

· 论著 ·

两种植骨材料对骨质疏松性Schatzker II型胫骨平台骨折患者植骨强度及稳定性的影响

徐宗联*

滑县人民医院骨外科 (河南 安阳 456400)

【摘要】 **目的** 探讨自体松质骨与人工骨对骨质疏松性Schatzker II型胫骨平台骨折患者植骨强度及稳定性的影响。**方法** 选取我院2018年1月至2020年1月收治骨质疏松性Schatzker II型胫骨平台骨折患者共70例，以随机数字表法分为对照组(35例)和观察组(35例)，分别采用自体松质骨与人工骨进行植骨治疗，比较两组术后随访健侧胫骨平台骨密度T值、植骨区骨密度、胫骨外踝关节面塌陷-高度差值、膝关节外侧间隙高度/角度差值及术后并发症发生率。**结果** (1)两组术后随访健侧胫骨平台骨密度T值比较差异无显著性($P>0.05$)；观察组术后随访植骨区骨密度均显著多于对照组($P<0.05$)；(2)观察组术后12个月胫骨外踝关节面总塌陷-高度差值、术后3个月内塌陷-高度差值、术后3~6个月塌陷-高度差值及术后6~12个月塌陷-高度差值均显著少于对照组($P<0.05$)；(3)观察组术后12个月膝关节外侧间隙总丢失高度值、术后3个月内丢失高度值、术后3~6个月丢失高度值及术后6~12个月丢失高度值均显著少于对照组($P<0.05$)；(4)观察组术后12个月膝关节外侧间隙角度总增加值、术后3个月内角度增加值及术后3~6个月角度增加值均显著少于对照组($P<0.05$)；两组术后6~12个月膝关节外侧间隙角度增加值比较差异无显著性($P>0.05$)；(5)观察组术后并发症发生率显著低于对照组($P<0.05$)。**结论** 相较于自体松质骨，骨质疏松性Schatzker II型胫骨平台骨折患者采用人工骨可有效改善植骨强度，提高稳定性，且有助于降低术后并发症发生风险，更具临床应用价值。

【关键词】 自体松质骨；人工骨；骨质疏松；胫骨平台骨折

【中图分类号】 R683

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2023.06.028

Influence of Two Kinds of Bone Graft Materials on Bone Grafting Strength and Stability of Osteoporotic Tibial Plateau Fracture Patients with Schatzker Type II

XU Zong-lian*

Department of Orthopedics, The People's Hospital of Hua County, Anyang 456400, Henan Province, China

Abstract: **Objective** To investigate the influence of allogenic cancellous bone materials and artificial bone materials on bone grafting strength and stability of osteoporotic tibial plateau fracture patients with Schatzker type II. **Methods** 70 osteoporotic tibial plateau fracture patients with Schatzker type II were chosen in the period from January 2018 to January 2020 in our hospital and randomly divided into both groups including control group (35 patients) with allogenic cancellous bone materials and observation group (35 patients) with artificial bone materials for bone grafting; and the bone mineral density T value of healthy tibial plateau and bone graft area, the difference of tibial lateral condylar joint surface collapse-height, lateral knee joint space height and lateral knee joint space angle with followed-up after operation and the incidence of complications after operation of both groups were compared. **Results** (1) There was no significant difference in the bone mineral density T value of healthy tibial plateau with followed-up after operation between 2 groups ($P>0.05$). The bone mineral density T value of bone graft area with followed-up after operation of observation group were significantly more than control group ($P<0.05$). (2) The total collapse-height difference of tibial lateral condylar articular surface in 12 months after operation, collapse-height difference in 3 months after operation, collapse-height difference in 3~6 months after operation and collapse-height difference in 6~12 months after operation of observation group were significantly less than control group ($P<0.05$). (3) The total loss height of lateral knee joint space in 12 months after operation, loss height in 3 months after operation, loss height in 3~6 months after operation and loss height in 6~12 months after operation of observation group were significantly less than control group ($P<0.05$). (4) The total angle increment of lateral knee joint space in 12 months after operation, in 3 months after operation and in 3~6 months after operation of observation group were significantly less than control group ($P<0.05$). There was no significant difference in the total angle increment of lateral knee joint space in 6~12 months after operation between 2 groups ($P>0.05$). (5) The incidence of complications after operation of observation group were significantly lower than control group ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with allogenic cancellous bone materials, artificial bone materials for bone grafting in the treatment of osteoporotic tibial plateau fracture patients with Schatzker type II can efficiently improve the bone grafting strength and higher the stability.

