

# 基于儿童足部发育规律及步态特征的 6~10 岁童鞋设计原则

张秀丽

(华南师范大学 体育科学学院, 广东 广州 510006)

**摘 要:** 结合华南师范大学附小 20 名女童静、动态足底压力测试数据、穿鞋习惯、消费观念等, 从生物力学角度对儿童出现的主要足部不适症状进行分析, 指出中国 6~10 岁童鞋设计应遵循的主要原则: 一是与脚的形状相似, 成扇形, 为足的自然生长发育创造条件; 二是儿童走路时鞋子产生弯折的部位符合儿童足的比例, 不应只是成人鞋的翻版; 三是通过增加足中部及足后跟稳定性的方法达到减小足底压力的目的。并建议小童、中童、大童鞋的划分标准以年龄为依据, 而不应以鞋码大小为依据。

**关 键 词:** 运动生物力学; 童鞋设计原则; 足底压力; 步态

**中图分类号:** G804.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7116(2011)04-0141-04

## Principles for designing shoes for children at ages 6-10 based on the development patterns and gait characteristics of children's feet

ZHANG Xiu-li

(School of Physical Education, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** Based on latest achievements made by children's feet and shoes researches at home and abroad, coupled with the static and dynamic sole pressure test data, shoeing habits and consumption conceptions of 20 girls studying at the Affiliated Elementary School of South China Normal University, the author analyzed major symptoms of foot discomfort happening to children from the perspective of biomechanics, and concluded the following major principles that should be followed for designing shoes for children at ages 6—10: 1) the shoes should be similar to the foot shape – like a sector, so as to create conditions for the natural growth and development of feet; 2) the bended area produced by the shoes when children are walking should fit into children's foot proportion, should not simply copy the one used for adults' shoes; 3) the goal to reduce sole pressure should be achieved by means of increasing the stability of the middle and heel of the shoes. The author also suggested that small, medium and big shoes for children be classified based on ages instead of shoe sizes.

**Key words:** exercise biomechanics; principles for designing shoes for children; sole pressure; gait

丘理等<sup>[1]</sup>负责的国家级公益项目“中国人群脚型规律的研究”表明: 第一, 中国幼儿园孩子的脚, 绝大多数是健康的, 而同一地区的中学生, 健康脚型尚不到 20%; 第二, 中国人群拇外翻畸形、平足发生率高, 尤其是经济发达地区, 而且低龄化现象严重。以上所述均表明, 我国儿童普遍存在穿鞋不当的问题。在很

大程度上, 足部不适、足部畸形, 是童鞋设计不够合理造成的。

国际品牌童鞋设计把童鞋定位于保健品, 根据儿童足的生理发育规律、生物力学特点进行研发。然而, 纵观中国童鞋市场, 绝大多数生产商的注意力还仅仅局限在款式、颜色以及造型上, 童鞋生产企业中几乎

收稿日期: 2010-10-25

基金项目: 华南师范大学民族与体质健康研究中心资助项目, 第 13 届运动生物力学大会报告论文。

作者简介: 张秀丽(1968-), 女, 副教授, 博士, 研究方向: 运动生物力学。

没有研究儿童足部生理发育的人员,更没有与足部生物力学相关的研究设施和仪器,其宣传广告多在顾客的消费心理上下功夫。因此,童鞋生产商的设计及顾客消费观念尚有很多误区<sup>[2]</sup>。

本研究从儿童足部的形态发育规律、骨骼生长规律、足弓形成机制及步态特征等几个方面,结合华南师范大学附小 20 名女童静、动态足底压力测试数据、穿鞋习惯、消费观念等,从生物力学角度对儿童出现的主要足部不适症状进行分析,指出目前童鞋消费者存在的主要误区及其成因,提出 6~10 岁童鞋的研发、设计理念及原则,为提高国内童鞋设计水平提供参考。

## 1 研究对象与方法

1)研究对象:儿童的年龄跨度虽然只有 10 多年,但足的发育特点相去甚远。从发育规律的角度来看,6~10 岁是儿童身体和足部发育的关键期,因此选择 8 岁左右儿童为对象进行前期研究。2009 年 9 月在华南师范大学附小三年级随机抽取 23 名女学生进行测试,全部数据均有效的为 20 名。

2)测试内容及步骤:(1)用一端带有足跟形的钢尺进行左右足长测量、用电子体重计进行体重测量。(2)进行赤足状态下静态足底压力测试,以判断足型。(3)进行动态足底压力测试。正式测试前,要求每个测试对象在辅道上以自然步速、步态行走若干次,直至走路姿态没有异样,再进行正式数据采集,最后采用 3 次有效数据的平均值进行分析。动、静态足底压力测试均用 RSscan 足底压力平板测试系统(3D-plate-1m, Belgium),采样频率 50 Hz。

