

· 临床研究 ·

显微外科技术对 Gustilo III C 型胫腓骨开放性骨折患者的疗效与安全性研究

王炳, 朱诚, 王平, 吴子征

(上海复旦大学附属中山医院吴淞医院骨科, 上海 200940)

【摘要】 目的: 分析 Gustilo III C 型开放性骨折患者采用显微外科技术的疗效, 并观察其安全性。方法: 选择 2018 年 9 月至 2022 年 3 月医院收治的 64 例 Gustilo III C 型胫腓骨开放性骨折患者, 分为观察组与对照组, 各 32 例。观察组中男 24 例, 女 8 例; 年龄 29~42 (36.59±3.24) 岁; 胫骨缺损 2~5 (3.41±0.61) cm; 软组织缺损面积 34~76 (58.50±9.44) cm²; 采取显微外科技术治疗。对照组中男 25 例, 女 7 例; 年龄 27~44 (37.59±3.21) 岁; 胫骨缺损 2~6 (3.59±0.80) cm; 软组织缺损面积 36~78 (59.09±9.53) cm²; 采取常规分期手术治疗, I 期清创后予以石膏或支具辅助固定, II 期采用适当内固定治疗。比较两组 Anderson 评分、运动功能 Fugl-Meyer 评分、围术期相关指标、康复情况、随访结果、并发症发生情况。结果: 两组患者均获得随访, 时间 2.5~5.5 (3.15±1.11) 个月。观察组优 19 例, 良 12 例, 可 1 例, 差 0 例; 对照组优 11 例, 良 13 例, 可 6 例, 差 2 例; 两组比较差异有统计学意义 ($P<0.05$)。观察组手术时间 (4.39±0.69) h、住院时间 (30.22±4.58) d, 住院费用 (2.35±0.33) 万元, 低于对照组 [(5.01±0.75) h、(33.28±3.74) d、(3.02±0.52) 万元], P 均 <0.05 。观察组血运重建时间 (134.25±14.76) h、伤口愈合 (11.34±1.56) d、骨折愈合时间 (3.09±0.42) 个月, 均短于对照组 [(189.36±22.17) h、(13.22±2.03) d、(4.02±0.57) 个月], P 均 <0.05 。观察组术后 6 个月运动能力 (42.91±5.51) 分、感觉功能 (46.19±3.53) 分及 Fugl-Meyer 总分 (89.09±6.08) 分, 均高于对照组 (35.19±4.27)、(34.03±3.79)、(69.22±6.32) 分, $P<0.05$ 。观察组难愈创面 1 例、完全性神经损伤 3 例, 对照组分别为 8、10 例, 两组比较差异有统计学意义 ($P<0.05$)。结论: 显微外科技术可有效缩短 Gustilo III C 型开放性骨折患者伤口及骨折愈合时间, 提升患者肢体运动能力, 降低预后不良及并发症风险。

【关键词】 Gustilo III C 型开放性骨折; 显微外科技术; 肢体功能

中图分类号: R683.4

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20230382

Efficacy and safety of microsurgery in patients with Gustilo III C open fractures

WANG Bing, ZHU Cheng, WANG Ping, WU Zi-zheng (Department of Orthopaedics, Fudan University Affiliated Zhongshan Hospital Wusong Hospital, Shanghai 200940, China)

