

基于足姿指数评分评价旋前足姿对本体感觉和姿势稳定性的影响

<https://doi.org/10.3969/j.issn.>

陈泽华¹, 叶翔凌¹, 陈伟健¹, 杜建平^{1, 2}, 刘文刚^{1, 2}, 许学猛^{1, 2}

2095-4344.3757

投稿日期: 2020-03-06

送审日期: 2020-03-11

采用日期: 2020-06-03

在线日期: 2020-09-25

中图分类号:

R459.9; R496; R318

文章编号:

2095-4344(2021)09-01324-05

文献标识码: A

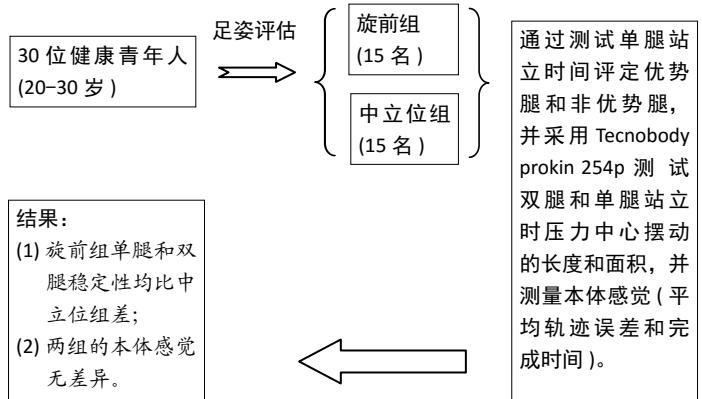
文章快速阅读:

文章亮点—

△足姿是影响人体姿势稳定的重要因素;

△旋前足姿会降低人体的姿势稳定性;

△准确评估足姿, 进行针对性足姿矫正, 对减少运动伤害、降低跌倒风险及防治膝关节疾病等有着重要作用。



文题释义:

足姿: 即足部姿势, 反映足踝位置, 根据足姿指数将足姿分为旋前、中立位、旋后3种足姿。足姿异常会影响足踝功能, 由于踝关节是下肢力线的轴心, 踝关节的位置改变会影响下肢的轴线, 引起膝关节、髋关节、脊柱的生物力学甚至人体重心发生改变, 最终影响关节功能、降低人体稳定性等。

足底压力中心: 压力中心是人体静态站立或行走过程中足与地接触作用力的位置, 人体重心的变动会引起足底压力中心发生变化, 足底压力中心的轨迹(包括轨迹移位和面积)可反映人体静止或运动状态下的平衡和姿势稳定性。

摘要

背景: 国外研究表明足姿与姿势稳定性存在一定关系。

目的: 基于足姿指数评分系统比较旋前足姿对姿势稳定性和本体感觉的影响。

方法: 以20-30岁的健康青年人为受试对象, 根据右侧足姿指数评分分为旋前组(足姿指数评分>5)和中立位组(0≤足姿指数评分<5), 每组15名。通过测试单腿站立时间评定每名受试者的优点腿和非优点腿, 随后采用动静态平衡仪评估所有受试者双腿和单腿静态站立时压力中心摆动的长度和面积, 在进行本体感觉测量时记录下肢的平均轨迹误差和完成时间。研究经广东省第二中医院伦理委员会审议通过[粤二中医(2019)伦审50号]。

结果与结论: ①30名受试者优点腿的压力中心位移长度明显小于非优点腿($P < 0.01$), 平均轨迹误差明显大于非优点腿($P < 0.05$), 二者压力中心位移面积及本体感觉测试完成时间比较差异无显著性意义($P > 0.05$); ②单腿(右侧)静态站立时, 旋前组的压力中心位移长度和位移面积大于中立位组($P < 0.05$), 两组平均轨迹误差与本体感觉测试完成时间比较差异无显著性意义($P > 0.05$); ③双腿静态站立时, 旋前组的压力中心位移长度大于中立位组($P < 0.05$), 两组压力中心位移面积比较差异无显著性意义($P > 0.05$); ④结果表明, 足姿是影响人体姿势稳定的重要因素, 旋前足姿会降低人体的姿势稳定性, 增加运动损伤及老人跌倒的风险。

关键词: 足; 足姿指数; 足部姿势; 旋前; 稳定性; 本体感觉

Effect of pronated foot posture on proprioception and postural stability based on foot posture index

Chen Zehua¹, Ye Xiangling¹, Chen Weijian¹, Du Jianping^{1, 2}, Liu Wengang^{1, 2}, Xu Xuemeng^{1, 2}

