

丝线编织成型技术在儿童下肢长骨干粉碎性骨折中的应用探讨

罗先勇,陈新让,王家祥[△]

(郑州大学第一附属医院小儿外科 450052)

[摘要] **目的** 探讨丝线编织成型技术在儿童下肢长骨干粉碎性骨折治疗中的初步临床应用效果。

方法 收集本院 2015 年 6 月至 2018 年 6 月儿童下肢长骨干粉碎性骨折病例,共 8 例,其中男 5 例,女 3 例,年龄 5~11 岁,平均 (8.0 ± 1.9) 岁,其中粉碎性骨折位于股骨干 3 例,胫腓骨干 3 例,股骨干加胫腓骨 1 例,股骨近端病理性骨折 1 例。其中 2 例为 Gaustio II 型开放性骨折。8 例患儿术中均采取切开复位,结合钢板、克氏针内固定或外固定架固定,切开复位过程中均采取丝线编织成型技术,将骨折端或游离骨块聚拢恢复管状结构。定期随访复查 X 线片了解骨痂生长及骨折塑性情况,收集相关并发症,并按照 Johner-Wruhs 评分对骨折临近的膝关节功能进行评价。**结果** 8 例患儿行切开复位结合丝线编织成型技术,通过内固定或外固定均获得可接受的对位对线,开放性外伤接受早期清创,病理性骨折同期行病灶刮除植骨。随访时间 0.5~2.5 年,平均 (1.5 ± 0.6) 年,X 线判定骨折愈合时间为 1.5~3.5 个月,平均 (2.4 ± 0.7) 个月。临床效果评价,优为 5 例,良为 2 例,中为 1 例,优良率为 87.5%。并发症统计,1 例胫腓骨干骨折出现切口感染,经二期清创换药痊愈,无其他严重并发症。**结论** 丝线编织成型技术在儿童下肢长骨干粉碎性骨折治疗中有一定的临床应用价值,该技术适用于长骨干多段粉碎性骨折,存在骨髓腔塌陷或者开放性损伤,且未发现骨折愈合过程中出现与丝线相关的并发症。

[关键词] 丝线编织成型;下肢;粉碎性骨折;儿童

[中图分类号] R687.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2020)18-3102-05

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Evaluation of braiding osteogenesis technique in comminuted fractures of the long diaphysis of the lower limbs in children

LUO Xianyong, CHEN Xinrang, WANG Jiaxiang[△]

(Department of Pediatric Surgery, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan 450052, China)

[Abstract] **Objective** To explore the clinical application effect of braiding osteogenesis technique in the treatment of comminuted fractures of the long diaphysis of the lower limbs in children. **Methods** A total of 8 cases of comminuted fractures of the long diaphysis of lower limbs of children in this hospital from June 2015 to June 2018 were collected, including 5 males and 3 females, with an average age of (8.0 ± 1.9) years old (5 to 11 years). The patients included 3 cases of femoral comminuted fractures, 3 cases of tibiofibular shaft comminuted fractures, 1 case of femoral and tibial fibular comminuted fracture, and 1 case of proximal femur with pathologic fracture. Two of them were Gaustio II type open fractures. In this group, open reduction combined with plate, internal fixation with kirschner wire or external fixation with external fixator were adopted. In the process of open reduction, the braiding osteogenesis technique was applied, and the fracture end or free bone pieces were gathered together to restore the tubular structure. X-ray examination was conducted regularly during follow-up to understand the growth of callus and fracture plasticity. Any related complications were collected, and the Johner-Wruhs score was used to evaluate the function of adjacent joints. **Results** All 8 children obtained an acceptable alignment through open reduction and braiding osteogenesis technique with internal fixation or external fixation. Open trauma received early debridement, and pathological fractures were treated with lesion curettage and bone grafting. The follow-up time was 0.5—2.5 years with an average of $(1.5\pm$

0.6) years, and the fracture healing time was 1.5–3.5 months with an average of (2.4±0.7) months according to a series of X-ray films. The clinical effect was evaluated as excellent in 5 cases, good in 2 cases, and medium in 1 case, with an excellent and good rate of 87.5%. As for complications, one case of tibial fracture had incision infection, but recovered after the second phase of debridement dressing. There were no other serious complications. **Conclusion** The technique of braiding osteogenesis has some clinical application value in the treatment of comminuted fractures in children. This technique is suitable for comminuted fractures of long diaphysis with collapse or open injury of bone marrow cavity. In this study, no silk-thread related complications were found during fracture healing process.

