

桥接组合内固定系统与髓内钉治疗 Gustilo II 型、III 型胫骨干开放性骨折的疗效分析

胡鑫 卓乃强 王冠 鲜海 阳运康 葛建华 鲁晓波

【摘要】 目的 比较桥接组合内固定系统与髓内钉治疗 Gustilo II 型、III 型胫骨干开放性骨折的临床疗效。方法 回顾性分析 2015 年 8 月至 2020 年 5 月我院共收治的 16 例胫骨干开放性骨折病人的临床资料,根据手术方式分为髓内钉组(7 例)与桥接组(9 例)。记录两组手术时间、围手术期失血量等。观察病人膝关节、踝关节活动和骨折愈合情况。根据 Mazur 评分、美国特种外科医院(American Hospital for Special Surgery, HSS)膝关节评分、疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分评定临床疗效。结果 两组病人均顺利完成手术,桥接组围手术期失血量、手术时间优于髓内钉组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。两组术后 VAS、HSS、Mazur 评分、骨折愈合时间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。病人随访时间为(13.75±1.91)个月(12~18 个月),末次随访时,除髓内钉组 1 例病人出现可疑感染性骨不连外,其余病人均恢复行走功能。结论 两种治疗方式均有显著疗效。桥接组围手术期失血、手术时间更占优势。桥接组合内固定系统作为一种新兴的内固定方式,值得在临床上加以推荐,但仍需结合病人骨折的类型等众多因素进行综合评估,选择适合的治疗方法。

【关键词】 桥接组合内固定系统;髓内钉;开放性胫骨干骨折

开放性胫腓骨骨折占全身骨折的 9.72%~13.7%,是全身最常见的开放性骨折^[1]。对于开放性胫骨干骨折,临床上首先予以外支架固定,待皮肤软组织的修复重建、创面的彻底覆盖、感染控制后行二期内固定治疗。国际上对长骨干骨折内固定原则由早期重视骨折断端的解剖复位、坚强固定,发展到现在更加重视骨折固定生物学和生物力学上的平衡。交锁髓内钉因具有微创与中心固定的手术理念,术后骨折愈合率高,感染和内固定失效率低等特点被广泛应用。桥接组合内固定系统作为一种新兴的内固定方式,将其作为开放性骨折二期内固定的手术方式,已渐渐显现出其特有的优势。本文通过回顾性分析 2015 年 8 月至 2020 年 5 月我院收治的 16 例胫骨干开放性骨折病人的临床资料,对比髓内钉和桥接组合内固定系统治疗开放性胫骨干骨折二期的临床疗效,为临床上处理类似骨折提供参考。

资料与方法

一、纳入标准与排除标准

纳入标准:①损伤中合并开放性胫骨干骨折,且经细菌培养证实合并感染;②早期行外支架固定;③软组织重建已完成,感染指标正常;④Gustilo II 型及以上病人;⑤均为相同年资医师手术。排除标准:①骨缺损长度 > 30 mm 者;②小腿毁损伤者;③软组织重建未完成、感染未能控制者;④髌膝功能已丧失者;⑤无法完成随访,影响资料收集和疗效评价

的病人。

二、一般资料

本研究经我院伦理委员会审查批准,共纳入 16 例病人。根据手术方式的不同分为髓内钉组与桥接组,髓内钉组 7 例,男 3 例,女 4 例,年龄为(43.86±10.10)岁(30~56 岁)。致伤原因,摔倒 2 例,车祸伤 4 例,重物压伤 1 例;骨折按 AO 分型,42-B1 2 例,42-C1 1 例,42-C2 2 例,42-C3 2 例;按 Gustilo 分型,II 型 1 例,III A 型 1 例,III B 型 3 例,III 型 2 例;骨缺损长度 ≥ 20 mm 者 4 例。桥接组 9 例,男 5 例,女 4 例,年龄为(49.56±14.72)岁(26~67 岁)。致伤原因,摔倒 2 例,车祸伤 4 例,坠落伤 3 例;骨折按 AO 分型,42-B1 2 例,42-B2 1 例,42-B3 1 例,42-C1 1 例,42-C2 3 例,42-C3 1 例;按 Gustilo 分型,II 型 1 例,III A 型 2 例,III B 型 4 例,III C 型 2 例;骨缺损长度 ≥ 20 mm 者 5 例。两组病人年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、骨缺损长度等一般资料的差异无统计学意义(表 1)。

