

·运动人体科学·

## 脑力、体力劳动者足底压力参数分布特征及评定

张庆来<sup>1</sup>, 刘学贞<sup>2</sup>, 陈丰才<sup>1</sup>, 李继伟<sup>1</sup>

(1.山东理工大学 体育学院, 山东 淄博 255049; 2.北京体育大学 运动生物力学教研室, 北京 100084)

**摘 要:** 通过分析脑力、体力劳动者自然行走过程中峰力值(max force, MF)、达峰力值时间(time to max force)、冲量(impulse)等参数特征, 探讨职业对足底压力分布的影响。采用比利时 Footscan USB2 平板式足底压测试系统对 50 名普通健康脑力劳动者和 63 名普通健康体力劳动者进行自然行走过程中动态足底压力测试。结果显示: 脑力、体力劳动者左脚 Toe<sub>1</sub>、Toe<sub>2-5</sub>、Heel Lateral 区域平均峰力值(MF)存在显著性差异, 右脚 Mid foot、Meta5 区域 MF 差异存在非常显著性( $P < 0.01$ ), 左、右双足平均峰力值(MF)最大值均出现在足跟内侧(Heel Medial)。脑力、体力劳动者足底各区域达峰力值的时间(TMf), 左右双足差异均存在非常显著性( $P < 0.01$ )。脑力劳动者与体力劳动者行走过程中左足在 Toe<sub>1</sub>、Toe<sub>2-5</sub>、Meta<sub>1</sub>、Heel Medial、Heel Lateral 区域的冲量(Impulse, IP), 体力劳动者明显大于脑力劳动者且具有显著性差异( $P < 0.01$ ), 体力劳动者与脑力劳动者的足底 MF 与足弓接触面积及足角度存在不同程度的相关。结果说明: 脑力劳动者与体力劳动者行走过程中左右双足的平均峰力值、接触面积、冲量等参数都存在不同程度的差异, 可能与长期从事的职业不同有关, 建议经常进行体育锻炼或定制矫形鞋垫, 可以缓解足底压力高压区的过度集中, 不断维护足健康水平。

**关键词:** 足底压力; 峰力值; 达峰力值时间; 冲量; 脑力劳动者; 体力劳动者

中图分类号: G804.6 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2008)11-0100-06

### Characteristic of distribution of and evaluation of parameters of pressure of the foot sole of brain and physical workers

ZHANG Qing-lai<sup>1</sup>, LIU Xue-zhen<sup>2</sup>, CHEN Feng-cai<sup>1</sup>, LI Ji-wei<sup>1</sup>

(1. Department of Physical Education, Shandong Technology University, Zibo 255049, China;

2. Department of Sports Biomechanics, Beijing Sport University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** By analyzing characteristics of such parameters as Peak Force (PF), Time to Peak Force (TPF) and Impulse of brain and physical workers during natural walking, the authors probed into the effects of occupations on the distribution of pressure of the foot sole. By using flat panel type FOOTSCAN USB2 foot sole pressure test system made in Belgium, the authors performed a dynamic foot sole pressure test on 50 ordinary healthy brain workers and 63 ordinary healthy physical workers during natural walking, and revealed the following findings: between brain and physical workers, there is a significant difference in the average PF of Toe<sub>1</sub>, Toe<sub>2-5</sub> and Heel Lateral areas of the left foot, there is a very significant difference ( $P < 0.01$ ) in PF of Mid Foot and Meta<sub>5</sub> areas of the right foot, and the maximum value of the average PK of the left and right feet occurs at Heel Medial; there is a very significant difference ( $P < 0.01$ ) in TPF in various areas of the foot sole of the left and right feet between brain and physical workers; during walking, the Impulse of Toe<sub>1</sub>, Toe<sub>2-5</sub>, Meta<sub>1</sub>, Heel Medial and Heel Lateral areas of the left foot of physical workers is significantly greater than the same of brain workers ( $P < 0.01$ ); PF of the foot sole of physical and brain workers is correlative with instep contacting area and foot angle to different extents. The said findings indicate that there is a difference to different extents in such parameters as average PF, Contacting Area and Impulse of the left

收稿日期: 2008-02-23

作者简介: 张庆来 (1975-), 男, 讲师, 硕士, 研究方向: 运动生物力学与体质健康。

and right feet between brain and physical workers, which might relates to the difference of occupations they engage in for a long period of time. The authors suggested that doing physical exercises on a regular basis or wearing a custom made orthopedic insole can release over concentration of foot sole pressure in high pressure areas, and constantly maintain the level of foot health.

