

· 综述 ·

儿童柔韧性扁平足的矫形鞋垫治疗研究进展

熊 怒, 王 旭, 黄加张, 马 昕*

(复旦大学附属华山医院骨科, 上海 200040)

摘要: 扁平足是一种常见的足部畸形。在婴幼儿时期属正常生理状态, 随着年龄增长, 部分儿童足弓会逐渐形成, 部分儿童则会逐渐出现症状, 并且足部畸形一直持续到成年。扁平足可以根据负重条件下正常足弓高度是否存在分为柔韧性扁平足和僵硬性扁平足。随着近些年家长对于该疾病的逐渐重视, 更多柔韧性扁平足的患儿能够在早期得到诊断, 并进行干预。矫形鞋垫治疗往往作为该类患者的首选治疗方法。本文将梳理目前采用矫形鞋垫治疗儿童柔韧性扁平足的相关研究的现状和不足, 对该领域未来的发展做出展望。

关键词: 儿童扁平足, 柔韧性扁平足, 足外翻, 矫形鞋垫, 非手术治疗

中图分类号: R681.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 07-0630-05

Research progress in flexible flat foot and its therapy with orthotic insole in children // XIONG Nu, WANG Xu, HUANG Jia-zhang, MA Xin. Department of Orthopaedics, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China

Abstract: Flat foot is a common foot deformity in children, while which is a normal physiological state in infancy. As children grow older, some children will gradually form foot arches, whereas some children will have this deformity continuously into adulthood with symptoms. The flat foot can be divided into flexible flat foot and rigid flat foot based on the presence or absence of normal arch height under loading conditions. As parents pay more attention to this disorder in recent years, more and more children will be diagnosed of flexible flat feet at early stage and receive intervention. Orthotic insole is the first choice for such patients. In this paper, the current status and shortcomings of the research on the use of orthotic insoles for flexible flat foot in children will be summarized, additionally, the future development of this field will be prospected.

Key words: flat foot in children, flexible flat foot, calcaneus valgus, orthotic insole, non-surgical treatment

儿童柔韧性扁平足是临床常见的儿童足部畸形, 随着近些年家长和临床医师对该类疾病的关注逐渐加深, 更多的患者能够在疾病早期被诊断, 并寻求治疗。先前的研究不提倡对儿童柔韧性扁平足进行过早的干预^[1], 但是近年来发现, 这一类疾病如果不加干预则可能在后期导致更严重的足部并发症, 并且可能导致足部畸形持续到患者成年, 进而出现进一步的足部功能的障碍^[2]。所以尽管早期治疗的效果现在存在争议, 但对该类疾病的早期干预仍然具有重要的临床意义。治疗方法通常包括手术治疗和非手术治疗, 采用矫形鞋垫治疗作为非手术治疗的代表方法, 具有干预手段相对温和, 并发症相对较少的优点, 往往作为首选的治疗方法。本文将针对采用矫形鞋垫治疗儿童柔韧性扁平足的相关研究进展进行综述。

1 儿童柔韧性扁平足的概述

1.1 儿童柔韧性扁平足的流行病学

儿童柔韧性扁平足是临床常见的儿童足部畸形, 在所有罹患下肢疾病的就诊儿童中, 大约有41.6%的儿童存在扁平足畸形^[3]。新生儿和婴儿时期的扁平足通常被视为正常的生理状态, 随着儿童年龄的增长, 扁平足的罹患率会逐渐下降^[4]。足弓会在2~6岁时快速发育, 6岁时足弓将初步形成, 到10岁时, 足弓基本发育成形^[5]。骨骼结构改变是导致该畸形发生的直接原因。肥胖会使足弓在负重情况下的负荷增大, 是该疾病目前比较公认的危险因素之一^[6]。

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.07.11

作者简介: 熊怒, 复旦大学在读研究生, 研究方向: 骨科-足踝外科-儿童柔韧性扁平足的诊断与治疗, (电话)15802138513, (电子信箱)xiongnu0313@foxmail.com

