

· 临床论著 ·

## 影响瘤段切除组配式假体重建膝关节功能的因素

苗族康<sup>1,2</sup>, 侯子伟<sup>1,2</sup>, 魏悦<sup>3</sup>, 徐明<sup>1</sup>, 郑凯<sup>1</sup>, 于秀淳<sup>1\*</sup>

(1. 中国人民解放军联勤保障部队第九六〇医院骨科, 山东济南 250031; 2. 山东中医药大学第一临床医学院, 山东济南 250355; 3. 山东威高骨科材料股份有限公司, 山东威海 264203)

**摘要:** [目的] 探索影响瘤段切除组配式假体重建膝关节功能的因素。[方法] 回顾性分析 2015 年 1 月—2021 年 6 月采用瘤段切除组配式肿瘤型膝关节假体重建治疗膝周侵袭性骨肿瘤 31 例患者的临床资料。随访其临床结果, 测量并计算截骨长度比 (osteotomy length ratio, OLR)、髓内-髓外比 (internal-external medulla ratio, IEMR)、双侧肢体长度差 (leg-length discrepancy, LLD) 和股胫机械轴角 (femorotibial mechanical axis angle, MAA)。按肿瘤部位、体质、肿瘤性质分组比较, 行临床与影像资料相关性分析。[结果] 31 名患者均顺利完成手术, 无严重术中并发症, 手术时间 (174.0±54.7) min、术中失血量 (388.7±260.6) ml、切口长度 (28.1±4.3) cm。所有患者随访平均 (39.3±18.9) 个月, 2 例出现肺转移、1 例全身多发转移、2 例局部复发。末次随访时, SF-36 评分 (129.3±29.0), MSTs 评分 (22.3±4.7), TESS 评分 (112.1±14.9), KSS 功能评分 (64.0±19.4)。影像方面, OLR (38.0±8.1) %、IEMR (112.4±29.1) %、LLD (35.5±132.6) mm、MAA (178.3±1.3) °。无瘤生存率 (87.1%)、假体生存率 (96.8%)。按肿瘤部位、患者体质、肿瘤性质分组比较 SF-36、MSTs、TESS 和 KSS 评分的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。Pearson 相关分析表明, SF-36 与 OLR ( $r=-0.596, P<0.001$ ), TESS 与 LLD ( $r=-0.495, P=0.005$ )、MSTs 评分与 OLR ( $r=-0.568, P=0.001$ ) 及 LLD ( $r=-0.368, P=0.044$ )、KSS 与 LLD ( $r=-0.457, P=0.010$ ) 均呈显著负相关, 但是, 所有临床评分与 IEMR、MAA 没有相关性 ( $P>0.05$ )。[结论] 国产组配式肿瘤型膝关节假体, 能使患者获得良好的生活质量与功能恢复; OLR、LLD 与术后生活质量、功能有明显相关性。

**关键词:** 膝关节, 骨肿瘤, 瘤段切除, 组配式假体, 功能评价

**中图分类号:** R687.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 19-1755-06

**Factors impacting function after wide resection and modular megaprosthesis replacement for aggressive bone tumors around the knee** // MIAO Zu-kang<sup>1,2</sup>, HOU Zi-wei<sup>1,2</sup>, WEI Yue<sup>3</sup>, XU Ming<sup>1</sup>, ZHENG Kai<sup>1</sup>, YU Xiu-chun<sup>1</sup>. 1. Department of Orthopedics, The 960<sup>th</sup> Hospital, Joint Logistic Support Force of PLA, Jinan 250031, China; 2. The First College of Clinical Medicine, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China; 3. Shandong Weigao Orthopedic Materials Co. LTD., Weihai 264203, China

