

手术治疗儿童前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折的研究进展

哈达¹, 吴锦秋²

(1. 甘肃中医药大学中医临床学院, 甘肃 兰州 730000;

2. 甘肃省中医院, 甘肃 兰州 730050)

摘要 前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)胫骨止点撕脱骨折是临床上常见的一种运动损伤,多见于儿童和青少年。内固定物或手术方式选择不恰当,易对儿童骨骼造成医源性损伤,严重者可导致骨骼阻滞。本文从损伤机制、分型、手术适应证、手术时机、手术方案、内固定物及内固定方法等几个方面对手术治疗儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的研究进展进行了综述。

关键词 前交叉韧带;胫骨;骨折;撕脱;儿童;内固定器;骨折固定术,内;综述

随着人们户外活动及运动量的增多,前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)损伤的发病率也随之上升^[1]。ACL 胫骨止点撕脱骨折是一种特殊类型的 ACL 损伤,多见于儿童和青少年。临床上治疗儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的手术方式多样,医生依据患者的损伤情况和操作的难易程度选择不同的手术方式,一般都能取得较好的疗效。但目前对于儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的治疗尚无统一标准,其治疗方案争议也较大。本文就手术治疗儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的研究进展进行了综述。

1 儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的损伤机制及分型

ACL 胫骨止点撕脱骨折主要以膝关节疼痛、肿胀和功能受限为主要临床表现,好发于 8~13 岁儿童,占儿童膝关节损伤的 2%~5%^[2],且男孩的发病率一般高于女孩^[3]。儿童胫骨近端骨骺尚未闭合,有较多的松质骨,且 ACL 的胶原纤维直接和胫骨软骨膜相连,故 ACL 胫骨止点为薄弱部位。因此,当膝关节受到暴力时,ACL 受到牵拉,极易发生 ACL 胫骨止点撕脱骨折^[4]。

目前临床上常用的 ACL 胫骨止点撕脱骨折分型是由 Meyers 等^[5]提出并经 Zaricznyj^[6]补充的骨折分型:I 型为无移位骨折或胫骨髁间棘前缘稍抬起;II 型为骨折块部分移位,骨折前半部分 1/3~1/2 抬起并未完全分离,侧位 X 线片上呈“鸟嘴样”;III 型分为 IIIA 和 IIIB 型,其中 IIIA 型骨折块只累及 ACL 止点,IIIB 型骨折块累及整个髁间棘;IV 型为粉碎性骨

折。CT 检查对骨块的可视化效果较好,但 CT 存在辐射,对儿童有一定的影响;MRI 检查没有辐射暴露危险,能清晰显示骨折块移位程度和合并的软骨损伤,能为临床医生提供有力的诊断和治疗依据^[7]。

2 儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的手术适应证

对于 I 型 ACL 胫骨止点撕脱骨折,因周围软组织未损伤,临床医生多采用石膏固定膝关节 3~4 周,固定期间扶拐不负重,定期复查骨折愈合情况;对于 III 型和 IV 型 ACL 胫骨止点撕脱骨折,需行手术治疗;但对于 II 型 ACL 胫骨止点撕脱骨折是否采取手术治疗,学界尚存在争议。Prasad 等^[8]的研究结果显示,采用手术治疗的 II 型 ACL 胫骨止点撕脱骨折患者的膝关节纤维化率增高,而采用非手术治疗的 II 型 ACL 胫骨止点撕脱骨折患者易发生 ACL 松弛。Adams 等^[9]认为,骨折移位程度是临床医生决定是否采用手术治疗的最重要因素。超过 64% 的临床医生对骨折块移位 ≥ 3.5 mm 的患者行手术治疗,而且移位每超过 1 mm,手术倾向就增加 28%^[10]。孙浩源等^[11]研究发现,对于 II 型 ACL 胫骨止点撕脱骨折合并软骨损伤者,采取非手术治疗很难实现骨折复位,应早期采取关节镜探查,清除嵌入骨折部位的软组织,为骨折愈合提供良好环境。因此,对于 II 型 ACL 胫骨止点撕脱骨折,我们认为采取手术治疗是非常必要的。

