

·临床研究·

非糖尿病人群足底压力的研究

严 励,王永慧,杨 川,肖辉盛,陈黎红,戚以勤,程 桦
(中山大学附属二院内分泌科,广东 广州 510120)

摘 要【目的】探讨非糖尿病人群足底压力的峰值、分布情况,及与性别、体质量、体质量指数(BMI)、胼胝、穿鞋习惯的关系。【方法】受试者 138 人,均行口服葡萄糖耐量试验(OGTT)排除糖尿病。所有受试者脱鞋袜,以平常步态行走,用足底压力测量仪一步法测量两脚各 5 次动态足底压力。将足底分为 10 个区域:第 1 趾,第 2 趾,第 3-5 趾,第 1、2、3、4、5 跖骨头,足弓,足跟。计算 5 次测量的平均足底最大峰值压力(MPP)和各部位平均最大压力。【结果】MPP 值为(385.0±90.2) kPa。足底压力分布由大到小依次为第 2 跖骨头>第 3 跖骨头>第 1 趾>足跟>第 4 跖骨头>第 1 跖骨头>第 5 跖骨头>第 2 趾>足弓>第 3-5 趾。男女之间 MPP 无统计学意义,男性第 1 跖骨头和第 1 趾区域压力高于女性。体质量和体质量指数 BMI 与 MPP 不相关,但与某些足底压力相关。有胼胝者足底压力较无胼胝者高。【结论】正常人足底压力分布:由大到小依次为第 2 跖骨头>第 3 跖骨头>第 1 趾>足跟>第 4 跖骨头>第 1 跖骨头>第 5 跖骨头>第 2 趾>足弓>第 3-5 趾。两脚的 MPP 和压力分布无明显差异。男女之间 MPP 无差别,但压力分布不同。体质量和 BMI 不影响 MPP,但增加某一区域的足底压力。胼胝与足底压力增加密切相关。

关键词:足底压力;足底最大峰值压力;胼胝

中图分类号:R587.2

文献标识码:A

文章编号:1672-3554(2006)02-0197-03

Plantar Pressure in Non-Diabetic Population

YAN Li, WANG Yong-hui, YANG Chuan, XIAO Hui-sheng, CHEN Li-hong, QI Yi-qin, CHENG Hua
(Department of Endocrinology, Second Affiliated Hospital, SUN Yat-sen University, Guangzhou 510120, China)

Abstract :【Objective】To investigate the peak value of foot plantar pressure and its distribution, and the relationship between these two parameters and sex, body weight, body weight index, plantar callus, and the habit of foot wearing.【Methods】A total of 138 non-diabetes were conducted oral glucose tolerance test (OGTT) and recruited by the 1999 WHO criteria. Each people with barefoot and normal gait was analyzed by the EMED-AT system (Novel, Germany) by the "first step approach". Each trial included at least five acceptable separate barefoot walks across the EMED-AT system for each foot. Using the EMED software, the whole foot was divided into ten "mask", including the heel, midfoot, the first, second, third, fourth, fifth metatarsals, hallux, second toe and the third-fifth toes.【Results】The mean of MPP (maximum peak pressure) was 385.0 ± 90.2 kPa. The distribution of plantar pressure: the second metatarsals > the third metatarsals > hallux > heel > the fourth metatarsals > the fifth metatarsals > the second toe > midfoot > the third-fifth toes. MPP were equal in male and female with pressures in the fifth metatarsals and hallux areas of feet being higher in male than in female. Plantar callus increased MPP.【Conclusion】The distribution of plantar pressure: the second metatarsals > the third metatarsals > hallux > heel > the fourth metatarsals > the fifth metatarsals > the second toe > midfoot > the third-fifth toes. MPP were equal in male and female, while the distribution were different in some areas of foot. Body weight and BMI were not related with MPP, but they increased plantar pressure in some areas of foot. Plantar callus increased MPP.

