

· 临床研究 ·

单髁置换术胫骨假体后倾角的影响

刘牧子, 沈鑫, 谢荣辉, 汪建祥, 龚时国*

(九江市第一人民医院关节外科, 江西九江 332000)

摘要: [目的] 探讨胫骨假体不同后倾角对固定平台单髁置换术后疗效的影响。[方法] 回顾性分析 2019 年 8 月—2022 年 6 月本院关节外科治疗的 59 例固定平台单髁置换患者的临床资料, 依据术后 PTS 角分为 $PTS < 6^\circ$ 组, 和 $6^\circ \leq PTS \leq 9^\circ$ 组。评价临床及影像结果。[结果] 59 例患者均顺利完成手术, 围手术期未出现严重并发症, 随访时间平均 (12.6 ± 4.9) 个月。与术前相比, 术后两组 ROM、KSS-临床评分、KSS-功能评分均显著增加 ($P < 0.05$), 术后 6 个月, $6^\circ \sim 9^\circ$ 组的 ROM $[(119.3 \pm 9.1)^\circ \text{ vs } (113.4 \pm 10.4)^\circ, P < 0.001]$ 、KSS-临床评分 $[(95.3 \pm 7.8) \text{ vs } (91.3 \pm 6.2), P = 0.035]$ 、KSS-功能评分 $[(92.6 \pm 5.9) \text{ vs } (88.9 \pm 7.6), P = 0.041]$ 均显著优于 $< 6^\circ$ 组。影像方面, 与术前相比, 两组术后 1 个月 mFTA 均显著增加 ($P < 0.05$), 术后 mFTA、FC-VA、TC-VA 的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。 $< 6^\circ$ 组的 PTS 显著小于 $6^\circ \sim 9^\circ$ 组 $[(5.2 \pm 0.3)^\circ \text{ vs } (7.9 \pm 0.4)^\circ, P < 0.001]$ 。[结论] 固定平台 UKA 膝关节单髁置换术中 $6^\circ \leq PTS \leq 9^\circ$ 的 PTS 有利于改善患者膝关节活动范围和功能。

关键词: 膝内侧骨性关节炎, 固定平台单髁置换术, 胫骨后倾角, 功能

中图分类号: R687.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 11-1033-05

Impact of posterior tibial slope of tibial component on outcomes of fixed bearing unicompartmental knee arthroplasty // LIU Mu-zi, SHEN Xin, XIE Rong-hui, WANG Jian-yang, GONG Shi-guo. Department of Joint Surgery, The First People's Hospital of Jiujiang City, Jiujiang 332000, China

Abstract: [Objective] To investigate the effect of posterior tibial slope of the tibial component on fixed bearing unicompartmental knee arthroplasty (FB-UKA). [Methods] A retrospective study was performed on 59 patients who received FB-UKA for medial knee osteoarthritis in our hospital from August 2019 to June 2022. Based on the postoperative PTS measured on radiographs, the patients were classified into the $< 6^\circ$ group, and the $6^\circ \sim 9^\circ$ group. The clinical and imaging consequences were evaluated and compared between them. [Results] All the 59 patients had FB-UKA performed successfully with no serious complications occurred during perioperative period, and followed up for (12.6 ± 4.9) months in mean. Compared with those preoperatively, the ROM, KSS clinical score and KSS functional score significantly increased postoperatively in both groups ($P < 0.05$). The $6^\circ \sim 9^\circ$ group proved significantly superior to the $> 6^\circ$ group in terms of ROM $[(119.3 \pm 9.1)^\circ \text{ vs } (113.4 \pm 10.4)^\circ, P < 0.001]$, KSS clinical score $[(95.3 \pm 7.8) \text{ vs } (91.3 \pm 6.2), P = 0.035]$, KSS functional score $[(92.6 \pm 5.9) \text{ vs } (88.9 \pm 7.6), P = 0.041]$ 6 months postoperatively. As for imaging, the mFTA significantly increased in both groups 1 month after surgery compared with that preoperatively ($P < 0.05$). There were no significant differences in postoperative mFTA, FC-VA, TC-VA between the two group ($P > 0.05$), whereas the $< 6^\circ$ group had significantly less PTS than the $6^\circ \sim 9^\circ$ group postoperatively $[(5.2 \pm 0.3)^\circ \text{ vs } (7.9 \pm 0.4)^\circ, P < 0.001]$. [Conclusion] The PTS in 6° to 9° might be benefit to improve the range of motion and knee function in FB-UK.

