

· 综 述 ·

低磷性佝偻病肢体畸形的研究进展[△]

王钊崎¹, 秦泗河², 王栋¹, 张永红^{1*}

(1. 山西医科大学第二医院骨科, 山西太原 030001; 2. 国家康复辅具研究中心附属康复医院骨科, 北京 100176)

摘要: 低磷性佝偻病是一组因肾脏磷丢失而引起低磷血症, 导致骨骼矿化异常的罕见遗传性疾病。多个基因突变都可引起低磷性佝偻病发生, 但即使是同一家系的患者, 其临床表现及严重程度也可能不同, 这对疾病的个体化诊疗有更高的要求。由于低磷性佝偻病较为罕见, 患者因佝偻病症状就诊时, 可能被误诊为营养性佝偻病, 或不能及时接受符合循证医学的合理治疗。肢体畸形严重影响低磷性佝偻病患者生活质量, 需要医生予以合适的治疗。药物是低磷性佝偻病治疗的基石, 接受理想的药物治疗和医疗管理后, 部分患者也可能出现进行性肢体畸形, 这时手术将是解决问题的最终手段。药物治疗在矫形手术前后必不可少, 通过周密的手术计划和严谨的手术技术, 可以成功矫正低磷性佝偻病患者的复杂畸形。

关键词: 低磷性佝偻病, 肢体畸形, 药物治疗, 手术

中图分类号: R591.44 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2023) 23-2148-06

Research progress of limb deformities secondary to hypophosphatemic rickets // WANG Chao-qi¹, QIN Si-he², WANG Dong¹, ZHANG Yong-hong¹. 1. Department of Orthopedics, The Second Hospital, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China; 2. Department of Orthopaedics, Rehabilitation Hospital, National Research Center for Rehabilitation Aids, Beijing 100176, China

Abstract: Hypophosphatemic rickets is a kind of rare genetic diseases which manifests abnormal bone mineralization caused by hypophosphatemia due to renal phosphorus loss. Multiple gene mutations may lead to hypophosphatemic rickets. However, patients from the same family may have different clinical presentation and severity, which need we have to make individualized diagnosis and treatment. Limb deformities seriously affects the quality of life in the patients with hypophosphatemic rickets, which might be needed surgical treatment appropriately by orthopedists. Drug treatment is the cornerstone of the treatment of hypophosphatemic rickets, however, even if the most ideal drug scheme and medical management were accepted, limb deformities progress in some children or adults. For this scenario, surgical intervention will be the ultimate method to solve the problem. Drug therapy is essential before and after orthopedic surgery for hypophosphatemic rickets. Drug combines with careful surgical planning and rigorous surgical techniques can correct the complex deformity in patients with hypophosphatemic rickets successfully.

Key words: hypophosphatemic rickets, limb deformities, drug therapy, surgery

低磷性佝偻病 (hypophosphatemic rickets, HR) 是一组累及全身多系统的遗传性疾病, 需要多学科联合诊治, 其典型表现之一为下肢畸形, 常见膝内翻和膝外翻。下肢畸形严重影响患者的生活质量, 尽早诊断对于预防和改善下肢畸形极为重要。患者明确诊断为 HR 后, 早期合理的药物治疗可以缓解下肢畸形症状, 延缓疾病进展, 即使药物不能完全治愈, 也为手术治疗创造了有利条件, 并促进术后康复。手术治疗具有多种方式, 各种术式各有利弊, 需要严格掌握手术的适应证与禁忌证, 了解手术可能出现的并发症及

处理方法。在进行矫正之前应对畸形情况进行系统分析, 由于 HR 患者个体差异较大, 每位患者都需进行个性化诊疗, 结合患者自身情况作出科学决策。

1 低磷性佝偻病肢体畸形概述

HR 是参与调节肾脏磷酸盐重吸收的基因发生突变引起的, 分为成纤维细胞生长因子 23 (fibroblast growth factor 23, FGF23) 水平升高引起的佝偻病伴肾小管磷酸盐消耗, 以及原发性肾小管磷酸盐消耗引起

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.23.07

[△]基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (编号: 82172439)

