

儿童柔韧性平足的研究进展

陈莉, 姜淑云, 俞艳, 李阳

【关键词】 平足; 儿童; 足弓

【中图分类号】 R49 【DOI】 10.3870/zgkf.2019.07.014

随着社会的发展和科学技术的进步,以往不被重视的平足问题正逐渐引起家长和社会的关注。平足在婴幼儿早期属于生理状态,随着年龄的增长,足弓会逐渐形成。正常发育的儿童,足弓会在2~6岁间快速发育形成,而6岁以后还未形成正常足弓则被视为病理状态。平足在临床上被分为柔韧性平足和僵硬性平足,本文将对儿童柔韧性平足的发病因素、患病现状、危害、诊断与评估以及治疗进行阐述。

1 定义

平足又称扁平足,是指先天性或姿态性因素导致足弓低平或消失。足弓分为纵弓和横弓,内侧纵弓较高,活动度较大,负重状态下塌陷即为纵弓塌陷;外侧纵弓较低,负重状态下消失是生理状态,横弓塌陷表现为负重状态下楔骨与骰骨及跖骨头部的高度降低,临床以足内侧纵弓塌陷较为常见。平足临床上可分为柔韧性平足(flexible flatfoot, FF)和僵硬性平足(rigid flatfoot, RF)。柔韧性平足是指在负重状态下足弓高度减低或足弓塌陷,而在非负重状态下,足弓高度恢复。僵硬性平足是指足弓在负重和非负重状态下都处于高度减低或塌陷状态。二者可以通过Jack's测试进行鉴别,即患者站立状态下,医生抬起足大趾观察足弓高度是否增加^[1]。临床上针对平足主要采用手术疗法和非手术疗法,其中非手术疗法对僵硬性平足的治疗无效,但对柔韧性平足的治疗却是有效的。

2 发病因素

足弓可在步行过程中吸收承重压力的反作用力带来的震荡^[2]。目前大多数学者认为柔韧性平足的主要

发病因素有两种,一是足部肌肉力量的减弱,二是普遍的韧带松弛^[3],这就直接影响了骨-韧带复合体的生长发育。平足的发病因素有很多,下面将针对主要因素进行阐述。

2.1 遗传 儿童青少年平足会受到遗传因素的影响。有研究表明,在存在扁平足病史的家族中,生长发育中的孩子被发现患有平足的几率明显较高^[4]。因此在父辈、祖辈,甚至隔代亲属中存在平足疾患的家族,应该更加关注家族中儿童的足弓发育。

2.2 发育进程 2岁以内婴幼儿足内侧纵弓下有脂肪垫,其平足状态临床上称为生理性平足。但随着年龄的增长,足弓应逐渐发育并完善。胎儿期形成的网状原始骨具有较好的柔韧性,而到4岁时,它们已经开始发育为质地较硬的层状骨了,跟骨截距突也在大约4岁的时候开始骨化,但至少还要1~2年才能彻底骨化^[5]。因为足弓的正常形成有赖于足部骨骼、肌肉、韧带的生长发育,而足部骨骼、肌肉、韧带随着年龄的增长会逐渐生长发育至完善,所以平足的患病率与年龄存在相关性。Yin等^[6]发现平足的患病率从6岁的39.5%降至12岁的11.8%,说明平足患病率与年龄增长呈负相关。

2.3 肥胖 肥胖也是平足的诱发因素之一,研究表明肥胖与平足患病率也存在相关性。Pourghasem等^[7]发现平足在超重儿童及肥胖儿童中的患病率明显高于正常体重儿童(正常为16.1%,超重为26.9%,肥胖为30.8%)。同时Yin等^[6]也提出平足的患病率与体重指数呈正相关的观点(超重,OR=1.35, P=0.03;肥胖,OR=2.43, P<0.01)。这是由于肥胖导致身体负荷长期过重,导致足部舟骨和楔骨的相对解剖位置发生变化,引起儿童足内侧足弓高度降低。

