

MIIGX3 硫酸钙骨水泥填充软骨下良性病变刮除后骨缺损的生物力学研究

刘旭剑¹, 王东来¹, 李增怀¹, 冯奇¹, 常富军², 冯建刚¹

1. 河北医科大学第四医院, 河北 石家庄 050011; 2. 中国人民解放军联勤保障部队第980医院, 河北 石家庄 050000

【摘要】目的:探讨MIIGX3硫酸钙骨水泥填充软骨下良性病变刮除后骨缺损的生物力学特点。**方法:**选择20例股骨近端骨软骨瘤患者,病变刮除后采用MIIGX3硫酸钙骨水泥填充,X线定期对骨吸收和自体骨替代过程进行观察,于术后6和12个月,确保MIIGX3硫酸钙骨水泥完全吸收并被自体骨替代,采用中心旋转测力机测定术后不同时期患侧下肢生物力学特性。**结果:**20例患者手术成功,切口一期愈合,MIIGX3完全吸收并被自体骨替代,时间11~13周,平均(12.23±1.22)周;术后12个月巴氏评分高于术后6个月($P<0.05$);术后12个月扭转1.5°时扭转刚度、扭转1.5°时扭矩、荷载800 N时压缩刚度均高于术后6个月,荷载800 N时压缩位移小于术后6个月,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**MIIGX3硫酸钙骨水泥填充软骨下良性病变刮除后骨缺损生物力学表现较好,患者术后恢复情况及日常生活活动能力均较满意,适合推广。

【关键词】MIIGX3硫酸钙骨水泥;软骨下良性病变;软骨瘤;股骨;生物力学

【中图分类号】R318.01;R738.3

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2021)10-1304-04

Biomechanical study of bone defects after curettage of benign subchondral lesions filled with MIIGX3 calcium sulfate bone cement

LIU Xujian¹, WANG Donglai¹, LI Zenghuai¹, FENG Qi¹, CHANG Fujun², FENG Jiangang¹

1. the Fourth Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050011, China; 2. the 980th Hospital of PLA Joint Logistics Support Force, Shijiazhuang 050000, China

Abstract: Objective To investigate the biomechanical characteristics of filling bone defects after curettage of benign subchondral lesions with MIIGX3 calcium sulfate cement. **Methods** Twenty patients with osteochondroma of the proximal femur were enrolled in the study. After curettage of the lesions, MIIGX3 calcium sulfate bone cement was used to fill the bone defects. The bone absorption and autologous bone replacement were observed by X-ray regularly. At 6 th months and 12 nd months after surgery, it was ensured that MIIGX3 calcium sulfate cement was absorbed completely and replaced by autogenous bone. The biological characteristics of the affected lower limbs of the two groups were measured using a central rotation dynamometer. **Results** The surgery was performed successfully in 20 patients. The patients recovered stably, and the incision was healed at the first stage. MIIGX3 was absorbed completely and replaced by autologous bone in 11-13 weeks, with an average of (12.23±1.22) weeks. The Barthel index at the 12nd month after surgery was higher than that at the 6th month after surgery ($P<0.05$); and moreover, compared with those at the 6th month after surgery, the torsional stiffness at 1.5°, the torque at 1.5°, and the compression stiffness at a load of 800 N were all higher at the 12nd month after surgery, but the compressive displacement at a load of 800 N was lower, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** Using MIIGX3 calcium sulfate bone cement to fill bone defects after curettage of benign subchondral lesions is suitable for promotion, because it has preferable biomechanical performance, and can achieve satisfactory postoperative recovery and activities of daily living.