3 儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的手术时机

约 40% 的 ACL 胫骨止点撕脱骨折患者会合并半月板损伤^[12],外侧半月板后角损伤在临床上最为常见^[13]。对于此类损伤,若长时间未处理可能会引起骨折畸形愈合、ACL 松弛和膝关节屈伸活动障碍等问题^[14]。Smith 等^[15]认为,延迟治疗此类损伤,可能会

增加手术的复杂性、延长手术时间,从而增加术后发生关节僵硬的概率。Diermeier 等^[16]研究发现,对运动要求较高的 ACL 损伤患者,延迟手术会继发半月板和韧带损伤;而未及时得到手术治疗的儿童 ACL 损伤患者,继发软骨损伤的风险更高^[17]。因此,对于儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折,应尽早行手术治疗,以恢复膝关节功能。

4 儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的手术方案

Stallone 等^[18]研究发现,得到正确有效治疗的 ACL 胫骨止点撕脱骨折患儿,骨折愈合率较高,膝关节稳定性恢复较好。儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的手术治疗方案主要有小切口复位内固定术和关节镜下微创术 2 种。Niu 等^[19]的研究结果显示,采用上述 2 种手术方法治疗儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折,术后均能恢复膝关节功能,但小切口复位内固定术后的并发症发生率高于关节镜下微创术。小切口复位内固定术很难处理半月板和膝关节周围组织的损伤,术后还易发生膝关节粘连,延迟康复。孙浩源等^[11]认为,ACL 胫骨止点撕脱骨折的关节镜下分级与 Meyers - McKeever 分型的可靠性和准确性一致,术前可将二者结合起来预判骨折及周围组织的损伤情况。关节镜下微创手术视野清晰,创伤小,可避免神经和血管损伤^[20],缩短住院时间,降低住院费用。因此,目前临床上治疗儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折主要以关节镜微创技术为主,该方法被认为是治疗 ACL 胫骨止点撕脱骨折的“金标准”^[21]。

5 儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的内固定物

手术治疗儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的内固定物主要包括螺钉、克氏针、缝线、带线锚钉和 Endobutton 钢板,目前临床上应用最多的是螺钉、缝线和带线锚钉。邓永等^[22]认为,骨折复位不准确和固定不牢靠会引起膝关节前方不稳,影响患者术后膝关节功能的恢复。Anderson 等^[23]研究发现,超高分子量聚乙烯缝合线的生物力学性能优于缝合锚、聚二氧嘧啶酮缝合线和螺钉,并提出内固定物的固定强度超过 300 N 才能防止术后早期康复运动失败。Li 等^[24]的研究结果显示,内固定物的极限破坏载荷由大到小依次为 2 条 FiberWire 缝线的改良缝线、2 条 FiberWire 缝线的传统缝线、缝线桥技术的缝合锚、螺钉,骨折再位移距离依次为螺钉固定、2 条 FiberWire 缝线的传统缝线固定、2 条 FiberWire 缝线的改良缝线固定、缝线

桥技术的缝合锚固定。Gans 等^[25]研究发现,82.4% 的螺钉内固定患者在进行前抽屉试验和 Lachman 试验时存在 ACL 松弛。Wu 等^[26]研究发现,小切口切开复位空心螺钉内固定术和关节镜下高强度不可吸收线内固定术后的并发症发生率分别为 11.11% 和 2.78%。由此可见,缝线和带线锚钉在固定强度、术后稳定性和降低并发症发生率方面较螺钉更优。

