

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.24.003
文章编号: 1005-8982 (2024) 24-0016-05

骨折专题·论著

三维CT引导下切开复位内固定治疗青少年移位的 Salter-Harris II型旋前-外翻外旋型 胫骨远端骨骺骨折的效果分析*

吴波, 刘志祥, 顾宝荣

(南通市第三人民医院 骨科, 江苏 南通 226006)

摘要: **目的** 探讨三维CT引导下切开复位内固定(ORIF)治疗青少年移位的Salter-Harris II型旋前-外翻外旋型胫骨远端骨骺骨折的效果。**方法** 前瞻性分析2020年1月—2023年7月南通市第三人民医院收治的108例青少年移位的Salter-Harris II型旋前-外翻外旋型胫骨远端骨骺骨折患者,按随机数字表法分为观察组和对照组,每组54例。对照组采取常规ORIF治疗,观察组采取三维CT引导下ORIF治疗,对比两组手术效果。**结果** 观察组与对照组术前视觉模拟评分(VAS)比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。观察组手术时间、住院时间和骨折愈合时间均短于对照组($P<0.05$),术中出血量和术后1个月VAS评分低于对照组($P<0.05$)。观察组骨折愈合效果优于对照组($P<0.05$)。观察组出院当天与出院后6个月踝-后足评分系统评分的下降程度大于对照组($P<0.05$)。观察组并发症发生率低于对照组($P<0.05$)。**结论** 青少年移位的Salter-Harris II型旋前-外翻外旋型胫骨远端骨骺骨折患者采取三维CT引导下ORIF治疗,可显著提高踝关节功能,减轻患者疼痛程度,降低并发症发生率,值得推广。

关键词: 胫骨远端骨骺骨折; Salter-Harris II型旋前-外翻外旋型; 三维CT引导; 切开复位内固定; 青少年; 移位

中图分类号: R726.8

文献标识码: A

Effect of three-dimensional CT-guided open reduction and internal fixation in the treatment of displaced Salter-Harris II pronation-eversion-external rotation distal tibial epiphyseal fractures in adolescents*

Wu Bo, Liu Zhi-xiang, Gu Bao-rong

(Department of Orthopedics, The Third People's Hospital of Nantong, Nantong, Jiangsu 226006, China)

Abstract: Objective To investigate the effect of three-dimensional CT-guided open reduction and internal fixation (ORIF) in the treatment of displaced Salter-Harris II pronation-eversion-external rotation distal tibial epiphyseal fractures in adolescents. **Methods** A prospective analysis was performed on 108 adolescents with displaced Salter-Harris II pronation-eversion-external rotation distal tibial epiphyseal fractures admitted to Nantong Third People's Hospital from January 2020 to July 2023. The patients were divided into the observation group and the control group by the random number table method, with 54 cases in each group. The control group received conventional ORIF treatment, and the observation group received three-dimensional CT-guided ORIF treatment. The surgical outcomes of the two groups were compared. **Results** There was no significant difference in preoperative

收稿日期: 2024-08-20

* 基金项目: 江苏省自然科学基金青年基金(No: BK20210291)

VAS scores between the observation group and the control group ($P > 0.05$). The operative duration, length of hospital stay and fracture healing time of the observation group were shorter than those of the control group ($P < 0.05$), while the intraoperative blood loss and VAS scores 1 month after the surgery in the observation group were lower than those in the control group ($P < 0.05$). The fracture healing outcomes of the observation group were better than those of the control group ($P < 0.05$). The decline in AOFAS scores 6 months after discharge, compared to the scores on the day of discharge, was greater in the observation group than in the control group ($P < 0.05$). The incidence of complications in the observation group was lower than that in the control group ($P < 0.05$).

Conclusions The use of three-dimensional CT-guided ORIF for adolescent patients with displaced Salter-Harris II pronation-eversion-external rotation distal tibial epiphyseal fractures can significantly improve ankle joint function, alleviate pain, and reduce the incidence of complications, making it a treatment worth promoting.