ABSTRACT Objective To analyze the clinical efficacy and safety of microsurgery in patients with Gustilo III C open fractures. **Methods** A total of 64 patients with Gustilo III C open fractures who were admitted to the hospital between September 2018 and March 2022 were included, and divided into the observation group and the control group, with 32 cases in each one. In the observation group, there were 24 males and 8 females, aged from 29 to 42 years with an average of (36.59±3.24) years. The tibial defect ranged from 2 to 5 cm with an average of (3.41±0.61) cm, and the soft tissue defect area ranged from 34 to 76 cm² with an average of (58.50±9.44) cm². This group received microsurgical treatment. In the control group, there were 25 males and 7 females, aged from 27 to 44 years with an average of (37.59±3.21) years. The tibial defect ranged from 2 to 6 cm with an average of (3.59±0.80) cm, and the soft tissue defect area ranged from 36 to 78 cm² with an average of (59.09±9.53) cm². This group received conventional staged surgery, with plaster or brace fixation after initial debridement and appropriate internal fixation at a later stage. The Anderson scores, motor ability Fugl-Meyer scale, perioperative indicators, rehabilitation outcomes, and complications were compared between the two groups. **Results** The patients were followed up for a duration from 2.5 to 5.5 months with an average of (3.15±1.11) months. In the observation group, 19 patients were rated as excellent, 12 patients as good, 1 patient as fair, and no patients as poor. In the control group, 11 patients were rated as excellent, 13 patients as

基金项目: 上海宝山区医学重点学(专)科及特色品牌建设项目(编号:BSZK-2023-Z04)

Fund program: Shanghai Baoshan District Medical Key Science (Specialty) and Characteristic Brand Construction Project (No. BSZK-2023-Z04)

通信作者: 朱诚 E-mail: decadentone@163.com

Corresponding author: ZHU Cheng E-mail: decadentone@163.com

good, 6 patients as fair, and 2 patients as poor. The difference in outcomes between the two groups was statistically significant ($P < 0.05$). The operation time, the hospitalization time, and the hospitalization cost in the observation group (4.39±0.69) h, (30.22±4.58) d, and (23,500±3,300) yuan, respectively were significantly lower than those in the control group (5.01±0.75) h, (33.28±3.74) d, and (30,200±5,200) yuan, respectively ($P < 0.05$). Revascularization time (134.25±14.76) h, wound healing time (11.34±1.56) d, and fracture healing time (3.09±0.42) months in the observation group were significantly shorter than those in the control group ($P < 0.05$) which were (189.36±22.17) h, (13.22±2.03) d and (4.02±0.57) months respectively. The motor ability (42.91±5.51) points, sensory function (46.19±3.53) points, and total Fugl-Meyer score (89.09±6.08) in the observation group were significantly higher than those in the control group ($P < 0.05$) which were (35.19±4.27), (34.03±3.79), (69.22±6.32) points respectively. In the observation group, there were 1 case of refractory wound and 3 cases of complete nerve injury, which were lower than those in the control group (8 cases and 10 cases, respectively, $P < 0.05$). The number of complications in the observation group was lower than that in the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** Microsurgical technique can effectively shorten the wound and fracture healing time in patients with Gustilo III C open fracture, improve limb movement ability, and reduce the risk of poor prognosis and complications.

KEYWORDS Gustilo III C open fracture; Microsurgical techniques; Limb function

胫腓骨开放性骨折是一种常见的高能量损伤类型,约占全身骨折的 13.7%,可导致患者运动能力受限并出现软组织、皮肤损伤,严重影响患者生活质量^[1]。Gustilo III C 型是胫腓骨开放性骨折常见类型,患者多伴有血管神经损伤、骨缺损,且术后肢体坏死、感染的风险较高^[2]。目前,临床针对 Gustilo III C 型开放性骨折通常采用清创术及内固定方式治疗,虽可有效改善患者临床症状,但需要分两期手术,且需患者软组织愈合良好、感染控制稳定的情况下方可进行内固定^[3]。此外,由于 Gustilo III C 型开放性骨折患者常伴有骨与软组织缺损,肢体循环差,需重建血液循环,常规手术血液循环重建效果一般,导致患者创面难以愈合,甚至使患者截肢^[4]。因此,临床仍需寻找更有效的治疗方案。显微外科技术是术者借助显微镜放大组织,不仅可看清术野内肉眼无法看清的微小组织,且更有立体感,对精细操作有积极作用。相关研究指出,显微外科能够帮助手指旋转撕脱离断伤断指患者修复手指周围的皮肤、肌腱、血管及神经,提升患者手指关节活动度^[5]。但关于显微外科技术用于 Gustilo III C 型开放性骨折患者治疗过程中是否能发挥有益作用尚未明确。鉴于此,本研究着重分析显微外科技术对 Gustilo III C 型胫腓骨开放性骨折患者肢体功能恢复的影响。现汇报如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:开放性骨折;经影像学检查确诊胫腓骨骨折;骨折类型符合 Gustilo III C 型^[6];年龄 > 18 岁;患者及家属自愿于知情书上签字。排除标准:妊娠期或哺乳期者;合并精神功能障碍;合并重要脏器功能障碍者;合并血液系统疾病者;既往有胫腓骨骨折者;合并恶性肿瘤者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2018 年 9 月至 2022 年 3 月收治的