6 儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折的内固定方法

6.1 螺钉内固定 杨文君等^[27]采用长 35 ~ 45 mm、直径 3.5 mm 的带垫片单枚空心螺钉治疗儿童 II、III 型 ACL 胫骨止点撕脱骨折,术中使空心螺钉与胫骨平台呈 35° ~ 45° 固定,这样固定既能保证螺钉固定长度又能减少对髌板的损伤,但此术式不适用于陈旧性及 IV 型 ACL 胫骨止点撕脱骨折。刘俊才等^[28]采取 2 枚直径 3.0 mm 的双头加压空心螺钉固定 ACL 胫骨止点撕脱骨折,这样可对骨折块产生良好的加压作用;并强调术中应注意避免钉尾外露较长,以免引起髌间窝撞击综合征。Estes 等^[29]应用 8 枚直径 1.6 mm、长 18 ~ 22 mm 的含有聚 L-乳酸和聚乙醇酸成分的可吸收螺钉固定 ACL 胫骨止点撕脱骨折,取得了满意的临床疗效。聚乙醇酸的分子降解速度很快,易导致一些不良反应的发生;而聚 L-乳酸的降解速度较慢,不良反应发生较少。将二者结合在一起可产生较高的强度和受控的降解速度,从而降低可吸收植入物在关节滑膜中出现排异反应的可能性。螺钉内固定操作相对简单,但螺钉不适用于 IV 型 ACL 胫骨止点撕脱骨折,还易引起髌间窝撞击综合征。对于骨骺未闭的儿童,需采用直径小、长度短的可吸收螺钉固定,但单一的小直径螺钉可能会使骨折块固定不稳,引起 ACL 松弛,这就需要多枚螺钉固定。然而,多枚螺钉固定又会扩大切口范围,增加手术费用。

6.2 缝线内固定 赵刚领等^[30]采用关节镜下复位经骨隧道缝线固定治疗儿童 ACL 胫骨止点区撕脱骨折时,先用直径 2 mm 的克氏针建立 2 个间距为 1 cm 的胫骨隧道,再将缝线在骨折块上方“8”字交叉固定,在隧道口下方拉出并拉紧,这样可以使 ACL 获得一定张力,从而恢复其正常功能,而且随访期间未见骨骺早闭。陈双涛等^[31]采用关节镜下双“8”字缝线固定治疗青少年 ACL 胫骨止点撕脱骨折时,先建立直径为 2.0 mm 的前内、前外双骨道,再用 2 根 2 号 Ethibond 缝线形成双“8”字固定,此技术固定牢靠,临

床疗效满意。但目前临床上关于应用上述 2 种手术方法治疗儿童 ACL 胫骨止点区撕脱骨折的报道较少,今后需开展高质量的前瞻性随机对照试验进一步验证其临床疗效。Yuan 等^[32]采用关节镜下缝合固定治疗 ACL 胫骨止点区撕脱骨折时,先用直径 2.0 mm 的克氏针分别在 2、6、10 点钟方向建立骨隧道,再用 3 根 Ethibond 缝线形成绳结环,实现 3 点固定。该技术治疗成本较低,固定牢靠,可用于粉碎性骨折;但不足的是操作难度较大,需穿透 ACL 固定,使 ACL 承受牵拉应力。缝线内固定可避免螺钉插入过程中骨折碎片粉碎以及神经血管损伤的风险。但应注意以下事项:采用缝线内固定时既要保证 ACL 不松弛,又要防止缝线拉紧时切割骨块;避免建立 ≥ 3 个以上的骨道,骨道间应有稳定的皮质骨连接,且骨道间距离应 > 1 cm,以防骨道融合;对于较大的骨折块,建立骨隧道时应靠近中间区域穿过,避免穿过较薄的边缘区域,导致骨折块碎裂。

6.3 缝线桥内固定 缝线桥技术在循环载荷条件下可提供较小的位移和良好的生物力学固定^[24]。程松苗等^[33]采用关节镜下 3 点固定缝线桥技术固定儿童 ACL 胫骨止点骨折,结果显示术后膝关节前向稳定性和解剖复位均良好,KT-1000 双侧差值 (1.94 ± 0.81) mm,移位未超过 3 mm。该技术不仅可以显著减少双侧胫骨前移距离的差异,成功地避开髌板,避免医源性损伤,而且术后下肢 X 线片也未见短缩或成角畸形;其不足之处为操作难度大,需经验丰富的医生操作,手术时间相对较长^[34]。姚俊娜等^[35]采用缝合线桥内固定技术治疗青少年 ACL 胫骨止点撕脱骨折时,用 Orthocord® 高强线绕过 ACL 止点中后 1/3,在骨折块上方环扎,此技术也取得了较好的临床疗效。