Keywords: distal tibial epiphyseal fracture; Salter-Harris II pronation-eversion-external rotation; three-dimensional CT-guided; open reduction and internal fixation; adolescent; displacement

旋前-外翻外旋型胫骨远端骨骺骨折为青少年常见骨折类型,通常由交通事故、跌落等损伤引起,以 Salter-Harris II 型骨骺骨折最常见,其发生率约占青少年胫骨远端骨折的 40%^[1-3]。据报道,在青少年胫骨纵向生长机制中,胫骨远端关节面(骨骺)的作用约占 50%^[4]。因此当各种因素引起胫骨远端骨骺损伤移位时,都可能会引起患者骨骺过早闭合,延误患侧胫骨的纵向生长,严重者甚至会影响到行走,导致畸形^[5]。故治疗上应以保护骨骺及骨折复位为主。现阶段,手术是治疗该病的常见方法,传统切开复位内固定(open reduction and internal fixation, ORIF)可较好地恢复骨折部位正常解剖关系,恢复关节功能和肌肉力量,达到控制骨折部位稳定性,加快骨折愈合的目的^[6]。但该手术缺点是需切开皮肤和较多软组织,手术创伤较大,易引起术后患肢疼痛、肿胀。在这种背景下,一些技术应运而生,如三维 CT 扫描技术是一种先进的医学影像技术,具有极高的精确度和清晰度,能够为医生提供更详尽和直观的骨折信息,帮助医生更准确地判断骨折的类型、程度和范围,从而制订更科学合理的治疗方案。三维 CT 引导下 ORIF 治疗,对病变部位显示更加清楚,可以更好地实现个性化治疗,临床医生可根据患者的具体情况和骨折特点,设计个性化的手术方案,选择适合的内固定材料和技术,从而提高手术成功率,获得满意的术后效果。本研究分析三维 CT 引导下 ORIF 术对青少年移位的 Salter-Harris II 型旋前-外翻外旋型胫骨远端骨骺骨折的效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 病例资料

前瞻性分析 2020 年 1 月—2023 年 7 月南通市第三人民医院收治的 108 例青少年移位的 Salter-Harris II 型旋前-外翻外旋型胫骨远端骨骺骨折患者。按随机数字表法分为观察组和对照组,每组 54 例。对照组采取常规 ORIF 治疗,观察组采取三维 CT 引导下 ORIF 治疗。观察组与对照组患者性别构成、年龄、骨折原因构成和受伤至手术时间比较,经 χ^2/t 检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$) (见表 1),具有可比性。本研究经医院医学伦理委员会批准,所有患者知晓本研究,并签署知情同意书。

表 1 两组患者临床资料比较 ($n=54$)

组别	男/女/ 例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	骨折原因 例(%)			受伤至手术 时间/(d, $\bar{x} \pm s$)
			高处 坠落	运动 损伤	交通 事故	
观察组	29/25	13.72 ± 0.74	21	16	17	3.75 ± 0.79
对照组	27/27	13.95 ± 0.76	19	17	18	3.85 ± 0.84
χ^2/t 值	0.148	1.593		0.330		0.637
P 值	0.700	0.114		0.741		0.525

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①符合《儿童胫骨远端骨骺骨折的诊断与治疗》^[7]中胫骨远端骨骺骨折的诊断标准,并经 CT 检查确诊;②青少年年龄 11 ~ 18 岁,胫骨骨折类型为 Salter-Harris II 型旋前-外翻外旋型;③骨折部位无明显污染伤口。

1.2.2 排除标准 ①病理骨折或合并其他肢体骨折;②患有影响骨愈合的其他潜在疾病;③存在其他部位或器官的严重损伤;④有慢性疾病而无法耐

受手术;⑤伴有其他损伤需同时治疗;⑥骨折前存在患侧踝关节畸形或功能障碍;⑦合并内分泌及免疫系统等疾病,严重影响肢体发育。

1.3 方法

两组患者术前均完成X射线检查(包括双侧踝关节正侧位及斜位片)。明确骨折类型后,所有患者行消肿、镇痛、制动等对症治疗,待肿胀消除后,择期手术。消毒后行腰硬联合麻醉,指导患者取平卧位,取适当的姿势使骨折部位充分暴露,将三维CT扫描设备移动到手术台附近,确保扫描范围涵盖骨折部位,启动三维CT扫描,获取骨折部位的立体图像。

