

· 临床研究 ·

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

郑充¹, 周勇刚¹, 马海洋¹, 张卓¹, 付华昊², 吴文明¹, 朴尚¹, 杜银桥¹, 王森¹

(1.解放军总医院骨关节外科, 北京 100853; 2.北京大学社会学系, 北京 100871)

【摘要】 目的:总结使用全膝关节置换术治疗严重膝关节内翻畸形中,应用螺丝钉骨水泥技术重建胫骨平台骨缺损的临床经验,探讨使用螺丝钉数量与骨缺损严重程度的相关性。**方法:**2009年4月至2015年5月,34例(40膝)接受全膝关节置换术,术中应用螺丝钉骨水泥技术重建胫骨平台内侧骨缺损。其中男8例(8膝),女26例(32膝);年龄55~82岁,平均(65.00±7.25)岁。每例膝关节使用的螺丝钉数为1~6枚,其中2例结合使用了延长杆(分别使用4、5枚螺丝钉)。分别测量计算每例患者胫骨平台骨缺损面积百分比、骨缺损的深度并记录使用螺丝钉数量,经过统计学分析,探讨胫骨平台不同缺损百分比与使用螺丝钉数量的关系,同时分析骨缺损深度对使用螺丝钉数量的影响。**结果:**所有患者获随访,时间1~72个月,平均24个月。HSS评分术前(43.33±6.11)分(32~51分),术后改善为(92.15±4.64)分(83~96分),各单项评分包括疼痛、功能、活动度、肌力、屈曲畸形及稳定性均较术前提高。所有患者获得稳定且力线正常的膝关节,胫股角由术前(167.00±6.39)°改善为术后(175.00±2.69)°;胫骨角由术前(78.09±4.51)°改善为术后(88.75±1.24)°。螺钉骨水泥技术使用螺丝钉数量与骨缺损的面积和深度存在相关性,可据此构建相关性直角坐标图。**结论:**螺钉加强骨水泥技术是一种简便、安全、有效的处理胫骨内侧平台骨缺损的方法,中短期效果可靠。临床实践中可利用缺损严重程度与使用螺丝钉数量的相关性直角坐标图,根据术中的缺损面积百分比和深度,得到推荐使用的螺丝钉数。

【关键词】 骨螺丝; 关节成形术, 置换, 膝; 胫骨; 骨缺损

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2016.05.005

Relationship between screw numbers and severity of tibial bone defect in primary total knee arthroplasty ZHENG Chong, ZHOU Yong-gang*, MA Hai-yang, ZHANG Zhuo, FU Hua-hao, WU Wen-ming, PIAO Shang, DU Yin-qiao, and WANG Sen. *Department of Orthopaedics, PLA General Hospital, Beijing 100853, China

ABSTRACT Objective: To summarize experience of using screws and cement to rebuild tibial bone defect in primary total knee arthroplasty (TKA), and to discuss the relationship between the number of required screws and the severity of tibial bone defects. **Methods:** From July 2009 to May 2015, 34 patients (40 knees) with varus knees underwent TKA, and the screw and cement technique was used to rebuild medial tibia plateau during operation. There were 8 males (8 knees) and 26 females (32 knees), and the average age was (65.00±7.25) years old (ranged, 55 to 82 years old). One to 6 screws were used in each case. Extension stems were used in 2 cases (4 and 5 screws was used respectively). The area percentages of the bone defects measured as defect area/tibia plateau area, depth of each defect, the number of screws needed in each case, were all used to determine the relationship between the number of screws and the area percentage in certain depth of bone defect by statistic methods, as well as the relationship between screw number and defect depth. **Results:** All the patients were followed up and the average duration was 24 months (ranged, 1 to 72 months). The average preoperative HSS score was 43.33±6.11 (ranged, 32 to 51 scores). Whereas the average postoperative HSS score was 92.15±4.64 (ranged, 83 to 96 scores). The preoperative individual scores including pain, function, activity, muscle strength, flexion deformity and stability were all improved compared with preoperation, and the differences were statistically significant. All the patients received normal alignment postoperatively, femoral tibial angle was improved from (167.00±6.39)° preoperatively to (175.00±2.69)° postoperatively, the tibial angle was improved from (78.09±4.51)° preoperatively to (88.75±1.24)° postoperatively. Both area percentage and depth of bone defect in a fitting Ologistic model had a significant statistical relationship with the screw number, and a rectangular coordinate system could be formed according to the relationship. **Conclusion:** Screws and cement technique is a simple, safe and convenient method to rebuild tibial bone defects in primary TKA and its short-term and midterm effect are both reliable. During operation, according to the rectangular coordinate system, the screw number needed in the operation can be inferred from the area and

通讯作者: 周勇刚 E-mail: zhouyg@263.net

Corresponding author: ZHOU Yong-gang E-mail: zhouyg@263.net

depth of tibia defect, which could have a guiding function in surgery.

