

·临床研究·

鞋垫类型对行走相关肌群肌电活动及足底压力的影响*

霍洪峰^{1,2} 孟欢欢¹ 朱瑶佳¹ 张新语¹

摘要

目的:通过测量行走相关肌群肌电活动,评价正常人在裸足和穿鞋普通鞋垫、3D鞋垫状态小腿表面肌群的变化规律,为3D鞋垫的进一步应用提供理论依据。

方法:采用足底压力与表面肌电设备采集相关数据后,个性化定制3D鞋垫。通过表面肌电设备采集胫骨前肌、腓骨长肌、趾长伸肌、腓肠肌外侧和内侧头五块肌群在完成裸足、穿鞋垫着普通鞋垫、穿鞋垫着3D鞋垫三种条件下行走时的肌电活动。

结果:3D鞋垫能平衡足内外侧压力,让行走时足有适度外翻;本研究与之前研究不同的是,在摆动阶段发现了腓肠肌的一次短暂突发的波峰,表明腓肠肌在摆动阶段参与屈膝过程;3D鞋垫增加了支撑阶段胫骨前肌的激活程度,但减少了胫骨前肌的工作时长;3D鞋垫除支撑阶段的胫骨前肌、腓肠肌外其他肌群的肌肉活性皆低于普通鞋垫;穿鞋显著降低了摆动阶段踝关节拮抗肌共激活;3D鞋垫较普通鞋垫的共激活不具有优势。

结论:3D鞋垫能有效分散足底主要受力区域压力,提高鞋的舒适度,有效地控制行走时的步姿,提高鞋的足部控制性能;穿鞋时3D鞋垫和普通鞋垫皆能够显著降低由于不稳定造成高激活强度肌肉的活性,3D鞋垫有更强的维持足踝部的稳定性能。

关键词 鞋垫;足底压力;肌电图;行走

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2019)-04-0440-07

Effects of insole type on pressure of the foot and EMG activity of walking-related muscle group/HUO Hongfeng, MENG Huanhuan, ZHU Yaojia, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34 (4): 440—446

Abstract

Objective: To measure the myoelectric activity of the walking-related muscle group, evaluate the change law of calf surface muscle group when in barefoot, the normal solesshoes, or the 3D insoles and provide a theoretical basis for the further application of 3D insoles.

Method: After using plantar pressure and surface EMG equipment to collect relevant data, personalized customized 3D print insole was made. Through the surface EMG equipment, we collected the EMG activity of anterior tibial muscle, fibula longus muscle, long extensor muscle, lateral and medial head of gastrocnemius muscle when in barefoot, common insoles, or 3D insoles.

Result: 3D insole can balance the lateral pressure of the foot, make a moderate turnover of feet while walking. Unlike previous studies, a transient burst of gastrocnemius was detected during the swing phase, indicating that the gastrocnemius muscle participates in the process of flexing during the swing phase. The 3D insole increased the degree of activation of the anterior tibial muscle during the support phase, but reduced the length

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.04.013

*基金项目:河北省科技支撑项目(16275709);河北省教育厅自然科学基金项目(QN2017343)

1 河北师范大学体育学院,石家庄,050024; 2 河北省人体运动生物信息测评重点实验室

作者简介:霍洪峰,男,高级实验师; 收稿日期:2017-12-12

of the anterior tibial muscle. Except the tibialis anterior muscle and the gastrocnemius muscle during the support phase, the 3D insole decreased the muscle activity when compared with the common insole. The wearing shoes significantly reduced the ankle antagonist muscle during the swing stage of total activation; 3D insoles than common insoles did not have the advantage of co-activation.

Conclusion: The 3D insole can effectively disperse the pressure of the main force area of the sole, improve the comfort of the shoe, control the walking posture, and improve the foot control performance of the shoe. When wearing shoes, both the 3d insole and the common insole can obviously reduce the activity of muscles with high activation strength caused by instability, and the 3d insole has stronger stability performance of maintaining the ankle of the foot.

