

折的生物力学研究[J]. 中国中西医结合外科杂志, 2019, 25(1):56-61.

WANG Y, LIU ZP, YIN T, et al. Finite element study on biomechanics of internal fixation for femoral neck fracture[J]. Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Wai Ke Za Zhi, 2019, 25(1):56-61. Chinese.

[10] 张晟, 王一民, 王博炜, 等. InterTan 钉板系统与空心钉固定 Pauwels Ⅲ型股骨颈骨折的有限元分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2013, 15(1):13-17.

ZHANG C, WANG YM, WANG BW, et al. InterTan compression hip screw versus three parallel cannulated screws for Pauwels Ⅲ femoral neck fractures: a finite element analysis[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2013, 15(1):13-17. Chinese.

[11] Eberle S, Gerber C, von Oldenburg G, et al. A biomechanical evaluation of orthopaedic implants for hip fractures by finite element analysis and in-vitro tests[J]. Proc Inst Mech Eng H, 2010, 224(10):1141-1152.

[12] Chen WP, Tai CL, Shih CH, et al. Selection of fixation devices in proximal femur rotational osteotomy: clinical complications and finite element analysis[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2004, 19(3):255-262.

[13] 任栋, 程培焱, 宋朝晖, 等. 不同数量和空间构型的空心拉力螺钉治疗股骨颈骨折的有限元分析[J]. 中华创伤杂志, 2017, 33(9):815-822.

REN D, CHEN PY, SONG ZH, et al. Three-dimensional finite element analysis of different quantity and configuration of cannulated lag screws for femoral neck fractures[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2017, 33(9):815-822. Chinese.

[14] 苏雁飞, 王奇志, 胡磊, 等. 单钉固定股骨颈骨折的应力分析[J]. 北京生物医学工程, 2008, 27(4):355-357.

SU YF, WANG QZ, HU L, et al. The stress analysis of a femoral neck fracture model fixed with a single screw[J]. Bei Jing Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng, 2008, 27(4):355-357. Chinese.

[15] Nanty L, Canovas F, Rodriguez T, et al. Femoral neck shortening after internal fixation of Garden I fractures increases the risk of femoral head collapse[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2019, 105(5):999-1004.

[16] 相庚, 冯亚非, 程建刚, 等. 单头与双头螺纹空心钉固定治疗 Pauwels Ⅲ型股骨颈骨折的生物力学性能比较[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(12):1064-1068.

XIANG G, FENG YF, CHEN JG, et al. A biomechanical comparison of single-versus double-threaded cannulated screws for femoral neck fractures of Pauwels type Ⅲ [J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2019, 21(12):1064-1068. Chinese.

[17] Li J, Wang M, Li L, et al. Finite element analysis of different configurations of fully threaded cannulated screw in the treatment of unstable femoral neck fractures[J]. J Orthop Surg Res, 2018, 13(1):272.

(收稿日期:2021-04-21 本文编辑:王玉蔓)

• 经验交流 •

# 自体结构植骨结合钢板固定治疗初次全膝关节置换胫骨内侧严重骨缺损

王旭春<sup>1</sup>, 姜斌方<sup>1</sup>, 武中庆<sup>1</sup>, 陈闽昌<sup>1</sup>, 张占丰<sup>2</sup>

(1.湖州市吴兴区人民医院骨科, 浙江 湖州 313000; 2. 湖州市第一人民医院, 浙江 湖州 313000)

