

· 综 述 ·

成人石骨症股骨多次骨折：1例报告和综述

徐维臻，张金辉，张剑平，吴进*

(第九〇九医院暨厦门大学附属东南医院骨科，福建漳州 363000)

摘要：石骨症是一种以破骨细胞功能缺陷为特征的疾病，常为家族性，绝大多数病例为隐性遗传。本病特征为钙化的软骨持久存在，引起广泛的骨质硬化，重者髓腔封闭、血小板降低并严重贫血。由于患者骨骼脆性大，柔韧性差，易发生骨折。本文报道了1例石骨症股骨干骨折术后再骨折的患者，采用青少年型股骨髓内钉、重建锁定钢板联合骨形态发生蛋白-7及翻修治疗，长期随访效果良好。此外，本文对相关文献进行了综述。

关键词：石骨症，术后再骨折，青少年型髓内钉，骨形态发生蛋白-7

中图分类号：R683 **文献标志码：**A **文章编号：**1005-8478 (2025) 03-0238-06

Multiple femoral fractures in adult osteopetrosis: a case report and review // XU Wei-zhen, ZHANG Jin-hui, ZHANG Jian-ping, WU Jin. The 909th Hospital (Dongnan Hospital of Xiamen University), Zhangzhou 363000, China

Abstract: Osteopetrosis is a disease characterized by osteoclast dysfunction, which is often familial, and most cases are recessive inheritance. The patients present persistent existence of calcified cartilage, which leads to extensive sclerosis, and in severe cases, the medullary cavity is closed, combined with thrombocytopenia and severe anemia. Because of the brittleness and poor flexibility of the bones, the patients are prone to occur fractures. This paper reports a case of osteopetrosis with femoral shaft re-fracture after primary open reduction and internal fixation, who was revised with adolescent femoral intramedullary nail, buttress locking plate and bone morphogenetic protein-7, and achieved good outcome. In addition, relative literatures were reviewed in this article.

Key words: osteopetrosis, postoperative re-fracture, juvenile intramedullary nail, bone morphogenetic protein-7

石骨症目前病因不明，多数研究认为与遗传因素有关，文献报道北美发病率为1/50万^[1]。由于破骨细胞明显缺乏或功能缺陷，骨样组织过度钙化而缺少真正的骨化，以致骨中缺少骨板层及成骨细胞，骨组织失去弹性，骨小梁结构不良，使骨质脆易断裂，尤以股骨骨折最为常见^[2]。其基本X线影像学表现为广泛均匀的骨密度增高硬化，骨小梁变粗、模糊，皮质增厚，髓腔狭窄，甚至消失^[3]。特征性X线影像学表现为掌指、跖趾关节及肋骨等处可见边界比较明显的致密骨岛，在胸腰椎中可见“夹心椎”，即椎体上下高密度而中间低密度，形如三明治样。目前，该病的诊断主要依靠影像学表现，有时还需通过生化和免疫学检查结合影像学结果才能确定其分型。石骨症患者骨折的治疗方案多种多样，但愈后不尽相同。然而，鲜有文献报道总结石骨症患者股骨骨折术后再骨折的治疗策略。本文报道了1例石骨症股骨干骨折术后再骨折的患者，采用青少年型股骨髓内钉、重建锁

定钢板和骨形态发生蛋白-7 (bone morphogenetic protein 7, BMP-7) 及翻修治疗，长期随访效果良好，现报道如下。

1 病例报告

患者，女，27岁，X线片上可见肋骨明显骨岛、胸腰椎“夹心椎”，此次摔伤出现股骨骨折，故可明确诊断为石骨症(图1a)，该病需与以下疾病鉴别：(1) 氟骨症，患者有地区特异性及长期的氟接触史，此外，氟骨症多伴有氟斑牙、关节酸痛等特征性表现。氟骨症的病变主要累及躯干，向周围递减，氟骨症还可有韧带、肌腱附着处的异位钙化灶^[4]；石骨症则为全身改变。氟骨症骨纹粗，密度高，呈网格或纱布状，石骨症骨纹则致密且均匀；(2) 多发性成骨型癌症转移，多见全身不规则硬化成骨；(3) 肾性骨病，是营养代谢类疾病，除骨硬化外，还可有骨量

