

关节镜下治疗儿童胫骨髁间棘骨折的研究进展

李振宇^{1*}, 秦国岳², 张泽坤¹, 段国庆^{2#}

¹济宁医学院临床医学院, 山东 济宁

²济宁医学院附属医院, 山东 济宁

Email: #dgq0629@163.com, lzy20193238@163.com

收稿日期: 2020年11月27日; 录用日期: 2020年12月22日; 发布日期: 2020年12月29日

摘要

胫骨髁间棘骨折是临床中相对少见一种关节内骨折, 也是前交叉韧带损伤的特殊类型, 青少年多见, 常见于运动和意外事故, 可分为4种类型。I型和无移位的II型骨折一般选择保守治疗, 而III型及IV型骨折往往需要手术治疗, 成人的髁间棘骨折治疗已趋于成熟, 可以选择钢丝、缝线、克氏针、可吸收螺钉等固定物, 儿童由于骨骺尚未发育成熟, 膝关节解剖和生理特性也与成人有所区别, 治疗方式及固定物的选择上与成人有所不同。本文就近年来关节镜下儿童胫骨髁间棘骨折的治疗进行综述。

关键词

髁间棘, 骨折, 儿童, 关节镜

Research Progress of Arthroscopic Treatment for Tibial Intercondylar Eminence Fractures in Children

Zhenyu Li^{1*}, Guoyue Qin², Zekun Zhang¹, Guoqing Duan^{2#}

¹School of Clinical Medicine, Jining Medical University, Jining Shandong

²Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining Shandong

Email: #dgq0629@163.com, lzy20193238@163.com

Received: Nov. 27th, 2020; accepted: Dec. 22nd, 2020; published: Dec. 29th, 2020

Abstract

Tibial intercondylar spine fracture is a relatively rare intra-articular fracture and a special type of

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 李振宇, 秦国岳, 张泽坤, 段国庆. 关节镜下治疗儿童胫骨髁间棘骨折的研究进展[J]. 临床医学进展, 2020, 10(12): 3233-3239. DOI: 10.12677/acm.2020.1012484

anterior cruciate ligament injury, mainly occurs in children. TIEF can be classified into four types, type I fracture and type II fracture without displacement are often treated conservatively; while type III and IV fractures often need surgical treatment. Adult intercondylar fracture surgery has become mature. Steel wire, suture, Kirschner wire, absorbable screw and so on are commonly used for fixture. Because the epiphysis has not been closed in children, the anatomical and physiological characteristics of the knee joint are different from those of adults, the choice of treatment and fixation in children is different from that of adults. This article reviews the treatment of intercondylar spine fractures in children under arthroscopy in recent years.

Keywords

Intercondylar Eminence, Fracture, Children, Arthroscopy

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

膝关节是人体最大最复杂的关节，关节内有多个结构来稳定其运动，其中两条交叉韧带就是重要的稳定因素。髁间棘骨折是一种十分少见的关节内骨折[1]，是指前交叉韧带附着于胫骨止点处发生的骨折。多见于 8~14 岁的青少年，发病率约为 3/100,000 [2]。近年来，随着我国全面建成小康社会和全民运动的提倡，青少年体育运动的增加，发病人数逐年增加。其发病机制多认为是儿童的骨骺发育尚未成熟，儿童胫骨髁间棘尚未完全骨化，所以容易发生撕脱骨折。Kieser 等[3]发现过弯和旋转是最常见的受伤机制。Aderinto [4]等对 83 例患者的回顾性分析，总结出跌倒、机动车事故、滑雪和足球是导致这类损伤最常见的原因。致伤力量小、预后好是儿童髁间棘骨折的主要特点[5]。该骨折属于关节内骨折，若漏诊甚至误诊得不到及时有效的复位与固定，常导致关节解剖结构异常(前交叉韧带松弛、骨折块上移撞击髁间窝)引起膝关节疼痛、伸直受限，最终引起膝关节不稳、创伤性关节炎，长期膝关节不稳又会引起半月板和关节软骨的提前退变，最终引起膝关节骨关节炎[6] [7] [8] [9]。

