

· 技术创新 ·

开放获取

改良抗张力钢板固定胫骨结节骨骺损伤[△]

陈磊, 李阔阔, 徐旭, 何猛, 李长润, 刘黎军, 王大平, 王满宜, 张胜利*

[深圳大学附属第一医院(深圳市第二人民医院)创伤骨科, 广东深圳 518000]

摘要: [目的] 介绍改良抗张力钢板治疗青少年胫骨结节骨骺损伤的技术和初步临床疗效。[方法] 患者仰卧位, 患肢外展中立位, 膝关节屈曲 25°。自胫骨结节前做长约 5 cm 切口, 暴露髌腱止点在近端骨骺损伤处, 清理骨折端血肿, 冲洗后巾钳复位, 3 枚 1.2 金属导针临时固定。术中透视骨折良好复位后, 纵劈髌腱, 将改良抗张力钢板跨过骺板放置, 1 枚拉力螺钉加压固定后, 再以 2 枚锁定螺钉固定。对于波及关节面的大块骨块, 可用 2 枚 3.5 mm 空心螺钉固定。术毕注意缝合纵劈的髌腱。[结果] 所有患者均顺利完成手术, 住院时间平均 (7.2±1.4) d。随访时间 9~18 个月, 平均 (15.0±1.4) 个月。骨折愈合时间平均 (2.2±0.2) 个月。术后 3~4 个月恢复至正常运动水平。术后 6 个月手术取出内固定物。按照 Mosier 的临床疗效评估标准: 17 例为优, 1 例为良。[结论] 采用改良抗张力钢板固定胫骨近端骨骺损伤可得到较为满意的结果, 能使青少年快速恢复膝关节功能。

关键词: 青少年, 运动性损伤, 胫骨结节骨骺骨折, 改良抗张力钢板

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 03-0259-05

Modified anti-tension plate for fixation of tibial tubercular epiphyseal fracture // CHEN Lei, LI Kuo-kuo, XU xu, HE Meng, LI Chang-run, LIU Li-jun, WANG Da-ping, WANG Man-yi, ZHANG Sheng-li. Department of Traumatic Orthopedics, The First Affiliated Hospital (Shenzhen Second People's Hospital), Shenzhen University, Shenzhen 518000, Guangdong, China

Abstract: [Objectives] To introduce the surgical technique and preliminary clinical consequence of modified anti-tension plate in the treatment of epiphyseal fractures of the tibial tubercle in adolescents. [Methods] The patient was placed in a supine position with the affected limb abducted to a neutral position, and the knee joint flexed at 25°. A 5 cm incision was made in front of the tibial tubercle, exposing the patellar tendon and the proximal epiphyseal fracture. As hematoma at the fracture ends was debrided and irrigated, the fracture was reduced with a towel clamp, and temporally fixed with 3 Kirschner wires 1.2 mm in diameter. After intraoperative fluoroscopy confirmed good fracture reduction, the patellar tendon was longitudinally split, a modified anti-tension plate was placed across the epiphyseal plate, and fixed with a compression screw, followed by 2 locking screws. If the large bone fragments involving the articular surface, another two 3.5 mm cannulated screws would be used for fixation. At the end of the procedure, an attention was given to suture the longitudinally split patellar tendon. [Results] All patients had the operation performed successfully, and were followed up time for 9 to 18 months, with an average of (15.0±1.4) months. The patients had fracture healed from 2 to 3.1 months, with an average of (2.2±0.2) months, regained normal level of activity 3 to 4 months after surgery, had implants removed 6 months postoperatively. According to Mosier's criteria, the clinical outcome was marked as excellent in 17 patients and good in 1 patient. [Conclusion] The modified tension plate to fix tibial tubercular epiphyseal fracture does obtain satisfactory clinical consequence with quick restoration of the knee function in adolescents.