3)足底压力比例法:在足底压力图上,从足跟至跖骨最远端等分为 3 个区域 A、B、C(如图 1 所示):A 为足跟部位,B 为中间部位,C 为前脚掌部位。足弓高度评价指数为  $AI = (F_B / (F_A + F_B + F_C))\%$ ,即 B 区域足底压力的百分比大小。Footscan 足底压力测试系统的判断标准:  $21\% \leq AI \leq 28\%$  为正常足弓,  $AI > 28\%$  为平足,  $AI < 21\%$  为高足弓。

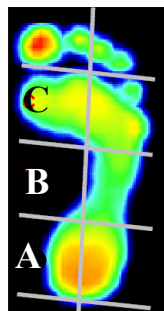


图 1 足底分区

4)个案分析:记录测试对象平时穿鞋、选鞋的原则,观察其足部外形特点,鞋底的磨损程度及部位,结合赤足及穿鞋状态的足底压力测试数据,从运动生物力学角度分析其不适或疼痛的原因。

## 2 研究结果

20 名学生测试结果:年龄( $9.3 \pm 0.6$ )岁,体重( $28.2 \pm 3.23$ ) kg,左足长( $23.7 \pm 2.8$ ) cm,右足长( $23.2 \pm 3.2$ ) cm;正常足的占 25%,扁平足的占 65%,高足弓的占 10%;左右足长差值  $> 2$  mm 的占 25%。测试对象不同程度的存在穿鞋误区,本研究选择具有代表性的 3 名测试对象的结果进行个案分析。

1)王××,女,10 岁,体重 34 kg,左足长 23.2 cm,右足长 23.5 cm。

主观描述:前脚掌痛,每天晚上都要求按摩。

穿鞋特点:近期穿的一双凉鞋鞋底折成两段,但本人感觉这双鞋最舒服。

买鞋原则:买鞋时挑鞋底软的,认为越软越舒服。

赤足测试结果:第 1,右脚前掌先着地,然后才过渡到脚后跟,左脚后跟着地后即刻,前掌就受力,此为不正常步态特征;第 2,足底压力中心出现侧向偏移及不流畅的明显特点,前脚掌中部的受力较大,且持续时间长。

穿鞋测试结果:从赤足与穿鞋的对比看,并没有改善其赤足走路时的不良特征。尤其在落地实期,导致了两次急剧的翻转。

2)冯××,女,10 岁,体重 36 kg,左足长 22.2 cm,右足长 22.4 cm。

主观描述:经常抱怨下肢、腰、膝部位多处疼痛,双脚外侧疼痛。

穿鞋特点:一直穿“阿迪”运动鞋,且几双鞋轮流穿。

买鞋原则:“阿迪”运动鞋和较贵的皮鞋,名牌鞋肯定质量好,穿着舒服。

赤足测试结果:第 1,左脚前掌最初受力点为中部,然后向外侧扩展,最后再向内侧,为非正常步态;第 2,从全足翻转曲线看,左右脚都有一定程度的内外翻;右脚的跟部活动较剧烈,并总体呈现过度外翻趋势。

穿鞋测试结果:对比赤足和穿鞋的足部翻转特点,赤足时不良步态特点没有得到适当的矫正。

3)胡××,女,9 岁,体重 24 kg,左足长 21.9 cm,右足长 22.0 cm。

主观描述:无论从静态站立姿势,还是从走路姿态上目测,没有人认为其有不正常现象。

穿鞋特点:细心的母亲偶然发现其穿过的鞋后帮向内倾斜变形。

静态测试结果:轻微扁平足、足外翻。

动态测试结果:左足后跟中内侧先着地,有过度外翻现象。

采取措施:日常及体育活动穿鞋内有相应足弓垫、后跟杯较硬的鞋,一年后静态测试结果显示外翻情况有所改善,且穿过的鞋没有后帮倾斜变形情况。

### 3 讨论

#### 3.1 儿童足的发育规律

6~10岁发育正常幼儿的足比较胖,距骨颈较成人长,其长轴与脚底的长轴外侧成 $40^{\circ}$ ,较成人的 $20^{\circ}$ 大,因此儿童跗骨前方较成人宽,前掌部分较宽呈扇形<sup>[1]</sup>;但随着脚的生长,脂肪逐渐减少,跖骨与趾骨趋向于平行,不再成扇形。钱卓丽等<sup>[2]</sup>均视这种现象为自然发育的结果。但从本研究中20名儿童的足部及穿鞋特点看,小脚趾及大脚趾均有不同程度的挤压痕迹,再结合儿童穿鞋习惯、选鞋的观念、足外形的磨损印迹等情况,从扇形到窄长形的变化与其说是儿童足的发育规律,不如说是由于穿前端狭窄的鞋子造成的。