Key words: plantar pressure; maximum peak pressure; callus

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci), 2006, 27(2):197-199, 202]

收稿日期 2005-09-25

基金项目:广东省科技攻关项目(2002C30503);广州市科技攻关项目(2002Z3-E0171);卫生部重点学科建设基金资助项目(2004)

作者简介:严 励(1961-),女,广东化州人,硕士,教授.E-mail:HFXYL@163.net

了解正常人足底压力的正常值和分布对于评价糖尿病患者足底压力是否正常具有重要意义。本研究采用目前国际上最先进的足底压检测分析系统 (Novel pedar-c Expert, Novel emed-AT 和 Novel win Software) 探讨了中国人足底压力的正常值范围和分布情况及影响因素,为进一步研究糖尿病人的足底压力和建立足底受力异常的矫正系统打下基础。

1 材料与方法

1.1 研究对象

138 例受试者进入本研究,根据 1999 年 WHO 标准排除糖尿病。年龄 18 岁;无严重肝、肾功能损害及胃肠吸收功能不良,排除其他原因引起的神经病变(尿毒症性神经病变、酒精性神经病变、脑血管意外等)。无明显行走不稳、间歇性跛行、视物模糊;无下肢截肢史、足部活动溃疡史;精神病不能配合者除外。

1.2 方法

所有受试者询问病史并体检,记录年龄、性别、身高、体质量、体质量指数 (body mass index, BMI) 血压等指标。所有受试者行 75 g 口服葡萄糖耐量试验:于空腹及服葡萄糖后 120 min 静脉取血测定血糖。所有受试者均脱鞋袜,以平常步态行走,用足底压测量仪(德国 Novel 公司生产的 EMED-AT 平台系统,传感器 2 cm²)一步法测量两脚各 5 次动态足底压力。将足底分为 10 个区域:第 1 趾、第 2 趾、第 3~5 趾、第 1、2、3、4、5 跖骨头、足弓、足跟。计算 5 次测量的平均足底最大峰值压力(maximum peak pressure, MPP)和各部位平均最大压力。所有受试者检查足底有无胼胝,记录受试者日常生活中大多数时间的穿鞋习惯,分为运动鞋、圆头皮鞋、尖头皮鞋、高跟皮鞋 4 类。

1.3 统计学分析

正态分布资料数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,非正态分布资料取自然对数,使之正态化后进行分析。正态分布变量两组间分析采用 t 检验,正态分布变量多

组间比较采用单因素方差分析。P 值显著性水准为 0.05。统计分析用 SPSS 11.0 统计软件包完成。

2 结果

2.1 一般资料

年龄(40.1 ± 4.6)岁,身高(162.2 ± 7.5)cm,体质量(58.7 ± 5.7)kg, BMI(22.3 ± 2.9)kg/m²,空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)(5.22 ± 0.32)mmol/L,餐后血糖(postprandial plasma glucose, PBG)(5.92 ± 0.22)mmol/L,血压(113 ± 8/73 ± 4)mmHg。男 47 例,年龄(40.7 ± 1.6)岁,体质量(66.1 ± 3.5)kg, BMI(22.9 ± 1.8)kg/m²,女 91 例,年龄(39.9 ± 3.2)岁,体质量(55.3 ± 2.6)kg, BMI(21.9 ± 1.7)kg/m²,男女体质量差异有显著意义,但 BMI 的差异无显著意义。

2.2 正常人足底压力的大小和分布

2.2.1 正常人足底压力的大小 MPP 的平均值为(385 ± 90)kPa,参考值范围为 199.6 ~ 565.4 kPa。

2.2.2 正常人足底压力的分布 第 2 跖骨(289 ± 78)kPa > 第 3 跖骨(277 ± 79)kPa > 第 1 趾(271 ± 97)kPa > 足跟(232 ± 53)kPa > 第 4 跖骨(226 ± 58)kPa > 第 1 跖骨(190 ± 48)kPa > 第 5 跖骨(186 ± 24)kPa > 第 2 趾(153 ± 44)kPa > 足弓(120 ± 26)kPa > 第 3~5 趾(99 ± 37)kPa。