Author's address Physical Education College, Hebei Normal University, Shijiazhuang, 050024

Key word insole; pressure; electromyography; walking

在日常生活中,步行是人类最常用的移动方式,正常人体的行走、负重都依赖于足部正常的生物力学线。异常的生物力学环境将导致足部力的分布不均,降低人体正常情况下对行走的控制能力,长此以往,会引发各种不适症状^[1]。研究表明,足部正常力学特征改变将直接向上影响到髌膝踝关节、脊柱的力学结构,继而影响相关的肌肉、韧带等软组织^[2]。足部生物力学鼻祖 Merton 博士提出矫形鞋垫概念^[3],根据足踝部解剖结构特点定制,以恢复人体正常生物力学为目的的矫正辅助器具,称之为矫形鞋垫。3D雕刻技术与服务设计理念结合引入矫形鞋垫设计制作。3D鞋垫的技术已经初步成熟,3D雕刻鞋垫属于一种完全个性化定制的鞋垫,鞋垫的定制步骤一般包括:步态平衡分析等(足部数据获取)→CAD等数据处理及分析→雕刻鞋垫。研究表明3D雕刻鞋垫较普通鞋垫能够显著改善足底筋膜

炎^[4]、跟骨痛症^[5]、跟骨骨折^[6]、髌骨疼痛^[7-8]等疗效,及改善踝关节^[9]和膝关节^[10]相关肌肉力量和力学问题。通过鞋垫矫正改变足部的生物力学线,会导致整个足部的力学结构发生变化,也将影响控制足踝关节的肌群工作特征。本研究通过测量行走相关肌群肌电活动,评价正常人在赤足和穿鞋普通鞋垫、3D鞋垫状态下小腿表面肌群的变化规律,为3D鞋垫的进一步应用提供理论依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

根据本研究目的,招募了河北师范大学体育学院20例健康男性青年学生,基本情况见表1,受试者无影响试验结果的相关受伤史,并在近5个月内踝部没有扭伤。

1.2 研究方法

表1 受试者一般资料比较

性别	例数	年龄	身高(cm)	体重(kg)	体重指数(kg/m ²)	鞋码
男	20	26.0±1.8	177.3±2.6	69.1±7.1	22.0±3.4	26.5

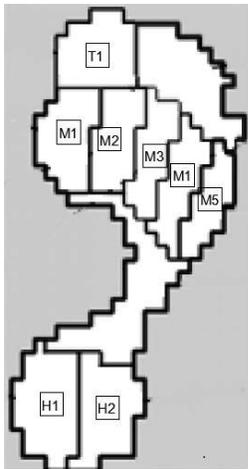
1.2.1 试验设备:意大利BTS公司生产的FREEEMG300无线表面肌电采集与分析系统,电极片间隔2cm,采集频率1000Hz,Footscan足底压力鞋垫系统(传感器密度4个/cm²,引出厚度1.5mm,压力范围1—60N/cm²,最小分辨率为25g),跑台。

1.2.2 观测肌群及压力部位:根据本研究目的,选取肌群为稳定踝关节的小腿肌群,包括:胫骨前肌、腓骨长肌、趾长伸肌、腓肠肌外侧头和内侧头。

根据解剖位置选取的足底八个压强较大的部位如图1所示。

1.2.3 实验过程:粘贴肌电电极贴片:用75%酒精擦拭需要测量的肌肉肌腹隆起部位的皮肤表面,以清除皮肤表面的油脂,增加皮肤导电性。待皮肤彻底干燥后,将肌电电极沿着肌肉纤维的方向贴至所测肌肉的肌腹隆起处。依据非侵入性表面肌电的评价方法(surface EMG for non-invasive assessment of muscles, SENIAM)和BTS FREEEMG300系统中对电极片放置的建议对受试者身体的各个肌群进行定位^[11],每块肌肉需要两个电极,电极间距离为2cm。

图1 足底压强选区



注: H1—足跟内侧; H2—足跟外侧; M1—第一跖骨; M2—第二跖骨; M3—第三跖骨; M4—第四跖骨; M5—第五跖骨; T1—第一趾骨

穿戴不同鞋垫:将不同鞋垫放置于运动鞋内,用袜子包裹固定裸足和穿鞋运动时 Footscan 压力鞋垫,每例受试者需要完成以下三次试验:第一次为裸足测量足底压力和肌电指标,第二次为穿鞋垫着普通鞋垫测量,第三次为穿鞋垫着 3D 鞋垫测量。每次测量,均采集了受试者 5 个完整的步幅。对采集的 5 个步幅,去掉 1 个最大值和 1 个最小值,将剩下的 3 个值均作为一组单独的数据进行统计学数据分析。

