
| B 组 | 50 | 23.11±3.97 <sup>①</sup>  | 28.99±3.05 <sup>①</sup>  | 8.24±3.57 | 9.90±2.15 <sup>①</sup>  | 8.48±2.46 <sup>①</sup>  |
| C 组 | 45 | 20.51±2.93 <sup>①②</sup> | 25.70±4.06 <sup>①②</sup> | 8.85±4.53 | 7.41±2.22 <sup>②②</sup> | 6.83±3.32 <sup>①②</sup> |
| F   |    | 26.683                   | 35.172                   | 0.769     | 43.617                  | 17.427                  |
| P   |    | <0.001                   | <0.001                   | 0.466     | <0.001                  | <0.001                  |

注:与 A 组比较,① $P < 0.05$ ;与 B 组比较,② $P < 0.05$

2.3 3 组患者神经传导速度比较 A 组正中神经、尺神经、腓总神经 MNCV、SNCV 均低于 B 组,B 组正中神经、尺神经、腓总神经 MNCV、SNCV 均低于 C 组( $P < 0.05$ ),见表 4。

2.4 3 组患者代谢指标比较 A 组、B 组 FBG、2hPBG、HbA1c、TG 水平均高于 C 组,其中 A 组 FBG、

2hPBG、HbA1c、TG、LDL-C 水平高于 B 组( $P < 0.05$ ),3 组 TC、HDL-C 水平组间比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 5。

2.5 糖尿病合并周围神经病变患者足底压力与神经传导的相关性分析 Person 相关性分析结果显示,糖尿病合并周围神经病变患者左足、右足足底 M1、M2、

表 3 3 组右足不同区域峰值压力比较( $\bar{x} \pm s, N/cm^2$ )

Table 3 Comparison of peak pressures in different areas of the right foot in group A, B, and C

| 组别  | n  | M1                      | M2                      | M3                     | M4                     | M5                     |
|-----|----|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| A 组 | 43 | 17.31±3.21              | 15.67±3.95              | 9.59±2.78              | 7.34±2.18              | 10.85±2.26             |
| B 组 | 50 | 14.96±2.60 <sup>①</sup> | 12.17±2.04 <sup>①</sup> | 7.43±2.99 <sup>①</sup> | 5.65±1.02 <sup>①</sup> | 8.38±3.83 <sup>①</sup> |
| C 组 | 45 | 11.69±3.40 <sup>②</sup> | 10.88±3.76 <sup>②</sup> | 5.58±2.53 <sup>②</sup> | 4.82±2.27 <sup>②</sup> | 6.11±2.92 <sup>②</sup> |
| F   |    | 37.299                  | 24.593                  | 22.879                 | 20.474                 | 25.489                 |
| P   |    | <0.001                  | <0.001                  | <0.001                 | <0.001                 | <0.001                 |

  

| 组别  | n  | HM                      | HL                      | MF        | T1                     | T2~T5                  |
|-----|----|-------------------------|-------------------------|-----------|------------------------|------------------------|
| A 组 | 43 | 26.90±3.30              | 30.36±2.27              | 8.98±3.34 | 11.08±3.41             | 11.77±2.94             |
| B 组 | 50 | 24.97±3.48 <sup>①</sup> | 28.30±3.15 <sup>①</sup> | 8.81±3.47 | 9.89±2.57 <sup>①</sup> | 9.91±2.28 <sup>①</sup> |
| C 组 | 45 | 21.24±3.70 <sup>②</sup> | 26.12±4.19 <sup>②</sup> | 9.45±4.63 | 7.49±2.10 <sup>②</sup> | 6.22±3.75 <sup>②</sup> |
| F   |    | 29.973                  | 18.106                  | 0.356     | 19.906                 | 38.639                 |
| P   |    | <0.001                  | <0.001                  | 0.701     | <0.001                 | <0.001                 |

注:与 A 组比较,①P&lt;0.05;与 B 组比较,②P&lt;0.05

表 4 3 组神经传导速度比较( $\bar{x} \pm s, m/s$ )

