

# 膝关节置换术中自体骨结构性植骨联合骨髓移植修复骨缺损 13 例

汪庚申<sup>1</sup> 周瑾<sup>2</sup> 牛存良<sup>1</sup> 赵海燕<sup>3</sup> 王世中<sup>1△</sup>

**[摘要]** **目的:**探讨自体骨结构性植骨联合骨髓移植,在初次膝关节置换术(TKA)中修复 Rand C 型胫骨侧骨缺损的临床疗效。**方法:**回顾分析 2014 年 1 月至 2018 年 1 月,13 例(20 膝)合并有胫骨侧骨缺损 Rand C 型的重度膝骨关节炎患者,在初次 TKA 中用自体骨结构性植骨联合浓缩骨髓移植的方法进行骨缺损修复的病例资料。男 3 例(4 膝),女 10 例(16 膝);年龄 58~78 岁,平均(68.0±7.2)岁;膝关节内翻角度为 15°~30°,平均 25.2°±3.4°。术后随访 12~48 个月,平均(24.0±5.6)个月。记录术前、术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月、12 个月及末次复查膝关节 KSS 评分,定期拍片复查观察植骨块愈合情况、假体松动及下沉等情况。**结果:**所有患者均获得门诊或信息平台的随访。术前 KSS 功能评分为(24.1±6.2)分,临床评分为(26.7±5.3)分,至末次随访时膝关节 KSS 功能评分为(88.3±5.4)分,临床评分为(87.2±6.8)分,均高于术前 KSS 评分,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。术后全长 X 线片提示:膝关节内翻角度为 5°~8°,平均为 6.5°±2.3°。结构性植骨块在半年后拍片复查时均已达到一期愈合,所有患者未见切口愈合不良,末次随访时未见骨吸收、骨不愈合,未见假体松动、下沉,未见关节功能障碍。**结论:**重度膝关节骨关节炎合并 Rand C 型胫骨侧骨缺损的初次 TKA 中,采用自体骨结构性植骨后并在其周围注射浓缩骨髓液移植修复骨缺损,可促进植骨后早期愈合,在保留最大骨量的同时重建关节的稳定性。

**[关键词]** 自体骨植骨;全膝关节置换术;骨髓移植;骨缺损

**[中图分类号]** R687.4 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2021)07-0051-04

## Clinical Efficacy of Autologous Structural Bone Graft Combined with Bone Marrow Transplantation in the Repair of Bone Defect in Knee Arthroplasty

WANG Gengshen<sup>1</sup> ZHOU Jin<sup>2</sup> NIU Cunliang<sup>1</sup> ZHAO Haiyan<sup>3</sup> WANG Shizhong<sup>1△</sup>

<sup>1</sup>Department of Orthopedics, People's Hospital of Wuwei, Wuwei 733000, Gansu China;

<sup>2</sup>Department of Laboratory, Wuwei Academy of Medical Sciences, Wuwei 733000, Gansu China;

<sup>3</sup>Department of Orthopedics, First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730030, China.

**Abstract Objective:** To investigate the clinical efficacy of autologous structural bone graft combined with bone marrow transplantation in the repair of Rand C type tibial bone defect in primary knee arthroplasty (TKA). **Methods:** 13 patients (20 knees) with severe knee arthritis (rand C type) complicated with tibial bone defect were retrospectively analyzed from January 2014 to January 2018. There were 3 males (4 knees) and 10 females (16 knees) with an average age of (68.0±7.2) years old (58 to 78 years old). The varus angle was 15° to 30° with an average of 25.2°±3.4°. The patients were followed up for 12 to 48 months (mean (24.0±5.6) months). The KSS score of knee joint was recorded before operation, 1 week, 1 month, 3 months, half a year, 1 year after operation and the last visit. The healing of bone graft, loosening and sinking of prosthesis were observed by regular follow-up. **Results:** All patients were followed up by outpatient or information

platform. The preoperative KSS score was 24.1±6.2 and the clinical score was 26.7±5.3. At the last follow-up, the knee KSS score was 88.3±5.4 and the clinical score was 87.2±6.8, which were higher than the preoperative KSS score ( $P<0.05$ ). The postoperative full-length film showed that the varus angle of knee joint was 5° to 8°, with an aver-

