

· 综述 ·

开放获取

弹性髓内钉治疗儿童单房性骨囊肿的手术现状

刘守申, 李天友*

(山东第一医科大学附属省立医院小儿骨科, 山东济南 250021)

摘要: 单房性骨囊肿 (unicameral bone cyst, UBC) 是一种儿童常见的良性肿瘤样变, 好发于四肢长骨干骺端。目前, 病因及发病机制仍不明确, 最佳治疗方案尚未达成共识。弹性髓内钉 (elastic stable intramedullary nail, ESIN) 可单独或联合其他术式用于 UBC 治疗, 但疗效存在差异。本文通过查阅文献, 对 ESIN 治疗 UBC 的理论基础、手术细节、疗效、并发症等进行总结和分析, 旨在为优化治疗方案、促进囊肿愈合、减少并发症、改善医患沟通等提供依据。

关键词: 弹性髓内钉, 儿童, 单房性骨囊肿

中图分类号: R738.1

文献标志码: A

文章编号: 1005-8478 (2025) 09-0801-05

Current surgery of elastic stable intramedullary nail for unicameral bone cyst in children // LIU Shou-shen, LI Tian-you. Department of Pediatric Orthopaedics, Shandong Provincial Hospital, Shandong First Medical University, Jinan 250021, Shandong, China

Abstract: Unicameral bone cyst (UBC) is a common benign tumor-like lesion in children, which usually occurs in the metaphysis of the long bones. At present, the etiology and pathogenesis remains unclear, and there is no consensus on the optimal therapy. The elastic stable intramedullary nail (ESIN) can be widely used for UBC alone or combined with other methods, but there are differences in efficacy. In this paper, the theoretical basis, surgical details, efficacy, and complications were summarized and analyzed by reviewing the relevant literatures, aiming to provide the basis for selecting treatment plans, promoting cyst healing, reducing complications, and improving doctor-patient communication.

Key words: elastic stable intramedullary nail, children, unicameral bone cyst

单房性骨囊肿 (unicameral bone cyst, UBC) 也被称为单纯性骨囊肿, 是儿童常见的良性肿瘤样变, 好发于四肢长骨干骺端, 尤其是肱骨近端和股骨近端, 其次为胫骨、腓骨、桡骨和尺骨, 极少发生于骨盆、跟骨及下颌骨等部位, 发病率约占所有原发骨肿瘤的 3%^[1, 2]。UBC 早期可无任何临床症状, 不易被察觉, 少数患儿因查体偶然发现就诊。由于病变呈膨胀性生长, 骨皮质变薄, 骨强度减弱, 多数患儿因外伤后发生病理性骨折就诊。1876 年, Virchow 首次描述 UBC, 之后被广泛研究, 但其病因和发病机制尚不明确^[3]。

基于目前的病因学假说, 多种治疗方案应用于临床, 主要包括保守治疗 (观察、石膏、支具)、囊内微创注射治疗 (激素、骨髓、人工骨) 及手术治疗 (囊肿刮除、植骨、减压引流、内镜及联合方案) 等^[4-9], 关于最佳治疗方案及手术时机仍未达成共识。治疗的目标为降低病理性骨折风险、恢复骨皮质

厚度及骨强度、消除囊肿并预防复发。

2000 年, 弹性髓内钉 (elastic stable intramedullary nailing, ESIN) 被首次用于治疗 UBC^[10], 单独应用时简单、微创, 能起到引流囊液、预防骨折的作用, 但疗效不一且具有不确定性。本文通过查阅文献, 对 ESIN 治疗 UBC 的理论基础、手术细节、疗效、并发症等进行总结和分析, 旨在为优化治疗方案、促进囊肿愈合、减少并发症、改善医患沟通等提供依据。

1 原理

UBC 的病因及发病机制尚未明确, 可能与创伤、感染、骨质吸收、渗出液潴留以及静脉阻塞等因素有关^[1, 11]。Chigira 等^[12]研究发现 UBC 的囊内压力略高于健侧的骨髓压力, 经克氏针钻孔后, 囊内压力逐渐降低, 提示骨静脉回流受阻可能是囊肿形成的