64 例 Gustilo III C 型胫腓骨开放性骨折患者,根据手术方式不同分为观察组与对照组,各 32 例。观察组男 24 例,女 8 例;胫骨缺损 2~5 (3.41±0.61) cm;年龄 29~42 (36.59±3.24) 岁;软组织缺损面积 34~76 (58.50±9.44) cm²;采取显微外科技术治疗。对照组中男 25 例,女 7 例;胫骨缺损 2~6 (3.59±0.80) cm;年龄 27~44 (37.59±3.21) 岁;软组织缺损面积 36~78 (59.09±9.53) cm²;采取常规分期手术治疗。两组基线资料比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$),具有可比性,见表 1。本研究经医院伦理委员会审核批准(批号:伦理字 2018000106 号)。

表 1 两组 Gustilo III C 型开放性骨折患者术前基线资料比较

Tab.1 Comparison of baseline data between two groups of patients with gustilo III C open fractures before operation

组别	例数	性别/例		年龄($\bar{x}\pm s$) /岁	胫骨缺损 ($\bar{x}\pm s$)/cm	软组织缺损面积 ($\bar{x}\pm s$)/cm ²
		男	女			
观察组	32	24	8	36.59±3.24	3.41±0.61	58.50±9.44
对照组	32	25	7	37.59±3.21	3.59±0.80	59.09±9.53
检验值		$\chi^2=0.087$		$t=1.240$	$t=1.012$	$t=0.249$
P 值		0.768		0.220	0.315	0.804

注:观察组采用显微外科技术治疗,对照组采用 I 期清创术、II 期期内固定治疗。下同

1.3 治疗方法

1.3.1 对照组 I 期清创后予以石膏或支具辅助固定,II 期采用适当内固定治疗。(1) I 期清创术。仰卧位,全麻或硬膜外麻醉,术前使用大量稀释碘伏液及生理盐水冲洗。碘伏消毒后,常规铺巾,手术区域显露,清除创口异物、失活组织、创面污染,修剪挫伤皮缘。清理后,使用配有庆大霉素的生理盐水脉冲式冲洗枪反复冲洗开放式骨折端,创面放置负压吸引

装置(vacuum sealing drainage, VSD),缝合、植皮或局部皮瓣封闭创面。清除术后患肢予支具或石膏外固定。(2)Ⅱ期内固定。术后 10~14 d,局部皮肤软组织条件允许后,行内固定胫腓骨骨折,根据患者情况选择髓内针或钢板内固定。

1.3.2 观察组 彻底清除创面内异物及坏死组织,由浅入深,逐个标记需要修复的血管、神经,并过氧化氢溶液、生理盐水反复冲洗创面,使用克氏针固定骨折端,维持骨折对位对线。对于肢体血管损伤,可使用手术显微镜进行血管吻合修复,并同时神经断端的吻合,以恢复远端肢体的血液供应。如果发现血管缺失,则可以移植自体大隐静脉来修复。如果骨折端粉碎,需要清除小的游离骨折块,进行肢体缩短,骨缺损两端用摆锯修平,并进行血管修复。为了固定肢体,可以采取组合式外固定支架,待肢体成活后 1 个月后,安装外固定支架。在胫骨远端环上置入克氏针,分别采用 2 环 3 针经皮固定,并计划进行搬运骨上的置入克氏针,中间骨搬运环采用 2 针加半针固定。