髓内钉组合并左侧桡骨远端骨折 1 例,颅脑损伤 1 例,右侧肱骨干骨折 1 例。桥接组合并左侧肱骨远端骨折 1 例,颅脑损伤 2 例,左侧股骨骨折 1 例,左侧跟骨骨折 1 例,左侧锁骨骨折 1 例。16 例病人均予以单边外固定支架固定。创面较大病人定期更换 VAC 负压吸引,根据药敏结果选择适当抗生素抗感染治疗,髓内钉组中 2 例病人行骨水泥覆盖外露骨,1 例行骨水泥串珠植入,桥接组中 3 例病人行骨水泥覆盖外露骨,2 例行骨水泥串珠植入。髓内钉组与桥接组各 1 例 Gustilo II 型病人一期缝合,髓内钉组中 3 例行皮瓣转位,3 例长期换药后行植皮术;桥接组中 6 例行皮瓣转位,2 例行植皮术。软组织重建后多次复查血常规、C 反应蛋白(CRP),待指标正常后拆除外支架,7 d 后待钉道愈合根据分组行二期内

固定。两组病人术前软组织已重建,感染已控制,以实验室检查白细胞计数、红细胞沉降率、CRP 正常,局部无发热、红肿、窦道或脓肿形成作为感染控制标准。对于骨缺损长度 ≥ 20 mm 的病人取自体髂骨植骨治疗。

三、手术方法

髓内钉组静吸复合全麻满意后,病人取仰卧位,常规消毒铺巾。于骨折断端处做一适当长度切口,骨刀分离骨折断端,骨膜剥离器撬拨骨折断端,刮匙刮除清理断端骨髓腔至渗血,复位钳夹骨折断端,克氏针临时固定。于膝正中偏内侧做一长约 5 cm 手术切口,依次切开皮下组织,于髌腱外侧钝性分离,达胫骨结节后上,开骨槽,依次扩髓后插入髓内钉,瞄准器辅助下螺钉锁定胫骨近端远端。检查骨折固定稳定后及“C”型臂 X 线机透视满意后,对于骨缺损长度 ≥ 20 mm 病人取自体髂骨植骨。冲洗缝合切口。

桥接组静吸复合全麻满意后,病人取仰卧位,常规消毒铺巾。定位骨折断端,依次切开皮肤及皮下组织,清理瘢痕组织,暴露骨折断端,刮匙刮除清理断端骨髓腔至渗血,复位骨折断端,复位钳临时固定,由小腿前外侧开口并向近端建立皮下隧道,置入桥接组合内固定系统,依次由近端向远端置入 7~9 枚锁定螺钉。对于骨缺损长度 ≥ 20 mm 病人取自体髂骨植骨。冲洗缝合切口。

四、观察指标及评价指标

二期内固定术后使用抗生素 3 d,之后改为口服,术后第 1 天给予低分子肝素钙预防下肢深静脉血栓形成。术后第 1 天抽血复查,纠正贫血、低蛋白血症等。术后第 3 天再次复查血。术后 24 h 后鼓励病人行患肢功能锻炼并辅以康复治疗。

术后第 1、3、6、12 个月门诊复查 X 线片,观察骨折愈合情况,内固定有无移位、断钉等。评估膝、踝关节活动功能、患肢行走、负重功能及其他并发症发生情况,根据美国特种外科医院(American Hospital for Special Surgery, HSS)膝关节评分、踝关节评分(Mazur)评价患肢功能。应用 Gross 方程^[2]通过病人红细胞压积变化计算总失血量,疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分及优良率评估病人临床疗效。

五、统计学方法

应用 SPSS 26.0 统计软件(IBM 公司,美国)进行统计分析。符合正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料以频数及百分比表示,组间比较采用卡方检验或 Fisher 精确检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

两组病人均顺利完成手术,住院期间均未出现术后感染。两组病人围手术期资料见表 2。髓内钉组的手术时间、围手术期失血量大于桥接组($P < 0.05$),两组术后住院时间的差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组病人术后早期均未发生感染、内固定松动等严重并发症。

