

Ilizarov 与 Orthofix 外固定架骨搬移技术 治疗胫骨骨缺损的疗效对照

散军成, 罗文, 李继庆

解放军 477 医院骨科, 湖北 襄阳 441021

摘要: **目的** 对比 Ilizarov 环形外固定支架与 Orthofix 外固定架骨搬移术治疗胫骨骨缺损的临床疗效。**方法** 回顾性分析 2014 年 4 月至 2016 年 9 月收治的 72 例胫骨骨缺损患者的临床资料, 采用 Ilizarov 环形外固定法的 36 例为 A 组, 采用 Orthofix 外固定法的 36 例为 B 组。两组均随访至外固定架取出, 评价对比两组患者术中术后相关指标: 骨延长长度、愈合指数、再生骨比例、外固定指数(再生骨 1 cm 所需要时间)、愈合时间、延长期骨矿化时间, 带架时间以及术后并发症发生率。参照 Johner-Wruhs 法对患者胫骨恢复情况进行评定。**结果** A 组患者手术时间低于 B 组, 术中出血量多于 B 组, 差异有统计学意义($P < 0.01$)。但两组住院时间、随访时间对比差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组患者在愈合时间、骨延长长度、愈合指数、再生骨比例、外固定指数、延长期骨矿化时间、带架时间方面对比, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。A 组恢复优良率高于 B 组(83.33% vs 58.33%, $P < 0.05$)。两组患者并发症总发生率对比差异无统计学意义(72.22% vs 75.00%, $P > 0.05$), 其中 A 组骨折畸形愈合发生率低于 B 组($P < 0.05$), 足下垂发生率高于 B 组($P < 0.01$)。**结论** 采用 Ilizarov 环形外固定治疗胫骨骨缺损患者术后恢复疗效优于采用 Orthofix 外固定治疗, 术后骨偏移发生率较低, 但发生足下垂率较高。

关键词: 胫骨骨缺损; 骨搬移术; 外固定支架; Ilizarov 环形外固定; Orthofix 外固定; Johner-Wruhs 评价
中图分类号: R 682.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2018)09-1210-05

Comparative study of bone transport technique of Ilizarov and Orthofix external fixator in treatment of tibial bone defect

SAN Jun-cheng, LUO Wen, LI Ji-qing

Department of Orthopedics, the 477 Hospital of PLA, Xiangyang, Hubei, 441021, China

Abstract: Objective To compare the clinical effects of bone transport surgery with Ilizarov ring external fixator and Orthofix external fixator in the treatment of tibial bone defects. **Methods** Seventy-two patients with tibial bone defect from April 2014 to December 2016 were retrospectively studied and were divided into group A (Ilizarov ring external fixator, $n = 36$) and group B (Orthofix external fixator, $n = 36$). All patients were followed up to the extraction time of external fixator. Intra- and post-operative related parameters, length of bone lengthening, healing index, and external fixation index (the time needed for regenerating bone 1 cm), bone regeneration ratio bone healing time, bone mineralization duration, shelf-carrying time and postoperative complication rate were evaluated and compared between two groups. The tibial recovery situation was assessed by the Johner-Wruhs criteria. **Results** Compared with group B, the operation time decreased, and intraoperative blood loss increased in group A ($P < 0.05$). However, there were no significant differences in hospital stay, follow-up time, healing time, bone lengthening length, healing index, the ratio of bone regeneration, external fixation index, bone mineralization time and shelf-carrying time between two groups (all $P > 0.05$). The excellent recovery rate in group A was higher than that in group B (83.33% vs 58.33%, $P < 0.05$). There was no significant difference in total incidence rate of complication between two groups (72.22% vs 75.00%, $P > 0.05$), but the incidence of nail tract infection and fracture malunion was statistically lower ($P < 0.05$), and the incidence of foot drooping was statistically higher in group A compared with group B ($P < 0.01$). **Conclusion** The therapeutic effect of Ilizarov ring external fixation is better than that of Orthofix external fixation in the surgery treatment of tibial bone defect with lower incidence of post-operative bone transport and higher probability of foot drop.