Meyers-McKeever [10]分型是临床上应用较为广泛的分型，分为 3 型：I 型：无明显移位的骨折，II 型：骨折块部分移位，III 型：完全移位的骨折，在此基础上，Zaricznyj [11]又将 III 型分为 IIIA 型和 IIIB 型，IIIA 型：骨折仅位于韧带止点处而未累及全部髁间棘，IIIB 型：骨折累及全部髁间棘，骨折块发生旋转。

2. 非手术治疗

大多数学者主张没有明显移位的 I 型骨折采取保守治疗，麻醉后手法复位，患肢伸直位固定于长腿石膏中，期间患者不可负重，维持 2~3 周，石膏去除后继续康复锻炼。也有部分学者提出所有类型髁间棘骨折均采取保守治疗。Jochymek [12]等人采取非手术治疗髁间棘骨折，这些患者包括 I 型、II 型及 III 型髁间棘骨折，他们发现并没有出现严重并发症，目前在他们科，II 型和一些 III 型骨折首先需要保守复位，当保守复位失败时，使用关节镜下克氏针固定。Wilfinger [13]等采取非手术治疗 43 例儿童髁间棘骨折，这些患者骨折类型包括 I、II、III 型，随访其症状、体征、影像学检查，仅有 1 例患者改为手术治疗，患者随访 3.5 年，未再次因疼痛、肿胀等不适症状治疗。

3. 手术治疗

目前大部分学者对于 I 型骨折和微小移位的 II 型骨折采取的治疗手段主要还是选择非手术治疗。对于明显移位的骨折, 由于是儿童关节内骨折, 必须达到解剖复位才能避免出现骨折不愈合和畸形愈合。否则膝关节会出现不稳及伸直受限, 从而导致半月板和关节软骨会出现过早损伤。目前成人的髁间棘骨折可以采用钢丝、缝线、螺钉、锚钉等多种方式固定, 但是由于儿童骨骺尚未发育成熟且膝关节的生长占据下肢的 70%, 所以使其固定物的选择上及治疗方法上也与成人有所不同。

大多数学者对于 III 型、IV 型骨折主张手术治疗, 而目前对于 II 型骨折治疗方法及固定物的选择上存在诸多争议。部分学者[14][15][16]报道了 II 型骨折患者, 即使经过长期保守治疗, 仍然存在患肢疼痛、骨折不愈合、伸膝受限等不良症状。Kocher [17]等研究表明对于 II 型骨折, 常伴随软组织的嵌插, 其发生率约在 26%。Szopinski 和 Adamczyk [18]等发现 II 型骨折的患者, 其胫骨平台关节面也常受损伤。Adams [19]等的一项研究表明移位程度是医生决定是否手术的唯一因素, 当骨折块移位 ≥ 3.5 mm 时, 64% 以上的外科医生选择手术治疗。因此笔者认为对于 II 型髁间棘骨折, 长期保守治疗有骨折不愈合可能, 容易有软组织嵌插, 累及关节面, 而且长期制动还可以引起关节功能恢复延迟和髌骨软骨软化等一系列问题, 所以 II 型髁间棘骨折应进行手术复位固定治疗。由于胫骨髁间棘骨折属于关节内骨折, 所以手术治疗原则要求解剖复位, 固定牢靠, 早期进行功能锻炼, 恢复关节稳定性, 减少术后制动时间。

传统的开放手术, 存在创伤大、康复时间长、容易出现关节粘连、僵直、影响患儿外观(尤其女性患儿)等限制条件。随着关节镜手术的应用与开展, 传统切开复位手术现已基本不用。关节镜治疗髁间棘骨折已成为主要治疗方式, 关节镜治疗髁间棘骨折具有以下优点: 1) 创伤小、恢复快、对膝关节内环境影响小, 早期进行功能锻炼, 减少术后并发症; 2) 术中在镜下能清楚地观察关节内部结构有无损伤, 并及时处理; 目前关节镜下治疗胫骨髁间棘骨折可选取钢丝、克氏针、缝线(吸收与不吸收)、可吸收螺钉等材料, 每种材料及固定方式都有自己的优缺点。儿童胫骨髁间棘骨折的治疗, 一直是有争议的, 并且随着关节镜技术的发展和不断应用而不断发展。本文就近年来在关节镜下治疗儿童髁间棘骨折进行总结与论述。