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.100689

作者简介:徐维臻,主治医师,研究方向:显微外科和四肢创伤,(电子信箱)181365916@qq.com

* 通信作者:吴进,(电子信箱)wujin1983@xmu.edu.cn

低，出现维生素 D 缺乏症、骨软化等^[5]。

2018年5月12日本例患者不慎从1 m高处摔下致左大腿疼痛、畸形和活动受限，于当地医院诊断为左股骨干骨折并行左股骨干骨折切开复位钢板内固定术，术后在本院定期复查（图1b），并于6个月后扶拐杖下床行走。2019年5月30日，患者扶拐行走时突发手术部位剧烈疼痛伴左大腿肿胀、活动受限，即刻被送往本院。查体见：左大腿肿胀畸形，中段外侧可见长约10 cm的手术瘢痕，左大腿中段压痛，左下肢纵向叩击痛阳性，局部可触及骨擦感，左髌膝关节因疼痛活动受限，四肢肌力、肌张力正常，左下肢较对侧短缩约2 cm，双侧病理征未引出。X线检查提示左股骨干骨折术后再骨折、钢板断裂（图1c）；实验室检查：WBC $8.57 \times 10^9/L$ ，RBC $3.12 \times 10^{12}/L$ ，血红蛋白 109 g/L，红细胞压积 0.203，C反应蛋白 37.0 mg/L，红细胞沉降率 73 mm/h，降钙素 0.062，球蛋白 33.9 g/L，清蛋白 24.6 g/L，谷丙转氨酶 39.8 U/L，谷草转氨酶 40.1 U/L，谷氨酰转氨酶 55.3 U/L，碱性磷酸酶 137 U/L，血钙、磷、尿酸等均未见异常。

入院后完善三维CT检查，评估左股骨髓腔直径和形态，测量结果示左股骨髓腔狭窄处直径为8.5 mm，故选用青少年型股骨髓内钉（Depuy Synthes，最小直径8.2 mm）作为翻修手术的内固定物。取原

左大腿中段外侧切口，切开皮肤和筋膜，从股外侧肌后间隙进入，暴露钢板、螺钉和钢丝，取出原内固定物；清理骨折断端瘢痕，通过两侧骨折断端电钻打通远近端髓腔；持骨钳夹持复位骨折远近端，复位满意后以2枚2.0 mm克氏针临时固定；取8孔重建锁定钢板置于左股骨中段外侧，远近端各置入3枚12 mm的单皮质螺钉固定骨折断端；沿左股骨粗隆顶点做长约5 cm的手术切口，手指触摸到粗隆顶点，在粗隆顶点偏外侧（青少年股骨髓内钉较普通股骨髓内钉外翻角更大，所以进针点较正常进针点偏外）^[6]置入1枚导针，左髌部正、侧位X线片示进针点位置良好；开口扩大器扩大近端开口，置入T形复位手柄和橄榄针后常规扩髓，按术前计划选取直径8.2 mm、长度320 mm的髓内钉插入左股骨髓腔，依次打入远近端横锁钉及尾帽，旋转左下肢检查固定稳定性；骨折断端植入20 mg骨形态发生蛋白-7（bone morphogenetic protein-7, BMP-7），冲洗后逐层关闭伤口（图1d）。