KEYWORDS Bone screws; Arthroplasty, replacement, knee; Tibia; Bone defect

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(5):415-420 www.zggszz.com

在复杂初次全膝关节置换(total knee arthroplasty, TKA)中,内侧胫骨平台骨缺损很常见。与膝关节翻修手术的骨缺损相比,此类缺损常位于胫骨平台内侧,多为非包容性缺损,范围常较小,可以通过螺丝钉结合骨水泥技术进行修补。Berend 等^[1]已有报道证明螺丝钉骨水泥技术的有效性和远期随访的可靠性。但并未检索到螺丝钉数量与骨缺损严重程度关系的研究。本文旨在研究改良的螺钉骨水泥技术中短期的临床效果,并探讨胫骨平台不同缺损面积百分比与使用螺丝钉数量的关系,同时分析骨缺损深度对使用螺丝钉数量的影响。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾研究 2009 年 4 月至 2015 年 5 月,于我院行 TKA 的严重膝关节内翻畸形患者 41 例(47 膝),排除股骨胫骨关节外畸形 7 例,纳入 34 例(40 膝)。男 8 例(8 膝),女 26 例(32 膝);年龄 55~82 岁,平均(65.00±7.25)岁;身高 1.43~1.82 m,平均(1.58±0.10) m;体重指数(body mass index, BMI)19.29~36.56 kg/m²,平均(19.29±3.42) kg/m²;胫骨平台缺损面积百分比 5%~28%;平均骨缺损面积百分比(13.00±5.74)%;缺损深度 4~24 mm,平均(11.48±4.88) mm;胫股角 151°~177°,平均(167.00±6.39)°;股骨角 77°~90°,平均(84.45±3.59)°;胫骨角 68°~87°,平均(78.09±4.51)°。初次 TKA 胫骨近端骨缺损主要使用 Rand^[2]分型:Ⅰ型,单侧胫骨平台受累<50%,缺损深度<5 mm;Ⅱ型,单侧胫骨平台受累 50%~70%,缺损深度 5~10 mm;Ⅲ型,单侧胫骨平台受累 70%~90%,缺损深度>10 mm;Ⅳ型,单侧胫骨平台受累>90%,缺损深度>10 mm。每一型又分 2 个压型:a,平台边缘完整;b,平台边缘缺损。本研究 Ⅱb 型 8 膝,Ⅲb 膝 32 例。

1.2 治疗方法

手术由同一术者完成,均采用膝关节前正中切口髌旁内侧入路,切开关节囊。完成全部截骨后,尽量靠外侧安装胫骨平台假体试模,行内侧胫骨平台缩窄截骨缩小胫骨平台缺损面积和深度^[3]。剔除胫骨平台缺损表面覆盖的坏死硬化皮质骨,尽量暴露松质骨后,于胫骨内侧缺损部位与胫骨解剖轴平行,依次拧入 1 枚至数枚直径 5 mm、长度 20 mm 或直径 5 mm、长度 25 mm 钛制松质骨螺丝钉,钉尾高度与截骨线平齐。安装试模后检测内翻受力时胫骨平台试模是否稳定,若不稳定则增加拧入螺钉数量,至稳

定为止。调制抗生素骨水泥,安放假体。所有患者采用 PFC Sigma 系列后稳定型假体(RPF 或 PFC, Depuy, Warsaw)行膝关节表面置换,其中 2 例缺损严重结合使用了延长杆,缺损深度分别为 17 mm 和 21 mm,缺损面积百分比分别为 21%和 20%,使用螺丝钉数分别为 4 枚和 5 枚。术中均采用螺丝钉骨水泥技术修补内侧胫骨平台骨缺损,其中 16 膝使用 1 枚螺丝钉 TKA,14 膝使用 2 枚螺丝钉 TKA,6 膝使用 3 枚螺丝钉 TKA,1 膝使用 4 枚螺丝钉 TKA,2 膝使用 5 枚螺丝钉 TKA,1 膝使用 6 枚螺丝钉 TKA。术后所有患者常规预防性使用抗生素和抗凝治疗^[4]。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 疗效评价 采用美国特种外科医院(Hospital for Special Surgery, HSS)膝关节评分系统^[5],满分 100 分,包括疼痛 30 分、功能 22 分、活动度 18 分、肌力 10 分、屈曲畸形 10 分及稳定性 10 分,总分>85 分为优,70~84 分为良,60~69 分为尚可,<60 分为差。