3.1. 缝线固定

近年来采用高强度缝线治疗胫骨髁间棘骨折的报道越来越多, 对于粉碎性及小骨折块固定优势明显, 不需要二次取出, 对骨骺的切割损伤较小, 随访效果十分满意[14][20][21]。缝线固定原理与钢丝固定原理相似, 首先借助韧带重建导向器建立骨隧道用钢丝将缝线引入, 骨折块复位后收紧缝线固定打结。Su [22]等人采用关节镜下缝合套扎固定技术, 治疗 1 位 12 岁的 III 型髁间棘骨折患者, 术后膝关节结构稳定恢复正常活动, X 线提示骨折愈合, 主张该技术恢复了前交叉韧带的长度和完整性, 并且是简单、可重复的治疗方法。缝线又分为可吸收缝线和不可吸收缝线。有学者偏向于选择 PDSII 可吸收缝线固定[23][24][25], 因其组织相容性较好, 缝线拉力强度高[26], 固定牢固, 且对儿童骨骺发育影响不大, 同时可吸收缝线在人体内最长可维持 2 个月的张力, 吸收周期 200d 左右, 有足够长的时间提供固定作用, 前期固定牢固, 后期避免应力过大, 损伤韧带强度。Schneppendahl 等[27]认为纤维线等不可吸收缝线, 较 PDSII 可吸收线固定牢靠。不可吸收缝线的强度在生物力学上与钢丝相近, 因此患者能够早期进行康复锻炼。Vivek [28]等认为骨隧道仅为 2 mm, 采用缝线固定治疗胫骨髁间棘骨折对儿童骨骺的生长影响不大。缝线固定的好处有手术难度小, 不会影响患肢磁共振检查, 但是缝线固定也有其缺点, 例如缝线容易切割骨组织、固定打结时也容易松动, 导致骨折块固定不牢固。因此有学者提出缝线联合纽扣钢板固定治疗儿童髁间棘骨折。

3.2. 可吸收空心螺钉

空心螺钉对较完整、直径较大的骨折块固定效果好些,但在置入螺钉过程中出现再次骨折的情况也不容忽视,关节镜下操作空心螺钉固定骨折相对简单,复位后克氏针暂时固定,选择骨折块最厚处打入螺钉,为避免损伤骺板,空心螺钉打入角度与前十字韧带成 90° 。由于儿童骨骺尚未成熟,若螺钉直径过大,则会影响骺板发育,所以术前注意应行X线检查,评估骺板厚度,选择合适的螺钉。Shin [29]等人对27例髌间棘骨折患者采用螺钉复位内固定,随访4年,除一例关节不稳外,其余患者未观察到关节不稳,最近一次随访Lysholm评分平均分为95分,其认为选用螺钉固定髌间棘骨折安全、有效、并发症少、值得提倡。Najdi [30]等采用4 mm螺钉固定治疗24例儿童髌间棘骨折患者,术后随访所有患者,膝关节稳定性及功能性与健膝一致,主张此技术提供了极好的稳定性,可以早期负重,保留了膝关节的功能。Wiegand [31]等对8例儿童II型、III型髌间棘骨折采用螺钉固定,术后6周,所有患者恢复可,膝关节活动与健侧一致。综上采用可吸收螺钉固定治疗儿童髌间棘骨折技术固定牢固,不需要二次手术,对骺板发育影响较小,但不适用于粉碎性骨折。