16 例病人均获得随访,随访时间为(13.75 ± 1.91)个月。两组病人 HSS、Mazur、VAS 评分的差异无统计学意义($P > 0.05$,见表 3)。髓内钉组 1 例病人出现骨不连,考虑与感染复发有关。桥接组未出现骨折不愈合或延迟愈合者。髓内钉组优 4 例、良 2 例、差 1 例,优良率为 85.71%;桥接组优 5 例、良 3 例、差 1 例,优良率为 88.89%,两组的差异无统计学意义。

表 1 两组一般资料比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	外固定至内固定时间(d)	骨缺损长度(mm)
髓内钉组	7	43.86 \pm 10.10	22.17 \pm 1.34	61.86 \pm 19.87	17.00 \pm 3.47
桥接组	9	49.56 \pm 14.72	21.85 \pm 1.49	58.00 \pm 23.34	18.56 \pm 3.04
<i>t</i> 值	-	-0.874	1.869	0.349	-0.337
<i>P</i> 值	-	0.397	0.228	0.732	0.741

表 2 两组围手术期资料比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	围手术期失血量(mL)	手术时间(min)	术中失血量(mL)	住院时间(d)
髓内钉组	7	576.73 \pm 104.30	141.43 \pm 21.93	251.43 \pm 27.95	7.00 \pm 0.31
桥接组	9	335.61 \pm 88.68	107.78 \pm 15.02	210.00 \pm 25.00	6.55 \pm 0.29
<i>t</i> 值	-	4.895	3.648	3.079	1.032
<i>P</i> 值	-	<0.001	0.003	0.009	0.320

表 3 两组术后 HSS、Mazur、VAS 评分及骨折愈合时间比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	HSS(分)	VAS(分)	Mazur(分)	骨折愈合时间(月)
髓内钉组	7	80.86 \pm 11.57	4.14 \pm 1.57	91.00 \pm 1.45	6.13 \pm 0.23
桥接组	9	81.00 \pm 10.84	4.56 \pm 2.40	90.11 \pm 1.57	6.08 \pm 0.16
<i>t</i> 值	-	-0.025	-0.392	0.405	0.555
<i>P</i> 值	-	0.980	0.701	0.691	0.588



图1 病人,女,46岁,因车祸伤致右侧开放性胫腓骨骨折 a、b:术前X线片示右胫骨干、腓骨开放性骨折,断端移位明显;c、d:急诊行外支架固定术后骨折断端对位对线可;e、f:术后3个月复查X线片示内固定位置良好,断端无移位;g、h:术后12个月复查X线片示内固定位置可,骨折愈合良好;i、j:术后18个月取出内固定装置,骨折愈合良好;k、l:病人随访功能照,功能恢复可

($\chi^2=0.735, P=0.969$)。

讨 论

胫骨干开放性骨折二期内固定方式的选择一直是临床上的难题。当前普遍认为髓内钉是长骨干骨折治疗的金标准^[3]。因髓内钉能最大限度保护骨折断端的血供,中心固定原则更加符合人体长管状骨的生物力学,具有良好的力学承载性能及分担负荷的力学优势^[4],可有效降低骨折畸形愈合

和内固定失效率。桥接组合式内固定系统以棒的形式跨过骨折部位,可以对骨折端的血供予以有效的保护,连接块与螺钉可根据骨折情况实现更加个性化的桥接,可实现棒的应力分散,避免出现由于应力集中引起的断裂^[5],同时多维螺钉的置入能够有效地控制旋转和退钉。虽然髓内钉的中心固定可以控制骨折的轴向力线,不易断裂,实现早期功能锻炼,但其受髓腔大小的影响较大,对骨旋转的控制能力有限,且使用范围局限于离上下关节面5~8 cm的骨干部骨折。开