**【摘要】** 目的: 探讨自体结构植骨结合钢板固定这一技术在伴随胫骨近端内侧严重骨缺损的初次全膝置换术(total knee arthroplasty, TKA)中的应用技巧及其价值。方法: 自 2012 年 3 月至 2018 年 10 月采用自体结构植骨结合钢板固定处理初次全膝置换术中胫骨近端内侧严重骨缺损患者 21 例, 男 9 例, 女 12 例, 年龄 61~77(69.6±9.1)岁, 病程 64~257(73.6±170.7)个月。根据 Rand 分型: Ⅲb 型 13 例, Ⅳb 型 8 例。术后观察并发症发生情况, 以美国特种外科医院(Hospital for Special Surgery, HSS)评分, SF-36 生活质量评分进行膝关节功能评价。结果: 21 例患者均获得随访, 时间 37~64(49.5±13.7)个月。所有患者切口顺利愈合, 术后 2 例患者出现下肢肌间静脉丛血栓, 无假体周围感染、假体松动等其他并发症出现。所有患者在术后 X 线随访时自体植骨块均获得骨性愈合, 愈合时间 8~13(10.1±2.3)个月。患者 HSS 评分由术前 30~48(53.4±4.2)分升高至末次随访时 75~92(81.2±8.4)分( $P<0.05$ )。患者术后 SF-36 生活质量评分与术前比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。结论: 自体结构植骨结合钢板固定这一技术应用于初次膝关节置换中胫骨近端严重骨缺损能获得满意的骨整合效果, 并发症少, 对膝关节功能改善效果明显。

**【关键词】** 关节成形术, 置换, 膝; 骨关节炎, 膝; 胫骨; 骨缺损

基金名称: 浙江省医药卫生科技计划项目(编号: 2021KY346)

Fund program: Medical and Health Science and Technology Plan Project of Zhejiang(No. 2021KY346)

通讯作者: 武中庆 E-mail: 335980557@qq.com

Corresponding author: WU Zhong-qing E-mail: 335980557@qq.com

中图分类号:R687.4

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2022.11.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Treatment of severe medial tibial bone defect in primary total knee arthroplasty with autogenous bone graft and plate fixation** WANG Xu-chun, JIANG Pin-fang, WU Zhong-qing\*, CHEN Min-chang, and ZHANG Zhan-feng. Department of Orthopaedics, the People's Hospital of Wuxing District, Huzhou 313000, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To explore the technique of autogenous bone graft combined with plate fixation in total knee arthroplasty (TKA) with severe proximal medial tibial bone defect. **Methods:** From March 2012 to October 2018, 21 patients (9 males and 12 females) with severe bone defects in the proximal medial tibia during primary total knee arthroplasty were treated with autogenous structural bone grafting and steel plate fixation, with an age of 61 to 77 years old with an average of (69.6±9.1) years and a course of 64 to 257 months with an average of (73.6±170.7) months. According to Rand classification, there were 13 cases of type IIIb and 8 cases of type IVb. Postoperative complications were observed, and knee joint function was evaluated by the Hospital for Special Surgery (HSS) score and SF-36 quality of life score. **Results:** All 21 patients were followed up for 37 to 64 months with an average of (49.5±13.7) months. The incisions of all patients healed smoothly, and 2 patients developed lower limb intermuscular venous plexus thrombosis after operation. There were no periprosthetic infection, loosening of prosthesis and other complications. The autogenous bone grafts of all patients achieved bony healing during postoperative X-ray follow-up, and the healing time was 8 to 13 months with an average of (10.1±2.3) months. The HSS score of patients increased significantly from 30 to 48 with an average of (53.4±4.2) before operation to 75 to 92 with an average of (81.2±8.4) at the final follow-up ( $P<0.05$ ). The SF-36 quality of life score of patients after operation was significantly different from that before operation ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** The technique of autogenous bone graft combined with steel plate fixation can achieve satisfactory osseointegration effect in the treatment of severe proximal tibial bone defects in primary knee arthroplasty, with less complications and obvious improvement in knee function.