测试结果显示:(1)20%左右的9~10岁儿童在市场上很难买到童鞋。此次测试过程中,10岁的女童足长大于23cm的就有3名,10岁的女童足长已达到35cm,甚至更大,而35码以上的童鞋在市场上很难找到。因此,这一部分儿童只能穿成人鞋。儿童足发育规律表明,儿童脚的趾骨、跖骨和跗骨的长度在成长过程中有一些变化,幼儿的跗骨、趾骨、跖骨占脚长比例分别为46%、23%、31%,成人分别为52%、18%、30%<sup>[3]</sup>。6~10岁儿童的足部特征尚未有参考数据。儿童穿成人版的鞋,使脚部的静态和动态受力发生相应的变化<sup>[2]</sup>,引发不适,甚至发育畸形。(2)左右足长差值达到2mm以上的占到了25%,可以肯定这群儿童穿鞋的舒适度较低。因为左右足长差值达到2mm,穿同一号码鞋,以一只脚为准,另一脚不是太紧就是太松,但目前童鞋市场没有左右鞋码不一样的鞋。

为了保证儿童足的正常发育,此阶段的童鞋设计应考虑:一是与脚的形状相似,成扇形,为足的自然生长发育创造条件;二是此阶段的童鞋设计应考虑儿童走路时鞋子产生弯折的部位符合儿童足的比例,不应只是成人鞋的翻版。

#### 3.2 儿童足骨及足弓的生长发育规律

测试结果表明,8~10岁年龄段,扁平足仍占较高的比例。

扁平足分为先天性扁平足和生理性扁平足。先天

性扁平足是骨骼结构性的,多伴有内翻足,会引起小腿和脚的生物力学改变,导致异常步态,所以要进行矫正;生理性扁平足也称假性扁平足,是儿童身体生长发育过程中足部肌肉、肌腱、韧带等力量性能不能满足儿童站立、行走、跑跳等活动的压力而造成的足弓变形,是某些儿童身体生长发育过程中的必然过渡阶段。医学上认为生理性扁平足是不需要矫正的,除了锻炼外,穿着具有防护功能的鞋来减缓对足弓的损害<sup>[4-6]</sup>。从测试结果及穿鞋、选鞋习惯来看,几乎没人知道扁平足形成的原因及预防措施。

#### 3.3 儿童步态运动学及动力学特点

目前,大多数童鞋的结构并没有考虑稳定性,而是强调功能的动态稳定性。持这种观点的人认为:人的本体感觉有动态稳定性的功能,会潜意识地进行自然、正常、合理的活动,而抵制生理上不健全的活动方式。但是,持这种观点的人没有考虑到之所以提到稳定性,主要因为儿童活动时,踝关节肌肉及韧带尚不能承受较硬的地面产生的额外负荷,而容易出现左右不稳定的现象,严重时导致扭伤。

香港中文大学对“白饭鱼”(指普通的白帆布鞋)等4种小学生常穿的运动鞋进行测试,结论是:“白饭鱼”虽不能提供有效的减震,但从对足踝关节的侧向稳定性来说,“白饭鱼”对于学童上体育课来说足够的。理由:一是学生是非专业的运动员,速度慢、动作小,充足的热身、良好的运动姿势与技巧,在运动时专心,更有助减少扭伤的机会;二是每星期只上两堂体育课,每堂35~45min,课堂中包含各种内容的练习,对下肢冲击力的动作不多<sup>[7]</sup>。相反,笔者认为:第一,正因为小学生不是专业运动员,其动作技巧尚在形成中,不规范,动作速度及幅度不容易控制;第二,儿童跑、跳并不局限于上体育课,而且让儿童在运动时做到专心很难。第三,学龄儿童多参加一些体育俱乐部的活动,而室内地面的软硬度多是以成人重量为参考设计的,对儿童来说过硬,再加上活动强度随着年龄增加而增加,儿童足部所受压力增大,尤其是足跟承受的足底压力较成人大。有研究表明相对地面反作用力(单位体重的地面反作用力)在8岁时与成人相等<sup>[8-9]</sup>。因此,笔者的观点是:此阶段的童鞋应该提供足后部支撑,不仅可以使足的主要活动轴集中在踝关节,避免儿童过度“O”型或“X”型腿的出现,使儿童顺利渡过关键发育期,而且可缓解跖趾关节处肌肉、韧带的负担。

从动力学研究成果来看,7岁儿童步态动力学特点是:正常体重儿童行走时,其动态足底压力曲线与成人相同,表现为2个峰和1个谷的双峰曲线,不同

的是,第2峰值略低于第1峰值,即着地时刻所产生的冲击峰值,要略大于蹬地时刻的峰值。冲击峰出现在足跟着地时,这说明儿童走路时足跟着地比较生硬,缓冲能力较差,导致足跟负重较大<sup>[4]</sup>。从这个角度来讲,儿童运动鞋也应考虑足跟处的缓冲特性。