术后定期随访，每3个月拍摄X线片检查骨折愈合情况并记录患者髌膝关节功能。术后1年X线片检查提示骨折愈合良好（图1e），患者膝关节和髌关节活动正常。

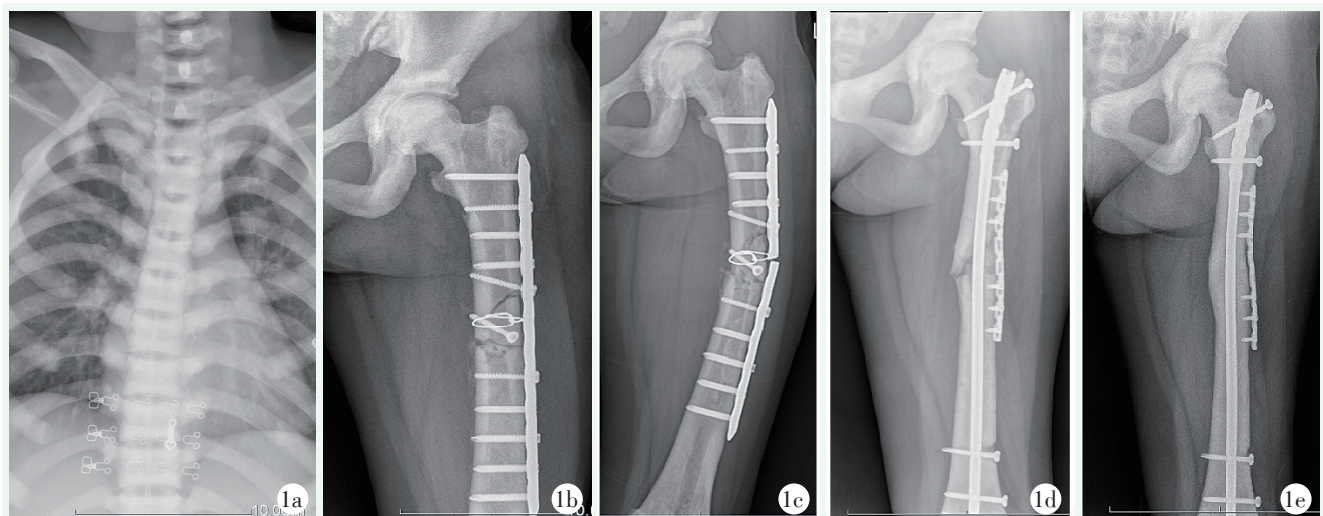


图1. 患者女性，27岁。1a: X线片示肋骨密度明显增高，可见骨岛，脊柱椎体可见夹心椎；1b: 摔伤致左股骨干骨折行切开复位钢板内固定术，术后6个月复查X线片；1c: 1年后出现左股骨干骨折术后再骨折、钢板断裂；1d: 翻修术后即刻X线片；1e: 翻修术后12个月X线片示骨折愈合良好。

Figure 1. A 27-year-old female. 1a: X-ray shows that the rib density is obviously increased, with bone island, and sandwich vertebra in spine; 1b: The fracture of left femoral shaft caused by fall was treated with open reduction and internal fixation with plate, and X-ray finding 6 months after operation; 1c: The fracture of left femoral shaft occurred again a year later, with plate broken; 1d: X-ray immediately after revision; 1e: X-ray 12 months after revision surgery showed that the fracture healed well.

2 讨论与文献综述

2.1 石骨症发病机理与特点

1904年德国放射学家 Albers-Schonberg 首先描述了石骨症，其特征是破骨细胞功能障碍导致骨硬化的遗传性疾病^[7]。由于患者存在破骨细胞缺失或骨吸收功能的缺陷^[8]，骨基质过度积聚，骨骼坚固致密而缺乏弹性^[9]，杨氏弹性模量降低，骨骼抗弯曲能力降低，导致骨折风险进一步增加^[10]。

2.2 石骨症的临床表现

Clairmont 和 Sching 首次确认了石骨症具有家族遗传性且根据遗传形式不同，可分为常染色体隐性遗传石骨症 (autosomal recessive osteopetrosis, ARO) 和常染色体显性遗传石骨症 (autosomal dominant hereditary osteopetrosis, ADO)^[11, 12]。ARO 发病率为 1/30 万~1/20 万^[13]，有地区特异性。ADO 多发生于成年人，起病晚，病情稳定，为良性石骨症。此类患者可无明显症状，但由于骨质脆易断裂，常发生多次骨折，尤其下肢骨折多发。此外，也可有颅神经受压的表现^[14]，常伴有关节、长骨畸形等。患者鲜见全身性疾病，寿命一般不受影响。ADO 又分为 3 个亚型^[15]：I 型，轻度泛发性全身骨硬化，仅有全身骨密度增高的临床特点；II 型，患者多数矮小，贫血^[16]，椎骨上下终板严重钙化，椎体呈“夹心椎”改变^[17]，长骨干骺端硬化，可出现条纹状横带，常发生长骨骨折，颅底硬化，酸性磷酸酶、脑型肌酸激酶同工酶水平升高^[18]，少有颅神经压迫症状，约 5% 的患者会出现视听觉减退的症状^[19]。结合影像学检查及实验室检查结果，本例患者即为 ADO-II 型；III 型，“离心性”石骨症，骨硬化大多发生于远离躯干处^[19]，常见四肢、头颅硬化明显。