Key words: adolescents, sports injury, tibial tubercular epiphyseal fracture, modified tension plate

青少年运动性胫骨结节骨骺损伤是一种常见的特殊类型的骺损伤, 大多数损伤只有活动性疼痛, 如果早期不进行干涉治疗, 会引起骨骺闭合障碍, 导致胫骨结节高耸, 甚至影响膝关节运动。胫骨近端骨骺损伤通常发生于青少年骨骺发育成熟期, 即胫骨结节骺

板软骨形成至骺板生理闭合这一段时间内, 年龄大多在 13~15 岁, 其发病率占有所有骨骺损伤的 0.4%~2.7%^[1], 多见于打篮球、跑步等运动中起跳或者落地时的损伤。因波及初级及次级骨化中心^[2], 且累计关节面, 在髌腱牵拉下产生较大张力, 通常移位较

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110216

△基金项目:广东省高水平临床重点专科(深圳市配套建设经费)资助项目(编号:SZGSP007)

作者简介:陈磊, 副主任医师, 研究方向:创伤骨科, (电话)0755-83366388-3139, (电子信箱)43836649@qq.com

* 通信作者:张胜利, (电子信箱)13823317380@139.com

大, 需要手术治疗。但骨骺损伤的程度轻重不一, 治疗方法不同。治疗不当可导致严重的并发症, 包括双侧肢体长度差异、成角畸形、关节生物力学改变等^[3], 从而导致生活质量下降。近年来, 随着医疗技术的不断发展, 对于该病的治疗方式层出不穷。损伤的固定方式也从单一克氏针固定^[4], 到克氏针结合张力带固定^[5]、可吸收螺钉固定^[6]、普通的管型钢板固定等^[7], 但易发生固定不牢固、无法早期活动、钉道感染、钉道溶解^[8]、骨折畸形愈合等^[9]并发症。针对以往内固定方式的不足, 笔者团队应用改良抗张力钢板治疗胫骨近端骨骺损伤, 现总结报道如下。

1 手术技术

1.1 内固定物设计原理

改良抗张力钢板是利用张力带固定原则将骨折端的张应力转变为压应力, 从而促进骨折愈合的一种固定技术。同时, 采用较薄的管型钢板, 减少内固定与骨膜的接触, 避免过多剥离软组织。本手术采用美国捷迈 1/3 管型 5 孔钢板 (型号 47-4936-005-03) 为原型, 长宽厚约 68 mm×10 mm×2 mm。一端剪掉半孔, 露出残余两柱折为双钩型, 钩的弧度为 90°, 起到固定加压近端骨骺的目的。固定效果类似于髌臼后壁骨折的弹簧钢板。

1.2 术前准备

详细采集患者病史信息, 排除病理性骨折。完善术前血常规、凝血功能、肝肾功、电解质、感染八项等生化检查, 了解患者身体状况; 完善膝关节正侧位 X 线片、膝关节 CT+三维重建检查, 了解骨折类型并构思手术复位、固定方法; 双下肢静脉超声检查, 排除下肢深静脉血栓形成可能, 围手术期应积极抗凝治疗。术前充分熟悉膝关节解剖结构, 做好骨折端切口暴露准备并做好手术标记。对于肿胀严重及表皮擦伤患者, 应抬高患肢并冰敷, 加强皮肤护理, 严密观察皮肤变化, 为择期手术创造条件。

1.3 麻醉与体位

采用全身麻醉加患肢股神经阻滞麻醉。取仰卧位, 患侧臀部垫高, 使髌骨朝向正上方位置。膝关节下放置垫子或者布中单, 使髌关节处于屈曲 10°、外展 15°位置, 膝关节呈屈曲 25°位置 (图 1c)。