Key words: Tibial bone defect; Bone transport surgery; External fixator; Ilizarov ring external fixator; Orthofix external

fixator; Johner-Wruhs criteria

胫骨骨折是骨科常见病症,开放性骨折手术治疗后常发生感染、骨不连均会导致骨缺损,若术中处理方法不妥、医师技术欠佳会导致病灶处血流不畅、难以形成骨痂等,加重病情,同时影响美观,给患者带来极大的痛苦^[1]。以往临床上采用局部大段游离骨移植或带血血管骨移植治疗骨缺损,虽取得一定的疗效,但造成一定的医源性自体损伤^[2],目前延长型外固定支架法在骨缺损治疗中常应用,主要包括 Ilizarov 环形外固定支架与 Orthofix 外固定支架。临床研究显示两种手术方式均能够有效治疗骨缺损^[3],本研究通过对本院收治的胫骨骨缺损患者进行 Orthofix 外固定与 Ilizarov 环形外固定治疗,探讨两种操作方法在临床中的治疗效果及差异。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2014 年 4 月至 2016 年 9 月来本院就诊的 72 例胫骨骨缺损患者的临床资料。采用 Ilizarov 环形外固定的 36 例为 A 组,采用 Orthofix 外固定的 36 例为 B 组。纳入标准:(1)经过影像学、体格检查诊断为胫骨缺损;(2)具有保肢手术适应证;(3)术前均知情同意,并签署知情同意书。排除标准:(1)影像学资料缺失;(2)腿部伴有烧伤者;(3)伴有严重基础性病症如心脏病、糖尿病或系统免疫性疾病需要长期服用激素类药物者;(4)经过多次手术后仍伴有骨不连;(5)无法耐受手术者。

1.2 诊断标准 参照《实用骨科学》^[4]中相关标准,(1)经 X 线片显示,正侧位及其他不同方位平片即可显示骨缺损的部位、范围;(2)缺损长度达到骨直径的 2~3 倍;(3)依据患者病史、体格检查和必要的辅助检查确诊。

1.3 方法

1.3.1 术前准备 所有患者入院后均进行实验室检查,如血常规、C-反应蛋白、血清降钙素、红细胞沉降率等以判定患者是否感染;对于骨髓炎患者给予抗生素治疗预防感染。A 组患者术前需对患者患侧小腿、脚踝、脚掌周径进行测定,根据所测结果以及影像学检测缺损长度进行组装环形外固定架,小腿距离环内径 2 cm,根据固定架放置位置对患侧标记进针点、出针点以及截骨位置。B 组患者根据影像学测定缺损长度以及健侧长度准备固定架,标记进针点以及截骨部位。

1.3.2 病灶清创处理 所有患者均采用全麻,采取平卧位,进行消毒、铺巾、腿部上止血带,沿原手术痕

痕部位进行切开,取出原外固定架或内固定物,将骨缺损部位肉芽、纤维组织彻底清除,凿除缺损部位硬化骨使其平整直至渗出点状新鲜血液,采用刮匙碎墙两侧硬化骨,用 0.9% 氯化钠溶液、双氧水、苯扎氯胺对创面进行反复冲洗,用碘伏浸泡创面使其保持较高的清洁度。

1.3.3 Ilizarov 环形外固定法 在踝关节、膝关节处分别置入克氏针,使其与关节面保持平行,将预先准备好的外固定架套入小腿,使克氏针与固定架上下环保持平行,在小腿近远端、中间分别放置两个环,在环上方置入 2 mm 克氏针 1 枚以及半钉 1 枚,进针角度为 60°~90°,牵引器牵拉克氏针,用螺母将克氏针与半钉固定在金属环上,骨缺损部位位于中端或下端者在上端干骺端内侧做纵形切口,剥离骨膜安置截骨器,将电钻安于其上进行钻孔,随后用骨刀切断胫骨,骨缺损部位位于上端者在下端干骺端内侧做纵形切口,操作与中端部位相同。将骨段两环进行搬移,用 1 枚克氏针与 1 枚 3 mm 半钉固定在金属环上,术中确保完全截骨,骨段搬移确保对合准确,拧紧螺母。生理盐水、双氧水、苯扎氯胺反复冲洗切口,缝合骨膜,包扎伤口。