2.3 石骨症患者股骨干骨折的治疗

对于石骨症患者四肢长骨干骨折，尽管有些病例报告表明保守治疗有效，但也仅限于儿童患者或无移位的骨折^[20]。对于股骨近端及股骨干骨折，保守治疗通常无法取得满意的效果^[21]。石骨症患者股骨干骨折的手术治疗，目前文献多以个案形式报道，包括：钉板系统（动力髌、动力髁、锁定钢板和空心钉等）和髓内钉系统。每个系统在手术实际操作过程中均存在很多困难：石骨症患者骨质硬而脆且髓腔狭窄，髓内钉扩髓相当困难^[19]，容易导致医源性骨折、扩髓钻头断裂等。如选用钢板固定，也面临同样的问题。由于骨质坚硬，需长时间钻孔，钻孔处易

过热导致骨质坏死和骨折。此外，术后骨折延迟愈合、不愈合甚至再骨折的发生率也很高。

目前对于石骨症患者股骨干骨折术后骨折治疗的报道非常少，故本例患者制定治疗方案时缺乏既往文献参照。总结首次内固定手术失败原因：(1) 锁定钢板使用不当，未遵循“长钢板、少螺钉”原则^[22]，钢板工作距离短，螺钉分布密集导致应力集中、固定不牢靠、容易造成骨不连、钢板断裂^[23]；(2) 该患者为石骨症患者，骨的硬度和脆性较大，柔韧性差，生物力学上无法实现螺钉牢固固定，导致手术失败^[24]。基于第 1 次手术钢板断裂的教训，本团队拟定的术前计划包括取出断裂的置入物，并尝试通过使用外固定架固定或更换内固定来改善骨折部位的机械稳定性、促进骨折愈合。考虑到容易出现关节僵硬和针眼感染等手术并发症^[25]，排除使用外固定架。对于股骨干骨折骨不连，髓内固定比髓外固定具有生物学和生物力学优势^[26]，具有手术操作简便、术中出血量少、术后可早期活动、骨折愈合率高等优点^[27]，并可获得良好的临床和影像学结果^[28]。因此，笔者更倾向于使用髓内钉进行翻修。如果采用成人型髓内钉则直径太大，而儿童弹性髓内钉的直径又太小，无法实现牢固固定^[29]。幸运的是本例患者的髓腔直径尚可，且髓腔内没有断裂的螺钉，故应用某种较细直径的髓内钉可实现较为良好的固定。青少年型股骨髓内钉可用于弹性髓内钉固定不牢靠的青少年长骨干骨折患者，以及因髓腔过细而无法使用成人型髓内钉长骨干骨折患者^[30]。这是一种基于股骨形态的解剖学钉设计，可用长度为 240~400 mm，髓内钉直径有 8.2、9.0 和 10.0 mm 3 种型号，故适用于本例患者^[31]。此外，本研究还附加重建锁定钢板抗旋转^[32]，并植入 BMP-7 促进骨折愈合。使用钉板联合系统分别发挥了两种内固定方式的优势，即钢板抗旋转和髓内钉中心固定、分散应力。联合固定牢固可靠，内固定失败和骨不连发生率低^[33]，术后无需外固定保护，更有利于患者行早期膝关节功能锻炼。目前，BMP-2 和 BMP-7 已通过重组基因技术商业化^[34]，并广泛应用于各种骨不连的治疗中。研究表明，植入 BMP 与自体骨移植效果相当^[35]，且没有自体移植相关的并发症^[36]，感染风险更低，收益更大^[37]。Krishnan 等^[38]对比 rhBMP-2 和自体骨移植治疗小鼠较大股骨干骨缺损时发现，rhBMP-2 治疗组在 8、12 周的新生骨量均高于自体骨移植治疗组，这说明 rhBMP-2 在促进成骨和提高生物力学性能等方面均优于自体骨移植。此外，由于其骨诱导特性，

