

· 述评 ·

儿童足踝畸形诊疗现状

刘万林

内蒙古医科大学第二附属医院儿童骨科中心, 呼和浩特 010030

Email: liuwannlinmg@sina.com



全文二维码

【摘要】 儿童足踝部结构复杂, 功能重要, 且处于生长发育阶段。诸多先天性、发育性或者后天获得性疾病均可以改变足踝部的结构与功能, 导致儿童足踝畸形。儿童足踝畸形有其特殊性, 诊疗方法复杂, 与成人足踝疾病的治疗原则及手术方式有很多不同。正确掌握儿童足踝生长发育特点以及儿童足踝畸形的自然病史, 可以避免不必要的治疗干预。目前国内在儿童足踝畸形的诊疗上虽然存在区域性差异, 但其规范化诊治正在推进, 并取得了一定成效。本文阐述儿童足踝的生长发育特点以及目前儿童青少年常见足踝畸形的诊疗现状。

【关键词】 足畸形/诊断; 足畸形/外科学; 马蹄足; 扁平足; 弓形足; 跗骨/畸形; 临床方案; 儿童

基金项目: 内蒙古自治区科技计划项目 (2019GG153, 201802155)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202206037-001

Current status of diagnosing and treating foot and ankle deformities in children

Liu Wanlin

Pediatric Orthopedic Center, Second Affiliated Hospital, Inner Mongolia Medical University, Hohhot, Inner Mongolia Autonomous Region 010030, China

Email: liuwannlinmg@sina.com

【Abstract】 Since foot and ankle undergo continuous growth and development, various congenital, developmental or acquired deformities may alter vital structures and functions. A proper management of foot and ankle deformities has become more and more urgent in children. With their own particularities, pediatric and adult foot and ankle deformities differ greatly in treatment principles and surgical approaches. Mastering the growth and development characteristics and natural history of pediatric foot and ankle deformities can avoid unnecessary or even harmful interventions. At present, there are still regional differences in the diagnosis and treatment of children's foot and ankle deformities in China, but the process of standardized diagnosis and treatment is accelerating and has achieved certain results. This article describes the growth and development of children's foot and ankles and current status of diagnosis and treatment of foot and ankle deformities in children and adolescents.

【Key words】 Foot Deformities/DI; Foot Deformities/SU; Talipes; Flatfoot; Talipes Cavus; Tarsal Bones/AB; Clinical Protocols; Child

Fund program: Inner Mongolia Autonomous Region Science & Technology Project (2019GG153 & 201802155)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202206037-001

儿童足踝部是一个由诸多处于生长发育阶段的骨关节、肌肉组成的复杂结构, 在肌腱和韧带等参与下, 为人体提供了一个稳定而柔软的平台, 以适应身体直立及位置改变的需求 (功能需求)。诸多先天性、发育性或后天获得性畸形疾病会改变足踝的结构与功能, 这些疾病在自然病史、严重程度、柔软或僵硬程度、发病年龄、治疗年龄、病情进展速度等方面差异很大, 使得儿童足踝畸形的诊疗变得更加复杂。虽然近年我国儿童骨科整体治疗水平与国际已形成良好对接, 但儿童足踝畸形的规范化诊疗仍然任重道远^[1]。

一、足踝生长发育

胎儿足部骨骼于妊娠第 5 周开始胚基化, 跟骨于妊娠第 20 ~ 24 周骨化, 距骨于妊娠第 32 周骨化, 其余

跗骨在出生后骨化,足舟骨在出生后 3~4 年骨化^[2]。足踝关节于妊娠第 6 周形成同质中间带,中间带于妊娠第 9.5 周出现裂隙,妊娠第 11 周滑膜组织渗入。妊娠第 6 周肌腱分化,妊娠第 8 周足踝部韧带分化^[3]。足踝复合体的位置及旋转变自妊娠开始,持续到出生后。妊娠第 16 周时足极度内翻,此时距骨头颈部和跟骨外翻扭转。距骨颈部的内倾角从胎儿期的 35°~75°逐渐减小到成人期的 12°~32°,从而减少前足内翻。但小儿 2 岁时高达 5°的前足内翻依然常见。同样,出生时跟骨相对于胫骨仍处于 22°内翻位,随后跟骨外翻旋转,抵消胫骨的外旋,后逐渐发育至相对于胫骨的垂直位置^[4]。