2.4 韧带松弛 支撑并维持足弓高度的主要是韧带,肌肉只是充当一个动态固定的作用^[8]。跖筋膜和跖韧带可以维持足弓稳定,跟舟韧带具有支撑牵拉距骨头,防止其下陷和内倾的作用,它们都是维持足弓稳定性的重要结构^[3]。国际常用的Beighton分级评分 ≥ 4 分即为韧带松弛^[9],Chen等^[10]对台湾580位3~5岁的学龄前儿童的随访研究结果显示,平足儿童组韧带松

基金项目:上海申康市级医院新兴前沿技术联合攻关项目;三维动作及步态分析技术在脑瘫患儿诊疗中示范研究(SHDC12015130);上海市进一步加快中医药事业发展三年行动计划【ZY(2018-2020)-CCCX-2004-06】

作者单位:上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院步态与运动分析中心,上海 200437

作者简介:陈莉(1991-),女,硕士研究生,主要从事儿童青少年运动及步态发育异常的评估与干预以及三维步态分析技术的应用研究。

通讯作者:姜淑云, yadancoo@126.com

弛占比较正常组高(34.2%, 22.8%);EI等^[11]发现,韧带松弛组柔韧性平足占比较正常组高一倍(27.6%, 13.4%)。有关于儿童的平足患病因素的风险评估显示,韧带松弛儿童患单侧平足的风险和双侧平足的风险分别是正常儿童的1.58倍和2.21倍^[12],因此韧带松弛也是柔韧性平足的重要发病因素。

2.5 不良生活习惯 儿童及青少年足弓的发育与生活息息相关,对足部发育最好的方式是赤足^[13],儿童足部被过度保护(如24h穿袜子的陋习)会使其失去正常发育的机会,它在减少足部与外界接触同时,也降低了末梢神经敏感度,影响足部肌肉韧带的生长发育。Rao等^[14]发现过早穿鞋袜的儿童平足占比较未穿鞋袜的儿童平足占比高(8.6%, 2.8%);同时发现,在学龄前期,平足在穿不露趾鞋的儿童中较为常见,穿凉鞋、拖鞋的儿童中较为少见,赤足儿童中最少。这些都说明过早穿鞋袜等不良生活习惯会影响儿童足弓的发育,诱发平足。

生活习惯中不良坐姿也会诱发平足,典型的不良坐姿为“W”坐,即小孩坐于地上时把两腿放在身体两侧呈“W”状的样子。Chen等^[12]发现,习惯“W”坐姿的儿童在单侧平足儿童和双侧平足儿童中都存在较高风险(OR=1.85和1.37)。这是由于“W”坐时,髋关节内旋至极限位,同时胫骨外旋,这个体位迫使足处于外翻状态,导致足内侧纵弓高度减低,诱发平足。

3 患病现状及危害

关于平足患病率问题,国内外均有研究。Pourghasem等^[7]发现伊朗的1158名6~18岁的儿童及青少年的平足患病率达到16.1%(6~10岁组,21.9%),Yin等^[6]也统计分析了中国西安地区的1059位6~13岁儿童的柔韧性平足的患病率(6岁组39.5%,12岁组11.8%)。上述研究表明,平足在儿童青少年中的患病率较高,尤其是学龄前儿童。同时有随访研究发现,正常足儿童在1年后有9.9%随着年龄的增长出现了平足^[10],这应该是在儿童生长发育过程中的多种发病因素引起的,所以儿童青少年的足弓发育问题是随着发育过程变化的。

平足不仅影响足部外观形态,而且还会引起儿童下肢力线异常排列,诱发足部畸形。解剖学体位上,平足会引发后足外翻、距下关节背屈和外旋、中足外展等改变^[3,15],这些也会引起骨与关节间异常应力。功能活动上,平足会影响体力活动、社会能力、生活质量^[16]。研究表明,患有平足的儿童疼痛指数较高,足部功能较差^[17],未来容易诱发足部畸形,随着时间推移会逐渐改变足底压力分布,引起步态失调^[15]。有研