数据采集:启动及校准足底压力和表面肌电设备,打开相关数据记录软件。受试者在跑台上以 4km/h 的速度行走,采集和记录受试者的各项数据。

1.3 统计学分析

对于所采集到的数据,不同运动情况下压强数值、肌电均方根振幅和共激活的对比采用单因素方差分析,当分布通过正态分布同质性方差检验时应用参数检验 (Tukey 检验); 否则,使用非参数检验

(Dunnett's 检验)。

2 结果

2.1 鞋垫类型对足底压强峰值的影响

受试者以裸足和穿不同鞋垫类型行走时,足底各部位压强见表 2,从绝对数据上看,裸足行走时的足跟和足前掌第一、二跖骨处的压强大于 25N/cm²,这些局部压强较大的部位会有疲劳或损伤的风险。穿鞋(包括穿普通鞋垫和 3D 鞋垫)行走时的足底局部压强低于裸足行走,与普通鞋垫相比,3D 鞋垫能进一步降低足跟和足前掌第一、二跖骨处的压强,差异具有显著性意义;裸足行走时,左右足的不同部位压力分布存有差异,数据的离散程度较大,穿鞋行走能降低左右足之间的差异,与普通鞋垫相比,3D 鞋垫能进一步减小左右足足底的压力差异,3D 鞋垫行走时左右足足底的压力差异不具显著性。

2.2 鞋垫类型对足部控制的影响

图 2 可见,受试者裸足行走时支撑期蹬伸阶段足有过度内翻现象,内翻幅度超过了 30%,长期以这种姿势行走会造成足踝部损伤;穿运动鞋(包括普通鞋垫、3D 鞋垫)可将足内、外翻控制在正常范围内,基本控制了前掌蹬伸阶段明显的过度内翻现象,3D 鞋垫是根据受试者的足底压力分布特征个性化制作,另一个设计目的就是平衡足内外侧压力,使受试者足有适度的翻转。

2.3 三种鞋垫状态下步态时相分析

肌电振幅结果显示,在支撑阶段初期,3D 鞋垫和普通鞋垫胫骨前肌和腓骨长肌的肌电振幅高于赤足,趾长伸肌的振幅表现为:3D 鞋垫 < 普通鞋垫 < 赤足,3D 鞋垫腓肠肌外侧的振幅明显大于普通鞋垫和赤足,腓肠肌内侧只有在赤足中发现波峰。在支

表 2 不同鞋垫类型行走时足底各部位压强

(n=20, $\bar{x}\pm s$, N/cm²)

部位	左脚足底			右脚足底		
	裸足	普通鞋垫	3D 鞋垫	裸足	普通鞋垫	3D 鞋垫
H1	23.0±3.1	10.7±2.4	15.4±1.4	18.9±3.4 ^③	12.4±2.5 ^①	14.5±1.5 ^①
H2	24.8±3.7	17.5±1.8 ^①	16.0±1.8 ^①	29.8±5.8 ^③	17.3±6.0 ^①	16.8±2.2 ^①
M1	26.6±4.2	22.9±2.4 ^①	17.5±2.0 ^{①②}	35.6±6.7 ^③	26.6±1.8 ^{①③}	18.7±2.8 ^{①②}
M2	25.3±5.3	19.7±2.6 ^①	16.5±1.5 ^{①②}	29.3±4.9 ^③	18.4±2.1 ^①	15.3±2.7 ^{①②}
M3	23.7±4.6	18.7±1.5 ^①	14.3±0.9 ^{①②}	19.1±4.5 ^③	17.1±2.4	15.2±1.1 ^①
M4	12.7±1.5	13.0±0.8	13.0±1.5	12.3±3.8	12.6±2.6	14.3±1.5
M5	9.9±2.1	7.8±1.0	12.0±1.7	5.3±1.4 ^③	6.1±1.6	13.9±2.0 ^①
T1	4.9±1.8	13.6±2.2 ^①	10.3±2.0 ^{①②}	6.7±1.6	17.0±1.6 ^{①③}	11.4±1.4 ^{①②}

与裸足相比: P < 0.05; 与普通鞋垫相比: P < 0.05; 与左足相比: P < 0.05

撑中期,除3D鞋垫腓骨长肌和趾长伸肌有一个短暂突发的波峰外,其他鞋垫条件下肌群之间未发现差异。在支撑末期,所有鞋垫条件下各肌群之间未发现明显差异。在摆动阶段,3D鞋垫和普通鞋垫中胫骨前肌、腓骨长肌和趾长伸肌的振幅明显低于赤足,3D鞋垫中腓肠肌外侧和内侧的振幅明显高于普通鞋垫和赤足。