¹Fifth Clinical Medical College of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, Guangdong Province, China; ²Guangdong Second Traditional Chinese Medicine Hospital, Guangzhou 510405, Guangdong Province, China

Chen Zehua, MD, Attending physician, Fifth Clinical Medical College of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, Guangdong Province, China

Corresponding author: Xu Xuemeng, Professor, Chief physician, Doctoral supervisor, Fifth Clinical Medical College of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, Guangdong Province, China; Guangdong Second Traditional Chinese Medicine Hospital, Guangzhou 510405, Guangdong Province, China

¹ 广州中医药大学第五临床医学院, 广东省广州市 510405; ² 广东省第二中医院, 广东省广州市 510405

第一作者: 陈泽华, 男, 1989 年生, 湖南省邵阳市人, 汉族, 博士, 主治医师, 主要从事骨关节病研究。

通讯作者: 许学猛, 教授, 主任医师, 博士生导师, 广州中医药大学第五临床医学院, 广东省广州市 510405; 广东省第二中医院, 广东省广州市 510405

<https://orcid.org/0000-0002-1204-679X> (陈泽华)

基金资助: 广东省省级工业与信息化发展专项资金(粤财工 [2016]69 号), 项目负责人: 许学猛; 广东省软科学研究计划项目(2018B020207009), 项目负责人: 许学猛; 广东省科技计划项目(2019A141401008), 项目负责人: 许学猛; 广州市科技计划项目(202002030204), 项目负责人: 刘文刚

引用本文: 陈泽华, 叶翔凌, 陈伟健, 杜建平, 刘文刚, 许学猛. 基于足姿指数评分评价旋前足姿对本体感觉和姿势稳定性的影响 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(9):1324-1328.



Abstract

BACKGROUND: Studies outside China have shown that there is a certain relationship between foot posture and posture stability.

OBJECTIVE: Based on foot posture index scale system, to compare the effect of pronated foot posture on postural stability and proprioception.

METHODS: Thirty healthy youths aged from 20 to 30 years old were enrolled, and divided into two groups according to the right foot posture index: pronated group (foot posture index > 5) and neutral group ($0 \leq$ foot posture index < 5) ($n=15$ per group). The leg standing with single leg for a longer time was defined as the dominant leg, and the other was the non-dominant leg. The length and area of center of pressure sway were evaluated by dynamic and static balance instrument. The average trajectory error and completion time of lower limbs were recorded during proprioception measurement. This study was approved by the Guangdong Second Traditional Chinese Medicine Hospital [YEZY(2019)L550].

RESULTS AND CONCLUSION: (1) In 30 subjects, center of pressure sway length in dominant leg was significantly lower than that in non-dominant leg ($P < 0.01$), whereas average trajectory error was significantly larger in dominant leg than that in non-dominant leg ($P < 0.05$). However, there was no significant difference in center of pressure sway area and completed time between two legs ($P > 0.05$). (2) When tested with single-leg (right side) static stance, sway area and length of pressure center were larger in pronated group than that in neutral group ($P < 0.05$), but proprioception including average trajectory and completed time was not significantly different between the two groups ($P > 0.05$). (3) When tested with two-leg static stance, sway length of pressure center was larger in pronated group than that in neutral group ($P < 0.05$); sway area of pressure center was not significantly different between the two groups ($P > 0.05$). (4) Results confirmed that foot posture exerts a significant effect on postural stability. Pronated foot can reduce postural stability, which will increase sports injury and the risk of fall in the elder.

Key words: foot; foot posture index; foot posture; pronation; stability; proprioception

Funding: the Guangdong Provincial Special Fund for Industrial and Information Development, No. Guangdong Finance and Industry [2016]69 (to XXM); the Soft Science Research Program of Guangdong Province, No. 2018B020207009 (to XXM); the Science and Technology Plan Project of Guangdong Province, No. 2019A141401008 (to XXM); the Science and Technology Plan Project of Guangzhou, No. 202002030204 (to LWG)

How to cite this article: CHEN ZH, YE XL, CHEN WJ, DU JP, LIU WG, XU XM. Effect of pronated foot posture on proprioception and postural stability based on foot posture index. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2021;25(9):1324-1328.