**Abstract:** [Objective] To explore the factors affecting function after wide resection and modular megaprosthesis replacement for aggressive bone tumors around the knee. [Methods] A retrospective study was performed on 31 patients who underwent wide resection and modular megaprosthesis replacement for aggressive bone tumor around the knee. The clinical consequences were observed by follow up, and radiographical measurements, including the osteotomy length ratio (OLR), internal-external medulla ratio (IEMR) and bilateral leg length discrepancy (LLD), and femorotibial mechanical axis angle (MAA) were recorded. The patients grouped according to tumor site, constitution and tumor feature were compared, and the correlation analysis was performed between clinical and imaging data. [Results] All the 31 patients were successfully operated on without serious intraoperative complications, whereas with operation time of (174.0±54.7) min, the intraoperative blood loss of (388.7±260.6) ml, and the incision length of (28.1±4.3) cm. During the follow-up period lasted for an average of (39.3±18.9) months, 2 cases of lung metastasis, 1 case of multiple systemic metastasis and 2 cases of local recurrence were found and treated respectively. At the last follow-up, the clinical scores were recorded as SF-36 score of (129.3±29.0), MSTs score of (22.3±4.7), TESS score of (112.1±14.9), and KSS functional score of (64.0±19.4), additionally, the radiographical parameters were measured as OLR of (38.0±8.1)%, IEMR of (112.4±29.1)%, LLD of (35.5±132.6) mm and MAA of (178.3±1.3)°. At the latest follow-up, the tumor free survival rate was of 87.1%, while the prosthetic survival rate was of 96.8%. In term of grouping comparison, there was no significant difference regarding of SF-36, MSTs, TESS, and KSS scores among groups by tumor site, patient constitution, and tumor feature ( $P>0.05$ ). As results of

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.19.05

作者简介: 苗族康, 住院医师, 硕士研究生在读, 研究方向: 骨与软组织肿瘤, (电话)17686428536, (电子信箱)1826063759@qq.com

\* 通信作者: 于秀淳, (电话)13969132190, (电子信箱)13969132190@163.com

Pearson correlation analysis, significantly negative correlation were noticed between the SF-36 score and OLR ( $r=-0.596, P<0.001$ ), TESS score and LLD ( $r=-0.495, P=0.005$ ), MSTs score and OLR ( $r=-0.568, P=0.001$ ), MSTs and LLD ( $r=-0.368, P=0.044$ ), as well as KSS score and LLD ( $r=-0.457, P=0.010$ ). However, all the clinical scores were not correlated with IEMR and MAA ( $P>0.05$ ). [Conclusion] This wide resection and modular megaprosthesis replacement do effectively treated aggressive bone tumors around the knee with benefits of improving patients' quality of life and functional recovery. However, the OLR and LLD were significantly correlated with postoperative quality of life and function.

**Key words:** knee, bone tumor, wide resection, modular megaprosthesis, functional evaluation

瘤段切除假体重建已经成为膝关节周围骨肿瘤患者实现保肢的一种重要手术方式。早期, 该手术多采用传统定制型假体, 根据国内外各大骨肿瘤中心的长期随访数据表明, 采用定制型假体进行手术, 大大限制了术者在术中的灵活性, 存在假体失败概率偏高、翻修较为困难、术后功能恢复较差等缺陷<sup>[1]</sup>。组配式肿瘤型假体于 2004 年在丹麦推出, 由模块化组件构成, 这些组件可以在术中相互组合, 以实现合适的组配进而完成肢体重建<sup>[2]</sup>, 有效改善了上述缺陷。近年来, 国产组配假体在材料应用、假体设计上均有明显的进步, 但目前尚未有文献研究国产组配假体的功能预后情况。

因此, 本研究对 2015 年 1 月—2021 年 6 月因膝关节周围骨肿瘤行国产组配式假体置换手术的患者进行回顾性研究, 分析比较患者的生活质量及功能预后情况并做相关性分析。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 原发于股骨远端或胫骨近端的骨肿瘤; (2) 行瘤段切除, 组配式肿瘤型假体膝关节重建; (3) 随访时间 $\geq 12$ 个月。

排除标准: (1) 不能顺利配合完成随访量表的填写; (2) 患有严重的器质性疾病或遭受外伤而影响预后; (3) 随访资料不完整。

### 1.2 一般资料

回顾性分析 2015 年 1 月—2021 年 6 月就诊于解放军第九六〇医院膝关节周围骨患者的临床资料, 共 31 例符合上述标准, 纳入本研究。其中男 11 例、女 20 例; 肿瘤位于股骨远端 25 例、胫骨近端 6 例; 年龄 $\leq 18$ 岁 10 例、18~40 岁 9 例、 $>40$  岁 12 例; 初次手术 20 例、翻修手术 11 例; 假体骨水泥固定 24 例、生物固定 7 例。本研究获解放军第九六〇医院伦理委员会批准, 所有患者均签署知情同意书。