6.4 三滑轮闭环内固定 Zhang 等^[36]采用关节镜下三滑轮技术治疗儿童胫骨止点撕脱骨折时,将 3 个独立的锚连接到三滑轮闭环固定系统中,形成网状结构均匀地固定骨折块,这样可以避免应力集中,使每个锚应力分散,不仅对骨块有更好的加压作用,还可降低内固定物断裂的风险。此术式较其他术式固定更牢靠,适用于较小的骨折块,且无需预先准备骨孔,对松质骨损伤较小;其局限性为会对 ACL 产生牵拉应力,切割 ACL,但目前观察的病例数量较少,尚无测试其固定强度的生物力学研究。

6.5 带线锚钉内固定 Xu 等^[1]使用装有 2 股聚酯编织线的可吸收锚固定 ACL 胫骨止点撕脱骨折,结果显示所有缝合锚均位于髌骨上方,骨折均在术后 3 个月内获得愈合,且并发症也较少。成兵等^[37]在胫骨平台前缘建立 2 个直径 2.5 mm 的骨道,采用 Arthrex 锚钉对 ACL 胫骨止点撕脱骨折实现全网状覆盖弹性固定,且未损伤髌板。但此术式要求锚钉形成 4 点覆盖,分配缝线位置需准确,技术要求较高。此外,带线锚定内固定治疗儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折虽然疗效良好,但治疗费用较高。

6.6 规避髌板法内固定 手术时损伤髌骨范围过大可能会引起髌骨阻滞,因此跨髌骨道的合理范围一直是临床医生的研究重点。Larsen 等^[38]通过动物实验发现,穿过 3% ~ 5% 髌骨面积的跨髌骨道是安全的,当穿过大于 7% 的髌骨面积时会出现髌骨阻滞。Flynn 等^[39]认为,儿童应选用直径小于 3 mm 的光滑克氏针建立骨道,不能使用钻头,否则会损伤髌板。Sinha 等^[40]使用直径 2.4 mm 的导针进针,使髌骨的损伤概率小于 3%。因此,我们认为跨髌骨道的合理范围应小于髌骨面积的 7%,克氏针的直径应控制在 3 mm 内。沈潜^[41]研究发现,采用关节镜下规避髌板法治疗儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折,术后髌骨损伤的发生率为 3.3%;而采用胫骨隧道法治疗儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折,髌骨损伤的发生率达 26.6%。高庆峰等^[42]采用改良规避髌板固定治疗儿童 ACL 胫骨止点撕脱骨折,术中使膝关节保持“4”字位,将高强线沿韧带基底部穿过 ACL,同时将缝线穿过直径 1.2 mm 的克氏针在髌板上方建立的骨道,缝线穿过基底部的方向与收线方向均与 ACL 走行方向一致,以避免缝线对韧带的切割并能很好地保持骨折块的稳定性,最后用外排锚钉与缝线成锐角固定;结果显示术后骨折愈合良好,无畸形愈合,且膝关节功能恢复良好。关节镜下改良高强线规避髌板固定 ACL 胫骨止点撕脱骨折无需胫骨骨道,可避免对髌骨的损伤,但存在缝线在皮下走行固定不牢而出现骨折块移位的问题。

7 小 结

对于儿童 ACL 胫骨止点区撕脱骨折,临床医生一直尝试着以最小的髌骨损伤和最优的手术方案来恢复儿童膝关节功能。目前关节镜微创技术被认为是治疗此类骨折的“金标准”,但在固定方法及内固定物的选择方面仍存在较大的争议。我们认为,无论选

择何种固定方法及内固定物,都需要根据骨折类型及骨折块的大小进行个体化处理,且应选择对骨骺损伤小、无需二次手术取出内固定物的手术方案。随着运动医学的不断发展和研究的不断深入,相信一定能为此类骨折患儿寻找出最佳的手术方案。