**KEYWORDS** Arthroplasty, replacement, knee; Osteoarthritis, knee; Tibia; Bone defect

全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)在我国的开展日益成熟,在初次膝关节置换中,晚期骨关节炎导致膝内翻畸形、类风湿性关节炎、神经病理性关节病等均可造成胫骨近端内侧骨缺损。骨缺损的严重程度和手术难度呈正相关,不合理的骨缺损修复策略对假体的长期稳定性有较大影响,是远期手术效果不佳的重要原因<sup>[1]</sup>。对于初次膝关节置换中的胫骨近端骨缺损,Rand<sup>[2]</sup>分型是临床较为常用的胫骨平台缺损分型:I型,为轻微骨缺损,单侧胫骨平台受累<50%,深度<5 mm;II型,为中度骨缺损,单侧胫骨平台受累50%~70%,缺损深度为5~10 mm;III型,为范围较为广泛,单侧胫骨平台受累70%~90%,深度>10 mm的骨缺损;IV型,单侧胫骨平台受累>90%,缺损深度>10 mm。每一型分为2个亚型:a型为胫骨平台空腔型缺损,周围边缘完整;b型为胫骨平台空腔型缺损,周围边缘也同时存在缺损。其中Rand II型以上的非包容性骨缺损的修复是临床的难题,随着材料学的发展此类骨缺损的处理有了较多选择,如金属垫块、钽金属骨小梁材料、自体骨结构植骨以及同种异体骨植骨,不同的处理方式有各自的优势和缺陷。金属填充材料尽管操作简便,但价格昂贵。笔者在临床工作中发现自体结构植骨充分利用了TKA术中骨床制备时的截骨块,取材便利,能大幅节省费用,是填充严重骨缺损的理想方式。笔者回顾分析2012年3月至2018年10月采用

自体结构植骨结合钢板固定治疗的初次TKA中胫骨内侧严重骨缺损患者21例,通过随访评估其临床效果,以探究这一技术的应用价值,现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

纳入标准:(1)接受初次膝关节置换患者。(2)胫骨近端内侧存在明显骨缺损,影像学评估缺损深度>10 mm。(3)随访资料齐全。排除标准:(1)合并胫骨近端除内侧之外其他象限明显骨缺损。(2)原始疾病为小儿麻痹症、夏科氏关节病,伸膝装置肌力不足,神经控制能力差。(3)仅植骨无钢板内固定。(4)骨缺损为包容性。(5)使用铰链膝关节假体等特殊假体。(6)合并严重骨质疏松或心脑血管器疾病。本次研究得到医院伦理委员会审批通过(编号:2021-009A)。

### 1.2 临床资料

共纳入患者21例,其中男9例,女12例;年龄61~77(69.6±9.1)岁;左膝13例,右膝8例。原有疾病:骨关节炎15例,类风湿性关节炎3例,创伤性关节炎3例。病程64~257(73.6±170.7)个月。根据胫骨平台缺损Rand<sup>[2]</sup>分型,IIIb型13例,IVb型8例。所有病例使用髁限制性假体(LCCK, Zimmer公司,美国)。

### 1.3 治疗方法

**1.3.1 手术方法** 所有患者采用全身麻醉,手术体位采用仰卧位,手术入路采用膝关节正中入路皮肤

切口,自髌旁内侧入路切开关节囊。外翻髌骨后,切除髌上囊滑膜,前后交叉韧带及内外侧半月板。松解胫骨近端内侧软组织,去除胫骨周缘骨赘,保留内侧袖套样软组织结构完整性。初步纠正膝关节内翻畸形后评估韧带张力情况,而后进行股骨远端截骨。在进行胫骨平台截骨时,以外侧平台为参考。完成胫骨平台截骨后,评估胫骨近端内侧骨缺损范围及深度,利用胫骨平台截骨骨块或股骨髁截骨骨块,根据骨缺损形态制备相应大小的植骨块,打磨胫骨内侧硬化骨使之新鲜化。利用胫骨近端内侧锁定钢板(创生公司,中国)固定植骨块,使用摆锯修整植骨块高度以确保其与胫骨外侧平台高度一致从而获得平衡的屈伸间隙。完成所有截骨步骤后,安装试模,评估下肢力线、膝关节稳定性及髌骨轨迹。调制骨水泥,安放假体。彻底冲洗切口后闭合切口,留置负压引流。

**1.3.2 术后处理** 术后预防性使用抗生素 24 h,于 48 h 内停引流。术后 24 h 起口服利伐沙班抗凝(10 mg,口服,每日 1 次)至术后 35 d。停引流后在康复技师指导下开始膝关节被动屈伸功能锻炼,每日 2 次,每次 20 min。术后 1 周开始膝关节在可调节支具保护下主动屈伸锻炼,术后 6 周内避免患肢负重,6 周后在步行器保护下部分负重训练。根据术后 X 线复查情况,在术后 8~10 周术侧肢体可完全负重。