**Key words:** foot sole pressure; peak force; time to peak force; impulse; brain worker; physical worker

步行是人类最基本、最简单的运动形式之一, 人体步行过程中的双足起着至关重要的作用, 美国足部医学会的研究报告显示, 一个正常人每天平均大约要行走 8 000 步, 人一生所走的距离约为地球周长两周半以上, 而在步行时足部所承受的地面反作用力达到 1.5 倍体重, 跑步时更达到 3~4 倍体重<sup>[1]</sup>。国内外对正常人群足底压力的研究已开展多年, 但对于足底压力特征的描述, 不同学者测试结果及研究观点也有所不同。国内学者严励等<sup>[2]</sup>对 138 名非糖尿病受试者进行足底压力测试指出, 正常人平均最大峰值压力(MPP)为  $(385 \pm 90)$  kPa, 而 Cavanagh 等<sup>[3]</sup>报道的正常人的 MPP 为 700.1 kPa, Fernando 等<sup>[4]</sup>报道的正常人的 MPP 为 560 kPa。严励等<sup>[2]</sup>指出正常人足底压力的分布规律为: 第 2 跖骨  $(289 \pm 78)$  kPa > 第 3 跖骨  $(277 \pm 79)$  kPa > 第 1 趾  $(271 \pm 97)$  kPa > 足跟  $(232 \pm 53)$  kPa > 第 4 跖骨  $(226 \pm 58)$  kPa > 第 1 跖骨  $(190 \pm 48)$  kPa > 第 5 跖骨  $(186 \pm 24)$  kPa > 第 2 趾  $(153 \pm 44)$  kPa > 足弓  $(120 \pm 26)$  kPa > 第 3~5 趾  $(99 \pm 37)$  kPa。而袁刚等<sup>[5]</sup>报道: 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。行走时, 足底最大压力主要位于第 2 跖骨(57%)和跟骨(16%), 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<sup>[6]</sup>。步行时足底与支撑面之间的压力分布反映了下肢乃至全身的生理、结构和功能等方面的信息, 人体下肢骨关节的创伤、畸形、肿瘤、感染、神经系统疾病, 甚至精神状态都会不同程度地影响人体的步态。当前, 步态分析已成为生物力学领域的研究热点, 步态分析(gait analysis)是利用力学概念, 结合人体解剖和生理学知识对人体行走功能进行对比分析的一种生物力学研究方法<sup>[7]</sup>。本文通过对脑力劳动者和体力劳动者进行足底压力测量与对比分析, 探索足底压力参数的分布规律, 为临床医疗诊断、疗效评估、矫形处方、权益保障和体育锻炼等提供借鉴。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 对象

本研究测试对象采用随机抽样的方式, 抽取山东

理工大学教师 30 名, 行政办公人员 20 名, 其中, 男 32 人, 女 18 人, 年龄 35~45 岁, 此部分受试者作为脑力劳动者(brain worker, BW)的代表; 另外, 在某建筑工程队抽取 46 名建筑工和校园绿化工人 17, 其中, 男 43 人, 女 20 人, 年龄 22~48 岁, 此部分受试者作为体力劳动者(manual worker, MW)的代表。所有受试者经询问和目测无糖尿病史, 无足部畸形、异常步态和严重足部外伤史, 测试期间足踝关节活动正常。测试时间为 2006 年 8~10 月。