参考文献

- [1] XU X, LIU Z, WEN H, et al. Arthroscopic fixation of pediatric tibial eminence fractures using suture anchors: a mid-term follow-up [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2017, 137(10): 1409–1416.
- [2] LEIE M, HEATH E, SHUMBORSKI S, et al. Midterm outcomes of arthroscopic reduction and internal fixation of anterior cruciate ligament tibial eminence avulsion fractures with k-wire fixation [J]. Arthroscopy, 2019, 35(5): 1533–1544.
- [3] ADAMS A J, TALATHI N S, GANDHI J S, et al. Tibial spine fractures in children: evaluation, management, and future directions [J]. J Knee Surg, 2018, 31(5): 374–381.
- [4] GILMER B B. Editorial commentary: anterior cruciate ligament tibial eminence avulsion fractures: are they trying to tell us something? [J]. Arthroscopy, 2019, 35(5): 1545–1546.
- [5] MEYERS M H, MCKEEVER F M. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia [J]. J Bone Joint Surg (Am), 1959, 41(2): 209–222.
- [6] ZARICZNYJ B. Avulsion fracture of the tibial eminence: treatment by open reduction and pinning [J]. J Bone Joint Surg Am, 1977, 59(8): 1111–1114.
- [7] 殷钦, 顾三军, 李海峰, 等. 前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折改良分型及临床意义 [J]. 江苏医药, 2022, 48(1): 78–81.
- [8] PRASAD N, AOYAMA J T, GANLEY T J, et al. A comparison of non-operative and operative treatment of type 2 tibial spine fractures [J]. Orthop J Sports Med, 2021, 9(1): 2325967120975410.
- [9] ADAMS A J, O'HARA N N, ABZUG J M, et al. Pediatric type II tibial spine fractures: addressing the treatment controversy with a mixed-effects model [J]. Orthop J Sports Med, 2019, 7(8): 2325967119866162.
- [10] COYLE C, JAGERNAUTH S, RAMACHANDRAN M. Tibial eminence fractures in the paediatric population: a systematic review [J]. J Child Orthop, 2014, 8(2): 149–159.
- [11] 孙浩源, 杨国夫, 肖琼润. 前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折关节镜下骨与周围组织损伤分级及其意义 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(2): 131–134.
- [12] RHODES J T, CANNAMELA P C, CRUZ A I, et al. Incidence of meniscal entrapment and associated knee injuries in tibial spine avulsions [J]. J Pediatr Orthop, 2018, 38(2): e38–e42.
- [13] 赵晓非, 邹春雨, 米豫飞, 等. 关节镜下高强度线联合外排锚钉和挤压螺钉内固定治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折合并胫骨平台后外侧塌陷骨折 [J]. 中医正骨, 2023, 35(1): 70–76.
- [14] HIRANAKA T, FURUMATSU T, TANAKA T, et al. Combining pullout suture and retrograde screw fixation for anterior cruciate ligament tibial eminence avulsion fractures: a case report [J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2020, 28(2): 2309499020918681.
- [15] SMITH H E, CRUZ A I Jr, MISTOVICH R J, et al. What are the causes and consequences of delayed surgery for pediatric tibial spine fractures? A multicenter study [J]. Orthop J Sports Med, 2022, 10(3): 23259671221078333.
- [16] DIERMEIER T, ROTHRAUFF B B, ENGBRETSSEN L, et al. Treatment after anterior cruciate ligament injury: panther symposium ACL treatment consensus group [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(8): 2390–2402.
- [17] ANDERSON A F, ANDERSON C N. Correlation of meniscal and articular cartilage injuries in children and adolescents with timing of anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Am J Sports Med, 2015, 43(2): 275–281.
- [18] STALLONE S, SELLERI F, TRISOLINO G, et al. Good subjective outcomes, stable knee and high return to sport after tibial eminence avulsion fracture in children [J]. Children (Basel), 2020, 7(10): 173.
- [19] NIU H M, WANG Q C, SUN R Z. Therapeutic effect of two methods on avulsion fracture of tibial insertion of anterior cruciate ligament [J]. World J Clin Cases, 2022, 10(27): 9641–9649.
- [20] 佟磊, 魏东, 王云清, 等. 关节镜下双隧道技术不可吸收缝线固定治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. 骨科, 2018, 9(6): 434–437.
- [21] YU D, YU R, ZHANG J, et al. Arthroscopic treatment of adult displaced tibial eminence fractures with anchor and pushlock fixation [J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(38): e21237.
- [22] 邓永, 李俊, 张季永, 等. 关节镜下“8”字缝线和带线锚钉治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱性骨折的疗效对比 [J]. 实用骨科杂志, 2022, 28(1): 86–89.
- [23] ANDERSON C N, NYMAN J S, MCCULLOUGH K A, et al.