BMP 还可以刺激间充质细胞分化为成骨细胞, 促进骨折愈合^[39], 因此也适用于石骨症骨折患者的治疗。

综上所述, 本研究认为: 石骨症股骨干骨折患者应首选手术治疗, 对于石骨症股骨干骨折后再骨折患者的翻修手术, 应制定详细的术前计划, 选择合适的内固定物。钉板联合是一种可行的翻修策略, 固定方式牢固可靠, 允许早期功能锻炼, 疗效良好, BMP-7 有助于石骨症患者的骨折愈合。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 徐维臻: 酝酿和设计实验、实施研究、数据采集及分析和解释、起草文章、文章审阅、统计分析; 张金辉: 实施研究、采集数据、文章审阅、统计分析; 张剑平: 采集数据、分析及解释数据、统计分析

参考文献

- [1] Coudert AE, Devernejoul MC, Muraca M, et al. Osteopetrosis and its relevance for the discovery of new functions associated with the skeleton [J]. *Int J Endocrinol*, 2015, 2015: 372156. DOI: 10.1155/2015/372156.
- [2] Sit C, Agrawal K, Fogelman I, et al. Osteopetrosis: radiological and radionuclide imaging [J]. *Indian J Nucl Med*, 2015, 30 (1) : 55-58. DOI: 10.4103/0972-3919.147544.
- [3] 许少策, 王诗尧, 李康, 等. 成人型石骨症一例报道并文献复习 [J]. *中国全科医学*, 2019, 22 (2) : 238-242. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2018.00.106.
Xu SC, Wang SY, Li K, et al. Adult osteopetrosis: a case report and literature review [J]. *Chinese General Practice*, 2019, 22 (2) : 238-242. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2018.00.106.
- [4] 孙玉富, 赵丽军, 孙殿军. 地方性氟中毒病区控制评价指标及标准研究 [J]. *中国地方病学杂志*, 2009, 28 (2) : 225-227. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-4955.2009.02.033.
Sun YF, Zhao LJ, Sun DJ. Study on the evaluation indexes and criteria of control of endemic fluorosis [J]. *Chinese Journal of Endemiology*, 2009, 28 (2) : 225-227. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-4955.2009.02.033.
- [5] 胡彬, 曾秉辉, 胡悦林, 等. 一例罕见的新的 TCIRG1 基因杂合性突变引起的婴儿恶性石骨症 [J]. *中国病理生理杂志*, 2015, 31 (7) : 1237-1241. DOI: 10.3969/j.issn.1000-4718.2015.07.015.
Hu B, Zeng BH, Hu YL, et al. An unusual and novel heterozygous TCIRG1 mutation causes infantile malignant osteopetrosis [J]. *Chinese Journal of Pathophysiology*, 2015, 31 (7) : 1237-1241. DOI: 10.3969/j.issn.1000-4718.2015.07.015.
- [6] 谢康, 李阳, 张亚鹏, 等. 青少年型锁定髓内钉治疗儿童股骨干骨折的疗效 [J]. *临床骨科杂志*, 2021, 24 (1) : 116-118. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2021.01.045.
Xie K, Li Y, Zhang YP, et al. The effect of adolescent locking intramedullary nail for femoral shaft fractures in children [J]. *Journal of Clinical Orthopaedics*, 2021, 24 (1) : 116-118. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2021.01.045.
- [7] Tolar J, Teitelbaum SL, Orchard PJ. Osteopetrosis [J]. *N Engl J Med*, 2004, 351 (27) : 2839-2849. DOI: 10.1056/NEJMra040952.
- [8] Del Fattore A, Cappariello A, Teti A, et al. Pathogenesis and complications of osteopetrosis [J]. *Bone*, 2008, 42 (1) : 19-29. DOI: 10.1016/j.bone.2007.08.029.
- [9] Farfán MA, Olarte CM, Pesantez RF, et al. Recommendations for fracture management in patients with osteopetrosis: case report [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2015, 135 (3) : 351-356. DOI: 10.1007/s00402-014-2144-z.
- [10] Amit S, Shehkar A, Vivek M, et al. Fixation of subtrochanteric fractures in two patients with osteopetrosis using a distal femoral locking compression plate of the contralateral side [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2009, 36 (3) : 263-269. DOI: 10.1007/s00068-009-8237-7.
- [11] Aslan A, Baykal YB, Uysale E, et al. Surgical treatment of osteopetrosis-related femoral fractures: two case reports and literature review [J]. *Case Rep Orthop*, 2014, 2014: 891963. DOI: 10.1155/2014/891963.
- [12] Petryka A, Polgreen L, Defor TE, et al. Bone mineral density, growth and endocrine function in children with infantile osteopetrosis after HCT [J]. *Biol Blood Marrow Transplant*, 2016, 22 (3) : S257-258. DOI: 10.1016/j.bbmt.2015.11.687.
- [13] 周卫军, 唐尚坤, 沈晔, 等. SNX10 在石骨症中的分子机制研究进展 [J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2021, 18 (3) : 72-77. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5972.2021.03.014.
Zhou WJ, Tang GS, Shen Y, et al. Advances in molecular mechanism of SNX10 in osteopetrosis [J]. *Orthopaedic Biomechanics Materials and Clinical Study*, 2021, 18 (3) : 72-77. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5972.2021.03.014.
- [14] 张潇潇, 陆敏, 吴蓓蓉, 等. TCIRG1 基因突变致婴儿恶性石骨症 1 例并文献复习 [J]. *中国循证儿科杂志*, 2018, 13 (5) : 367-372. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5501.2018.05.010.
Zhang XX, Lu M, Wu BR, et al. A case report of infantile malignant osteopetrosis caused by TCIRG1 mutation and literature review [J]. *Chinese Journal of Evidence Based Pediatrics*, 2018, 13 (5) : 367-372. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5501.2018.05.010.
- [15] 刘权中, 崔清波, 贾学渊, 等. 骨硬化症临床表现与遗传致病性 [J]. *国际遗传学杂志*, 2020, 43 (1) : 46-51. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4386.2020.01.008.
Liu QZ, Cui QB, Jiao XY, et al. Clinical manifestations and genetic pathogenicity of osteosclerosis [J]. *International Journal of Genetics*, 2020, 43 (1) : 46-51. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4386.2020.01.008.
- [16] 赵志军, 皇甫金荣, 胡玲. CLCN7-Y99C 突变导致 II 型常染色体显性遗传石骨症 1 例及文献复习 [J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2020, 34 (11) : 1175-1177. DOI: 10.13507/j.issn.1674-3474.2020.11.027.
Zhao ZJ, Huangpu JR, Hu L. Autosomal dominant type II osteopetrosis caused by CLCN7-Y99C mutation: a case report and literature review [J]. *Journal of Chinese Practical Diagnosis and Therapy*, 2020, 34 (11) : 1175-1177. DOI: 10.13507/j.issn.1674-