观察组采取三维CT引导下ORIF治疗,选取切开复位后空心螺钉内固定,在三维CT引导下,复位胫骨远端骨折端,满意后空心钉导针平行断板线固定,C型臂透视下固定满意后,测量导针进入深度,沿导针纵向切口,顺导针拧入合适长度的螺钉,三维CT引导下,见骨折端复位满意、内固定空心螺钉位置、长度等合适,取出导针,冲洗包扎切口。

对照组采取常规ORIF治疗,选取切开复位后空心螺钉内固定,在C型臂透视下,复位胫骨远端骨折端,满意后空心钉导针平行断板线固定,C型臂透视下固定满意后,测量导针进入深度,沿导针纵向切口,顺导针拧入合适长度的螺钉,C型臂透视下,见骨折端复位满意、内固定空心螺钉位置、长度等合适,取出导针,冲洗包扎切口。

术后住院期间观察患肢肿胀程度、足趾感觉、活动等情况,定期换药,待切口无明显渗出、肿胀消退后出院;出院后定期门诊更换敷料,观察针尾渗出情况。且告知患者术后第3、7和14天分别进行复诊,以评估伤口情况、疼痛程度和功能恢复情况。随访在术后1、3和6个月进行,通过X射线检查评估骨折愈合情况,以及内固定螺钉的位置和状态。手术者进行严格的术前培训,确保每位参与手术的医生都熟悉手术流程和操作要点;且在手术过程中进行实时监控,由经验丰富的高年资医师对年轻或经验较少的手术者进行现场指导和监督,确保手术操作的准确性和规范性。

1.4 观察指标

1.4.1 临床相关指标 包括手术时间、术中出血量、住院时间、骨折愈合时间、术后1个月疼痛程度。

骨折愈合时间:每2个月电话随访,告知患者上门复诊,观察其骨折愈合状况;选取视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)^[8]评估疼痛,0~10分表示从无痛到剧痛。

1.4.2 骨折愈合效果 出院后6个月,患者复查X射线检查,并结合骨折愈合状况^[9]分为优、良、可、差。优:骨折愈合且关节活动正常,患肢旋转 $\leq 5^\circ$,患肢缩短 ≤ 5 mm;良:骨折愈合良好且关节活动正常,患肢缩短 ≤ 10 mm或旋转 $\leq 10^\circ$;可:骨折愈合一般,关节活动受限,患肢缩短在11~20 mm;差:骨折延迟、不愈合未达到上述标准。

1.4.3 踝关节功能 于出院当天、出院后3个月选取踝-后足评分系统(American orthopaedic foot & ankle society, AOFAS)^[10]进行评估,包含后足活动、最大步行距离、反常步态等项目,满分100分,得分越高说明患者踝关节功能越好。

1.4.4 并发症 术后3个月,统计患者并发症情况,包括深静脉血栓、畸形愈合、骨髓炎。

1.5 统计学方法

数据分析采用SPSS 24.0统计软件。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 t 检验;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验;等级资料以等级表示,比较用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床指标比较

观察组与对照组术前VAS评分比较,经 t 检验,差异无统计学意义($P > 0.05$);观察组与对照组手术时间、术中出血量、住院时间、骨折愈合时间和术后1个月VAS评分比较,经 t 检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$),观察组手术时间、住院时间和骨折愈合时间均短于对照组,术中出血量和术后1个月VAS评分低于对照组。见表2。