综上所述,6~10岁儿童如果是先天性扁平足,则需要穿有相应足弓支撑垫的矫形鞋,而如果是生理性的扁平足,除了加强足部肌肉的锻炼外,还应该穿坚硬后跟杯及吸震功能的鞋。此阶段的儿童注意合理穿鞋和锻炼,扁平足的程度还可以得到改善,但如果不注意,成为永久性扁平足的可能性也很大。

### 3.4 儿童鞋设计及消费误区

消费群体在选鞋过程中没有客观评价标准,多数根据个人的主观喜好,以眼看、手触、脚试为主。

王××的消费观点具有代表性:鞋帮、鞋面越软越好,鞋底的弯曲度越大越好,厚底鞋舒适防震等。鞋面软,鞋底软,足对鞋面、鞋底的压力使其变形,一方面,足受到挤压小,不易引起挤压痛感,另一方面,当足与地面接触时,鞋底的变形起到缓冲、减震的作用,尤其是软厚底鞋缓冲效果更好,主观舒适感更强。因此,这种消费心理普遍存在也得到了市场的验证。与笔者合作的“巴巴童鞋”100多家加盟店遍布中国20多个省、市、自治区的一线城市,但各地经销商一致的反馈是:消费者均认为鞋底越软越有利于孩子的足部发育,鞋底较硬的童鞋,基本无人问津。因此,为了适应国内市场需求,“巴巴童鞋”只能采取两套措施:按国外客户的要求,出口的童鞋大底软硬度采用65度左右,而国内客户的订单则采用40~45度。从行业规范来说,这已超过鞋大底软度的最低限,但尽管如此,还有相当一部分消费者认为应该再软一点。鞋底软固然能减震,避免损伤,但鞋底软导致的能量损失及足弓缺乏支撑,不仅会造成体力消耗增加,使人易疲劳,更主要的是不能使儿童形成良好的脚形及步态,尤其是软的鞋后跟不能稳固跟骨,会加重足内外翻的程度,同样易引起急、慢性损伤。

冯××的消费观点是另一个群体的代表。当前有经济实力的消费群有盲目追求名牌的趋势,但消费者忽略了一点,就是名牌产品,一般都是有针对性的,比如“阿迪”、“耐克”等多款运动鞋都有不同的特点,适应不同脚型的人在不同时候穿,因此,名牌鞋并非可以随意选购,要根据自己的年龄、脚型、主要活动

特点等来选择。

综上所述,目前中国童鞋消费者尚存在很多误区,导致儿童足部不适甚至畸形。测试结果及分析认为,6~10岁阶段童鞋设计应主要考虑:第一,与脚的形状相似,成扇形,为足的自然生长发育创造条件;第二,儿童走路时鞋子产生弯折的部位符合儿童足的比例,不应只是成人鞋的翻版,足部各部分的比例有待更多的研究;第三,通过增加足中部及后部稳定性的方法达到减小过高的足底压力的目的。从促进儿童健康发育的角度,有以下建议:第一,相关部门应重视并加大科学选鞋、合理穿鞋的科普宣传力度,改善童鞋企业的设计理念及消费者的消费观念。第二,童鞋的设计应以儿童年龄、骨骼、肌肉等发育的生物力学特点为准则,增加二型、三型鞋的比例,生产一定数量的左右鞋号不对称童鞋。第三,小童、中童、大童鞋应以年龄来划分,而不应以鞋码大小为标准。第四,应该考虑左右脚号码不一致鞋的生产比例。

### 参考文献:

- [1] 丘理. 中国人群脚型规律的研究之二——中国儿童脚型基本规律[J]. 中国皮革, 2005(11): 135-137.
- [2] 钱卓丽, 丘理. 儿童鞋[J]. 中国皮革, 2003(4): 150-151.
- [3] 丘理. 浅谈日本人体测量中的足部测量[J]. 中国皮革, 2003, 32(22): 132-133.
- [4] Takegami Y. Wave pattern of ground Reaction force of growing children[J]. Journal of Pediatric Orthopaedics, 1992(12): 522-526.
- [5] Markus W, Dirk H, Angela S. Children sport shoes——a systematic review of current[J]. Foot and Ankle Surgery, 2008(14): 180-189.
- [6] Simon J, Doederlein L, McIntosh A S, et al. The heidelberg foot measurement method: development, description and assessment[J]. Gait Posture, 2006, 23(4): 411-424.
- [7] 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, 27(2): 179-181.
- [8] 丘理. 儿童鞋后跟的合理高度[J]. 中国皮革, 2003(7): 110-111.
- [9] 王玫, 邹晓峰. 7岁健康男童裸足行走足底压力分布特征研究[J]. 吉林体育学院学报, 2008(4): 104-105.