### 1.2 方法

受试者测试过程中均脱鞋(赤脚或穿薄袜), 以个人平常步态自然行走, 采用一步法, 即每次行走过程只测试单足, 测量左右双足各 3 次动态足底压力。测试采用 Footscan USB2 平板式足底压测试系统(比利时 RSscan 公司生产, 传感器:  $4/\text{cm}^2$ )。测试完成后对所有受试者进行问卷调查及口头咨询, 主要涉及日常穿鞋类型、足部健康状况以及对足健康的认知情况等。

### 1.3 数据处理

数据采集与分析采用配套软件 footscan SOFTWARE 7.0, 分析过程将足底分为图 1 所示的 10 个区域: Toe<sub>1</sub>(第 1 趾, T<sub>1</sub>)、Toe<sub>2-5</sub>(第 2~5 趾, T<sub>2-5</sub>)、Meta<sub>1</sub>(第 1 跖骨, M<sub>1</sub>)、Meta<sub>2</sub>(第 2 跖骨, M<sub>2</sub>)、Meta<sub>3</sub>(第 3 跖骨, M<sub>3</sub>)、Meta<sub>4</sub>(第 4 跖骨, M<sub>4</sub>)、Meta<sub>5</sub>(第 5 跖骨, M<sub>5</sub>)、Mid foot(足中部或足弓, Mf)、Heel Medial(足跟内侧, HM)、Heel Lateral(足跟外侧, HL)。计算 3 次测量每个区域的平均峰力值(Maximum Force, MF)、达峰力值时间(Time to Maximum Force, TMF)、冲量(Impulse, IP)、足弓接触面积(Surface, Sf)、足的角度(Foot Axis Angle, FA)。

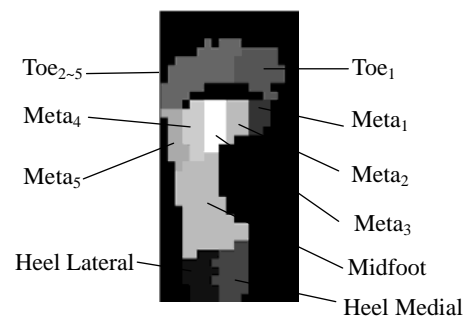


图 1 足底压力区域划分

所有数据分析均采用 SPSS11.0 统计软件包完成, 正态分布变量脑力、体力劳动者组间分析采用独立样本  $t$  检验, 同组左、右足压力参数比较采用配对  $t$  检验, 结果均以  $\bar{x} \pm s$  表示, 采用 Pearson 双尾相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 脑力、体力劳动者足底各区域 MF 分布

从表 1 可知, 脑力、体力劳动者左脚 Toe<sub>1</sub>、Toe<sub>2-5</sub>、

Heel Lateral 区域平均峰值力值(MF)差异存在显著性, 脑力、体力劳动者右脚 Mid foot、Meta<sub>5</sub> 区域 MF 差异存在非常显著性( $P<0.01$ )。另外, 脑力劳动者左右双足除 Toe<sub>2-5</sub>、Meta<sub>3</sub>、Meta<sub>4</sub> 区域以外, 其他 7 个区域 MF 差异存在非常显著性( $P<0.01$ ), 而体力劳动者只有 Meta<sub>2</sub>、Heel Lateral 2 个区域有差异外, 其他 8 个区域 MF 差异均无显著性( $P>0.05$ )。