2.2 两组骨折愈合效果比较

观察组与对照组骨折愈合效果比较,经秩和检验,差异有统计学意义($Z = 2.083, P = 0.037$);观察组骨折愈合效果优于对照组。见表3。

2.3 两组踝关节功能的变化

观察组、对照组AOFAS评分出院当天与出院后6个月的差值分别为 (-16.23 ± 3.41) 和 $(-13.24 \pm$

表 2 两组临床指标比较 ($n=54, \bar{x} \pm s$)

组别	手术时间/min	术中出血量/mL	住院时间/周	骨折愈合时间/周	VAS 评分	
					术前	术后 1 个月
观察组	63.26 ± 3.41	103.52 ± 6.95	7.59 ± 1.04	11.41 ± 2.52	6.56 ± 1.41	2.36 ± 0.41
对照组	85.96 ± 4.18	121.63 ± 8.19	9.52 ± 1.29	16.74 ± 3.06	6.84 ± 1.69	3.96 ± 0.47
<i>t</i> 值	30.922	12.389	8.559	9.881	0.935	18.851
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.352	0.000

表 3 两组骨折愈合效果比较 [$n=54$, 例(%)]

组别	优	良	可	差
观察组	30(55.56)	17(31.48)	5(9.26)	2(3.70)
对照组	20(37.04)	18(33.33)	13(24.07)	3(24.07)

3.24), 经 *t* 检验, 差异有统计学意义 ($t=4.671, P=0.000$); 观察组出院当天与出院后 6 个月 AOFAS 评分的下降程度大于对照组。

2.4 两组并发症发生情况

观察组与对照组并发症总发生率比较, 经 χ^2 检验, 差异有统计学意义 ($\chi^2=4.960, P=0.026$); 观察组并发症总发生率低于对照组。见表 4。

表 4 两组并发症发生率的比较 [$n=54$, 例(%)]

组别	深静脉血栓	骨髓炎	畸形愈合	发生率
观察组	1(1.85)	0(0.00)	1(1.85)	2(3.70)
对照组	3(5.56)	2(3.70)	4(7.41)	9(16.67)

3 讨论

儿童时期, 胫骨远端骺板每年可使胫骨生长 3 ~ 5 mm, 占下肢每年总发育长度的 15% ~ 25%^[11-14]。骺板损伤极其影响患者肢体功能及生命健康, 因此选取一种有效的治疗方案, 对提高患者生活质量尤为重要。现阶段, 临床治疗该病的方法有很多种, 如传统的闭合复位石膏外固定术、闭合复位钢板等。李兵等^[15]研究指出, 手法闭合复位石膏外固定术是一种非手术治疗手段, 虽简单易行, 但骨折部位无法长期维持复位状态, 出现移位后可导致骨关节畸形。邬玉林等^[16]研究指出, 传统切开复位钢板内固定术主要通过切开患者骨折处的皮肤和组织, 使用钢板直接固定, 以保持骨折端的复位, 但该手术方法切口较大、恢复时间长, 极易加重局部皮肤和软组织损伤等, 不利于患者康复。因此, 需选择更加符合青少年移位的 Salter-Harris II 型旋前-外