Key words: medial knee osteoarthritis, fixed bearing unicompartmental knee arthroplasty, posterior tibial slope, function

膝关节单髁置换术 (unicompartmental knee arthroplasty, UKA) 是治疗膝关节内侧单间室退变的常用方法^[1]。长期随访结果显示, UKA 术后 20 年的假体保存率为 80%~90%^[2]。但影响 UKA 术后关节功能的因素较多, 如 BMI 指数^[3]、假体冠状面位置^[4]、术后关节力线变化^[5]等, 胫骨假体后倾角 (posterior tibial slope, PTS) 的变化往往容易被忽视。PTS 增加会导致胫骨相对前移, 增加前交叉韧带张力, 反之,

则会增加后交叉韧带的张力^[6]。然而术中定位、解剖因素等均会导致术后实际 PTS 存在很大差异。既往研究多集中在 PTS 对活动平台单髁置换的影响, 马广文^[7]研究认为, 活动平台单髁置换术中采用 3° 后倾角有利于提高患者术后的关节功能。本研究回顾性分析 2019 年 8 月—2022 年 6 月本院固定平台 UKA 患者 PTS 变化, 并评估 PTS 对术后功能的影响。

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.11.14

作者简介: 刘牧子, 主治医师, 研究方向: 关节外科及运动医学, (电子信箱) liu_muizi@163.com

* 通信作者: 龚时国, (电子信箱) 15079289787@163.com

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析2019年8月—2022年6月本院关节外科治疗的59例固定平台单髁置换患者的临床资料,其中右膝32例,左膝27例;BMI指数20.2~28.1 kg/m²,平均(25.2±3.1) kg/m²。患者均为单纯膝关节前内侧关节退变K-L分级III~IV级,膝关节活动范围正常,内外侧副韧带及前后交叉韧带结构完整,体重指数≤30 kg/m²。并排除类风湿性关节炎、多间室病变及前交叉韧带功能不全者。依据术后PTS角分为<6°组和6°~9°组。两组年龄、性别、病程、K-L分型的差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究经医院医学伦理委员会审议通过,所有患者均签署知情同意书。

1.2 手术方法

所有患者均在喉罩全麻+股神经阻滞下完成手术。患者取平卧位,大腿根部置止血带,屈髋45°大腿固定于支架上,小腿自然下垂,膝关节可以自由屈曲110°以上。切口从髌骨内上缘至胫骨结节内缘,长8~10 cm,切除部分脂肪垫、内侧半月板前角,探查膝关节内、外侧间室和前交叉韧带。用骨凿清理股骨内髁、髌间窝内缘、胫骨平台前缘骨赘。胫骨截骨采用髓腔外定位法,支架杆矢状面和冠状面同时平行胫骨长轴,安装截骨导板,沿胫骨髌间棘内缘垂直截骨,保持PTS在7°左右,行胫骨平台水平截骨。测量胫骨平台骨块大小,选择平台假体型号,插入间隙,确定垫片厚度。使用摆锯打磨股骨内髁至股骨髌软骨下骨光滑平整,曲度与股骨假体弧度一致,根据胫骨假体中线位置标记出股骨髌中线,沿股骨髌中线定位钻孔,安装假体试模,插入2 mm插片测量伸屈间隙平衡情况和有无撞击。如出现不平衡,予以调整截骨量及后倾角。冲洗关节腔,0.5%罗哌卡因配制“鸡尾酒”40 ml于关节囊周围浸润麻醉。依次安装股骨髌假体和胫骨平台骨水泥型假体。逐层缝合切口,关节腔注射氨甲环酸1.0 g+生理盐水40 ml,术后下肢加压包扎。术前30 min及术后24 h予以1.5 g头孢呋辛静脉滴注预防感染,术后6 h予以皮下注射低分子肝素5 000 iu,预防深静脉血栓。