表 1 脑力、体力劳动者足底各区域 MF ( $\bar{x} \pm s$ ) 分布

部位	脑力劳动者(n=50 名)		体力劳动者(n=63 名)		N
	左脚	右脚	左脚	右脚	
Toe <sub>1</sub>	95.87±31.49	114.86±45.72 <sup>1)</sup>	158.81±41.20 <sup>4)</sup>	144.43±53.50	
Toe <sub>2-5</sub>	25.32±11.23	29.87±11.46	49.89±17.66 <sup>4)</sup>	53.17±22.59	
Meta <sub>1</sub>	75.65±26.55	124.68±38.54 <sup>2)</sup>	100.61±41.44	128.68±45.25	
Meta <sub>2</sub>	122.67±36.82	158.43±41.27 <sup>2)</sup>	119.64±40.17	150.48±36.39 <sup>1)</sup>	
Meta <sub>3</sub>	138.24±35.24	140.13±36.58	129.98±33.69	131.23±30.24	
Meta <sub>4</sub>	106.88±37.75	103.79±28.31	103.28±37.03	104.72±42.76	
Meta <sub>5</sub>	81.22±30.59	46.55±20.14 <sup>2)</sup>	81.06±31.77	69.47±25.00 <sup>4)</sup>	
Mid foot	120.33±41.56	71.65±24.35 <sup>2)</sup>	114.09±48.78	104.89±58.88 <sup>3)</sup>	
Heel Medial	194.97±43.21	214.58±41.87 <sup>2)</sup>	220.29±44.49 <sup>4)</sup>	228.93±31.69	
Heel Lateral	164.25±43.87	186.19±40.77 <sup>2)</sup>	180.98±31.69	196.92±36.91 <sup>1)</sup>	

左、右脚比较: 1) $P<0.01$ , 2) $P<0.05$ ; 脑力、体力劳动者比较: 3) $P<0.05$ , 4) $P<0.01$

结果表明, 脑力、体力劳动者左、右双足平均峰值力值(MF)最大值均出现在足跟内侧(Heel Medial)。脑力劳动者左足 MF 从大到小前 3 位依次是 Heel Medial((194.97 ± 43.21) N)>Heel Lateral((164.25 ± 43.87) N)>Meta<sub>3</sub>((138.24 ± 35.24) N); 脑力劳动者右足 MF 从大到小前 3 位依次是 Heel Medial((214.58 ± 41.87) N)>Heel Lateral((186.19 ± 40.77) N)>Meta<sub>2</sub>((158.43 ± 41.27) N)。体力劳动者左脚从大到小依次是 Heel Medial ((220.29 ± 44.49) N)>Heel Lateral((180.98 ± 31.69) N)>Toe<sub>1</sub>((158.81 ± 41.20) N); 体力劳动者右脚从大到小依次是 Heel Medial((228.93 ± 31.69) N)>Heel Lateral((196.92 ± 36.91) N)>Meta<sub>2</sub>((150.48 ± 36.39) N), 由此可知, 脑力、体力劳动者在行走过程中在支撑脚落地阶段足的受力是一致的, MF 均出现在足跟区域, 但当支撑过程结束即蹬离地面时, 两人群的足底受力出现差异, 脑力劳动者 MF 主要集中在第 2、3 跖骨, 而体力劳动者 MF 主要集中在大拇趾, 两人群左右双足平均峰值力值(MP)最小值均分布在 Toe<sub>2-5</sub> 区域。这可能与平时工作时不同职业者足的用力方式不同有关。

### 2.2 脑力、体力劳动者足底各区域 TMF 分布

从表 2 可知, 脑力、体力劳动者足底各区域达峰

力值的时间(TMf), 左右双足差异均存在非常显著性( $P<0.01$ )。而脑力劳动者左、右足各区域 TMF 差异无显著, 体力劳动者只有在 Meta<sub>5</sub>、Mid foot、Heel Lateral 3 个区域左右足 TMF 差异有非常显著性( $P<0.01$ )。足底各区域达峰力值的时间与压力值有一定关系, 王永慧等<sup>[6]</sup>研究表明, MPP、足跟和第 1~3 跖骨压力与足跟地面的接触时间呈负相关, 足弓部位的压力与足跟地面的接触时间呈正相关, 其中 20~29 岁组, 足底接触时间足跟<足弓<总足趾<前足。本研究结果显示, 脑力、体力劳动者足底各区域达峰力值的时间(TMf), 左右双足差异均存在非常显著性( $P<0.01$ )。足底各区域达峰力值时间按照行走过程中足底接触地面顺序呈依次递增趋势, 即达峰力值时间足跟<足弓<跖骨<脚趾, 且脑力、体力劳动者人群左右足的此变化规律基本一致。