[Key words] braiding osteogenesis; lower extremity; comminuted fracture; child

随着社会经济的发展, 高能量暴力损伤导致儿童骨折的发生越来越常见, 尤以交通事故、高空坠落导致的损伤最为严重, 通常合并多脏器损伤, 而此类患儿通常不能第一时间由专业的儿童骨科医生诊治。加上地方医院缺少治疗儿童骨折的内固定器械, 因此由严重暴力造成的粉碎性骨折, 往往面临着治疗难度大、延迟治疗、并发症多等问题。丝线编织成型技术在成人创伤中有一些应用^[1], 笔者将其应用于治疗儿童下肢长骨干粉碎性骨折, 取得了一定的效果。为给诊治此类患儿提供一些参考, 笔者收集应用该技术治疗的儿童下肢长骨干粉碎性骨折病例, 对其临床治疗进行总结, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2015 年 6 月至 2018 年 6 月本院收治的儿童各类四肢长骨骨折 158 例, 其中下肢长骨干粉碎性骨折 26 例; 粉碎性骨折的定义为: 完全型骨折, 至少两条骨折线, 至少有一块游离骨, AO 分型为 B 或 C 类型, 即楔形骨折或复杂(粉碎性)骨折。排除干骺端及关节内骨折, 以及闭合复位保守或采取微创手术治疗的病例; 最后共 8 例患者纳入研究, 8 例患者均因骨折端完全移位, 多节段斜形、螺旋粉碎, 或合并开放伤, 含游离碎骨, 闭合复位操作难以完成, 均采取切开复位, 且切开复位过程均采用丝线编织成型技术, 并结合钢板、外固定架等固定技术稳定骨折断端, 以维持长骨的管状结构及良好的肢体力线。本组 8 例患儿按照 Winquist-Hansen 粉碎性骨折分型^[2], III 级 5 例, IV 级 3 例。全部基本资料统计见表 1。

1.2 手术方法

8 例患儿均接受切开复位, 其中 5 例闭合性骨折采取切开复位钢板内固定术(图 1), 2 例 Gaustio II 型开放性骨折, 急诊行切开复位外固定架固定术, 1 例股骨近端病理性骨折行切开复位克氏针内固定术, 同时行病灶刮除加植骨(图 2)。所有患者术中均采用丝线编织成型技术。手术方法如下: 骨折端切开清理并游离, 直视下按顺序试行断端拼接, 用微型骨钻或细克

氏针沿骨折线两边并行钻孔, 孔径约 1.0~1.5 mm, 距离骨折线约 2 mm, 沿两孔穿入 7 号丝线并在骨折线上打结, 如此每条拼接骨块钻 2~3 孔, 先拼接内侧及后方骨块, 后拼接外侧及前方骨块, 全部编织完毕成型, 骨干大致呈管状形态, 防止管型结构塌陷, 初步维持稳定后用长锁定钢板骨折远近端螺钉加压或外固定架固定。术中游离骨块的处理: 视骨块大小或填充骨缺损处, 或利用丝线与临近骨块编织后再用拉力皮质螺钉尽可能拉拢。