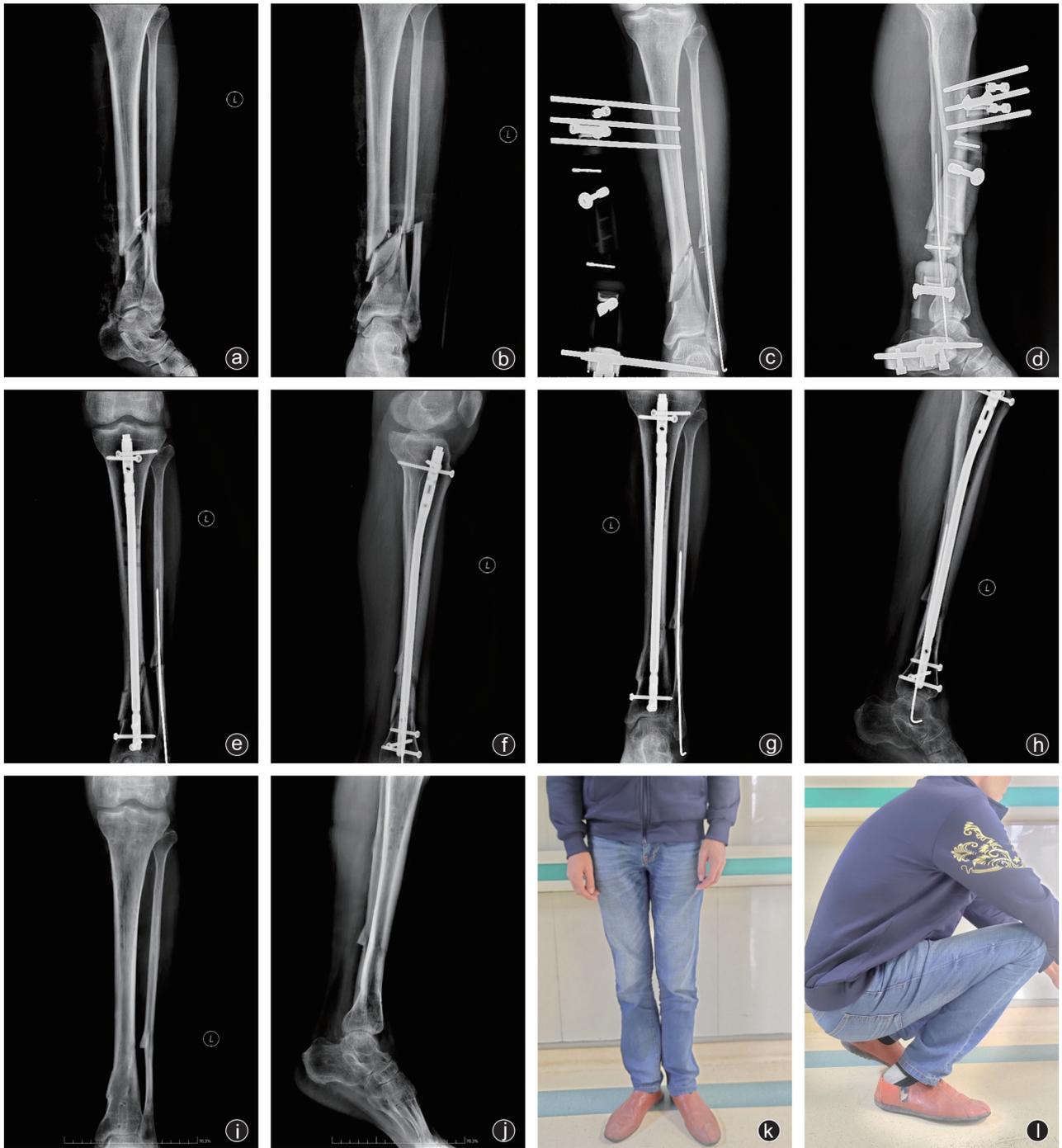


图2 病人,男,50岁,车祸伤致左侧开放性胫腓骨骨折 a,b:术前X线片示左侧胫腓骨干开放性骨折;c,d:急诊行外支架固定术后骨折断端对位对线可;e,f:术后3个月复查X线片示内固定位置良好,断端无移位;g,h:术后12个月复查X线片示内固定位置可,骨折愈合良好;i,j:术后16个月取出内固定装置,骨折愈合良好;k,l:病人随访功能照,功能恢复可

开放性胫骨骨折断端多粉碎且呈多段,已有文献报道髓内钉无法对胫骨多段骨折实现良好的固定效果^[6]。髓内钉的隐性失血造成髓内钉组病人围手术期出血量明显多于桥接组,这与髓内微血管损伤导致持续出血的相关性极大,既增加了病人的住院费用,也增加了病人出院后发生并发症的风险。更加微创、个性化,通过长度可调、固定方向可选择的桥接组合内固定系统可以很好克服上述问题。但桥接组合内固定系统的使用仍有一定局限性,即相对于髓内钉,它增加了内固