1.3.4 Orthofix 外固定 在膝关节下 1.5 cm 处垂直胫骨方向置入 1 枚半钉,在胫骨远端、踝关节上方 1 cm 平行踝关节处置入 1 枚半钉,在胫骨近远端处分别再置入 1 枚半钉增加稳固性,随后依次连接外固定架、延长杆。利用滑动夹钉孔在截骨部位周围置入 2 枚半钉。骨缺损部位位于上端者在踝穴上 5 cm 切开皮肤剥离骨膜,用电钻钻孔凿断骨,术中确保完全截骨,胫骨近端、远端、搬移骨块均位于同一力线,将螺母再次拧紧,用生理盐水、双氧水、苯扎氯胺反复冲洗切口,缝合骨膜,无菌纱布缠绕外固定架与半钉。

1.3.5 术后处理 两组患者术后均给予抗生素预防感染,两组均在术后 1 周调节固定架螺母进行骨段搬移,每日延长 4 次,每次延长 0.5 mm,在此期间进行 X 射线检测截骨处骨痂是否生长偏移,出现力线异常立即进行调整,每日牵拉长度不变的前提下,增加牵引频率。此外配合进行锻炼,治疗后早期在床上进行抬腿、踝关节屈伸,根据患者复查情况可进行扶拐下地。患者切口愈合后即可出院,每 4 周进行 1 次 X 射线复查,当检测显示骨缺损消失、骨痂矿化,外固定架未变形患者无明显不适即可去掉外固定架。

1.4 疗效评定方法 (1)所有患者随访时间截止取出外固定架,对比两组患者术中术后相关指标:骨延

长长度、愈合指数(X射线检测每月再生骨长度,愈合时间/缺损长度)、再生骨比例(再生骨长度/总胫骨长度)、外固定指数(再生骨 1 cm 所需要时间)、愈合时间、延长期骨矿化时间,带架时间。(2)参照胫骨骨折愈合 Johner-Wruhs 评价法^[5]从骨不连、骨髓炎、截肢、神经血管障碍、畸形、关节活动度、疼痛、步态和日常活动受限程度等方面评价治疗效果的优、良、可、差。(3)X射线诊断骨折愈合标准^[6]:骨折线较模糊,搬移间隙形成连续、致密性骨痂。临床愈合标准:患侧按压、纵向叩击无疼痛,在不依靠拐杖的情况下平地连续走 3 min,且 ≥ 30 步,截骨部位或搬移部位未发生变形。

1.5 统计学方法 应用 SPSS 21.0 软件对数据进行统计学分析。计数资料采用率表示,用 χ^2 检验和秩和检验,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间对比采用成组 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 本研究共收治 72 例胫骨骨缺损患者,其中男 43 例,女 29 例,年龄 21 ~ 68 (42.67 ± 6.39)岁;缺损长度 5 ~ 8 (6.28 ± 2.11)cm。两组患者性别、年龄、骨缺损部位、缺损长度差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 两组患者术中术后相关指标对比 A 组患者手术时间低于 B 组($P < 0.01$),术中出血量多于 B 组($P < 0.01$)。但两组住院时间、随访时间差异无统计

学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 两组患者愈合相关指标对比 两组患者在愈合时间、骨延长长度、愈合指数、再生骨比例、外固定指数、延长期骨矿化时间、带架时间方面对比,差异无统计学意义(P 均 > 0.05)。见表 3。

2.4 两组患者 Johner-Wruhs 评价标准对比 秩和检验结果显示,A 组 Johner-Wruhs 评价综合疗效优于 B 组($Z = 7.908, P = 0.048$)。见表 4。A 组优良率为 83.33% 明显高于 B 组的 53.33% ($\chi^2 = 4.431, P = 0.035$)。

2.5 两组患者术后并发症对比 两组患者术后均出现钉道感染、术后下肢疼痛、骨偏移、足下垂、骨质疏松,两组患者并发症总发生率相当($P > 0.05$),其中 A 组骨偏移发生率低于 B 组($P < 0.05$),足下垂发生率高于 B 组($P < 0.01$)。见表 5。