3.3. 钢丝固定

钢丝固定主要适用于完整骨折及粉碎性胫骨髌间棘骨折,且在成人髌间棘骨折治疗中应用较多,缺点是容易断裂,卡在关节后方,不容易取出。Utukuri [32]等人认为若骺板面积损伤超过9%,就会影响骨骺生长,所以在手术过程中应注意应用细克氏针钻取骨隧道的深度,在穿入钢丝就不会损伤骺板。姜军 [33]等采用关节镜下改良双股钢丝前后挤夹固定治疗12例平均年龄10岁的髌间棘骨折患者,术后在伸直位采用支具固定4~6周,所有患者术后X线骨折复位良好、没有发现钢丝断裂的病例。其主张改良双股钢丝前后挤夹固定治疗提示胫骨髌间棘骨折,不需要损伤前交叉韧带实质部分,操作相对简单。李恒 [34]等对21例儿童髌间棘骨折患者选用关节镜下抽出钢丝固定治疗,术后功能锻炼,所有患者骨折均愈合,手术效果好,他们提倡关节镜下钢丝治疗儿童胫骨髌间棘骨折,具有经济、牢固、对骨骺损伤较小等好处。钢丝固定方式虽然有固定牢固、成本低、有利于早起功能锻炼等优点,但弊端也有例如钢丝摩擦力大不容易在骨隧道内进出、需要二次手术取出、手术难度大等。

3.4. 克氏针固定

关节镜下用克氏针固定髌间棘骨折在,最大的优点在于操作简单、创伤小、手术时间缩短。在探针的辅助下复位骨折块,借助韧带重建定位器打入克氏针,两端固定牢固。华国云 [35]等指出直径为1.0或1.5 mm的克氏针并不影响骨骺的生长发育。所以克氏针固定可以用于骨骺尚未发育成熟的儿童。Havlas [36]选用交叉克氏针固定治疗35例儿童髌间棘骨折患者,术后风险低,创伤小,易重复性好。他推荐首选克氏针治疗儿童胫骨髌间棘骨折。Keshet [37]采用两根交叉克氏针固定治疗8例儿童胫骨髌间棘骨折的患者,术后X线片提示所有骨折全部复位愈合,无一例畸形愈合,膝关节结构及功能恢复良好并无明显松弛。虽然克氏针固定具有手术时间短、操作简单等优点,但是当骨折块较小时,也有固定不牢固等缺点。所以有学者提出克氏针联合缝线固定治疗髌间棘骨折。赵启纯 [38]等采用关节镜下克氏针加“8”字缝线不经过骨骺线固定治疗儿童胫骨髌间隆突骨折,21例骨折均愈合,术后6个月X线提示骨骺线未见增宽或变窄,他们推荐关节镜下克氏针加缝线固定治疗儿童胫骨髌间棘骨折,不经过骺线、复位好、创伤小、固定可靠、疗效满意。关节镜下经克氏针固定治疗儿童髌间棘骨折虽然操作简单、创伤小,但术后需要制动较长时间,功能锻炼时间延长,关节僵硬风险增大。

3.5. 带线锚钉固定

带线锚钉固定髌间棘骨折是最近几年来新兴的手术方式 [39] [40],原理都是关节镜下骨折块复位后,

克氏针打入暂时固定,交叉韧带定位器做骨隧道后带线锚钉绕过前交叉韧带,呈“8”字形固定骨折块。骨折块的大小并不影响带线锚钉应用于髌间棘骨折,其固定都比较牢固,不但能防止骨块翘起,而且对于粉碎性骨折还能防止固定松脱[41]。In [42]等实验证实多个带线锚钉固定达到的效果,不会差于缝线和可吸收螺钉的固定效果。Verdano [43]等主张治疗髌间棘撕脱骨折采用关节镜下带线可吸收锚钉固定,特别是对 II 型、III 型髌间棘骨折有显著优点。带线锚钉固定髌间棘骨折具有以下优点:1) 不受骨折块大小的影响,适应症广;2) 锚钉固定在骨骺下方,损伤骨骺可能性小;3) 无需再次手术取出;4) 术后早期进行康复锻炼。