持续时间结果显示,在支撑阶段初期,3D鞋垫和普通鞋垫胫骨前肌和腓骨长肌的持续时间明显少于赤足,趾长伸肌的持续时间表现为:3D鞋垫 < 普通鞋垫 < 赤足,3D鞋垫腓肠肌外侧的持续时间明显长于普通鞋垫和赤足。在支撑中期和支撑末期,所有鞋垫条件下各肌群之间肌肉工作持续时间未发现明显差异。在摆动阶段,3D鞋垫中腓肠肌外侧和内侧的持续时间明显长于普通鞋垫和赤足。

图3是本研究三种不同鞋垫条件下右侧小腿各肌群一个步态周期中激活过程和来自参考文献12的步态中下肢各肌群激活过程的对比。与其一致的是:在支撑初期胫骨前肌和趾长伸肌出现一次波峰(图3中虚线①),在支撑中后期腓骨长肌、腓肠肌外侧和内侧皆出现一次波峰(图3中虚线②),在摆动期胫骨前肌、趾长伸肌又出现一次波峰(图3中虚线③);然而与NEUMANN不同的是:本研究发现腓肠肌内侧和外侧在摆动期又出现一次波峰(图3中虚线③)。

2.4 不同鞋垫状态下肌肉活性分析

表3反映了3D鞋垫、普通鞋垫和赤足状态下小腿各肌群支撑阶段和摆动阶段相对均方根值的变化。均方根(root mean square, RMS)是肌电时域分析的常用指标,主要反映肌肉活性,即肌肉参与运动的程度(muscle activi-

ty)^[15]。均方根值标准化方法采用最大值归一化法^[16]完成。

本研究结果显示,在支撑阶段3D鞋垫和普通鞋垫的胫骨前肌均方根值显著大于赤足($P < 0.05$),趾长伸肌均方根值显著小于赤足($P < 0.05$),普通鞋垫腓肠肌外侧的均方根值显著小于赤足($P < 0.05$),而腓骨长肌和腓肠肌内侧未表现出显著性差异($P > 0.05$)。在摆动阶段,3D鞋垫和普通鞋垫的胫骨前肌($P < 0.05$)、腓骨长肌($P < 0.05$)和趾长伸肌($P < 0.05$)的均方根值皆显著小于赤足,普通鞋垫的腓肠肌外侧显著大于赤足($P < 0.05$),而腓肠肌内侧在三个鞋垫之间没有显著性差异($P > 0.05$)。然而在3D

图2 鞋垫类型行走时足内、外翻情况

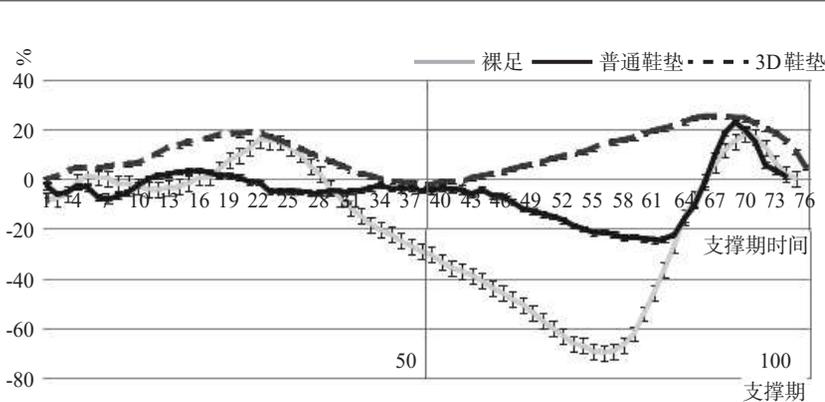
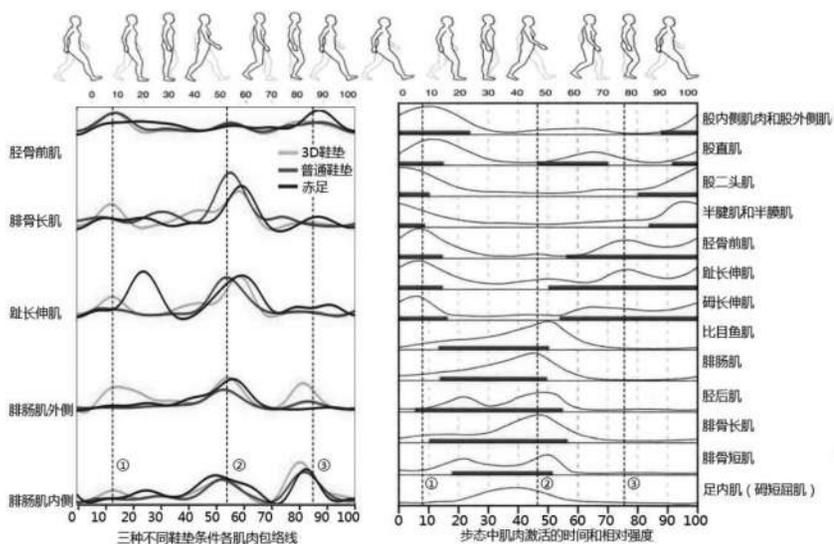