新生儿足踝具有较大的柔韧性,由于宫内位置原因,出生时踝关节跖屈角度正常,但背屈可达 45°。新生儿第一和第二跖骨长度相等且最长,其余跖骨平行内收 15°~35°,这种内收趋势会随着年龄的增长而减少^[5]。出生时足纵弓即存在,但往往被脂肪垫遮盖。初始站立时因重量落在足内侧,足部前倾,拇指外翻,加之缺乏韧带和正常的肌肉力量,最初的站立会使足弓变平;至 2 岁时,随着足踝部韧带和肌肉力量的发育,足纵弓再次显现;直到 7~10 岁发育成正常足弓^[6]。女孩 1 岁、男孩 1 岁 6 个月时,足部长度达到成人足长的 1/2。女孩 5~12 岁、男孩 5~14 岁期间,足的长度平均每年增加 0.9 cm,此后生长速度明显下降。女孩至 14 岁、男孩至 16 岁,足的发育基本成熟^[7]。

二、儿童及青少年常见足踝畸形的诊疗现状

儿童及青少年足踝畸形病因复杂,种类繁多,常见分类包括先天性变形畸形、发育性变形畸形、解剖变异以及创伤后遗畸形^[8]。大中城市和发达地区诊疗水平已与国际发达国家初步接轨,而中小城市、偏远地区及广大农牧区的诊疗水平还差强人意,其规范化诊疗充满挑战,且缺乏基于循证医学和临床实践推荐的诊疗方案。

(一)先天性马蹄内翻足

先天性马蹄内翻足(congenital talipes equinovarus, CTEV)是儿童骨科很常见的足部畸形,发病率约为 1‰~2‰,延误或不恰当治疗会给患儿带来不可逆性损害;CTEV 以足跖屈、前足内收、后足内翻和高弓足为主要病理表现,男性发病率是女性的 2~3 倍;全球每年约有 10 万新发 CTEV 病例,但大多数分布在发展中国家(约 80%),陈旧性 CTEV 是全世界先天性骨骼肌肉缺陷中导致肢体残疾的首要原因^[8-9]。

Ponseti 等^[9]于 1948 年发明了一种价格低廉且疗效显著的马蹄内翻足 Ponseti 矫正方法,长期随访结果表明,这种方法最终能够帮助患儿获得无痛、跖行且灵活的足,这种方法对不同文化背景和国家的患儿均有良好的疗效,正确使用该方法可大大减少由马蹄内翻足引起的残疾。2012 年针对北美小儿骨科学会会员进行的一项调查表明,96.7%的小儿骨科医生使用了 Ponseti 方法治疗 CTEV;2020 年的一项全球系统性回顾显示,全世界约有 113 个国家实施了 Ponseti 方法^[10]。Ponseti 方法进入中国整体较晚,开展尚不普遍,方法也未完全统一,甚至还不能完全规范地按照标准方法进行操作;开展该方法的诸多医疗机构医生重视程度亦远远不够,许多机构仅限于开展,还不能做到建立专门的 Ponseti 工作室,没有专人或专业工作组实施同质化治疗。由于方法及规范未能统一,治疗结果差强人意,一些医疗机构甚至过早介入了手术等方法,CTEV 的整体治疗现状令人堪忧。