1.3.2 术中观测指标 术中截骨并去除缺损表面硬化骨后,于正上方及正侧方拍摄术中带标尺的胫骨平台照片用于术后测量缺损面积及深度,缺损面积以正上方视角观察到的面积表示,缺损深度以缺损最低点至胫骨平台水平面之间的距离表示(图 1)。记录术中使用螺丝钉数量,术后应用 Image-proplus 软件测量术中所拍照片,得到缺损占整个胫骨平台面积百分比和实际缺损深度值。

1.3.3 术后观测指标 术后第 2 天拍摄膝关节正侧位 X 线片及下肢全长 X 线片,测量术前及术后股骨角、胫骨角和胫股角,术后 3、6、12、36、60 和 96 个月门诊或电话随访患者,记录患者膝关节功能状态,行膝关节 HSS 评分。拍摄膝关节正侧位 X 线片,观察假体周围透亮线的变化,并观察有无骨溶解、骨吸收、假体感染和松动等并发症。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 软件进行统计分析,进行配对设计定量资料的 *t* 检验比较治疗前后 HSS 评分以及股骨角、胫骨角和胫股角。采用 Ordered logistic regression (Ologistic)模型缺损面积、缺损深度以及其他相关因素对使用螺丝钉数的影响。

2 结果

2.1 临床效果

34 例(40 膝)均获随访,时间 1~72 个月,平均 24 个月。术前 HSS 评分(43.33±6.11)分(32~51 分)提高到术后(92.15±4.64)分(83~96 分),各项评分见

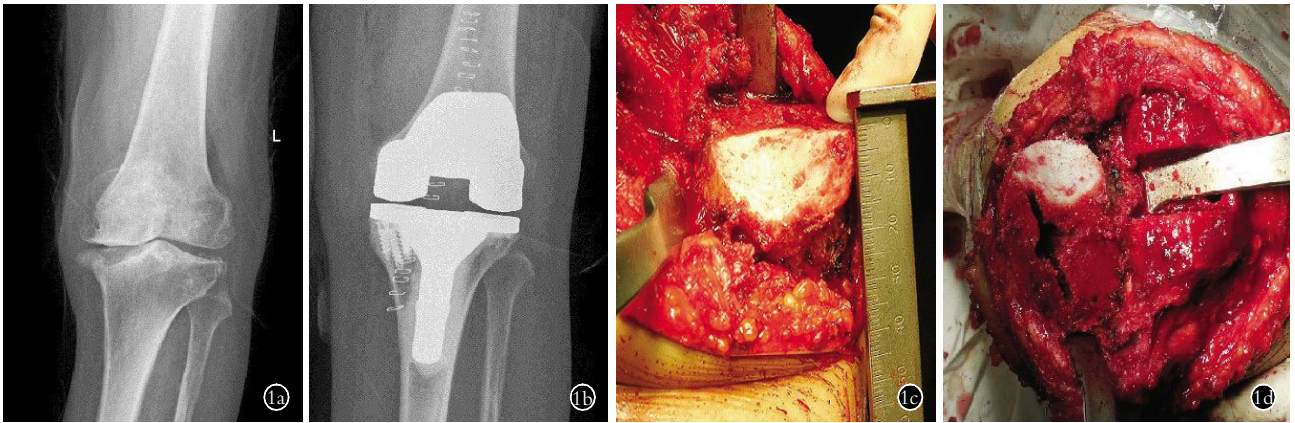


图 1 患者,女,66 岁,左膝关节骨性关节炎,左膝关节内侧胫骨平台缺损 1a. 术前左膝正位 X 线片,膝关节退行性和炎性改变,内侧胫骨平台缺损 1b. 术后左膝 X 线片显示假体位置良好 1c, 1d. 术中图片显示内侧胫骨平台缺损

Fig.1 Male, 66 years old, knee osteoarthritis and bone loss of medial tibia plateau on the left side 1a. Preoperative AP X-ray on the left side showed degenerative and inflammatory changes of knee joint, and bone defect of medial tibia plateau 1b. Postoperative AP X-ray showed prosthesis position well 1c, 1d. Intraoperative X-ray imaging showed bone defect of medial tibia plateau

表 1 膝关节骨性关节炎患者 40 例手术前后 HSS 评分比较($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.1 Comparison of HSS scores before and after treatment of 40 patients with knee osteoarthritis ($\bar{x}\pm s$, score)