1.4 手术操作

麻醉成功后, 患肢常规消毒铺巾, 上无菌止血带。以胫骨结节为中心, 胫骨嵴偏内侧作纵行切口, 长约 5.0 cm (图 1d)。逐层切开皮肤、脂肪层、深筋

膜, 锐性分离至骨折端骨面 (注意保护骨膜), 暴露髌腱止点在近端骨骺损伤处。清理骨折端血肿, 大量生理盐水冲洗。对于波及关节面的 Ogden III 型骨折应注意保护关节软骨并避免关节内感染。复位时注意纵向骨干对位及横向关节面的对位, 即纵向牵拉及垂直方向加压。巾钳拉住骨折块牵引复位后, 3 枚 1.2 mm 金属导针临时固定 (图 1e, 1f), 2 枚固定近端髌板, 1 枚固定胫骨结节骨化中心。术中透视骨折良好复位后, 纵劈髌腱, 将改良抗张力钢板跨过骨折线放置, 尽量不越过髌板与结节骨化中心交接处。1 枚拉力螺钉加压固定后 (图 1h), 利用钢板近端弹性将胫骨近端骨骺、结节骨骺一并加压固定。再以 2 枚锁定螺钉固定。对于关节面复位不佳的髌板骨块, 可沿导针拧入 2 枚 3.5 mm 空心螺钉固定 (图 1h)。术毕注意反复用生理盐水、碘伏冲洗伤口后缝合纵劈的髌腱。松止血带后严密止血, 然后逐层缝合皮下组织、皮肤, 皮下放置引流条 1 根。碘伏消毒后无菌敷料加压包扎, 术毕。

1.5 术后处理

术后患者无需石膏或支具外固定制动。术前 30 min、术后分别用头孢呋辛 1.5 g 预防感染。术后 12 h 开始使用依诺肝素钠 0.4 ml 皮下注射预防血栓, 同时配合下肢气压、踝泵等物理治疗。术后 3 d 床上使用 CPM 机被动行膝关节屈伸功能锻炼, 术后 2 周床边不负重膝关节屈伸功能练习, 术后 4 周行拄拐保护下部分负重功能练习, 术后 6~8 周完全负重活动, 术后 6 周患者膝关节活动范围 0°~140°。术后 6 个月视情况取出内固定。

2 临床资料

2.1 一般资料

本院 2019 年 8 月—2022 年 8 月收治 18 例青少年胫骨结节撕脱骨折病例, 其中男 17 例, 女 1 例。年龄 13~16 岁, 平均 (14.3±2.4) 岁。左侧 13 例, 右侧 5 例。身高 168~175 cm, 平均 (172.4±13.5) cm。体重 48~68 kg, 平均 (56.4±5.8) kg。BMI 23.2~30.5 kg/m², 平均 (25.6±3.5) kg/m²。受伤原因: 均为运动损伤。本组患者根据骨折 Ogden 分型^[10]: IA 1 例; IB 1 例; IIA 4 例; IIB 3 例; IIIA 5 例; IIIB 4 例。临床症状: 膝关节剧烈疼痛、肿胀, 屈伸功能受限, 不能站立行走。查体: 膝关节皮肤淤青, 肿胀, 压痛明显, 胫骨结节处触及空虚感, 部分髌骨向近端明显移位。入院常规行 X 线片及 CT 平扫+三维重

建：分析骨折分型。

2.2 结果

住院天数 6~9 d，平均 (7.2 ± 1.4) d。术后患者均获得随访，随访时间 9~18 个月，平均 (15.0 ± 1.4) 个月。骨折愈合时间 2~3.1 个月，平均 (2.2 ± 0.2) 个月。术后 3~4 个月恢复至正常运动水平，术

后 6 个月手术取出内固定物。术后均无出现双下肢不等长、成角畸形、生长停滞等并发症，膝关节功能按照 Mosier 标准^[11]：优 17 例，良 1 例，优良率达 100%。良者既往有陈旧性骨折病史，再次骨折手术后出现局部外观高耸畸形、压痛，膝关节活动正常。