1.3.3 术后处理 两组术后均给予抗生素、罂粟碱、低分子量肝素钙等药物治疗,术后随访 6 个月,每 2 个月复查 1 次,复查时行 CT 检查及拍摄患肢胫腓骨正、侧位 X 线片,观察恢复情况。

1.4 观察项目与方法

(1)手术优良率。按照 ANDERSON 等^[7]制定的 Anderson 评分标准评估患者术后 6 个月手术优良率:优,骨折愈合,关节屈或伸功能丧失<10%,旋转功能丧失<25%;良,骨折愈合,关节屈或伸功能丧失<20%,旋转功能丧失<50%;可,关节屈或伸功能丧失<30%,旋转功能丧失<50%;差,骨折不愈合或畸形愈合。(2)术后一般情况。记录并比较两组手术时间、住院时间及住院费用。(3)康复情况。并比较两组以下指标:①血运重建。包括观察骨折部位皮肤颜色、皮温度、肿胀程度,毛细血管反流判断血运重建情况,其中骨折部位皮肤红润、与健侧相同部位皮肤温度差 $\leq 3^{\circ}\text{C}$ 、皮纹存在轻微肿胀。按压后皮肤颜色苍白但解除压迫 1~2 s 后恢复红润视为血运恢复。②伤口愈合。观察伤口外观见伤口表面干燥,无红肿、淤青、开裂、炎性渗出等视为伤口愈合。③骨折愈合时间。即骨折部位无压痛、无纵向叩击痛,经 X 线片检查显示骨折线模糊,有连续性骨痂通过骨折线视为骨折愈合。(4)运动能力。分别于术前、术后 6 个月,使用运动功能评分量表(Fugl-Meyer)^[8]进行评价,包括运动功能评分、感觉功能评分,共 100 分,分数越高运动功能越好。(5)随访结果。随访 6 个月,记录难愈创面、骨不连、截肢、完全性神经损伤(神经

损伤导致运动、感觉、自主神经功能完全丧失)发生情况。(6)并发症。记录住院期间切口感染、关节僵硬、下肢静脉血栓等发生率。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析,手术、住院时间、住院费用、康复情况、术后运动能力等符合正态分布的定量资料,以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用成组设计定量资料 t 检验。临床疗效、随访结果、并发症为定性资料,用百分比(%)表示,采用 χ^2 检验;等级资料采取秩和检验。校验水准 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床疗效比较

两组患者均获得随访,时间 2.5~5.5 (3.15 \pm 1.11)个月。按照 Anderson 评分标准评估术后 6 个月手术优良率,观察组优 19 例,良 12 例,可 1 例,差 0 例;对照组优 11 例,良 13 例,可 6 例,差 2 例。两组比较差异有统计学意义($\chi^2=4.655, P=0.031$)。

2.2 术后一般情况比较

观察组手术、住院时间短,住院费用比对照组低($P<0.05$)。见表 2。

表 2 两组 Gustilo III C 型胫腓骨开放性骨折术后一般情况比较

Tab.2 Comparison of operation, hospitalization time and hospitalization expenses between two groups of patients with Gustilo III C open fractures

组别	例数	手术时间 ($\bar{x}\pm s$)/h	住院时间 ($\bar{x}\pm s$)/d	住院费用 ($\bar{x}\pm s$)/万元
观察组	32	4.39 \pm 0.69	30.22 \pm 4.58	2.35 \pm 0.33
对照组	32	5.01 \pm 0.75	33.28 \pm 3.74	3.02 \pm 0.52
t 值		3.442	2.932	6.155
P 值		0.001	0.005	<0.001

2.3 两组患者康复情况比较

观察组血运重建时间、伤口愈合时间、骨折愈合时间比对照组短($P<0.05$)。见表 3。

2.4 术后 Fugl-Meyer 评分比较

两组术前运动能力评分比较,差异无统计学意义($P>0.05$);两组术后 6 个月运动能力评分均比术前升高($P<0.05$);观察组术后 6 个月运动功能、感觉功能及总分比对照组高($P<0.05$)。见表 4。