翻外旋型胫骨远端骨骺骨折复位原理的手术进行固定, 以促进患者健康成长。

本研究中对照组、观察组分别采取 ORIF 治疗、三维 CT 引导下 ORIF 治疗, 结果显示, 观察组骨折愈合效果、AOFAS 评分均较对照组高, 说明采取三维 CT 引导下 ORIF 治疗可显著提高患者踝关节功能, 骨折愈合效果满意。三维 CT 引导下 ORIF 术利用高分辨率的 CT 图像引导手术, 使操作者能在准确的空间定位下进行骨折复位和固定, 从而减少手术时间和出血量, 提高骨折复位的准确性和稳定性, 减少手术中的误差, 更有助于促进骨折愈合, 恢复正常的骨骼结构, 提高骨折复位的准确性和稳定性^[17-19]。通过三维 CT 辅助, 医生可以准确地将螺钉、钢板等内固定器械放置在最佳位置, 从而提供稳定的骨折固定, 为骨折愈合提供了良好的生物力学条件, 有助于骨折端的稳定对位和愈合。本研究中, 观察组手术时间、住院时间、骨折愈合时间均短于对照组, 术中出血量、术后 1 个月 VAS 评分均低于对照组, 说明该手术方法可显著减轻患者疼痛程度, 减少术中出血量, 缩短住院病程, 加速骨折愈合。内固定物可提供稳定固定, 有效保护骨折断端, 促进骨折愈合, 加快患者康复。通过三维 CT 技术提供的详细骨骼图像, 手术者能更加准确地定位骨折的位置, 有助于实现精确复位, 从而减少骨折端的不稳定性和摩擦, 减轻患者疼痛^[20-21]。三维 CT 的精确引导, 使外科医生能够获得更为清晰和详细的骨折部位图像, 从而在手术过程中实现更为精准的切开复位, 这种高精度的影像学支持, 使医生能够准确判断骨折线的位置、形态及骨碎片的分布情况, 从而制订更合理的手术方案。其次, 内固定手术能够有效地稳定骨折部位, 促进骨折愈合, 且在三维 CT 的辅助下进行手术, 可选择合适的内固定材料和方法, 最大限度地减少对周围软组织的损伤, 同时确保骨折部位在愈合过程中保持良好的对位对线, 这对于青

少年患者来说,不仅有助于缩短康复时间,还能显著降低术后并发症的发生率^[23]。

综上所述,青少年移位的 Salter-Harris II 型旋前-外翻外旋型胫骨远端骨骺骨折患者采取三维 CT 引导下 ORIF 治疗,可显著提高踝关节功能,减轻患者疼痛程度,降低并发症发生率,值得推广。但本研究存在一定局限性,如样本量相对较小,这可能会影响到研究结果的普遍性和统计学意义。其次,研究的随访时间较短,无法全面评估长期疗效和潜在的远期并发症。此外,由于三维 CT 引导下的 ORIF 治疗技术对设备和专业人员技术水平要求较高,这可能限制了其在资源有限的医疗机构中的普及和应用。因此,在推广这种治疗方法时,需要考虑到这些因素,并在未来的临床实践中进一步验证其安全性和有效性。

参 考 文 献 :