时间	疼痛	功能	活动度	肌力	屈曲畸形	稳定性	总分
术前	11.38±2.26	5.60±1.77	6.03±1.78	5.60±1.98	6.28±2.31	6.73±1.5	43.33±6.11
术后	28.63±2.25	21.05±1.01	16.98±1.12	7.80±1.62	7.80±1.62	8.65±0.95	92.15±4.64
t 值	-24.92	-35.96	-39.83	-5.53	-6.51	-10.09	-24.51
P 值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 1。所有患者获得稳定且力线正常的膝关节,手术后胫股角和胫骨角均较术前改善;由于缺损主要在胫骨,股骨侧相对完整,故手术前后股骨角差异无统计学意义(表 2)。

表 2 膝关节骨性关节炎患者 40 例手术前后胫股角、股骨角和胫骨角比较($\bar{x}\pm s$, °)

Tab.2 Comparison of femoral-tibial angle, femoral angle and tibial angle before and after treatment of 40 patients with knee osteoarthritis($\bar{x}\pm s$, °)

时间	胫股角	股骨角	胫骨角
术前	167.00±6.39	84.45±3.59	78.09±4.51
术后	175.00±2.69	85.29±2.28	88.75±1.24
t 值	-7.030	-1.432	-15.090
P 值	0.00	0.16	0.00

2.2 缺损严重程度与使用螺丝钉数量关系

Ologistic 模型统计分析结果显示只有面积(area)和深度(depth)2 个变量在拟合的 Ologistic 模型中差异有统计学意义,P 值分别为 0.002 和 0.000。说明此二变量对因变量的解释是具有统计效力的。

为进一步研究骨缺损面积百分比(area)和深度

(depth)对使用螺丝钉数量的影响,将其他自变量取均值的方法进行变量控制(gender=2,在本研究中仅以女性样本为例),预测不同缺损深度和面积下使用 1、2、3 枚钉等的发生概率(图 2)。

图 2 显示,缺损深度一定时,随着缺损百分比的增加,使用 1 枚螺丝钉的发生概率逐渐减小。缺损面积百分比一定时,缺损深度越大,用 1 枚螺丝钉的概率越低。缺损深度一定时,随着缺损面积百分比的增加,模型所预测的选择使用 2 枚钉子的发生概率先升高后下降,且开始下降的缺损百分比逐渐提前。当缺损深度为 3 mm 时(图 2a),使用 1 枚螺丝钉所对应的概率曲线(cut1)与使用 2 枚螺丝钉所对应的概率曲线(cut2)存在交点(21.58%, 3 mm),此交点表示在深度为 3 mm,缺损面积百分比为 21.58%时,使用 1 枚螺丝钉与 2 枚螺丝钉的发生概率相等,约为 0.498 9。当深度等于 6 mm 时(图 2b),cut1 与 cut2 (17.34%, 6 mm),cut2 与 cut3 (31.75%, 6 mm)存在 2 处交点。当深度等于 15 mm 时(图 2c),曲线共存在 3 个交点,其中第 3 个交点为 cut3 与 cut5 的交点,按照临床经验,此交点无临床意义,可能是因为统计样本量过小造成的误差影响。

总结上述统计结果,发现从选择使用 1 枚螺丝

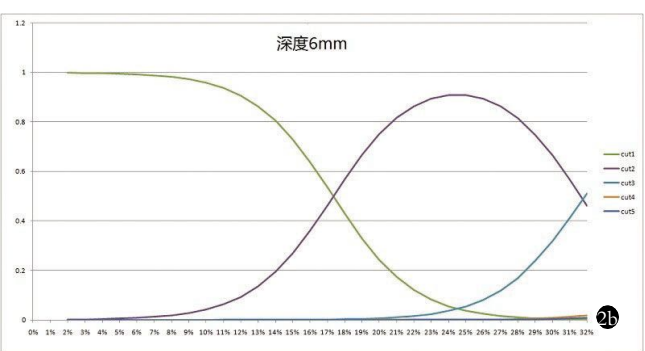
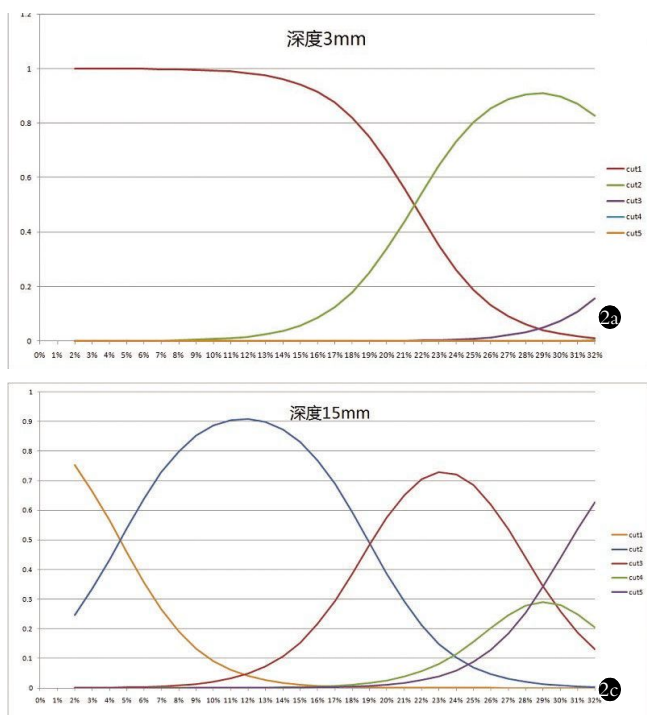