作者简介: 王钊崎, 硕士研究生, 研究方向: 外固定与肢体重建, (电话) 17635388898, (电子信箱) cqwang_work@126.com

* 通信作者: 张永红, (电话) 13593141603, (电子信箱) yhzhy@139.com

的佝偻病两大类^[1, 2]。FGF23 是参与调节磷和维生素 D 的重要物质, 活性 FGF23 可以与肾小管上的受体结合, 减少肾小管对磷的重吸收, 引起低磷血症^[3]。丹麦的流行病学研究显示每 10 万名 0~0.9 岁儿童中有 3.9 例 HR 患者, 而每 10 万名 0~14.9 岁儿童中有 4.8 例患者^[4]。国内暂无 HR 流行病学的研究。

HR 所致骨骼畸形常是多平面的, 具有多个甚至无限个成角旋转中心 (center of rotation of angulation, CORA), 在冠状面和矢状面与下肢正常机械轴具有较大的失代偿性偏差。为了治疗这种复杂畸形, 手术通常需多处截骨, 以重建正常的解剖轴和机械轴。HR 所致肢体畸形常发生在下肢, 以双侧小腿内翻畸形 (O 型腿) 最为常见, 治疗以矫正畸形、恢复下肢力线、改善下肢功能、提高生活质量为目的。通常对患者进行体格检查和站立位下肢全长正侧位 X 线片检查^[5], 通过对下肢机械轴与解剖轴进行分析, 测量并计算机械轴偏向、关节线相交角、胫骨近端内侧角、股骨远端外侧角等, 找到成角旋转中心, 以规划手术方案。X 线检查因技术限制, 只能展示一个平面内的畸形情况, 而 HR 引起的下肢畸形常是多平面的, 存在多个 CORA, 常规的 X 线检查不能完全满足临床需求, 因此有医生建议磁共振成像来评估 HR 患者的复杂畸形^[6]。磁共振成像相较于 X 线, 对患者没有辐射, 且可以在三维空间中准确评估胫骨股骨扭转等复杂畸形, 但检查费用昂贵。

2 药物治疗

目前主流的药物治疗方案是磷酸盐和活性维生素 D 这一传统组合。药物治疗应从初次诊断开始, 至少持续到青春期结束, 即生长停止之后。除非患者的症状极轻微, 否则均建议药物治疗持续到成年。充分的药物治疗已被证实可以减轻畸形程度, 增加身高, 药物治疗的效果并不一致, 有些患者药物治疗效果明显优于其他患者, 总之, 更早的药物干预对患者有利。

2.1 磷酸盐与活性维生素 D

儿童: 口服磷酸盐和活性维生素 D 已被证实对儿童患者身材矮小、脊柱弯曲和牙齿畸形症状有益。目前尚无磷酸盐最佳服用剂量的共识, Carpenter 等^[7]建议每天分 2~3 次服用 20~30 ng/kg 的骨化三醇, 同时分 3~5 次服用 20~40 mg/kg 的元素磷。每天多次服用药物可以使血清中磷酸盐和和维生素 D 水平保持稳定, 更有利于骨矿化, 还减少了胃肠道副作用

的发生。治疗方案应根据治疗结果而不是血清磷酸盐水平调整, 通过记录身高增长速度、评估骨骼畸形的改善情况和 X 线的骨愈合证据指导治疗, 并结合实验室检查以避免并发症的发生。磷酸盐与活性维生素 D 的常见并发症是继发性甲状旁腺功能亢进, 即使磷酸盐水平正常也可能发生, 其他并发症包括高钙血症、高钙血症和肾钙质沉着症。

成人: 建议对具有骨痛、隐匿性骨折和骨愈合不良等成人患者进行药物治疗, 并进行相应的效果评价和风险监测。对接受骨科手术的成人患者进行药物治疗可以减少骨愈合所需的时间, 降低假体松动的风险。成人建议剂量为 0.5~0.75 mg/d 的骨化三醇, 每天分 2 次服用, 以及 750~1 000 mg/d 的元素磷, 每天分 3~4 次服用, 这种治疗对牙齿疾病、附着点病、关节炎和脊柱后纵韧带骨化无效。