2.6 典型病例 病例 1,男性,41 岁,因交通事故导致右侧胫骨骨折,经过外固定术后 2 个月发生骨髓炎导致骨缺损,术前检测如图 1a 所示;进行 Orthofix 外固定支架固定治疗,术中如图 1b ~ d;术后 15 个月经 X 射线检查显示骨缺损愈合较好,如图 1e。病例 2,男性,33 岁,因摔伤导致左侧胫骨骨折,手术后发生感染导致骨缺损,术前检测如图 2a 所示;进行 Ilizarov 环形外固定支架治疗,如图 2b、2c;术后 9 个月经 X 射线检查显示截骨处对接良好,如图 2d;术后 16 个月复查显示愈合较好。如图 2e。

表 1 两组一般资料比较 (例)

组别	性别		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	骨缺损长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	骨折类型		致伤原因			缺损侧别		缺损部位		
	男	女			开放性	闭合性	摔伤	交通事故伤	重物砸伤	左侧	右侧	上端	中端	下端
A 组	22	14	41.86 \pm 7.14	6.35 \pm 2.18	23	13	7	18	11	25	11	6	23	7
B 组	21	15	44.03 \pm 5.24	6.26 \pm 2.07	26	10	9	13	14	22	14	5	25	6
χ^2/F 值	0.058		1.471	0.181	0.575		1.096			0.550		0.111		
P 值	0.810		0.146	0.858	0.448		0.295			0.458		0.743		

表 2 两组患者术中术后相关指标对比 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	手术时间(h)	术中出血量(ml)	住院时间(周)	随访时间(月)
A 组	36	1.92 \pm 0.48	0.16 \pm 0.04	2.15 \pm 1.27	9.53 \pm 2.76
B 组	36	4.53 \pm 1.66	0.11 \pm 0.02	2.45 \pm 1.63	10.16 \pm 2.93
t 值		9.062	6.708	0.871	0.939
P 值		0.000	0.000	0.387	0.351

表 3 两组患者愈合相关指标对比 ($\bar{x} \pm s$)

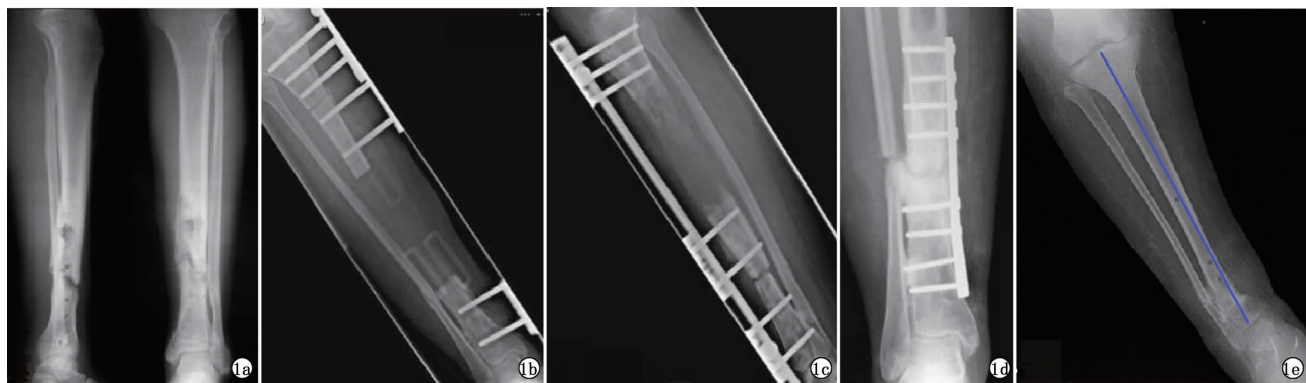
组别	例数	愈合时间 (月)	骨延长长度	愈合指数 (月/cm)	再生骨比例 (%)	外固定指数 (月/cm)	延长期骨矿化 时间(月)	带架时间 (月)
A 组	36	7.44 \pm 1.86	9.52 \pm 3.27	2.38 \pm 1.24	23.46 \pm 5.38	1.34 \pm 0.36	8.17 \pm 3.46	15.48 \pm 4.37
B 组	36	7.82 \pm 2.43	9.48 \pm 2.86	2.27 \pm 1.07	22.17 \pm 5.13	1.42 \pm 0.53	7.63 \pm 2.14	16.02 \pm 4.46
t 值		0.427	0.055	0.403	1.041	0.749	0.796	0.519
P 值		0.574	0.956	0.688	0.301	0.456	0.428	0.605