### 2.3 脑力、体力劳动者足底各区域 IP 分布

从表 3 可知, 脑力劳动者与体力劳动者行走过程中左足在 Toe<sub>1</sub>、Toe<sub>2-5</sub>、Meta<sub>1</sub>、Heel Medial、Heel Lateral 区域的冲量(IP)体力劳动者明显大于脑力劳动者且差异具有非常显著性( $P<0.01$ ); 两人群的右足 IP 在 Toe<sub>1</sub>、Toe<sub>2-5</sub>、Meta<sub>5</sub>、Mid foot、Heel Medial、Heel Lateral 区域内差异存在显著, 同样, 体力劳动者的 IP 明显大于

脑力劳动者( $P<0.01$ )。脑力劳动者行走过程中左、右双足足底各区域的 IP 都存在不同程度的差异,且多数区域 IP 右足大于左足 (Meta<sub>5</sub>、Mid foot 除外),而体力

劳动者行走过程中双足足底各区域 IP 除 Meta<sub>2</sub> 差异存在显著外( $P<0.01$ ),其他各区域的 IP 差异均无显著。

表 2 脑力、体力劳动者足底各区域 TMF ( $\bar{x} \pm s$ ) 分布

部位	ms			
	脑力劳动者 (n=50 名)		体力劳动者 (n=63 名)	
	左脚	右脚	左脚	右脚
Toe <sub>1</sub>	587.32±69.17	582.84±69.53	679.63±94.60 <sup>4)</sup>	712.85±103.3 <sup>4)</sup>
Toe <sub>2-5</sub>	536.99±105.38	520.89±103.39	687.26±80.49 <sup>4)</sup>	685.59±128.28 <sup>4)</sup>
Meta <sub>1</sub>	487.81±89.87	498.45±92.79	552.97±98.52 <sup>3)</sup>	609.06±114.21 <sup>4)</sup>
Meta <sub>2</sub>	524.63±72.99	536.67±64.55	616.44±93.18 <sup>4)</sup>	663.09±102.01 <sup>4)</sup>
Meta <sub>3</sub>	521.05±67.15	515.61±73.09	638.93±89.60 <sup>4)</sup>	642.51±107.70 <sup>4)</sup>
Meta <sub>4</sub>	460.74±93.33	446.67±98.74	621.07±83.92 <sup>4)</sup>	575.72±99.21 <sup>4)</sup>
Meta <sub>5</sub>	407.81±96.39	397.64±87.26	563.93±106.19 <sup>4)</sup>	484.65±89.45 <sup>2)4)</sup>
Mid foot	240.65±78.33	229.68±78.24	264.15±69.08 <sup>4)</sup>	340.71±75.56 <sup>2)4)</sup>
Heel Medial	142.59±51.28	146.91±47.67	186.07±55.26 <sup>4)</sup>	192.61±61.25 <sup>4)</sup>
Heel Lateral	138.39±61.71	142.60±61.25	165.36±68.57 <sup>4)</sup>	196.90±49.93 <sup>2)4)</sup>

左、右脚比较: 1) $P<0.05$ , 2) $P<0.01$ ; 脑力、体力劳动者比较: 3) $P<0.05$ , 4) $P<0.01$

表 3 脑力、体力劳动者足底各区域 IP ( $\bar{x} \pm s$ ) 分布

部位	N·s			
	脑力劳动者 (n=50 名)		体力劳动者 (n=63 名)	
	左脚	右脚	左脚	右脚
Toe <sub>1</sub>	19.69±6.45	26.25±7.26 <sup>2)</sup>	46.03±12.36 <sup>4)</sup>	39.09±10.54 <sup>4)</sup>
Toe <sub>2-5</sub>	5.08±1.95	7.89±2.15 <sup>1)</sup>	11.32±5.54 <sup>4)</sup>	13.81±4.65 <sup>4)</sup>
Meta <sub>1</sub>	20.33±8.02	34.27±8.15 <sup>2)</sup>	31.04±9.98 <sup>4)</sup>	38.76±11.34
Meta <sub>2</sub>	41.78±10.78	52.22±12.15 <sup>2)</sup>	40.98±13.10	51.04±12.58 <sup>2)</sup>
Meta <sub>3</sub>	47.55±13.31	48.89±14.84	45.78±8.59	48.57±14.52
Meta <sub>4</sub>	35.64±8.98	35.26±8.65	36.21±9.20	41.74±12.47
Meta <sub>5</sub>	24.58±6.31	15.42±5.68 <sup>2)</sup>	28.29±11.68	25.10±8.36 <sup>4)</sup>
Mid foot	27.31±9.12	16.41±6.25 <sup>2)</sup>	39.23±15.24	35.01±13.89 <sup>4)</sup>
Heel Medial	48.59±12.56	50.84±13.45	72.29±21.17 <sup>4)</sup>	69.48±20.06 <sup>4)</sup>
Heel Lateral	41.21±8.32	42.56±12.74	59.32±15.24 <sup>4)</sup>	61.10±16.89 <sup>4)</sup>