2.2.3 男女间足底压力大小及分布 男性 MPP 为(383 ± 81)kPa;女性 MPP 为(386 ± 94)kPa。男女之间 MPP 差异无统计学意义。男性足底压力的分布:第 1 趾 > 第 2 跖骨 > 第 3 跖骨 > 足跟 > 第 1 跖骨 > 第 4 跖骨 > 第 5 跖骨 > 第 2 趾 > 足弓 > 第 3~5 趾。女性足底压力的分布:第 2 跖骨 > 第 3 跖骨头 > 第 1 趾 > 足跟 > 第 4 跖骨 > 第 5 跖骨 > 第 1 跖骨 > 第 2 趾 > 足弓 > 第 3~5 趾。男女之间足底压力在第 1 跖骨和第 1 趾地区差异有统计学意义(见表 1)。

2.2.4 不同 BMI 间足底压力的比较 BMI < 18 者(7 例)MPP 为(334.5 ± 93.2)kPa, BMI 18.0 ~ 24.9 (98 例)MPP 为(392.7 ± 90.1)kPa, BMI ≥ 25 者(33 例)MPP 为(372.3 ± 89.1)kPa。MPP 在 3 组间差异无统计学意义。

表 1 正常人性别间各部位足底压力分布

Table 1 The plantar pressure distribution between sex in normal person

(kPa)

	Heel	Instep	1stM	2ndM	3rdM	4thM	5thM	1st toe	2nd toe	3rd-5th
Male	207 ± 52	89 ± 23	193 ± 36	277 ± 55	262 ± 39	186 ± 42	163 ± 29	295 ± 58	113 ± 27	84 ± 21
Female	217 ± 42	86 ± 29	162 ± 44	296 ± 57	277 ± 40	194 ± 53	165 ± 67	254 ± 68	109 ± 23	79 ± 22

M: metatarsal

2.2.5 胼胝对足底压力的影响 有胼胝者(26例)MPP为(440.3±18.9)kPa;无胼胝者(112例)MPP为(375.1±80.8)kPa。两组之间MPP差异有统计学意义。

2.2.6 不同穿鞋习惯对足底压力的影响 运动鞋(19例)MPP为(406.2±93.4)kPa。穿圆头皮鞋(89例)MPP(371.0±80.9)kPa。穿尖头皮鞋(16例)MPP(397.4±71.5)kPa。穿高跟鞋(14例)足底压力MPP(448.8±140.5)kPa。其中穿圆头皮鞋组和穿高跟鞋组之间MPP差异有统计学意义。

3 讨 论

3.1 足底压力测定的影响因素和意义

当足踏在压力平台上时,压力平台和足受力是相等的,通过压力传感器可将信号输送到软件系统,经过计算可得出足各部位压力大小。影响足底压力测量值的原因很多,主要有:受仪器元件大小的影响:感受器越小,在相同区域记录出的压力越大;组织血供、糖基化组织的数量及疤痕;时间—压力、剪切力;活动程度、鞋、袜和鞋垫等。目前仅有少数几篇有关我国国人足底压力的研究报告,但均采用自行研制的足底压力仪^[1]。本研究采用目前国际上最先进的足底压检测分析系统探讨正常国人的足底压力参数,为进一步研究糖尿病人的足底压力和建立足底受力异常的矫正系统打下基础。

3.2 本组足底压力峰值与分布特点

本研究发现正常人平均足底压力峰值为385kPa,正常值范围为199.6~565.4kPa。这与国外报道的结果相比偏低,Cavanagh等^[2]报道的正常人的MPP为700.1kPa,Fernando等^[3]报道的正常人的MPP为560kPa。本组正常国人足底压力分布与国内袁刚等^[1]报道的结果大致相同:在动态时各部位最大压力由大到小依次为第2跖骨头、足跟、第1跖骨头、第1趾、第3~5跖骨头、第2趾、足弓、第3~5趾,前足压力在第2跖骨头最高、第3~5跖骨头依次降低,足趾压力由第1趾到第5趾依次降低。但与国外报道的结果有所不同,国外研究显示正常人足底最大压力位于第1跖骨头。正常国人足底压力的大小及分布与国外报道不同,可能与种族差异或生活习惯不同(如走路习惯,穿鞋不同)有关。