基金项目:武威市科技局市列科技计划项目(WW2001056)

<sup>1</sup> 甘肃武威市人民医院骨二科(甘肃 武威,733000)

<sup>2</sup> 甘肃武威医学科学院检验科

<sup>3</sup> 兰州大学第一医院骨科

<sup>△</sup>通信作者 E-mail:dreamer1980@126.com

age of  $6.5^{\circ} \pm 2.3^{\circ}$ . There was no poor healing of incision in all patients. At the last follow-up, there was no bone resorption, nonunion, loosening and sinking of prosthesis, and no joint dysfunction. **Conclusion:** In the primary TKA of severe knee osteoarthritis complicated with Rand C type tibial bone defect, autologous bone structural graft followed by injection of concentrated bone marrow fluid around the graft can promote early healing after bone graft and restore the stability of the joint while retaining the maximum bone mass.

**Keywords:** autogenous bone graft; total knee arthroplasty; bone marrow transplantation; bone defect

全膝关节置换术 (Total Knee Arthroplasty, TKA) 已被众多研究者认为是治疗重度膝关节炎的最有效、最可靠的治疗措施<sup>[1-3]</sup>。合并有严重屈曲内翻畸形的重度膝关节骨关节炎患者常伴有严重的胫骨内后侧骨缺损, 采用自体骨结构性植骨的方法在术中修复骨缺损已经成为常用的方法之一, 如何促进植骨后区域的稳定生长, 避免出现骨吸收、骨不愈合成为关注的焦点<sup>[4]</sup>。笔者对符合纳入标准的重度膝关节骨关节炎合并胫骨侧骨缺损 (Rand C 型) 13 例 (20 膝) 患者, 在行 TKA 时采用自体骨结构性植骨联合浓缩骨髓移植的方式, 进行骨缺损的修复, 在保持最大骨量的同时重建膝关节稳定性, 取得满意疗效。现对其临床资料进行回顾性分析, 报告如下。

## 1 临床资料

2014 年 1 月至 2018 年 1 月, 对符合纳入标准的 13 例 (20 膝) 重度膝关节骨关节炎患者进行 TKA 手术, 术中针对骨缺损进行自体骨结构性植骨并在其周围注入浓缩骨髓。所用骨块均为所截骨质的拼凑骨块; 类风湿性关节炎 3 例 (6 膝), 创伤性关节炎 1 例 (1 膝), 原发性骨关节炎 9 例 (13 膝); 男 3 例 (4 膝), 女 10 例 (16 膝); 年龄 58~78 岁, 平均  $(68.0 \pm 7.2)$  岁。所有膝关节假体均采用 PS 假体, 2 例 (4 膝) 采用延长杆分散应力增加稳定性。术前下肢负重全长 X 线片提示膝内翻畸形, 内翻角  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ , 平均  $25.2^{\circ} \pm 3.4^{\circ}$ 。术前 KSS (Knee Society Score) 评分: 功能评分为  $(24.1 \pm 6.2)$  分, 临床评分为  $(26.7 \pm 5.3)$  分。术前膝关节 CT 评估骨缺损为 Rand C 型。本研究经过本院伦理委员会批准 (ww2001056)。

## 2 方法

### 2.1 手术方法及术后处理

TKA 的方案制定与实施均由同一治疗组医生完成, 抗凝骨髓液的制备由血液科医师参与进行。麻醉生效后即在髂骨多点穿刺抽取约 50 mL 骨髓血备用, 将抗凝骨髓血通过血液离心机进行分离 (速度为 3 000 r/min, 10 min), 离心后的中间层通过移液枪回收备用。正中切口髌旁内侧常规入路, 依次截骨、处理软组织、修复胫骨侧骨缺损 (具体分型判定、手术技巧及浓缩骨髓的注入见后文), 而后按步骤安装假体, 关节囊与切口周围“鸡尾酒”局部浸润注射, 缝合完成后