2.5 两组术后并发症比较

观察组切口感染 1 例,关节僵硬 1 例;对照组切口感染 3 例,关节僵硬 6 例,下肢静脉血栓 1 例。观察组术后并发症例数低于对照组 ($\chi^2=6.564, P=$

表 3 两组 Gustilo III C 型胫腓骨开放性骨折患者康复情况
Tab.3 Rehabilitation of patients with Gustilo III C open fractures between two groups

组别	例数	血运重建时间 ($\bar{x}\pm s$)/h	伤口愈合时间 ($\bar{x}\pm s$)/d	骨折愈合时间 ($\bar{x}\pm s$)/月
观察组	32	134.25±14.76	11.34±1.56	3.09±0.42
对照组	32	189.36±22.17	13.22±2.03	4.02±0.57
<i>t</i> 值		11.705	4.148	7.430
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	<0.001

0.010)。

2.6 两组患者随访结果比较

观察组难愈创面 1 例,完全性神经损伤 3 例,骨不连 1 例,截肢 2 例;对照组难愈创面 8 例,完全性神经损伤 10 例,骨不连 4 例,截肢 5 例。观察组难愈创面、完全性神经损伤发生率低于对照组($\chi^2=4.655$ 、 4.730 , $P=0.026$ 、 0.030)。观察组骨不连、截肢发生率与对照组比较,差异无统计学意义($\chi^2=0.868$ 、 0.642 , $P=0.352$ 、 0.423)。

3 讨论

3.1 Gustilo III C 型开放性骨折的危害

Gustilo III C 型开放性骨折属于高能量伤,骨折一般呈粉碎性甚至存在骨缺损,骨折复位及固定相对困难^[9]。同时 Gustilo III C 型开放性骨折常合并大面积撕脱甚至组织缺损,可导致患者肢体血运障碍,严重者还可导致肢体远端血供丧失,造成组织坏死、愈合困难,使患者需截肢治疗^[10]。Gustilo III C 型开放性骨折多为青壮年,社会及家庭压力较大,保肢期望较大,对于手术要求较高^[11]。因此,临床需积极寻找可有效恢复 Gustilo III C 型开放性骨折患者肢体功能的治疗方案。

3.2 显微外科技术对 Gustilo III C 型开放性骨折患者手术优良率及康复时间的影响

目前临床对于主要采取清创术联合内固定治疗,通过 I 期清创术,清除创面污染及异物,切除坏死肌肉,修补断端,适当的骨折固定,并对断裂的刮

及组织进行修补吻合,最后使用 VSD 装置负压吸引炎性渗出。在 II 期时使用克氏针或钢板进行内固定,帮助患者恢复关节连续性。但 II 期行钢板内固定方式固定骨折端,不仅需广泛剥离骨膜,且需大范围暴露骨折端,易进一步破坏患者局部血运,影响患者预后。显微外科技术是利用显微镜进行微小手术操作的技术,能够帮助术者在术中更加精准地进行观察与操作,从而提升手术的成功率,改善患者预后,该技术被广泛应用于神经外科、眼科等外科领域,并取得较好成效^[12]。目前临床对于显微外科技术在 Gustilo III C 型开放性骨折患者术中应用效果研究较少。本研究中,观察组手术优良率比对照组高,且术后康复时间比对照组短,表明 Gustilo III C 型开放性骨折患者应用显微外科技术能够有效促进患者康复,提升临床疗效。分析其原因:由于 Gustilo III C 型开放性骨折患者软组织损毁严重,且伴有血管、神经损伤,可导致肢体缺血、缺氧,造成组织坏死,故尽早进行血运重建,对促进患者术后肢体功能恢复,有重要作用^[13]。常规 I 期清创术除清除创面污染及坏死组织外,同时还需修复主血管、肌腱及神经损伤。但血管、神经等组织较为细小,对术者观察能力及手术操作要求较高,部分血运重建效果一般,恢复时间较长,导致即便肢体存活,可能出现关节僵硬、愈合不良等情况,长期预后较差^[14]。而显微外科技术可利用显微镜放大创面组织,更好地观察血管、神经、肌腱等组织,方便进行手术操作,从而缩短手术时间,快速帮助患者重建患肢血液循环,为骨搬运创造有利条件,进而保证 Gustilo III C 型开放性骨折患者手术治疗效果,缩短康复周期^[15-16]。