Keywords: Allogenic Cancellous Bone; Artificial Bone; Osteoporosis; Tibial Plateau Fracture

胫骨平台骨折是临床常见创伤性骨折类型之一，其患者人数约占四肢骨折总数5%~7%，而占成人胫腓骨骨折比例更接近12%^[1]；其中老年骨质疏松性胫骨平台骨折多存在关节面塌陷问题，以往常规采用自体松质骨植骨治疗疗效尚可，但存在抗压能力相对差，易增加关节面塌陷和关节炎发生风险等问题^[2]。近年来国外学者采用人工骨注射植骨方案用于胫骨平台塌陷患者效果良好，支撑面积更为均匀，且抗压能力明显增强；但对于合并骨质疏松患者采用人工骨治疗是否优于骨松质植骨相关对照研究仍较为缺乏^[3]。本本研究通过比较自体松质骨与人工骨对骨质疏松性Schatzker II型胫骨平台骨折患者植骨强度及稳定性的影响，旨在为人工骨应用积累更多循证医学证据，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取2018年1月至2020年1月于本院收治骨质疏松性Schatzker II型胫骨平台骨折患者共70例，以随机数字表法分为对照组和观察组，每组各35例；对照组中男性25例，女性10例，平均年龄为(63.47±5.83)岁，受伤至就诊平均时间为(7.29±1.06)h；根据骨折位置划分，左侧21例，右侧14例；根据骨折原因划分，车祸伤11例，坠落伤16例，压砸伤8例；观察组中男性22例，女性13例，平均年龄为(63.91±5.99)岁，受伤至就诊平均时间为(7.15±1.01)h；根据骨折位置划分，左侧23例，右侧12例；根据骨折原因划分，车祸伤12例，坠落伤14例，压砸伤9例；两组一般资料比较差异无显著性($P>0.05$)。

【第一作者】徐宗联，男，副主任医师，主要研究方向：创伤关节。E-mail: xuzonglian@126.com

【通讯作者】徐宗联

纳入标准：符合胫骨平台骨折诊断标准，且Schatzker分型为II型^[4]；T值 ≤ -2.5 ；单侧骨折；方案经伦理委员会批准，且患者及家属知情同意。排除标准：患侧膝关节炎病史；患侧膝关节周围骨折病史；病理性骨折；多发骨折；长期服用激素或免疫抑制剂；合并影响膝关节功能其他疾病；精神系统疾病；无法耐受手术或麻醉。

1.2 手术方法 确定髁骨位置后，在上缘外侧约2.5cm处作弧形切口，沿髁旁外侧向下，并可根据创伤情况调整切口长度以完全显露病变区；继

续沿半月板边缘切开并在下方抬起半月板，有效暴露塌陷关节面；完成骨折端复位，并将锁定钢板置入胫骨平台外侧进行固定。开窗位置为距关节面约2cm处，轻柔抬起外髁关节面，待达正常位置后注入植骨材料；其中对照组采用自体松质骨(南京屹特博医学科技发展有限公司提供)行填充植骨；观察组采用可注射型人工骨(英国百赛公司提供)注射植骨，拉丝期前(调配成功后2~3min)完成加压注射，以保证人工骨浆渗透进入骨小梁，见图1-图3。钢板行近端螺钉固定后逐层缝合关闭切口，