关节腔内注射氨甲环酸, 不留置引流管, 术毕弹力绷带包扎。

### 2.2 围术期处理

术前 0.5 h 静滴氨甲环酸与预防使用抗生素; 术后 8 h 即开始低分子肝素钙抗凝预防深静脉血栓, 术后 3 h 可加用一组静滴氨甲环酸。麻醉恢复后即可按照入院时宣教的康复方案, 督促患者进行各关节主、被动功能训练, 次日即可在步行器的辅助下下地活动并拍片复查; 1 周后膝关节屈伸功能训练在  $-5^{\circ} \sim -90^{\circ}$ , 2 周后达到  $120^{\circ}$ , 定期门诊复查, 了解植骨区域愈合情况及假体位置, 评价膝关节功能。

### 2.3 统计学方法

采用 SPSS20.0 对相关数据进行统计学分析, 计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组内比较采用配对  $t$  检验,  $\alpha = 0.05$ ,  $P < 0.05$  差异有统计学意义。

## 3 结果

13 例 (20 膝) 合并胫骨侧骨缺损的患者在 TKA 中采用自体骨结构植骨, 同时在其植骨区域周围钻孔, 注射浓缩骨髓成分。全部患者均获得门诊或信息平台随访, 随访时间为 12~48 个月, 平均  $(24.0 \pm 5.6)$  个月。术前内翻角度为  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ , 平均  $25.2^{\circ} \pm 3.4^{\circ}$ , 术后为  $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$ , 平均  $6.5^{\circ} \pm 2.3^{\circ}$ , 手术前后内翻角差异有统计学意义 ( $t = 23.2$ ,  $P < 0.01$ )。术前 HSS 评分: 功能评分为  $(24.1 \pm 6.2)$  分, 临床评分为  $(26.7 \pm 5.3)$  分; 末次随访时功能评分为  $(88.3 \pm 5.4)$  分, 临床评分为  $(87.2 \pm 6.8)$  分; 手术前后 HSS 评分差异有统计学意义 ( $t_{\text{功能}} = 35.8$ ,  $t_{\text{临床}} = 29.4$ ,  $P < 0.01$ )。其中优 ( $\geq 90$  分) 2 膝, 良 (80~89 分) 16 膝, 中 (70~79 分) 2 膝, 优良率为 90%。术后 6 个月随访时植骨区域已愈合, 假体无松动、移位, 至末次随访时未见植骨区域骨吸收、骨不愈合等, 假体未见松动、下沉、感染等迹象。典型病例影像资料见图 1-图 2。

## 4 讨论

全膝关节置换术是治疗终末期膝关节病的首选方案, 对于一些严重的膝内翻患者, 往往存在胫骨平台的骨缺损。TKA 中对骨缺损的修复成为手术成败的关键因素之一, 其稳定程度直接影响到假体的使用寿命和远期可能翻修时的难度。目前, 临床上常用修复骨缺损的方法有自体骨或同种异体骨移植<sup>[5]</sup>、骨水泥联