0 引言 Introduction

身体重心不平衡会使人体的站立稳定性降低，增加跌倒风险^[1]。踝关节是下肢力线及活动的轴心，足踝位置对平衡和姿势稳定性的影响显得极为重要。足部姿势反映足踝位置，足姿异常会影响足踝功能，引起相邻各关节力线产生代偿性改变，从而出现步态及身体姿势异常^[2]。足姿指数是一种整体评价足姿形态的简单方法，通过量化结果将足姿分为旋前位、中立位及旋后位3种^[3-4]。而且足姿指数比传统足姿评价方法^[5]、足印法能更快捷、有效地对足姿进行评估^[6]，其结果的可靠性高达现代机器传感系统评价的80%^[7]，初学者运用足姿指数就可以对足姿进行有效评价^[8]。作者前期研究也已证实，足姿指数的中文版同样具有良好的重测及测试者间信度。同时国外研究表明，足姿与单腿姿势稳定性存在一定关系，姿势摆动速率随着足姿的旋前会逐渐增大^[9]；扁平足与正常足的足底中心压力不一样，也会对平衡及姿势稳定性造成影响^[10]，在骨关节炎患者足姿研究中发现，足姿和下肢生物力学及膝关节的力线改变关系密切^[11-12]。有研究表明在足姿指数评价系统内，与中立位足姿相比，旋前足姿的跑步初学者受伤概率增加20倍^[13]。此外，有学者认为站立稳定受感觉和运动的共同调节，下肢的本体感觉可影响肢体的协调能力，对平衡和姿势的稳定也具有重要意义^[14]。膝骨关节炎患者的本体感觉降低或发生障碍，对膝关节周围骨骼肌的平衡造成损害，削弱人体的姿势稳定性，增加跌倒的风险^[15]。然而COTE等^[16]认为不同足型所致的足结构稳定性差异是影响姿势稳定性的主要原因，而并非本体感觉的变化。研究基于足姿指数评分比较旋前足姿与中立位足姿的下肢平衡和本体感觉，进一步分析本体感觉与平衡的关系，有利于进行有针对性的干预和训练，减少运动受伤情况的发生。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 横断面研究。

1.2 时间及地点 于2019年9月至2020年1月在广东省第二中医院进行。

1.3 对象 选择30名年轻健康试受者进行试验。根据右足足姿指数评分将受试者分为旋前组（足姿指数>5）和中立位组（ $0 \leq$ 足姿指数<5）。该研究经广东省第二中医院伦理委员会审议通过[粤二中医(2019)伦审50号]，在中国临床注册中心注册审批（注册号：ChiCTR1900026067）。所有参与者在研究开始前自愿签署知情同意书，并可随时退出研究。

纳入标准：①年龄为20-30岁；②无内耳疾病、无脊柱及下肢骨关节病、无神经和肌肉系统疾病史；③双下肢无畸形、无骨折手术史；④2个月内踝关节无扭伤，且同侧踝关节累积扭伤不超过2次；⑤右足足姿指数评分 ≥ 0 分。

排除标准：①在无辅助器具情况下，无法单腿或双腿静态站立30 s；②右足足姿指数评分<0分；③其他不符合纳入标准的情况。

1.4 研究方法

1.4.1 足姿评估 采用足姿指数FPI-6评分量表对受试者的足姿进行评估^[7]。该评分系统由6个项目组成，每个项目评分最小值为-2，最大值为+2，其中0分代表中立位置，-2分代表明显的旋后，+2分代表明显的旋前。将6项的总分相加，中立位为0-5分， ≤ -1 分为旋后位， ≥ 6 分为旋前位。在正式开始测量之前可让受试者先原地踏步，然后保持静止站立不动，确保下肢处于舒适放松的状态，双上肢位于身体两侧，两眼目视前方。值得注意的是在整个测量过程中，参与者的身体不能转动，以避免影响脚的姿势。采用组内相关系数对足姿指数评分的观察者间信度和重测信度进行评价，足姿指数观察者间信度（旋前组及中立位组的组内相关系数分别为0.935和0.927）和重测信度（旋前组及中立位组的组内相关系数分别为0.934和0.942）均较好。

1.4.2 优势腿和非优势腿的评估 受试者光脚单腿直立于水平地面，双手置于身体两侧，两眼目视前方，对侧腿膝关节屈

曲，离地高度不小于 30 cm，受试者站稳后自己提示计时开始，当被侧肢体脚与地面发生移动或对侧肢体离地距离小于要求高度以至无法坚持时计时结束，计录最长站立时间，两侧肢体中站立时间长者为稳定性优势腿，另一侧则为非优势腿。