究表明踮外翻与平足存在相关性,应该更加关注平足患者的踮外翻问题^[18]。如果平足未经治疗或治疗不当,就会出现一系列并发症,如退行性膝骨关节炎、跟腱炎、跟痛症、足底筋膜炎等^[16]。

4 诊断与评估

临床诊断、评估平足的常用方法有足底压力测试、X线、足印分析等,其中足印法作为传统的诊断、评估方法,具有操作简单、数据采集容易的优势,在康复领域较为常用。足印法中常用指标有Clarke角(Clarke's angle, CA),Chippaus-Smarak指数(Chippaus-Smarak index, CSI)和Staheli足弓指数(Staheli arch index, SAI),其中Chippaus-Smarak指数在学龄前儿童中特别适用,诊断标准为足印中足弓最窄的宽度与前足跖骨最宽的宽度的比值 $\geq 62.70\%$,其准确率超过90%^[19]。随着现代科学技术设备的更新,foot-scan足底压力测试通过对足印数据专业分析,计算足中部与压力垫接触面积占足底面积(除去足趾部分)的百分比,得到足弓指数(Arch Index, AI),亦可用于诊断和评估平足,通常平足儿童 $AI \geq 28\%$ ^[20]。同时由压力传感设备采集的力学数据可计算足弓触地区域力学比值(Arch Index Contact Force Ratio, AICFR),通常扁平足患者 $AICFR > 0.26$ ^[21]。近年来国内开展的三维步态分析测试可根据生物力学原理及计算机辅助技术,通过三维建模对步态及运动功能异常患者的下肢结构、运动学及动力学等参数进行精准评估^[22-23]。Kim等^[24]通过下肢模型的建立发现平足儿童在足蹬离地面时垂直地反力明显下降,踝关节跖屈力矩也下降30%;踝关节摆动前期最大跖屈角度明显减小,支撑相外翻角度增大,膝关节在首次触地和支撑相中期屈曲角度增大,摆动相最大屈曲角度也明显增大。Hosl等^[25]通过足部模型的建立细化足部功能分区,结果表明平足儿童在步行过程中后足相对胫骨在承重反应期最大跖屈角度增加,支撑相最大背屈角度减小,支撑相末期内翻角度减小,整个步态周期外翻角度增大;前足相对后足在支撑相最大背屈角度减小,首次触地时外翻角度增加,足蹬离地面时外翻角度也增加^[25]。

5 治疗

发育性步态异常中以柔韧性平足患病率较高,虽然随着年龄的增长,部分儿童柔韧性平足会自发改善,但儿童在生长发育过程中也会受到年龄、体重、韧带松弛等因素的影响,由正常足发展成平足^[10]。事实上,足弓在6岁以后还未正常形成属于病理状态^[26],需要

定期监测,必要时进行治疗,特别是部分伴随有疼痛、容易跌倒、或运动功能较差等症状的儿童尤其需要接受治疗。临床手术治疗存在一定的人为损伤、手术风险及后遗症等潜在忧患^[27],而目前柔韧性平足以非手术治疗为主。

5.1 下肢功能康复训练 平足儿童肌肉运动评分较正常儿童低,说明肌肉运动与平足存在相关性^[28]。足弓高度的控制依赖于足部肌肉的强健^[3],因此有针对性地锻炼足内在肌群及踝周肌群,强化肌肉韧带,可以促进足弓发育。针对儿童柔韧性平足的现代康复方法主要包括物理因子治疗、肌力训练、本体感觉训练等。物理因子治疗中低频脉冲电疗法可以刺激机体感觉神经和运动神经,兴奋神经肌肉组织,有研究表明低频可以改善患者下肢肌力、运动功能及踝关节主动活动度^[29],同时低频调制的中频电疗法还可以缓解足底疼痛^[30]。下肢肌力训练方法以足尖或和足跟为支点步行,或踮足状态下做蹲/起练习,以增强下肢肌力;增强足内在肌群可练习足趾夹物和抓毛巾等^[31]。本体感觉训练是一种感觉运动训练,它可以激活足内在肌群,刺激足弓发育。受试者坐位,髋、膝、踝关节屈曲 90°,在不弯曲脚趾的情况下主动将第一跖骨头向足跟方向牵拉,维持 20s,刺激足内侧纵弓形成,训练中为防止前足和足跟离开地面,可让他人协助轻轻握住受训者足跟和足背^[32]。