4. 研究展望

近年来随着关节镜技术的广泛开展,儿童胫骨髌间棘骨折的治疗已经具有操作简单、创伤小、恢复快等特点,关节镜手术现已成为治疗儿童胫骨髌间棘骨折的主要方法。由于儿童的骨骺在生长发育过程中十分重要,且儿童时期骨骺尚未发育成熟,所以在选择手术方式及固定物时都应着重注意避免伤及骨骺。在手术过程中,应尽量避免钻孔伤及骨骺,同时要根据患者的骨折类型[44]、髌板厚度选择合适的固定物。部分学者认为青春期后期的患者,胫骨的近端生长潜力下降,所以固定物的选择可与成人相似[44][45]。缝线固定操作简单,但缝线易对骨组织产生切割,打结时可能会有所松动,导致骨折块固定失败。克氏针固定虽然其优点是操作简单,操作时间短,但长期固定是不能保证的。钢丝固定牢固、费用低廉,但是工作难度大,需要二次手术取出。可吸收螺钉固定不需要二次手术,适用于较大的骨折块,几乎不影响髌板发育,但不适于粉碎性骨折。带线锚钉固定不受骨折块大小的影响,不会切割组织,不影响骨骺发育,已成为治疗儿童髌间棘骨折的主要方法。

参考文献

- [1] Zhang, Q., et al. (2017) A New Technique for Arthroscopic Reduction and Fixation of Displaced Tibial Intercondylar Eminence Fractures, Using Suture Anchor and EndoButton System. *Journal of Orthopaedic Surgery*, **25**. <https://doi.org/10.1177/2309499016685011>
- [2] Dauwe, J., Kerkhove, O.V., Unterfrauner, I., et al. (2018) Avulsion Fracture of the Anterior Intercondylar Eminence in an Eight-Year-Old Child: A Case Report. *Journal of Orthopaedic Case Reports*, **8**, 32-35.
- [3] Kieser, D.C., Gwynne-Jones, D. and Dreyer, S. (2011) Displaced Tibial Intercondylar Eminence Fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong)*, **19**, 292-296. <https://doi.org/10.1177/230949901101900306>
- [4] Aderinto, J., Walmsley, P. and Keating, J.F. (2008) Fractures of the Tibial Spine: Epidemiology and Outcome. *Knee*, **15**, 164-167. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2008.01.006>
- [5] Meyers, M.H. and McKeever, F.M. (1970) Fracture of the Intercondylar Eminence of the Tibia. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **52**, 1677-1684. <https://doi.org/10.2106/00004623-197052080-00024>
- [6] Adams, A., Talathi, N., Gandhi, J., et al. (2018) Tibial Spine Fractures in Children: Evaluation, Management, and Future Directions. *Journal of Knee Surgery*, **31**, 374-381. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1636544>
- [7] 王津强, 程飏. 儿童胫骨髌间嵴骨折的关节镜治疗进展[J]. 同济大学学报(医学版), 2018, 39(2): 123-126.
- [8] Smith, J.B. (1984) Knee Instability after Fractures of the Intercondylar Eminence of the Tibia. *Journal of Pediatric Orthopedics*, **4**, 462-464. <https://doi.org/10.1097/01241398-198408000-00014>
- [9] Janarv, P.M., Westblad, P., Johansson, C., et al. (1995) Long-Term Follow-Up of Anterior Tibial Spine Fractures in Children. *Journal of Pediatric Orthopedics*, **15**, 63-68. <https://doi.org/10.1097/01241398-199501000-00014>
- [10] Meyers, M.H. and McKeever, F.M. (1959) Fracture of the Intercondylar Eminence of the Tibia. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, **41-A**, 209-220. <https://doi.org/10.2106/00004623-195941020-00002>
- [11] Zaricnyj, B. (1977) Avulsion Fracture of the Tibial Eminence: Treatment by Open Reduction and Pinning. *Journal of Bone & Joint Surgery American Volume*, **59**, 1111-1114. <https://doi.org/10.2106/00004623-197759080-00022>
- [12] Jochymek, J., Ondruš, Š. and Škvařil, J. (2012) Fraktura interkondylické eminence v dětském věku. Výsledky dlouhodobého sledování [Intercondylar Eminence Fracture in Children. Results of Long-Term Follow-Up]. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Cechoslovaca*, **79**, 442-446.