1.4.3 姿势稳定性和本体感觉的测量 压力中心位移是评估姿势稳定性最常用的参数，压力中心位置的变化可作为安静站立时静态平衡性能的一个测量指标^[17-18]。首先，受试者被要求双腿在动静态平衡仪 (Tecnobody prokin 254p, 意大利) 上静态站立 30 s，再单腿站立 30 s 测量双下肢单腿静态站立时的压力中心摆情况，每次测量完成中间可予休息 3 min。单腿及双腿稳定性测试均在睁眼状态下进行，要求受试者两眼直视前方，单腿测试时对侧腿呈屈膝状，并保持离地高度不小于 30 cm。机器自动记录压力中心位移长度和位移面积，以评估静态稳定性。然后在同一台机器上进行本体感觉测量，根据系统提示，要求受试者在速度最快、精度最高的前提下，在规定时间 (120 s) 内沿系统规定的轨迹描绘“5”圈，左脚逆时针方向 (右脚顺时针方向)。以平均轨迹误差和完成时间作为本体感觉的评价指标，可反映本体感觉的情况，平均轨迹误差越小则肢体的本体感觉更精确，完成时间越短则肢体活动越灵敏^[19]。

在进行姿势摆动和本体感觉测试时，受试者双上肢垂直放于身体两侧，双下肢光脚进行测量，先熟悉测试过程，正式测量前可进行 2 次模拟测试，所有受试者由同一个研究员按照相同的方法进行测试，要求测试环境安静，身体保持直立。

1.5 主要观察指标 所有受试者双腿和单腿静态站立时压力中心摆动的长度和面积，下肢的平均轨迹误差和完成时间。

1.6 统计学分析 采用 SPSS 25.0 统计软件对收集到的数据进行分析。计数资料符合正态分布 (shapiro-wilk 检验)，则采用 t 检验，非正态分布采用非参数检验。所有数值均采用 $\bar{x} \pm s$ 表示。统计学意义在 $P < 0.05$ 时认为差异有显著性意义， $P < 0.01$ 时差异有非常显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 30 名受试者均进入结果分析。

2.2 试验流程图 见图 1。

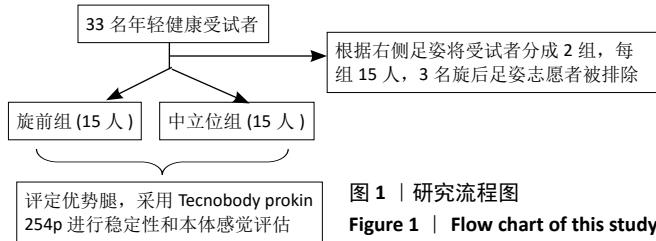


图 1 | 研究流程图
Figure 1 | Flow chart of this study

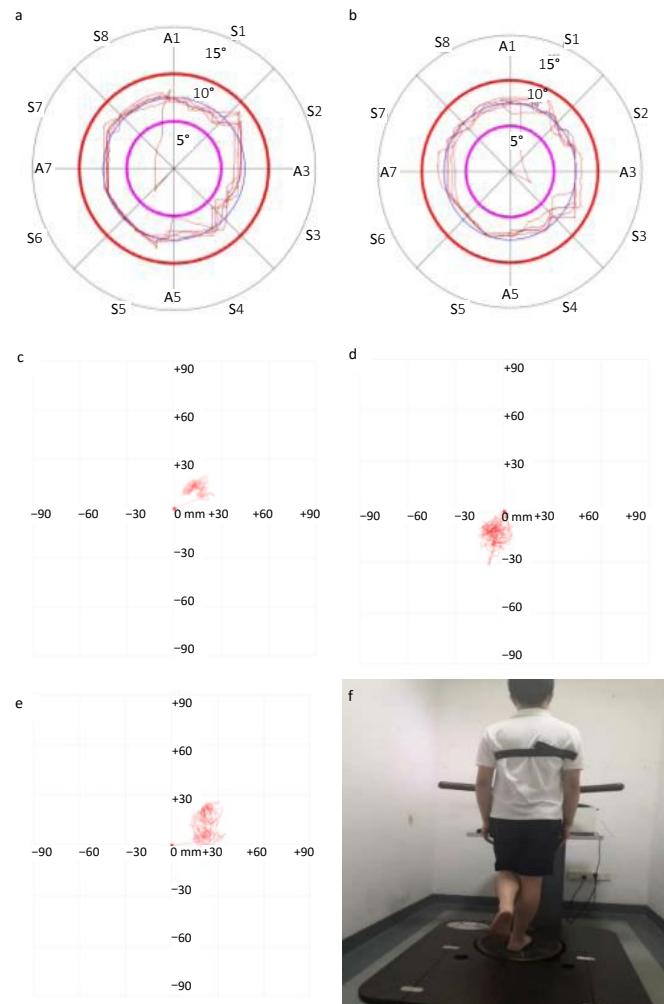
2.3 受试者一般资料 根据受试者右足足姿的评估，旋前组及中立位组各纳入 15 名符合纳入标准的志愿者，两组受试者的一般资料见表 1，两组受试者的年龄、身高、性别、体质量指数等比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。