- 3474.2020.11.027.
- [17] 余秀蓉, 王志红. 一个婴儿恶性石骨症家系的遗传学分析 [J]. 中国优生与遗传杂志, 2023, 31 (6) : 1250-1253. DOI: 10.13404/j.cnki.cjbhh.2023.06.012.
- Yu XR, Wang ZH. Genetic analysis of a pedigree with infantile malignant osteopetrosis [J]. Chinese Journal of Birth Health & Heredity, 2023, 31 (6) : 1250-1253. DOI: 10.13404/j.cnki.cjbhh.2023.06.012.
- [18] 李想, 王梓媛, 任娜, 等. 造血干细胞移植在骨质疏松症患者血液系统以外的作用 [J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2022, 15 (5) : 545-555. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2591.2022.05.016.
- Li X, Wang ZY, Ren N, et al. Extra-hematologic actions of hemopoietic stem cell transplantation on osteopetrosis patients [J]. Chinese Journal of Osteoporosis and Bone Mineral Research, 2022, 15 (5) : 545-555. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2591.2022.05.016.
- [19] 袁宇, 徐林. 成人石骨症 1 例报告 [J]. 实用骨科杂志, 2020, 26 (3) : 285-289. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2020.03.025.
- Yuan Y, Xu L. A case report of adult osteopetrosis [J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2020, 26 (3) : 285-289. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2020.03.025.
- [20] 王明明, 颜华东, 吕彬, 等. 骨质疏松骨折的手术治疗进展 [J]. 创伤外科杂志, 2022, 24 (3) : 233-238. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2022.03.015.
- Wang MM, Yan HD, Lv B, et al. Research progress on surgical treatment of osteosclerosis fractures [J]. Journal of Traumatic Surgery, 2022, 24 (3) : 233-238. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2022.03.015.
- [21] Bhargava A, Vagela M, Lennox CM. "Challenges in the management of fractures in osteopetrosis"! Review of literature and technical tips learned from long-term management of seven patients [J]. Injury, 2009, 40 (11) : 1167-1171. DOI: 10.1016/j.injury.2009.02.009.
- [22] 李飞, 于铁强, 王月光, 等. 弹性髓内钉与钢板治疗大龄儿童股骨转子下骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (8) : 683-688. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.08.03.
- Li F, Yu TQ, Wang YG, et al. Elastic stable intramedullary nail versus proximal femoral locking compression plate for femoral subtrochanteric fracture in old children [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (8) : 683-688. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.08.03.
- [23] 杨兵, 何忠, 杨博. 桥接组合式内固定系统的应用及研究进展 [J]. 生物骨科材料与临床研究, 2023, 20 (5) : 75-79. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5972.2023.05.015.
- Yang B, He Z, Yang B. Application and research progress of bridge combined fixation system [J]. Orthopaedic Biomechanics Materials and Clinical Study, 2023, 20 (5) : 75-79. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5972.2023.05.015.
- [24] Chhabra A, Westerlund LE, Kline AJ, et al. Management of proximal femoral shaft fractures in osteopetrosis: a case series using internal fixation [J]. Orthopedics, 2005, 28 (6) : 587-592. DOI: 10.3928/0147-7447-20050601-15.
- [25] 王磊, 李佳, 李涛, 等. 青少年型髓内钉治疗大龄儿童股骨干骨折的近期疗效随访 [J]. 中国骨与关节杂志, 2022, 11 (12) : 935-938. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2022.12.010.
- Wang L, Li J, Li T, et al. Short-term effectiveness of adolescent intramedullary nail for femoral shaft fractures in elder children [J]. Chinese Journal of Bone and Joint, 2022, 11 (12) : 935-938. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2022.12.010.
- [26] 于晨, 王泽勇, 耿大伟, 等. 股骨近端防旋髓内钉治疗股骨转子周围骨折 [J]. 临床骨科杂志, 2023, 26 (6) : 856-860. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2023.06.030.
- Yu C, Wang ZY, Geng DW, et al. Proximal femoral nail antirotation fixation for treatment of the peritrochanteric fracture of femur [J]. Journal of Clinical Orthopaedics, 2023, 26 (6) : 856-860. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2023.06.030.
- [27] 徐玉德, 徐玉娥, 周明旺, 等. 手风琴技术治疗骨不愈合的分子机制研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (14) : 1288-1292. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.14.09.
- Xu YD, Xu YE, Zhou MW, et al. Research progress in the molecular mechanism of accordion technique for bone nonunion [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (14) : 1288-1292. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.14.09.
- [28] Mara KM, Allam MF. Intramedullary fixation of failed plated femoral diaphyseal fractures: are bone grafts necessary [J]. J Trauma, 2008, 65 (3) : 692-697. DOI: 10.1097/TA.0b013e31812f6dd9.
- [29] 柴明祥, 王本祯, 王珊珊, 等. 三种手术方法治疗闭合性儿童股骨干骨折的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26 (8) : 692-697. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.08.05.
- Chai MX, Wang BZ, Wang SS, et al. Comparison of three surgical techniques for pediatric closed femoral shaft fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2018, 26 (8) : 692-697. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.08.05.
- [30] 孙亮, 白锐, 刘万林, 等. 闭合复位刚性髓内钉治疗大龄、高体重儿童及青少年股骨干骨折 [J]. 实用骨科杂志, 2020, 26 (10) : 873-876. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2020.10.003.
- Sun L, Bai R, Liu WL, et al. Close reduction and rigid intramedullary nailing fixation of femoral shaft fracture in older and overweighted children and adolescent [J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2020, 26 (10) : 873-876. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2020.10.003.
- [31] 李兵兵, 王晓燕. 专家级青少年股骨外侧髓内钉内固定治疗大龄儿童股骨干骨折 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34 (2) : 155-156. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2019.02.013.
- Li BB, Wang XY. Expert adolescent lateral femoral intramedullary nail internal fixation for treatment of femoral shaft fracture in older children [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2019, 34 (2) : 155-156. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2019.02.013.
- [32] 冯俊超, 高明暄, 辛晓明, 等. 股骨转子间骨折内固定器械研究进展 [J]. 生物骨科材料与临床研究, 2023, 20 (5) : 69-74. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2018.00.106.
- Feng JC, Gao MX, Xin XM, et al. Research progress on internal fixation instruments for intertrochanteric fractures of the femur [J].