Keywords: MIIGX3 calcium sulfate bone cement; benign subchondral lesions; chondroma; femur; biomechanics

【收稿日期】2021-07-04

【基金项目】河北省医学科学研究重点课题(20170759)

【作者简介】刘旭剑, 硕士, 主治医师, 研究方向: 骨与软组织肿瘤, E-mail: swsxujian@126.com

【通信作者】冯建刚, 硕士, 主任医师, 研究方向: 骨与软组织肿瘤, E-mail: 2006fjg@163.com

前言

临床治疗骨良性病变有多种方法,应用较为广泛的是切除和病灶内刮除两种。随着医学的发展,无瘤原则已引起医务工作者的重视,同时最大程度保护肢体功能也是重要的治疗原则^[1]。怎样最大程

度去除瘤体组织,最大程度保留患者肢体功能,已经成为目前的研究重点。早期手术治疗主要是将病灶刮除,但是具有较高的复发率,后期通过改良,采取手术联合物理化学等措施以达到降低复发率的效果^[2]。临床已有大量针对各种手术方式疗效、复发率的相关研究,但是针对治疗后稳定性、生活质量方面的研究则相对较少。股骨受力较大,其功能的恢复涉及到患者术后运动功能和生活质量^[3],因此,对于术后稳定性的研究具有重要价值。本研究使用 MIIGX3 硫酸钙骨水泥填充良性病变刮除后骨缺损,并使用中心旋转测力机对生物力学指标进行测定,具体报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择河北医科大学第四医院和中国人民解放军联勤保障部队第 980 医院 2014 年 6 月~2020 年 4 月收治的 20 例股骨近端骨软骨瘤患者进行研究,纳入标准:(1)经影像学以及穿刺检查确诊为骨软骨瘤,瘤

体直径超过患侧股骨横径 50%;(2)双下肢无明显畸形;(3)既往无双下肢创伤病史;(4)对本研究知情同意,并签署知情同意书。排除标准:(1)合并其他部位肿瘤或消耗性疾病;(2)合并代谢性疾病。20 例患者均为股骨近端骨软骨瘤,男性 12 例,女性 8 例,均为单发,左侧 11 例,右侧 9 例,年龄 17~67 岁,平均年龄(48.79±4.99)岁。本研究经医院伦理委员会批准。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 手术操作由同一组医师执行,术前进行影像学检查,根据术前检查结果,对病灶大小进行评估,并进行手术切口设计。按照设计切口,切开后,受限剥离术区肌肉软组织,将股骨外侧骨皮质暴露,根据病灶大小选择开窗范围,将病变组织充分刮除,使用高速磨钻磨除病变骨组织,至显露正常骨质为止,使用无水乙醇和盐水进行反复冲洗,将 MIIGX3 的硫酸钙粉剂(美国 WRIGHT 公司)与固化剂混合搅拌至糊状,放入专用注射器中,由骨缺损深部位置向浅部注入骨水泥,至缺损完全充填为止,随后安装钢板螺钉内固定系统。手术示例见图 1。

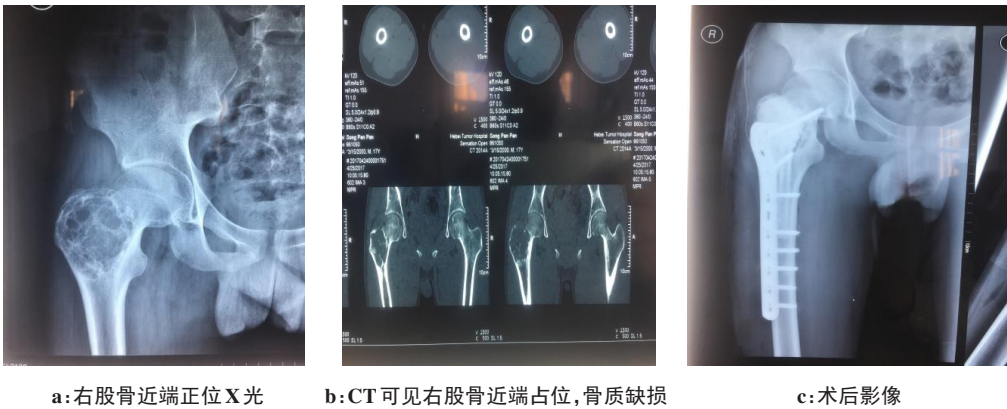


图 1 右股骨近端骨软骨瘤,给予病灶刮除术、MIIGX3 硫酸钙骨水泥填充、内固定手术

Fig.1 Osteochondroma of the right proximal femur was treated with curettage, MIIGX3 calcium sulfate cement filling and internal fixation