2.4 优势腿对压力中心位移和本体感觉的影响 采用动静态平衡仪对受试者双侧的本体感觉、单腿及双腿静态站立时压

表 1 | 两组受试者基本信息及足姿特征

Table 1 | Demographic characteristics and foot posture of the participants in both groups

项目	旋前组 (n=15)	中立位组 (n=15)	P 值
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	25.13±3.31	25.80±2.57	0.567
女 / 男 (n)	4/11	7/8	0.260
身高 ($\bar{x} \pm s$, cm)	166.47±7.17	164.00±6.64	0.337
体质量 ($\bar{x} \pm s$, kg)	64.27±10.75	59.00±11.42	0.204
体质量指数 ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	23.07±3.67	21.73±3.15	0.295
右足足姿指数评分 ($\bar{x} \pm s$)	7.47±0.99	2.73±1.16	0.000
左足足姿指数评分 ($\bar{x} \pm s$)	6.40±0.91	3.53±0.92	0.000
优势腿站立时间 ($\bar{x} \pm s$, s)	83.13±11.43	92.93±18.12	0.087
非优势腿站立时间 ($\bar{x} \pm s$, s)	68.87±11.43	80.93±20.86	0.062



图注：a 为左侧平均轨迹误差结果图；b 为右侧平均轨迹误差结果图；c 为双腿站立平衡结果图；d 为左下肢单腿站立平衡结果图；e 为右下肢单腿站立平衡结果图；f 为单腿平衡测量时操作示意图 (左侧为中立位足姿，右侧为旋前足姿)

图 2 | 同一受试者本体感觉和稳定性的结果图

Figure 2 | Results of proprioception and stability in the same subject

力中心位移进行测量，如图 2。通过单腿站立时间选出优势腿和非优势腿，比较优势腿和非优势腿的本体感觉及压力中心位移情况，优势腿压力中心位移长度明显小于非优势腿 ($P < 0.01$)，而优势腿的平均轨迹误差明显大于非优势腿 ($P=0.01$)，两组的压力中心位移面积及本体感觉测试的完成时间没有明显差异 ($P=0.16$, 0.94)，见表 2。

表 2 | 受试者稳定性优势腿与非优势腿的压力中心摆动和本体感觉的比较

(x±s, n=15)

Table 2 | Comparison of pressure center sway and proprioception between dominant and non-dominant legs

组别	单腿站立时间 (s)	压力中心摆动		本体感觉	
		位移长度 (mm)	位移面积 (mm ²)	平均轨迹误差 (%)	完成时间 (s)
优势腿	88.03±15.70	1 028.13±286.70	973.30±536.04	27.60±9.62	75.87±22.20
非优势腿	74.90±17.63	880.40±240.73	863.90±481.52	31.07±12.24	75.60±21.51
P 值	< 0.01	< 0.01	> 0.05	< 0.05	> 0.05

表 3 | 两组右侧单腿站立稳定性和本体感觉的比较 (x±s, n=15)

Table 3 | Comparison of stability and proprioception in right leg between two groups

项目	旋前组	中立位组	P 值
压力中心摆动			
位移长度 (mm)	1 067.67±262.50	789.33±219.05	0.005
位移面积 (mm ²)	1 055.20±415.16	710.00±474.03	0.043
本体感觉			
平均轨迹误差 (%)	30.40±7.15	31.13±15.06	0.866
完成时间 (s)	68.53±20.57	78.53±23.47	0.225

表 4 | 两组双腿站立稳定性的比较 (x±s, n=15)

Table 4 | Comparison of posture stability standing with both legs between two groups

项目	旋前组	中立位组	P 值
位移长度 (mm)	577.67±220.91	424.27±152.60	0.035
位移面积 (mm ²)	734.60±505.87	432.93±240.76	0.050

2.5 不同足姿的单腿(右腿)静态稳定性和本体感觉的比较
在受试者右腿静态立稳定性比较中, 旋前组的压力中心位移长度和位移面积明显大于中立位组($P=0.005, 0.043$); 两组平均轨迹误差和完成时间比较差异无显著性意义($P=0.87, 0.23$), 见表 3。

2.6 不同足姿的双腿静态稳定性比较 受试者双腿静态站立时, 旋前组的压力中心位移长度明显大于中立位组($P=0.035$), 两组压力心中位移面积比较差异无显著性意义($P=0.050$), 见表 4。