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.110928

作者简介: 刘守申, 硕士研究生在读, 研究方向: 单房性骨囊肿、动脉瘤样骨囊肿等, (电子信箱) lss990326@163.com

* 通信作者: 李天友, (电子信箱) tianyouli1983@126.com

原因。基于此学说，ESIN 在临床上得以广泛应用。

ESIN 用于治疗 UBC 的原理：（1）减压：贯通囊腔降低囊内压力；（2）引流：ESIN 首先可实现囊腔与骨髓腔之间的内引流，其次为囊腔与骨外软组织间的外引流，同时也可将富含间充质干细胞的骨髓引致囊腔促进囊肿愈合；（3）支撑：对于已发生病理性骨折的患儿，可提供髓内支撑；对于骨皮质薄弱的患儿可增强病变骨强度，预防病理性骨折。

2 弹性髓内钉属性

目前临床上应用的 ESIN 材质主要以钛合金为主，其次为不锈钢^[13]。钛制 ESIN 的弹性模量较不锈钢低^[14]，能更好地适应髓腔形态，实现与髓腔内壁的紧密贴附，有效抵抗弯曲、横向、轴向和旋转不稳定，进而稳定支撑病变骨。ESIN 的长度约为病变骨近、远端骺板之间的距离，术中需透视下严密监测，避免伤及近端骺板。与 ESIN 用于治疗长骨骨折相似，当病变位于股骨及肱骨时，ESIN 的直径一般为最窄处髓腔直径的 40%^[15, 16]，能够实现髓内固定与减压、引流之间的最佳平衡。

3 手术入路

手术入路的选择需综合考虑病变部位、是否合并病理性骨折及病理性骨折类型。股骨近端及肱骨近端为好发部位，常见手术入路如下：

3.1 股骨内、外髁入路

股骨 UBC 多位于股骨近端或股骨颈处，此时多采用股骨内、外髁双入路逆行穿钉^[17]。选择的 2 枚 ESIN 应直径相同，并将其预弯成弧度为 30°、弧高为 3 倍直径的“C”形^[14]。入钉点约为股骨远端骺板上方 2.5~3.0 cm 处，双“C”形排布的固定模式保证钉尖在股骨近端朝相反方向分散。

3.2 肱骨内、外髁入路

透视定位肱骨远端骺板位置，以肱骨内、外髁上方 1.5~2.0 cm 处为进钉点，此入路要求 2 枚 ESIN 预弯为弧度、弧高相同的“C”形以实现最佳固定^[15]。但内侧入钉点存在尺神经损伤风险，术中需注意保护。

3.3 肱骨外髁入路

此入路尤其适用于单钉置入的患儿^[4]。置入双钉时要求 2 枚 ESIN 分别预弯成“C”形及“S”形^[18]，保证钉尖至肱骨近端时朝不同方向散开。值得注意的

是开孔时应沿骨干长轴上、下钻孔，不宜于同一水平面钻孔，避免减弱骨的把持力^[14]。其次，两进钉点在纵线上应相隔 1~2 cm，避免两进钉点距离过近导致骨皮质爆裂。

4 基于弹性髓内钉的手术方案

目前，ESIN 以其独特的减压、引流及支撑优势被广泛应用于 UBC 的治疗，然而单独使用时疗效存在差异，有效率为 32%~100%^[10, 19~21]。为提高愈合率，有学者将其与其他方案联合使用，如刮除植骨术、骨髓注射、类固醇注射等。

4.1 单独弹性髓内钉

Capanna 等^[22]的 UBC 治疗结果评级见表 1。2000 年，Roposch 等^[10]首次使用 ESIN 治疗 32 例长骨 UBC 患儿，平均随访 53.7 个月，完全治愈率（Capanna I）为 43.8%，有效率（Capanna I 和 II）达 93.8%。2008 年，Masquijo 等^[23]回顾性分析采用 ESIN 持续减压引流治疗的 48 例长骨 UBC 患儿，平均随访 9.8 年，完全治愈率为 54.2%。

此术式通过髓内支撑可有效预防病理性骨折发生，兼顾微创和临床功能。然而，结合文献及本中心临床实践经验，部分患儿病变范围较术前减小，介于 Capanna II 型和 IV 型之间，但家属仍难免担忧。因此，在术前需向患方详细说明该术式的优缺点，了解患方需求，综合决策。