图3 三种不同鞋垫条件下右侧小腿各肌肉一个步态周期激活强度对比图



注:左图:本研究所得数据;右图:来自参考文献12

鞋垫与普通鞋垫对比时发现,支撑阶段中3D鞋垫的胫骨前肌、腓肠肌内侧和外侧的均方根值大于普通鞋垫,而腓骨长肌、趾长伸肌的均方根值小于普通鞋垫,但差异不具有显著性($P > 0.05$);在摆动阶段中,3D鞋垫的胫骨前肌、腓骨长肌、趾长伸肌、腓肠肌外侧和内侧的均方根值皆小于普通鞋垫,但差异不具有显著性($P > 0.05$)。

表4是不同鞋垫条件下直立行走的支撑和摆动阶段各肌肉的相关系数,相关系数越高表明肌肉活性与鞋垫功能越紧密,相关系数越低则相反。随着鞋垫功能的提高,相关性分析发现,支撑阶段与摆动阶段的胫骨前肌和趾长伸肌与鞋垫的功能中度或高度相关($r > 0.5, P < 0.05$),而支撑阶段的腓肠肌外侧与摆动阶段的腓骨长肌表现出与鞋垫功能的低度相关($r < 0.5, P > 0.05$),表明在支撑阶段,胫骨前肌均方根值随着鞋垫功能提高逐渐增加,而趾长伸肌、腓肠肌外侧的均方根值逐渐减小;在摆动阶段,胫骨前肌、腓骨长肌、趾长伸肌的均方根值随着鞋垫功能提高而逐渐降低。

2.5 不同鞋垫状态下踝关节拮抗肌共激活

由于中枢神经系统需要通过调整主动肌和拮抗肌肌肉收缩的时序与强弱来适应外周环境变化时所需的动作需求,从而用肌肉共激活或共收缩来反映拮抗肌与主动肌之间的协调关系^[17]。本研究中,踝关节周围的拮抗肌和主动肌的选取为:胫骨前肌、腓骨长肌、趾长伸肌和腓肠肌外侧、腓肠肌内侧,共激活(Co-activation)计算公式为:

$$\text{Co-activation} = \frac{\text{RMS}_{\text{胫骨前肌} + \text{腓骨长肌} + \text{趾长伸肌}}}{\frac{\text{RMS}_{\text{腓肠肌外侧} + \text{内侧}}}{2}} \times 100\% \quad (1)$$

表5是由以上公式计算的三种鞋垫条件下支撑和摆动阶段的共激活值。结果显示,在支撑阶段,踝关节的三种鞋垫共激活之间没有显著性差异($P > 0.05$);在摆动阶段,3D鞋垫与普通鞋垫之间没有显著性差异($P > 0.05$),而赤足时的踝关节共激活程度显著大于3D鞋垫和普通鞋垫($P < 0.05$)。

3 讨论

行走时鞋与脚的作用力不是平均分布的,足底不同部分压力大小不同,即脚底各部位所受到的压

表3 不同鞋垫状态下右侧小腿各肌群均方根值标准化后对比 ($\bar{x} \pm s, n=20$)