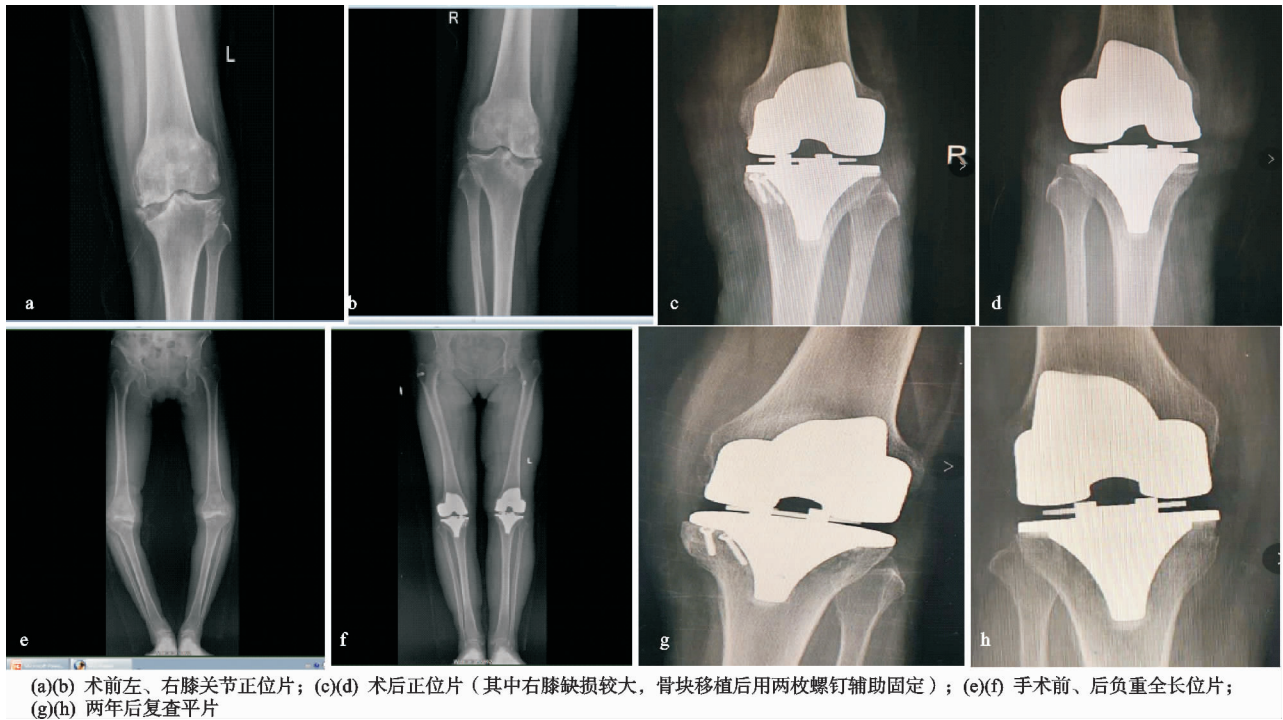


图 1 患者,女,64 岁,双膝重度骨关节炎,双侧均行结构性植骨

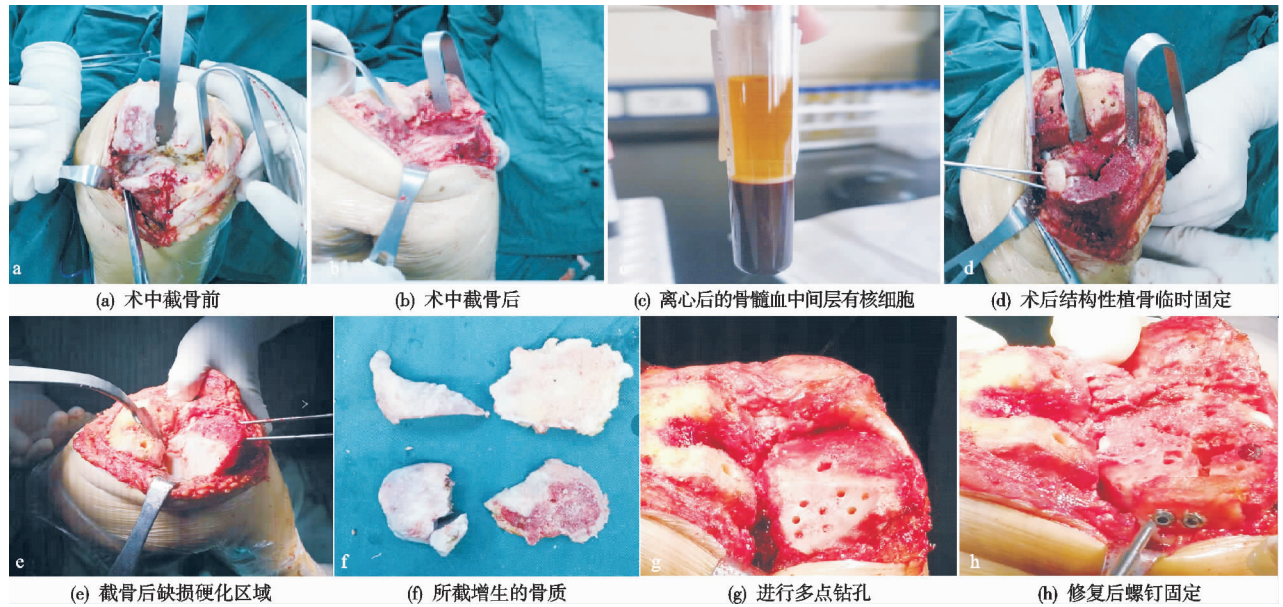


图 2 手术过程

合螺钉技术<sup>[6]</sup>、金属垫块技术<sup>[7]</sup>等,术中如何修复骨缺损是 TKA 成败的主要因素之一<sup>[8]</sup>。目前常用的胫骨平台骨缺损分型方法如下:Stokley 等<sup>[9]</sup>按骨缺损是否累及外周骨皮质来划分提出的包容性和非包容性骨缺损,还有美国 Anderson 骨科研究所提出的 AORI 分型<sup>[10]</sup>,其分型实用性很强,常用在各类膝关节翻修技术上。而对于初次 TKA,笔者认为结合 Stokley 和 Rand 的两种分型可以清晰描述骨缺损的类型、范围及深度,在初次 TKA 时可以提供详细术前计划及术中处理方案。Rand C 型胫骨侧缺损<sup>[11]</sup>,术中再次明确其缺损深度 $\geq 10\text{ mm}$ ,面积 $\geq$ 单侧平台的 70%~90%。此类骨缺损可供选择的治疗方式较多,可供选择的修复方式也较

多,常见的有自体骨打压或结构性植骨、骨水泥加螺钉、同种异体骨、金属垫块等方式,均取得了可靠的疗效,也各有优缺点,目前文献报道尚无统一标准。自体骨结构性植骨因其来源广泛、组织相容性好、费用低廉等优势,已成为初次 TKA 中修复胫骨侧骨缺损的常用方法之一。Windsor 等<sup>[12]</sup>首先报道了采用自体骨移植治疗胫骨近端骨缺损。骆浩等<sup>[13]</sup>报道在 TKA 中应用自体骨结构性植骨修复胫骨平台骨缺损,可最大限度保留骨量,使缺损部位达到良好的修复效果。虽然目前没有报道证实自体骨结构性植骨后出现骨不愈合等病例的发生,但植骨依然存在着骨吸收、骨不愈合等风险<sup>[14]</sup>。本研究采用常用的自体骨结构性植骨的方式对其进行修

复,虽然手术时间会略长一些,但是可以最大程度保留骨量,同时材料费用低廉,降低了医疗成本,无免疫排斥反应。同时为了增加其植骨块的稳定性以便不影响术后尽早下地活动,术中采用了各种手术技巧去增加植骨块的稳定性,同时笔者加用了浓缩的自体红骨髓进行局部注射,增加了骨块愈合的概率,避免发生术后骨不愈合、骨吸收坏死、移位、塌陷等并发症。