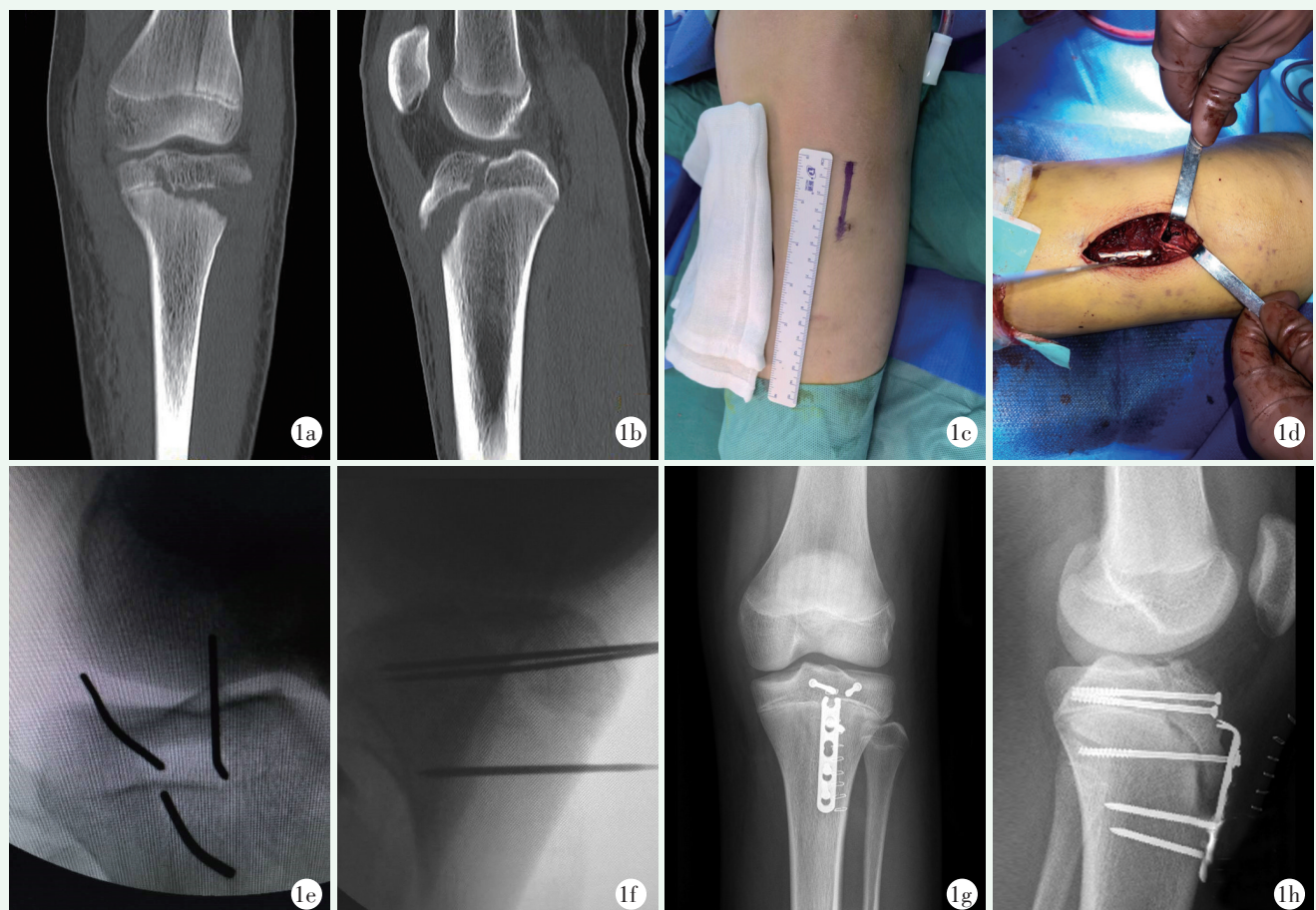


图 1. 患儿男性，15 岁。1a, 1b: 术前左膝关节正侧位 X 线片示 Ogden IIIA 型骨骺损伤；1c: 屈髋屈膝体位，胫骨结节前正中切口；1d: 纵行劈开髌腱放置塑性好的改良抗张力钢板；1e, 1f: 复位骨折端后 3 枚克氏针固定；1g, 1h: 术后复查膝关节正侧位片。