3 讨论 Discussion

优势腿和非优势腿下肢的稳定性存在一定差异。一方面, 有研究表明优势腿具有更好的单腿站立稳定性^[20-21]; 更深层次的研究发现, 优势腿的膝关节伸肌力量比非优势腿强^[22], 而下肢的稳定性与肌肉力量及关节松弛程度关系密切, 肌肉力量越大关节稳定性越好, 肢体的稳定性也越好^[23]。另一方面, 有研究发现优势腿和非优势腿在单腿站立稳定性方面没有显著差异^[24-26], 而 BARONE 等^[27]认为不运动人群优势腿和非优势腿的差别不一样。造成这一不同结果的原因不仅与受试者的日常运动量有关, 还可能与优势腿和非优势腿的评价方法有关。常用的优势腿和非优势腿评价方法包括三连跳法、肌力测定、踢球法等, 然而不同的下肢优势评估方法的评定结果存在一定的差异^[28], 各自反映的下肢优势功能也不一样, 如三连跳反映的是下肢动态稳定性, 而非静态稳定性^[29]。

研究采用单腿站立时长对优势腿和非优势腿进行评定, 在对双下肢单腿站立的静态稳定性进行比较发现, 优势腿比

非优势腿的稳定性好, 说明单腿站立时长可正确反映下肢的稳定性优势, 可作为静态稳定性优势腿的评定指标。本体感觉包括四肢和躯干的位置感和运动感、努力感、力量感和沉重感^[30], 肌腱器官和肌梭是 2 种主要的机械感受性受体, 肌肉损伤后腱器官和肌梭的敏感性降低^[31]。优势腿比非优势腿的本体感觉要差, 这可能是优势腿在维持人体平衡及稳定性中的贡献较大, 肌肉出现劳损的风险也随之增大, 进而使这些肌肉相关的机械感受器敏感性降低, 导致本体感觉缺陷, 如肌肉拉伤后足球运动员的本体感觉会明显降低^[32]。

踝关节为下肢活动的轴心, 足部姿势反映足踝位置, 对下肢力线、足底压力及肢体稳定性影响较大。足姿指数是一种评价足踝整体位置的简单可靠方法, 被翻译成多种语言应用于临床, 作者前期研究也证实了翻译成中文后也具有良好的信度及效度。由于其简便、易操作且经济有效, 即使在越来越多应用足底传感评估足姿的今天, 足姿指数仍受广大临床医生的喜爱, 特别是条件有限的基层工作者。研究发现, 足姿旋前组的单腿静态站立稳定性明显比足姿中立位组差, 而两组的本体感觉无明显差异。足旋前是下肢关节负荷增加的早期指标^[33], 过度的增加内翻强度也会使足中外侧稳定性下降^[34]。同时, 足部肌肉形态对平衡性能起着重要作用, 加强足部固有肌肉可能改变足姿以达到改善平衡的效果^[35]。楔型鞋垫通过矫正足姿也可增强人体静态平衡的稳定性^[36]。旋前和中立位足姿的下肢本体感觉没有明显差异, 进一步说明影响下肢单腿站立稳定性的主要因素并非本体感觉, 而是足姿。然而作者前期研究表明, 本体感觉的减退可削弱平衡及稳定性^[37], 且有研究证实随着年龄的增大, 下肢平衡和稳定性逐渐减弱^[38], 而平衡受损的人又会使本体感觉阈值升高^[39]。由此可见, 本体感觉对稳定性具有积极作用, 但是此次研究发现稳定性优势腿的本体感觉反而较差, 因此这一作用可能在平衡较好的健康年轻人中并不明显, 更多体现在平衡受损的人群。此外, 旋前足姿双腿站立稳定性比中立位足姿差, 旋前足姿的单腿稳定性较差, 由于下肢的对称性, 则对侧稳定性也会较差, 从而双腿站立的稳定性也会受到影响。

旋前足姿不仅会增加膝关节的内收力矩, 加大膝关节的负荷, 与膝骨关节炎的发病关系密切, 还会降低人体的姿势稳定性, 增加运动损伤和老人跌倒风险。国内外研究发现, 通过加强足底肌肉锻炼、使用预制鞋垫等方法可纠正足姿^[40], 改变下肢生物力学^[41], 增加人体姿势稳定性, 这对减少运动损伤、降低老人跌倒风险及防治膝关节疾病等有着重要作用。由于健康青年人旋后足姿的比例很少, 研究未将旋后足姿人