图2 在一定缺损深度(depth)时,根据 Ologistic 模型预测出的缺损面积与使用螺丝钉数概率的关系 (cut1、2、3、4、5 分别表示使用 1、2、3、4、5 枚螺丝钉) 2a. 缺损深度 3 mm 时使用螺丝钉数的发生概率 2b. 缺损深度 6 mm 时使用螺丝钉数的发生概率 2c. 当缺损深度为 15 mm 时使用螺丝钉数的发生概率

Fig.2 Relationship between defect area percentage and screw number according to Ologistic model in given defect depths (cut 1, 2, 3, 4, 5 means using 1, 2, 3, 4, 5 screws separately) 2a. Probability of different screw numbers when defect depth is 3 mm 2b. Probability of different screw numbers when defect depth is 6 mm 2c. Probability of different screw numbers when defect depth is 15 mm

钉到使用 2 枚螺丝钉,从 2 枚螺丝钉到使用 3 枚螺丝钉,存在临界值。应用统计分析得出对于一些特定缺损深度 X1 和面积百分比 Y1,使用 1 枚或 2 枚螺丝钉的概率相同,且这些特定缺损深度和面积百分比呈线性关系 $Y1 = -0.0141 X1 + 0.2299$;对于另一些特定缺损深度 X2 和面积百分比 Y2,使用 2 枚或 3 枚螺丝钉的概率相同,同样可以得出线性关系 $Y2 = -0.0141 X2 + 0.3740$;可以根据此线性关系绘制相关性直角坐标图(图 3)。如图 3 所示,直线 Y1 下方的蓝色虚线区域使用 1 枚螺丝钉的概率最大,直线 Y1 与 Y2 之间的绿色虚线区域使用 2 枚螺丝钉的概率最大,直线 Y2 上方的红色虚线区域使用 3 枚以上螺丝钉的概率最大。

3 讨论

3.1 胫骨平台骨缺损的处理方法

在复杂初次 TKA 中,内侧胫骨平台骨缺损是非常常见的,部分缺损范围很小(<10 mm),可以通过经缺损的基底部进行截骨,同时对硬化的骨质进行钻孔的方法处理^[2]。而如果缺损范围或深度更大,截骨线会离关节线更远。Berend 等^[6]研究发现,胫骨截骨线距离关节线越远,胫骨近端所承受的应力越大,且易出现髌骨关节并发症,有损害膝关节韧带的风险。同时,更大范围的胫骨截骨需要使用更厚的胫骨垫片。Berend 等^[7]发现,虽然使用更厚的垫片不会直接导致手术失败,但是更多的胫骨截骨量和韧带失衡可能导致失败率增加。因此,对缺损深度>10 mm 的骨缺损需要使用其他方法进行修补。

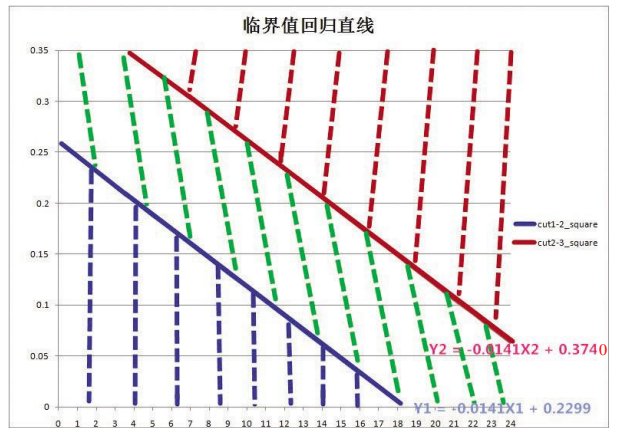


图3 相关性直角坐标图,在直角坐标图中绘制出缺损深度 X 和缺损面积百分比 Y 的 2 条临界点直线,将坐标图划分为 3 个区域,蓝色区域内的点建议使用 1 枚螺丝钉,绿色区域内的点建议使用 2 枚螺丝钉,红色区域内的点建议使用 3 枚以上螺丝钉