自体红骨髓移植技术是基于骨髓基质干细胞(BMSCs)及其相关生长因子基础之上的微创移植技术。笔者曾经将此技术运用在 Garden III、IV 型股骨颈骨折手术的治疗上,取得了满意的临床效果<sup>[15]</sup>。BMSCs 是胚胎时期中胚层组织共同的前体细胞,具有极强的多分化潜力及自我更新能力,在特定的条件下可直接分化为成骨细胞。在未分化的 BMSCs、骨形态发生蛋白及各种生长因子的共同调控作用下,软骨细胞和成骨细胞增殖分化,最后形成骨细胞以达骨愈合。同时它还可以刺激骨折周围的其他组织细胞也分化转变为骨细胞,进一步增加了骨折断端的成骨能力。已有文献表明骨折的愈合和胚胎时期骨骼形成的过程是基本相似的,其分子机制已经有报道<sup>[16-17]</sup>。已有动物实验证实兔股骨粉碎性骨折骨愈合的不同阶段,一期红骨髓自体植入能够促进骨折修复,加快骨折愈合,缩短骨折愈合的时间<sup>[18]</sup>。成年人胸骨、髂骨等部位所取的红骨髓,富含具有成骨潜力的多种生物活性因子,其中含有大量的骨髓基质干细胞及未分化的间叶细胞,因此成骨能力极强。为了提高移植骨髓中 BMSCs 的浓度,使其在有限的空间里尽可能多地充满促进骨愈合的活性因子,将骨髓血进行离心,去除血清层和红细胞层,将含有 BMSCs 最丰富的中间单核细胞浓集层分流回收,并将其注射入植骨块事先设计好的小孔内,四周再用骨蜡将连接缝隙进行封闭。同时在髂骨处抽取骨髓后,可以诱导局部和全身的成骨反应活跃。与此同时,移植后的红骨髓可迅速渗透到移植骨块与骨床松质骨中,为其成骨提供新鲜的种子细胞,促进植骨周围软骨细胞和成骨细胞增殖分化,从而促进骨的修复与重建。将此项技术与 TKA 中植骨块愈合的需求相结合,笔者进行手术的 10 例(16 膝)患者均得到了良好的治疗效果,因为骨块稳定,所以并不影响患者下床活动的时间,植骨块均在 3 个月复查时达到完全愈合,其 HSS 评分也明显提升,至末次随访优良率达到 93.7%。其中有 1 例缺损深度达到 20 mm,面积约为单侧平台的 70%,用截骨后的骨块无法找到合适的匹配,因此选取了少量的自体髂骨进行修整后修复缺损,同时选用延长杆用来分散胫骨侧应力,增加其稳定性,手术效果良好,但术后确实造成了患者髋部取骨区的疼痛不适。笔者总结术中植骨的一些经验技巧如

