

小学生穿暴走鞋的步行行为研究

裘琴儿¹, 李思远², 翟小青¹, 冯泉慧¹

(1. 宁波大学 体育学院, 浙江 宁波 315211; 2. 大连理工大学 化工与环境生命学部, 辽宁 大连 116024)

摘要: 通过小学生群体穿运动鞋与暴走鞋的步态, 研究运动鞋、无轮暴走鞋、有轮暴走鞋在步行过程中的步行行为特点. 用高速摄像机从侧面拍摄小学生穿运动鞋与暴走鞋时的步态过程, 分析正常步行时的步长、步频、步速与落地角的步行行为指标特征, 检验鞋跟高度差异对步行的影响. 结果表明: 小学生步行时的最长步长是运动鞋, 有轮暴走鞋最短; 运动鞋、无轮暴走鞋、有轮暴走鞋的步频、步速与落地角呈现递减趋势; 运动鞋与有轮暴走鞋、无轮暴走鞋与有轮暴走鞋的步长、步速与落地角的平均值差异非常显著 ($P < 0.01$), 运动鞋与有轮暴走鞋、无轮暴走鞋与有轮暴走鞋的步频平均值差异显著 ($P < 0.05$).

关键词: 小学生; 暴走鞋; 步长; 步频; 步速; 落地角

中图分类号: G804.61; G841

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2014) 04-0100-04

随着社会的进步与科技的发展, 研究者所设计的鞋子除了满足脚的生理基本功能外, 也注重于时尚功能的需求. 暴走鞋的设计就是体现了学生时尚的欲望, 在短时间内受到了学生的崇拜. 暴走鞋的外形与普通旅游鞋没什么不同, 只是鞋跟部位多了1个或2个小轮子, 可以用手动方式改变鞋子的功能, 打开轮子使鞋子能在平滑地面由步行随时改为滑行, 就像穿了旱冰鞋一样, 所以很受中小学生的欢迎.

有学者指出: 由于小学生脚踝肌肉、骨骼都没有发育完全, 这种暴走鞋长时间穿着可能会对小學生的足弓发育、踝部力量、肌肉协调能力造成影响^[1-2]. 有报道表明小学生穿暴走鞋受伤的病例, 但缺少对小学生穿暴走鞋的生物力学研究, 因此笔者从运动学角度来研究小学生穿暴走鞋的步行行为特征, 评价运动鞋与暴走鞋的步行功效, 希望通过实验可以让消费者正确认识和穿着暴走鞋.

1 研究方法

1.1 受试对象

本研究选取了某小学在校男生 35 名, 均为暴

走鞋爱好者, 有1年或1年以上穿着暴走鞋的经历, 没有相关受伤史, 无足部畸形、无异常步态.

受试小学生平均年龄为 (12.80 ± 0.77) 岁, 平均身高为 (151.20 ± 6.76) cm, 平均体重为 (42.43 ± 7.60) kg.

1.2 实验用鞋

实验用鞋为市场上随机购买, 运动鞋的重量为 0.415 kg, 鞋跟高度为 2.0 cm, 暴走鞋的重量为 0.930 kg, 无轮暴走鞋的鞋跟高度 4.8 cm, 有轮暴走鞋的鞋跟高度 6.0 cm. 具体鞋子如图 1 所示.



图 1 暴走鞋实验用鞋

1.3 测试指标

实验使用高速摄像机从侧面研究小学生穿暴走鞋时的步态, 选择步长、步频、步速和落地角度作为步行行为指标.

1.4 实验数据处理

走路是一种周期性的运动, 选取 1 次测试中 3 个稳定步态动作的数据, 取平均值进行分析, 通过 SPSS 17.0 统计学软件进行单因素方差分析, 比较不同鞋型在步行过程中小学生步行行为参数是否存在差异.

2 实验结果与分析

步行是人们最常见、最重要的身体活动形式, 也是大量研究证实的有效身体活动干预运动项目. 步态可以评估人体正常行走的步行行为功能, 步态分析中常用的基本参数包括步长、步幅、步频、步速、步行周期、步行时相^[3]. 其中步长、步频和步速是步态分析中常用的 3 个步行行为指标.

为使研究结果更加准确, 本实验在正式测试前进行了预实验, 让小学生穿暴走鞋适应性进行活动, 每个小学生提前了解实验过程, 能正确理解实验步骤. 小学生穿运动鞋、无轮暴走鞋与有轮暴走鞋步长、步频、步速与落地角测试结果见表 1.