2.2 布罗索尤单抗

2018 年, FDA 批准了布罗索尤单抗 (Burosumab) 作为 1 岁以上儿童及成人 X 连锁显性低磷性佝偻病 (X-linked hypophosphatemic rickets, XLH) 患者的新型药物, 它是一种人源性单克隆抗体, 可以与 FGF23 结合并抑制其功能, 纠正低磷血症。Linglart 等^[8]报道了布罗索尤单抗治疗的良好结果, 但该研究仅通过放射学总体印象变化 (RGI-C) 进行分析, 没有对畸形情况进行详细分析, 且由于 X 线检查的限制, 不能说明三维空间中畸形的矫正情况。Gabriel 等在 Linglart 等^[6]研究的基础上, 通过 MRI 和步态分析对布罗索尤单抗治疗效果进行分析, 发现布罗索尤单抗并未改善股骨扭转畸形, 而 MAD 平均仅变化了 3.9 mm, 改善并不明显, 而且有患者出现了新的膝外翻畸形以及畸形反弹的情况。布罗索尤单抗在临床中的应用时间尚短, 其对肢体畸形的影响还需长时间的随访观察。

3 手术治疗

HR 相对罕见, 对于肢体畸形的患者, 尚无标准化的治疗方案或专家共识。一般来说, 儿童患者主要采用药物治疗^[9], 只有在药物治疗不成功后才考虑手术, 特别是 6 岁以下儿童, 即使畸形严重也建议先药物治疗。通常在手术前给予至少 1 年的药物治疗, 以改善畸形情况和相关的生化指标, 帮助术后骨愈合^[10, 11]。为防止术后维生素 D 中毒, 一般在术后给予常规剂量一半的磷酸盐和活性维生素 D 1 周, 然后在患儿能够下地活动后增加至全剂量^[12]。若畸形程

度较轻,对于骨骺未闭且具有生长潜力的患儿可以选择半骨骺阻滞术矫正,对于骨骺已闭的患儿则可以选择髓内钉即时矫正或 Ilizarov 技术逐渐矫正。若畸形程度较重,建议使用 Ilizarov 技术逐渐矫正畸形,骨骺未闭且具有生长潜力的患儿可以先行半骨骺阻滞术,改善畸形情况,若矫形失败或残留畸形,可再使用 Ilizarov 技术矫正。

3.1 轻度畸形矫正手术

3.1.1 6岁至骨骺接近闭合前的儿童

对于 HR 儿童患者(骺板未闭合且未接近闭合),半骨骺阻滞术是矫正膝内翻及膝外翻的首要选择^[13, 14]。Eyres 等^[15]于1978—1986年在6例 HR 患儿(10~16岁,平均13岁)中尝试实施了4例骨骺阻滞术以矫正下肢畸形,但最终全部畸形复发,且1例因骨不愈合、2例因新发畸形导致了更复杂的畸形。经过多年的临床探索,2008年 Stevens 等^[16]对半骨骺阻滞术治疗佝偻病患儿下肢畸形的病例进行回顾分析,认为对于骺板未闭合的患儿,半骨骺阻滞术是首选的外科治疗方法,通过在骺板某一侧安装阻滞钢板螺钉,阻止该侧的骨生长,而另一侧骨正常生长,起到矫正畸形的作用,当畸形矫正后移除阻滞钢板螺钉,骺板整体可以继续生长。半骨骺阻滞术操作简单,不需要石膏固定和休息,但需要在矫正过程中以及取出钢板后对患者进行频繁的影像学监测,防止过度矫正或畸形反弹。Horn 等^[17]研究发现半骨骺阻滞术对于骨发育潜力大于3年的患者有更好的效果,矫正外翻畸形比矫正内翻畸形更成功。董轶非等^[18]和房凤岭等^[19]在2014年对半骨骺阻滞术治疗 HR 所致下肢畸形进行了研究,分别有15例和17例患儿得到了矫正,各有2例患儿畸形矫正不充分。邓书贞等^[20]的研究中包含11例 HR 患者,共有21处膝关节畸形接受手术,研究发现,手术时年龄、手术前肢体畸形严重程度是影响疗效的关键因素,并发症及畸形复发与患者的病理状态持续存在相关,术后需密切随访。张涛等^[21]对半骨骺阻滞术治疗无效的原因进行了探究,发现与骺板的生长能力和生长潜力、畸形程度、畸形部位有关,在进行半骨骺阻滞术前需对这些方面进行评估。