定本身在体内的容积和周围软组织受压的负担,滑块的切迹较高,边缘较锐利,在骨膜外插入时阻力大,容易导致软组织损伤^[7];其次偏心固定的方式不如髓内钉更加符合人体工程力学;较长的学习曲线和复杂的器械对手术医生水平要求较高,若认识不足,容易导致内固定失效。本研究桥接组手术时间短于髓内钉组,这与术者对桥接组合内固定系统较为熟悉相关。故而将桥接组合内固定系统作为开放性胫骨骨折二期内固定方式时仍需结合病人软组织创面及骨折情况,

术前作好完备的手术计划,明确置钉、置棒方案。

对于开放性胫骨干骨折病人,内固定的置入是感染复发的高危因素。尤其是软组织损伤较重的病人,后期即使经过创面修复及软组织重建后,复查指标提示无明显感染征象的条件下行二期内固定治疗,仍存在较高的感染风险^[8]。这不仅取决于伤口愈合情况及炎症指标水平,还与所使用内固定物类型相关^[9]。髓内钉作为一种中心固定方式,必将通过骨折断端与原外支架钉道,一旦出现感染复发,后期处理将更加棘手。有研究^[10]证明外支架固定超过两周的病人,二期内固定时感染率可达 23%。康风云等^[11]通过统计 126 例胫腓骨开放性骨折病人的临床资料,结果显示二期内固定术后感染率为 15.1%。可见与闭合性胫骨骨折相比,髓内钉作为开放性胫骨骨折二期内固定方式仍呈现较高的术后感染率。本次研究中仅髓内钉组出现 1 例可疑感染性骨不连(14%),考虑可能与充分有效的抗感染治疗等因素有关,但受到标本数量以及观察时间等因素的限制,结论尚存在一定的片面性和不准确性。而桥接组合式内固定系统理论上可降低感染的发生,因其传统意义上的外固定支架转换为内固定支架,同时具备外固定与内固定的优点,可保护断端血供,避开可疑感染区域,实现骨折固定,从而促进骨折愈合。也可在外固定过程中即行内固定治疗,通过外固定支架固定骨折断端,行微创操作,小切口放置该系统后再移除外固定支架^[12],避免了在等待钉道闭合期间石膏固定患肢带来的不适,同时降低了住院周期,理论上可降低感染率,但当前尚无大数据样本对该术后感染率进行分析,仍有待进一步实验论证。

约 20%~40% 的开放性胫骨干骨折伴有骨缺损,其中 60% 为 Gustilo III 型^[13]。胫骨骨折后的骨不连率约为 5%,高于其他骨折^[14]。经手术治疗的开放性胫骨干骨折的骨不连率为 5.3%~24%,高于闭合性胫骨干骨折^[15]。Keating 等^[16]研究发现对于长度大于 20 mm,或周径大于 50% 的长骨骨缺损需行植骨治疗。当前对于骨缺损的治疗方法包括自体松质骨移植、Ilizarov 牵张成骨和血管化骨移植等。而自体髂骨移植依然是金标准^[17]。本研究中,因纳入研究的病人骨缺损 ≤30 mm,故均采用自体髂骨植骨。而在内固定方式的选择上,Kuzyk 等^[18]通过动物实验认为有限的扩髓有助于胫骨干骨折伴骨缺损的治疗。因扩髓后骨内循环被破坏,骨髓阻塞了皮质间管,导致大部分皮质骨失去血液灌注,而骨膜血流量增加,促进骨膜形成新骨。文献认为临床上通常采用的开放植骨对周围软组织的损伤可能会损害扩髓带来的有益效果^[19]。但笔者认为开放植骨同样可实现肉眼下观察断端周围组织有无感染脓性组织,进一步保证手术疗效。

综上所述,桥接组合式内固定系统和交锁髓内钉内固定均是治疗开放性胫骨骨折二期内固定的较好术式,尤其是 Gustilo III 型骨折者,即使软组织重建成功后,创伤区域的组织大多已瘢痕化,存在低滴度感染的可能性极大,故而在内固定方式的选择上更需慎重。桥接组合内固定系统有其独特优势,在作为部分胫骨干开放性骨折二期内固定方式上值得在临床上推荐。但由于本研究样本基数较小,手术医生间