1.3 评价指标

采用膝关节活动度(range of motion, ROM)、美国膝关节协会评分(Knee Society score, KSS)评价临床疗效。影像方面,测量机械股胫角(mechanical femorotibial angle, mFTA)、股骨假体外翻角(femoral

component valgus angle, FC-VA)、胫骨假体内翻角(tibial component varus angle, TC-VA)、胫骨假体后倾角(posterior tibial slope angle, PTS)^[8]。

1.4 统计学方法

采用SPSS 24.0统计软件对数据进行统计分析。计量资料符合正态分布时以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用单因素方差分析或配对 T 检验。不符合正态分布数据,采用秩和检验。计数资料比较采用 χ^2 检验或校正 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

59例患者均顺利完成手术,围手术期未出现神经血管损伤、切口感染、症状性深静脉血栓等并发症。术后影像测量PTS为3.5°~9.2°,平均(5.9±2.8)°,按分组标准,<6°组28例(47.5%),6°~9°组31例(52.5%)。

所有患者均获得随访,随访时间6~26个月,平均(12.6±4.9)个月。<6°组5例患者出现内侧间隙疼痛,需间断使用非甾体类抗炎药。与术前相比,术后两组ROM、KSS-临床评分、KSS-功能评分均显著增加($P<0.05$)。两组患者术前、术后1个月,上述指标的差异均无统计学意义($P>0.05$)。术后6个月,6°~9°组的ROM、KSS-临床评分、KSS-功能评分均显著优于<6°组($P<0.05$)。

2.2 影像评估

两组影响评估结果见表1,术后膝内翻畸形较术前均显著改善,与术前相比,两组术后1个月mFTA均显著增加($P<0.05$),两组术后mFTA、FC-VA、TC-VA的差异均无统计学意义($P>0.05$)。<6°组PTS显著小于6°~9°组($P<0.05$)。随访期间均无假体松动、感染、假体周围骨折发生。

3 讨论

胫骨平台后倾角是影响膝关节伸屈平衡的重要矢状面参数^[9],PTS的存在可维持膝关节前、后交叉韧带张力平衡,引导股骨髌在膝关节屈曲运动过程中由滑动转化为滚动^[10]。单髁置换术后膝关节的运动机制与正常膝关节相同,需要前、后交叉韧带维持膝关节的前后向稳定。但如何为胫骨假体选择恰当的后倾角尚未形成共识。

表 1. 两组患者临床及影像资料比较
Table 1. Comparison of clinical and imaging data between the two groups

指标	时间点	<6°组 (n=28)	6°~9°组 (n=31)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)		66.1±5.4	66.8±4.6	0.593
性别 (例, 男/女)		7/21	8/23	0.943
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)		39.4±8.5	39.9±9.1	0.828
K-L 分型 (例, III/IV)		8/20	10/21	0.759
ROM (°, $\bar{x} \pm s$)	术前	99.4±10.2	99.3±12.1	0.963
	术后 1 个月	108.6±9.1	110.4±9.5	0.462
	术后 6 个月	113.4±10.4	119.3±9.1	0.024
	P 值	<0.001	<0.001	
KSS-临床评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	术前	57.1±7.2	56.9±6.8	0.913
	术后 1 个月	85.9±5.1	85.6±5.4	0.828
	术后 6 个月	91.3±6.2	95.3±7.8	0.035
	P 值	<0.001	<0.001	
KSS-功能评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	术前	51.4±4.1	51.6±4.2	0.854
	术后 1 个月	79.6±5.1	80.3±6.3	0.643
	术后 6 个月	88.9±7.6	92.6±5.9	0.041
	P 值	<0.001	<0.001	
mFTA (°, $\bar{x} \pm s$)	术前	172.3±1.5	172.5±2.1	0.678
	术后 1 个月	176.5±1.6	176.4±1.9	0.828
	P 值	<0.001	<0.001	
PC-VA (°, $\bar{x} \pm s$)		6.8±2.5	6.1±2.2	0.257
TC-VA (°, $\bar{x} \pm s$)		1.3±0.9	1.1±0.7	0.342
PTS (°, $\bar{x} \pm s$)		5.2±0.3	7.9±0.4	<0.001