表 4 两组患者整体恢复情况对比 (例)

组别	例数	综合疗效			
		优	良	可	差
A 组	36	22	8	1	5
B 组	36	13	9	8	6
Z 值				7.908	
P 值				0.048	

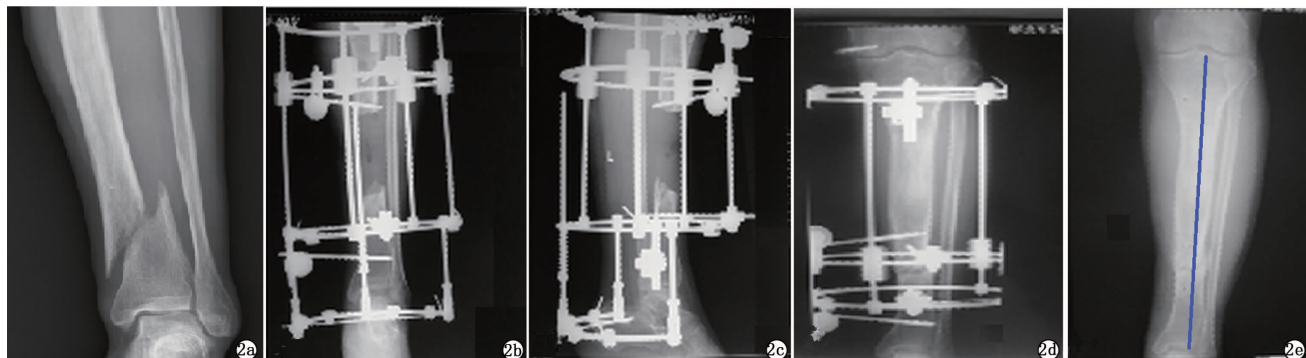
表 5 两组患者术后并发症发生情况对比 (n=36, 例)

组别	钉道感染	术后下肢疼痛	骨偏移	足下垂	骨质疏松	并发症总发生率(%)
A 组	1	5	4	12	4	72.22
B 组	6	4	11	3	3	75.00
χ^2 值	2.530	0.000	4.126	6.821	0.000	0.071
P 值	0.116	1.000	0.042	0.009	1.000	0.789



注:1a:术前;1b:术中 Orthofix 外固定 X 射线正位;1c:术中 Orthofix 外固定 X 射线侧位;1d:术后即刻;1e:术后 15 个月。

图 1 Orthofix 外固定支架固定术前术后 X 线片



注:2a:术前;2b:术中;2c:术后即刻;2d:术后 9 个月;2e:术后 16 个月。

图 2 Ilizarov 环形外固定支架手术前后 X 线片

3 讨论

创伤后引发软骨组织受损主要是由于胫骨的解剖结构所导致,胫骨腔骨两侧有较多小孔,周围动脉网通过此小孔进入骨中,因此周围血流较丰富,但腔骨下端无小孔,仅在上中端交界处存在一孔,血流供应较少,因此在下端发生骨折后,其中动脉受到损伤,导致远端腔骨血运发生障碍,易滋生细菌,静脉注射抗生素等药物无法进入病灶处,此外手术失败或术中清理不彻底也是重要因素,长期则导致组织坏死、骨块丢失以及感染致骨髓炎,形成骨缺损^[7-9]。

