骨科学

DOI:10.13406/j.cnki.cyxb.001135

闭合复位经皮空心钉内固定治疗儿童内踝 Salter-HarrisⅢ型骨骺骨折的疗效观察

瞿向阳，刘　星，罗　聪，刘传康，曹豫江，李　明
（重庆医科大学附属儿童医院骨科、儿童发育疾病研究教育部重点实验室、儿科学重庆市重点实验室、儿童发育重大疾病国家国际科技合作基地，重庆　400014）

【摘　要】目的：探讨闭合复位经皮空心钉内固定治疗儿童内踝 Salter-HarrisⅢ型骨骺骨折的临床疗效。**方法**：自 2011 年 1 月至 2015 年 8 月共收治的儿童内踝 Salter-HarrisⅢ型骨骺骨折患儿 28 例，其中男 20 例，女 8 例，年龄 9~13 岁，平均年龄为 11 岁 3 个月。采用 C 臂 X 线机透视下闭合手法复位，经皮空心螺钉内固定，术后应用石膏或支具外固定 3~4 周，去除外固定后逐渐下地负重、行走。**结果**：28 例患儿均获得随访，平均随访时间 25 个月。术后 3 个月所有患儿均获得骨性愈合，2 年左右的随访中未发现踝关节内外翻畸形、疼痛及不稳定等症状，无骺板早闭、骺板骨桥形成及关节面不平整现象，所有患儿均能参加正常的体育活动。按 Baird-Jackson 踝关节功能评分标准：优 24 例，良 4 例，获得优良率 100%。**结论**：闭合复位经皮空心钉固定治疗儿童内踝 Salter-HarrisⅢ型骨骺骨折，创伤小，内固定稳定可靠，疗效满意。

【关键词】闭合复位；空心钉；内踝骨骺骨折；内固定
【中图分类号】R687.42　　**【文献标志码】**A　　**【收稿日期】**2016-10-29

作者介绍：瞿向阳，Email：drqxy04090@126.com，研究方向：小儿骨科，新型骨再生重建材料。
通信作者：李　明，Email：lm3180@163.com。
基金项目：国家临床重点专科建设经费资助项目（编号：国卫办医函[2013]554）。
优先出版：http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1046.r.20170103.1628.022.html（2017-01-03）

[18] McKiernan F, Jensen R, Faciszewski T. The dynamic mobility of vertebral compression fractures[J]. J Bone Miner Res, 2003, 18(1): 24-29.

[19] Pérez-Higueras A, Alvarez L, Rossi RE, et al. Percutaneous vertebroplasty: long-term clinical and radiological outcome[J]. Neuroradiology, 2002, 44(11): 950-954.

[20] Uppin AA, Hirsch JA, Centenera LV, et al. Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis[J]. Radiology, 2003, 226(1): 119-124.

[21] Kim SH, Kang HS, Choi JA, et al. Risk factors of new compression fractures in adjacent vertebrae after percutaneous vertebroplasty[J]. Acta Radiol, 2004, 45(4): 440-445.

[22] Lin EP, Ekholm S, Hiwatashi A, et al. Vertebroplasty: cement leakage into the disc increases the risk of new fracture of adjacent vertebral body[J]. Ajnr Am J Neuroradiol, 2004, 25(2): 175-180.

[23] Voormolen MH, Lohle PN, Juttmann JR, et al. The risk of new osteoporotic vertebral compression fractures in the year after percutaneous vertebroplasty[J]. J Vasc Interv Radiol, 2006, 17(1): 71-76.

[24] Baroud G, Heini P, Nemes J, et al. Biomechanical explanation of adjacent fractures following vertebroplasty[J]. Radiology, 2003, 229(2): 606-607.

[25] Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP, et al. Adjacent vertebral failure after vertebroplasty. A biomechanical investigation[J]. Journal of Bone & Joint Surgery British Volume, 2002, 84(5): 748-752.

[26] Movrin I, Vengust R, Komadina R. Adjacent vertebral fractures after percutaneous vertebral augmentation of osteoporotic vertebral compressionfracture: a comparison of balloon kyphoplasty and vertebroplasty[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2010, 130(9): 1157-1166

[27] Black DM, Arden NK, Palermo L, et al. Prevalent vertebral deformities predict hip fractures and new vertebral deformities but not wrist fractures. Study of Osteoporotic Fractures Research Group[J]. Journal of Bone & Mineral Research, 1999, 14(5): 821-828.

[28] Delmas PD, Genant HK, Crans GG, et al. Severity of prevalent vertebral fractures and the risk of subsequent vertebral and nonvertebral fractures: results from the MORE trial[J]. Bone, 2003, 33(4): 522-532.