目前, 对以 Oxford 单髁为代表的活动平台假体系统研究较多, 马广文等^[7]对 30 例 Oxford-UKA 患者, 分别行 3°与 7°后倾截骨, 术后随访显示, 3°截骨组术后关节功能优于 7°截骨组。但 Chatellard 等^[11]于 2013 年对 559 例 UKA 患者中期随访发现, PTS>5°或术后与术前差值>2°是影响假生存期的危险因素。本研究结果显示, 6°~9°组患者术后 6 个月的膝关节 ROM、KSS-临床评分、KSS-功能评分均优于 <6°组 ($P<0.05$), 其结果与马广文^[7]报道存在差异。笔者认为可能与固定平台设计有关, 活动平台 UKA 在膝关节屈伸运动过程中, 存在两个运动轨迹, 即股骨髁-衬垫的滚动和衬垫-胫骨假体的平移。而在固定平台 UKA 设计中, 膝关节的屈伸运动基本复制了正常膝关节锁定机制, 需要交叉韧带的引导, 此时适当增加 PTS 能够改善膝关节屈伸功能, 减轻髌股关节压力。Patrick 等^[12]建立了 PTS 为 0°、5°和 10°UKA 有限元模型, 结果显示 PTS 增加, 可导致膝关节屈曲时胫骨外旋增大及髌骨在股骨滑车中向

前外侧轻度移位, 从而改善患者的髌股关节症状。

影响 PTS 准确性的危险因素包括: (1) 患者身高、体重。通常胫骨截骨参照髓外定位架, 其远端同样的后倾设定, 对不同小腿长度的患者存在显著差异, 而这步操作主要根据术者经验判断, 主观判断不同是 PTS 差异的基本原因; (2) 屈伸间隙平衡。当股骨假体选择较大或股骨髁的前后径较大时, 往往导致伸直间隙大, 而屈曲间隙小, 术者可能会适当增加 PTS, 以平衡屈伸间隙; (3) 术者的操作手法。对骨质密度较高的中年患者, 即使在槽内截骨, 摆锯在处理后方骨质的时候亦可能出现上漂, 而使 PTS 减小; (4) 安装胫骨假体时后方的打压强度不够, 残留后方骨水泥较厚等。为提高 PTS 的精度, 近年出现了 3D 打印导板和机器人辅助截骨技术^[13, 14], 仍在逐步普及过程中。

综上所述, 固定平台 UKA 膝关节单髁置换术中 $6^\circ \leq \text{PTS} \leq 9^\circ$ 的 PTS 有利于改善患者膝关节活动范围和功能。

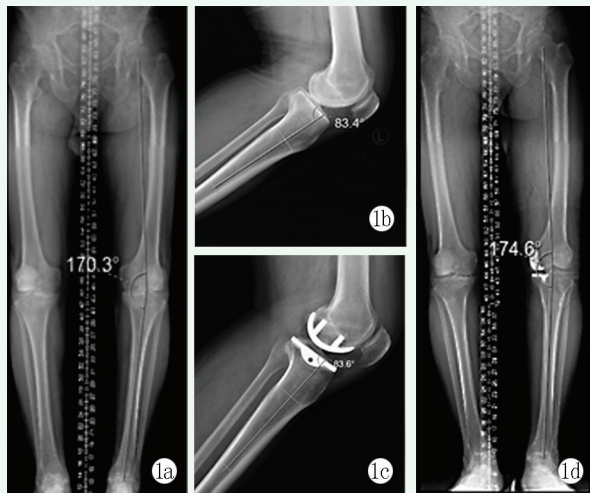


图 1. 患者男性, 64 岁, 左膝关节内侧间室骨关节炎 (K-L IV 级)。1a: 术前下肢全长 X 线片示双下肢机械力线内移, 左膝关节退行性变, 内侧关节间隙狭窄, mFTA 170.3°; 1b: 术前侧位 X 线片示 PTS 6.6°; 1c: UKA 术后 PTS 6.4°; 1d: 术后下肢全长 X 线片, 左膝 mFTA 174.6°, 假体无突悬, FC-VA 1°, TC-VA 1.1°。