表 1. Capanna 分型标准 Table 1. Capanna classification criteria		
类型	定义	
I 愈合	囊肿完全被骨填充，皮质边缘增厚	
II 愈合伴残留	囊肿被骨填充，皮质边缘增厚，但仍有少量残留溶骨区	
III 复发	囊肿最初愈合，随后再出现溶骨区，骨皮质变薄	
IV 无反应	囊肿没有反应	

4.2 弹性髓内钉联合刮除植骨术

刮除植骨术有其独特自身优势：（1）充分获取病变组织，相比于经皮穿刺活检，诊断准确性更高；（2）彻底去除病变，破坏囊液产生的环境；（3）填充骨缺损，促进囊肿愈合。Alisi 等^[24]研究发现，通过病灶刮除打通囊肿近、远端的髓管，将局部骨髓转移至病灶处可极大促进囊肿的愈合。同时，ESIN 贯通囊腔及骨髓腔，此种持续内引流方式进一步促进了囊肿的愈合。Wang 等^[25]研究报道刮除植骨伴或不伴 ESIN 的有效率分别为 96.0%和 73.9%，联合方案能够显著改善患儿预后。ESIN 联合病灶刮除植骨术

虽然增加一定创伤(囊肿处切口)和植骨费用,但明显提高了囊肿愈合率,有望成为 UBC 治疗的理想方案。

4.3 弹性髓内钉联合类固醇注射

类固醇激素注射治疗的理论依据首先是通过抽吸囊液降低囊腔内压力;其次激素本身的抗炎作用能够抑制毛细血管增生、促进毛细血管收缩、降低毛细血管通透性,进而减少病灶内囊液渗出。早在 1979 年,Scaglietti^[26]首次采用经皮类固醇注射治疗 72 例 UBC 并取得了很好的疗效。Traub 等^[27]在一项对比研究中采用 ESIN 联合类固醇激素治疗的患儿失败率为 21.4%,优于单用激素或单用 ESIN,同时认为此方案对负重骨更有利。然而,类固醇注射仍存在不确定性:(1)部分患儿对治疗不敏感,且复发率高,通常需要 3 次以上的重复注射才能达到较为满意的效果;(2)是否对患儿全身造成影响尚缺乏研究,尤其当病变位于股骨颈时是否会增加股骨头坏死风险知之甚少;(3)经皮注入的激素不易完整地留存在囊腔内,往往会沿注射孔或骨折处部分外溢。

4.4 弹性髓内钉联合自体骨髓注射

自体骨髓中的间充质细胞具有多种分化潜能,可向成骨系细胞分化,具有良好的骨诱导及骨生成能力,有利于促进病灶骨性愈合。Zhang 等^[28]通过对比 ESIN、自体骨髓注射以及 ESIN 联合自体骨髓治疗长骨 UBC 发现联合组有效率 100%,治愈率 96.3%,均优于单独采用 ESIN 或单独注射自体骨髓。骨髓具有安全、无排异反应及无激素副作用等优势,但病灶范围广泛时可能需要多部位穿刺获取,并且同样存在注射后部分外溢的风险,因此临床实践及文献报道有限,具体疗效以及与类固醇注射之间的对比仍需进一步研究。

4.5 弹性髓内钉联合人工骨

人工骨的主要成分多为透钙磷石、硫酸钙及磷酸钙复合人工骨,能为骨性愈合提供原料。Xie 等^[7]采用 ESIN 联合经皮硫酸钙注射治疗儿童肱骨近端 UBC,安全有效,手术微创,时间短,出血少,但有多次注射的风险。此外,人工骨疗效确切,易获取,不受病变范围较大时自体骨量不足的限制,具有较好的发展前景。

4.6 弹性髓内钉联合多种治疗方案

近年来,有学者为提高治愈率并降低复发率开始尝试 3 种及以上方式联合治疗 UBC。Rapp 等^[29]采用 ESIN 联合人工骨替代物及自体富血小板血浆治疗 12

例骨囊肿患儿,其中 4 例动脉瘤样骨囊肿,8 例 UBC。最终 10 例患儿完全愈合,2 例患儿部分愈合,所有患儿功能恢复良好。联合方案能够优势互补,其治疗效果优于单一术式。

5 常见并发症及处理

5.1 切口相关并发症

切口相关的并发症风险主要表现为切口感染、血管、神经损伤及瘢痕形成等。可帮助减少切口问题的预防措施有:(1)术前皮肤清洁;(2)规范预防性使用抗生素;(3)术中加强无菌观念,注意无菌操作;(4)皮内缝合,减小瘢痕。