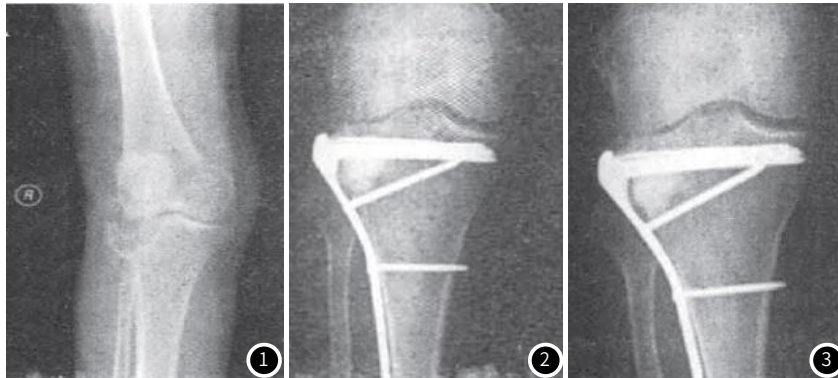


图1 术前X线示胫骨平台外侧髁Schatzker II型骨折；图2 术后植骨区骨密度明显增高；图3 术后6个月植骨区骨密度仍然较高；

最后放置引流管。以上操作均由同一组手术及麻醉医师完成。

术后常规预防性抗生素应用，术后第2d起行抗骨质疏松干预，具体方案为：(1)唑来膦酸注射液5mg/次，每4周1次；(2)钙尔奇碳酸钙D3 600mg/次，每天1次；术后第2d起行膝关节功能锻炼，术后第7d起行不负重下地活动，术后3个月和6个月起分别行部分负重、完全负重下地活动。

1.3 观察指标^[5-6] 全部患者随访时间为12-32个月，平均随访时间为 (19.74 ± 3.50) 个月；(1)健侧胫骨平台和植骨区骨密度检测采用艾克瑞DEXA-BMD骨密度检测仪；(2)胫骨外髁关节面塌陷高度差值：计算正位X线下关节面最低点与胫骨内外髁连线距离；塌陷高度差值=后一时间点塌陷高度-前一时间点塌陷高度；(3)膝关节外侧间隙高度差值：行膝关节正位X线摄片，测量股骨外髁最低点至胫骨平台内外侧髁连线间垂直距离，外侧间隙高度差值=前一时间点外侧间隙高度-后一时间点外侧间隙高度；(4)膝关节外侧间隙角为股骨关节面和胫骨平台两切线外侧夹角度数，膝关节外侧间隙角差值=后一时间点外侧间隙角-前一时间点外侧间隙角；(5)术后并发症包括排异反应和继发感染。

1.4 统计学方法 选择SPSS 24.0软件处理数据；统计学方法采用t检验和 χ^2 检验；检验水准为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组术后随访健侧胫骨平台和植骨区骨密度比较 两组术后随访健侧胫骨平台骨密度T值比较差异无显著性($P>0.05$)；观察组术后随访植骨区骨密度均显著多于对照组($P<0.05$)；见表1。

2.2 两组术后随访胫骨外髁关节面塌陷高度差值比较 观察组术后12个月胫骨外髁关节面总塌陷-高度差值、术后3个月内塌陷-高度差值、术后3~6个月塌陷-高度差值及术后6~12个月塌陷-高度差值均显著少于对照组($P<0.05$)；见表2。

2.3 两组术后随访膝关节外侧间隙高度差值比较 观察组术后12个月膝关节外侧间隙总丢失高度值、术后3个月内丢失高度值、术后3~6个月丢失高度值及术后6~12个月丢失高度值均显著少于对照组($P<0.05$)；见表3。

2.4 两组术后随访膝关节外侧间隙角度差值比较

观察组术后12个月膝关节外侧间隙角度总增加值、术后3个月内角度增加值及术后3~6个月角度增加值均显著少于对照组($P<0.05$)；两组术后6~12个月膝关节外侧间隙角度增加值比较差异无显著性($P>0.05$)；见表4。