3.3 显微外科技术对 Gustilo III C 型开放性骨折患者运动能力及血运的影响

本研究结果还显示,观察组运动能力评分比对照组高,且随访期间不良事件发生率比对照组低,表明 Gustilo III C 型开放性骨折患者应用显微外科技术可有效改善患者预后,提升运动能力。据相关研究指出,骨折伤后 4~6 h 是骨骼肌对缺血的耐受时间,

表 4 两组 Gustilo III C 型胫腓骨开放性骨折患者手术前后 Fugl-Meyer 评分比较

Tab.4 Comparison of postoperative exercise ability between two groups of patients with Gustilo III C open fractures

组别	例数	运动功能($\bar{x}\pm s$)/分		感觉功能($\bar{x}\pm s$)/分		总分($\bar{x}\pm s$)/分	
		术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月
观察组	32	15.34±3.94	42.91±5.51 ^a	18.81±4.17	46.19±3.53 ^a	34.16±5.79	89.09±6.08 ^a
对照组	32	16.56±3.36	35.19±4.27 ^a	19.91±4.46	34.03±3.79 ^a	36.47±5.40	69.22±6.32 ^a
<i>t</i> 值		1.332	6.265	1.013	13.275	1.653	12.820
<i>P</i> 值		0.188	<0.001	0.315	<0.001	0.103	<0.001

注:^a与同组术前比较, $P<0.05$

也被称为缺血安全性,但当缺血时间超过 6 h,即便患肢血液恢复正常,也会对患者神经、肌肉等软组织造成不可逆的损伤^[17-18]。部分血运重建不佳的患者可能出现缺血性痉挛、神经功能障碍,严重者甚至出现肢体坏死,需截肢治疗。传统手术是按照清创、探查、骨折复位固定,肌肉肌腱修复、血管神经修复的顺序进行,同时手术较为复杂,耗时较长,当患肢重建血运后,缺血时间已较长,从而导致截肢率上升^[19-20]。而显微外科技术虽未对手术顺序进行调整,但在显微镜下进行清创可能保证完全有效的清创,同时创造出更好的条件,利于组织修复。同时显微镜下能够更好地观察血管、神经等组织,在有效吻合的同时可避免误伤重要的血管及神经,提高手术成功率,改善患者预后^[21-22]。从手术安全性角度分析,观察组术后并发症发生率低于对照组,也进一步说明显微外科技术可使术者更加精细地完成手术操作,避免对周围组织的损伤,同时快速帮助患者恢复血液循环,避免因血流不畅造成的并发症。

综上所述,显微外科技术能够有效缩短 Gustilo III C 型开放性骨折患者伤口及骨折愈合时间,提升患者运动能力,降低预后不良及并发症风险,提升临床疗效。但本研究也存在一定局限,纳入样本量较少,显微外科技术在 Gustilo III C 型开放性骨折患者中的应用优势仍需要大量数据验证,相关机制需进一步探索研究。