Fig.3 Rectangular coordinate system. Two critical point lines about depth and area percentage of bone defect are formed in a rectangular coordinate system. The rectangular coordinate system are divided into three areas by these two lines. For depth and area percentage of bone defect in the blue area, 1 screw is recommended and 2 screws are recommended to be used in the green area and at least 3 screws are recommended to be used in the red area

目前有很多重建方法,但基本方法共有 5 种,包括缩窄截骨、金属假体垫块、自体骨移植、异体骨移植和骨水泥填充^[1,8-13]。

缩窄截骨法是 Dixon 等^[3]介绍的一种使用小号胫骨平台假体并将其外置,同时去除未被假体覆盖的内侧骨质的方法,一方面能通过去除胫骨平台内

侧的骨质间接地减少骨缺损范围,另一方面能对膝关节内侧结构进行骨性松解。但此方法只能缩小缺损范围却无法完全消除缺损,一般与其他修补方法结合使用。

金属假体垫块更适用于 Rand II 型以上骨缺损^[14],能明显缩短手术时间,无须考虑骨愈合和塌陷问题,减少植骨潜在感染的可能性。许多研究报道了使用金属垫块处理骨缺损的优良结果^[6,13,15-17]。但是金属加强块存在微动磨损和腐蚀的风险^[18-20]。在远期,由于金属和骨的弹性模量不同会导致应力遮挡,增加骨丢失^[21]。而且处理较大范围的骨缺损时需要额外使用髓内延长杆分散界面应力、增加机械支撑,这样会进一步加大手术难度,延长手术时间,增加内植入物数量,增加感染机会,提高医疗费用。虽然胫骨的金属加强块的最新设计使其具有高体积孔隙率(70%~80%),有助于骨长入,并且弹性模量低,摩擦系数高,有助于它的生物固定,但是费用昂贵^[22]。

自体或异体骨移植是另一种解决胫骨平台骨缺损的办法。虽然移植骨缺乏成骨特性,但具有骨诱导性,能够达到长期的生物性整合,同时提供良好的支撑作用。Dorr 等^[12]认为,当胫骨平台假体下方的骨水泥柱高度超过 5 mm 时,应当考虑采用骨移植进行处理。在初次置换或翻修手术中,无论使用自体骨或异体骨处理骨缺损,都能获得良好的效果^[9-11,15-16,23-26]。缺点是修整移植骨会增加手术时间,且患者需要一段时间无法负重^[27]。

Hilgen 等^[28]已有文献报道使用打压植骨修补胫骨平台缺损 10 年的随访,29 例膝关节 14 例失败(平均术后 5 年),远期生存率不佳。

单纯骨水泥技术也存在诸多问题。Panegrossi 等^[15]建议水泥只适用于占骨表面不到 50%,深度 <5 mm 小的周围性缺损。Dorr 等^[12]和 Ritter 等^[29]认为对宽度和深度 <5 mm 的骨缺损,最佳手术修补策略是用假体和骨水泥填充。

而螺丝钉结合骨水泥技术与其他方法相比有很大优势:(1)与单纯的骨水泥填充法相比,螺丝钉骨水泥大大加强了骨水泥的强度;(2)与植骨或安放垫块相比操作简单,手术时间短,降低了感染的风险,减少了额外内植物的使用;(3)手术花费少,效果可靠。虽然 Brooks 等^[30]在体外生物力学试验中报道了螺钉骨水泥技术在修补 >5 mm 缺损时存在潜在问题,但 Ritter 等^[29]最早将螺丝钉加强骨水泥技术在临床应用并取得满意的早期效果。随后该团队对这种技术进行了中期和长期随访,均获得满意结果^[1,31]。

3.2 创新性

笔者对螺丝钉骨水泥技术进行了改良。在 Ritter

等^[29]的研究中,骨缺损的深度平均为 9 mm,螺丝钉的方向并未特别进行说明,螺丝钉材料均为不锈钢。而笔者为了减少螺丝钉周围骨水泥受到的剪切力,所有螺丝钉垂直于关节线的方向拧入,使钉尾平齐于截骨平面,将假体承受的力量沿重力方向通过螺丝钉,以获得更好的支撑。而由于考虑到不锈钢材料与胫骨平台金属材料可能产生电解反应,笔者均使用钛金属螺丝钉进行加强。