群进行纳入研究，而旋后足姿被证实与膝骨关节炎严重程度有关，因此，未来进行足姿的大样本研究时可将旋后足姿人群的特征纳入研究。

单腿站立时间是评定双下肢稳定性优势腿的有效方法，足姿是影响人体姿势稳定的重要因素。旋前足姿会降低人体的姿势稳定性，增加运动损伤及老人跌倒的风险。准确评估足姿，进行针对性足姿矫正，对减少运动伤害、降低老年人摔倒及防治膝关节疾病等有着重要作用。

作者贡献：陈泽华、许学猛进行试验设计，试验实施为陈泽华、叶翔凌，试验评估为叶翔凌、陈伟健，资料收集为陈泽华、陈伟健和叶翔凌，陈泽华成文，杜建平、刘文刚负责文章修改审校。

经费支持：该文章接受了“广东省省级工业与信息化发展专项资金（粤财工[2016]69号）、广东省软科学研究计划项目（2018B020207009）、广东省科技计划项目（2019A141401008）、广州市科技计划项目（20200230204）”的资助。所有作者声明，经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突：文章的全部作者声明，在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

机构伦理问题：研究经广东省第二中医院伦理委员会审议通过 [粤二中医(2019)伦审50号]。

知情同意问题：所有受试者自愿参加试验。

写作指南：该研究遵守《观察性临床研究报告指南》（STROBE指南）。

文章查重：文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审：文章经小同行外审专家双盲外审，同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