- [13] Wilfinger, C., Castellani, C., Raith, J., *et al.* (2009) Nonoperative Treatment of Tibial Spine Fractures in Children-38 Patients with a Minimum Follow-Up of 1 Year. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **23**, 519-524. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181a13fe4>
- [14] Zhao, C., Bi, Q. and Bi, M. (2018) Management of a Type Two Avulsion Fracture of the Tibial Intercondylar Eminence in Children: Arthroscopic Suture Fixation versus Conservative Immobilization. *International Orthopaedics*, **42**, 1363-1369. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-3855-5>
- [15] Oostvogel, H.J.M., Klasen, H.J. and Reddingius, R.E. (1988) Fractures of the Intercondylar Eminence in Children and Adolescents. *Archives of Orthopaedic & Traumatic Surgery*, **107**, 242-247. <https://doi.org/10.1007/BF00449677>
- [16] Grönkvist, H., Hirsch, G. and Johansson, L. (1984) Fracture of the Anterior Tibial Spine in Children. *Journal of Pediatric Orthopedics*, **4**, 465-468. <https://doi.org/10.1097/01241398-198408000-00015>
- [17] Kocher, M.S., Micheli, L.J. and Gerbino, P. (2003) Tibial Eminence Fractures in Children: Prevalence of Meniscal Entrapment. *The American Journal of Sports Medicine*, **31**, 404-407. <https://doi.org/10.1177/03635465030310031301>
- [18] Szopinski, K.T. and Adamczyk, P. (2018) Interposition of the Transverse Ligament of the Knee into a Fracture of the Tibial Plateau: A Case Report. *Skeletal Radiology*, **47**, 1011-1014. <https://doi.org/10.1007/s00256-018-2883-y>
- [19] Adams, A.J., O'hara, N.N., Abzug, J.M., *et al.* (2019) Pediatric Type II Tibial Spine Fractures: Addressing the Treatment Controversy with a Mixed-Effects Model. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, **7**. <https://doi.org/10.1177/2325967119866162>
- [20] 陈小亮, 周治国, 李雄涛, 吴及, 张平, 沈先涛. 关节镜下可吸收线套扎固定治疗儿童陈旧性胫骨髁间棘骨折[J]. 中华小儿外科杂志, 2019(12): 1128-1131.
- [21] 郭恒冰, 杨华清. 关节镜下空心钉复位与改良 10#爱惜康丝线内固定治疗胫骨髁间嵴骨折的疗效比较[J]. 实用临床医药杂志, 2017, 21(3): 79-81.
- [22] Su, W.R., Wang, P.H., Wang, H.N. and Lin, C.J. (2011) A Simple, Modified Arthroscopic Suture Fixation of Avulsion Fracture of the Tibial Intercondylar Eminence in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, **20**, 17-21. <https://doi.org/10.1097/BPB.0b013e32832d8452>
- [23] 周立. 关节镜下可吸收缝线内固定治疗儿童胫骨髁间棘骨折[J]. 双足与保健, 2017, 26(23): 19-21.
- [24] 刘东光, 赖欢乐, 曾杏新, 陈理端. 关节镜下可吸收缝线内固定治疗儿童胫骨髁间棘骨折的临床研究[J]. 包头医学院学报, 2017, 33(1): 46-47.
- [25] 万世奇, 冯超, 郭源, 张骥, 张宇辰. 关节镜下可吸收缝线内固定治疗儿童胫骨髁间棘骨折[J]. 中华小儿外科杂志, 2014, 35(8): 608-610.
- [26] 孙明辉. 应用 PDS 可吸收缝线固定治疗髌骨骨折[J]. 实用骨科杂志, 2004, 10(1): 91-93.
- [27] Schnependahl, J., Thelen, S., Twehues, S., *et al.* (2013) The Use of Biodegradable Sutures for the Fixation of Tibial Eminence Fractures in Children: A Comparison Using PDS II, Vicryl and Fiber Wire. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **33**, 409-414. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e31827d0c67>
- [28] Pandey, V., Acharya, K., Rao, S., *et al.* (2013) Arthroscopic Tibial Spine Avulsion Fixation: A Simple Technique. *Techniques in Orthopaedics*, **28**, 341-344. <https://doi.org/10.1097/BTO.0b013e31827b71d1>
- [29] Shin, C.H., Lee, D.J., Choi, I.H., Cho, T.J. and Yoo, W.J. (2018) Clinical and Radiological Outcomes of Arthroscopically Assisted Cannulated Screw Fixation for Tibial Eminence Fracture in Children and Adolescents. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **19**, 41. <https://doi.org/10.1186/s12891-018-1960-7>
- [30] Najdi, H., Thevenin-Lemoine, C., Sales de Gauzy, J., *et al.* (2016) Arthroscopic Treatment of Intercondylar Eminence Fractures with Intraepiphyseal Screws in Children and Adolescents. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, **102**, 447-451. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2016.02.004>
- [31] Wiegand, N., Naumov, I., Vamhidy, L., *et al.* (2014) Arthroscopic Treatment of Tibial Spine Fracture in Children with a Cannulated Herbert Screw. *Knee*, **21**, 481-485. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2013.12.004>
- [32] Utukuri, M.M., Somayaji, H.S., Khanduja, V., *et al.* (2006) Update on Paediatric ACL Injuries. *Knee*, **13**, 345-352. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2006.06.001>
- [33] 姜军, 陈坚. 关节镜下改良双股钢丝前后挤夹固定胫骨嵴撕脱骨折[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(39): 3091-3094.
- [34] 李恒, 袁永健, 杨红航, 钟建明, 徐毅, 王丹. 关节镜下手术治疗儿童胫骨髁间棘骨折[J]. 中国骨伤, 2013, 26(9): 724-727.
- [35] 华国军, 刘云鹏, 许沛荣, 骆宇春. 关节镜下儿童胫骨髁间棘骨折的微创治疗[J]. 中国骨伤, 2011, 24(9): 723-725.
- [36] Havlas, V., Kautzner, J., Trc, T., *et al.* () Arthroscopic technique using crossed K-wires for avulsion fractures of inter-