- [1] 张强,巫宗德,刘亮,等. 胫骨内侧、外侧解剖锁定钢板固定胫骨中下段外旋型螺旋骨折的有限元分析[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(36): 5750-5754.
- [2] 韩立建,杨超,白洪勇,等. 空心螺钉固定儿童胫骨远端骨骺骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31(6): 571-573.
- [3] 辜刘伟,刘冬雪,周霖,等. 青少年胫骨远端 Salter-Harris II 型骨骺骨折闭合与切开复位螺钉内固定的疗效分析[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2022, 19(3): 53-57.
- [4] 张德坤,樊雪,马斌,等. 超声诊断新生儿胫骨远端 Salter-Harris IV 型骨骺骨折 1 例[J]. 临床超声医学杂志, 2023, 25(9): 768.
- [5] 陈志达,李炳文,林崇杰,等. 撬拨复位内固定治疗儿童内踝 Salter-Harris III 型及 IV 型骨骺骨折的疗效评价[J]. 骨科, 2022, 13(6): 539-542.
- [6] 朱睿智,曲强,崔鹏飞,等. 关节置换与闭合复位内固定治疗合并骨质疏松不稳定型转子间骨折的对比[J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(12): 1869-1874.
- [7] 程富礼,张庆玉,景小博,等. 儿童胫骨远端骨骺骨折的诊断与治疗[C]//第十七届全国足踝外科学术会议. 宜昌:中华医学会骨科分会, 2014: 10.
- [8] ZHAO L, YU K N, TAN J L, et al. Severity of rhinosinusitis: comparison between visual analog scale given by patients and otorhinolaryngologists[J]. Am J Rhinol Allergy, 2020, 34(6): 734-741.
- [9] 张聪,王艺敏,陈漳鑫,等. 髌上入路经髓内钉内固定治疗 Gustilo III 型开放性胫骨远端骨折疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2023, 38(6): 639-642.
- [10] 闫天元,张国辉,李华. 关节镜下闭合复位经皮内固定对踝关节骨折术后 AOFAS 评分、骨代谢标志物及创伤反应的影响[J]. 河北医科大学学报, 2022, 43(5): 550-555.
- [11] 曹磊,吝娜,吴慧钊,等. 儿童胫骨下 1/3 螺旋骨折伴胫骨远端骨骺损伤特点分析[J]. 河北医科大学学报, 2021, 42(2): 227-230.
- [12] 陈小鹏,余昕,谭勇海,等. 接骨药丸联合闭合复位交叉克氏针内固定治疗儿童胫骨远端骨骺损伤 43 例[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2022, 30(1): 53-56.
- [13] 王明明,张中,孙建华,等. 胫骨远端骨折伴软组织损伤 3 种不同微创固定方式的有限元分析[J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(6): 879-885.
- [14] 姜宇,郭源,杨征,等. 两种切开复位内固定治疗青少年胫骨远端前外侧骨骺骨折的疗效比较[J]. 临床骨科杂志, 2021, 24(4): 584-587.
- [15] 李兵,施剑烽,尹刚. 切开复位克氏针固定与闭合复位石膏外固定治疗 Bennett 骨折疗效比较[J]. 创伤外科杂志, 2022, 24(6): 445-450.
- [16] 邹玉林,刘亮,周恩瑜,等. 微创经皮内固定接骨技术与切开复位钢板内固定术治疗 Pilon 骨折合并腓骨远端骨折的疗效观察[J]. 西部医学, 2022, 34(8): 1163-1167.
- [17] 陈晔,孙焕建,施凤超,等. 内外侧联合入路切开复位内固定术治疗合并载距突骨折脱位的跟骨骨折[J]. 中华骨科杂志, 2022, 42(3): 172-181.
- [18] 袁术鹏,张兴平,孙研,等. 外固定架与切开复位内固定治疗桡骨远端骨折 Meta 分析[J]. 中国骨伤, 2021, 34(5): 429-437.
- [19] 王明珠,刘祯庆,徐艳. 超声引导下收肌管阻滞与传统静脉给药对胫骨骨折切开复位内固定术后的镇痛效果比较[J]. 中国医药导报, 2022, 19(4): 111-114.
- [20] SANDERS E, FINLESS A, ADAMCZYK A, et al. Outcome after open reduction internal fixation of acetabular fractures in the elderly[J]. J Orthop Trauma, 2022, 36(3): 130-136.
- [21] 唐毓金,杨成亮,谷诚,等. 腹直肌外侧入路与髂腹股沟入路切开复位内固定治疗幼儿 Torode-Zieg IV 型骨盆骨折的疗效比较[J]. 中华创伤杂志, 2022, 38(1): 40-46.
- [22] DAVEY M S, DAVEY M G, HURLEY E T, et al. Tourniquet use during open reduction and internal fixation of ankle fractures - a systematic review and meta-analysis[J]. J Foot Ankle Surg, 2022, 61(5): 1103-1108.
- [23] 冯彦江,张锟,明晓锋,等. 平乐正骨手法在内侧柱移位 Sanders II、III 型跟骨骨折切开复位内固定术中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37(6): 656-659.
- [24] 明晓锋,王振,王社言,等. 俯卧位后内侧入路联合外侧入路切开复位内固定治疗后 Pilon 骨折疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37(8): 869-871.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 吴波,刘志祥,顾宝荣. 三维 CT 引导下切开复位内固定治疗青少年移位的 Salter-Harris II 型旋前-外翻外旋型胫骨远端骨骺骨折的效果分析[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(24): 16-20.

Cite this article as: WU B, LIU Z X, GU B R. Effect of three-dimensional CT-guided open reduction and internal fixation in the treatment of displaced Salter-Harris II pronation-eversion-external rotation distal tibial epiphyseal fractures in adolescents[J]. China Journal of Modern Medicine, 2024, 34(24): 16-20.