目前临床上治疗骨缺损主要采用骨延长以及骨搬运术,国外学者 Ilizarov 根据牵拉成骨的原理设计环形外固定架进行骨缺损的治疗,如今在临床上广泛应用^[10]。意大利学者根据骨痂牵拉的原理设计 Orthofix 外固定治疗骨缺损^[11],这两种骨搬运法在对骨缺损进行修补的同时对软组织也具有一定的搬运功能,有助于软组织的恢复。

较多研究均报道 Ilizarov 环形固定操作具有以下优点:(1)具有三维空间结构,可以多平面多角度进行调整,同一平面延长时,稳固性高,力度分布均匀;(2)采用闭合穿刺克氏针对于损伤处以及软组织血运影响较低;(3)在进行骨搬运的过程中若发生旋转、成角等偏移能够随时进行调整;(4)骨延长能够刺激断骨处重新产生血运,降低感染,有利于骨愈合。但也证实其存在一定的缺点,例如手术操作较复杂,术中操作不正确则会引发神经损伤和血管损伤;此外骨畸形愈合及断处形成假关节,克氏针固定时穿过软组织造成小腿疼痛,此外还使关节活动受限^[12-13]。Orthofix 外固定具有以下优点:(1)操作平面单一,在进行穿针及取出外固定时操作方便;(2)术后护理较方便,踝、膝关节活动不受限;(3)手术操作较简单,能够避开神经、血管;(4)搬运时对软组织牵拉较少,早期就能够进行康复训练,能够有效避免膝关节、踝关节活动受限。但研究也显示其存在一定的缺点,稳定性低于环形外固定,术后侧块容易出现松动,钉道

较单一,不利于关节固定,骨搬运时多发生畸形,且纠正较困难^[14]。本研究结果显示 Ilizarov 环形外固定组患者手术时间长于 Orthofix 外支架固定,出血量多于 Orthofix 外支架固定,这与环形外固定手术复杂度较高相关,与文献结果相符^[15]。两种骨搬运术操作中,截骨部位的选择较重要,有学者提出合理运用外固定支架在骨骺处进行截骨,在骨搬运术后利于新骨痂形成,缩短矿化时间^[16]。还有文献报道显示 Ilizarov 环形外固定、Orthofix 外支架固定操作中均采用小切口切断骨皮质,能够避免骨膜受损,且截骨后骨延长时,两种方法骨矿化时间并无明显差异^[17]。本研究结果显示两种操作方式骨矿化时间、延长长度、愈合指数、再生骨比例、外固定指数相比均无明显差异,表明术前截骨部位选择好的前提下,两种外固定均能够较好促进新生骨以及矿化。本研究结果显示两组患者术后均出现钉道感染、术后下肢疼痛、骨偏移、足下垂、骨质疏松,与文献结果相符^[18-19]。且在并发症类型中 Orthofix 外支架固定发生骨偏移的概率高于环形固定组,分析原因可能为胫骨近段外翻而远端容易发生内翻这一解剖结构所导致,且单边固定稳定性低于环形固定,因此术后发生骨偏移的概率较高。相关研究显示在 Orthofix 外支架固定骨延长期发生足下垂的概率高于 Ilizarov 环形外固定术^[20],本研究结果与其相似,分析原因可能为在进行外固定时 Ilizarov 环形外固定所采用穿骨原件主要有半钉和全针,而 Orthofix 外支架固定仅有克氏钉,因此稳定性差,发生足下垂的概率较高。本研究中患者恢复情况显示 Orthofix 外支架固定患者术后恢复优良率低于 Ilizarov 环形外固定术,这与相关研究两种手术方式术后恢复并无明显差异这一结论不相符^[21],可能是由于进行随访时间较短,未对远期疗效进行观察。

综上所述,采用 Ilizarov 环形外固定治疗胫骨骨缺损患者术后恢复疗效优于采用 Orthofix 外固定治疗,术后骨偏移发生率较低,临床操作中应结合患者实际情况来选择合适手术方案。

参考文献

- [1] 韩立仁,赵北,贺新兵,等.开放性胫腓骨骨折合并胫骨骨缺损的手术治疗[J].中国骨与关节损伤杂志,2014,29(4):356-358.
- [2] 倪玉龙,高顺红.胫骨骨膜瓣治疗胫骨骨不连及骨缺损的应用进展[J].中国矫形外科杂志,2015,23(18):1683-1686.
- [3] 依力哈木江·吾斯曼,买买提明·赛依提,阿不地哈比·阿不拉,等.应用 Ilizarov 与 Orthofix 外固定架行胫骨截骨延长后发生的足下垂[J].中国组织工程研究,2016,20(22):3279-3286.