- condylar eminence in children 2011, 78(4):343-347.
- [37] Keshet, D., Zaidman, M. and Eidelman, M. (2015) Treatment of Avulsion Fractures of the Intercondylar Eminence by Medial Parapatellar Approach, Open Reduction and Cross Wire Fixation. *Journal of Pediatric Orthopaedics. Part B/European Paediatric Orthopaedic Society, Pediatric Orthopaedic Society of North America*, **24**, 321-325. <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000177>
- [38] 赵其纯. 关节镜下克氏针结合缝线不经骨骺线固定治疗儿童胫骨髁间隆突骨折[J]. 中国骨伤, 2015, 28(6): 504-507.
- [39] In, Y., Kim, J.-M., Woo, Y.-K., *et al.* (2008) Arthroscopic Fixation of Anterior Cruciate Ligament Tibial Avulsion Fractures Using Bioabsorbable Suture Anchors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **16**, 286-289. <https://doi.org/10.1007/s00167-007-0466-x>
- [40] Boden, R. and Jonathan, B. (2008) Arthroscopic Repair of Tibial Spine Fractures. *The Annals of the Royal College of Surgeons of England*, **90**, 255-256. <https://doi.org/10.1308/rcsann.2008.90.3.255b>
- [41] 马海涛, 毕大卫, 陈亿民, 等. 关节镜下带线锚钉治疗胫骨髁间嵴骨折[J]. 中国骨伤, 2008, 21(3): 176-178.
- [42] In, Y., Kwak, D.S., Moon, C.W., *et al.* (2012) Biomechanical Comparison of Three Techniques for Fixation of Tibial Avulsion Fractures of the Anterior Cruciate Ligament. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy Official Journal of the Esska*, **20**, 1470-1487. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1694-7>
- [43] Verdano, M.A., Pellegrini, A., Lunini, E., Tonino, P. and Ceccarelli, F. (2013) Arthroscopic Absorbable Suture Fixation for Tibial Spine Fractures. *Arthroscopy Techniques*, **3**, e45-e48. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2013.08.016>
- [44] 杨坤. 关节镜监视下丝线三角形缝合法治疗儿童胫骨髁间嵴撕脱骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2013, 28(2): 159-160.
- [45] Lafrance, R.M., Giordano, B., Goldblatt, J., *et al.* (2010) Pediatric Tibial Eminence Fractures: Evaluation and Management. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **18**, 395-405. <https://doi.org/10.5435/00124635-201007000-00002>