表1 两组术后随访健侧胫骨平台和植骨区骨密度比较

组别	例数	健侧胫骨平台				植骨区			
		术后1周	术后3个月	术后6个月	术后12个月	术后1周	术后3个月	术后6个月	术后12个月
对照组	35	-2.78 $\pm$ 0.33	-2.75 $\pm$ 0.27	-2.77 $\pm$ 0.24	-2.94 $\pm$ 0.48	-0.57 $\pm$ 0.13	-0.48 $\pm$ 0.17	-0.39 $\pm$ 0.10	-0.32 $\pm$ 0.08
观察组	35	-2.70 $\pm$ 0.29	-2.72 $\pm$ 0.24	-2.68 $\pm$ 0.30	-3.01 $\pm$ 0.60	1.12 $\pm$ 0.30*	1.02 $\pm$ 0.24*	0.94 $\pm$ 0.19*	0.89 $\pm$ 0.16*

(*与对照组相比, $P<0.05$)

表2 两组术后随访胫骨外髁关节面塌陷-高度差值比较(mm)

组别	例数	术后12个月总塌陷高度值	术后3个月内塌陷高度值	术后3~6个月塌陷高度值	术后6~12个月塌陷高度值
对照组	35	8.37 $\pm$ 1.74	3.04 $\pm$ 0.99	2.75 $\pm$ 0.69	2.40 $\pm$ 0.52
观察组	35	1.93 $\pm$ 0.40*	1.22 $\pm$ 0.47*	0.52 $\pm$ 0.16*	0.36 $\pm$ 0.09*

(*与对照组相比, $P<0.05$)

表3 两组术后随访膝关节外侧间隙高度差值比较(mm)

组别	例数	术后12个月总丢失高度值	术后3个月内丢失高度值	术后3~6个月丢失高度值	术后6~12个月丢失高度值
对照组	35	0.92 $\pm$ 0.13	0.39 $\pm$ 0.05	0.27 $\pm$ 0.03	0.29 $\pm$ 0.07
观察组	35	0.24 $\pm$ 0.04*	0.06 $\pm$ 0.01*	0.04 $\pm$ 0.01*	0.08 $\pm$ 0.03*

(*与对照组相比, $P<0.05$)

表4 两组术后随访膝关节外侧间隙角度差值比较(°)

组别	例数	术后12个月总角度增加值	术后3个月内角度增加值	术后3~6个月角度增加值	术后6~12个月角度增加值
对照组	35	11.93 $\pm$ 2.57	3.82 $\pm$ 0.56	5.37 $\pm$ 0.84	2.52 $\pm$ 0.28
观察组	35	4.59 $\pm$ 0.90*	0.98 $\pm$ 0.12*	1.10 $\pm$ 0.19*	2.74 $\pm$ 0.32

(*与对照组相比, $P<0.05$)

2.5 两组术后并发症发生情况比较 对照组术后出现排异反应3例,经换药后分别于术后2~4个月愈合,出现异体骨排异继发感染1例,经清创和自体髂骨移植后痊愈,术后并发症发生率为11.23%;观察组均未出现切口感染和植骨排异反应,骨折愈合顺利,术后并发症发生率为0.00%;观察组术后并发症发生率显著低于对照组($P<0.05$)。

3 讨论

随着老龄化程度加重,骨质疏松性胫骨平台骨折发生人数逐年增加,其中多合并平台坍塌,骨质压缩明显;以往关节面内植物置入支撑效果相对较差,且存在远期植骨丢失、关节畸形及骨性关节炎等严重问题^[7]。骨质疏松人群因骨小梁力学强度下降使得螺钉切割效应增加,需更大支撑面积以达到降低压强及避免关节面下陷等多种作用^[8];近年来针对骨质疏松性胫骨平台塌陷骨折患者给予有效关节面支撑植骨在提高关节面稳定性及改善临床预后方面重要性已获得广泛认可。国外流行病学报道证实^[9],欧美骨质疏松性关节周围骨折患者中行植骨治疗关节面塌陷率仅为非植骨患者15%~20%;同时绝经后女性植骨术后关节面塌陷高度约为4.3mm,而非植骨人群则达9.0mm。