**1.4 观察项目与方法**

观察患者术后并发症发生情况。随访时采用美国特种外科医院(Hospital for Special Surgery, HSS)膝关节功能评分<sup>[3]</sup>,SF-36 生活质量评分<sup>[4]</sup>及影像学表现进行临床疗效评价。HSS 评分总分 100 分,其中疼痛 30 分、功能 22 分、活动度 18 分、肌力 10 分、屈曲畸形 10 分、稳定性 10 分;>85 分为优,70~84 分为良,60~69 为中,<60 分为差。SF-36 生活质量评分从生理功能、社会功能、精神状态、精力、生理职能、健康状况、躯体疼痛、情感职能等方面进行生活质量评价,分数范围 0~100 分,分数越高则生活质量越好。同时进行膝关节 X 线检查,拍摄膝关节正位 X 线片,观察自体植骨块愈合情况,假体周围透亮线变化,并观察有无骨溶解、骨吸收、假体感染和松动等

并发症。骨折骨性愈合标准:X 线片显示骨折线完全消失<sup>[5]</sup>。

**1.5 统计学处理**

应用 SPSS 24.0 软件进行统计分析,正态分布定量资料以均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,术前后 HSS 评分、SF-36 生活质量评分比较采用配对设计定量资料的 *t* 检验,以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

**2 结果**

21 例患者均获得随访,随访时间 37~64(49.5±13.7)个月。所有患者切口顺利愈合,术后 2 例患者出现下肢静脉血栓,均为肌间静脉丛血栓,以利伐沙班口服抗凝(10 mg,口服,每日 2 次),血栓情况稳定,无肺栓塞出现。所有患者术后 X 线随访时自体植骨块骨性愈合,愈合时间 8~13(10.1±2.3)个月。X 线显示无植骨塌陷、内固定松动出现,随访期间无假体周围感染、假体松动、骨溶解、内固定失败等情况出现。患肢完全负重时间 8~15(10.9±3.4)周。末次随访时 HSS 评分 75~92(81.2±8.4)分,高于术前 30~48(53.4±4.2)分(*P*<0.05),见表 1;其中优 11 例,良 9 例,中 1 例。末次随访时 SF-36 生活质量评分中生理功能、社会功能、精神状态、精力、生理职能、健康状况、躯体疼痛、情感职能与术前比较,差异有统计学意义(*P*<0.05),见表 2。典型病例见图 1。

**3 讨论**

**3.1 胫骨近端内侧骨缺损的处理策略**

胫骨近端内侧骨缺损在初次膝关节置换中并不少见。对于包容性骨缺损的处理相对简单,可通过自体颗粒骨植骨填充骨缺损,较好的重建胫骨近端骨结构。相对包容性骨缺损,非包容性骨缺损更为常见。其骨缺损程度越严重,处理难度越大。较小的非包容性骨缺损应对方式较多,如适当增加胫骨平台截骨量并外移胫骨假体,骨水泥填充,骨水泥结合加强螺钉技术<sup>[6]</sup>,自体颗粒骨植骨<sup>[7]</sup>。较大的骨缺损,如 Rand III 型或 IV 型的骨缺损,是临床处理的难题。此类骨缺损伴随的膝关节内翻畸形严重,韧带条件差,如不能有效的修复骨缺损重建骨量,膝关节屈伸间隙无法平衡,假体无法获得稳定性,将直接导致手术

表 1 初次全膝关节置换术胫骨内侧严重骨缺损 21 例患者手术前后 HSS 评分比较( $\bar{x}\pm s$ ,分)

Tab.1 Comparison of HSS scores before and after primary total knee arthroplasty in 21 patients with severe medial tibial bone defects( $\bar{x}\pm s$ , score)

时间	疼痛	功能	活动度	肌力	屈曲畸形	稳定性	总分
术前	12.1±7.5	9.6±5.9	10.0±2.3	7.1±2.4	7.6±1.3	6.3±1.0	53.4±4.2
末次随访	24.4±3.7	16.3±3.4	12.1±4.2	8.9±0.8	8.8±0.6	9.7±0.2	81.2±8.4
<i>t</i> 值	-11.035	-8.047	-1.502	-0.763	-0.621	-3.107	-19.738
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.029	0.146	0.138	0.000	0.000