Figure 1. A 64-year-old male suffered from medial compartmental osteoarthritis of the left knee (K-L grade IV). 1a: Preoperative full-length X-ray of lower limbs showed medial migration of mechanical axis of both lower limbs, the left knee degeneration with narrow medial joint space, and mFTA of 170.3°; 1b: Preoperative lateral radiographs showed PTS of 6.6°; 1c: The PTS is 6.4° after UKA; 1d: Postoperative full-length X-ray of lower extremity revealed the left limb with mFTA of 174.6°, without prosthetic medial thrust, whereas with FC-VA of 1°, TC-VA of 1.1°.

参考文献

[1] 许志庆, 龚志兵, 庄至坤, 等. 膝内侧室骨关节炎 Oxford 第三代单髁置换近期效果 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (10): 940-942, 946. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.10.17.
Xu ZQ, Gong ZB, Zhuang ZK, et al. Short-term outcomes of Oxford phase 3 unicompartmental knee arthroplasty for medial osteoarthritis of the knee [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (10): 940-942, 946. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.10.17.

[2] 曾绪雯, 杨春喜. 膝关节单髁置换术假体生存率的研究进展 [J]. 中华关节外科杂志 (电子版), 2019, 13 (5): 606-610. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2019.05.015.
Zeng XW, Yang CX. Research progress of prosthesis survivorship for unicompartmental knee arthroplasty [J]. Chinese Journal of Joint Surgery (Electronic Edition), 2019, 13 (5): 606-610. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2019.05.015.

[3] 高焕坤, 徐熙鹏, 孙一, 等. 体重指数对活动平台单髁置换术中长期临床结果的影响 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2021, 14 (4): 251-257. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2021.04.03.
Gao HS, Xu XP, Sun Y, et al. Effect of BMI on the medium and long term clinical outcomes of the mobile-bearing unicompartmental

tal knee arthroplasty [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Surgery, 2021, 14 (4): 251-257. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2021.04.03.

[4] 李亚坤, 李浩, 王浩浩, 等. 术前不同程度下肢力线内翻畸形对单髁置换术后短期疗效的影响分析 [J]. 实用骨科杂志, 2020, 26 (12): 1064-1069. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2020.12.003.
Li YK, Li H, Wang HH, et al. Influence of different degrees preoperative lower limb alignment varus deformity on the short-term efficacy after unicompartmental knee arthroplasty [J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2020, 26 (12): 1064-1069. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2020.12.003.

[5] 聂涌, 胡钦胜, 沈彬, 等. 膝关节单髁置换术后关节线位置对内侧面间室应力影响的生物力学研究 [J]. 中华骨科杂志, 2017, 37 (22): 1416-1423. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2017.22.006.
Nie Y, Hu QS, Shen B, et al. Biomechanical research on effects of joint line height on stress of medial and lateral compartment after unicompartmental knee arthroplasty [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2017, 37 (22): 1416-1423. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2017.22.006.

[6] 陈春君, 李政甜, 杜刚. 前交叉韧带损伤相关的解剖因素分析 [J]. 广西医学, 2021, 43 (1): 4-6. DOI: 10.11675/j.issn.0253-4304.2021.01.02.
Chen CJ, Li ZT, Du G. Anatomical factors related to anterior cruciate ligament injury [J]. Guangxi Medical Journal, 2021, 43 (1): 4-6. DOI: 10.11675/j.issn.0253-4304.2021.01.02.

[7] 马广文, 黄斐, 吴云峰, 等. 胫骨后倾截骨对活动平台单髁关节置换术疗效的影响 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2017, 10 (4): 302-304. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2017.04-06.
Ma GW, Huang W, Wu YF, et al. Investigation of posterior tibial slope in the mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Surgery, 2017, 10 (4): 302-304. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2017.04-06.