Ponseti 技术矫正 CTEV 是通过约 5~6 次长腿系列石膏矫正、经皮跟腱切断及支具辅助治疗来完成的。对 Ponseti 方法细节的把握是治疗成功的关键。治疗需同时矫正所有畸形,采取抬高第一跖骨矫正高弓畸形,同时在距骨头部外侧施加反向力轻柔外展足部的方法(目的是避免距骨在踝关节中旋转)。在保证畸形矫正的情况下,采取长腿管型石膏固定、膝关节屈曲约 90°(特殊类型 CTEV 可加大屈曲角度)、4~7 d 更换 1 次石膏的方法,90%~95%的病例需在最后一次石膏矫形前行经皮跟腱切断术,获得畸形完全矫正所需的踝关节背屈,然后行最后一次石膏矫形以保证跟腱愈合(约 3~6 周)。去除石膏后使用中间有连杆的足支具保持畸形的后续矫正,前 3 个月几乎需要全天(约 23 h)佩戴支具,以后以睡觉时佩戴为主(约 12~16 h),直至患儿 4 岁。个别复发病例(<10%)可能需要采取再次石膏矫形、经皮跟腱切断或将胫前肌腱转移至第三楔状骨的后续治疗。CTEV 的治疗遵循公认的 Ponseti 大原则,但针对不同分类马蹄内翻足,需要制定个体化治疗方案^[11]。对一些错失 Ponseti 方法治疗的 CTEV,也可以根据患儿年龄及病理特点采取相应手术治疗。

(二)先天性垂直距骨

先天性垂直距骨(congenital vertical talus, CVT)发病率约为 1/10 000,其特征是足舟骨相对于距骨头向

背外侧脱位,伴严重的距下关节外翻和距骨跖屈畸形,距骨与胫骨纵轴几乎平行,CVT的矫形治疗相对困难,且有复发倾向^[12]。CVT的标准影像学评估包括最大背屈、最大跖屈和中立位足部正位和侧位X线片,年龄较大的儿童还需获得站立位X线片。足最大跖屈位的侧位片是准确诊断垂直距骨的重要指标,由于新生儿跟骨和跖骨在出生时即已骨化,而楔状骨、舟骨和骰骨仍未骨化,因此新生儿CVT的影像学诊断有一定困难,新生儿疑似CVT的影像学评估必须关注骨化结构之间的关系,需要在侧位X线片(中立位、最大背屈和跖屈位)测量距跟角、跟距角和距骨第一跖骨角。CVT在中立侧位片上,距骨长轴与第一跖骨垂直,跟骨处于显著的马蹄位,跟距角增大。最大背屈和跖屈位时足部的侧位片对于评估CVT畸形的僵硬程度非常重要。对于大多数CVT,最大跖屈时足侧位片距骨仍处于垂直方向,最大背屈侧位片显示后足僵硬的马蹄畸形。足最大跖屈的侧位片上,距骨第一跖骨角 $>35^\circ$ 时可诊断CVT。

CVT的治疗包括一系列手法矫正加石膏固定,然后进行有限的手术松解。多数情况下,单纯保守治疗效果有限。20世纪70年代人们对于CVT普遍采取分期治疗,先行系列石膏矫正,使足背伸结构持续紧绷(如足背伸肌),二期行后侧松解(包括跟腱延长、踝和距下后关节囊结构等),使距舟关节复位。但随后研究发现,将二期干预措施结合到单阶段手术矫正优于分期手术并被广泛接受。随着对CVT病理解剖学研究的深入,人们发现CVT的关键病理改变出现在距舟关节和后足,而非距下关节。

2006年,Dobbs等^[13]报道了一种微创治疗CVT的方法,也称为反Ponseti技术,该方法极大改善了CVT的疗效。该技术与用于CTEV矫正的Ponseti方法一样,从一系列石膏固定开始治疗(但施加的作用力相反),逐渐矫正所有畸形,马蹄畸形最后矫正;足部逐渐伸展至跖屈位置,同时从足底对距骨头内侧施加反压。为了维持手法矫正效果,石膏固定分两步进行,先行从足趾到膝关节的短腿石膏固定,将足保持在跖屈和内翻状态,并仔细塑造足弓、踝关节、距骨头部以及跟骨上方;当石膏凝固后,延长为长腿石膏固定,膝关节弯曲 90° ;每周更换石膏,且重复之前的手法操作;最后一次石膏固定时要确保足最大跖屈及内翻,足背外侧肌腱、关节囊和皮肤得到充分拉伸,确定距骨舟关节已复位后,以克氏针固定;在石膏矫正过程中不处理马蹄畸形,足部模拟马蹄足的位置;最后一次石膏固定后拍足侧位X线片,以确定距舟关节复位;确定距舟关节复位后即可行经皮跟腱切断,保持足中立、踝背屈 5° 长腿石膏固定,2周后更换为踝关节背屈 $10^\circ\sim 15^\circ$ 长腿石膏固定;3周后拔除克氏针,每日佩戴矫形支具23 h,直至步行年龄,步行期至2岁期间每日佩戴矫形支具12~14 h^[14]。反Ponseti方法联合微创技术治疗婴幼儿CVT近期效果良好,已经在国内逐步开展^[15]。