肌肉名称/时相	3D鞋垫	普通鞋垫	赤足
胫骨前肌			
支撑阶段	0.68±0.14	0.62±0.12	0.47±0.12
摆动阶段	0.45±0.07	0.52±0.09	0.75±0.10 ^{①②}
腓骨长肌			
支撑阶段	0.55±0.14	0.61±0.18	0.58±0.12
摆动阶段	0.40±0.13	0.42±0.11	0.57±0.16 ^{①②}
趾长伸肌			
支撑阶段	0.35±0.07	0.37±0.08	0.67±0.20 ^{①②}
摆动阶段	0.32±0.07	0.36±0.13	0.52±0.15 ^{①②}
腓肠肌外侧			
支撑阶段	0.61±0.14	0.57±0.10	0.72±0.18 ^①
摆动阶段	0.45±0.19	0.60±0.21	0.36±0.14 ^①
腓肠肌内侧			
支撑阶段	0.51±0.19	0.43±0.07	0.50±0.12
摆动阶段	0.60±0.14	0.68±0.16	0.60±0.15

赤足与普通鞋垫相比: $P < 0.05$;赤足与3D鞋垫相比: $P < 0.05$

表4 三种鞋垫肌肉活性相关系数

肌肉名称	支撑阶段	摆动阶段
胫骨前肌	0.576 ^①	0.789 ^①
腓骨长肌	0.100	0.447 ^①
趾长伸肌	0.668 ^①	0.562 ^①
腓肠肌外侧	0.312 ^①	0.183
腓肠肌内侧	0.015	0.000

注:① $P < 0.05$

表5 三种鞋垫状态下踝关节共激活对比 ($\bar{x} \pm s, n=20$)

阶段	3D鞋垫(%)	普通鞋垫(%)	赤足(%)
支撑阶段	99±22	109±25	98±20
摆动阶段	79±23	70±17	134±40 ^{①②}

与普通鞋垫相比:① $P < 0.05$;与3D鞋垫相比:② $P < 0.05$

强不同,压强过大是导致损伤和影响足舒适的重要因素。脚局部受到的最大压强可反映运动鞋内底设计的优劣。3D鞋垫是根据受试者的足底压力分布特征个性化制作的,设计目的之一就是分散足底主要受力区域压力,靠近主要受力区域的其他部位会增加压力,由于鞋垫采用EVA发泡材料,足鞋的贴合度较高,代偿部位的压强并没有明显增加,从而提高了舒适度。足通过旋前和旋后转换其韧性结构与刚性结构,以实现足部重要的运动功能,旋前主要是背屈、外翻、外展,而旋后为跖屈、内翻、内收。着地阶段,足部适度的外翻可以减小地面支撑反作用力,起到缓冲作用,如果外翻过度会造成足部异常变形,引起下肢力学结构改变,导致足部急性或慢性损伤,足内、外翻程度可评价步态足部控制性能。将足沿

纵轴分为内外两部分,行走时足内外两侧受地面反作用力的比值可以反映足内外翻的程度, $[(M1+M2+HM)-(M3+M4+M5+ML)] / (M3+M4+M5+ML) \times 100\%$, M1 第1跖骨、M2 第2跖骨、M3 第3跖骨、M4 第4跖骨、M5 第5跖骨、HM 足跟内侧、ML 足跟外侧,数值大于0为外翻,小于0为内翻。研究结果表明,与普通鞋垫相比,3D鞋垫翻转曲线更平滑,与Footscan软件自带的足内外翻评价标准吻合度高,更能有效地控制行走时的步姿,在着地缓冲阶段和蹬伸阶段均有适度的外翻。3D鞋垫能有效分散足底主要受力区域压力,提高鞋的舒适度,3D鞋垫能平衡足内外侧压力,让行走时足有适度外翻。有效的控制行走时的步姿,提高鞋的足部控制性能。时相的研究结果表明,穿着3D鞋垫虽然增加了支撑阶段胫骨前肌的激活程度,但减少了其持续工作时间,同时减小了趾长伸肌的振幅和持续工作时间。与NEUMANN和王静^[16]的对比中发现腓肠肌外侧和内侧多出现一次波峰,本研究认为,由于腓肠肌属于双关节肌群(跨过踝关节和膝关节),不仅使踝关节伸,还参与屈膝收缩^[12],所以在摆动初期胫骨前肌使踝关节背屈时,下肢摆动大小腿折叠使腓肠肌参与屈膝,出现了一次短暂的波峰。无论如何,本研究的包络线结果显示与大部分步态研究^[12,16-17]的结果基本一致。