[29] Lin WC, Lee YC, Lee CH, et al. Refractures in cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: a retrospective analysis[J]. European Spine Journal, 2008, 17(4): 592-599.

（责任编辑：冉明会）

Closed reduction and percutaneous cannulated screw fixation in the treatment of Salter-Harris type Ⅲ epiphyseal fracture of the medial malleolus of children

Qu Xiangyang, Liu Xing, Luo Cong, Liu Chuankang, Cao Yujiang, Li Ming

(*Department of Orthopaedics, the Children's Hospital, Chongqing Medical University; Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders; China International Science and Technology Cooperation Base of Child Development and Critical Disorders; Chongqing Key Laboratory of Pediatrics*)

【Abstract】***Objective***: To evaluate the clinical efficacy of closed reduction and percutaneous cannulated screw fixation in the treatment of Salter-Harris type Ⅲ epiphyseal fracture of the medial malleolus of children. ***Methods***: Twenty-eight cases of type Ⅲ epiphyseal fracture of the medial malleolus of children from January 2011 to August 2015 were enrolled, including 20 males and 8 females aged from 9 to 13 years old, with average of 11 years and 3 months. According to Salter-Harris classification criteria of epiphyseal injuries, the medial malleolus epiphyseal fractures were type Ⅲ. The 28 cases were treated by closed reduction under the help of X-ray. Then the medial malleolus fractures were fixed with percutaneous minimally invasive cannulated screws. All cases had been treated with postoperative external fixation of ankle by plaster or brace for 3-4 weeks, and then gradually weight-bearing ambulated, and walked after removing external fixation. ***Results***: All cases were followed up for average of 25 months. All cases achieved bone union after 3 months. The symptoms of ankle joint deformity, pain and instability in the postoperative follow up for about 2 years were not found. At the same time, there was no early closure or bone bridge formation of epiphyseal, and no uneven articular surface. All the children can participate in normal sports activities. The result of Baird-Jackson ankle score in all cases obtained excellence in 24 cases, good in 4 cases, and the fine rate achieved 100%. ***Conclusion***: The method of closed reduction and percutaneous cannulated screw fixation treating Salter-Harris type Ⅲ epiphyseal fracture of the medial malleolus of children can obtain minimal trauma, reliable fixation and satisfactory efficacy. So it is an effective and alternative clinical treatment method.

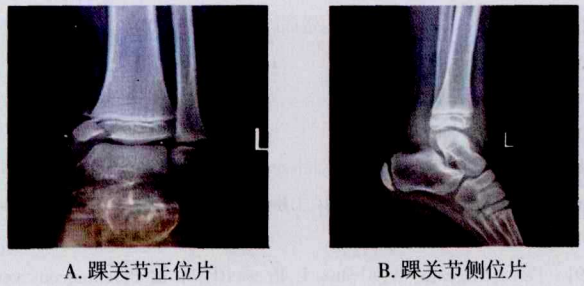
【Key words】closed reduction; cannulated screw; media malleolus epiphyseal fractures; internal fixation

儿童胫骨远端骨骺是全身第三脆弱的骨骺，内踝骨骺骨折是儿童踝关节较为常见的损伤之一，约占骨骺损伤的 11%[1-3]。因胫腓骨远端骨骺损伤机制较复杂，内外踝有众多踝关节韧带附着，损伤后常可导致内踝移位、复位后不稳定、关节面不平整等，导致后期骺板早闭、创伤性关节炎和关节畸形，因此损伤后复位标准要求较高，维持固定困难，治疗策略和手术适应证仍有争议，很多临床医生均致力于如何提高其疗效的摸索之中[4-6]。作者自 2011 年 1月至 2015 年月 8 应用闭合复位经皮空心钉内固定治疗儿童内踝 Salter-Harris Ⅲ型骨骺骨折病例 28 例，获得了满意的疗效。

1 资料和方法

1.1 临床资料

2011 年 1 月至 2015 年 8 月共收治儿童内踝急性闭合性 Salter-Harris Ⅲ型骨骺骨折患儿 28 例，骨折明显移位，关节面不平整，无明显血管神经损伤、韧带损伤(图 1)。其中男 20 例，女 8 例，年龄 9~13 岁，平均年龄为 11 岁 3 个月。受伤原因：跌伤 19 例，车祸交通伤 9 例。受伤距手术的时间为 16 h 至 5 d，平均 3.5 d。



A. 踝关节正位片　　B. 踝关节侧位片

图 1　内踝 Salter-Harris Ⅲ型骨骺骨折术前 X 片

Fig.1　Preoperative X-ray of Salter-Harris type Ⅲ epiphyseal fracture of medial malleolus