* **通信作者:** 马昕, (电子信箱)prof.xin.ma@qq.com

1.2 儿童柔韧性扁平足的诊断与评估

目前对于儿童柔韧性扁平足没有较为统一的诊断标准,当患者在外观上表现出负重时足弓塌陷,足跟外翻,前足外展,并合并出现活动后足部疲劳时,即可初步诊断。结合足印分析有助于对疾病进一步明确诊断,并对严重程度进行分级。Clarke's angle (CA), Chippaux-Smirak index (CSI) 和 Staehli arch index (AI) 是足印分析中常用的指标,当 $CSI > 62.70\%$, $AI > 107.42\%$, $CA \leq 14.04$ 则可诊断为扁平足,特别适用于学龄前儿童的诊断,其中 CSI 的准确率超过 90% [7]。

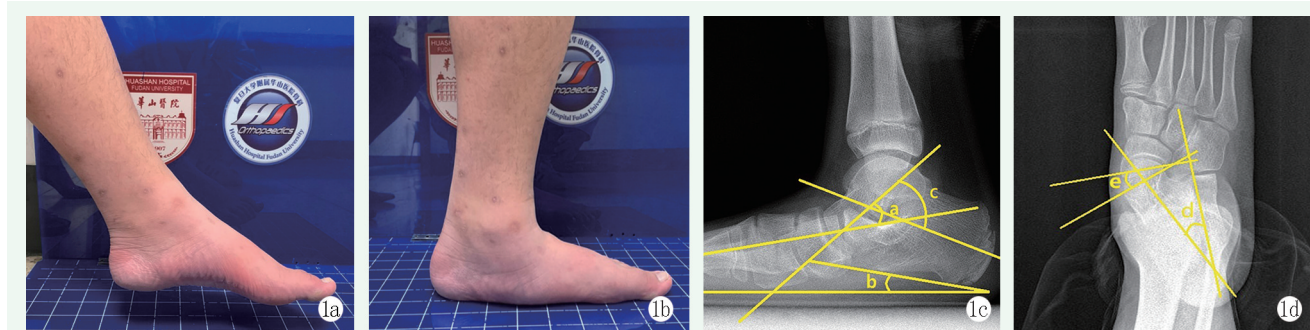


图1 柔韧性扁平足的检查 1a: 患者非负重条件下正常足弓高度存在 1b: 负重条件下足弓消失 1c: 负重侧位 X 线影像测量, a 为侧位距骨-第一跖骨角, b 为跟骨倾斜角, c 为侧位距跟角 1d: 负重前后位 X 线影像测量, d 为前后位距跟角, e 为距舟覆盖角

1.3 儿童柔韧性扁平足的治疗

对于该类疾病,治疗首选非手术治疗,常用的非手术治疗方法包括矫形鞋垫、矫形袜、弹力绑带 [9] 及选择性地肌肉伸展训练等 [10]。手术治疗主要包括肌腱转位手术、跟骨截骨术、距下关节制动术及后足关节融合术等。

2 矫形鞋垫的治疗效果评估

矫形鞋垫目前已经在临床上有所应用,且已有大量的临床试验对矫形鞋垫的治疗效果进行评估,常用的评估指标包括影像学参数、足印变化、临床症状改善以及患者功能改善等。

2.1 随访患者的影像学参数

影像学参数的测定通常是在 X 线下测量患者的足部相关角度。通常选用的序列是足部负重正位及足部负重侧位,常用的测量指标包括侧位距骨-第一跖骨角 (Meary's 角)、跟骨倾斜角 (pitch 角)、侧位距跟角、前后位距跟角 (Kite 角) 及距舟覆盖角等,见图 1c, 1d。

Bleck 等 [11] 对 71 例患者采用 UCBL 鞋垫和 Helf-

根据在非负重的条件下正常足弓高度是否存在可以分为柔韧性扁平足和僵硬性扁平足 [8]。柔韧性扁平足在负重条件下有足弓高度的丧失,非负重条件下足弓可以恢复正常,见图 1a, 1b, 僵硬性扁平足无论负重与否,都存在足弓的塌陷。

另外根据足部的负重侧位 X 线片显示的距骨-第一跖骨角角度 (Meary's angle) 的大小可对该疾病进行分型: $-4^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 为正常, $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 为轻度; $16^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 为中度, $> 30^{\circ}$ 为重度。也可以根据足部姿态指数 (foot posture index, FPI) 对疾病进行分型: 0~4 分为轻度, 5~8 分为中度, 9~12 分为重度。

et 跟杯 [12] 治疗 1 年后随访,发现 79% 的患者临床表现和 X 线影像学参数测定值得到了改善。Bordelon [13] 发现 UCBL 鞋垫的使用可使罹患柔韧性扁平足的 3~9 岁儿童的距骨-第一跖骨角以每月 0.41° 或每年 5° 的速度进行矫正。进一步证明了矫形鞋垫可能对于儿童而言有长期的矫形效果。