3.1.2 骺板闭合或接近闭合的儿童与成人

对于骺板已经闭合或者接近闭合的患者,截骨固定是矫正轻度畸形的合适选择,可以同时双下肢进行矫形,更利于术后快速康复^[5]。有研究发现接受截骨手术矫正畸形的 HR 患儿,相较于接受药物治疗者,肢体畸形得到了明显改善^[22]。Eguchi 等^[23]介绍

了一种斜行胫骨截骨技术,可以同时矫正内翻和旋转畸形,并应用于2例 HR 患儿,均取得了不错的疗效。1991年 Ferris 等^[24]对19例 HR 患者进行回顾性分析,认为任何年龄的 HR 严重畸形都应进行截骨矫形,而干骺端截骨更适用于骨发育成熟或接近成熟的患者。研究证实治疗肢体畸形常用的截骨方式在 HR 患者中同样适用^[25, 26]。内固定是最早使用的固定方式,虽然可以矫正畸形,但也易出现并发症,Rubinovitch 等^[27]对10例 HR 患者进行了44例手术,平均随访51个月,畸形复发率为27%,并有1例患者出现了骨筋膜室综合征。Eyres 等^[15]使用髓内钉、钢板和石膏对截骨患者进行肢体固定,最终得出结论,对于骨发育成熟的 HR 患者,需要使用能够覆盖骨骼全长的刚性固定方式来维持稳定。与钢板相比较,髓内钉在矫正股骨畸形时更便捷,并且能够减少复发,允许患者更早活动^[28]。鲁明等^[29]使用多段截骨后带锁髓内钉固定的方法治疗大龄 HR 儿童下肢畸形,优良率达到了80%。

目前常用的截骨术分为楔形截骨术和穹顶样截骨,楔形截骨又分为开放楔形截骨和闭合楔形截骨。开放楔形截骨会出现楔形骨缺损,骨长度取决于凸侧骨的长度;闭合楔形截骨会去掉部分骨质,骨长度取决于凹侧骨的长度。穹顶样截骨虽然截骨端接触面大,不出现骨缺损和骨丢失,但其技术难度较大,且不易同时矫正旋转畸形。HR 患者的胫骨常为多平面畸形,故需多处截骨,为防止骨筋膜室综合征,应切开深筋膜,并在截骨的每个切口放置引流条。腓骨无明显外观畸形时,通常在下1/3进行截骨,技术要求低且创伤小;而当畸形明显时,则需在畸形平面进行截骨。进行腓骨近端截骨时,应暴露腓总神经,避免术中或术后牵拉损伤。股骨及胫腓骨轻度畸形可通过手术即时矫正,也可以逐步矫正。HR 患者的股骨畸形常为内翻和前弓畸形,由于大腿软组织较厚,对于可以一期矫正的轻度股骨畸形患者,常使用髓内钉或钢板内固定而非外固定,因为大腿肌肉较多,外固定架固定容易发生针道反应。秦泗河^[5]介绍成人重度膝内翻畸形,股骨外翻截骨后用钢板内固定,胫骨、腓骨2处截骨穿针安装 Ilizarov 外固定器,术后调控至下肢机械轴恢复,可以较好矫正畸形,恢复接近正常人步态(图1)。