5.2 推拿按摩 儿童及青少年正值生长发育期,而肌肉的运动控制能力以及跟腱的强健程度都关系到足弓的发育。《素问·五脏生成》有言:“诸筋者皆属于节。”说明人体之筋都附着于骨上,大筋联络关节,小筋附于骨外。推拿可以通过力学的直接作用,在人体体表的特定部位达到舒筋理筋的目的,以促进足底韧带及踝周肌群的生长发育。同时足底部按摩也可以缓解足部肌肉的疲劳,促进足底韧带和足内在肌群的发育,如鼓励平足患者于凹凸不平的地面行走,这是对足底按摩、刺激发育的表现。吕会兰等^[33]在对脑瘫足外翻患儿的治疗中也发现,在足部康复治疗基础上增加针刺推拿治疗的方法,对患儿平足改善情况优于单纯康复治疗方法。

5.3 运动功能贴布贴扎治疗 日本的 Kenso Kase 博士发明了一种能随皮肤运动的贴布(Kinesiology Tape, KT),简称肌内效贴。该贴布自身有弹性,可拉伸至自身长度的 120%~140%,使用后能回弹至原始长度,它允许关节在较大范围内活动,并可一次性贴附并维持较长时间。运动功能贴布对皮肤表面的压力和牵拉会激活皮肤的机械感受器,从而增强机体的本体感觉,改善导致肌肉长度或张力关系异常的功能异常

姿势^[34]。主要表现在一方面可以通过对肌肉的支撑作用减少肌肉运动时不必要的活动,缓解异常的肌张力以恢复关节位置,另一方面也可以通过对肌肉的加强作用增加肌肉的活动性^[35]。有研究表明,通过运动功能贴布贴扎治疗可以改善肌肉协调运动,达到对儿童柔韧性平足的辅助矫形作用^[36]。

5.4 足弓垫的使用及鞋的选择 足弓垫有很多种,硬式、软式或半硬式,平足患者在足弓垫的选择上以弹力适中,形状符合人体功效学和穿着舒适为主。使用足弓垫可以改变足底与地面接触的受力分布,从而改变整个下肢的力线排列,调整足弓受压状态,缓解足部疼痛。长期穿戴治疗鞋垫也可以抑制距跟关节外翻^[37],改善足弓指数,降低足底受力峰值^[15]。因此,选择足弓和足跟支撑良好的鞋,可以增加踝关节的稳定性,避免足跟外翻引起足内侧受力增加,进一步减低异常应力给下肢结构带来的伤害。

5.5 改变不良生活习惯 改变不良坐姿,如“W”坐,避免足处于长时间外翻状态。婴幼儿时期应少穿鞋袜,特别是穿袜子睡觉的陋习,增加赤足爬行或走路的机会,使足部与外界充分接触,增强足部肌肉神经的敏感度,刺激足底韧带和肌肉的生长发育。鼓励学龄期平足儿童多赤足走路可以有效干预平足,促进足弓的生长发育^[38]。

6 小结

柔韧性平足在儿童下肢力线发育异常中较为常见,它与遗传、发育进程、肥胖、韧带松弛度、不良生活习惯等多种因素有关,对柔韧性平足进行有效的干预,可以改善儿童及成年后的运动功能和生活质量。本文简要介绍了柔韧性平足的发生、评估以及干预等,希望儿童的平足问题可以得到及早预防、精准评估、有效治疗。