1.2.2 生物力学测定 采用中心旋转测力机测定术后 6、12 个月的生物学特性。首先测定扭转强度,然后测定压缩强度,指标包括扭转 1.5°时扭转刚度、扭矩以及荷载 800 N 时的压缩刚度与压缩位移。载荷传感器传递,通过光电编码器传递位移,应变通过机器应变单元得出。以 2 mm/min 实验速度加压应力,结束后计算机自动输出实验结果。扭转实验,驱动器进行缓慢施加扭矩,扭矩通过试验机测扭矩度盘得出,扭转角通过光电编码器得出。

1.3 观察指标

(1)手术效果评价:术后 X 线片定期对骨吸收和自体骨替代过程进行观察,评估恢复效果。(2)巴氏评分(Barthel Index, BI)^[4]:对患者术后 6 和 12 个月日

常生活活动能力进行评估。满分 100 分,≥60 分:轻度依赖,41~59 分:中度依赖,≤40 分:重度依赖。(3)生物力学测定:测定扭转强度、压缩强度,包括扭转 1.5°时扭转刚度与扭矩及荷载 800 N 时压缩刚度、压缩位移。

1.4 统计学方法

采用 SPSS20.0 进行统计分析,计数资料采用 χ^2 检验,计量资料采用 t 检验,检验水准 $\alpha=0.05$, $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 手术效果评价

本组 20 例患者手术均获成功,恢复情况稳定。

MIIGX3 搅拌后 5 min 固化,而后局部即获得骨样强度,术中和术后第 1 天行 X 线检查充盈满意,患者术后均无感染及渗液发生。切口一期愈合。所有患者均获得随访,X 线片定期观察,MIIGX3 完全吸收并被自体骨替代,时间 11~13 周,平均(12.23±1.22)周。

2.2 术后 6 个月和术后 12 个月 BI 评分比较

术后 12 个月 BI 评分高于术后 6 个月,差异具有统

计学意义(47.25±5.39 vs 44.36±5.24, $t=1.878$, $P=0.03$)。

2.3 术后 6 个月和术后 12 个月生物力学指标比较

术后 12 个月扭转 1.5°时扭转刚度、扭转 1.5°时扭矩、荷载 800 N 时压缩刚度均高于术后 6 个月,荷载 800 N 时压缩位移小于术后 6 个月,差异均具有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

表 1 术后 6 个月和术后 12 个月生物力学指标比较($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Comparison of biomechanical indexes between the 6th months after surgery and the 12nd months after surgery (Mean±SD)

时间	扭转 1.5°时扭转刚度(N·m/°)	扭转 1.5°时扭矩/N·m	荷载 800 N 时压缩刚度/N·mm ⁻¹	荷载 800 N 时压缩位移/mm
术后 6 个月	2.21±0.12	3.22±0.27	534.77±65.48	1.32±0.11
术后 12 个月	2.49±0.14	3.66±0.26	618.76±67.39	1.02±0.14
<i>t</i> 值	7.323	5.773	4.615	8.058
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨论

临床上骨良性疾病的发病率占骨疾病较大部分,由于多数骨良性病变临床表现不典型,难以发现,因此多数为偶然发现,以第一就诊原因的患者较少见,对于此病主要以定期观察为主,无需治疗干预,对于范围较大的病变或者生长在特殊部位的病变则需要进行临床干预^[5]。临床上较为多见的骨良性病变是股骨近端的骨软骨瘤,对于该病,预后较好,患者生存周期长,治疗目标上应集中在减少复发率、提高患者术后肢体功能以及生活质量方面。由于股骨近端解剖结构的特殊性,该位置松质骨承受的载荷较大,皮质骨载荷向远端逐渐增大。当软骨瘤位置靠近股骨头时,会造成松质骨量下降,股骨近端可承受力量也随之下降^[6]。研究显示当股骨近端的松质骨被去除之后,股骨可承受冲击强度能力显著下降^[7]。此外,多数患者是因髋部酸胀疼痛、行走不适而就诊,因此大部分患者会有失用性骨质疏松改变,或者疾病本身骨质疏松,具有较高的骨折风险^[8]。因此,当刮除病变组织后,对于骨缺损的填补具有重要意义。目前临床上较为常用的方法有异种骨移植、自体移植、同种异体骨移植和人工骨移植。自体骨是骨移植的最佳选择,其具有骨诱导作用,无免疫排斥,安全性高,但由于自体骨来源有限,患者会有额外损伤,术中长时间麻醉以及术后长时间疼痛,使自体骨移植推广难度加大^[9]。同种异体骨移植同样来源缺乏,免疫反应明显,且术后易发生感染和再骨折,骨不愈合率较高,具有传播疾病的风险。研究显示硫酸钙具有与骨生长曲线接近的降解曲线,