利益冲突:不存在利益冲突。

参考文献

- [1] 俄尔曲布,余得水,孙广运,等.超前股神经-坐骨神经阻滞对胫腓骨骨折手术患者术后短期认知功能及镇痛的影响[J].西部医学,2023,35(2):266-271.
EERQUBU, YU D S, SUN G Y, et al. Effect of preemptive femoral nerve-sciatic nerve block on postoperative short-term cognitive function and analgesia in patients with tibiofibula fracture[J]. Med J West China, 2023, 35(2): 266-271. Chinese.
- [2] 高钰凌,周君琳,刘洋,等. I 期皮瓣移植、II 期胫骨骨膜瓣联合自体骨植骨治疗 Gustilo III B、III C 型小腿骨质与软组织缺损[J].中国骨与关节损伤杂志,2022,37(12):1266-1270.
GAO Y L, ZHOU J L, LIU Y, et al. First stage flap transplantation and second stage tibial periosteum flap combined with autologous bone grafting for bone-skin defects of lower leg with Gustilo type III B and III C injuries[J]. Chin J Bone Jt Inj, 2022, 37(12): 1266-1270. Chinese.
- [3] 贺杰,任洪峰,李欢乐,等.新型三维外固定架系统联合内固定治疗 Gustilo III 型胫腓骨开放性骨折的疗效分析[J].生物骨科材料与临床研究,2021,18(4):49-53.
HE J, REN H F, LI H L, et al. Efficacy analysis of a new three-dimensional external fixator system combined with internal fixation in the treatment of Gustilo III type open tibiofibular fractures[J]. Orthop Biomech Mater Clin Study, 2021, 18(4): 49-53. Chinese.
- [4] CHEN C Y, CHIU Y C, HSU C E. Reconstruction of Gustilo type III C tibial open fracture caused by shotgun injury using combination Masquelet technique and cross-leg pedicle flap[J]. Int J Surg Case Rep, 2020, 72: 391-396.
- [5] 张文龙.显微外科再植治疗手指旋转撕脱离断伤指患者的临床效果分析[J].中国药物与临床,2021,21(20):3423-3425.
ZHANG W L. Clinical effect analysis of microsurgical replantation in the treatment of patients with finger rotation tear and broken fingers[J]. Chin Remedies Clin, 2021, 21(20): 3423-3425. Chinese.
- [6] BURNS J C, DECOSTER R C, DUGAN A J, et al. Trends in the surgical management of lower extremity gustilo type III B/III C injuries[J]. Plast Reconstr Surg, 2020, 146(1): 183-189.
- [7] ANDERSON L D, SISK D, TOOMS R E, et al. Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna[J]. J Bone Joint Surg Am, 1975, 57(3): 287-297.
- [8] TAUCHI Y, KYOUGOKU M, TAKAHASHI K, et al. Dimensionality and item-difficulty hierarchy of the Fugl-Meyer assessment of the upper extremity among Japanese patients who have experienced stroke[J]. Top Stroke Rehabil, 2022, 29(8): 579-587.
- [9] 常树森,何春念,陈伟,等.旋股外侧动脉降支 Flow-through 皮瓣联合 MIPPO 于急诊胫腓骨 Gustilo III C 型骨折中的应用研究[J].中国临床解剖学杂志,2022,40(6):733-737.
CHANG S S, HE C N, CHEN W, et al. Application of descending branch of lateral circumflex femoral artery Flow-through flap combined with MIPPO in emergency treatment of Gustilo type III C fracture of tibiofibula[J]. Chin J Clin Anat, 2022, 40(6): 733-737. Chinese.
- [10] MCMAHON H A, STRANIX J T, LEE Z H, et al. Management of gustilo type III C injuries in the lower extremity[J]. Clin Plast Surg, 2021, 48(2): 267-276.
- [11] 郭二鹏,康万年,常德海,等.VSD 联合腓肠神经血管皮瓣修复术治疗小腿 Gustilo III 型骨折软组织缺损的临床疗效[J].西北国防医学杂志,2021,42(4):239-243.
GUO E P, KANG W N, CHANG D H, et al. Clinical effects of VSD combined with sural neurovascular flap prosthetics in repairing soft tissue defects of Gustilo type-III fractures[J]. Med J Natl Defending Forces Northwest China, 2021, 42(4): 239-243. Chinese.
- [12] 麻育源,刘喜文,杨开创,等.颈椎后纵韧带骨化合并硬脊膜骨化的影像学表现及颈椎前路显微手术治疗[J].浙江医学,2021,43(17):1870-1873,1877.
MA Y Y, LIU X W, YANG K C, et al. Cervical ossified posterior longitudinal ligament with dural ossification: imaging features and microsurgery through trans-anterior cervical approach[J]. Zhejiang Med J, 2021, 43(17): 1870-1873, 1877. Chinese.
- [13] 杨海东,陈奇鸣. I 期三维外固定架系统固定联合 II 期内固定治疗 Gustilo III 型胫腓骨开放性骨折的疗效及对功能恢复的影响[J].河北医学,2022,28(12):2058-2063.
YANG H D, CHEN Q M. Efficacy of stage I three-dimensional external fixator system combined with stage II internal fixation in the treatment of gustilo type III open tibiofibular fractures and the influence on functional recovery[J]. Hebei Med, 2022, 28(12): 2058-2063. Chinese.
- [14] HERRERA CASTAÑEDA E, PIÑEROS CASTILLO W A, PAREDES SOTO M P. Microsurgical technique for reconstruction of Hemi-uterus with non-communicating rudimentary uterine horns[J]. Colomb Med, 2022, 53(2): e5004855.
- [15] WAN Z, CAO H M, YANG B C, et al. An alternative surgical tech-