### 1.3 手术方法

所有患者均采用瘤段切除, 组配式肿瘤型膝关节假体 (威高亚华旋转铰链 II 型, 山东威高骨科材料股份有限公司) 置换。

取膝前髌旁内侧切口, 或“S”形手术切口, 显露膝关节和肿瘤侧, 保留肿瘤周围肌肉包膜完整, 胫骨侧肿瘤切断髌韧带。将髌骨移向外侧, 根据肿瘤部位和大小, 于安全边界处截断股骨, 或胫骨和腓骨, 分离保护血管、神经。提起截骨端, 向膝关节侧游离, 完整切除瘤段。依据瘤段切除后缺损情况, 选择并组配假体。行胫骨侧和股骨侧扩髓, 置入假体试模, 确认假体位置、膝关节活动满意。向髓腔内打入骨水泥, 安装相应组配假体。胫骨侧肿瘤切除后, 显露腓肠肌内侧头远端, 将其远端切断后翻转覆盖于胫骨假体表面, 将髌腱缝合至腓肠肌肌瓣上。彻底冲洗, 逐层缝合手术切口, 留置引流管 1 根, 石膏托固定。术后静脉使用头孢呋辛钠 3 d, 术后 7 d CPM 功能锻炼。

### 1.4 评价指标

记录围手术期资料, 包括手术时间、术中失血量、切口长度、假体安装时间、手术并发症。随访观察患者死亡、转移、局部复发、无瘤生存情况。采用健康调查简表 (the MOS 36-item short form health survey, SF-36)<sup>[3]</sup>、国际骨与软组织肿瘤协会评分 (Musculoskeletal Tumor Society, MSTs 93)<sup>[4]</sup>、多伦多保肢评分 (Toronto Extremity Salvage Score, TESS)<sup>[5]</sup>、膝关节协会功能评分 2011 版 (Knee Society Score, KSS)<sup>[6]</sup> 评价临床效果。行影像学检查, 测量并计算截骨长度比 (osteotomy length ratio, OLR)、髓内-髓外比 (intra-extramedullary ratio, IEMR) 和双侧肢体长度差 (leg-length discrepancy, LLD), 并测量股胫机械轴角 (femorotibial mechanical axis angle, MAA), 具体影像测量方法见图 1。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 24.00 对数据进行统计学处理分析。计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本  $t$  检验, 资料非正态分布时, 采用

秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。相关性分析采用 Pearson 相关。  $P < 0.05$  为差异有