Table 4 Comparison of nerve conduction velocity in group A, group B, and group C

| 组别  | n  | 正中神经                    |                         | 尺神经                     |                         | 腓总神经                    |                         |
|-----|----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|     |    | MNCV                    | SNCV                    | MNCV                    | SNCV                    | MNCV                    | SNCV                    |
| A 组 | 43 | 35.67±2.35              | 38.19±2.29              | 44.03±2.49              | 43.73±2.45              | 32.68±2.48              | 30.50±3.66              |
| B 组 | 50 | 38.86±2.43 <sup>①</sup> | 40.06±2.58 <sup>①</sup> | 47.10±2.87 <sup>①</sup> | 49.26±2.67 <sup>①</sup> | 37.51±2.07 <sup>①</sup> | 34.19±3.05 <sup>①</sup> |
| C 组 | 45 | 41.33±3.17 <sup>②</sup> | 43.81±3.26 <sup>②</sup> | 50.55±2.84 <sup>②</sup> | 52.62±2.97 <sup>②</sup> | 42.82±2.36 <sup>②</sup> | 42.56±2.41 <sup>②</sup> |
| F   |    | 49.548                  | 48.369                  | 62.072                  | 10.984                  | 14.640                  | 13.409                  |
| P   |    | <0.001                  | <0.001                  | <0.001                  | <0.001                  | <0.001                  | <0.001                  |

注:与 A 组比较,①P&lt;0.05;与 B 组比较,②P&lt;0.05

表 5 3 组血糖及血脂代谢指标水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 5 Comparison of blood glucose and blood lipid metabolism index levels of group A, group B, and group C

| 组别  | n  | FBG(mmol/L)             | 2hPBG(mmol/L)           | HbA1c( $\times 10^{-2}$ ) | TC(mmol/L) | TG(mmol/L)             | HDL-C(mmol/L) | LDL-C(mmol/L)          |
|-----|----|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------------|------------------------|---------------|------------------------|
| A 组 | 43 | 12.61±2.97              | 18.27±3.21              | 9.05±2.75                 | 3.16±0.43  | 2.83±1.01              | 1.25±0.26     | 4.15±0.43              |
| B 组 | 50 | 10.23±3.83 <sup>①</sup> | 14.24±3.02 <sup>①</sup> | 7.71±2.45 <sup>①</sup>    | 3.25±0.41  | 1.71±0.65 <sup>①</sup> | 1.22±0.21     | 3.69±0.55 <sup>①</sup> |
| C 组 | 45 | 5.64±2.52 <sup>②</sup>  | 9.93±2.16 <sup>②</sup>  | 5.01±0.34 <sup>②</sup>    | 3.14±0.47  | 1.25±0.31 <sup>②</sup> | 1.23±0.15     | 2.03±0.64 <sup>②</sup> |
| F   |    | 54.888                  | 95.262                  | 41.112                    | 0.864      | 57.762                 | 0.240         | 13.598                 |
| P   |    | <0.001                  | <0.001                  | <0.001                    | 0.424      | <0.001                 | 0.787         | <0.001                 |

注:与 A 组比较,①P&lt;0.05;与 B 组比较,②P&lt;0.05

M3、M4、M5、HM、HL、T1~T5 区域峰值压力均与神经传导速率呈负相关(均  $P < 0.05$ ),MF 区域峰值压力与神经传导速率无相关关系( $P > 0.05$ )。

2.6 糖尿病合并周围神经病变患者足底压力与代谢指标相关性分析 Person 相关性分析结果显示,糖尿病足患者左足、右足足底 M1、M2、M3、M4、M5、HM、HL、T1~T5 区域峰值压力均与 FBG、2hPBG、HbA1c、TG、LDL-C 呈正相关(均  $P < 0.05$ ),与 TC、HDL-C 无相关关系(均  $P > 0.05$ ),MF 区域峰值压力与代谢指标均无相关关系( $P > 0.05$ )。