- Orthopaedic Biomechanics Materials and Clinical Study, 2023, 20 (5) : 69-74. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2018.00.106.
- [33] 徐维臻, 罗德庆, 刘晖, 等. 钢丝环扎强化固定辅助髓内钉治疗老年粗隆间骨折的临床疗效 [J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31 (8) : 71-74. DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230815.
- Xu WZ, Luo DQ, Liu H, et al. The study of clinical efficacy of wire cerclage reinforcement fixation combined with intramedullary nail on the treatment of intertrochanteric fractures in the elderly patients [J]. Chinese Journal of Traditional Medical Traumatology & Orthopedics, 2023, 31 (8) : 71-74. DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230815.
- [34] Gillman CE, Jayasuriya AC. FDA-approved bone grafts and bone graft substitute devices in bone regeneration [J]. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl, 2021, 130: 112466. DOI: 10.1016/j.msec.2021.112466.
- [35] 于成双, 马剑雄, 卢斌, 等. 开放楔形胫骨高位截骨骨移植物的研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (19) : 1783-1787. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.19.10.
- Yu CS, Ma JX, Lu B, et al. Research progress of bone grafts in open wedge high tibial osteotomy [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (19) : 1783-1787. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.19.10.
- [36] 韩超, 马剑雄, 马信龙. 股骨干骨折不愈合影响因素及其干预方法 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26 (8) : 728-733. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.08.13.
- Han C, Ma JX, Ma XL. The factors impacting femoral shaft non-union and relative interference [J]. Orthopedic Journal of China, 2018, 26 (8) : 728-733. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.08.13.
- [37] Termaat MF, DenBoer FC, Bakker FC, et al. Bone morphogenetic proteins. Development and clinical efficacy in the treatment of fractures and bone defects [J]. J Bone Joint Surg Am, 2005, 87 (6) : 1367-1378. DOI: 10.2106/JBJS.D.02585.
- [38] Krishnan L, Priddy LB, Esancy C, et al. Hydrogel-based delivery of rhBMP-2 improves healing of large bone defects compared with autograft [J]. Clin Orthop, 2015, 473 (9) : 2885-2897. DOI: 10.1007/s11999-015-4312-z.
- [39] 谢康, 李阳, 张亚鹏, 等. 青少年型锁定髓内钉治疗儿童股骨干骨折的疗效 [J]. 临床骨科杂志, 2021, 24 (1) : 116-118. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2021.01.045.
- Xie K, Li Y, Zhang YP, et al. The effect of adolescent locking intramedullary nail for femoral shaft fractures in children [J]. Journal of Clinical Orthopaedics, 2021, 24 (1) : 116-118. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2021.01.045.