统计学意义。

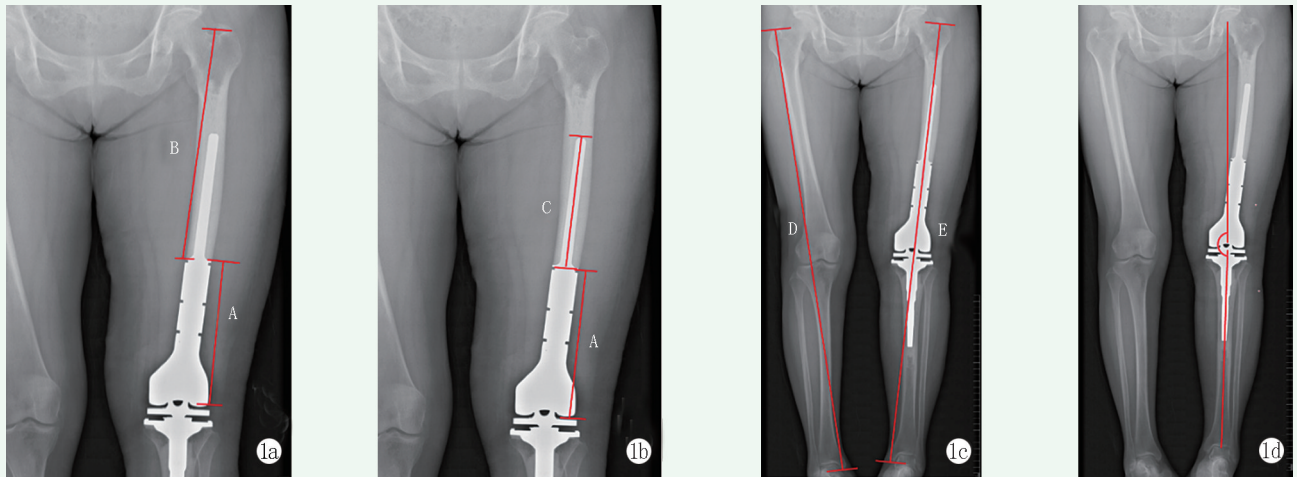


图1 以股骨远端为例的影像学测量方法。1a: A, 髓外长度, 假体股骨外髁低点至截骨端, B, 残余骨长度, 截骨端至股骨大转子顶点; 1b: C, 假体髓内长度, 截骨端至假体柄顶点; 1c: D, E, 下肢长度, 股骨大转子顶点至内踝尖; 1d: 机械轴夹角, 股骨头中点至股骨髁间窝终点与踝穴中点至胫骨平台中点连线所成的内侧夹角。截骨长度比 (osteotomy length ratio, OLR) =  $A / (A+B)$ , 假体髓内髓外比 (intra-extramedullary ratio, IEMR) =  $A/C$ , 双下肢长度差 (leg-length discrepancy, LLD) =  $D-E$ 。

Figure 1. Imaging measurement methods with the distal femur as an example. 1a: A, extramedullary length the prosthesis, the lowest point of the lateral condyle to the osteotomy end; B, residual bone length, the osteotomy end to the apex of the greater trochanter. 1b: C, intramedullary length of the prosthesis, end of the osteotomy to the tip of the stem. 1c: length of the lower limb, tip of the femoral greater trochanter to the apex of the medial malleolus. 1d: The femorotibial mechanical axis angle (MAA), the medial included angle formed by the line from the middle point of the femoral head to the end point of the intercondylar fossa of the femur and the middle point of the ankle point to the middle point of the tibial plateau. Osteotomy ratio =  $A / (A+B)$ , intramedullary and extramedullary ratio of prosthesis =  $A/C$ , difference in length of lower limbs =  $D-E$ .

## 2 结果

### 2.1 临床结果

31 例患者手术均顺利完成, 未见明显并发症产生, 手术时间 ( $174.0 \pm 54.7$ ) min、术中失血量 ( $388.7 \pm 260.6$ ) ml、切口长度 ( $28.1 \pm 4.3$ ) cm。最终病理确诊: 骨肉瘤 15 例、骨巨细胞瘤 8 例、软骨肉瘤 3 例、平滑肌肉瘤 2 例、纤维肉瘤、低分化癌、病理不详各 1 例。

所有患者均获随访 13~77 个月, 平均 ( $39.3 \pm 18.9$ ) 个月。随访过程中, 2 例 (6.5%) 肺转移, 其中 1 例未行进一步手术, 给予非手术治疗; 另 1 例行胸腔镜下切除手术, 术后定期复查至末次随访均未见明显异常。1 例 (3.2%) 患者全身多发转移, 放弃治疗。2 例患者 (6.5%) 出现局部复发: 1 例患者拒绝截肢手术出院、1 例行大腿中段截肢手术。

末次随访时: SF-36 评分平均 ( $129.3 \pm 29.0$ ) 分: 其中生理健康评分 (physical summary score,

PSS) ( $60.8 \pm 15.6$ ) 分、心理健康 (mental summary score, MSS) 评分 ( $68.5 \pm 17.4$ ) 分。MSTS ( $22.3 \pm 4.7$ ) 分, TESS ( $112.1 \pm 14.9$ ) 分, KSS 功能评分 ( $64.0 \pm 19.4$ ) 分。影像测量, OLR ( $38.0 \pm 8.1$ ) %、IEMR ( $112.4 \pm 29.1$ ) %、LLD ( $35.5 \pm 132.6$ ) mm、MAA ( $178.3 \pm 1.3$ ) °。至末次随访, 假体生存率为 96.8%, 未出现因假体机械失败而导致的假体翻修。无患者死亡、无瘤生存率 87.1%。

### 2.2 分组比较

依据肿瘤部位、体质、肿瘤性质对 31 例患者分组比较结果见表 1。肿瘤部位、患者体质、肿瘤性质对术后的假体生存、无瘤生存、生存期没有影响 ( $P > 0.05$ )。肿瘤位于胫骨近端患者的 SF-36、TESS 评分高于股骨远端患者, KSS 评分则相反, 但差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 不超重患者的 SF-36、TESS、KSS 评分均高于超重患者, 但差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 不同肿瘤性质患者的 SF-36、MSTS 评分大致相当, 侵袭性肿瘤患者的 TESS、KSS 评分高于恶性肿瘤患者, 但差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表 1 31 例患者末次随访时资料分层比较  
Table 1 Stratified comparison of data of 31 patients at the last follow-up