### 3 讨论

2019 年版中国糖尿病足防治指南中指出,糖尿病足的发病率在我国呈现逐年升高趋势,中老年糖尿病患者中糖尿病足发病率可高达 8.1%,且多数患者预后较差,接受截肢治疗的患者死亡率可高达 22%<sup>[10]</sup>,糖尿病足的早期防护和高危人群的管理工作现已成

为临床医学研究的重点关注内容。本研究结果显示,糖尿病足患者足底 M1、M2、M3、M4、M5、HM、HL、T1~T5 区域峰值压力较正常人明显升高,但 MF 区域压力未出现明显变化,且合并周围神经病变的糖尿病足患者足底压力上升更为显著。发生糖尿病足的周围神经病变患者可出现下肢和足部肌肉萎缩、关节活动受到影响,足底皮肤因过度角质化引发胼胝,足底脂肪等软组织发生移位,导致足底局部产生高压点<sup>[11]</sup>;除此之外,糖尿病引起的肥胖也可能导致患者行走方式出现变化,使足底压力分布不均<sup>[12-13]</sup>。万蓬勃等<sup>[14]</sup>学者研究指出,糖尿病患者足底胼胝高发于大脚趾、第 2、3、5 跖骨以及足跟区域,此区域足底负荷明显增大,本研究结果与其相近。卜月丽等<sup>[15]</sup>学者研究表明老年糖尿病患者足底压力由足跟逐渐向跖骨区域转移,而足中部并非人体行走过程中的主要受力点,因此该区域压力变化幅度较小。

糖尿病周围神经病变可出现双侧肢端对称性麻木、刺痛及感觉异常等症状,但也有部分患者可能无神经损害症状表现,仅依靠患者主观感受难以准确评估病情进展,因此还需要对神经传导效能进行进一步测定以提高诊断准确性<sup>[16]</sup>。本研究结果显示,糖尿病足患者正中神经、尺神经、腓总神经传导速率均低于正常人,患者足底除 MF 区域外其他区域峰值压力均与神经传导速率呈负相关关系。此结果表明,糖尿病足患者足底压力随神经传导速率减慢不断上升,其变化趋势可体现周围神经病变程度,高血糖对神经细胞产生的毒性作用导致神经内膜出现水肿,局部氧化应激反应加重将对神经纤维传导功能产生负面影响<sup>[17-18]</sup>,由此可见,临床应于糖尿病足发病初期通过强化健康宣教引起患者对自身足部健康的重视,结合足部减压护理、步态调整等方式延缓糖尿病足进展,预防周围神经病变发生<sup>[19]</sup>。

既往研究结果表明,病程迁延、血糖控制不佳、周围神经病变、溃疡感染面积扩大是导致糖尿病足患者预后不佳的高危因素<sup>[20]</sup>,血脂代谢异常会显著增加糖尿病发病风险,LDL-C 的水平变化与肥胖及胰岛素抵抗的发生密切相关,HDL-C 则可能通过调节胆固醇代谢进程影响胰岛素分泌,从而加大血糖控制管理难度<sup>[21-22]</sup>。本研究结果显示,糖尿病足周围神经病变患者血糖指标均高于正常人及普通糖尿病足患者,血脂代谢指标 TG、LDL-C 均偏高,患者足底压力变化与 FBG、2hPBG、HbA1c、TG、LDL-C 均呈正相关。高血糖毒性、微血管病变以及 TG 高表达可能共同形成一种特殊形式的神经毒性三联征,这或许也与糖尿病足患者血糖、血脂及神经传导速率的异常表现相关,这提示临床应针对足部压力发生变化的糖尿病患者加强血糖、血脂管理。

#### 4 结论

与普通糖尿病合并周围神经病变患者及正常人相比,糖尿病合并周围神经病变的糖尿病足患者足底压力明显偏高、神经传导速率明显降低、血糖及血脂代谢紊乱情况更严重,总体分析结果显示,患者足底大部分区域压力与神经传导速率呈负相关关系,与血糖及血脂代谢指标呈正相关关系。