技术存在差异等相关因素可能会对实验结果造成影响,因此仍需进一步扩大病例数量研究。

参 考 文 献

- [1] Lee YS, Chen SH, Lin JC, et al. Surgical treatment of distal tibia fractures: a comparison of medial and lateral plating [J]. *Orthopaedics*, 2009, 32(3): 163.
- [2] Yue C, Kang P, Yang, et al. Topical application of tranexamic acid in primary total hip arthroplasty: a randomized double-blind controlled trial [J]. *J Arthroplasty*, 2014, 29(12): 2452-2456.
- [3] Whatling GM, Nokes LD. Literature review of current techniques for the insertion of distal screws into intramedullary locking nails [J]. *Injury*, 2006, 37(2): 109-119.
- [4] Ma CH, Tu YK, Yu SW, et al. Reverse LISS plates for unstable proximal femoral fractures [J]. *Injury*, 2010, 41(8): 827-833.
- [5] 谭远超, 闫虎, 周纪平, 等. 骨折愈合内固定技术的回归与分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2010, 18(22): 1934-1936.
- [6] Yoon RS, Gage MJ, Donegan DJ, et al. Intramedullary nailing and adjust permanent plate fixation in complex tibia fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 2015, 29(8): e277-e279.
- [7] 翁益平, 郁忠杰, 孙荣彬, 等. 桥接组合内固定系统治疗 Vancouver B1 和 C 型股骨假体周围骨折 [J]. *中国骨伤*, 2020, 33(4): 371-375.
- [8] 刘熹, 岑石强, 项舟, 等. 开放性胫骨骨折外支架二期更换为内固定的安全性研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2017, 31(6): 665-669.
- [9] Roussignol X, Sigonney G, Potage D, et al. Secondary nailing after external fixation for tibial shaft fracture: risk factors for union and infection. A 55 case series [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2015, 101(1): 89-92.
- [10] 陈文韬, 张世民. 外固定支架转换为内固定分期治疗下肢复杂骨折的研究进展 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2010, 12(6): 574-576.
- [11] 康风云, 刘红. 胫腓骨开放性骨折延迟内固定术后感染的影响因素分析 [J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2020, 12(4): 53-57.
- [12] 任义军, 严立, 胡锐, 等. 桥接组合式内固定系统治疗合并感染的股骨骨折 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2016, 18(11): 956-960.
- [13] Melvin JS, Dombroski DG, Torbert JT, et al. Open tibial shaft fractures: I. Evaluation and initial wound management [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2010, 18(1): 10-19.
- [14] Mills LA, Aitken SA, Simpson AHRW. The risk of non-union per fracture: current myths and revised figures from a population of over 4 million adults [J]. *Acta Orthop*, 2017, 88(4): 434-439.
- [15] Bell A, Templeman D, Weinlein JC. Nonunion of the femur and tibia: an update [J]. *Orthop Clin North Am*, 2016, 47(2): 365-375.
- [16] Keating JF, Simpson AH, Robinson CM. The management of fractures with bone loss [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2005, 87(2): 142-150.
- [17] Nauth A, McKee MD, Einhorn TA, et al. Managing bone defects [J]. *J Orthop Trauma*, 2011, 25(8): 462-466.
- [18] Kuzyk PR, Li R, Zdero R, et al. The effect of intramedullary reaming on a diaphyseal bone defect of the tibia [J]. *J Trauma*, 2011, 70(5): 1248-1256.
- [19] Oh JK, Bae JH, Oh CW, et al. Treatment of femoral and tibial diaphyseal nonunions using reamed intramedullary nailing without bone graft [J]. *Injury*, 2008, 39(8): 952-959.

(收稿日期: 2021-05-21)

(本文编辑: 龚哲妮)

引用格式

胡鑫, 卓乃强, 王冠, 等. 桥接组合内固定系统与髓内钉治疗 Gustilo II 型、III 型胫骨干开放性骨折的疗效分析 [J]. *骨科*, 2022, 13(1): 71-75. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2022.01.016.