分层	亚组 (例)	假体生存 [例 (%)]	无瘤生存 [例 (%)]	生存期 (月, $\bar{x} \pm s$ )	SF-36 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	MSTS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	TESS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	KSS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )
部位	股骨远端 (n=25)	25 (100.0)	22 (88.0)	36.8±17.8	126.8±28.6	22.0±5.1	111.4±15.9	64.6±18.9
	胫骨近端 (n=6)	5 (83.3)	5 (83.3)	46.6±20.1	140.1±30.9	23.6±2.4	115.0±10.1	61.6±23.1
	P 值	0.194	>0.999	0.247	0.319	0.459	0.609	0.746
体质	不超重 (n=19)	19 (100.0)	18 (94.7)	40.3±17.3	132.6±29.3	22.3±4.6	115.1±12.5	65.2±18.3
	超重 (n=12)	11 (91.6)	9 (75.0)	36.3±20.3	124.1±28.9	22.4±5.0	107.4±17.6	62.0±21.6
	P 值	0.387	0.272	0.565	0.434	0.955	0.167	0.665
性质	侵袭性 (n=8)	8 (100.0)	8 (100.0)	40.2±18.5	129.8±29.1	23.2±6.2	116.3±9.1	71.2±16.4
	恶性 (n=23)	22 (95.6)	19 (82.6)	38.2±18.6	129.2±29.6	22.0±4.2	110.6±16.3	61.5±20.0
	P 值	1.000	0.550	0.797	0.959	0.544	0.359	0.228

### 2.3 临床与影像资料相关性分析

临床与影像计量资料的 Pearson 相关分析结果见表 2。患者 SF-36 评分与 OLR 呈显著负相关 ( $P < 0.05$ )，与 IEMR、LLD、MAA 无显著相关性 ( $P > 0.05$ )；MSTS 评分与 OLR、LLD 呈显著负相关 ( $P < 0.05$ )，与 IEMR、MAA 均无显著相关性 ( $P > 0.05$ )；TESS 评分与 LLD 呈显著负相关 ( $P < 0.05$ )，与 OLR、IEMR、MAA 均无显著相关性 ( $P > 0.05$ )；KSS 评分与 LLD 呈显著负相关 ( $P < 0.05$ )，与 OLR、IEMR、MAA 均无显著相关性 ( $P > 0.05$ )。

表 2 31 例患者末次随访时临床评分与影像测量的相关分析结果  
Table 2 Correlation analysis results between clinical scores and imaging measurements in 31 patients

指标	r 值	P 值	
SF-36 评分	OLR	-0.596	<0.001
	IEMR	-0.012	0.949
	LLD	-0.354	0.051
	MAA	0.057	0.760
MSTS 评分	OLR	-0.568	<0.001
	IEMR	-0.007	0.972
	LLD	-0.368	0.044
	MAA	0.342	0.060
TESS 评分	OLR	-0.296	0.106
	IEMR	0.191	0.304
	LLD	-0.495	0.005
	MAA	0.328	0.072
KSS 评分	OLR	-0.213	0.250
	IEMR	0.143	0.442
	LLD	-0.457	0.010
	MAA	0.176	0.345

注：OLR, osteotomy length ratio, 截骨长度比；IEMR, internal-external medulla ratio, 髓内-髓外比；LLD, leg-length discrepancy, 双侧肢体长度差；MAA, femorotibial mechanical axis angle, 股胫机械轴角。

### 3 讨论

组配式假体因其在手术中的灵活性、可调节性，已逐渐取代传统定制型假体。威高亚华旋转铰链膝是基于 GMRS 假体仿制而来，对其进行生活质量、功能这些非肿瘤学评估是非常重要的<sup>[7]</sup>。

SF-36 是目前最常用的生活质量评价量表，从生理、心理两大方面进行多维度、多方向的考量与评价。Jassim 等<sup>[8]</sup>对 9 例行 GMRS 假体置换手术的患者进行随访并填写 SF-36 量表，其 PSS、MSS 评分明显低于本研究的统计学结果，考虑可能与其患者数量较少、肿瘤部位单一有关。有研究表明，生活质量评价的高低与保留功能所需的解剖结构的多少有关<sup>[9]</sup>。本研究选取患者覆盖各个年龄段，各类肿瘤类型的患者，组配假体能最大程度保留患者正常的骨骼和肌肉组织、实现保肢，获得令患者及家属满意的生活质量。