- Biomechanical evaluation of physal-sparing fixation methods in tibial eminence fractures [J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(7):1586-1594.
- [24] LI J, YU Y, LIU C, et al. Arthroscopic fixation of tibial eminence fractures: a biomechanical comparative study of screw, suture, and suture anchor [J]. *Arthroscopy*, 2018, 34(5):1608-1616.
- [25] GANS I, BALDWIN K D, GANLEY T J. Treatment and management outcomes of tibial eminence fractures in pediatric patients: a systematic review [J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42(7):1743-1750.
- [26] WU J, LUO W, REN F, et al. Therapeutic effects of small incision open reduction and internal fixation and arthroscopic high strength non-absorbable suture on tibial insertion avulsion fracture of the anterior cruciate ligament [J]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, 2022, 89(1):53-59.
- [27] 杨文君, 张会久, 李晨辰, 等. 单枚空心钉治疗未成年 Meyers II、III 型前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. *锦州医科大学学报*, 2021, 42(4):83-87.
- [28] 刘俊才, 岳永川, 李忠. 关节镜下双头加压空心螺钉固定治疗青少年前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2018, 32(9):1172-1176.
- [29] ESTES A R, OLADEJI L O. Arthroscopic treatment of tibial spine malunion with resorbable screws [J]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2015, 44(5):E160-164.
- [30] 赵刚领, 孙加伟, 张旭辉, 等. 关节镜下复位经骨隧道缝线固定治疗儿童前交叉韧带胫骨止点区撕脱骨折的疗效观察 [J]. *创伤外科杂志*, 2022, 24(9):671-674.
- [31] 陈双涛, 张翼飞, 孔涛涛, 等. 关节镜下双“8”字缝线固定治疗青少年前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. *实用骨科杂志*, 2019, 25(5):463-465.
- [32] YUAN L, SHI R, CHEN Z, et al. The most economical arthroscopic suture fixation for tibial intercondylar eminence avulsion fracture without any implant [J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1):327.
- [33] 程松苗, 陈鹏旭, 李强, 等. 关节镜下缝线桥技术治疗儿童新鲜前交叉韧带胫骨止点骨折 [J]. *创伤外科杂志*, 2020, 22(8):583-587.
- [34] BRUNNER S, VAVKEN P, KILGER R, et al. Absorbable and non-absorbable suture fixation results in similar outcomes for tibial eminence fractures in children and adolescents [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016, 24(3):723-729.
- [35] 姚俊娜, 王洪刚, 权松涛, 等. 关节镜下缝合线桥内固定技术治疗青少年前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2018, 32(11):1402-1405.
- [36] ZHANG L, ZHANG L, ZHENG J, et al. Arthroscopic tri-pulley technology reduction and internal fixation of pediatric tibial eminence fracture: a retrospective analysis [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1):408.
- [37] 成兵, 刘振华, 程伟. 关节镜下 Arthrex 锚钉内固定治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2020, 35(4):420-422.
- [38] LARSEN M W, GARRETT W E Jr, DELEE J C, et al. Surgical management of anterior cruciate ligament injuries in patients with open physes [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2006, 14(13):736-744.
- [39] FLYNN J M, SHAGGS D L, WATERS P M. 洛克伍德-威尔金斯儿童骨科 [M]. 颌强, 赵黎, 杨建平, 译. 8 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2019:976.
- [40] SINHA S, MEENA D, NAIK A K, et al. Arthroscopic fixation of tibial spine avulsion in skeletally immature: the technique [J]. *J Orthop Case Rep*, 2017, 7(6):80-84.
- [41] 沈潜. 关节镜下髌板规避法与胫骨隧道法缝线固定治疗儿童前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折效果比较 [J]. *河南医学研究*, 2019, 28(19):3517-3519.
- [42] 高庆峰, 成雪, 邓必勇. 关节镜下改良高强度线规避髌板固定治疗儿童前交叉韧带下止点撕脱骨折 [J]. *实用骨科杂志*, 2021, 27(6):560-563.

(收稿日期:2023-04-24 本文编辑:时红磊)