nique for varicoceles; a preliminary experience of the microsurgical spermatic (distal end) -inferior or superficial epigastric vein anastomosis in symptomatic varicoceles associated with perineal pain[J]. *Asian J Androl*, 2022, 24(6):624-627.

[16] KARMAKAR S, KAMATH D S G, SHETTY N J, et al. Treatment of multiple adjacent class I and class II gingival recessions by modified microsurgical tunnel technique and modified coronally advanced flap using connective tissue graft; a randomized mono-center clinical trial [J]. *J Int Soc Prev Community Dent*, 2022, 12(1): 38-48.

[17] 杨建涛, 郑灿镜, 秦本刚, 等. 左肱骨 Gustilo III C 型开放性骨折术后创面感染及肢体缺血显微外科治疗 1 例 [J]. *中华显微外科杂志*, 2021, 44(2):223-225.

YANG J T, ZHENG C B, QIN B G, et al. Limb salvage for Gustilo III C open fracture of left humerus with limb ischemia and wound infection by microsurgery: A case report [J]. *Chin J Microsurg*, 2021, 44(2):223-225. Chinese.

[18] WANG D, LIU Y, LV W R, et al. Repetitive brief ischemia accelerates tibial shaft fracture healing: a 5-years prospective preliminary clinical trial (PCT) [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1):631.

[19] AFLATOONI J, GEORGE A, GLADSTEIN A Z. Loss of reduction and malunion after cortical perforation during flexible nailing of an open Tibia fracture [J]. *Cureus*, 2022, 14(9):e28750.

[20] 任亚明, 黄晨, 刘达, 等. I 期外固定支架、抗生素骨水泥珠链置入联合负压封闭引流治疗 Gustilo III 型胫腓骨开放性骨折的临床效果 [J]. *中国医刊*, 2021, 56(9):987-989.

REN Y M, HUANG C, LIU D, et al. Treatment effects on Gustilo III open fracture of tibiofibula with early external fixation, antibiotic bone cement beads implantation combined with vacuum sealing drainage [J]. *Chin J Med*, 2021, 56(9):987-989. Chinese.

[21] DABROWSKI F, STOGOWSKI P, BIALEK J, et al. Video-based microsurgical education versus stationary basic microsurgical course: a noninferiority randomized controlled study [J]. *J Reconstr Microsurg*, 2022, 38(7):585-592.

[22] 李善庆, 胡锐, 安颖, 等. 显微外科技术结合 Ilizarov 技术治疗 Gustilo III C 型胫腓骨开放性骨折的疗效分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23(7):583-587.

LI S Q, HU R, AN Y, et al. Treatment of Gustilo III C open tibiofibular fractures by microsurgery combined with Ilizarov technique [J]. *Chin J Orthop Trauma*, 2021, 23(7):583-587. Chinese.

(收稿日期:2023-08-13 本文编辑:朱嘉)