本研究探讨了胫骨平台缺损百分比和缺损深度对使用螺丝钉数量的关系,发现图 3 中关于使用螺钉数与缺损严重程度的分布规律。在临床实践中,可以根据术中大致缺损面积百分比和深度,参照图 3 得出的结论估测使用螺丝钉的数量,使用尽可能少的螺丝钉填补缺损,达到安全稳定的效果,同时缩短手术时间,减少手术花费。

3.3 不足之处

本研究使用螺丝钉数以 1、2、3 枚居多,而 4、6 枚螺丝钉只有 1 例,5 枚螺丝钉只有 2 例,4、5、6 枚螺丝钉的病例明显较少,导致进行 Ologistic 回归研究时出现了误差。因此,本研究主要是针对 1~3 枚螺丝钉的研究,3 枚以上螺钉的使用规律有待进一步探讨。当缺损深度达到 17 mm 时,至少使用 2 枚螺丝钉的概率 >50%,更倾向使用 2 枚以上螺丝钉。而图 2a 和 2b 中 cut1 与 cut3 所存在的交点在发生概率上非常小,其所在面积区间 cut2 的发生概率最大,因此这个交点没有临床意义。图 2c 有 1 个交点为 cut3 与 cut5 的交点,按照临床经验,应先考虑 3 枚钉与 4 枚钉的发生率,而此处 cut3 与 cut5 交点的发生率高于 cut3 与 cut4,可能是因为统计样本量过小造成的误差影响。

由于内翻畸形患者 X 线片上关节面破坏严重,导致股骨角和胫骨角存在测量误差,且患者拍摄 X 线片时体位不正导致胫股角测量不够精确,这也许是其在拟合的 Ologistic 模型中不具有统计学意义的原因。

本研究纳入病例中,其中 2 例结合使用了延长杆(分别使用 4、5 枚螺丝钉),都是深度和面积百分比比较大的缺损。2 例膝关节术后 1.5 年随访 X 线片假体位置良好,膝关节 HSS 评分显著提高。Frehill 等^[17]在关于金属垫块修补 AOR12 型胫骨平台骨缺损的有限元研究中得出对于大的缺损使用延长杆可以减少松质骨的应力,但是对于小的缺损没有必要使用延长杆。结合本研究及金属垫块的有限元研究,可以初步推测使用 4 枚以上螺钉修补胫骨平台相对较大的骨缺损时需要结合使用延长杆分散胫骨平台应力,这一推测还需要有限元研究进一步证明。