肌肉活性的研究结果表明,与裸足相比,穿鞋垫着3D鞋垫和普通鞋垫显著增加了支撑阶段时胫骨前肌的激活强度,这是由于3D鞋垫和普通鞋垫穿鞋的原因,右脚从脚跟着地开始至过渡到全脚掌着地的过程中,受力学因素影响,相对较硬的鞋垫和鞋底加快了全脚掌着地的速度,为使这一速度减慢,机体的自我保护使胫骨前肌的激活程度增加。而相对于普通鞋垫,3D鞋垫的硬度较高(45%硬度),这就使得胫骨前肌激活程度进一步增加。虽然胫骨前肌的振幅显著增加,但由于着地速度加快,使得胫骨前肌的工作时长明显减小。在宋雅伟^[15]的研究中发现随着鞋底硬度的增加,行走时胫骨前肌积分肌电值逐渐减小,本研究猜测,这种现象可能是由于着地时长减少导致的。3D鞋垫和普通鞋垫除支撑阶段胫骨前肌激活程度显著高于赤足,支撑阶段的腓骨长肌、腓肠肌内外侧及摆动阶段的腓肠肌内外侧不具有显著性差异外,其他条件中肌肉激活强度皆表现出显

著低于赤足的现象。这种现象表明,穿鞋能够显著提高足踝部稳定性,减少相关肌群肌肉活性,进而提高人类行走时的效率。虽然3D鞋垫与普通鞋垫之间没有表现出显著性差异,但除支撑阶段胫骨前肌外,其他条件下肌肉活性表现出皆低于普通鞋垫的现象,而在支撑期的腓肠肌内外侧中发现普通鞋垫的肌肉活性低于3D鞋垫,这种现象在宋雅伟^[15]的研究中也被发现,但不具有显著性。上述现象表明,穿鞋时3D鞋垫和普通鞋垫皆能够显著降低由于不稳定造成高激活强度肌肉的活性,3D鞋垫在维持足踝部的稳定性中有更强的功能。研究显示了与之前研究较为相似的肌肉激活过程。与之不同的是,在摆动阶段发现了腓肠肌的一次短暂突发的波峰,表明腓肠肌在摆动阶段参与屈膝过程;鞋垫类型显著影响了行走相关肌群肌肉活性,穿鞋与赤足相比显著降低了大部分肌群的肌肉活性;3D鞋垫增加了支撑阶段胫骨前肌的激活程度,但减少了胫骨前肌的工作时长;3D鞋垫除支撑阶段的胫骨前肌、腓肠肌外其他肌群的肌肉活性皆低于普通鞋垫,3D鞋垫可能有助于提高踝关节稳定,降低肌肉活性,提高步行质量。踝关节拮抗肌共激活的研究结果表明,穿鞋并不能改变支撑阶段的踝关节拮抗肌共激活特征,但穿鞋时的3D鞋垫和普通鞋垫与赤足相比显著降低了摆动阶段踝关节拮抗肌共激活特征,而3D鞋垫与普通鞋垫之间亦未发现显著性差异。穿鞋时,3D鞋垫和普通鞋垫皆能够显著改善踝关节拮抗肌协调性,降低神经支配肌肉的兴奋性。这种结果再次证实了穿鞋能够提高人们行走效率,但3D鞋垫相比普通鞋垫并不具有优势。

4 结论

3D鞋垫能有效分散足底主要受力区域压力,提高鞋的舒适度,有效地控制行走时的步姿,提高鞋的足部控制性能;穿鞋时3D鞋垫和普通鞋垫皆能够显著降低由于不稳定造成高激活强度肌肉的活性,3D鞋垫有更强的维持足踝部的稳定性能。

参考文献

- [1] Scott G, Menz HB, Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function[J]. *Gait & Posture*, 2007, 26