3.3 足底压力的影响因素

国外研究^[4]发现年龄非常小的儿童足底压力的大小与分布与成年人不同,这可能是由于儿童的肌肉和骨骼的大小与成年人不同。年龄在2~3岁的儿童在行走过程中,足底所有解剖结构区的压力大小接近成人的1/3。到4岁时,足底压力的大小及分布特征接近成年人。随着年龄的增加,由于足表面、关节活动度、本体感受器的改变,肌肉、足底脂肪垫的萎缩,鹰状趾、锤状趾的增多,可导致老年人的足底压力升高。但足底压的大小还与行走速度有关,行走速度越快足底压力越高,这是因为行走速度越快垂直于地面的反作用力越大。统一穿步行鞋或赤足用不同的速度(57、80、97 m/min)行走10 m,测定8个解剖区域的压力、接触面积,步速快时除了足弓和外侧跖骨头外足底的各个地区压力均升高,这主要是因为足跟、第2~4跖骨头、脚趾的压力升高所致^[5,6]。

本研究结果显示男女性之间足底压力大致相等,但男女性足底压力分布略有不同,第1跖骨头和第1趾地区男性足底压力较女性高。本研究显示不同MPP间无显著性差异,提示在正常中国人中体质量和BMI并非足底压力大小的决定因素。但体质量、BMI影响足底压力的分布:体质量、BMI降低足跟地区的承重,增加足弓、前足、足趾地区的承重。足底所承受的力是由体质量决定,体质量越重,足底所承受的力越大,但由于压力大小与接触面积有关,故并非高体质量者足底压力一定高。国外也有报道BMI与足底压力不相关,并认为有高BMI的个体皮下组织可更厚,结果导致足底压力更低^[7]。有学者^[1]发现正常人中体质量与足底压力的相关系数为0.36,提示仅<14%足底压力来源于体质量。

许多研究发现足底有胼胝者足底压力明显高于没有胼胝者^[8,9]。本研究亦发现足底有胼胝的正常人MPP高于没有胼胝者。压力承重下不断发展的过度角化形成胼胝,胼胝又反过来进一步增加足底压力。日常生活中不同的穿鞋习惯对足底压力也有影响,合适的鞋子可降低足底压力,而不合适的鞋子可增加足底压力。本研究发现高跟鞋鞋组MPP明显大于其他3组,与圆头皮鞋组相比差异有显著意义。提示在日常生活中,应建议高MPP者不要穿高跟鞋,以降低足底压力。

足底压力在个体间差异很大,且受众多因素的影响,要准确反映我国正常人足底压力的大小、

(下转第202页 to page 202)

长效青霉素 240 万,每周 1 次,连用 3 次治疗,治疗成功率为 98.2%。本研究使用长效苜星青霉素治疗妊娠期梅毒,分娩正常新生儿成功率 94.6%,与国外报道类似^[2,3]。这表明只要医务工作者积极劝告患者进行足量正规的青霉素治疗,绝大多数可获得正常的新生儿,并大大降低围产儿死亡率。国内外的研究均显示,青霉素对妊娠期梅毒的治疗效果很好,在孕早期效果最佳^[2],但潜伏梅毒患者占绝大多数^[3-5],仅根据临床表现难以诊断,这提示及时进行梅毒血清学筛查诊断十分重要。大多数学者认为,妊娠期梅毒筛查是诊断的必要手段^[4],故应大力提倡在孕期第一次检查时进行梅毒血清学筛查,以便制定规范有效的治疗方案。

Peeling 等^[5]报道梅毒是引起不良妊娠结果的首要因素。梅毒螺旋体主要通过以下两个途径影响胎儿,一是经过胎盘及脐静脉血进入胎儿体内,发生胎儿梅毒,累及胎儿的各器官系统;二是感染胎盘,发生小动脉内膜炎,形成多处梗死灶,导致胎盘功能严重障碍,造成流产、死胎、死产、早产、新生儿死亡及先天梅毒^[4,5]。本文结果显示,观察组的新生儿 RPR 阳性率(20.6%,34/165)高于观察组(2.87%,5/174);观察组妊娠梅毒患者所生婴儿中 6 例为患儿,其母均为潜伏梅毒,先天梅毒发生率为 3.64%(6/165);观察组孕妇梅毒患者中 5 例血清学阳性患儿中有 1 例长骨 X-ray 阳性,其