1.2 手术方法

所有病例均采用静脉复合+骶管阻滞麻醉，麻醉显效后，在 C 臂 X 线透视下先行牵引闭合复位，助手手握患儿膝关节对抗牵引，术者握持踝关节向远端轴向牵引，使足略跖屈，防止旋转，牵引力度适中，使用暴力可能加重损伤。根据逆受伤机制和骨折移位方向，术者用手推压内外踝，同时旋后/旋前、外展/内收、背伸/跖屈踝关节，使内踝骨折复位，恢复关节面平整。复位满意后由助手维持复位，根据患儿年龄和内踝骨折块大小选用 1、2 枚直径 1.0~1.5 mm 空心螺钉导针自内踝向外侧临时固定骨折，C 臂 X 线机透视骨折复位满意，导针固定可靠且未损伤骺板和关节面，选用 1、2 枚直径 3~5 mm空心螺钉经皮小切口植入，固定满意，再次 C 臂 X 线机透视骨

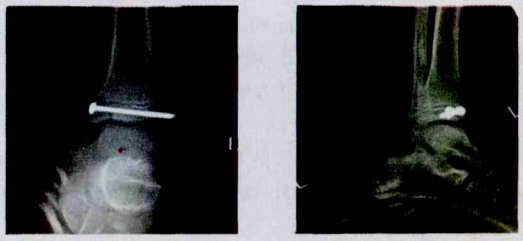
折加压复位、内固定满意。术中应确保空心螺钉穿透胫骨远端外侧骨皮质，空心螺钉尖部螺纹要全部跨过骨折线以保证加压复位及固定效果，且尽量与骺板和关节面平行，以免损伤关节面和骺板，这是手术的关键。

1.3 术后处理

术后应用石膏或支具外固定踝关节，术后第 1 天开始指导患儿行髋、膝关节功能锻炼，3~4 周后复查 X 片确认骨折临床愈合后逐渐下地负重、行走。

2 结 果

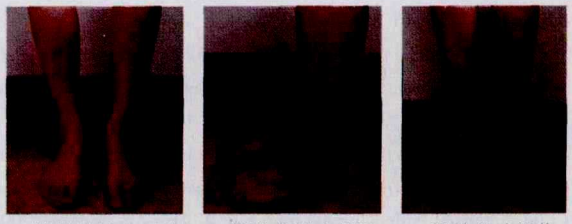
术后 1 周内复查 X 片，显示骨折解剖复位、内固定满意，未损伤骺板和关节面（图 2）。28 例患儿均获得术后随访，平均随访 25 个月。2 例术后足内侧麻木，考虑螺钉植入对局部皮神经的干扰刺激所致，但 2 周后症状消失。术后 3 个月所有患者均骨性愈合，后在 2 年左右的随访中未发现踝关节内外翻畸形、疼痛及不稳定等症状，无骺板早闭、骺板骨桥形成及关节面不平整现象，所有患儿均能参加正常的体育活动（图 3）。按 Baird-Jackson 踝关节功能评分标准[7]：优 24 例，良 4 例，获得优良率 100%。



A. 踝关节正位片　　B. 踝关节侧位片

图 2 内踝 Salter-Harris Ⅲ型骨骺骨折术后 X 片

Fig.2 Postoperative X-ray of Salter-Harris type Ⅲ epiphyseal fracture of medial malleolus



A. 踝关节站立正位　B. 踝关节站立侧位　C. 踝关节功能位

图 3 内踝 Salter-Harris Ⅲ型骨骺骨折术后 2 年功能康复

Fig.3 Functional rehabilitation of Salter – Harris type Ⅲ epiphyseal fracture of medial malleolus after postoperative 2 years