MSTS、TESS、KSS 3 个量表相互结合，实现了医生-患者、主观-客观之间的相互结合，避免了量表的单一性、片面性。国内外多个骨肿瘤中心对行 PENTA、GMRS 等类型的假体置换手术的患者进行随访，均得到了与本研究基本一致的功能恢复水平<sup>[10-14]</sup>。Tunn<sup>[15]</sup>对 87 例行膝关节定制假体置换手术患者进行调查研究，结果提示：MSTS 的平均得分为 77% (13%~93%)、TESS 平均得分为 82% (22%~99%)。该研究所的定制假体的平均功能情况与本研究基本一致，但评分的波动性明显大于本研究，说明传统的定制假体对于患者的预后具有明显的不确定性，而组配假体可以根据术中实际情况进行瘤段切除、假体重建，结合旋转铰链装置的使用进而大大提

高术后功能的可控性<sup>[16]</sup>。因此,从整体来看,组配式假体术后患者的整体生活质量、肢体功能情况均得到明显改善,与国内外各大研究机构间无明显差异,并且文献所示的功能评估大多选用单一量表,不可避免的出现了功能评价的片面性,本研究选用3种量表相互补充,避免了上述问题,实现了对肢体功能的全方位、多角度评价。

影响功能恢复的因素是多样的。孙文江等<sup>[17]</sup>研究发现:发生股骨远端的MSTS评分显著高于胫骨近端的患者( $P<0.05$ ),国内的其他机构也得出了类似的结论<sup>[18, 19]</sup>。与之得出相反结论的是, Pala等<sup>[20]</sup>对采用GMRS假体置换手术的患者进行功能评价,结果提示:肿瘤部位之间差异没有统计学意义( $P=0.306$ ),与本研究结果一致。这可能是由于以前胫骨近端的手术会破坏伸膝装置,很大程度影响了患膝屈伸功能,而随着利用3D打印技术设计肌肉韧带附着点<sup>[21]</sup>、补片的应用,大大缓解了胫骨近端肿瘤因为髌韧带重建而引起的一系列的功能问题。本研究也通过对不同BMI指数、不同肿瘤性质的患者进行分组比较,结果没有明显差异,这与国内研究机构的结果是一致的<sup>[17]</sup>。

目前,许多机构的研究均表明,保留关节的生物重建能获得比假体重建更好的术后功能<sup>[22, 23]</sup>,但许多患者因肿瘤的侵袭程度、范围,以及病理性骨折,而丧失了生物重建的机会,因此假体置换成为患者的选择。假体重建手术首先要切除肿瘤及一部分正常骨质,这会导致广泛的骨和软组织损失<sup>[24]</sup>,因此了解切除范围与保留肢体预期功能之间的关系非常重要。Morri等<sup>[25]</sup>对膝关节假体重建术后19例患者进行随访,发现在进行肿瘤切除、假体重建时,骨组织切除的长度与术后的MSTS评分有明显的相关性。组配式假体能在保证肿瘤完整切除的情况下,最大程度保留原有正常的肌骨组织。Unwin等<sup>[26]</sup>的研究发现当骨切除长度 $>60\%$ 时,患者的功能预后会受到严重影响。而Kang等<sup>[27]</sup>对11例双下肢不等长儿童行手术治疗,双侧下肢长度差从5.9 cm (2.2~10.4)减少到重建后的0.7 cm (-1.1~2.0),MSTS评分从67.6% (53.3%~86.7%)提高到最终随访时的79.1% (63.3%~93.3%) ( $P=0.003$ ),说明双下肢的不等长与功能有密切的相关性。本研究也得出了与文献一致的结论。

本研究的局限性:为单中心且无对照,部分患者随访时间较短,可能发生的并发症及假体失败还未出现。因此,应对患者进行更长时间的随访。

总之,国产组配式肿瘤型膝关节假体置换术能获

得满意的生活质量及术后肢体功能,与国外进口组配式假体相比无明显差异。不同肿瘤部位、体质、肿瘤性质患者的患者术后生活质量、肢体功能无明显差异。影像学评估表明:OLR、LLD与术后功能恢复密切相关。