下:1)一定要将倾斜性或不规则性的骨缺损,用摆锯和磨钻打磨修整成规则的台阶样骨缺损,必要时骨块移植后用 2.5 mm 的螺钉辅助固定以增加骨块的稳定性。2)将自体骨的骨皮质保留,放置在外侧以增加受力强度,同时减少被吸收的可能性。3)保证术中假体安放后良好的力线,避免移植骨块承受异常的压应力,有 1 例使用了延长杆用来分散应力,间接增加了其稳定性。4)骨水泥使用时不宜过稀,以免渗入移植骨块的缝隙中影响其生长。5)为避免骨水泥凝固时温度过高影响骨髓液中的活性成分,待假体安装完成后再从骨块边缘向中间骨床方向多点钻孔,而后从侧方用骨蜡将孔封闭。

本研究为回顾性研究,作为临床病例分析仍有诸多不足:病例数较少,缺乏对照组,只是简单进行了手术方法的治疗前后对比。笔者将继续收集样本,在将来的研究中进行分组,进一步研究浓缩骨髓移植在促进骨愈合方面及各个骨科亚专业上的应用优势。

#### 参考文献

- [1] 程开源. 2017 膝关节重建术新进展[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2017, 10(6): 530-535.
- [2] HELMY N, DAO TRONG M L, KIIHNEL S P. Accuracy of patient specific cutting blocks in total knee arthroplasty[J]. Biomed Res Int, 2014; 562919.
- [3] BISTOLII A, MASSAZZA G, ROSSO F, et al. Cemented fixed-bearing PFC total knee arthroplasty: survival and failure analysis at 12-17 years[J]. J Orthop Traumatol, 2011, 12(3): 131-136.
- [4] 徐立军, 段军. 初次全膝关节置换术中自体骨结构性植骨加带延长杆胫骨假体修复胫骨平台骨缺损[J]. 中华解剖与临床杂志, 2017, 22(6): 481-485.
- [5] 裴征, 关振鹏, 张绍龙, 等. 重度膝内翻伴骨缺损的全膝表面置换术中的自体骨移植治疗[J]. 北京大学学报(医学版), 2011, 43(5): 707-713.
- [6] 刘少峰, 王森, 吴天昊, 等. 骨水泥联合螺钉修复人工全膝关节置换术中胫骨平台骨缺损的近期疗效[J]. 中国修复重建外科杂志, 2017, 31(9): 1-4.
- [7] 王进, 赵广雷, 黄钢勇, 等. 3D 打印金属垫块修复全膝关节置换术中胫骨平台骨缺损的三维有限元分析[J]. 复旦学报(医学版), 2020, 47(2): 232-239.
- [8] 杜明昌, 柳柳, 邬波, 等. 伴有骨缺损的初次膝关节置换手术选择[J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23(18): 1649-1652.
- [9] STOCKLEY I, MCAULEY J P, GROSS A E. Allograft reconstruction in total knee arthroplasty[J]. J Bone Joint Surg(Br), 1992, 74(3): 393-397.
- [10] ENGH G A, PARKS N L. The management of bone defects in revision total knee arthroplasty[J]. Instr Course Lect, 1997, 46: 227-236.