3.2 重度畸形矫正手术

对于下肢严重畸形的儿童和成人患者,拥有多个 CORA,常规的内固定方式需要更多的置入物以及多次手术,且内固定即时矫正畸形有导致神经、血管等

软组织并发症的可能，使用 Ilizarov 技术逐步矫正畸形可避免神经血管的牵拉损伤。在患者双下肢严重

畸形的情况下，建议先恢复下肢力线，对股骨和胫腓骨同期截骨矫形^[5, 30]。

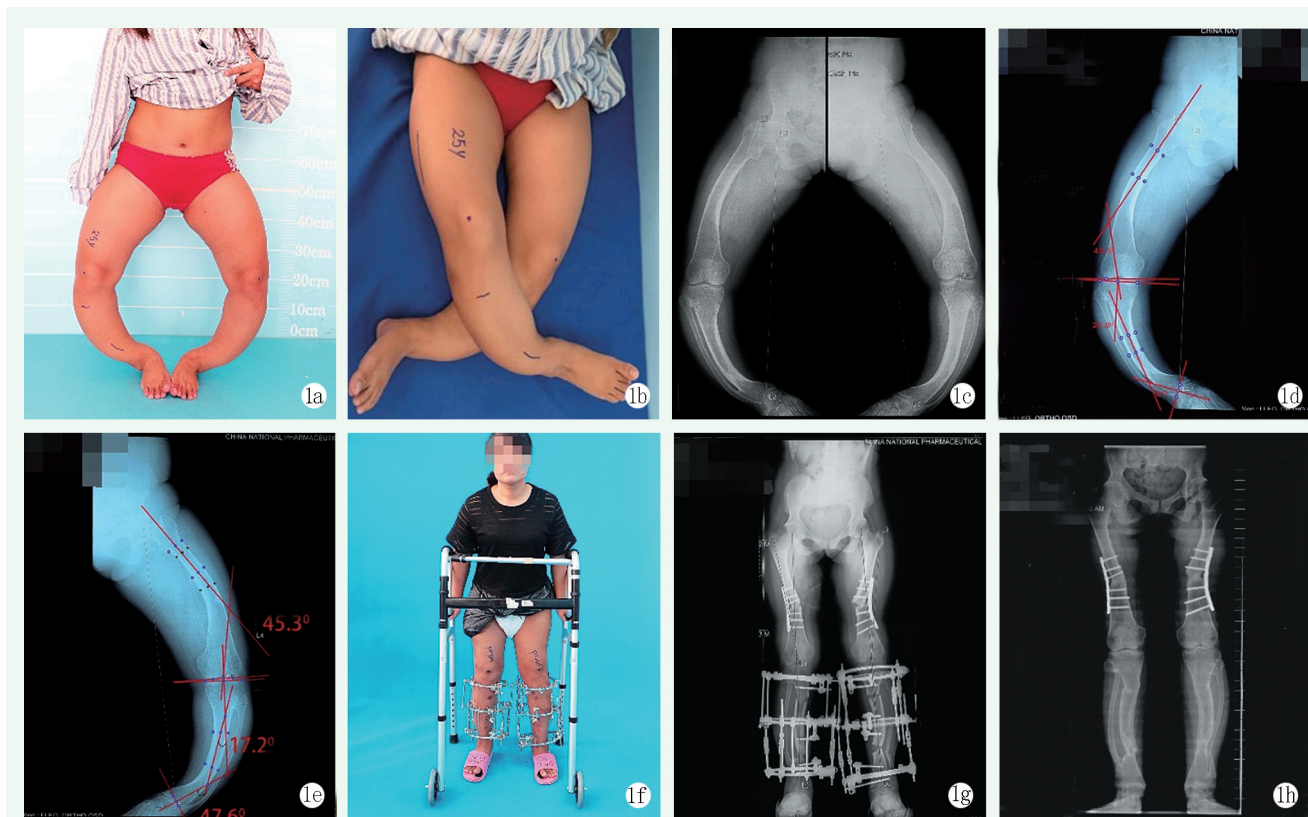


图1 患者，女，25岁。1a, 1b: 站立呈现“O”型腿，非负重位双下肢重度内翻畸形；1c: X线片示双下肢骨弧状弯曲；1d, 1e: 术前测量双侧股骨、胫腓骨畸形成角旋转中心，确定截骨位置；1f, 1g: 股骨外翻截骨后钢板内固定，胫骨截骨后安装环形外固定架；1h: 右腿术后28个月复查，股骨、胫腓骨截骨处骨愈合，双下肢负重力线恢复，患者步态接近常人。

1994年，Stanitski等^[31]首次使用 Ilizarov 技术治疗与 HR 相关的畸形，在治疗的8例代谢性骨病患者中有5例 XLH 患者，环形外固定的固定时间平均为12周，在仅1年的随访中并发症是2例患者出现针道感染和轻度平移畸形。2002年，Choi等^[32]使用 Ilizarov 技术治疗12例骨发育不成熟和2例骨发育成熟的 XLH 患者，大多数患者既进行了畸形矫正，又进行了肢体延长，平均随访5年，除1例患者效果不佳重新手术外，其余患者畸形都得到了矫正。研究还发现延长骨段的愈合率与血磷水平相关，如果血磷水平低于2.5 mg/dl，则不应进行延长，而高于2.5 mg/dl的血磷不影响延长效果。