5.2 钉尾处理不当

钉尾留置不可过短,防止移位至骨髓腔或骨痂包裹导致取钉困难;相反,也不宜过长,骨皮质外 1~2 cm 为宜^[30, 31],否则突出于皮肤影响外观及生活,同时反复刺激易诱发皮肤激惹反应。

5.3 骺板损伤

对于活动期骨囊肿,即病变部位至骺板距离<5 mm 的患儿^[32],为了尽可能地实现引流并破坏囊壁,有损伤骺板的危险。因此,需要在术中多角度透视下调整钉尖方向,并把握好进钉的长度,避免损伤骺板。

5.4 复发

复发是 UBC 最常见的并发症之一,多见于活动期骨囊肿,通常与引流不充分及病变去除不彻底有关。因此,在囊壁彻底去除后采用无水乙醇、5%碘酊、苯酚等化学物质烧灼或使用湿纱布擦拭、磨钻打磨、电刀烧灼等物理方式进一步处理,有可能降低复发率^[33, 34]。

6 小结与展望

UBC 是儿童常见的一种良性肿瘤样变,目前病因及发病机制仍未明确。基于现存的理论基础及治疗方案,对于病变范围小、膨胀性生长不明显、无病理性骨折的患儿可行保守治疗,但应定期复查,密切监测囊肿变化;若骨皮质变薄、病理性骨折风险较高甚至已经发生病理性骨折时,应积极行手术治疗。ESIN 以其独特的减压、引流及内固定优势可单独或与其他方式联合用于 UBC 治疗,单独使用时有效率存在差异,与其他术式联合时疗效更佳。ESIN 治疗 UBC 的潜在分子机制、基于患方满意度的治疗决策选择等问题尚需进一步研究。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 刘守申：课题设计、实施和论文写作、采集数据、提供行政及技术或材料支持；李天友：课题设计和实施、分析和解释数据、论文审阅及指导、支持性贡献