异体松质骨是骨科最为常用植骨材料之一,其来源广泛,手术操作简便,价格相对低廉,且抗挤压力学和骨长入生物性能尚可;但其制备通过冷冻干燥,在处理过程中较易发生骨小梁微小骨折,植骨材料脆性增加,且抗扭和抗弯强度下降,术后外力挤压下压缩塌陷风险更高,难以达到满意支撑效应^[10]。而骨质疏松性骨折骨小梁组织生物力学强度更弱,异体松质骨植入后支撑强度往往不佳^[11]。本次研究结果中,对照组患者给予骨松质支撑植骨术后12个月内关节面总塌陷高度值达 (8.37 ± 1.74) mm,而膝关节外侧间隙高度丢失值和外侧间隙角增加值分别达 (0.92 ± 0.13) mm, $(11.93\pm 2.57)^\circ$,同时本研究发现膝关节面塌陷及外侧间隙高度丢失主要发生在术后3个月内,且骨痂形成较少,进一步表明松质骨植骨早期支撑能力难以满足临床需要,需在骨痂形成后可达良好力学稳定性。

本次研究所采用人工骨为新型可注射型骨填充材料,与传统松质骨材料相比具有以下优势:(1)生物相容性良好,本次研究结果中观察组植骨后均未出现排异反应,而以往报道提示^[12],部分松质骨仍存在抗原性,总体发生率约为5%~13%;(2)物理抗压性更强,注射20min后可全部固化,具有类似骨水泥的即时稳定性,固化后强度为常规松质3~4倍,能够显著增强关节面支撑能力,减轻早期关节面塌陷程度^[13];(3)可通过特殊电位控制和模拟松质骨微孔结构,刺激相关蛋白质和骨生长因子吸附,加快新骨生成;(4)人工骨在固化前所具有的粘稠液态使得其在进入骨折部位后能够根据缺损形态塑形,实现骨缺损区域完全填充,避免以往固体松质骨植骨可能导致植骨间隙问题,进一步提高植骨支撑能力^[15];(5)液态人工骨在骨小梁间隙内弥散有助于在骨小梁间形成“交锁效应”,增强植骨区域稳定性,更有助于提高骨质疏松骨折植骨效果^[14]。

有报道认为^[16],植骨术后3个月内是关节面下陷多发时期,而随骨痂形成量增加则塌陷程度降低。本次研究结果中,对照组患者植骨后3个月内胫骨关节面塌陷为 (3.04 ± 0.99) mm,与以上报道结果接近;但术后3~6个月和6~12个月塌陷高度下降为 (2.75 ± 0.69) mm,笔者认为造成这一现象可能因为骨松质间骨小梁间隙较大,引起异体骨早期生物力学稳定性降低,随着松质骨受压程度增加,支撑能力随之增加并逐渐达稳定状态;故在骨痂愈合过程中应行关节面持续支撑。人工骨注射植骨可有效解决以上问题,增强植骨区骨密度;本次研究结果中,观察组术后随访植骨区骨密度均显著多于对照组,同时观察组术后随访胫骨外髁关节面总塌陷-高度差值、膝关节外侧间隙总丢失高度值及膝关节外侧间隙角度总增加值较对照组亦显著降低,进一步证实以上观点。而两组术后6~12个月膝关节外侧间隙角度增加值比较差异无显著性($P>0.05$),笔者认为这可能与纳入样本量相对较少有关。需注意到人工骨植骨费用相对高昂,对于操作技术要求较高,且凝固时间对植骨支撑效果影响较大,故首先推荐在有条件医院及患者人群中应用。

人工骨具有凝固窗口期,部分学者报道认为其凝固开始时间约为9~10min,且拉丝期加压注射效果更佳^[17];但以上研究均未包括骨质疏松人群,而笔者在实际操作过程中发现人工骨液态期骨浆扩散渗透至骨小梁间隙能力更强,有助于提高支撑植骨强度及面积,故建议人工骨植骨应在调配成功后2~3min开始加压注射。

综上所述,相较于异体松质骨,骨质疏松性Schatzker II型胫骨平台骨折患者采用人工骨可有效改善植骨强度,提高稳定性,且有助于降低术后并发症发生风险,更具临床应用价值。但本次研究亦存在一定不足:(1)骨质疏松患者胫骨平台骨折患者存在“双凹征”现象是否可对膝关节测量指标结果产生影响尚无明确定论;(2)人工骨注入后弹性模量差异是否可增加新发骨折形成风险亦有待通过后续长期随访观察。