左、右脚比较: 1) $P<0.05$ , 2) $P<0.01$ ; 脑力、体力劳动者比较: 3) $P<0.05$ , 4) $P<0.01$

冲量是指作用于物体的外力与外力作用时间的乘积,它表示了力在一定时间内对足底各区域连续作用所产生的积累效应。所以足底各区域冲量的大小受每个区域的压力值和接触时间两个因素的影响,本研究表明,脑力劳动者、体力劳动者在行走过程中左右双足在各区域的冲量(IP)都存在不同程度的差异,且多数表现为体力劳动者的冲量值大于脑力劳动者,脑力劳动者行走过程中足底冲量最大的区域主要分布在第 2、3 跖骨和足跟内侧,冲量较小的区域主要分布在第 2~5 趾、足弓以及第 5 跖骨。而体力劳动者行走过程中足底冲量主要集中在足跟、第 2、3 跖骨和第 1 趾。这一结果提示我们体育运动中或体力劳动过程中,当足与地面接触过程中应注意足底压力和作用时间的关

系,若足部所受动量的变化量恒定时,应充分利用足弓等的减震功能,增加足与地面的接触时间,从而减小足的冲击力,避免运动损伤。Mary 曾指出如在足部某一部位承受过大压力时,即易产生过渡使用伤害<sup>[1]</sup>。

#### 2.4 脑力、体力劳动者足底各区域 MF 与足弓、足角度的相关分析

从表 4 可看出,体力劳动者左足足弓接触面积与 Meta<sub>1</sub>、Meta<sub>5</sub> 和 Mid foot 区域的平均峰值力值(MF)呈显著性相关,其中与 Meta<sub>1</sub>、Meta<sub>5</sub> 的 MF 呈负相关,与 Mid foot 的 MF 呈正相关。而右足足弓只与 Mid foot 区域的 MF 呈正相关;脑力劳动者左右双足只有 Mid foot 区域的 MF 与足弓接触面积呈正相关。足角度是指在正常行走过程中足中轴与测试平板纵轴(即前进方向)的夹

角,此角度可判断走路时足的外撇及内扣,俗称“外八字”和“内八字”。从表4中的统计数据发现,体力劳动者左足角度与MF有明显相关性,而右足角度与Toe<sub>1</sub>、Meta<sub>1</sub>区域的MF呈正相关;脑力劳动者左足角度与Meta<sub>1</sub>、Heel Lateral区域的MF呈负相关,右足角度与Heel Lateral区域的MF呈负相关。

从脑力、体力劳动者足底各区域的平均峰力值(MF)与足弓接触面积和足角度的相关分析来看,脑力劳动者的足弓接触面积主要受足跟平均峰力值的影响,而体力劳动者的足弓接触面积主要受足中部及第2、3跖骨的平均峰力值影响。鲍根喜等研究表明跖骨头平面足横弓在正常步态周期中发挥重要作用,由站立相至推离相,随重心前移,第3、4跖骨头的负重增加,跖骨头下移而与地面接触导致足横弓的塌陷<sup>[7]</sup>。当