1.3 术后处理

8 例患儿均术前 30 min 应用抗菌药物, 术后预防性抗炎治疗 5~7 d, 常规 2~3 d 换药, 术后严密监测体温及伤口愈合情况。开放性骨折患儿术前行创口渗出液培养, 培养结果为阴性, 术后注意外固定架针道护理。其中 1 例胫腓骨骨干开放性骨折术后 1 周出现伤口感染, 经清创换药处理后伤口愈合, 并排除编织丝线的异物反应。所有患儿术后门诊规律复诊, 定期复查 X 线片像了解骨折愈合情况。

2 结果

2.1 临床随访结果

本组病例均获得随访, 随访时间 0.5~2.5 年, 平均(1.5±0.6)年。临床观察显示本组病例住院期间无持续高热、伤口不愈合, 长期随访无金属或丝线异物反应, 且无神经损伤病例。通过 X 线片观察 8 例患儿均未出现骨髓炎、骨折不愈合、骨化性肌炎、肢体畸形等并发症, 更未出现钢板、克氏针或外固定架断裂、移位、脱落等严重并发症。通过 X 线片辨认因丝线编织而钻孔的隧道在骨折治疗 1.0~1.5 个月后可出现模糊, 骨折线周围有骨痂生长。术后 3 个月复查钻孔的隧道已经完全不能辨认, 大量骨痂包裹骨折端。本组患儿均在术后 1.5 个月开始负重站立, 术后 2.5~3.0 个月逐渐恢复负重行走。

2.2 功能评分结果

通过 Johner-Wruhs 评分标准^[3]对骨折愈合后骨折临近的膝关节行功能进行评价, 并按优、良、中、差分类, 结果显示: 优为 5 例, 良为 2 例, 中为 1 例, 优

良率为 87.5%，1 例关节功能恢复不满意，分析原因可能是：患儿为开放伤损伤，且小腿前外侧肌群损伤

严重导致术后下肢肌力恢复差，通过系列康复治疗，关节功能有一定的恢复。

表 1 8 例儿童粉碎性骨折的病例资料

编号	性别	年龄(岁)	受伤机制	骨折部位	是否开放伤	AO 骨折分型	治疗方式
1	男	6.0	交通伤	股骨干	否	C2	丝线编织成型+钢板
2	女	5.0	坠落伤	胫腓骨干	是	B3	丝线编织成型+外固定架
3	男	8.5	交通伤	股骨干	否	C1	丝线编织成型+钢板
4	男	11.0	交通伤	股骨干	否	C1	丝线编织成型+钢板
5	女	10.0	交通伤	胫骨干	否	C3	丝线编织成型+钢板
6	男	8.0	坠落伤	股骨近端	否	—	丝线编织成型+克氏针+植骨
7	男	7.5	交通伤	股骨干+胫腓骨干	是	B1+C3	丝线编织成型+钢板+外固定架
8	女	8.0	交通伤	胫腓骨干	否	B2	丝线编织成型+钢板