(收稿: 2023-09-26 修回: 2024-04-03)

(同行评议专家: 蔡振存, 万维, 崔轶)

(本文编辑: 宁桦)

读者 · 作者 · 编者

本刊对部分稿件实行开放获取发表的公告

随着信息技术的快速发展, 学术期刊的传播方式也在不断演变。其中, 期刊开放获取发表 (open access, OA) 已经成为一种趋势。此种出版模式在论文发表后, 读者可以免费阅读、下载、复制、分发。故此, 使得作者的论文能够迅速和广泛地传播, 促进了学术交流和知识共享, 提升您文章的被引机率和学术影响力, 也扩大了期刊的读者群体, 为骨科同行提供了快捷的参考和借鉴, 有助于临床工作水平和质量的进步。本刊决定即日起对部分稿件实行开放获取发表模式。

本刊将从可刊用稿件中精选部分优秀稿件, 经作者同意, 实行开放获取发表, 自稿件定稿后 1 个月内, 即可在本刊网站快速开放获取发表。欢迎广大作者选用此模式展示自己的文稿, 让更多的读者能够方便地获取您的学术论文。

未来本刊网站将继续着力于为广大读者提供更多优质的内容和服务, 感谢您的关注和支持, 让我们一起为《中国矫形外科杂志》的不断发展贡献力量。

敬请关注《中国矫形外科杂志》网站, <http://jxwk.ijournal.cn>

《中国矫形外科杂志》编辑部
2024 年 2 月 22 日