表 2 初次全膝关节置换术胫骨内侧严重骨缺损 21 例患者手术前后 SF-36 生活质量评分比较( $\bar{x}\pm s$ , 分)Tab.2 Comparison of SF-36 life quality score before and after primary total knee arthroplasty in 21 patients with severe medial tibial bone defects ( $\bar{x}\pm s$ , score)

时间	生理功能	社会功能	精神状态	精力	生理职能	健康状况	躯体疼痛	情感职能
术前	46.8±3.6	40.1±4.9	42.8±7.7	38.2±4.7	47.3±6.4	44.1±3.8	41.7±5.1	50.6±8.3
末次随访	72.1±7.0	65.5±5.4	60.6±5.2	62.8±5.9	69.2±10.5	71.6±6.8	72.9±8.8	78.5±9.4
<i>t</i> 值	-9.804	-8.029	-7.885	-8.671	-9.040	-9.271	-8.876	-8.549
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

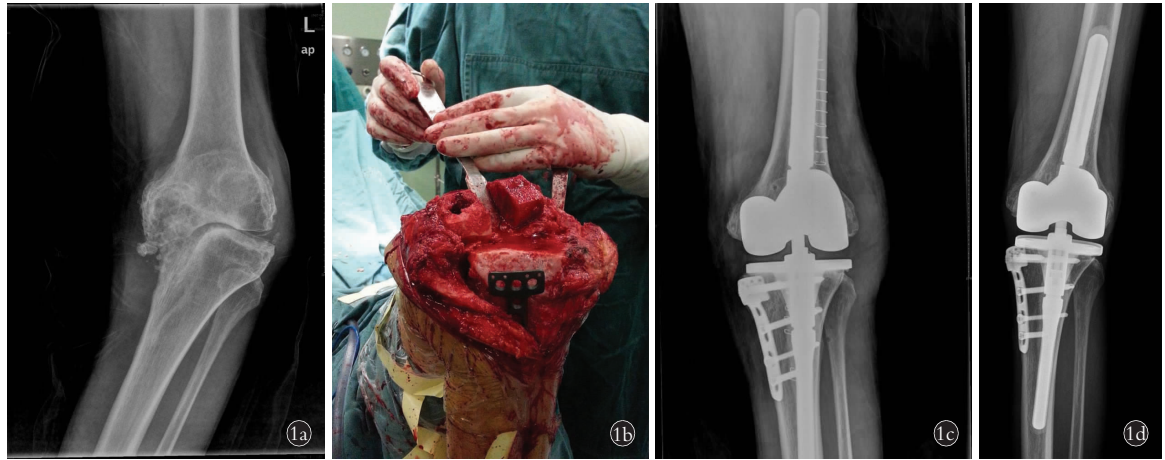


图 1 患者,男,63 岁,因左膝关节炎行膝关节置换术,术中以自体结构植骨结合钢板固定进行胫骨近端骨缺损重建 1a. 术前左膝正位 X 线示左膝严重内翻,胫骨近端内侧严重骨缺损 1b. 术中完成截骨后,判断骨缺损大小,预置胫骨近端内侧锁定钢板 1c. 术后 2 d 左膝正位 X 线示骨缺损重建满意,假体位置良好 1d. 术后 5 年左膝正位 X 线示结构性植骨骨整合良好,假体位置满意,无松动迹象

**Fig.1** A 63-year-old male patient underwent knee arthroplasty due to left knee osteoarthritis. During the operation, the bone defect of proximal tibia was reconstructed with autogenous bone graft and steel plate fixation 1a. Preoperative AP X-ray of the left knee showed severe varus of the left knee and severe bone defect of the proximal medial tibia 1b. After the osteotomy was completed during the operation, the size of the bone defect was determined, and the proximal tibial medial locking plate was preset 1c. AP X-ray of the left knee showed that the reconstruction of bone defect was satisfactory and the position of prosthesis was good 2 days after operation 1d. AP X-ray of the left knee 5 years after operation showed that the structural bone graft was well integrated, the position of the prosthesis was satisfactory, and there was no sign of loosening