其具有良好的生物相容性以及微孔性,可以给新骨的形成提供支架,对骨生长因子、生物活性肽、成骨细胞及骨髓间充质干细胞来说,硫酸钙均是一个理想的载体^[10-11]。实验研究证明硫酸钙对成骨细胞的增值分化不会产生干扰,与自体骨联合使用或者单独使用形成的新生骨与自体骨质量接近^[12]。本研究采用 MIIGX3 硫酸钙骨水泥填充股骨近端软骨瘤刮除后缺损,取得了满意效果。首先在手术效果方面,本组 20 例患者手术均获成功,恢复情况稳定,术中和术后第 1 天行 X 线检查充盈满意,通过 X 线片定期观察,MIIGX3 完全吸收并被自体骨替代,时间平均(12.23±1.22)周。可见 MIIGX3 硫酸钙骨水泥具有较好的生物相容性,患者填充术后恢复良好,这与伦登兴等^[13]的研究结论一致。为了弥补以往研究的不足,本研究增加对患者生活活动能力评估以及生物力学监测,结果显示入组患者术后 12 个月 BI 评分高于术后 6 个月,术后 12 个月扭转 1.5°时扭转刚度、扭转 1.5°时扭矩、荷载 800 N 时压缩刚度均高于术后 6 个月,荷载 800 N 时压缩位移小于术后 6 个月,差异具有统计学意义($P<0.05$)。骨水泥具有明显的及时稳定性,用于较大缺损的填充效果显著。华俊等^[14]研究显示 MIIGX3 硫酸钙骨水泥的弹性模量高于松质骨,因此在填充骨缺损的同时,也增加了稳定性和支撑作用,尤其是在松质骨含量较多的股骨近端,可提供坚强支撑,为患者早期负重提供了基础,提高了其生活活动能力。另外经过病灶刮除后,形成不规则的骨缺损,此时骨水泥可渗入疏松多孔的松质骨中,并与空腔周围骨壁牢固粘合,产生即刻的坚固支撑效果。

本研究局限性:(1)病例样本较少,研究结论可能存在偏倚;(2)为了使生物力学检测更加全面完善,选择在术后6个月和12个月进行评价,结果发现术后12个月的各项生物力学指标均优于术后6个月,分析原因,可能是MIIGX3 硫酸钙骨水泥与自体骨的融合需要一个过程,随着融合的完善和患者自体恢复,患侧骨稳定性更好,而具体完善恢复的时间尚无法衡量,有待下一步研究的深入探讨。综上所述,MIIGX3 硫酸钙骨水泥填充软骨下良性病变刮除后骨缺损生物力学表现较好,患者术后恢复情况及日常生活活动能力均较满意,适合推广。