生物统计学声明：该文统计学方法已经广州中医药大学第五临床医学院生物统计学专家审核。

文章版权：文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明：这是一篇开放获取文章，根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款，在合理引用的情况下，允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展，同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献，并为之建立索引，用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] TINETTI ME, SPEECHLEY M, GINTER SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.* 1988;319(26):1701-1707.
- [2] 张新语,霍洪峰.足姿指数(FPI):足部姿势及足踝功能的定量表达[J].中国矫形外科杂志,2019,27(13):1194-1199.
- [3] REDMOND AC, CROSBIE J, OUVRIER RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the foot posture index. *Clin Biomech.* 2006;21(1):89-98.
- [4] AQUINO MRC, AVELAR BS, SILVA PL, et al. Reliability of Foot Posture Index individual and total scores for adults and older adults. *Musculoskelet Sci Pract.* 2018;36:92-95.
- [5] EVANS AM, COPPER AW, SCHARFBILLIG RW, et al. Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2003;93(3):203-213.
- [6] GIJON-NOGUERON G, MARCHENA-RODRIGUEZ A, MONTES-ALGUACIL J, et al. Evaluation of the paediatric foot using footprints and foot posture index: A cross-sectional study. *J Paediatr Child Health.* 2020;56(2):201-206.
- [7] REDMOND A. The Foot Posture Index. User guide and manual [Manual available online]. Leeds: University of Leeds, 2015.
- [8] MOTANTASUT P, HUNSAWONG T, MATO L, et al. Reliability of novice and experienced physiotherapists using the normalized navicular height truncated and the foot posture index-6 for classifying static foot posture in adults. *J Phys Ther Sci.* 2019;31(4):392-397.
- [9] ANGİN S, ILÇİN N, YEŞILYAPRAK SS, et al. Prediction of postural sway velocity by foot posture index, foot size and plantar pressure values in unilateral stance. *Ekleml Hastalık Cerrahisi.* 2013;24(3):144-148.
- [10] BULDAT AK, FORGHANY S, LANDORF KB, et al. Foot posture is associated with plantar pressure during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. *Gait Posture.* 2018;62:235-240.
- [11] RESENDE RA, KIRKWOOD RN, DELUZIO KJ, et al. Ipsilateral and contralateral foot pronation affect lower limb and trunk biomechanics of individuals with knee osteoarthritis during gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2016;34:30-37.
- [12] OH H, IIJIMA H, AOYAMA T, et al. Association of frontal plane knee alignment with foot posture in patients with medial knee osteoarthritis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):246.
- [13] PÉREZ-MORCILLO A, GÓMEZ-BERNAL A, GIL-GUILLEN VF, et al. Association between the Foot Posture Index and running related injuries: A case-control study. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2019;61:217-221.
- [14] HENRY M. Age-related changes in leg proprioception: implications for postural control. *J Neurophysiol.* 2019;122(2):525-538.
- [15] HASSAN BS, MOCKETT S, DOHERTY M. Static postural sway, proprioception, and axial voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis.* 2001;60(6):612-618.
- [16] COTE KP, BRUNET ME, GANSNEIDER BM, et al. Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability. *J Athl Train.* 2005;40(1):41-46.
- [17] PAILLARD T, NOË F. Techniques and Methods for Testing the Postural Function in Healthy and Pathological Subjects. *Biomed Res Int.* 2015;2015:891390.
- [18] PINSAULT N, VUILLERME N. Test-retest reliability of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance. *Med Eng Phys.* 2009;31:276-286.
- [19] SHARMA L. Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am.* 1999;25(2):299.
- [20] KNIGHT AC, HOLMES ME, CHANDER H, et al. Assessment of balance among adolescent track and field athletes. *Sports Biomech.* 2016;15(2):169-179.
- [21] PROMSRI A, HAID T, FEDEROLF P. How does lower limb dominance influence postural control movements during single leg stance? *Hum Mov Sci.* 2018;58:165-174.
- [22] LANSHAMMAR K, RIBOM EL. Differences in muscle strength in dominant and non-dominant leg in females aged 20-39 years—A population-based study. *Phys Ther Sport.* 2011;12(2):76-79.
- [23] CINAR-MEDENI O, BALTAÇI G, BAYRAMLAR K, et al. Core stability, knee muscle strength, and anterior translation are correlated with postural stability in anterior cruciate ligament-reconstructed patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015;94(4):280-287.
- [24] ALONSO AC, BRECH GC, BOURQUIN AM, et al. The influence of lower-limb dominance on postural balance. *Sao Paulo Med J.* 2011;129(6):410-413.
- [25] HOFFMAN M, SCHRADER J, APPLEGATE T, et al. Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects. *J Athl Train.* 1998;33(4):319-322.
- [26] 陈泽华,叶翔凌,陈伟健,等.健康成年人下肢本体感觉与姿势稳定性的影响[J].中国组织工程研究,2020,24(29):4692-4696.
- [27] BARONE R, MACALUSO F, TRAINA M, et al. Soccer players have a better standing balance in nondominant one-legged stance. *Open Access J Sports Med.* 2010;2:1-6.
- [28] 张英媛,王国栋,陆阿明.下肢优势侧评定方法的比较研究[J].北京体育大学学报,2014,37(10):83-88.
- [29] ROSS SE, GUSKIEWICZ KM. Examination of static and dynamic postural stability in individuals with functionally stable and unstable ankles. *Clin J Sport Med.* 2004;14(6):332-338.
- [30] PROSKE U, GANDEVIA SC. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiol Rev.* 2012;92(4):1651-1697.
- [31] KHARAJI G, NIKJOORY A, AMIRI A, et al. Proprioception in stress urinary incontinence: A narrative review. *Med J Islam Repub Iran.* 2019;33:60.
- [32] AREIA C, BARREIRA P, MONTANHA T, et al. Neuromuscular changes in football players with previous hamstring injury. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2019;69:115-119.
- [33] MEI Q, GU Y, XIANG L, et al. Foot Pronation Contributes to Altered Lower Extremity Loading After Long Distance Running. *Front Physiol.* 2019;10:573.
- [34] COBB SC, BAZETT-JONES DM, JOSHI MN, et al. The relationship among foot posture, core and lower extremity muscle function, and postural stability. *J Athl Train.* 2014;49(2):173-180.
- [35] ZHANG X, SCHÜTTE KH, VANWANSEELE B. Foot muscle morphology is related to center of pressure sway and control mechanisms during single-leg standing. *Gait Posture.* 2017;57:52-56.
- [36] BONIFÁCIO D, RICHARDS J, SELFE J, et al. Influence and benefits of foot orthoses on kinematics, kinetics and muscle activation during step descent task. *Gait Posture.* 2018;65:106-111.
- [37] ROBBINS S, WAKED E, MCCLARAN J. Proprioception and stability: foot position awareness as a function of age and footwear. *Age Ageing.* 1995;24(1):67-72.
- [38] VIRMANI T, GUPTA H, SHAH J, et al. Objective measures of gait and balance in healthy non-falling adults as a function of age. *Gait Posture.* 2018; 65:100-105.
- [39] KO SU, SIMONSICK EM, DESHPANDE N, et al. Ankle Proprioception-Associated Gait Patterns in Older Adults: Results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(11):2190-2194.
- [40] 朱世杰,王文婷,章露.足部姿态变化对静态姿势稳定控制的即刻作用[J].中国组织工程研究,2012,16(37):6910-6915.
- [41] TAN JM, MIDDLETON KJ, HART HF, et al. Immediate effects of foot orthoses on lower limb biomechanics, pain, and confidence in individuals with patellofemoral osteoarthritis. *Gait Posture.* 2020;76:51-57.