3 讨 论

3.1 踝关节的解剖及内踝骨骺骨折的特点

踝关节几乎只在一个平面上做跖屈和背伸运动，仅外踝有轻度的旋转需适应距骨顶宽度的变化，是一个真正的“榫状关节”，且内外踝均有踝关节周围众多韧带附着。踝关节的解剖特点及有限的关节活动，使得胫骨远端骨骺尤其是内踝特别容易受到挤压和扭伤，当足固定时，暴力迫使足外翻、内翻、背伸、跖屈或外旋均可发生。对于儿童来说，在骨骼生长发育阶段，骺板的连接比正常的肌腱、韧带甚至关节囊弱，所以外力作用时骺板更易遭受损伤。在儿童骨骺损伤中，胫骨远端骨骺损伤系“临危性骨折”，损伤程度和治疗效果对踝关节后期的功能形态及生长发育有直接影响[4-6,8-9]。任何损伤均可能引起骺板部分甚至完全闭合，从而引发肢体的短缩或关节内外翻畸形。儿童骨骺损伤常采用 Salter-Harris 骨骺损伤分型标准[10]，内踝骨折多属于 Salter-Harris Ⅲ型骨骺损伤，属于关节内骨折，是部分骺板分离伴通向关节的骨骺骨折。由于暴力的作用及附着韧带的牵拉，骨折移位出现关节面的不平整及踝穴与距骨的不匹配，即使复位后也可能出现不稳定，出现再移位及后期畸形愈合，故内踝骨骺骨折常需解剖复位且有效固定[11]。文中纳入病例均为内踝Salter-Harris Ⅲ型骨骺损伤，骨折移位明显且波及关节面，关节面不平整，符合踝关节的解剖、受力机制及内踝骨骺骨折的特点。

3.2 儿童胫骨内踝 Salter-Harris Ⅲ型治疗方法的选择

儿童不是成人的缩影，儿童长骨骨折具有以下特点：①骨端具有骨骺，是儿童骨骼生长发育的生长点，同时也是力量薄弱区，外力作用下容易发生损伤。②儿童骨骼有机成分多、无机成分少，故韧性较强，骨膜肥厚且生长潜力大，所以骨折后愈合快，较少发生骨不连。③儿童骨折后自身塑形能力较强，尤其是年龄越小塑形能力越强，但对于 8~10 岁以后的大龄儿童，自身塑形能力有了很大的限制。④儿童骨折后较少发生关节僵直，可能和骨折愈合快、固定时间短，且与儿童关节自身康复能力较强有关[12-13]。所以对于儿童内踝骨骺骨折，从年龄、局部软组织伴随损伤程度和骨折移位程度等多因素综合考虑，可作如下个性化、选择性治疗：①对于骨折移位不明显、软组织情况良好者，可行管形或“U”形石膏外固定治疗，对于肿胀明显者待肿胀消退后要予以更换石膏，但可能出现石膏内再移位或者固定不稳定，出现骨折畸形愈合。②骨折严重移位甚至伴随踝关节脱位、严重韧带损伤者，或者伴随血管神经损伤者，以及开放性损伤，需行手术治疗，在行软组织手术的同时可行骨折切开复位内固定治疗。③骨折有移位，尤其是关节面不平整、踝关节不稳定者，应予以闭合复位、石膏外固定或经皮内固定治疗。复位后石膏外固定维持稳定较差，可能出现石膏内再移

位、骨折断端分离等，出现骨折畸形愈合或者骨骺早闭等并发症。而复位后经皮内固定创伤小、固定可靠，避免复位后出现再移位的风险，且随着手术技术和材料的发展，微创治疗逐渐被广大患者和临床医生所接受[14-15]。

3.3 闭合复位经皮空心钉内固定治疗儿童内踝 Salter-Harris Ⅲ型骨骺骨折的优缺点

闭合复位经皮空心钉内固定治疗儿童内踝 Salter-Harris Ⅲ型骨骺骨折的优点：①首先病例的选择。共选择 28 个病例，均为骨折明显移位且关节面不平整的大龄儿童，骨折有复位的指征。大龄儿童相对于小儿自身塑形和愈合能力要差，骨折愈合和固定时间相对较长，然而闭合复位内固定能有效复位并固定骨折，局部不增加软组织、骨膜的损伤，对骨折愈合干扰小，缩短愈合时间早日恢复患肢功能[14-15]。②内固定材料的选择。内踝采用空心螺钉固定，空心螺钉有大小不同直径，因其中空的特点，用细克氏针作为导向，在 C 臂透视下可临时固定骨折于解剖复位又较少破坏骨质，平行骺板和关节面进钉，避免损伤骺板，螺钉通过导针微创植入，避免损伤周围软组织及血供，半螺纹结构可通过尖部螺纹和螺钉尾帽使骨折断端加压，有利于骨折复位，且固定牢固，为骨折愈合和早期功能锻炼创造了条件[16-17]。此外有临床医生选择克氏针经皮内固定，但克氏针固定不及空心螺钉稳定，且不能加压复位及固定，克氏针的针尾会限制关节的活动范围，不能早起行踝关节功能锻炼，可能出现针道反应、松动退出等并发症。