(三)高弓内翻足

高弓内翻足是负重位足内侧纵弓异常抬高的一种复杂畸形,肌力不平衡是导致高弓内翻足的根本原因,但涉及的特定肌肉和受累程度因疾病病理过程不同而异,目前已有超过20种关于高弓内翻足的病因研究报道^[16]。研究较为深入的高弓内翻足病理学原因是腓骨肌萎缩症(Charcot-Marie-Tooth, CMT),在CMT中,足内在肌肉的早期退化使足部萎缩缩短,随后足底筋膜缩短和拇趾肌肉收缩,导致第一跖骨跖屈和旋前,后足内翻畸形继发于第一跖列跖屈(三脚架效应);跟腱短缩使得跟骨内翻;胫骨后肌肌力强于腓骨肌,增加了后足内翻。腓骨长肌维持相对强度,而胫骨前肌肌力减弱,进一步加剧了第一跖骨的跖屈^[17]。关于最佳手术时机,目前尚无循证医学证据,但有北美CMT病协会关于CMT高弓内翻足管理共识发表^[18]。

儿童高弓内翻足非手术治疗的文献报道很少,依据畸形严重程度,通过理疗、穿矫形支具、拉伸足底组织结构可能会有所帮助,然而非手术治疗的有效性一直存在争议。高弓内翻足手术方法多样,包括软组织松解、肌腱移位、截骨术以及关节融合术^[19]。足底筋膜松解联合截骨术是高弓内翻足手术矫正的常用术式。在一些后足柔软的轻度高弓内翻足患儿中,单纯足底筋膜松解可能会使足纵弓变平。足底筋膜松解为经皮微创或开放式松解,而对于中、重度畸形建议行开放式足底筋膜松解,松解后需要石膏固定以防止复发。足底筋膜在几乎所有高弓内翻足患儿中都会挛缩,因此多数病例需要手术松解足底筋膜。

大多数高弓内翻足有潜在的神经系统疾病,因此行肌腱转位以缓解肌肉失衡是合理的术式选择。但由于肌肉力量失衡可能是渐进的,因此肌腱转位的效果无法完全预测。肌腱转位手术应在仔细检查肌肉力量后进行,需要考虑到每次肌腱转位至少会丢失I级肌力。将腓骨长肌转移到腓骨短肌通常联合其他截骨治疗高弓内翻足,从第一跖骨近端去除腓骨长肌的跖屈力,同时加强腓骨短肌的外翻力,胫骨前肌的功能可能会间接得到改善。在肌营养不良症或周围神经病变患儿中,胫骨前肌不能较好地背屈踝关节,而相对强大

的胫骨后肌会导致后足内翻畸形。在这种情况下,将胫骨后肌腱转移到胫骨前肌腱可能有助于患儿更好地背屈踝关节,同时有助于间接矫正后足内翻。由于存在过度矫正造成永久性扁平外翻畸形的风险,不建议对低龄患儿和行走能力差的双侧下肢瘫患儿进行整个胫骨后肌的转位。**Jones** 肌腱转位方法将拇长伸肌和拇短伸肌转移至距骨头,仅适用于无后足僵硬内翻的柔软畸形,可以联合趾间关节融合和第一跖骨近端背侧截骨术进行。