参考文献

- [1] Berend ME, Ritter MA, Keating EM, et al. Use of screws and cement in primary TKA with up to 20 years follow-up[J]. *J Arthroplasty*, 2014, 29(6): 1207-1210.
- [2] Rand JA. Bone deficiency in total knee arthroplasty. Use of metal wedge augmentation[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1991, (271): 63-71.
- [3] Dixon MC, Parsch D, Brown RR, et al. The correction of severe varus deformity in total knee arthroplasty by tibial component downsizing and resection of uncapped proximal medial bone[J]. *J Arthroplasty*, 2004, 19(1): 19-22.
- [4] 苗绍刚 张锡光, 陆景华, 等. 三种抗凝药物在单侧全膝关节置换术后预防静脉血栓性疾病的病例对照研究[J]. *中国骨伤*, 2015, 28(10): 893-896.
Miao SG, Zhang XG, Lu JH, et al. Case-control study on three anti-thrombotic agents for the prevention of venous thromboembolism after unilateral total knee arthroplasty[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2015, 28(10): 893-896. Chinese with abstract in English.
- [5] Beaver RJ, Mahomed M, Backstein D, et al. Fresh osteochondral allografts for post-traumatic defects in the knee. A survivorship analysis[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1992, 74(1): 105-110.
- [6] Berend ME, Small SR, Ritter MA, et al. The effects of bone resection depth and malalignment on strain in the proximal tibia after total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2010, 25(2): 314-318.
- [7] Berend ME, Davis PJ, Ritter MA, et al. "Thicker" polyethylene bearings are associated with higher failure rates in primary total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2010, 25(6 Suppl): 17-20.
- [8] Cuckler JM. Bone loss in total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2004, 19(4 Suppl 1): 56-58.
- [9] Ahmed I, Logan M, Alipour F, et al. Autogenous bone grafting of uncontained bony defects of tibia during total knee arthroplasty a 10-year follow up[J]. *J Arthroplasty*, 2008, 23(5): 744-750.
- [10] 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.
Pei Z, Guan ZP, Zhang SL, et al. Autogeneous bone graft in the treatment of total knee arthroplasty for severe genu varus with tibial plateau bone defect[J]. *Bei Jing Da Xue Xue Bao: Yi Xue Ban*, 2011, 43(5): 707-713. Chinese.
- [11] Franceschina MJ, Swienkowski JJ. Correction of varus deformity with tibial flip autograft technique in total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 1999, 14(2): 172-174.
- [12] Dorr LD, Ranawat CS, Sculco TA, et al. Bone graft for tibial defects in total knee arthroplasty[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2006, 446: 4-9.
- [13] Radnay CS, Scuderi GR. Management of bone loss: augments, cones, offset stems[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2006, 446: 83-92.
- [14] Whittaker JP, Dharmarajan R, Toms AD. The management of bone loss in revision total knee replacement[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2008, 90(8): 981-987.
- [15] Panegrossi G, Ceretti M, Papalia M, et al. Bone loss management in total knee revision surgery[J]. *Int Orthop*, 2014, 38(2): 419-427.
- [16] Macaulay W, Saleh K, Miric A, et al. Management of bony deficiency in primary and revision total knee arthroplasty[J]. *Tech Orthop*, 1999, 14(4): 315-322.
- [17] Frehill B, Crocombe A, Cirovic S, et al. Initial stability of type-2 tibial defect treatments[J]. *Proc Inst Mech Eng H*, 2010, 224(1): 77-85.
- [18] Werle JR, Goodman SB, Imrie SN. Revision total knee arthroplasty using large distal femoral augments for severe metaphyseal bone deficiency: a preliminary study[J]. *Orthopedics*, 2002, 25(3): 325-327.
- [19] Patel JV, Masonis JL, Guerin J, et al. The fate of augments to treat type-2 bone defects in revision knee arthroplasty[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2004, 86(2): 195-199.
- [20] Gofton WT, Tsigaras H, Butler RA, et al. Revision total knee arthroplasty: fixation with modular stems[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2002, (404): 158-168.
- [21] Stuchin SA. Allografting in total knee replacement arthroplasty[J]. *Semin Arthroplasty*, 1993, 4(2): 117-122.
- [22] Tigani D, Sabbioni G, Raimondi A. Early aseptic loosening of a porous tantalum knee prosthesis[J]. *Chir Organi Mov*, 2009, 93(3): 187-191.
- [23] Tigani D, Dallari D, Coppola C, et al. Total knee arthroplasty for post-traumatic proximal tibial bone defect: three cases report[J]. *Open Orthop J*, 2011, 5: 143-150.
- [24] Qiu Y, Yan CH, Chiu KY, et al. Review article: treatments for bone loss in revision total knee arthroplasty[J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2012, 20(1): 78-86.
- [25] Lotke PA, Carolan GF, Puri N. Technique for impaction bone grafting of large bone defects in revision total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2006, 21(4 Suppl 1): 57-60.
- [26] 杨光, 杨晓迪, 王刚, 等. 同种异体骨移植钢缆固定修复膝关节置换胫骨平台缺损 1 例[J]. *中国骨伤*, 2015, 28(12): 1099-1101.
Yang G, Yang XD, Wang G, et al. A case report on bone allograft transplantation and wire rope fixed prosthesis for total knee arthroplasty for tibia platform defect[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2015, 28(12): 1099-1101. Chinese.
- [27] Huff TW, Sculco TP. Management of bone loss in revision total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2007, 22(7 Suppl 3): 32-36.
- [28] Hilgen V, Citak M, Vettorazzi E, et al. 10-year results following impaction bone grafting of major bone defects in 29 rotational and hinged knee revision arthroplasties: a follow-up of a previous report[J]. *Acta Orthop*, 2013, 84(4): 387-391.
- [29] Ritter MA, Keating EM, Faris PM, et al. Screw and cement fixation of large defects in total knee arthroplasty. A sequel[J]. *J Arthroplasty*, 1993, 8(1): 63-65.
- [30] Brooks PJ, Walker PS, Scott RD. Tibial component fixation in deficient tibial bone stock[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1984, (184): 302-308.
- [31] Ritter MA, Hartly LD. Medial screws and cement-a possible mechanical augmentation in total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2004, 19(5): 587-589.

(收稿日期: 2016-02-04 本文编辑: 连智华)