表 1 小学生步行时不同鞋型步行参数比较分析 ($\bar{x} \pm s$)

鞋型	步长/m	步频/(步·s ⁻¹)	步速/(m·s ⁻¹)	落地角/°
运动鞋	0.54±0.10 ²⁾	1.67±0.32 ¹⁾	0.97±0.34 ²⁾	37.17±6.51 ²⁾
无轮暴走鞋	0.53±0.07 ²⁾	1.47±0.22 ¹⁾	0.83±0.42 ²⁾	30.94±6.56 ²⁾
有轮暴走鞋	0.46±0.07 ²⁾	1.02±0.26 ¹⁾	0.71±0.56 ²⁾	12.98±6.84 ²⁾

注: 1)表示为 $P<0.05$, 2)表示为 $P<0.01$, 下表同.

2.1 步长

行走时, 一侧足跟着地到紧接着对侧足跟着地所行进的距离, 又称单步长, 如图 2 中的 I. 由一侧足跟着地到该侧足跟再次着地所进行的距离叫做步幅, 称为复步长, 通常是步长的 2 倍, 如图 2 中的 II. 健康人平地行走时一般步长约为 0.50~0.80 m. 中国正常青年男性的步长为(0.69±0.07) m, 女性的步长为(0.63±0.02) m, 个体步长的差异主要与腿长有关^[3].

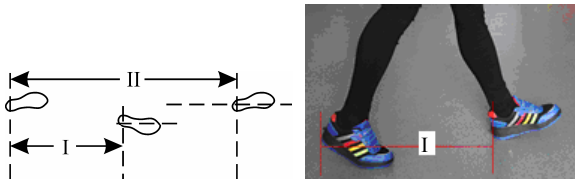


图 2 步长示意与实验场景

步态是指人体步行时的姿态, 人体通过髌、

膝、踝、足趾的一系列连续活动, 使身体沿着一定方向移动的过程^[4]. 步行时, 人体的足部区域支撑着人体的重量, 正常步态需要包括稳定性较好的支撑期、足部放松的步行摆动期、足够的步长和在步行过程中足部肌肉与鞋子的减震与储能功效.

表 2 的数据表明, 随着鞋跟高度的增加, 小学生穿运动鞋与暴走鞋的步长有递减的趋势, 其中穿运动鞋步长最大, 有轮暴走鞋的步长最短, 运动鞋与无轮暴走鞋的步长没有显著性差异($P>0.05$), 但运动鞋与有轮暴走鞋的步长, 无轮暴走鞋与有轮暴走鞋的步长都存在非常显著性差异($P<0.01$). 暴走鞋由于需要在足跟安装轮子, 其制造工艺决定了暴走鞋的结构, 既增加了鞋子的重量也提高了鞋子的后跟高度, 特别是打开轮子, 使暴走鞋的后跟高度是运动鞋后跟高度的 3 倍, 人体在步行过程中足背的弯曲度受到影响, 从而造成了步长的缩短, 影响了正常的步态; 从另一方面验证了鞋跟高度改变了步行的步态特征, 说明运动鞋轻便, 适宜的后跟高度有助于运动. 对于处于成长期的小学生, 其足部骨骼正是发育时期, 经常穿着有一定高度的鞋子会影响小学生的足部骨骼成长, 选择合适高度与轻便的鞋子应该是考虑的首选.

表 2 不同鞋型小学生步长均值显著性比较表

鞋型	鞋跟高度/cm	$\bar{x}_i$	$\bar{x}_i - 0.46$	$\bar{x}_i - 0.53$
运动鞋	2.0	0.54	0.08 ²⁾	0.01
无轮暴走鞋	4.8	0.53	0.07 ²⁾	
有轮暴走鞋	6.0	0.46		

2.2 步频

行走中每分钟迈出的步数称为步频. 普通健康人通常步频为 95~125 步·分⁻¹, 东方男性的步频平均约(112.2±8.9) 步·分⁻¹, 东方女性的步频平均约(123.4±8.0) 步·分⁻¹.

步行动作的基本要求是小学生通过提踵, 克服人体自身的重量, 改变力的作用线, 使人体的位移产生变化^[4-5]. 运动鞋与暴走鞋的重量也需要通过克服重力而产生相应的位移, 因此鞋子的重量同样会产生影响作用^[6], 实验中所用的运动鞋每双重量为 0.415 kg, 暴走鞋重量每双为 0.930 kg, 暴走鞋的重量接近于运动鞋重量的 2 倍, 因此需要提供更多的下肢肌肉能量促使步行时的步频改变.