#### 参考文献

- [1] Hillmann A, Hoffmann C, Gosheger G, et al. Malignant tumor of the distal part of the femur or the proximal part of the tibia: endoprosthesis replacement or rotationplasty. Functional outcome and quality-of-life measurements [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1999, 81-A: 462-468. DOI: 10.2106/00004623-199904000-00003.
- [2] Yilmaz M, Sørensen MS, Sæbye C, et al. Long-term results of the Global Modular Replacement System tumor prosthesis for reconstruction after limb-sparing bone resections in orthopedic oncologic conditions: Results from a national cohort [J]. *J Surg Oncol*, 2019, 120 (2): 183-192. DOI: 10.1002/jso.25490.
- [3] Ware JE Jr, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection [J]. *Med Care*, 1992, 30 (6): 473-483.
- [4] Enneking WF, Dunham W, Gebhardt MC, et al. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1993, 286 (286): 241-246.
- [5] Davis AM, Wright JG, Williams JI, et al. Development of a measure of physical function for patients with bone and soft tissue sarcoma [J]. *Qual Life Res*, 1996, 5 (5): 508-516.
- [6] Noble PC, Scuderi GR, Brekke AC, et al. Development of a new Knee Society scoring system [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2012, 470: 20-32. DOI: 10.1007/s11999-011-2152-z.
- [7] Aldossary NM, Ostler C, Donovan-Hall M, et al. Non-oncological outcomes following limb salvage surgery in patients with knee sarcoma: a scoping review [J]. *Disabil Rehabil*, 2022, 44 (16): 4531-4545. DOI: 10.1080/09638288.2021.1900409.
- [8] Jassim SS, McNamara I, Hopgood P. Distal femoral replacement in periprosthetic fracture around total knee arthroplasty [J]. *Injury*, 2014, 45 (3): 550-553. DOI: 10.1016/j.injury.2013.10.032.
- [9] Rougraff BT, Simon MA, Kneisl JS, et al. Limb salvage compared with amputation for osteosarcoma of the distal end of the femur. A long-term oncological, functional, and quality-of-life study [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1994, 76 (5): 649-656. DOI: 10.2106/00004623-199405000-00004.
- [10] Özger H, Alban B, Salduz A, et al. Mid-term implant survival, functional and radiological results and mechanical complications of mega-prosthetic reconstruction around the knee with the PEN-TA® system [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2022, 142 (9): 2323-2333. DOI: 10.1007/s00402-021-04108-3.
- [11] 姬涛, 郭卫, 杨荣利, 等. GMRS 组配式人工关节重建骨肿瘤切除后骨缺损的近期疗效 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2010, 24 (10): 1192-1195.