母为梅毒血清试验持续阳性者,先天梅毒发生率为 0.57%(1/174),观察组先天梅毒发生率明显高于观察组,表明抗梅毒治疗能有效地控制新生儿先天梅毒的发生^[3,4]。

参考文献:

- [1] ALEXANDER J, SHEFFIRLD J, SANCHEZ P, et al. Efficacy of treatment for syphilis [J]. *Obstet Gynecol*, 1999,93(1):5- 8.
- [2] 沈汝刚,张玲美. 妊娠梅毒和先天梅毒[J]. *国外医学妇幼保健分册*, 2003,14(6):351- 354.
- [3] BERMAN S M. Maternal syphilis: pathophysiology and treatment[J]. *Bull World Health Organ*, 2004, 82(6): 433- 438.
- [4] MAVROV G I, GOUBENKO T V. Clinical and epidemiological features of syphilis in pregnant women: the course and outcome of pregnancy[J]. *Gynecol Obstet Invest*,2001,52(2):114- 118.
- [5] LABBE A C, MENDONCA A P, ALVES A C, et al. The impact of syphilis, HIV - 1, and HIV - 2 on pregnancy outcome in Bissau, Guinea-Bissau[J]. *Sex Transm Dis*, 2002, 29(3):157- 167.
- [6] PEELING R W, YE H. Diagnostic tools for preventing and managing maternal and congenital syphilis: an overview[J]. *Bull World Health Organ*, 2004, 82(6): 439- 446.

(编辑 张恩健)

(上接第 199 页 from page 199)

分布及影响因素,还需扩大样本量行进一步研究。

参考文献:

- [1] 袁刚,张木勋,张建华.糖尿病患者足底压力研究[J]. *中国糖尿病杂志*, 2002, 10(5):262- 264.
- [2] CAVANAGH PR, SIMS DS Jr, SANDERS LJ. Body mass is a poor predictor of peak plantar pressure in diabetic men [J]. *Diabetes Care*, 1991,14(8): 750- 755.
- [3] FERNANDO D J, MASSON E A, VEVES A, et al. Relationship of limited joint mobility to abnormal foot pressures and diabetic foot ulceration [J]. *Diabetes Care*, 1991, 14(1): 8- 11.
- [4] ELEFTHERIOS K. Plantar pressure distribution during barefoot standing, walking and landing in preschool boys[J]. *Gait and Posture*, 2001, 14(2):92- 97.
- [5] BURNFIELD J M, FEW C D, MOHAMED O S, et al. The influence of walking speed and footwear on plantar pressures in older adults [J]. *Clin Biomech (Bristol,*

Avon), 2004, 19(1):78- 84.

- [6] ABOUAESHA F, van SCHIE C H, GRIFFITHS G D, et al. Plantar tissue thickness is related to peak plantar pressure in the high-risk diabetic foot [J]. *Diabetes Care*, 2001, 24(7): 1270- 1274.
- [7] GRAVANTE G, RUSSO G, POMARA F, et al. Comparison of ground reaction forces between obese and control young adults during quiet standing on a baropodometric platform [J]. *Clinical Biomechanics*, 2003, 18(8):780- 782.
- [8] MURRAY H J, YOUNG M J, HOLLIS S, et al. The association between callus formation, high pressure and neuropathy in diabetic foot ulceration[J]. *Diabet Med*, 1996, 13(11): 979- 982.
- [9] YOUNG M J, CAVANAGH P R, THOMAS G, et al. The effect of callus removal on dynamic plantar foot pressures in diabetic patients[J]. *Diabet Med*, 1992,9(1): 5- 7.

(编辑 张恩健)