- (1):68—75.
- [2] Nigg BM, Nurse MA, Stefanyshyn DJ. Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities[J]. Med Sci Sports Exerc, 1999, 31(7 Suppl):S421—428.
- [3] Jarvis HL, Nester CJ, Jones RK, et al. Inter-assessor reliability of practice based biomechanical assessment of the foot and ankle[J]. J Foot Ankle Res, 2012, 7(5):14—22.
- [4] 刘巍,吴强,何成奇. 矫形鞋垫对足底筋膜炎患者的近期疗效[J]. 华西医学,2013,28(3):426—428.
- [5] 高峰,李海峰,谢谨,等. 物理因子结合矫形鞋垫治疗跟痛症[J]. 中国康复,2012,27(4):311—312.
- [6] 申美平,陈欢,刘德清,等. 足部矫形鞋垫在跟骨骨折后康复中的应用价值[J]. 中国医学工程,2013,10(1):62—63.
- [7] Bill Vicenzino, Natalie Collins. Foot orthosis and physiotherapy in the treatment of patella femoral pain syndrome: randomised clinical trial[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2008 9(1):1—12.
- [8] Munuera PV, Mazoterias-Pardo R. Benefits of custom-made foot orthoses in treating patellofemoral pain[J]. Prosthet Orthot Int, 2011, 35(4):342—349.
- [9] 廖苏. 矫形鞋垫对扁平足和内翻膝步态矫正效果的研究[D]. 北京:北京体育大学,2013.
- [10] Kerrigan DC, Lelas JL, Goggins J, et al. Effectiveness of a lateral-wedge insole on knee varus torque in patients with knee osteoarthritis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2002, 83(7):889—893.
- [11] Hermens H J, Freriks B, Merletti R, et al. European recommendations for surface electromyography[J]. Roessingh Res Dev, 1999, 8(11): 43—45.
- [12] Neumann DA 著. 刘颖, 师玉涛, 闫琪, 译. 骨骼肌肉功能解剖学[M]. 北京:人民军医出版社,2016.662.
- [13] 王静, 吴效明. 基于表面肌电的步态分析[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(26):4834—4840.
- [14] Nicol. Basic Biomechanics of the musculoskeletal system [J]. Journal of Biomechanics, 2002, 35(6): 872.
- [15] De Luca CJ. Physiology and mathematics of myoelectric signals[J]. IEEE Trans Biomed Eng, 1979, 26(6):313—325.
- [16] 李建华, 王健. 表面肌电图诊断技术临床应用[M]. 杭州:浙江大学出版社,2015.70—71.
- [17] 宋雅伟. 不同硬度鞋底对人体步行能力的影响[D]. 上海:上海体育学院,2009.
- [18] 刘强. 球棒重量对肌肉活性之影响:适当球棒重量之探讨[J]. 大专体育学刊,2003,5(2):121—129.

关于举办2019第三届中国康复医学会 综合学术年会暨国际康复设备展览会的通知

为贯彻落实“健康中国战略”部署,发挥高端学术会议引领辐射作用,加强康复医学学术交流与合作,促进康复医学科技创新与成果转化,推动国家康复医学事业快速发展,定于2019年11月下旬在北京举办2019第三届中国康复医学会综合学术年会暨国际康复设备展览会。现将有关事项通知如下:

时间和地点:11月22至24日,北京国家会议中心。

主题:守正创新,融合发展,构建康复事业共同体

主要内容:第三届国际康复主论坛、第三届中国中美康复论坛、第二届中德康养结合论坛等50个专题康复学术论坛及理论操作培训,颁发2019年度中国康复医学会奖项。

参会人员:中国康复医学会领导、常务理事、理事,所属分支机构委员、会员,各省、自治区、直辖市康复医学会委员、会员,以及相关专业技术人员。

注册缴费:参会人员1200元/人,学会会员1100元/人,学生500元/人,预先通过会议网站注册缴费优惠价1000元/人、学会会员900元/人,优惠截止时间10月31日。会议交通、食宿费用自理,报名注册缴费和住宿登记网址<http://3096.medcircle.cn>。会议注册代表可获记国家继续教育一类学分8分。

论文征集:会议组织论文征集,由组委会安排专家评审,颁发优秀论文奖励证书。投稿使用会议网上注册系统(PC端登陆会议网站<http://3096.medcircle.cn>,点击“在线投稿”完成投稿),投稿截止时间为8月31日。

国际康复设备展览会:同期举办第三届国际康复设备展览会,设立400个标准展位,展览面积1.5万平方米,参展商及产品信息将编入企业名录提供参会代表,并在中国康复医学会门户网站公布。

联系方式:大会组委会秘书处,联系人员:张文豪18801229172(会务);刘美彤18310834939(注册);于宛平18810606365(招展);联系电话:010-64210670转600、607;通讯地址:北京市朝阳区北辰东路8号汇欣大厦A座307室;电子邮箱:congress@carm.org.cn