Figure 1. A 15-year-old boy. 1a, 1b: Preoperative anteroposterior and lateral radiographs of the left knee showed Ogden type IIIA tibial tubercular epiphyseal fracture; 1c: As the hip and knee in flexion position, a median incision in front tibial tubercle was made; 1d: After longitudinally splitting patellar tendon, a modified anti-tension plate was placed; 1e, 1f: Temporary fixation with 3 Kirschner wires after reduction of the fracture; 1g, 1h: Anteroposterior and lateral radiographs of the knee after surgery.

3 讨论

14 岁左右青少年处于生长发育高峰，面临体育中考压力，一旦胫骨近端骨骺损伤，正确治疗及快速康复是非常重要的。保守治疗复位效果不确切，且需制动 3~4 周，患肢避免负重 1~2 个月^[12]，使患者失去最佳康复时间。1980 年，Ogden^[10] 建议 1B 型及以上分型采用手术治疗。而手术方式中，无论应用何种

固定方式，其最大的原则是应尽量避免造成骨骺生长板的医源性损伤。需注意：(1) 在手术过程中要避免损伤 Ranvier 区^[13]；(2) 严禁贯穿骺生长板^[14]；(3) 内固定不能限制骨骺的纵向生长^[15]；(4) 在手术过程中应尽可能地避免对骨骺周围结构（如骨膜）的损伤，以免影响青少年的正常生长发育。

Super^[16] 研究表明，克氏针对骨骺损伤较轻，但易出现松动退针、钉尾刺激皮肤等，无法早期功能锻炼。空心螺钉有加压作用，可促进骨折愈合。同时，

需要结合锚钉加固固定^[17]。但有学者认为,骨骺未闭合的患儿应禁止使用^[18]。与普通螺钉相比,可吸收螺钉无二次手术取出的痛苦;但在操作时需要钻穿骨骺并攻丝,不可避免地造成骺板医源性损伤^[19]。在过去10年,钢板内固定逐渐得以应用。但普通钢板需要大面积软组织剥离,增加了皮肤张力,引起皮肤软组织的坏死和感染,导致骨折延迟愈合^[20]。

本科2019年首次将改良抗张力钢板运用于青少年胫骨近端骨骺损伤的治疗中,其主要适用于Ogden IA~IIA型骨骺损伤。对于IIB及以上骨折,因胫骨近端骨骺与胫骨结节骨骺分离,采取改良抗张力钢板结合空心钉固定方法。本组18例青少年胫骨结节撕脱骨折患者,均采用改良抗张力钢板固定,患者术后均较早恢复正常功能。未出现钢板螺钉断裂的情况,膝关节功能优良率100%。后期将改良张力钩钢板应用于成人胫骨结节撕脱性骨折,也取得了满意的疗效。

相比于其他固定方式,改良抗张力钢板具有以下优势:(1)固定牢固,钩状弧形的钢板设计可更好地将骨骺、骨骺板张应力转变为压应力,促进骨折愈合;(2)固定范围广,通过远端干部加压螺钉来固定近端骨骺,对骨骺损伤更小;(3)钢板薄,可塑性强,近端钩状设计减少对关节面骨骺损伤,对皮肤软组织激惹较小;(4)对于大块波及关节面骨骺损伤,可结合3.5 mm空心螺钉固定,防止“跷跷板”事件发生;(5)术后康复早。针对青少年发育较快的特点,未来计划设计可滑动解剖型钩钢板,来治疗所有类型胫骨近端骨骺损伤,尽量避免空心螺钉的使用;可滑动的设计也避免了限制骺板生长问题。