对于严重高弓足内翻剩余跖骨可能也需要截骨。内侧楔骨截骨术(反 **Cotton** 截骨术)理论上可以更有效地矫正高弓畸形,但会受到 **Lisfranc** 韧带的限制。严重而僵硬的畸形是联合中足截骨术的主要适应证,需要与足底筋膜松解术结合以便进行充分矫正。进行骨性手术的患儿年龄应在 8 岁或以上,以防止术后因中足各骨骼的生长受影响而使足部过度缩短。中足截骨术采取撑开或闭合截骨取决于高弓内翻足畸形的特点,如在前足存在过度内收的情况下,撑开截骨能更好地矫正前足内收,而在前足内收较轻的情况下,背侧闭合楔形截骨术可能就足够了。若后足存在僵硬性畸形,则需要通过外侧闭合楔形截骨或者滑动截骨术进行跟骨畸形矫正,需要注意的是跟骨外侧闭合楔形截骨会使跟腱相对延长。如果多次手术仍无法充分矫正高弓内翻足或者疾病本身损坏了足的各个关节的软骨,则可以考虑三关节融合术,但从长期临床结果看,三关节融合术会使邻近关节的关节炎症症状进一步恶化。

综上所述,高弓内翻足是因足底“三角架”抬高导致足底负重异常的一种综合症候群,是一种足部多阶段、多平面的复合畸形。其治疗目的是矫正畸形,改善足底应力,维持足的平衡,消除或减轻疼痛。高弓内翻足手术诊疗没有通用指南,但亦有规律可循,需要积极寻找原发病因,如 **CMT**、脑性瘫痪、脊髓空洞、脊髓硬脊膜膨出等,明确病理解剖学改变是选择适宜方案的前提。如何选择合理的治疗方案,关键在于对足踝畸形的准确评估,目前临床在病因病理学认知、影像学检查评估、手术策略和时机等方面仍需进一步规范。

(四) 儿童及青少年扁平足

扁平足畸形的患病率存在年龄、性别、体重和种族等差异,约 20% 的成人患有扁平足。一般而言,大多数扁平足畸形是柔软的,不会引起疼痛或残疾,可以认为这是足的正常变体^[20]。对于儿童和青少年扁平足的足部整体评估非常重要,柔软性扁平足表现为纵弓低平或没有纵弓,后足外翻,并可能伴有中足轻度外展。婴儿在负重位和非负重位置都会有一个扁平的足弓,而到步行年龄时,柔软性扁平足儿童在非负重位会出现足弓,在负重位时会出现足弓扁平。生理性的柔软性扁平足患儿用足尖站立时,内侧纵弓会抬高,后足会由外翻变成内翻。而对于僵硬的扁平足患儿,无论足是非负重位还是负重位以及足尖站立时,后足都将保持外翻。儿童和青少年扁平足需要确定是否存在跟腱挛缩,以鉴别伴有跟腱挛缩的柔软性扁平足,**Silfverskiold** 实验可以辨别跟腱挛缩的原因。

大多数扁平足无症状,不需要治疗,伴有跟腱挛缩的扁平足可能会引起疼痛,行拉伸功能锻炼可能有助于缓解疼痛。目前尚缺乏证据支持使用矫形鞋垫或者支具可以有效缓解症状,也没有证据表明矫形鞋垫或者支具会改变足弓的形状^[21]。定制的矫形鞋及支具只适用于其他非手术治疗无效或者有关节炎症的患儿。需要注意的是,伴有跟腱短的柔软性扁平足或者僵硬性扁平足患儿使用支具或者矫形鞋可能会加重症状,当支具或者矫形鞋试图翻转外翻的距下关节或背屈僵硬的跖屈的踝关节时,将增加中足内侧的压力,使疼痛加剧^[22]。对于伴有跟腱挛缩的扁平足,跟腱牵拉训练可以使患儿受益。在跟腱牵拉训练中重要的是正确的锻炼指导,确保在拉伸过程中前足旋后,后足中立位,防止中足受伤和距下关节假性背屈。