Bok 等 [14] 研究发现,应用刚性足部矫形器治疗 24 个月后患者的足部相关角度测量结果有明显改善。Ahn 等 [2] 的研究发现,与不使用矫形鞋垫的患儿相比,使用矫形鞋垫治疗的患者在临床表现和影像学测量指标上均有明显的改善。

2.2 随访患者的足印变化

Chen 等 [15] 比较穿矫形鞋垫与不穿矫形鞋垫的儿童在 1 年后足印的变化。发现扁平足组的患者在穿戴 1 年的矫形鞋垫之后, CSI 有了明显的下降。其中 5 岁儿童 CSI 值变化最大,表明学龄前儿童穿矫形鞋垫确实有一定的治疗效果,提示矫形鞋垫可作为学龄前儿童扁平足的保守治疗选择。

2.3 随访患者的症状改善情况

改善患者的现有症状是矫形鞋垫治疗的目的之一,主要在于减轻患者的疼痛。Sinha 等 [16] 的研究发

现, 带有内侧纵弓支撑的矫形鞋垫能明显改善患者的 AOFAS 评分, 使用矫形鞋垫治疗后, 柔韧性扁平足儿童的疼痛症状得到了一定的缓解, 并且同时还在影像学表现上观察到了足部相关角度的改善。Yurt 等^[17]也指出使用定制或半定制的矫形鞋垫相对于普通鞋垫而言, 能更有效地缓解患者疼痛。另外的一些研究也得到了相似的治疗效果^[18, 19]。在疼痛改善方面, 矫形鞋垫的治疗效果得到了普遍的肯定。

2.4 随访患者的功能改善情况

在早期的研究中, 对于患儿佩戴鞋垫后的功能改善情况随访得到的结果并不理想。Whitford 和 Esterman^[20]在其研究中使用矫形鞋垫对 7~11 岁儿童进行为期 12 个月的治疗后, 实验组患儿在运动能力、自我感知及运动效率方面的改善与对照组相比没有显著差异。Kulcu 等^[21]的研究也指出, 使用预制的硅胶鞋垫不会改善柔性扁平足的步态模式。

但近期的研究中, 有学者认为上述研究的设计与临床实际之间存在一定的差异, 对研究的结论的可靠性提出了质疑^[22]。在 Hsieh 等^[23]的一项研究中, 将 52 例有症状的柔韧性扁平足的儿童分为两组。治疗组穿戴定制足弓支撑鞋垫治疗 12 周, 对照组穿戴普通鞋垫。在干预前和干预 12 周后评估体力活动、身体功能和心理学特征。发现使用定制足弓支撑鞋垫 12 周的柔韧性扁平足患儿在上肢功能、身体功能、转移活动能力和基本活动能力等方面均有明显改善。

3 矫形鞋垫的临床选择

3.1 选择矫形鞋垫治疗时的注意事项

矫形鞋垫常常作为儿童柔韧性扁平足的首选治疗方法, 一般而言没有严格的禁忌证, 但是也有部分患者不能适用。例如对于合并跟腱挛缩的患者, 应该尽量避免使用矫形鞋垫治疗, 因为这一类患者距骨保持跖屈, 矫形鞋垫可能会因为压迫距骨头从而增加患者的疼痛^[24]。对于合并其他疾病(例如帕金森病, 单侧或双侧膝关节或者髋关节炎)导致患者步态不稳时, 矫形鞋垫治疗对于这一类患者的具体影响尚不明确, 应当谨慎使用矫形鞋垫治疗这一类患者^[25], 对这些患者选择鞋垫治疗时应该根据患者的足部运动学参数对鞋垫设计进行调整, 以保证达到最好的矫形效果。

同时, 儿童柔韧性扁平足的患者处于身心发育的重要生理阶段, 矫形鞋垫的使用可能在一定程度上对儿童的心理造成影响, 有研究表明, 使用矫形设

备的患者可能在成年时表现出自卑倾向^[26], 所以在使用矫形鞋垫治疗患者的过程中, 应该与患者的家长积极配合, 密切关注患者的心理变化。不应为了治疗患者的生理疾患而给对患者带来心灵的伤害。