希望改良抗张力钩钢板能给青少年胫骨近端骨骺损伤的治疗带来新的思路,也为患者的快速康复带来福音。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 陈磊: 酝酿和设计实验、实施研究、分析及解释数据、起草文章、统计分析;张胜利: 文章审阅、获取研究经费、提供行政及技术或材料支持、指导、支持性贡献。李阔阔: 实施研究、采集数据、分析及解释数据、统计分析;徐旭: 实施研究;何猛: 实施研究;李长润: 实施研究、分析及解释数据、统计分析;刘黎军: 文章审阅、提供行政及技术或材料支持;王大平: 文章审阅、提供行政及技术或材料支持、指导、支持性贡献。王满宜: 文章审阅、获取研究经费、提供行政及技术或材料支持、指导、支持性贡献

参考文献

[1] Brey JM, Conoley J, Canale ST, et al. Tibial tuberosity fractures in adolescents: Is a posterior metaphyseal fracture component a pre-

dictor of complications [J]. *J Pediatr Orthop*, 2012, 32 (6) : 561-566. DOI: 10.1097/BPO.0b013e318263a370.

[2] 郭秦炜, 放英芳, 田得祥, 等. 关节镜辅助下胫骨结节Ⅲ型骨折的手术治疗 [J]. *中国微创外科杂志*, 2002, 2 (4) : 275-276. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2002.04.042.

Guo QW, Ao YF, Tian DX, et al. Surgical treatment of type III tibial tubercle fractures assisted by arthroscopy [J]. *Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery*, 2002, 2 (4) : 275-276. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2002.04.042.

[3] 姚运峰, 康鹏德, 裴福兴. 骨骺骺板的生长发育及其影响因素 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2010, 18 (17) : 1430-1433. DOI: CNKI:SUN:ZJXS.0.2010-17-008.

Yao YF, Kang PD, Pei FX. Growth and development of the epiphyseal plate and its influencing factors [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2010, 18 (17) : 1430-1433. DOI: CNKI:SUN:ZJXS.0.2010-17-008.

[4] 韩炳强, 徐蕴岚, 杨杰, 等. 青少年屈曲型胫骨近端骨骺骨折的治疗体会 [J]. *中华小儿外科杂志*, 2014, 35 (10) : 751-755. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2014.10.008.

Han BQ, Xu YL, Yang J, et al. Experience in the treatment of flexion-type proximal tibial epiphyseal fractures in adolescents [J]. *Chinese Journal of Pediatric Surgery*, 2014, 35 (10) : 751-755. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2014.10.008.

[5] Nikiforidis PA, Babis GC, Triantafillopoulos IK, et al. Avulsion fractures of the tibial tuberosity in adolescent athletes treated by internal fixation and tension band wiring [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2004, 12 (4) : 271-276. DOI: 10.1007/s00167-003-0417-0.

[6] 李明磊, 周维政, 李连永. 切开复位金属螺钉固定与可吸收螺钉固定治疗青少年胫骨远端骨骺骨折的治疗结果比较 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2023, 25 (2) : 116-123. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530-20221112-00565.

Li ML, Zhou WZ, Li LY. Comparison of treatment outcomes of open reduction with metal screw fixation versus absorbable screw fixation for distal tibial epiphyseal fractures in adolescents [J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2023, 25 (2) : 116-123. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530-20221112-00565.

[7] 史晓远, 徐强, 曹万军, 等. 1/3管型钢板在青少年胫骨结节撕脱骨折中的应用疗效探究 [J]. *创伤外科杂志*, 2021, 23 (2) : 141-142. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2021.02.015.

Shi XY, Xu Q, Cao WJ, et al. Study on the efficacy of using 1/3 tubular plate in the treatment of tibial tuberosity avulsion fractures in adolescents [J]. *Journal of Traumatic Surgery*, 2021, 23 (2) : 141-142. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2021.02.015.

[8] 徐栋, 崔国庆. 肩关节可吸收缝合锚钉术后骨质溶解研究进展 [J]. *中华肩肘外科电子杂志*, 2014, 2 (3) : 196-199. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-5790.2014.03.013.

Xu D, Cui GQ. Research progress on bone resorption after shoulder joint absorbable suture anchor surgery [J]. *Chinese Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 2014, 2 (3) : 196-199. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-5790.2014.03.013.