表 3 的数据表明, 小学生穿运动鞋、无轮暴走

鞋和有轮暴走鞋的步频呈现递减的趋势,而运动鞋与无轮暴走鞋的步频没有显著性差异($P>0.05$),但运动鞋与有轮暴走鞋的步频、无轮暴走鞋与有轮暴走鞋的步频都存在显著性差异($P<0.05$)。小学生穿暴走鞋行走时步频降低,作为运动时鞋子的基本功能出现补偿性缺陷,小学生在步行与运动时的稳定性下降,影响正常的步行。

表3 不同鞋型小学生步频均值显著性比较

鞋型	鞋跟高度/cm	$\bar{x}_i$	$\bar{x}_i - 1.02$	$\bar{x}_i - 1.47$
运动鞋	2.0	1.67	0.65 ¹⁾	0.20
无轮暴走鞋	4.8	1.47	0.45 ¹⁾	
有轮暴走鞋	6.0	1.02		

2.3 步速

行走时单位时间内在行进方向上整体移动的直线距离,一般健全人通常步速为 $1.1\sim 1.6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。在反映步行能力指标中,步行速度是步行的基本指标,也是显示个人步行能力最具功能性指标^[3]。

步行时步速的快慢与多个因素有关,如肌肉的拉力、神经系统的反映灵敏度、鞋子的重量与高度等。有研究表明,鞋跟太高容易改变身体重心着力的结构,减弱踝关节的稳定性^[4]。本研究中,无轮暴走鞋后跟高度是运动鞋的2倍,有轮暴走鞋后跟高度是运动鞋的3倍,穿上暴走鞋相当于穿上1双高跟鞋。因此在步行时,人体的重心会前倾,重力作用于前脚掌,跟腱处于紧张状态,人体处在不平衡的状态中,从而影响步行的速度^[7]。

同时小学生正处在身体生长发育期间,如果长期穿会影响足底骨与骨之间的磨损,行走会造成肌肉劳损,严重者还可能会患上筋膜炎,诱发足弓塌陷^[8]。

表4的数据认证了鞋跟的高度对小学生步速的影响,小学生穿运动鞋、无轮暴走鞋和有轮暴走鞋的步速呈现递减的趋势,运动鞋与无轮暴走鞋的步速没有显著性差异($P>0.05$),但对于运动鞋与有轮暴走鞋的步速,无轮暴走鞋与有轮暴走鞋的步速都存在非常显著性差异($P<0.01$)。由于鞋子的

表4 不同鞋型小学生步速均值显著性比较

鞋型	鞋跟高度/cm	$\bar{x}_i$	$\bar{x}_i - 0.71$	$\bar{x}_i - 0.83$
运动鞋	2.0	0.97	0.26 ²⁾	0.14
无轮暴走鞋	4.8	0.83	0.12 ²⁾	
有轮暴走鞋	6.0	0.71		

重量与后跟高度,小学生穿暴走鞋行走时通过降低步速来获得步行的稳定性,从而使小学生足底肌肉与肌腱的调节作用得以自我保护。

2.4 落地角

正常步行时踝关节的跖屈、背伸运动中最大背伸发生在足跟落地,一般为 $15\sim 20^\circ$ (图3)^[3]。

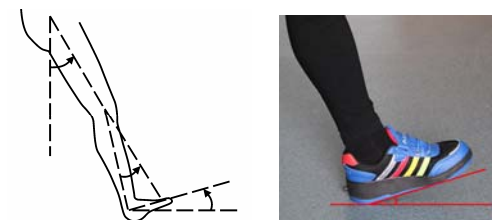


图3 脚跟落地时角度与实验场景示意

步行是一种周期性的运动,每次周期性动作从脚后跟着地,过渡到全脚掌,通过脚底肌肉、肌腱、脚趾扒地推离地面完成,所以步行时的落地角度可以反映出步行时足踝膝的运动功能^[9]。

表5的数据表明,小学生穿运动鞋、无轮暴走鞋和有轮暴走鞋的落地角也呈现递减的趋势,运动鞋、无轮暴走鞋与有轮暴走鞋的落地角存在非常显著性差异($P<0.01$)。小学生穿运动鞋的落地角为 37.17° ,接近于理论上的数值,说明穿运动鞋有助于小学生正常行走,穿上无轮暴走鞋的落地角为 30.94° ,而穿上有轮暴走鞋的落地角仅为 12.98° ,远小于理论值,不得不考虑暴走鞋的步行功能;从鞋子结构上分析,其产生的原因可能是后跟的高度导致。根据国外学者对行走时下肢肌肉活动情况的研究报道显示:由于鞋跟高度增大促使下肢肌肉的活动性趋向下降,从而使胫骨前肌退让性收缩力的减弱,小腿三头肌和腓肠肌功能减弱,如果长期穿会引起足部筋膜损伤,足底脂肪垫损伤,肌肉劳损,甚至会影响小学生的骨骼发育^[1]。