3.2 预制还是定制

预制矫形鞋垫是根据在大数据前提下得出的患者足部相关参数进行鞋垫的设计与制作。它往往会包括一些基本的矫形模板, 如内侧纵弓支撑、后跟杯设计等; 并且会选择对大多数人舒适度较高的材料进行鞋垫的制作。预制鞋垫除了可以达到矫正畸形的目的外, 还具有成本低、取用快速及方便储存等优点。

定制矫形鞋垫是为每个患者量身定做的鞋垫, 它以个性化的患者足部模型作为参考进行设计制作, 往往能更加贴合患者的足部结构。但是相对于预制鞋垫而言, 它需要更精确地取模、更个性化的设计和制作过程, 成本相对更高。

现有的研究显示, 在相同的设计和材料下, 与普通鞋垫相比, 两者都能一定程度上减少后跟的压力。两者之间进行比较时, 后足和前足的压力再分布情况并没有显著的差异^[27]。尽管也有研究表明, 采用定制鞋垫对比预制鞋垫, 在改善疼痛和下肢的活动水平以及自我功能评估方面有着更好的作用^[28], 但是针对的目标人群是罹患儿童特发性关节炎的患者。

所以当需要使用足部矫形鞋垫治疗儿童柔韧性扁平足时, 相对便宜的预制矫形鞋垫通常就能够满足患者的需求。若穿戴预制鞋垫之后矫形效果不显著、伴有严重的足部疼痛和关节炎, 或者是有严重的畸形以及步态改变, 则建议定制足部矫形鞋垫。

3.3 结合新兴设计、材料与技术

Ahn 等^[2]在普通刚性足部矫形器 (rigid foot orthosis, RFO) 的基础上添加了距骨控制装置, 并将新的矫形鞋垫命名为带有距骨控制效果的足部矫形器 (talus control foot orthoses, TCFO), TCFO 在 RFO 的基础上在矫形器内侧边缘添加了宽大的直立部分, 它远远高于舟骨, 可以影响舟骨和距舟关节的位置和运动, 能够有效纠正距骨的内侧偏斜, 进一步减轻后足外翻。在其研究中, 发现治疗 12 个月后, TCFO 组的跟骨静息站位 (resting calcaneal standing position, RCSP) 和距跟前后角相对于 RFO 组改善更多。可能提示 TCFO 的治疗效果优于普通的 RFO。

Saedi 等^[29]也在 UCBL 的基础上进行改良, 采用了新型的碳纤维和玻璃纤维制作改良的足部矫形器, 与原有的矫形器相比, 采用新材料后的改良

UCBL的弹性得到了提升,前2/3的鞋垫边缘被缩短了2 mm。在后续的试验中发现使用改良的UCBL能够在行走时减少步态过程中的地面反作用力,提高行走时的舒适度,以及在Biodex稳定测试系统下表现出更好的后足灵活性。

Li等^[30]利用手持式3D扫描仪获取患者在中立位的足部外观模型后,个性化地为每位患者制作了矫形鞋垫,大大缩短了定制鞋垫的制作时间,并且通过受试者穿戴评估以及有限元模拟,发现应用3D扫描技术取模设计的个性化矫形鞋垫也能够减轻患者的疼痛,并减少足底筋膜和跟骨的载荷。在负重条件下扫描患者的足部模型能够更好地简化取模过程,并能获得患者在负重条件下的相关外观特征,但是目前仍缺少高质量的研究评估该方法的有效性。

4 小 结

现有的研究从影像学表现、足印变化、患者的症状缓解程度以及功能改善方面等多个方面对矫形鞋垫的治疗效果进行了量化的评估。其中多数研究结果都肯定了矫形鞋垫的治疗效果。但是仍然缺乏长时间、大样本的前瞻性随访或对照实验作为疗效评估的高质量证据,今后对矫形鞋垫的疗效评估应该兼顾多个方面进行综合评估。小腿肌肉的运动力学改变也可能是造成儿童扁柔韧性平足的原因之一^[10],后续研究也可以通过检测穿戴矫形鞋垫对于足部肌肉激活的影响,进一步探究肌肉活动在疾病发生发展和治疗中的作用,并以此指导患者的日常锻炼和术后康复。