秦泗河团队通过 Ilizarov 技术治疗75例 HR 所致肢体畸形患者，取得了很好的疗效^[33]。2006年，Song等^[34]报道9例儿童的18节骨段和11例成人的37节骨段的手术，其中28节骨段进行了畸形矫正和骨延长，27节骨段仅进行了畸形矫正，两组手术使用了多种固定方法，包括环形外固定、单边外固定、髓内钉，以及外固定和髓内钉的联合/接替使用。一

些研究由于治疗方法多样，很难直接得出关于最佳治疗方式的确切结论^[35-38]。Popkov等^[38]建议使用环形外固定联合髓内钉来缩短固定时间，即畸形矫正后去除外固定装置，用髓内钉固定来减少带架时间，防止针道感染等并发症的发生。也建议儿童患者在外固定器治疗期间或之后使用髓内钉。Birke等^[39]联合使用 Fassier-Duval 可延长髓内钉与 Ilizarov 环形外固定治疗 HR，6例中有3例发生了并发症，1例需要再次手术，他们认为环形外固定可以进一步增强稳定性，促进骨愈合。有研究对半骨骺阻滞术失败而骨骺未闭的患者，使用泰勒空间支架最终矫正了畸形^[17]。Ilizarov 技术重点在于缓慢矫正畸形，畸形点楔形截骨，截骨后使用固定，不仅允许患者早期行走，而且可以矫正涉及多平面的复杂畸形及严重畸形，对血管神经的损伤也较小。在术前对患者肢体周长和长度进行测量，提前组装环形外固定架可以减少手术时间。环形外固定架的学习曲线较长，对术者有较高的要求，术前计划、术中操作以及术后管理直接影响了 Ilizarov 技术的效果。

4 小结与展望

由于HR较为罕见，常被误诊或处置不当。药物是治疗的基石，磷酸盐和活性维生素D被广泛应用，在治疗肢体畸形方面起到了一定的积极效果，是治疗的关键，并影响手术治疗的效果。同时个性化治疗、规律随访、指标监测以及多学科会诊也很重要。对于患有HR的儿童和成人，仔细的手术规划和严格的手术操作可以达到矫正复杂的多平面骨畸形的目的。半骨骺阻滞术适用于骨骺未闭患儿，截骨矫形术适用于骨骺闭合或接近闭合的患者。截骨后的固定方式多种多样，钢板固定操作简单，但可能会在钢板周围的应力区域发生新的畸形或骨折。髓内钉适用于软组织挛缩不重、畸形较轻、可以急性畸形矫正的成人或骨骺已闭的儿童患者，可以降低术后骨折和畸形的发生率，但存在骨愈合不良的问题。外固定能够提供更好的骨愈合环境，特别是使用Ilizarov技术的环形外固定系统，是矫正严重复杂畸形的首选。对于半骨骺阻滞术和截骨内固定术失败的患者，Ilizarov技术是有效的治疗手段。本研究的局限性：绝大多数研究为回顾性分析，纳入病例数量很少，使得研究结果的误差较大。需有更大样本量的研究探究该疾病治疗的最佳方案。