- Ji T, Guo W, Yang RL, et al. short-term outcome of reconstruction for defect after removal of tumor with global modular replacement system [J]. *Chin J Repar Reconstr Surg*, 2010, 24 (10) : 1192-1195.
- [12] Marczak D, Kowalczewski J, Czubak J, et al. Short and mid term results of revision total knee arthroplasty with Global Modular Replacement System [J]. *Indian J Orthop*, 2017, 51 (3) : 324-329. DOI: 10.4103/0019-5413.205684.
- [13] Morri M, Forni C, Ruisi R, et al. Postoperative function recovery in patients with endoprosthetic knee replacement for bone tumour: an observational study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018, 19 (1) : 353. DOI: 10.1186/s12891-018-2280-7.
- [14] Pala E, Henderson ER, Calabrò T, et al. Survival of current production tumor endoprostheses: complications, functional results, and a comparative statistical analysis [J]. *J Surg Oncol*, 2013, 108 (6) : 403-408. DOI: 10.1002/jso.23414.
- [15] Tunn PU, Pomraenke D, Goerling U, et al. Functional outcome after endoprosthetic limb-salvage therapy of primary bone tumours—a comparative analysis using the MSTs score, the TESS and the RNL index [J]. *Int Orthop*, 2008, 32 (5) : 619-625. DOI: 10.1007/s00264-007-0388-8.
- [16] Ruggieri P, Mavrogenis AF, Pala E, et al. Long term results of fixed-hinge megaprostheses in limb salvage for malignancy [J]. *Knee*, 2012, 19 (5) : 543-549. DOI: 10.1016/j.knee.2011.08.003.
- [17] 孙文江, 孙伟, 余波, 等. 膝关节骨肉瘤患者肿瘤型假体置换术后的功能及其影响因素分析 [J]. *中国临床保健杂志*, 2021, 24 (2) : 167-170. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6790.2021.02.004.
- Sun WJ, Sun W, Yu B, et al. Function of patients with osteosarcoma of the knee after tumor type prosthesis replacement and its influencing factors [J]. *Chin J Clin Healthcare*, 2021, 24 (2) : 167-170. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6790.2021.02.004.
- [18] 龚奕, 刘同生, 黄笑鹏, 等. 肿瘤型人工膝关节假体置换术的疗效影响因素分析 [J]. *中国肿瘤临床与康复*, 2022, 29 (1) : 35-38. DOI: 10.13455/j.cnki.cjcor.2022.01.10.
- Gong Y, Liu TS, Huang XP, et al. Factors influencing the treatment efficacy of prosthetic knee replacement in patients with malignant bone tumors around the knee joint [J]. *Chin J Clin Oncol Rehabil*, 2022, 29 (1) : 35-38. DOI: 10.13455/j.cnki.cjcor.2022.01.10.
- [19] 李远, 徐海荣, 单华超, 等. 非骨水泥组配式人工关节重建下肢肿瘤切除后骨缺损 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33 (9) : 1108-1115. DOI: 10.7507/1002-1892.201904057.
- Li Y, Xu HR, Shan HC, et al. Non-cemented modular prosthetic reconstruction for bone defect after tumor resection in lower extremities [J]. *Chin J Repar Reconstr Surg*, 2019, 33 (9) : 1108-1115. DOI: 10.7507/1002-1892.201904057.
- [20] Pala E, Trovarelli G, Calabrò T, et al. Survival of modern knee tumor megaprostheses: failures, functional results, and a comparative statistical analysis [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2015, 473 (3) : 891-899. DOI: 10.1007/s11999-014-3699-2.
- [21] 程维, 白长双, 郝立昌. 3D 打印假体技术治疗四肢骨关节肿瘤 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (9) : 844-847. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.09.16.
- Cheng W, Bai CS, Hao LC. Three-dimensional printed prostheses for treatment of osteoarticular tumors of limbs [J]. *Orthop J Chin*, 2017, 25 (9) : 844-847. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.09.16.
- [22] 吴俊杰, 于秀淳, 徐明, 等. 膝关节周围骨巨细胞瘤不同手术方式临床疗效的比较 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2022, 11 (5) : 358-365. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2022.05.007.
- Wu JJ, Yu XC, Xu M, et al. Comparison of clinical effects of different surgical strategies for giant cell tumor of bone around the knee joint [J]. *Chin J Bone Joint*, 2022, 11 (5) : 358-365. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2022.05.007.
- [23] 杨清毅, 吕文学, 刘金豹. 保膝与假体置换治疗膝关节周围骨巨细胞瘤比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (1) : 33-36. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.01.07.
- Yang QY, Lv WX, Liu JB. Knee preservation versus prosthetic replacement for giant cell tumor of bone around knee [J]. *Orthop J Chin*, 2021, 29 (1) : 33-36. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.01.07.
- [24] 李阳, 唐金烁, 田昊, 等. 膝关节肿瘤型假体置换术后关节不稳远期翻修 1 例 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (3) : 287-288. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.03.25.
- Li Y, Tang JS, Tian H, et al. Long term revision of knee joint for instability after prosthesis replacement surgery: a case report [J]. *Orthop J Chin*, 2021, 29 (3) : 287-288. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.03.25.
- [25] Morri M, Raffa D, Vigna D, et al. Which factors are associated with the functional recovery in patients undergoing endoprosthetic knee reconstruction following bone tumour resection? A observational study [J]. *Arch Physiother*, 2018, 29 (8) : 11. DOI: 10.1186/s40945-018-0052-1.
- [26] Unwin PS, Cannon SR, Grimer RJ, et al. Aseptic loosening in cemented custom-made prosthetic replacements for bone tumours of the lower limb [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1996, 78 (1) : 5-13.
- [27] Kang S, Lee JS, Park J, et al. Staged lengthening and reconstruction for children with a leg-length discrepancy after excision of an osteosarcoma around the knee [J]. *Bone Joint J*, 2017, 99-B (3) : 401-408. DOI: 10.1302/0301-620X.99B3.38018.

(收稿:2023-01-17 修回:2023-05-10)  
(同行评议专家:王守丰, 郭征)  
(本文编辑:郭秀婷)