参考文献

- [1] Hanke A, Bäumlein M, Lang S, et al. Long-term radiographic appearance of calcium-phosphate synthetic bone grafts after surgical treatment of tibial plateau fractures [J]. *Injury*, 2017, 48(12): 2807-2813.
- [2] Choudhry RR, Choudhry DK. To study the clinical and radiological outcomes of closed depressed tibia plateau fracture without the use of a bone graft or a bone substitute [J]. *Environ Conserv*, 2016, 22(2): 127-132.
- [3] Walsh WR, Oliver RA, Christou C, et al. Critical Size Bone Defect Healing Using Collagen-Calcium Phosphate Bone Graft Materials [J]. *Plos One*, 2017, 12(1): e0168883.
- [4] 中华创伤骨科杂志编辑委员会. 胫骨平台骨折诊断与治疗的专家共识[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2015, 17(1): 3-7.
- [5] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2017)[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2017, 33(10): 890-899.
- [6] 胥少汀, 葛宝丰, 徐印坎. 实用骨科学. 第4版[M]. 北京: 人民军医出版社, 2012: 1356-1357.
- [7] Carrera I, Gelber PE, Chary G, et al. Fixation of a split fracture of the lateral tibial plateau with a locking screw plate instead of cannulated screws would allow early weight bearing: a computational exploration [J]. *Int Orthop*, 2016, 40(10): 2163-2169.
- [8] Pol G J V D, Iselin L D, Callary S A, et al. Impaction bone grafting has potential as an adjunct to the surgical stabilisation of osteoporotic tibial plateau fractures: Early results of a case series[J]. *Injury-International Journal of the Care of the Injured*, 2015, 46(6): 1089-1096.
- [9] Hanke A, Bäumlein M, Lang S, et al. Long-term radiographic appearance of calcium-phosphate synthetic bone grafts after surgical treatment of tibial plateau fractures [J]. *Injury*, 2017, 48(12): 2807-2813.
- [10] Barbieri D, Yuan H, Ismailoglu A, et al. Comparison of two moldable calcium phosphate-based bone graft materials in a non-instrumented canine interspinous implantation model [J]. *Tissue Eng Part A*, 2017, 23(23-24): 1310-1320.
- [11] Parkkinen M, Lindahl J, Mäkinen TJ, et al. Predictors of osteoarthritis following operative treatment of medial tibial plateau fractures[J]. *Injury*, 2018, 49(2): 370-375.
- [12] Firoozabadi R, Schneidkraut J, Beingessner D, et al. Hyperextension Varus Bicondylar Tibial Plateau Fracture Pattern: Diagnosis and Treatment Strategies[J]. *J Orthop Trauma*, 2016, 30(5): e152-e157.
- [13] Erden T, Batar S, Uzer G, et al. Early Results of the Medial Approach for Arthroscopic-Assisted Fixation of Lateral Tibial Plateau Fractures [J]. *Orthop J Sports Med*, 2017, 5(suppl2): 170-174.
- [14] Van Lieshout EM, Alt V. Bone graft substitutes and bone morphogenetic proteins for osteoporotic fractures: what is the evidence [J]. *I Injury*, 2016, 47(Suppl 1): S43-S46.
- [15] Heiney JP, Kursk K, Schmidt AH, et al. Reduction and Stabilization of Depressed Articular Tibial Plateau Fractures: Comparison of Inflatable and Conventional Bone Tamps: Study of a Cadaver Model [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(15): 1273-1279.
- [16] Lu S, McGough APM, Shiels SM, et al. Settable polymer/ceramic composite bone grafts stabilize weight-bearing tibial plateau slot defects and integrate with host bone in an ovine model [J]. *Biomaterials*, 2018, 179(3): 29-45.
- [17] Ollivier M, Turati M, Munier M, et al. Balloon tibioplasty for reduction of depressed tibial plateau fractures: Preliminary radiographic and clinical results [J]. *Int Orthop*, 2016, 40(9): 1961-1966.

(收稿日期: 2022-10-25)
(校对编辑: 朱丹丹)