扁平足有严格的手术指征,对于柔软性扁平足内侧和(或)跗骨窦长期疼痛并影响日常生活,且经长期保守治疗无效者,可行手术治疗,此类病例几乎都伴有跟腱挛缩。距下关节制动器试图通过限制过度距下外翻来矫正扁平足,但该技术存在矫正不足和过度矫正、植入物吸收、炎症反应及持续性疼痛等并发症的风险,且发生率高达 30%,因此适应证选择需要慎重^[23]。截骨术可以重新调整足部力线,已有多种截骨术式的报道,如跟骨延长截骨术和跟骨-骰骨-楔骨截骨术。截骨术联合软组织平衡手术是治疗僵硬性扁平足的行之有效的方法。**Mosca**^[24] 对跟骨延长截骨术进行了改良,详细描述了手术适应证、截骨的具体位置、内侧和外侧软组织的处理、跟骰关节临时稳定等问题,对同时存在的前足畸形和跟腱挛缩的识别与一期处理是该手术的关键。矫正后足畸形后行 **Silfverskiold** 试验,以确定是否应该单独延长跟腱或腓肠肌。临床工作中要警惕和识别罕见的僵硬扁平足,如跟骨外翻畸形、跗骨融合、**CVT**、斜形足等,医生需要熟知扁平足的病

理机制及自然病程转归,避免由于对疾病认识不足而造成的不规范或过度诊疗。

(五) 跗骨融合

跗骨融合是两个或多个跗骨在胚胎发育过程中关节裂发育失败,距跟和跟舟骨融合约占跗骨融合的90%,跗骨融合包括纤维融合、软骨融合以及骨性融合^[25]。距舟融合在3~5岁时骨化,跟舟融合在8~12岁时骨化,距跟骨融合在12~16岁时骨化。跗骨融合在普通人群中发病率约1%,约25%的患儿会出现症状。跗骨完全骨性融合患儿的典型表现为僵硬的扁平外翻足,伴或者不伴有腓骨肌痉挛,早期距下关节和跗骨中部的活动范围减少,逐渐发展为有症状的僵硬性畸形。活动后加重的足踝部疼痛以及习惯性踝关节扭伤是跗骨融合常见的临床表现。

跗骨融合根据骨连接处形成的组织类型,可分为纤维性、软骨性或骨性。Downey^[26]依据关节受累范围和是否存在关节炎分为四个亚型,ⅠA型:无继发性关节炎的关节外融合;ⅠB型:有继发性关节炎的关节内融合;ⅡA型:无继发性关节炎的关节外融合;ⅡB型:有继发性关节炎的关节内融合,此分型能更好地指导是否需要手术干预。对于疑似跗骨融合的患儿,初始评估包括足部正位、侧位、负重内斜位和Harris轴位的X线平片。90%的跟舟融合可以在内斜45°X线平片显示,“食蚁兽鼻”征是跟舟融合的特征性表现。MRI与CT对于跗骨融合的诊断具有重要作用,MRI对纤维阶段的跗骨融合敏感性和特异性较好,此外还能同时评估软组织损伤和骨髓水肿。

对于无症状的跗骨融合可予观察、保守治疗,目前没有证据表明无症状的跗骨融合可能导致未来的问题。对于有症状的跗骨融合,初始治疗包括使用非甾体抗炎药、穿矫形鞋垫以及改变生活习惯等,如果仍存在疼痛可以考虑使用矫形支具、或者石膏外固定6周。总体而言,距跟融合的保守治疗效果优于跟舟融合,进行6个月的保守治疗后无效时可以手术切除跗骨融合;为降低切除后复发率,可以用骨蜡或者自体脂肪组织进行填充^[27]。跗骨融合并不少见,临床应提高对跗骨融合的认知,当特定年龄阶段出现僵硬性扁平外翻足时应排除此病,避免误诊及漏诊。

(六) 其他儿童足踝疾病及相关问题

足多趾畸形是婴幼儿常见的先天畸形,发病率约为1%,25%~50%的患儿双侧受累,发病率无明显性别差异。多趾畸形手术指征包括存在穿鞋困难、疼痛、影响美观,或者因多趾引起的社会焦虑等。对于多趾畸形目前没有统一的手术干预年龄界限,多数学者选择在2~3岁时进行手术,以降低麻醉风险及相关并发症。足并趾畸形发病率约为1/2 000,并趾分离需要进行趾蹼重建,手术后并发症发生率较高,不适用于没有相关骨畸形的并趾畸形。对于足多趾并趾畸形,需要仔细设计皮瓣,做好术后瘢痕管理。由于儿童和青少年生长发育特点,足踝部骨髓炎在临床上亦常见(如跟骨结节骨髓炎、第五跖骨基底骨髓炎),多数患儿经保守治疗可以获得满意疗效。对于足踝部骺板创伤后遗畸形,医生需要熟悉骺板损伤治疗原则,避免医源性损伤。近年,步态分析与3D打印技术逐渐兴起,并在儿童足踝外科得以应用^[28-29]。