- [9] 闫桂森, 蒋协远, 朱振华. 儿童胫骨结节骨骺骨折 [J]. 中华骨科杂志, 2009, 29 (7): 658-661. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2009.07.011.
Yan GS, Jiang XY, Zhu ZH. Tibial tuberosity epiphyseal fractures in children [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2009, 29 (7): 658-661. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2009.07.011.
- [10] Ogden JA, Tross RB, Murphy MJ. Fractures of the tibial tuberosity in adolescents [J]. J Bone Joint Surg Am, 1980, 62 (2): 205-215. DOI: 10.2106/00004623-198062020-00006.
- [11] Mosier SM, Stanitski CL. Acute tibial tubercle avulsion fractures [J]. J Pediatr Orthop, 2004, 24 (2): 181-184. DOI: 10.1097/00004694-200403000-00009.
- [12] Siow HM, Cameron DB, Ganley TJ. Acute knee injuries in skeletal-immature athletes [J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2008, 19 (2): 319-345, ix. DOI: 10.1016/j.pmr.2007.11.005.
- [13] 镇万新, 王巨, 苏晓琳, 等. 干骺端骨膜环切对长骨生长的影响 [J]. 中国矫形外科杂志, 2000, 7 (10): 981-982. DOI: 10.3969/j.issn.1005-8478.2000.10.016.
Zhen WX, Wang J, Su XL, et al. The impact of metaphyseal periosteal circumcission on long bone growth [J]. Orthopedic Journal of China, 2000, 7 (10): 981-982. DOI: 10.3969/j.issn.1005-8478.2000.10.016.
- [14] Hamilton SW, Gibson PH. Simultaneous bilateral avulsion fractures of the tibial tuberosity in adolescence: A case report and review of over 50 years of literature [J]. Knee, 2006, 13 (5): 404-407. DOI: 10.1016/j.knee.2006.04.008.
- [15] 郑浩, 王丽丽, 刘勇, 等. 骨骺滑动钢板固定复杂儿童股骨远端骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (4): 376-378, 382. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.04.19.
Zheng H, Wang LL, Liu Y, et al. Sliding steel plate fixation for complex pediatric femoral distal fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (4): 376-378, 382. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.04.19.
- [16] Super JT, Morris JA, Anakwe RE. Joystick reduction and percutaneous Kirschner wire stabilisation for dislocation of the pisiform [J]. J Clin Orthop Trauma, 2020, 11 (4): 694-696. DOI: 10.1016/j.jcot.2020.05.033.
- [17] 杨科, 代亮, 刘国安. 空心拉力螺钉结合锚钉治疗胫骨结节撕脱性骨折 [J]. 实用骨科杂志, 2022, 28 (11): 1043-1045. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2022.11.011.
Yang K, Dai L, Liu GA. Treatment of tibial tubercle avulsion fractures with cannulated compression screws combined with anchors [J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2022, 28 (11): 1043-1045. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2022.11.011.
- [18] Spence D, DiMauro JP, Miller PE, et al. Osteonecrosis after femoral neck fractures in children and adolescents: analysis of risk factors [J]. J Pediatr Orthop, 2016, 36 (2): 111-116. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000424.
- [19] Weiler A, Hoffmann RF, Stähelin AC, et al. Biodegradable implants in sports medicine: the biological base [J]. Arthroscopy, 2000, 16 (3): 305-321. DOI: 10.1016/s0749-8063(00)90055-0.
- [20] Xu J, Zhang C. Mini-plate versus Kirschner wire internal fixation for treatment of metacarpal and phalangeal fractures in Chinese Han population: a meta-analysis [J]. J Orthop Surg Res, 2014, 9: 24. DOI: 10.1186/1749-799X-9-24.

(收稿: 2024-03-19 修回: 2024-11-11)
(同行评议专家: 付存磊, 陈坚锋)
(本文编辑: 闫承杰)