- [4] 胥少汀,葛宝丰,徐印坎.实用骨科学[M].北京:人民军医出版社,2005:2203.
- [5] Johner R,Wruhs O. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation[J]. Clin Orthop Relat Res,1983(178):7-25.
- [6] 周春山,张在人.多种影像学技术在胫骨平台骨折诊断中的应用价值[J].哈尔滨医药,2016,36(5):525-527.
- [7] 黄雷,王剑,杨胜松,等.单边外固定架骨段滑移术治疗部分骨缺损[J].中华骨科杂志,2012,32(3):235-239.
- [8] Li Y,Chen SK,Li L,et al. Bone defect animal models for testing efficacy of bone substitute biomaterials[J]. J Orthop Translat,2015,3(3):95-104.
- [9] 洪帆,谢加兵,丁国正.内固定植入物与外固定支架修复胫骨骨折骨不连的策略及辅助治疗[J].中国组织工程研究,2016,20(26):3946-3952.
- [10] Yokoyama K,Itoman M,Nakamura K,et al. Free vascularized fibular graft vs. Ilizarov method for post-traumatic tibial bone defect[J]. J Reconstr Microsurg,2001,17(1):17-25.
- [11] Roberts TT,Rosenbaum AJ. Bone grafts, bone substitutes and orthobiologics: the bridge between basic science and clinical advancements in fracture healing [J]. Organogenesis, 2012, 8(4): 114-124.
- [12] 闫秀中,王燕,焦绍锋,等. Ilizarov 环形外固定架治疗胫腓骨开放骨折的临床研究[J].中国矫形外科杂志,2017,25(4):321-324.
- [13] Zhu GH,Mei HB,He RG,et al. Combination of intramedullary rod, wrapping bone grafting and Ilizarov's fixator for the treatment of Crawford type IV congenital pseudarthrosis of the tibia: mid-term follow up of 56 cases [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2016, 17(1):433.
- [14] 朱绍瑜,陈华,陈林,等.弹性稳定髓内钉与 Orthofix 外固定支架治疗儿童胫骨干骨折的疗效比较[J].中华创伤骨科杂志,2015,17(3):274-276.
- [15] 伊力扎提·伊力哈木,阿吉木·克热木,买买提明·赛依提,等. Orthofix 单臂轨道式外固定支架与 Ilizarov 环形外固定支架治疗胫骨创伤后骨髓炎骨缺损的疗效比较[J].中华创伤骨科杂志,2017,19(1):9-16.
- [16] 贾光辉,王翔宇,李萌. Ilizarov 骨搬运技术治疗胫骨骨缺损的临床观察[J].中国实用医刊,2015,42(24):120-121.
- [17] 董文涛,彭吾训,周永芳,等. Ilizarov 外固定架延长技术治疗胫骨创伤性骨髓炎的效果分析[J].广东医学,2017,38(4):567-570.
- [18] 张朕,黄雷,徐鹏武,等.骨搬运术治疗慢性骨髓炎致下肢长骨骨缺损的并发症分析[J].中国骨与关节损伤杂志,2015,30(8):839-842.
- [19] 杨益民,任志伟,李萌,等.胫骨骨折术后骨外露原因分析及对策[J].中国骨与关节损伤杂志,2011,26(10):948-949.
- [20] 刘涛. Orthofix 外固定支架骨延长术治疗胫骨骨髓炎[J].中国伤残医学,2015,23(6):47-48.
- [21] 沈美华,艾合买提江·玉树甫,任鹏,等.外固定架与负压封闭引流及带蒂背阔肌皮瓣移植修复胫骨远端创伤性骨髓炎[J].中国组织工程研究,2014,18(48):7797-7803.