足中部的接触面积占全脚接触面积的21%~28%为正常足弓,小于21%为高足弓,大于28%为扁平足,脑力劳动者足中部接触面积,左脚25.51%,右脚19.36%;体力劳动者足中部接触面积,左脚为27.85%,右脚28.12%。脑力劳动者左足角6.85°,右足角11.49°,体力劳动者左足角12.53°,右足角13.78°,统计数据表明,体力劳动者左足角度与MF为明显相关性,而右足角度与Toe<sub>1</sub>、Meta<sub>1</sub>区域的MF呈正相关;脑力劳动者左足角度与Meta<sub>1</sub>、Heel Lateral区域的MF呈负相关,右足角度与Heel Lateral区域的MF呈负相关。所以由于体力劳动者长期的重体力劳动引起足底压力分布以及足弓等发生改变,足弓变低,足的外撇角度增大,即影响了体力劳动者的身体美观,同时也影响他们的足健康乃至全身健康。

表4 脑力、体力劳动者足底各区域峰力值与足弓、足角度的相关系数

足底部位 <sup>2)</sup>	脑力劳动者				体力劳动者			
	左足足弓接触面积	右足足弓接触面积	左足角度	右足角度	左足足弓接触面积	右足足弓接触面积	左足角度	右足角度
Toe <sub>1</sub> -L	-0.19	0.26	-0.07	-0.14	0.09	0.08	-0.07	0.39 <sup>1)</sup>
Toe <sub>1</sub> -R	-0.19	0.20	-0.26	-0.15	0.15	0.11	-0.26	0.18
Toe <sub>2-5</sub> -L	-0.13	0.30	-0.12	-0.05	0.36	0.05	-0.12	0.19
Toe <sub>2-5</sub> -R	-0.22	0.28	0.11	-0.06	-0.18	-0.09	0.11	0.00
Meta <sub>1</sub> -L	-0.02	-0.09	0.22	0.17	-0.41 <sup>1)</sup>	-0.03	0.22	0.24
Meta <sub>1</sub> -R	0.02	-0.21	-0.41 <sup>1)</sup>	-0.01	-0.03	-0.09	-0.41 <sup>1)</sup>	0.46 <sup>1)</sup>
Meta <sub>2</sub> -L	-0.03	-0.03	0.34	0.09	-0.07	-0.06	0.34	0.06
Meta <sub>2</sub> -R	0.00	-0.14	0.02	0.11	-0.33	-0.23	0.02	0.26
Meta <sub>3</sub> -L	0.18	0.37	0.27	0.10	-0.03	-0.23	0.27	0.31
Meta <sub>3</sub> -R	0.12	-0.13	0.12	-0.13	-0.01	0.22	0.12	-0.13
Meta <sub>4</sub> -L	0.00	-0.03	-0.03	-0.28	0.19	0.23	-0.03	0.12
Meta <sub>4</sub> -R	0.03	0.24	0.07	-0.09	-0.15	0.21	0.07	-0.29
Meta <sub>5</sub> -L	0.17	-0.05	-0.10	-0.13	0.14	0.19	-0.10	0.01
Meta <sub>5</sub> -R	-0.12	-0.28	0.04	-0.28	-0.40 <sup>1)</sup>	0.15	0.04	-0.24
Mid foot-L	0.48 <sup>1)</sup>	0.23	-0.30	-0.02	0.43 <sup>1)</sup>	0.33	-0.30	-0.22
Mid foot-R	0.20	0.47 <sup>1)</sup>	0.15	0.04	0.15	0.54 <sup>1)</sup>	0.15	-0.22
Heel Medial-L	-0.04	-0.01	0.20	0.00	-0.09	0.13	0.20	0.21
Heel Medial-R	-0.09	-0.21	-0.17	-0.18	-0.12	0.19	-0.17	0.03
Heel Lateral-L	0.02	-0.05	-0.17	-0.17	-0.24	0.03	-0.17	0.19
Heel Lateral-R	-0.19	-0.31	-0.42 <sup>1)</sup>	-0.48 <sup>1)</sup>	-0.27	0.18	-0.42 <sup>1)</sup>	-0.05

1)P<0.05; 2)L: left foot(左脚), R: right foot(右脚)