【参考文献】

- [1] VIDONI A, PRESSNEY I, SAIFUDDIN A. Paediatric bone lesions: diagnostic accuracy of imaging correlation and CT-guided needle biopsy for differentiating benign from malignant lesions[J]. Br J Radiol, 2021, 94(1120): 20201234.
- [2] SUSTER D, YIN P H, NIELSEN G P. Differential diagnosis of cartilaginous lesions of bone[J]. Arch Pathol Lab Med, 2020, 144(1): 71-82.
- [3] 熊小龙,王广积,方业汉,等. 关节镜与开放手术治疗青少年四肢骨软骨瘤的比较[J]. 中国微创外科杂志, 2020, 26(3): 237-239.
XIONG X L, WANG G J, FANG Y H, et al. Comparison of arthroscopic and open surgery in the treatment of juvenile limb osteochondromas[J]. Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery, 2020, 26(3): 237-239.
- [4] BARTHEL M. Barthel Index (BI)[M]//A Compendium of Tests, Scales and Questionnaires. 2020: 384-387
- [5] PHAM L, WU D. Rare osteochondroma of the posterior talar process: a case report[J]. J Am Podiatr Med Assoc, 2020, 111(2): Article_15. doi: 10.7547/20-012.
- [6] 杨朝昕,牛梦晔,马雅昌,等. 股骨近端良性病变不同固定方式的有限元分析及临床应用价值[J]. 重庆医学, 2019, 48(17): 161-164.
YANG C X, NIU M Y, MA Y C, et al. Finite element analysis and clinical application value of different fixation methods for benign proximal femoral lesions[J]. Chongqing Medicine, 2019, 48(17): 161-164.
- [7] 张聘,樊根涛,周幸,等. 自体腓骨移植重建骨肿瘤患者的骨缺损[J]. 中国骨与关节杂志, 2019, 8(9): 16-20.
ZHANG P, FAN G T, ZHOU X, et al. Reconstruction of bone defect in patients with bone tumor by autologous fibula transplantation[J]. Chinese Journal of Bone and Joint, 2019, 8(9): 16-20.
- [8] 宋红梅,吴春根,田庆华,等. 介入治疗在少见症状性良性骨病变中的应用[J]. 介入放射学杂志, 2019, 28(6): 551-555.
SONG H M, WU C G, TIAN Q H, et al. Application of interventional therapy in rare symptomatic benign bone lesions[J]. Journal of Interventional Radiology, 2019, 28(6): 551-555.
- [9] 刘冰川,周方,田耘,等. 四肢骨缺损治疗的研究进展[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(6): 540-544.
LIU B C, ZHOU F, TIAN Y, et al. Research progress in the treatment of limb bone defects[J]. Chinese Journal of Traumatology and Orthopedics, 2019, 21(6): 540-544.
- [10] WANG G, LUO W, ZHOU Y, et al. Custom-made antibiotic cement-coated nail for the treatment of infected bone defect[J]. Biomed Res Int, 2021, 2021: 6693906.
- [11] 刘建恒,李明,刘钟阳,等. 3D打印多孔矿化胶原-硫酸钙仿生组织工程骨修复兔股骨髁包容性骨缺损的实验研究[J]. 创伤外科杂志, 2020, 22(6): 408-413.
LIU J H, LI M, LIU Z Y, et al. Experimental study of 3D printing porous mineralized collagen-calcium sulfate biomimetic tissue engineering bone to repair rabbit femoral condyle inclusive bone defect[J]. Journal of Traumatic Surgery, 2020, 22(6): 408-413.
- [12] 冯庆裕,谢文伟,王志坤,等. 椎体成形术中骨填充物的研究进展[J]. 广东医学, 2019, 40(20): 137-139.
FENG Q Y, XIE W W, WANG Z K, et al. Research progress of bone fillers in vertebroplasty[J]. Guangdong Medical Journal, 2019, 40(20): 137-139.
- [13] 伦登兴,徐丽娜,冯江涛,等. 可注射性硫酸钙骨水泥的生物力学研究[J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(10): 661-668.
LUN D X, XU L N, FENG J T, et al. Biomechanical study of injectable calcium sulfate bone cement[J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2020, 40(10): 661-668.
- [14] 华俊,孙永明,刘栋,等. 可注射性硫酸钙在兔椎体松质骨中成骨性能的研究[J]. 中国血液流变学杂志, 2011, 21(3): 404-406.
HUA J, SUN Y M, LIU D, et al. Osteogenic properties of injectable calcium sulfate in rabbit vertebral cancellous bone[J]. Chinese Journal of Hemorheology, 2011, 21(3): 404-406.

(编辑:黄开颜)