在为患者选择鞋垫时,应该明确患者是否合并其他病症或者禁忌证,出于对治疗成本的考虑,预制的矫形鞋垫可以作为首选。在使用鞋垫治疗后应该对患者进行定期的随访,关注后续疗效,必要时进行治疗方案的调整。除此之外,合理地设计与材料选择能够在一定程度上增加矫形鞋垫的治疗效果。利用3D扫描技术得到患者的足部外观数字模型能够在很大程度上简化传统的取模技术,辅助鞋垫的制作,也是未来值得深入研究并使用的领域的之一。

参考文献

[1] Sullivan JA. Pediatric flatfoot: evaluation and management [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 1999, 7 (1): 44-53.
[2] Ahn SY, Bok SK, Kim BO, et al. The effects of talus control foot orthoses in children with flexible flatfoot [J]. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2017, 107 (1): 46-53.

[3] Bourgleh SM, Nemeş RN, Hetaimish BM, et al. Prevalence of musculoskeletal normal variations of the lower limbs in pediatric orthopedic clinic [J]. *Saudi Med J*, 2019, 40 (9): 930-935.
[4] Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, et al. Prevalence of flat foot in pre-school-aged children [J]. *Pediatrics*, 2006, 118 (2): 634-639.
[5] Barry RJ, Scranton PE, Jr. Flat feet in children [J]. *Clin Orthop*, 1983, 181 (181): 68-75.
[6] Hell AK, Döderlein L, Eberhardt O, et al. S2-Guideline: pediatric flat foot [J]. *Z Orthop Unfall*, 2018, 156 (3): 306-315.
[7] Chen KC, Yeh CJ, Kuo JF, et al. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children [J]. *Eur J Pediatr*, 2011, 170 (5): 611-617.
[8] Ford SE, Scannell BP. Pediatric flatfoot pearls and pitfalls [J]. *Foot and Ankle Clinics*, 2017, 22 (3): 643-647.
[9] Siu WS, Shih YF, Lin HC. Effects of Kinesio tape on supporting medial foot arch in runners with functional flatfoot: a preliminary study [J]. *Res Sports Med*, 2020, 28 (2): 168-180.
[10] Alam F, Raza S, Moiz JA, et al. Effects of selective strengthening of tibialis posterior and stretching of iliopsoas on navicular drop, dynamic balance, and lower limb muscle activity in pronated feet: a randomized clinical trial [J]. *Phys Sportsmed*, 2019, 47 (3): 301-311.
[11] Bleck EE, Berzins UJ. Conservative management of pes valgus with plantar flexed talus, flexible [J]. *Clin Orthop*, 1977 (122): 85-94.
[12] Helfet AJ. A new way of treating flat feet in children [J]. *Lancet*, 1956, 270 (6911): 262-264.
[13] Bordelon RL. Correction of hypermobile flatfoot in children by molded insert [J]. *Foot Ankle*, 1980, 1 (3): 143-150.
[14] Bok SK, Kim BO, Lim JH, et al. Effects of custom-made rigid foot orthosis on pes planus in children over 6 years old [J]. *Ann Rehabil Med*, 2014, 38 (3): 369-375.
[15] Chen KC, Chen YC, Yeh CJ, et al. The effect of insoles on symptomatic flatfoot in preschool-aged children: a prospective 1-year follow-up study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98 (36): e17074.
[16] Sinha S, Song HR, Kim HJ, et al. Medial arch orthosis for paediatric flatfoot [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2013, 21 (1): 37-43.
[17] Yurt Y, Şener G, Yakut Y. The effect of different foot orthoses on pain and health related quality of life in painful flexible flat foot: a randomized controlled trial [J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2019, 55 (1): 95-102.
[18] Turner C, Gardiner MD, Midgley A, et al. A guide to the management of paediatric pes planus [J]. *AustrJGenPract*, 2020, 49 (5): 245-249.
[19] Galafate D, Pournajaf S, Condoluci C, et al. Bilateral foot orthoses elicit changes in gait kinematics of adolescents with down syndrome with flatfoot [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17 (14): 4994.
[20] Whitford D, Esterman A. A randomized controlled trial of two types of in-shoe orthoses in children with flexible excess pronation of the feet [J]. *Foot Ankle Int*, 2007, 28 (6): 715-723.
[21] Kulcu DG, Yavuzer G, Sarmer S, et al. Immediate effects of silicone insoles on gait pattern in patients with flexible flatfoot [J].