【参考文献】

- [1] Kanatli U, Aktas E, Yetkin H. Do corrective shoes improve the development of the medial longitudinal arch in children with flexible flat feet[J]. J Orthop Sci. 2016, 21(5): 662-666.
- [2] Perry J, Burnfield J M. Gait Analysis: Normal and Pathological Function[M]. 2. USA: Slack, 2010: 53-72.
- [3] Nd C J, Yang S, Lather L A. Pediatric Pes Planus: A State-of-the-Art Review[J]. Pediatrics. 2016, 137(3): 1-10.
- [4] Vs M. Flexible flatfoot in children and adolescents[J]. Journal of Children's Orthopaedics. 2010, 4(2): 107-121.
- [5] Michaudet C. Foot and Ankle Conditions: Pes Planus[J]. Fp Essentials. 2018, 465: 18-23.
- [6] Yin J, Zhao H, Zhuang G, et al. Flexible flatfoot of 6-13-year-old children: A cross-sectional study[J]. J Orthop Sci. 2018, 23

- (3): 552-556.
- [7] Pourghasem M, Kamali N, Farsi M, et al. Prevalence of flatfoot among school students and its relationship with BMI[J]. *Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica*. 2016, 50(5): 1-4.
- [8] Larrainzar-Garijo R, De La Portilla C. Effect of the calcaneal medializing osteotomy on soft tissues supporting the plantar arch: A computational study[J]. *Revista Espanola de Cirugia Ortopedica y Traumatologia*. 2018, 4(3): 1-9.
- [9] Atici A, Aktas I, Akpinar P, et al. The relationship between joint hypermobility and subacromial impingement syndrome and adhesive capsulitis of the shoulder[J]. *North Clin Istanbul*. 2018, 5(3): 232-237.
- [10] Chen K C, Tung L C, Yeh C J, et al. Change in flatfoot of preschool-aged children: a 1-year follow-up study[J]. *European Journal of Pediatrics*. 2013, 172(2): 255-260.
- [11] EI O, Akcali O, Kosay C, et al. Flexible flatfoot and related factors in primary school children: a report of a screening study[J]. *Rheumatol Int*. 2006, 26(11): 1050-1053.
- [12] Chen K C, Yeh C J, Tung L C, et al. Relevant factors influencing flatfoot in preschool-aged children[J]. *European Journal of Pediatrics*. 2011, 170(7): 931-936.
- [13] Hollander K, Villiers J E, Sehner S, et al. Growing-up (habitually) barefoot influences the development of foot and arch morphology in children and adolescents[J]. *Scientific Reports*. 2017, 7(1): 8079-8088.
- [14] Rao U B, Joseph B. The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 2300 children. [J]. *Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*. 1992, 74(4): 525-527.
- [15] Zhai J, Wang J, Qiu Y. Whether Flexible Flatfoot Needs the Treatment An Observation of Plantar Pressure Effects on Adults with Flexible Flatfoot by Wearing over the Counter Insoles When Walking on Level Surface, Upstairs and Downstairs[J]. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2017, 15(12): 16-103.
- [16] Catanzariti A R, Mendicino R W. Adult Acquired Flatfoot Deformity[J]. *Clinics in Podiatric Medicine & Surgery*. 2014, 31(3): 95-111.
- [17] López D L, Prego M D L á, Constenla A R, et al. The impact of foot arch height on quality of life in 6-12 year olds[J]. *Colombia Medica*. 2014, 45(4): 168-172.