参考文献

- [1] Ruiz-Arellanos K, Larios F, Inchaustegui ML, et al. Treatment and Outcomes of 4,973 Unicameral Bone Cysts [J]. JBJS Reviews, 2024, 12 (1) : 00159. DOI: 10.2106/jbjs.Rvw.23.00159.
- [2] Maximen J, Jeantet RE, Violas P. Surgical management of proximal femoral unicameral bone cyst in children [J]. Bone Joint J, 2024, 106-B (5) : 508-514. DOI: 10.1302/0301-620x.106b5.Bjj-2023-0577.R4.
- [3] Deventer N, Deventer N, Gosheger G, et al. Current strategies for the treatment of solitary and aneurysmal bone cysts: A review of the literature [J]. J Bone Oncol, 2021, 30 : 100384. DOI: 10.1016/j.jbo.2021.100384.
- [4] Pala E, Trovarelli G, Angelini A, et al. Modern treatment of unicameral and aneurysmatic bone cysts [J]. EFORT Open Rev, 2024, 9 (5) : 387-392. DOI: 10.1530/eor-24-0027.
- [5] Wong MN, Begley KA, Braswell LE, et al. Doxycycline sclerotherapy of aneurysmal and unicameral bone cysts in the appendicular skeleton and pelvis: Single-center 14-year experience [J]. J Vasc Interv Radiol, 2024, 35 (12) : 1785-1792. DOI: 10.1016/j.jvir.2024.09.001.
- [6] Scheider P, Farr S. Outcomes and complications of surgical treatment modalities for simple bone cysts of the humerus in children and adolescents [J]. Int Orthop, 2024, 48 (6) : 1619-1626. DOI: 10.1007/s00264-024-06158-9.
- [7] Xie YY, Song ZQ, Tang ZW, et al. Percutaneous calcium sulfate injection versus localized scrape bone grafting: clinical effect comparison in titanium elastic nail treatment of pathological fracture of proximal humerus caused by unicameral bone cysts in children [J]. Front Pediatr, 2024, 11: 1334950. DOI: 10.3389/fped.2023.1334950.
- [8] Nasheed M, Muhammad Abdul Jamil MK, Abd Rasid AF. Surgical treatment of proximal humerus unicameral bone cyst: a case report [J]. Cureus, 2024, 16 (9) : e68435. DOI: 10.7759/cureus.68435.
- [9] Rajeswaran S, Wiese M, Baker J, et al. Treatment of Unicameral bone cysts utilizing the Sclerograft™ technique [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2024, 47 (3) : 346-353. DOI: 10.1007/s00270-024-03671-7.
- [10] Roposch A, Saraph V, Linhart WE. Flexible intramedullary nailing for the treatment of unicameral bone cysts in long bones [J]. J Bone Joint Surg Am, 2000, 82 (10) : 1447-1453. DOI: 10.2106/00004623-200010000-00011.
- [11] Van Geloven TP, Van der Heijden L, Laitinen MK, et al. As simple as it sounds? The treatment of simple bone cysts in the proximal femur in children and adolescents: Retrospective multicenter EPOS study of 74 patients [J]. J Child Orthop, 2024, 18 (1) : 85-95. DOI: 10.1177/18632521231221553.
- [12] Chigira M, Maehara S, Arita S, et al. The aetiology and treatment of simple bone cysts [J]. J Bone Joint Surg Br, 1983, 65 (5) : 633-637. DOI: 10.1302/0301-620X.65B5.6643570.
- [13] Chen YN, Lee PY. Mechanical behaviors of titanium, nickel - titanium, and stainless elastic intramedullary nail in fixation of tibial diaphyseal fractures [J]. Injury, 2023, 54 (12) : 111097. DOI: 10.1016/j.injury.2023.111097.
- [14] 杨建平. 弹性髓内钉技术的力学原理与应用原则 [J]. 中华骨科杂志, 2021, 41 (21) : 1583-1588. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20211025-00622.
Yang JP. Mechanical characteristics and application principle of flexible intramedullary nail [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2021, 41 (21) : 1583-1588. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20211025-00622.
- [15] Zhou JW, Ning SK, Su YX, et al. Elastic intramedullary nailing combined with methylprednisolone acetate injection for treatment of unicameral bone cysts in children: a retrospective study [J]. J Child Orthop, 2021, 15 (1) : 55-62. DOI: 10.1302/1863-2548.15.200184.
- [16] 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.
- [17] Chen X, Chen K, Su YX. Evaluation of immediate and delayed surgery for pathological fracture due to unicameral bone cysts in children [J]. J Child Orthop, 2020, 14 (4) : 335-342. DOI: 10.1302/1863-2548.14.200051.
- [18] Li J, Rai S, Ze R, et al. Injectable calcium sulfate vs mixed bone graft of autologous iliac bone and allogeneic bone: Which is the better bone graft material for unicameral bone cyst in humerus [J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99 (23) : e20563. DOI: 10.1097/MD.00000000000020563.
- [19] Glanzmann MC, Campos L. Flexible intramedullary nailing for unicameral cysts in children's long bones: Level of evidence: IV, case series [J]. J Child Orthop, 2007, 1 (2) : 97-100. DOI: 10.1007/s11832-007-0018-4.
- [20] Mavêit B, Saraph V, Gilg MM, et al. Comparison of three surgical treatment options for unicameral bone cysts in humerus [J]. J Pediatr Orthop B, 2019, 28 (1) : 51-56. DOI: 10.1097/bpb.0000000000000518.
- [21] De Sanctis N, Andreacchio A. Elastic stable intramedullary nailing is the best treatment of unicameral bone cysts of the long bones in children [J]. J Pediatr Orthop, 2006, 26 (4) : 520-525. DOI: 10.1097/01.bpo.0000217729.39288.df.
- [22] Capanna R, Dal Monte A, Gitelis S, et al. The natural history of unicameral bone cyst after steroid injection [J]. Clin Orthop Relat Res, 1982, 166 (1) : 204-211.