[8] 李金凤, 路玉峰, 乔锋, 等. 活动与固定平台单髁关节置换术短期疗效对比 [J]. 实用骨科杂志, 2022, 28 (10): 892-897. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2022.10.018.
Li JF, Lu YF, Qiao F, et al. Comparison of fixed-bearing and mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty in short-term outcome [J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2022, 28 (10): 892-897. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2022.10.018.

[9] 王戟森, 陈坚锋, 潘耀成, 等. 人工膝关节置换术中的胫骨平台后倾角 [J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24 (9): 826-831. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2016.09.12.
Wang JS, Chen JF, Pan YC, et al. Posterior slope angle of tibial plateau in total knee arthroplasty [J]. Orthopedic Journal of China, 2016, 24 (9): 826-831. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2016.09.12.

[10] 芦升升, 张润杰, 刘泽, 等. 胫骨平台后倾角在保膝治疗中的研究进展 [J]. 实用骨科杂志, 2020, 26 (11): 1006-1009. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2020.11.010.
Lu SS, Zhang RJ, Liu Z, et al. Research progress on tibial plateau

- tilt angle in knee protection treatment [J]. *Journal of Practical Orthopaedics*, 2020, 26 (11) : 1006–1009. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2020.11.010.
- [11] Chatellard R, Sauleau V, Colmar M, et al. Medial unicompartmental knee arthroplasty: Does tibial component position influence clinical outcomes and arthroplasty survival [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2013, 99 (4 Suppl) : S219–S225. DOI: 10.1016/j.otsr.2013.03.004.
- [12] Patrick W, Matthias W, Arnd S, et al. Increase in the tibial slope in unicompartmental knee replacement: analysis of the effect on the kinematics and ligaments in a weight-bearing finite element model [J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018: 8743604. DOI: 10.1155/2018/8743604.
- [13] 蔡康, 黄远源, 武明鑫. 3D 打印定位截骨导板行膝关节单髁置换 (UKA) 治疗膝关节内侧间室骨性关节炎的效果分析 [J]. *齐齐哈尔医学院学报*, 2019, 40 (10) : 1247–1248. DOI: 10.3969/j.issn.1002–1256.2019.10.026.
- Cai K, Huang YY, Wu MX. Analysis of the effect of 3D printed positioning osteotomy guide plate for knee single condylar replacement (UKA) in the treatment of medial compartment osteoarthritis of the knee joint [J]. *Journal of Qiqihar Medical University*, 2019, 40 (10) : 1247–1248. DOI: 10.3969/j.issn.1002–1256.2019.10.026.
- [14] 任兴宇, 张一, 徐浩然, 等. 机器人辅助单髁置换与传统置换效果比较的 Meta 分析 [J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25 (21) : 3416–3422. DOI: 10.3969/j.issn.2095–4344.3874.
- Ren XY, Zhang Y, Xu HR, et al. Meta-analysis of the postoperative effects of robot-assisted unicompartmental knee arthroplasty versus conventional surgery [J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2021, 25 (21) : 3416–3422. DOI: 10.3969/j.issn.2095–4344.3874.
- (收稿:2023–03–16 修回:2023–12–27)
(同行评议专家: 张启栋, 刘友饶, 张景业)
(本文编辑: 闫承杰)

(上接 1032 页)

- Ouang PR, He XJ, Wang D, et al. Application of a 3D printed navigation template in posterior atlantoaxial surgery [J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2020, 22 (10) : 862–866. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530–20200409–00246.
- [19] 姜泽威, 汤舒婷, 周纪平, 等. 3D 打印导板辅助与徒手寰枢椎弓根钉置入比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (10) : 880–884. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2021.10.04.
- Jiang ZW, Tang ST, Zhou JP, et al. Comparison of 3D printed guider assisted versus freehand atlantoaxial pedicle screw placement [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (10) : 880–884. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2021.10.04.
- (收稿:2023–08–08 修回:2023–10–17)
(同行评议专家: 陈锋, 柳超)
(本文编辑: 郭秀婷)