脑力劳动者与体力劳动者行走过程中左右双足的平均峰力值、接触面积、冲量等参数都存在不同程度的差异,可能与长期从事某一特定职业有关,体力劳

动者长期从事重体力劳动,造成足底压力分布及足弓形态等发生改变。经常进行步行、慢跑、太极拳等体育锻炼,可以缓解足底压力高压区的过度集中,定制

矫形鞋垫可以使足底压力分布趋于合理, 不断维护足健康水平。建议有关部门对重体力劳动者的劳动负荷强度加以限制, 以保障劳动者的身体健康包括足健康, 维护体力劳动者的权益。

### 参考文献:

- [1] 严励, 王永慧, 杨川, 等. 非糖尿病人群足底压力的研究[J]. 中山大学学报: 医学科学版, 2006, 27(2): 197-200.
- [2] Cavanagh P R, Sims D S, Sanders L J. 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] 袁刚, 张木勋, 王中琴, 等. 正常人足底压力分布及其影响因素分析[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2004, 26(3): 156-159.
- [5] 陈雁西, 余光荣. F-Scan 足底压力步态分析仪临床应用现状[J]. 国外医学: 骨科分册, 2005, 26(3): 187-189.
- [6] 王永慧, 严励, 杨川, 等. 不同年龄健康人足底压力参数的比较[J]. 中华老年医学杂志, 2005, 24(10): 761-762.
- [7] 马国东. 速度轮滑双蹬技术足底压力分布及传递特征[J]. 体育学刊, 2007, 14(5): 59-62.
- [8] 王兰美, 郭业民, 潘志国. 人体足底压力分布研究与应用[J]. 机械制造与自动化, 2005, 34(1): 35-38.
- [9] Willems T, Witvrouw E, Delbaere K, et al. Relationship between gait biomechanics and inversion sprains: a prospective study of risk factors[J]. Gait and Posture, 2005.
- [10] Jim Crafton, Campbell Carter, John Sullivan, et al. Pressure measurements on the impingement surface of sonic and sub-sonic jets impinging onto a flat plate at inclined angles [J]. Experiments in Fluids, 2006, 44(5): 697-707.
- [11] Ann Hallemaans Lic, Kristiaan D, Dirk De Clercq. Pressure distribution patterns under the feet of new walkers: The first two months of independent walking[J]. Foot & International, 2003, 24(5): 444-453.
- [12] Eleftherios Kellis. Plantar pressure distribution during bare foot standing, walking and landing preschool boys[J]. Gait and Posture, 2001, 14: 92-99.
- [13] Matthew A Nurse, Benno M Nigg. The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity[J]. Clinical Biomechanics, 2001, 16: 719-727.
- [14] Michel V, Chong R K Y. The strategies to regulate and to modulate the propulsive forces during gait initiation in lower limb amputees [J]. Experimental Brain Research, 2004, 158(3): 356-365.
- [15] Riparil M, Ciccarelli A, Morini S. Evaluation of foot support in rugby players: a baropodometric analysis[J]. Sport Sciences for Health, 2006, 1(3): 104-108.
- [16] Hylton B Menz, Meg E Morris. Clinical determinants of plantar forces and pressures during walking in older people[J]. Gait & Posture, 2006, 24(2): 229-236.
- [17] 周安艳, 李海, 尹运冬, 等. 正常学龄前儿童步行时的动态足底压力特征[J]. 中国临床康复, 2006, 10(24): 55-57.
- [18] 吴剑, 李建设. 青少年女性穿不同鞋行走时足底压力分布研究[J]. 体育科学, 2006, 26(6): 67-69.
- [19] DeCock A, Willems T, Witvrouw E, et al. A functional foot type classification with cluster analysis based on plantar pressure distribution during jogging[J]. Gait & Posture, 2006, 23(3): 339-347.
- [20] DeClercq D, Willems T, DeCock A, et al. The use of plantar pressure measurements in the detection of gait related risk factors for exercise related lower-leg pain in sports active young adults[J]. Journal of Biomechanics, 2006, 39(1): 191-192.

[编辑: 李寿荣]