闭合复位经皮空心钉内固定治疗儿童内踝 Salter-Harris Ⅲ型骨骺骨折的缺点和不足：①术中、术后可能出现手术并发症：胫后血管神经损伤、技术原因导致关节面或骺板的损伤等。本组病例有 2 例术后足内侧麻木，考虑是空心钉植入点靠后或者局部创伤性水肿激惹胫后神经所致，但 2 周后症状消失。②此方法仍为有限内固定，且儿童骨骼对螺钉把持力较差，术后仍需要一定时间内辅助石膏或支具外固定，避免内固定的松动和骨折再移位，但限制了关节的早期活动。所幸儿童对关节功能康复能力较强，本组病例术后关节功能恢复优良率达100%。③内固定材料在骨折愈合后尚需二次手术取出。

综上所述，闭合复位经皮空心钉内固定治疗儿童内踝 Salter-Harris Ⅲ型骨骺骨折，创伤小且固定可靠，骨折愈合快，可在术后早期行功能锻炼，关节功能恢复满意，手术操作简单易行，避免了对骨骺后期生长的干扰，是一种有效和可供选择的临床治疗方法。

参 考 文 献

[1] Mann DC, Rajmaira S. Distribution of physeal and nonphyseal fractures in 2 650 long-bone fractures in children aged 0-16 years[J]. J Pediatr Orthop, 1990, 10(6): 713-716.

[2] Mizuta T, Benson WM, Foster BK, et al. Statistical analysis of the incidence of physeal injuries[J]. J Pediatr Orthop, 1987, 7(5): 518-523.

[3] Peterson CA, Peterson HA. Analysis of the incidence of injuries to the epiphyseal growth plate[J]. J Trauma, 1972, 12(4): 275-281.

[4] Barmada A, Gaynor T, Mubarak SJ, et al. Premature physeal closure following distal tibiaphyseal fractures: a new radiographic predictor [J]. J Pediatr Orthop, 2003, 23(6): 733-739.

[5] Nenopoulos SP, Papavasiliou VA, Papavasiliou AV, et al. Outcome of physeal and epiphyseal injuries of the distal tibia with intra-articular involvement[J]. J Pediatr Orthop, 2005, 25(4): 518-522.

[6] Rohmiller MT, Gaynor TP, Pawelek J, et al. Salter-Harris Ⅰ and Ⅱ fractures of the distal tibia: does mechanism of injury relate to premature physeal closure?[J]. J Pediatr Orthop, 2006, 26(3): 322-328.

[7] Baird RA, Jackson ST. Fractures of the distal part of the fibula with associated disrupton of thedeltoid ligment: treatment with repair of the deltoid ligment[J]. J Bone Joint Surg Am, 1987, 69(9): 1346-1352.

[8] 张子安，吴新宝，王满宜，等. 踝关节骨折合并脱位急诊手术与择期手术的结果对比[J]. 北京大学学报医学版，2015，47(5)：791-795.

[9] Rosenbaum AJ, DiPreta JA, Uhl RL, et al. Review of distal tibial epiphyseal transitional fractures[J]. Orthopedics, 2012, 35(12): 1046-1049.

[10] Pollen AG. Fractures involving the epiphyseal plate[J]. Reconstr Surg Traumatol, 1979, 17: 25-39.

[11] Bumči I, Vlahović T, Jurić F, et al. Evaluation of stability of osteosynthesis with K-wires on an artificial model of tibial malleolusfracture[J]. Injury, 2015, 46(S6): 5-13.

[12] Svider PF, Bobian M, Hojjat H, et al. A chilling reminder: Pediatric facial trauma from recreational winter activities[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2016, 87: 78-82.

[13] Kasser JR, Beaty JH. Supracondylar fractures of the distal humerus [M]//Flynn JM, Skaggs DL, Waters PM. Rockwood and Wilkins' Fractures in Children. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006: 543-589.

[14] 王立强，范 萌，刘成刚，等. 经皮微创治疗胫骨远端骨折的疗效观察[J]. 中华医学杂志，2015，95(35)：2865-2867.

[15] Ebraheim NA, Zhang J, Liu J, et al. Preliminary result of percutaneous screw fixation for bone bruise of the Tibial Plateau[J]. J Orthopedics, 2015, 38(12): 747-750.

[16] Li BL, Zhao WB, Liu L, et al. Efficacy of open reduction and internal fixation with a miniplate and hollow screw in the treatment of Lisfranc injury[J]. Chin J Traumatol, 2015, 18(1): 18-20.

[17] Chiu CH, Cheng CY, Tsai MC, et al. Arthroscopy-assisted reduction of posteromedial tibial plateau fractures with buttress plate and-cannulated screw construct[J]. J Arthroscopy, 2013, 29(8): 1346-1354.

（责任编辑：冉明会）