- [18] Lee S Y, Chung C Y, Park M S, et al. Radiographic Measurements Associated With the Natural Progression of the Hallux Valgus During at Least 2 Years of Follow-up[J]. *Foot Ankle Int*. 2018, 39(4): 463-470.
- [19] Chen K C, Yeh C J, Kuo J F, et al. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children[J]. *Eur J Pediatr*. 2011, 170(5): 611-617.
- [20] Yan S H, Zhang K, Tan G Q, et al. Effects of obesity on dynamic plantar pressure distribution in Chinese prepubescent children during walking[J]. *Gait Posture*. 2013, 37(1): 37-42.
- [21] Elmoatasem E M, Eid M A. Assessment of the Medial Longitudinal Arch in children with Flexible Pes Planus by Plantar Pressure Mapping[J]. *Acta Orthop Belg*. 2016, 82(4): 737-744.
- [22] 王铁强, 王晶, 张旻, 等. 三维步态分析对下肢生物力学变化的重测信度研究[J]. *中国康复*. 2018, 33(6): 486-489.
- [23] 李阳, 宋毓, 姜淑云, 等. 三维步态分析技术在矫形器领域的应用[J]. *中国康复医学杂志*. 2018, 33(7): 874-877.
- [24] Kim H Y, Shin H S, Ko J H, et al. Gait Analysis of Symptomatic Flatfoot in Children: An Observational Study[J]. *Clin Orthop Surg*. 2017, 9(3): 363-373.
- [25] Hosl M, Bohm H, Multerer C, et al. Does excessive flatfoot deformity affect function A comparison between symptomatic and asymptomatic flatfeet using the Oxford Foot Model[J]. *Gait Posture*. 2014, 39(1): 23-28.
- [26] Hell A K, Doderlein L, Eberhardt O, et al. [S2-Guideline: Pediatric Flat Foot][J]. *Z Orthop Unfall*. 2018, 156(3): 306-315.
- [27] Brick, Mdandrew. Flatfoot Deformity in Children and Adolescents: Surgical Indications and Management. [J]. *J Am Acad Orthop Surg*. 2014, 22(10): 623-632.
- [28] Lin C J, Lai K A, Kuan T S, et al. Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children[J]. *J Pediatr Orthop*. 2001, 21(3): 378-382.
- [29] 骆明军, 陈星宇. 神经肌肉定位仪辅助低频脉冲电刺激对脑卒中足下垂的疗效观察[J]. *中国医疗器械信息*. 2018, 24(17): 132-135.
- [30] 李继华. 低频调制中频电水浴疗法与电磁疗法治疗足跟痛疗效比较[J]. *中国康复理论与实践*. 2006, 12(6): 519-520.
- [31] 李海, 张瀚元, 盖大圣, 等. 自主足-踝功能训练对扁平足弓形态影响分析[J]. *中国医药科学*. 2018, 8(13): 18-20.
- [32] Kim E K, Kim J S. The effects of short foot exercises and arch support insoles on improvement in the medial longitudinal arch and dynamic balance of flexible flatfoot patients[J]. *J Phys Ther Sci*. 2016, 28(11): 3136-3139.
- [33] 吕会兰, 刘欣, 郝新征. 针刺推拿配合裸足矫形器治疗脑瘫足外翻患儿 102 例[J]. *中国中医药现代远程教育*. 2014, 12(8): 86-88.
- [34] Tsai F H, Chu I H, Huang C H, et al. Effects of Taping on Achilles Tendon Protection and Kendo Performance[J]. *J Sport Rehabil*. 2018, 27(2): 157-164.
- [35] Watanabe K. Effect of taping and its conditions on electromyographic responses of knee extensor muscles[J]. *Human Movement Science*. 2019, 63(1): 148-155.
- [36] Yang S R, Heo S Y, Lee H J. Immediate effects of kinesio taping on fixed postural alignment and foot balance in stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*. 2015, 27(11): 3537-3540.
- [37] Kido M, Ikoma K, Hara Y, et al. Effect of therapeutic insoles on the medial longitudinal arch in patients with flatfoot deformity: A three-dimensional loading computed tomography study[J]. *Clinical Biomechanics*. 2014, 29(10): 1095-1098.
- [38] Kurup H V, Clark C I M, Dega R K. Footwear and orthopaedics [J]. *Foot Ankle Surg*. 2012, 18(2): 79-83.