—:此项无数据。

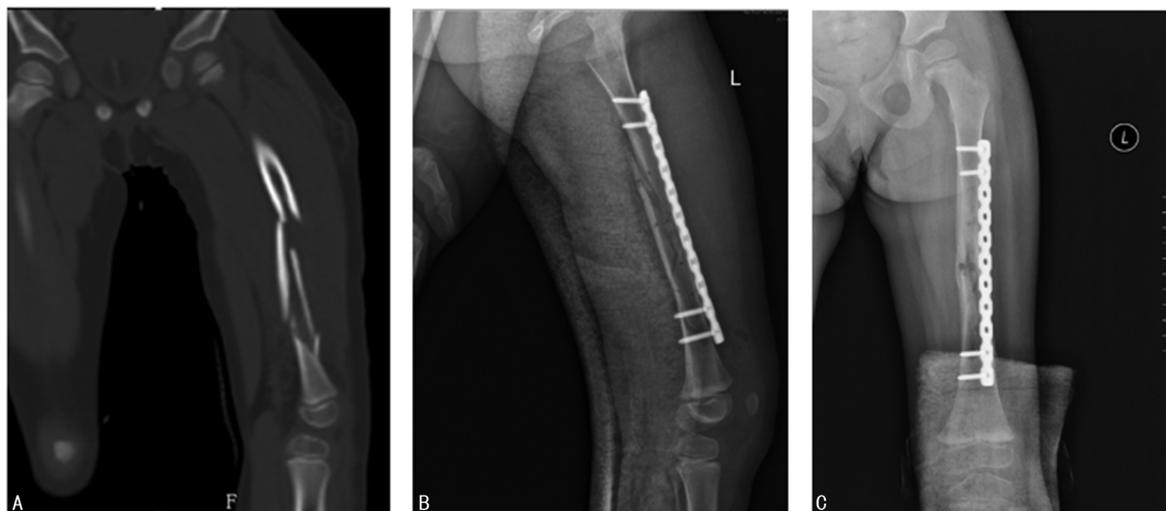


图 1 下肢股骨干粉碎性骨折典型病例
A:交通伤致左下肢长股骨干粉碎性骨折, AO 分型为 C1; B:术中采取丝线编织成型+钢板内固定; C:术后 3 个月骨折愈合, 钻孔的隧道已不能辨认。

图 1 下肢股骨干粉碎性骨折典型病例



图 2 股骨近端病理性骨折典型病例
A:坠落伤致左侧股骨近端病理性骨折; B:术中采取丝线编织成型固定游离骨块; C:术中病变刮除植骨+克氏针内固定。

图 2 股骨近端病理性骨折典型病例

3 讨 论

儿童四肢长骨干骨折目前多采取保守或微创手术治疗,其中弹性髓内针在儿童长骨干骨折中的应用最具代表性。弹性髓内针利用其头尾及中间的三点固定生物力学原理,在维持骨折长度,抗旋转方面均有很好的效果^[4-5]。但儿童粉碎性骨折通常由高能量损伤导致,多段骨折、多条骨折线是其特点,骨折类型通常是长斜形、长螺旋骨折,严重骨折还出现骨块与骨膜完全分离,长管状结构塌陷,肌肉嵌顿、骨折端刺破皮肤等严重损伤。国内学者在分析弹性髓内针治疗长骨干骨折后骨延迟愈合及不愈合后认为,开放性骨折及大斜形螺旋形、粉碎性等不稳定骨折在应用弹性髓内针固定技术方面需谨慎,仅为相对适应证,同时还需要操作规范^[6]。因此,弹性髓内针与钢板、外固定架在维持粉碎性骨折稳定方面并不具有优势,且后两者往往需要切开复位。

儿童长骨干粉碎性骨折的治疗是临床的一个挑战,其治疗目的是恢复肢体的长度、力线,控制旋转,避免骨缺损、骨感染、骨折不愈合的发生。而高能量损伤造成的开放性骨折,在治疗骨折的同时需要彻底清创,以避免因感染造成的骨不愈合。国内也有学者统计儿童四肢长骨干骨折不愈合方面的数据,认为高能量损伤、开放性伤、不恰当的固定方式可能是发生骨折不愈合的主要原因^[7]。El-ALFY 等^[8]提出了将弹性髓内针和外固定架联合应用于治疗儿童下肢长骨干粉碎性骨折,可以取得满意的效果,但复杂的内固定增加了感染发生的风险。国内也有学者报道应用 Ilizarov 外固定架治疗儿童胫骨粉碎性骨折,虽然获得了确切的疗效,但同时也指出骨折复位困难仍需要切开复位辅助克氏针内固定,并且部分有角度的丢失,需要随时调整^[9]。目前国内外对高能量暴力损伤造成儿童粉碎性骨折的治疗相关研究仍较少,这可能是由于儿童骨骼弹性大,出现粉碎性骨折的概率本身较成人低,且儿童骨折具有愈合能力、塑形能力、成骨能力强,接受功能复位及骨感染发生率较低等^[10]。