参考文献

- [1] 陈晶, 吴蔚, 杨艳玲, 等. X连锁显性遗传性低磷血症性佝偻病诊治专家共识[J]. 中国实用儿科杂志, 2022, 37(1): 1-6.
- [2] 徐潮, 赵家军, 夏维波. 中国低血磷性佝偻病/骨软化症诊疗指南[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2022, 15(2): 107-125.
- [3] 杨建业, 秦磊磊, 李飞龙, 等. 肿瘤相关性骨软化症1例报告并文献回顾[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(13): 1239-1245.
- [4] Beck-Nielsen SS, Brock-Jacobsen B, Gram J, et al. Incidence and prevalence of nutritional and hereditary rickets in southern Denmark [J]. Eur J Endocrinol, 2009, 160(3): 491-497.
- [5] Qin S, Zang J, Jiao S, et al. Lower limb deformities: deformity correction and function reconstruction [M]. Berlin: Springer Nature, 2020.
- [6] Mindler GT, Stauffer A, Kranzl A, et al. Persistent lower limb deformities despite amelioration of rickets in X-linked hypophosphatemia (XLH) - A prospective observational study [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 866170.
- [7] Carpenter TO, Imel EA, Holm IA, et al. A clinician's guide to X-linked hypophosphatemia [J]. J Bone Miner Res, 2011, 26(7): 1381-1388.
- [8] Linglart A, Imel EA, Whyte MP, et al. Sustained efficacy and safety of burosumab, a monoclonal antibody to FGF23, in children with X-linked hypophosphatemia [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2022, 107(3): 813-824.
- [9] Fucentese SF, Neuhaus TJ, Ramseier LE, et al. Metabolic and orthopedic management of X-linked vitamin D-resistant hypophosphatemic rickets [J]. J Child Orthop, 2008, 2(4): 285-291.
- [10] Evans GA, Arulanantham K, Gage JR. Primary hypophosphatemic rickets. Effect of oral phosphate and vitamin D on growth and surgical treatment [J]. J Bone Joint Surg Am, 1980, 62(7): 1130-1138.
- [11] Greene WB, Kahler SG. Surgical aspects of limb deformity in hypophosphatemic rickets [J]. South Med J, 1985, 78(10): 1185-1189.
- [12] Sharkey MS, Grunseich K, Carpenter TO. Contemporary medical and surgical management of X-linked hypophosphatemic rickets [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2015, 23(7): 433-442.
- [13] 石青. 半骨骺阻滞术在儿童肢体成角畸形治疗中的应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2010, 18(15): 1291-1293.
- [14] 郑鹏飞, 庞浩田, 王亦维, 等. 3D打印导板8字骨骺阻滞钢板矫正儿童下肢畸形[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(12): 1070-1075.
- [15] Eyres KS, Brown J, Douglas DL. Osteotomy and intramedullary nailing for the correction of progressive deformity in vitamin D-resistant hypophosphatemic rickets [J]. J R Coll Surg Edinb, 1993, 38(1): 50-54.
- [16] Stevens PM, Klatt JB. Guided growth for pathological physes: radiographic improvement during realignment [J]. J Pediatr Orthop, 2008, 28(6): 632-639.
- [17] Horn A, Wright J, Bockenbauer D, et al. The orthopaedic management of lower limb deformity in hypophosphatemic rickets [J]. J Child Orthop, 2017, 11(4): 298-305.
- [18] 董轶非, 周达飞, 张建立, 等. "8"字钢板治疗儿童低磷性佝偻病所致下肢畸形[J]. 中华小儿外科杂志, 2014, 35(3): 203-207.
- [19] 房凤岭, 任秀智, 杨廷克, 等. 改良8字钢板半骨骺板暂时性阻滞术治疗佝偻病下肢成角畸形[J]. 中国中西医结合外科杂志, 2014, 20(2): 193-195.
- [20] 邓书贞, 杨建平, 陈兆强, 等. 临时半骨骺阻滞术治疗儿童病理性骨板所致膝内、外翻畸形[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(24): 1561-1568.
- [21] 张涛, 郭源, 董轶非, 等. 61例下肢成角畸形患儿8字板骨骺阻滞术治疗无效原因分析[J]. 山东医药, 2018, 58(16): 84-86.
- [22] Rohmiller MT, Tylkowski C, Kriss VM, et al. The effect of osteotomy on bowing and height in children with X-linked hypophosphatemia [J]. J Pediatr Orthop, 1999, 19(1): 114-118.
- [23] Eguchi M, Ogata K, Kawamura H, et al. Oblique tibial osteotomy for rotational and varus deformities in children [J]. Int Orthop, 1990, 14(1): 31-35.
- [24] Ferris B, Walker C, Jackson A, et al. The orthopaedic management of hypophosphatemic rickets [J]. J Pediatr Orthop, 1991, 11(3): 367-373.
- [25] Al Kaissi A, Farr S, Ganger R, et al. Windswept lower limb deformities in patients with hypophosphatemic rickets [J]. Swiss Med