#### 【参考文献】

[1] 刘曙艳,周雪红,李勇峰.沙格列汀联合二甲双胍对新诊断 2 型糖尿病患者血清炎症因子及胰岛 β 细胞功能的影响分析[J].中南医学科学杂志,2019,47(5):496-498,541.  
 [2] 那彩霞,何一飞,赵静.利格列汀对 2 型糖尿病合并肥胖患者糖

脂代谢指标及胰岛 β 细胞分泌功能的影响[J].中国临床实用医学,2020,11(2):37-40.  
 [3] FANG F, LUO Q, GE R B, *et al.* Decreased Microstructural Integrity of the Central Somatosensory Tracts in Diabetic Peripheral Neuropathy[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2021, 106(6):1566-1575.  
 [4] ASADI S, GHOLAMI M S, SIASSI F, *et al.* Beneficial effects of nano-curcumin supplement on depression and anxiety in diabetic patients with peripheral neuropathy: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial[J]. Phytother Res, 2020,34(4):896-903.  
 [5] 王爱红,石鸿雁,许樟荣.基于临床症状和体征评估糖尿病足溃疡肢体缺血严重程度的价值[J].中华糖尿病杂志,2020,12(8):585-588.  
 [6] 牛文芳,朱平,史琳涛,等.糖尿病足感染病原菌与 Wagner 分级相关性研究[J].世界临床药物,2019,40(10):71-75.  
 [7] 陈黎红.糖尿病诊断与分类新标准[J].实用医学杂志,2000,16(4):262-263.  
 [8] 胡仁明,樊东升.糖尿病周围神经病变诊疗规范(征求意见稿)[J].中国糖尿病杂志,2009,17(8):638-640.  
 [9] 国际血管联盟中国分会糖尿病足专业委员会.糖尿病足诊治指南[J].介入放射学杂志,2013,22(9):705-708.  
 [10] 王富军.中国糖尿病足防治指南(2019 版)解读[J].河北医科大学学报,2019,40(11):1241-1245.  
 [11] 沈雯琦,刘芳.步态分析在糖尿病周围神经病变患者中的研究进展[J].中华糖尿病杂志,2019,11(8):558-561.  
 [12] 钟慧敏,黄萍.不同体质量指数正常人的足底压力特征[J].中国组织工程研究,2017,21(23):3730-3735.  
 [13] 黄鑫,陈永强,徐国良,等.脂肪组织 DNA 甲基化与糖尿病和肥胖的发生发展[J].遗传,2019,41(2):98-110.  
 [14] 万蓬勃,赵旭梅,弓太生,等.糖尿病患者足部异常状况和足底压力特征研究[J].中国皮革,2019,48(1):34-42,48.  
 [15] 卜月丽,王芳,张建国,等.老年糖尿病患者的足底压力及步态特征[J].中国组织工程研究,2020,24(5):736-740.  
 [16] 赵丽丽,王晓玲.心电图在糖尿病并发周围神经病变中的诊断价值[J].中国药物与临床,2019,19(2):82-84.  
 [17] 戴琴,徐骁.温阳活血方治疗糖尿病周围神经病变临床研究[J].陕西中医,2020,41(1):70-72.  
 [18] 胡培,肖彬,薛锐,等.超声联合神经传导速度对糖尿病周围神经病变神经损害特点的研究[J].中国医师进修杂志,2019,42(4):338-344.  
 [19] 孙晓,张瑾.糖尿病足患者健康教育研究进展[J].护理学杂志,2019,34(5):113-117.  
 [20] 陈金逸,邓启华,陈宗存,等.糖尿病足溃疡患者近期预后的相关危险因素调查分析[J].中国卫生统计,2019,36(2):58-59,63.  
 [21] 薛婧,邓晓慧,宋丽清,等.老年 2 型糖尿病患者血脂与胰岛素抵抗及胰岛 β 细胞功能的关系[J].医学研究杂志,2019,48(5):94-97,133.  
 [22] 刘少博,从祥丰,徐婷玲,等.中国 8 省市成人血脂与糖尿病前期及糖尿病发病关系的前瞻性队列研究[J].中国健康教育,2020,36(5):10-14.

(收稿日期:2021-11-17;修回日期:2022-03-09;编辑:王小菊)