表5 不同鞋型小学生落地角均值显著性比较

鞋型	鞋跟高度/cm	$\bar{x}_i$	$\bar{x}_i - 12.98$	$\bar{x}_i - 30.94$
运动鞋	2.0	37.17	24.19 ²⁾	6.23 ²⁾
无轮暴走鞋	4.8	30.94	17.96 ²⁾	
有轮暴走鞋	6.0	12.98		

3 结论与建议

(1) 运动鞋与暴走鞋重量差异接近于2倍,无轮暴走鞋、有轮暴走鞋鞋跟高度是运动鞋鞋跟高度

的2~3倍, 鞋跟高度与重量改变了小学生步行时的步态特征, 导致穿运动鞋与暴走鞋步行时的步行行为指标产生差异。

(2) 小学生穿运动鞋、无轮暴走鞋和有轮暴走鞋在步行时的步长、步频、步速与落地角都呈现出递减趋势, 并且运动鞋与有轮暴走鞋、无轮暴走鞋与有轮暴走鞋的步长、步速与落地角都出现非常显著的统计学上差异性($P<0.01$); 运动鞋与有轮暴走鞋、无轮暴走鞋与有轮暴走鞋的步频呈现出显著的统计学差异性($P<0.05$), 小学生穿暴走鞋行走时通过步行行为指标的下降补偿行走效率的降低。

(3) 小学生在正常步行过程中, 足部区域支撑着人体的重量。当鞋子的高度与重量发生改变时, 步行行为的指标也会发生变化, 小学生穿暴走鞋时的步长、步频、步速与落地角都偏小, 影响正常的步行, 这种变化往往比临床症状出现的更早, 建议小学生不宜长时间穿暴走鞋, 以免造成脚底肌腱损伤。

参考文献:

[1] Norem N. Gait Changes with the use of heelys a case

study[J]. Journal of the American Podiatric Medical Association, 2009(3):247-250.

[2] Lenehan B, Callender, McIntyre A, et al. Heely injuries: A new epidemic warranting a government health warning [J]. Injury, 2007, 38:923-925.

[3] 安宇. 论步频和步长的关系[J]. 牡丹江大学学报, 2008(1):125-127.

[4] 裘琴儿, 陆毅琛, 李建设. 国内外知名篮球鞋力学性能的实验研究[J]. 北京体育大学学报, 2010(5):59-61.

[5] 李建设, 顾耀东, 陆毅琛. 运动鞋的生物力学研究[C]. 第11届全国运动生物力学学术论文汇编, 2006:50-60.

[6] Qiu qiner. Experimental study on plantar pressure of basic step in aerobics sports[C]. 2011 International Conference on Advanced in Control Engineering and Information Science, 2011:1877-1880.

[7] 马云龙, 熊辉, 蒋晓蓓, 等. 行人特性对步行行为影响分析[J]. 交通与运输: 学术版, 2009(7):99-101.

[8] 王琳, 徐冬青, 李静先. 中国青春期前男性肥胖儿童步态和姿势控制变化[J]. 中国运动医学杂志, 2008(2): 179-183.

[9] 胡广. 骨与关节运动损伤[M]. 北京: 人民军医出版社, 2007:56-88.

Pedestrian Characteristic of Primary School Students Wearing Heelys: Study

QIU Qin-er¹, LI Si-yuan², ZHAI Xiao-qing¹, FENG Xiao-hui¹

(1. Faculty of Physical Education, Ningbo University, Ningbo 315211, China; 2. Faculty of Chemical, Environmental and Biological Science and Technology, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: The purpose of this study is to compare the gait between primary school students walking with sneakers and Heelys. Pedestrian behaviors are observed for the pupils wearing sneakers, Closed-Wheel Heelys (CWH) and Open-Wheel Heelys (OWH). A high-speed video camera is set up to film the pupils' gait at sideline when they are walking along described by four indices, that is, chose step length, stride frequency, walking velocity and landing angle. These indices are analyzed under normal walking condition. Also the impact of varying high-heels on the walking gait is analyzed. The results show that wearing sneakers causes the longest step length while the shortest with OWH. In comparison, wearing sneakers, CWH and OWH leads to decreasing stride frequency, walking velocity, and landing angle. The noticeable difference in averaged measurements is found among step length, walking velocity and landing angle($P<0.01$), and so is also found in stride frequency($P<0.05$).

Key words: primary school students; heelys; step length; stride frequency; walking velocity; landing angle

(责任编辑 章践立)