儿童下肢粉碎性骨折在治疗过程中,由于切开复位造成肌肉软组织分离,骨膜的剥离使得骨块更加容易移位、游离。因此在骨折实际复位过程,单纯应用钢板或外固定架未必能达到理想的复位效果。本组应用丝线编织成型辅助复位,使游离的骨块、不能够接触的骨折端尽可能贴紧,从而获得较满意的复位效果,且由于编织后增加骨折端的接触面积,通过长期观察缩短了骨折再塑性的时间。目前丝线编织或捆扎技术在成人创伤中有应用^[1],主要集中在粉碎性锁骨骨折、髌骨骨折中^[11]。对于粉碎性骨折中游离骨折块的处理是技术难点,国内有学者研究指出游离骨折

块移位距离会影响骨折的愈合,移位距离越大,对骨折愈合产生的影响越明显,当游离骨折块移位距离达到其骨干直径的 $2/5$ 以上时,骨折将发生愈合障碍^[12]。因此采用丝线捆绑游离皮质骨折块包裹松质骨植骨修复节段性骨缺损也取得了一定的效果^[13]。国内也有学者将游离骨折块钻孔、松质骨孔内插秧式植骨和周围植骨,以钢丝或缝线固定或钢板下挤压固定,观察发现该方法可以加快爬行替代愈合速度和改善骨折端的力学性能^[14]。

有学者将开放性骨折中的游离骨折块经过一期清创后包埋于周围组织,骨缺损处用抗菌药物骨水泥占位,二期取出游离骨折块回植入原缺损处,结合钢板加压锁定达到最终治疗的目的,该技术最大程度地保留了游离骨的生物学特性,并减少了骨感染的概率^[15]。

3.1 关于该技术的一些体会

考虑到骨折愈合需要髓内骨膜外成骨,手术尽可能缩小切口,避免大面积剥离骨膜,避免横行切断骨膜,骨折块较长的螺旋骨折可间距稍大些钻孔,游离骨折块较大时钻孔后原位安放,长度小于 2 cm 的较小骨折块可先摘除最后堵塞骨缺损处。术中操作应该注意软组织的保护,尤其是外侧切口操作时避免内侧软组织的完全剥离,撬拨复位时尽量保持骨折块软组织相连防止骨折块血运丢失,保持游离骨的生物学活性,电钻钻孔尽量从外骨皮质穿透入骨髓腔,相邻骨块钻孔相距 2~3 mm,选用 1.5~2.0 mm 克氏针,克氏针方向相向,有利于在骨折线上穿丝线打结。利用带针缝线从骨折线两边穿进穿出可节省操作时间。在编织材料方面上选用 7 号快薇乔丝线比可吸收线更可靠,防止缝线早期吸收,骨折复位丢失。

3.2 该技术的优缺点

丝线编织成型结合钢板治疗粉碎性长骨骨折,该技术的缺点是切口长,创伤大,骨膜剥离范围仍较大,增加了骨坏死、骨折不愈合的风险,而该技术结合外固定架应用于开放性骨折,软组织的切开可能增加骨感染的机会。该技术的优点是恢复了患肢肢体长度,骨折断端的形态,矫正了肢体的良好力线,达到解剖复位的要求,防止游离骨块吸收或异位骨化,避免了骨缺损导致的肢体短缩、二期矫形等问题。相较于单纯克氏针内固定,移位的骨折块可能很难通过克氏针内固定牢靠,而对比目前固定小骨块用的骨片钉,后者要求一次性穿透固定骨块,对技术的要求高,且不适用于有多条骨折线的粉碎性骨折。

3.3 该技术的手术适应证

本组病例在选取方面已经排除了可微创治疗的病例,因此该手术技术的适应症较窄,根据本组病例

的诊治经验,笔者总结该技术的手术适应证如下:(1)长骨干粉碎性骨折,AO分型为C型,含游离骨折块;(2)骨干髓腔塌陷,结构形态异常,复位不能维持管状结构或存在复位困难而选择切开复位;(3)合并严重皮肤、肌肉软组织挫伤,开放性骨折 Gustilo 分型为 I 或 II 型,经一期清创可转为闭合性骨折。