失败。对于严重的胫骨内侧骨缺损,自体结构性植骨是一种可靠的修复方式,具有取材方便、节约成本、无免疫及排斥反应、术后骨整合能力强等优点<sup>[1,8-9]</sup>。大块同种异体骨可修复的骨缺损范围大,且易于塑形,不造成供区损伤,节约手术时间,但存在交叉感染、免疫排斥反应、骨吸收坏死、价格昂贵等缺点。金属填充块可与假体自由组配,并且可以通过 3D 打印技术实现骨缺损的精确重建<sup>[10-11]</sup>,钛金属等新型材料以其良好的生物兼容性和强度为骨缺损提供了短期内的可靠结构支撑,也为长期的骨生长融合提供了良好的环境。但这一技术不仅费用高昂,同时不可避免的需要去除额外的健康骨组织,对于初次全膝置换而言,使用这一技术给将来潜在的翻修手术造成了骨量不足的隐患。

### 3.2 自体骨结构性植骨结合钢板内固定的优势

查阅文献,笔者发现目前尚无自体结构植骨结

合钢板内固定治疗初次全膝关节置换时胫骨近端骨缺损的相关报道。笔者认为这一技术的优势在于:(1)取材便利,利用股骨髁和胫骨平台骨床制备时的截骨块,一般为胫骨平台外侧截骨块或股骨内侧髁截骨块,基本可以满足骨缺损的填充,无须增加额外切口获取骨源。(2)可根据骨缺损的范围和形态对自体骨塑形,在一些病例中可使用多块截骨块组合进行固定。(3)因结构性植骨的骨块大,使用钢板进行胫骨近端内侧支撑,螺钉可牢固固定植骨块,从而缓解胫骨假体所受剪力。有学者报道使用 2 枚拉力螺钉对胫骨近端自体植骨块进行固定,同时使用普通假体进行膝关节置换<sup>[9]</sup>,笔者认为仅用拉力螺钉固定骨折块存在不确定性,如患者骨质疏松,或植骨块整合时间长易出现退钉现象。有学者使用克氏针临时固定骨折块,待假体植入时使用骨水泥涂于植骨块与胫骨内侧表面<sup>[12]</sup>以固定植骨块。笔者认为这一

方法中植骨块再血管化被骨水泥涂层严重干扰,仅适用于骨缺损深度在 10 mm 以内的病例,并且使用这一方法时假体的选择需谨慎,普通假体因对抗内外翻剪力的能力较差,失败风险增高。

### 3.3 手术操作体会

手术中的注意事项:(1)对胫骨近端内侧存在严重骨缺损的病例,其解剖标志往往丧失,胫骨截骨时可以采取髓内定位,开髓点位于胫骨结节中内 1/3 沿 Akagi 线向后 15 mm<sup>[13]</sup>。(2)此类病例往往韧带条件差,存在内侧软组织结构挛缩,外侧软组织结构松弛的情况。本研究中所有患者使用髁限制性假体以确保膝关节获得良好的冠状位稳定性。髁限制性假体的优势在于胫骨侧延长杆可以很好的中和胫骨平台的内外翻剪力,同时假体的设计可以在膝关节内外侧韧带功能不全的情况下保证膝关节的稳定性。(3)植骨之前,必须将胫骨近端内侧打磨新鲜化。胫骨近端内侧骨缺损区域为硬化骨,如不予处理则与植骨块整合时间将延长,骨愈合存在不确定性。植骨块确保皮质骨一侧与钢板接触,松质骨一侧与骨床接触。既可增加支撑效果,也可增加骨整合能力。(4)为避免钢板螺钉与胫骨假体冲突,笔者推荐胫骨侧操作顺序首先将胫骨扩髓,完成胫骨平台截骨后制备胫骨假体基座,再将植骨骨块塑形后以锁定钢板支撑固定骨块,此时可确认螺钉置入方向安全,最后植入胫骨假体。

### 3.4 不足与展望

本研究不足之处在于:(1)缺乏对照研究,使结果缺乏足够说服力。(2)纳入病例时病种较多,影响结果的精确性。(3)随访没有进行 CT 检查,骨整合的证据不够充分。在今后的研究中,不同病因形成的骨缺损在使用自体骨结构性植骨后的转归情况,仅使用带胫骨延长杆的普通假体是否适用于此类病例都是笔者需要探索的问题。

#### 参考文献

[1] 危小东,陈永岗,刘佳,等.全膝关节置换术中胫骨平台骨缺损的最新处理进展[J].实用骨科杂志,2016,22(12):1100-1103. WEI XD, CHEN YG, LIU J, et al. New development of tibial bone deficiency in total knee arthroplasty[J]. Shi Yong Gu Ke Za Zhi, 2016, 22(12):1100-1103. Chinese.