总之,儿童足踝畸形有自身的特殊性,与成人的治疗原则及手术方式截然不同,掌握儿童足踝部生长发育特点和自然病史,可以避免不必要的甚至是有害的干预。

利益冲突 作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 吕学敏. 根深叶茂花自开——中国小儿骨科的起源和发展[J]. 中国骨与关节杂志, 2021, 10(3): 161-162. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2021.03.001.
Lyu XM. Flower blooming along with deep roots and luxuriant leaves-origins and development of pediatric orthopaedics in China[J]. Chinese Journal of Bone and Joint, 2021, 10(3): 161-162. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2021.03.001.
- [2] Reginelli A, Russo A, Turriziani F, et al. Imaging of pediatric foot disorders[J]. Acta Biomed, 2018, 89(1-S): 34-47. DOI: 10.23750/abm.v89i1-S.7009.
- [3] Bareither D. Prenatal development of the foot and ankle[J]. J Am Podiatr Med Assoc, 1995, 85(12): 753-764. DOI: 10.7547/87507315-85-12-753.
- [4] LeVeau BF, Bernhardt DB. Developmental biomechanics. Effect of forces on the growth, development, and maintenance of the human body[J]. Phys Ther, 1984, 64(12): 1874-1882. DOI: 10.1093/ptj/64.12.1874.
- [5] Bernhardt DB. Prenatal and postnatal growth and development of the foot and ankle[J]. Phys Ther, 1988, 68(12): 1831-1839. DOI: 10.1093/ptj/68.12.1831.