- Wkly, 2013, 143 : w13904.
- [26] Li J, Rai S, Ze R, et al. Rotational and translational osteotomy for treatment of severe deformity in hypophosphatemic rickets: a case report [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99 (3) : e18425.
- [27] Rubinovitch M, Said SE, Glorieux FH, et al. Principles and results of corrective lower limb osteotomies for patients with vitamin D-resistant hypophosphatemic rickets [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1988, 237 (237) : 264–270.
- [28] Platzer P, Thalhammer G, Vecsei V, et al. Surgical treatment of femoral bending deformity in a patient with vitamin D-resistant rickets [J]. *Wien Klin Wochenschr*, 2005, 117 (19–20) : 721–724.
- [29] 鲁明, 尤海峰, 王玉琨, 等. 多段截骨带锁髓内钉固定治疗大龄儿童低磷酸血症佝偻病所致下肢畸形 [J]. *中华小儿外科杂志*, 2019, 40 (6) : 540–546.
- [30] 王振军, 秦泗河, 焦绍锋, 等. Ilizarov 技术结合矫形支具治疗复杂膝关节畸形的临床研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21 (17) : 1775–1777, 1798.
- [31] Stanitski DF. Treatment of deformity secondary to metabolic bone disease with the Ilizarov technique [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1994, 301 (301) : 38–41.
- [32] Choi IH, Kim JK, Chung CY, et al. Deformity correction of knee and leg lengthening by Ilizarov method in hypophosphatemic rickets: outcomes and significance of serum phosphate level [J]. *J Pediatr Orthop*, 2002, 22 (5) : 626–631.
- [33] 秦泗河, 郭保逢, 臧建成, 等. 35 075 例手术治疗的肢体畸形残疾患者统计分析 (秦泗河矫形外科 1978.5.25–2018.12.31) [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33 (11) : 1333–1339.
- [34] Song HR, Soma Raju VV, Kumar S, et al. Deformity correction by external fixation and/or intramedullary nailing in hypophosphatemic rickets [J]. *Acta Orthop*, 2006, 77 (2) : 307–314.
- [35] Gizard A, Rothenbuhler A, Pejini Z, et al. Outcomes of orthopedic surgery in a cohort of 49 patients with X-linked hypophosphatemic rickets (XLHR) [J]. *Endocr Connect*, 2017, 6 (8) : 566–573.
- [36] Matsubara H, Tsuchiya H, Kabata T, et al. Deformity correction for vitamin D-resistant hypophosphatemic rickets of adults [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2008, 128 (10) : 1137–1143.
- [37] Petje G, Meizer R, Radler C, et al. Deformity correction in children with hereditary hypophosphatemic rickets [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2008, 466 (12) : 3078–3085.
- [38] Popkov A, Aranovich A, Popkov D. Results of deformity correction in children with X-linked hereditary hypophosphatemic rickets by external fixation or combined technique [J]. *Int Orthop*, 2015, 39 (12) : 2423–2431.
- [39] Birke O, Davies N, Latimer M, et al. Experience with the Fassier-Duval telescopic rod: first 24 consecutive cases with a minimum of 1-year follow-up [J]. *J Pediatr Orthop*, 2011, 31 (4) : 458–464.

(收稿:2022-09-11 修回:2023-04-11)
(同行评议专家: 杨华清, 赵国红)
(本文编辑: 宁桦)

读者·作者·编者

本刊关于稿件诚信审核的通告

即日起本刊将对每一篇来稿进行全方位诚信审核。稿件上传投稿系统后, 本刊的编辑人员会与作者联系核查稿件相关情况, 可能动态地对文稿反复核对。请作者需确认投稿文章内容为本人原创, 保证资料的真实性; 保证不存在代写、代投行为。以下情况将被判定为涉嫌代写代投等学术不端行为, 无论稿件处理至哪个阶段, 均终止稿件进一步处理或直接退稿。

(1) 作者信息中提供的手机和电子信箱等联系方式非第一作者或通讯作者本人, 或无效; (2) 再次投稿时, 所留的电子信箱地址与历史记录不符合, 且无说明; 或同一作者历史记录中有多个不同电子信箱地址; (3) 不回应我们的问询, 或回应不合逻辑; (4) 文稿内容描述不专业, 或不符合逻辑, 不符合医学伦理与规范; (5) 数据或统计值不符合逻辑, 或明显错误; (6) 图片与正文描述不符合; (7) 参考文献引用与正文内容不符合。

请广大作者高度重视学术名誉, 坚决反对学术不端行为, 共同维护学术尊严, 保证杂志的学术质量。

《中国矫形外科杂志》编辑部
2023 年 3 月