- Foot Ankle Int, 2007, 28 (10) : 1053-1056.
- [22] Landorf KB, Keenan AM. Efficacy of foot orthoses. What does the literature tell us [J]. J Am Podiatr Med Assoc, 2000, 90 (3) : 149-158.
- [23] Hsieh RL, Peng HL, Lee WC. Short-term effects of customized arch support insoles on symptomatic flexible flatfoot in children: a randomized controlled trial [J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97 (20) : e10655.
- [24] Mosca VS. Flexible flatfoot in children and adolescents [J]. J Child Orthop, 2010, 4 (2) : 107-121.
- [25] Wapner KL, Chao W. Nonoperative treatment of posterior tibial tendon dysfunction [J]. Clin Orthop, 1999, 365 (365) : 39-45.
- [26] Driano AN, Staheli L, Staheli LT. Psychosocial development and corrective footwear use in childhood [J]. J Pediatr Orthop, 1998, 18 (3) : 346-349.
- [27] Khodaei B, Saeedi H, Jalali M, et al. Comparison of plantar pressure distribution in CAD-CAM and prefabricated foot orthoses in patients with flexible flatfeet [J]. Foot (Edinb), 2017, 33 (1) : 76-80.
- [28] Powell M, Seid M, Szer IS. Efficacy of custom foot orthotics in improving pain and functional status in children with juvenile idiopathic arthritis: a randomized trial [J]. J Rheumatol, 2005, 32 (5) : 943-950.
- [29] Saeedi H, Mousavi ME, Majddoleslam B, et al. The evaluation of modified foot orthosis on muscle activity and kinetic in a subject with flexible flat foot: single case study [J]. Prosthet Orthot Int, 2014, 38 (2) : 160-166.
- [30] Li L, Yang L, Yu F, et al. 3D printing individualized heel cup for improving the self-reported pain of plantar fasciitis [J]. J Transl Med, 2018, 16 (1) : 167.
- (收稿:2021-04-19)
(同行评议专家:冯亚高)
(本文编辑:宁桦)

读者·作者·编者

如何检索引用《中国矫形外科杂志》及文献格式

点击本刊网址进入《中国矫形外科杂志》官网 (<http://jxwk.ijournal.cn>), 点击上方菜单栏: 期刊浏览, 显示本刊站内检索窗口, 输入您要查找的自由词, 点击回车, 网页即显示相关内容, 点击排列方式, 您可按“相关性、发现时间……”排列篇名。点击篇名, 弹出摘要页面进行阅读。如果需要引用, 点击右上角“”符号, 在弹出的提示框里将内容复制粘贴: “Ctrl+C”复制, “Ctrl+V”在您的文中粘贴。

文献格式需严格按本刊格式要求进行修改, 作者仅引用前3位, 超过3位时, 加“等.”或“et al.”。英文作者仅用姓(last name), 只有首字母大写, 而名(first name, middle name)则用其第一个字母大写缩写。文章题目仅首字母大写。期刊名用Pubmed标准缩写, 示例如下:

[1] 王本祯, 冯志伟, 宋军旗, 等. 阻挡针结合生根技术新型胫骨髓内钉治疗胫骨远端骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(20): 1913-1915.

[2] 陈世益, 冯华. 现代骨科运动医学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2020: 197-200.

[3] Bhan K, Tyagi A, Kainth T, et al. Reamed exchange nailing in nonunion of tibial shaft fractures: a review of the current evidence [J]. Cureus, 2020, 12 (7) : e9267.

[4] Louachama O, Rada N, Draiss G, et al. Idiopathic spinal epidural lipomatosis: unusual presentation and difficult management [J/OL]. Case Rep Pediatr, 2021. Epub ahead of print. [Http://https://www.researchgate.net/publication/349301832_Idiopathic_Spinal_Epidural_Lipomatosis_Unusual_Presentation_and_Difficult_Management](http://https://www.researchgate.net/publication/349301832_Idiopathic_Spinal_Epidural_Lipomatosis_Unusual_Presentation_and_Difficult_Management)

参考文献格式详细规范请参照参考文献格式国家标准 (GB-T7714-2005)。