- [6] Uden H, Scharf-billig R, Causby R. The typically developing paediatric foot: how flat should it be? A systematic review[J]. J Foot Ankle Res, 2017, 10(37). DOI:10.1186/s13047-017-0218-1.
- [7] Waseda A, Suda Y, Inokuchi S, et al. Standard growth of the foot arch in childhood and adolescence-derived from the measurement results of 10, 155 children[J]. Foot Ankle Surg, 2014, 20(3):208-214. DOI:10.1016/j.fas.2014.04.007.
- [8] Mosca VS. The child's foot: principles of management[J]. J Pediatr Orthop, 1998, 18(3):281-282.
- [9] Ponseti IV, Smoley EN. The classic: congenital club foot; the results of treatment. 1963[J]. Clin Orthop Relat Res, 2009, 467(5):1133-1145. DOI:10.1007/s11999-009-0720-2.
- [10] Bina S, Pacey V, Barnes EH, et al. Interventions for congenital talipes equinovarus (clubfoot)[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2020, 5(5):CD008602. DOI:10.1002/14651858.CD008602.pub4.
- [11] 刘万林. 加强 Ponseti 技术的普及与规范, 提高先天性马蹄内翻足的临床疗效[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(9):761-764. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.09.001.
- Liu WL. Strengthening the popularization and standardization of Ponseti technique and further boosting its clinical efficacies for congenital talipes equinovarus[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(9):761-764. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.09.001.
- [12] Miller M, Dobbs MB. Congenital vertical talus: etiology and management[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2015, 23(10):604-611. DOI:10.5435/JAAOS-D-14-00034.
- [13] Dobbs MB, Purcell DB, Nunley R, et al. Early results of a new method of treatment for idiopathic congenital vertical talus[J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 88(6):1192-1200. DOI:10.2106/JBJS.E.00402.
- [14] Dobbs MB, Purcell DB, Nunley R, et al. Early results of a new method of treatment for idiopathic congenital vertical talus. Surgical technique[J]. J Bone Joint Surg Am, 2007, 89(Suppl 2):111-121. DOI:10.2106/JBJS.F.01011.
- [15] 杨明, 刘薇, 燕华, 等. 反式 Ponseti 方法联合微创切开复位治疗幼龄先天性垂直距骨[J]. 中华小儿外科杂志, 2017, 38(6):463-469. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2017.06.015.
- Yang M, Liu W, Yan H, et al. Reverse Ponseti-type method plus mini-invasive approach for congenital vertical talus in young children[J]. Chin J Pediatr Surg, 2017, 38(6):463-469. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2017.06.015.
- [16] Lee MC, Sucato DJ. Pediatric issues with cavovarus foot deformities[J]. Foot Ankle Clin, 2008, 13(2):199-219. DOI:10.1016/j.fcl.2008.01.002.
- [17] Ziebarth K, Krause F. Updates in pediatric cavovarus deformity[J]. Foot Ankle Clin, 2019, 24(2):205-217. DOI:10.1016/j.fcl.2019.02.010.
- [18] Pfeiffer GB, Gonzalez T, Brodsky J, et al. A consensus statement on the surgical treatment of charcot-marie-tooth disease[J]. Foot Ankle Int, 2020, 41(7):870-880. DOI:10.1177/1071100720922220.
- [19] 闫桂森, 杨征, 鲁明, 等. 儿童高弓内翻足: 畸形评估与治疗选择[J]. 中华小儿外科杂志, 2015, 36(7):496-500. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2015.07.004.
- Yan GS, Yang Z, Lu M, et al. Cavovarus foot in children: evaluation of deformity and choice of treatment[J]. Chin J Pediatr Surg, 2015, 36(7):496-500. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2015.07.004.
- [20] Wu J, Lu AD, Zhang LP, et al. Study of clinical outcome and prognosis in pediatric core binding factor-acute myeloid leukemia[J]. Chinese Journal of Hematology, 2019, 40(1):52-57. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-2727.2019.01.010.
- [21] Bouchard M, Mosca VS. Flatfoot deformity in children and adolescents: surgical indications and management[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2014, 22(10):623-632. DOI:10.5435/JAAOS-22-10-623.
- [22] Bauer K, Mosca VS, Zions LE. What's new in pediatric flatfoot? [J]. J Pediatr Orthop, 2016, 36(8):865-869. DOI:10.1097/BPO.0000000000000582.
- [23] Dars S, Uden H, Banwell HA, et al. The effectiveness of non-surgical intervention (Foot Orthoses) for paediatric flexible pes planus: A systematic review: Update[J]. PLoS One, 2018, 13(2):e0193060. DOI:10.1371/journal.pone.0193060.
- [24] Mosca VS. Flexible flatfoot in children and adolescents[J]. J Child Orthop, 2010, 4(2):107-121. DOI:10.1007/s11832-010-0239-9.
- [25] Mosca VS. Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot. Results in children who had severe, symptomatic flatfoot and skewfoot[J]. J Bone Joint Surg Am, 1995, 77(4):500-512. DOI:10.2106/00004623-199504000-00002.
- [26] Downey MS. Tarsal coalitions. A surgical classification[J]. J Am Podiatr Med Assoc, 1991, 81(4):187-197. DOI:10.7547/87507315-81-4-187.
- [27] Soni JF, Valenza W, Matsunaga C. Tarsal coalition[J]. Curr Opin Pediatr, 2020, 32(1):93-99. DOI:10.1097/MOP.0000000000000858.
- [28] Pehde CE, Bennett J, Lee Peck B, et al. Development of a 3-D printing laboratory for foot and ankle applications[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2020, 37(2):195-213. DOI:10.1016/j.cpm.2019.12.011.
- [29] Theologis T, Stebbins J. The use of gait analysis in the treatment of pediatric foot and ankle disorders[J]. Foot Ankle Clin, 2010, 15(2):365-382. DOI:10.1016/j.fcl.2010.02.002.

(收稿日期:2022-06-16)

本文引用格式: 刘万林. 儿童足踝畸形诊疗现状[J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21(8):701-706. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202206037-001.

Citing this article as: Liu WL. Current status of diagnosing and treating foot and ankle deformities in children[J]. J Clin Ped Sur, 2022, 21(8):701-706. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202206037-001.