- [23] Masquijo JJ, Baroni E, Miscione H. Continuous decompression with intramedullary nailing for the treatment of unicameral bone cysts [J]. *J Child Orthop*, 2008, 2 (4) : 279–283. DOI: 10.1007/s11832-008-0114-0.
- [24] Alisi MS, Abu Hassan F, Hammad Y, et al. Percutaneous curettage and local autologous cancellous bone graft: A simple and efficient method of treatment for benign bone cysts [J]. *Arch Bone Jt Surg*, 2022, 10 (1) : 104–111. DOI: 10.22038/ABJS.2021.55189.2747.
- [25] Wang X, Han JH, Li YZ, et al. Comparative efficacy and safety profile for the treatment of humeral bone cysts in children: curettage and mixed bone grafting either with or without elastic intramedullary nailing [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16 (1) : 241–248. DOI: 10.1186/s13018-020-02130-6.
- [26] Scaglietti O, Marchetti PG, Bartolozzi P. The effects of methylprednisolone acetate in the treatment of bone cysts. Results of three years follow-up [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1979, 61-B (2) : 200–204. DOI: 10.1302/0301-620x.61b2.438272.
- [27] Traub F, Eberhardt O, Fernandez FF, et al. Solitary bone cyst: a comparison of treatment options with special reference to their long-term outcome [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2016, 17: 162–168. DOI: 10.1186/s12891-016-1012-0.
- [28] Zhang KX, Chai W, Zhao JJ, et al. Comparison of three treatment methods for simple bone cyst in children [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22 (1) : 73–79. DOI: 10.1186/s12891-020-03933-8.
- [29] Rapp M, Svoboda D, Wessel LM, et al. Elastic stable intramedullary nailing (ESIN), Orthoss(R) and Gravitational Platelet Separation-System (GPS(R)): an effective method of treatment for pathological fractures of bone cysts in children [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2011, 12: 45–56. DOI: 10.1186/1471-2474-12-45.
- [30] 周志林, 马海龙, 孟阁, 等. 弹性髓内钉摇杆技术治疗儿童桡骨远端干骺交界区骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (10) : 917–920. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.11.
Zhou ZL, Ma HL, Meng G, et al. Elastic intramedullary nail rocker technique for distal radius metaphyseal junction fractures in children [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (10) : 917–920. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.11.
- [31] 高志鹏, 郭海滨, 路真, 等. 弹性髓内钉固定儿童长度不稳与稳定胫骨干骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (16) : 1464–1469. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.16.05.
Gao ZP, Guo HB, Lu Z, et al. Elastic stable intramedullary nails for length unstable and stable tibial shaft fractures in children [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (16) : 1464–1469. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.16.05.
- [32] Neer CS, Francis KC, Marcove RC, et al. Treatment of unicameral bone cyst. A follow-up study of one hundred seventy-five cases [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1966, 48 (4) : 731–745.
- [33] Erol B, Onay T, Topkar OM, et al. A comparative study for the treatment of simple bone cysts of the humerus: Open curettage and bone grafting either without instrumentation or with intramedullary nailing [J]. *J Pediatr Orthop B*, 2017, 26 (1) : 5–13. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000353
- [34] Zhang K, Wang ZL, Zhang Z. Comparison of curettage and bone grafting combined with elastic intramedullary nailing vs curettage and bone grafting in the treatment of long bone cysts in children [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98 (25) : e16152. DOI: 10.1097/MD.00000000000016152.
- (收稿:2024-12-25 修回:2025-01-18)
(同行评议专家: 李殿国, 王达辉, 文捷)
(本文编辑: 宁桦)

(上接 800 页)

- [33] Chen S, Cheng D, Bao W, et al. Polydopamine-functionalized strontium alginate/hydroxyapatite composite microhydrogel loaded with vascular endothelial growth factor promotes bone formation and angiogenesis [J]. *ACS Appl Mater Interf*, 2024, 16 (4) : 4462–4477. DOI: 10.1021/acsami.3c16822.
- [34] Wang M, Li Y, Wang H, et al. Corneal regeneration strategies: From stem cell therapy to tissue engineered stem cell scaffolds [J]. *Biomed Pharmacother*, 2023, 165: 115206. DOI: 10.1016/j.biopha.2023.115206.
- [35] Dong Y, Chen A, Yang T, et al. Ultra-lightweight ceramic scaffolds with simultaneous improvement of pore interconnectivity and mechanical strength [J]. *J Mater Sci Tech*, 2023, 137: 247–258. DOI: 10.1016/j.jmst.2022.07.052.
- [36] Spath S, Drescher P, Seitz H. Impact of particle size of ceramic granule blends on mechanical strength and porosity of 3D printed scaffolds [J]. 2015, 8 (8) : 4720–4732. DOI: 10.3390/ma8084720.
- (收稿:2024-11-15 修回:2025-04-16)
(同行评议专家: 王昌耀, 李涛)
(本文编辑: 宁桦)