笔者在治疗儿童下肢长骨干粉碎性骨折中并非刻意选择该技术,而是术前预估常规操作如闭合复位、弹性髓内针技术难以完成手术。因此在实际临床工作中仍需慎重选择,尽管本组 8 例患儿预后较好,未发生骨折不愈合、骨感染、断板断钉、再骨折等严重并发症,但毕竟资料局限,缺乏大宗病例支持,缺乏对比研究,也缺乏远期随访。本研究的缺点是病例数较少,且临床较少见,无法与常规手术进行比较分析。

因此,针对高能量损伤致儿童下肢复杂骨折的治疗,在常规弹性髓内针治疗可能达不到预期时,本研究提供了一种解决策略,从短期看丝线编织成型结合内外固定技术治疗儿童下肢长骨干粉碎性骨折临床效果满意,远期预后需进一步随访观察。

参考文献

[1] 台明初,刘焕友,马跃文. 编织固定在粉碎性骨折中的应用[J]. 中国骨伤,2001,14(5):269.

[2] BATTISTON B,SANTORO D,BAIDO R L,et al. Treatment of acute bone defects in severe lower limb Trauma[J]. Injury,2019,50 Suppl 5:S40-45.

[3] GHOSH P K,RAY D,ADAK S,et al. Comparison of results of conservative and operative (interlocking nail) treatment of closed isolated diaphyseal tibial fracture in adult[J]. IOSR J Dent Med Sci,2015,14(10):61-75.

[4] 邵景范,张洪毅. 弹性髓内针在治疗小儿长骨骨折中的应用[J]. 中华实用儿科临床杂志,2015,30(23):1761-1765.

[5] 文少华,李明. 钛制弹性髓内钉固定治疗儿童胫腓骨骨折疗效观察[J]. 重庆医学,2014,43(35),

4755-4756,4759.

- [6] 徐璐杰,朱建. 儿童长骨骨折弹性髓内针治疗后骨延迟愈合及不愈合[J]. 中华小儿外科杂志,2012,33(1):38-41.
- [7] 尤海峰,吕学敏,朱振华,等. 儿童长骨骨折不愈合原因分析与治疗[J]. 中华小儿外科杂志,2010,31(3):183-186.
- [8] EL-ALFY B,ALI A M,FAWZY S I. Comminuted long bone fractures in children. Could combined fixation improve the results? [J]. J Pediatr Orthop B,2016,25(5):478-483.
- [9] 甄允方,王晓东. Ilizarov 外固定架在儿童胫骨粉碎性骨折治疗中的应用[J]. 中华小儿外科杂志,2012,33(12):936-938.
- [10] TRIONFO A,CAVANAUGH P K,HERMAN M J. Pediatric open fractures[J]. Orthop Clin North Am,2016,47(3):565-578.
- [11] CHEN C H,HUANG H Y,WU T,et al. Transosseous suturing of patellar fractures with braided polyester-A prospective cohort with a matched historical control study [J]. Injury,2013,44(10):1309-1313.
- [12] 刘云鹏,姜俊杰,孙涛,等. 游离骨折块移位距离对骨折愈合影响的实验研究[J]. 中华创伤杂志,2010,26(10):923-929.
- [13] 张辉,许亚军,陈政,等. 线捆绑游离皮质骨块包裹松质骨植骨治疗胫骨节段性骨缺损疗效[J]. 中国现代医学杂志,2017,27(8):109-113.
- [14] 殷渠东,顾三军,徐可林,等. 两种方法治疗股骨干骨折合并较大游离骨块的效果比较[J]. 中国临床解剖学杂志,2017,35(1):98-101,105.
- [15] RATHORE S,REDDY I V,ASHWIN KUMAR A H. A novel technique for reimplanting extruded bone fragments in open fractures[J]. Trauma Case Rep,2016,4:5-11.

(收稿日期:2020-03-12 修回日期:2020-05-09)