[2] Rand JA. Bone deficiency in total knee arthroplasty. Use of metal wedge augmentation[J]. Clin Orthop Relat Res, 1991, (271):63-71.

[3] Ranawat CS, Insall J, Shine J. Duo-condylar knee arthroplasty: hospital for special surgery design[J]. Clin Orthop Relat Res, 1976, 120(10):76-82.

[4] 李鲁,王红妹,沈毅. SF-36 健康调查量表中文版的研制及其性能测试[J]. 中华预防医学杂志, 2002, 36(2):109-113. LI L, WANG HM, SHEN Y. Development and psychometric tests of a Chinese version of the SF-36 Health Survey Scales[J]. Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi, 2002, 36(2):109-113. Chinese.

[5] 林旺,王盈盈,郭卫中,等. 胫骨平台后外侧柱骨折扩大外侧入路内固定增强力学稳定性及膝关节功能[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(24):3826-3831. LIN W, WANG YY, GUO WZ, et al. Adopting expanded lateral approach to enhance the mechanical stability and knee function for treating posterolateral column fracture of tibial plateau[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2021, 25(24):3826-3831. Chinese.

[6] 郑充,周勇刚,马海洋,等. 全膝关节置换术中螺丝钉数量与骨缺损严重程度关系的临床研究[J]. 中国骨伤, 2016, 29(5):415-420. ZHENG C, ZHOU YG, MA HY, et al. Relationship between screw numbers and severity of tibial bone defect in primary total knee arthroplasty[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(5):415-420. Chinese with abstract in English.

[7] Sohn JM, In Y, Jeon SH, et al. Autologous impaction bone grafting for bone defects of the medial tibia plateau during primary total knee arthroplasty: Propensity score matched analysis with a minimum of 7-year follow-up[J]. J Arthroplasty, 2018, 33(8):2465-2470.

[8] Chon JG, Kang JW, Kim CU, et al. Treatment of 10-mm-deep or greater uncontained tibial bone defects in primary total knee reconstruction without metal augmentation: autologous oblique structural peg bone and cancellous chip bone grafting[J]. Clin Orthop Surg, 2021, 13(2):168-174.

[9] Arslan A. Using tibia proximal cut autograft in advanced varus knee deformity in total knee arthroplasty. Outcomes compared to the control group[J]. Open Orthop J, 2018, 24(12):405-410.

[10] 王进,赵广雷,黄钢勇,等. 3D 打印金属垫块修复全膝关节置换(TKA)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. WANG J, ZHAO GL, HUANG GY, et al. Three-dimensional finite element analysis of 3D-printed metal block for repairing tibia plateau bone defect in total knee arthroplasty (TKA)[J]. Fu Dan Xue Bao(Yi Xue Ban), 2020, 47(2):232-239. Chinese.

[11] 方亮,董睿,金红婷,等. 3D 打印个体化器械操作在全膝关节置换术中的应用现状[J]. 中国骨伤, 2019, 32(6):582-586. FANG L, DONG R, JIN HT, et al. Application status of 3D printing patient-specific instrumentation in total knee arthroplasty[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2019, 32(6):582-586. Chinese with abstract in English.

[12] Yoon JR, Seo IW, Shin YS. Use of autogenous onlay bone graft for uncontained tibial bone defects in primary total knee arthroplasty[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2017, 18(1):502.

[13] Saffarini M, Nover L, Tandogan R, et al. The original Akagi line is the most reliable: a systematic review of landmarks for rotational alignment of the tibial component in TKA[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(4):1018-1027.

(收稿日期:2021-10-20 本文编辑:王玉蔓)