

论 著

CT三维重建技术在提高全膝关节置换术精度和疗效中的应用研究*

张丽娜¹ 王江静^{2,*} 窦媛洁^{1,*}
孙召龙^{1,*} 郝泽普^{1,*}1.河北省沧州中西医结合医院影像科
2.河北省沧州中西医结合医院关节二科
(河北 沧州 061000)

【摘要】目的 分析CT三维重建技术在提高全膝关节置换术(TKA)精度和疗效中的应用价值。**方法** 选取2022年1月~2023年12月河北省沧州中西医结合医院收治的KOA96例,回顾性分析入组者临床资料,均行TKA治疗。根据术前采用不同规划截骨方案分为对照和研究两组,对照组40例术前采用的是X线平片方案,研究组56例采用CT三维重建方案,对比两组围术期指标、下肢力线角、膝关节功能及手术优良率。**结果** 研究组的手术时间较对照组更短,术中出血量少于对照组($P<0.05$);研究组术后下肢力线角较对照组更高($P<0.05$);研究组术后3个月、6个月HSS评分较对照组更高($P<0.05$);研究组手术优良率为94.65%,高于对照组75.00%($P<0.05$)。**结论** CT三维重建技术用于TKA中,相较于X平片,截骨方案制定更优,有利于缩短手术时间,提高手术优良率,并促进患者膝关节功能改善。

【关键词】 CT三维重建;全膝关节置换术;膝关节炎;疗效评估

【中图分类号】 R684.3

【文献标识码】 A

【基金项目】 2020年河北省中医药管理局
科研计划课题(2020505)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.12.056

Study on the Application of CT Three-dimensional Reconstruction Technology in Improving the Accuracy and Efficacy of Total Knee Arthroplasty*

ZHANG Li-na¹, WANG Jiang-jing^{2,*}, DOU Yuan-jie^{1,*}, SUN Zhao-long^{1,*}, HAO Ze-pu^{1,*}.

1.Department of Imaging, Cangzhou Hospital of Integrated TCM-WM-Hebei, Cangzhou 061000, Hebei Province, China

2.Department 2 of Joint, Cangzhou Hospital of Integrated TCM-WM-Hebei, Cangzhou 061000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the application value of CT three-dimensional reconstruction technology in improving the accuracy and efficacy of total knee arthroplasty (TKA). **Methods** Ninety-six cases of knee osteoarthritis (KOA) treated at the Cangzhou Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Hospital in Hebei Province from January 2022 to December 2023 were selected. Clinical data of the enrolled patients, who all underwent TKA treatment, were retrospectively analyzed. Based on different preoperative bone cutting plans, the patients were divided into a control group and a study group. The control group (40 cases) received X-ray plain film for preoperative planning, while the study group (56 cases) received CT three-dimensional reconstruction. The perioperative indicators, lower limb alignment angle, knee joint function, and surgical success rate were compared between the two groups. **Results** The study group had a shorter surgical time and less intraoperative bleeding compared to the control group ($P<0.05$). The study group also showed a higher postoperative lower limb alignment angle compared to the control group ($P<0.05$). Additionally, the study group had higher HSS scores at 3 and 6 months postoperatively compared to the control group ($P<0.05$). The surgical success rate in the study group was 94.65%, higher than 75.00% in the control group ($P<0.05$). **Conclusion** The application of CT three-dimensional reconstruction technology in TKA provides a superior bone cutting plan compared to X-ray plain films. It helps shorten surgical time, improves the surgical success rate, and enhances knee joint function recovery in patients.

Keywords: CT Three-dimensional Reconstruction; Total Knee Arthroplasty; Knee Osteoarthritis; Efficacy Evaluation

膝关节炎(KOA)是临床常见病及多发病,好发于中老年人,临床表现为膝部酸痛、膝关节肿胀及行动受限等,降低患者生活质量^[1]。全膝关节置换术(TKA)是临床用于KOA治疗的主要手段,指通过手术将人工膝关节替换病损关节,该术式对手术截骨的精度要求较高^[2]。既往TKA术前需拍摄X线片以完成术前评估及规划,但术后假体对位失准或下肢对线不良发生率仍高达20%~30%^[3-4]。随着影像学技术不断发展,CT扫描三维重建技术在TKA术前得到广泛应用,可个体化制定截骨方案,以保障手术精确度,但相关报道较少^[5]。基于此,本研究旨在分析CT三维重建技术在提高全膝关节置换术精度和疗效的应用价值,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2022年1月至2023年12月河北省沧州中西医结合医院收治的96例KOA患者。

纳入标准:符合KOA诊断标准;具有手术指征,行TKA治疗;病历资料完整。排除标准:既往有踝关节、髌关节及膝关节手术史者;合并凝血功能障碍者;合并膝关节肌肉瘫痪者;膝关节先天性畸形者;合并骨肿瘤者。根据患者术前不同辅助技术规划方法分组,对照组40例中男22例,女18例,年龄54~73(62.54±2.44)岁;患侧:左侧15例,右侧25例;体质量指数(BMI)18.9~26.4(22.55±1.45)kg/m²。研究组56例中男31例,女25例,年龄52~75(62.37±2.39)岁;患侧:左侧23例,右侧33例;BMI 18.5~26.9(22.39±1.51)kg/m²。两组资料比较, $P>0.05$ 。本次研究通过河北省沧州中西医结合医院医学伦理委员会批准进行。

1.2 方法 入组者均行TKA治疗,对照组术前用二维X线片制定截骨方案,研究组基于CT扫描三维重建技术制定截骨方案。

1.2.1 CT三维重建方法 术前,使用GE Revolution 256排螺旋CT机对患者进行扫描,并上传数据以建立下肢模型。通过Mose同心圆法在模型上明确下肢中心点,踝关节中心点由距骨中心点确定,膝关节中心点由股骨踝关节决定。胫骨髓腔中心划纵轴线为解剖轴,股骨干中心轴线为股骨解剖轴,股骨头与膝关节中心点的连线为股骨机械轴,下肢机械轴为股骨头与踝关节中心的连线。接下来,确定股骨髁外翻角(股骨解剖轴与机械轴之间的角度),正常范围为5°至7°。股骨旋转轴为股骨内外髁连线,Insall线与股骨内外髁连接为外旋角。对模型上的股骨平台后倾角进行测量,依据内侧髁骨平台后倾角

【第一作者】张丽娜,女,主管护师,主要研究方向:骨科影像。E-mail: 770333741@qq.com

【通讯作者】王江静,女,副主任医师,主要研究方向:骨与关节运动损伤的诊治。E-mail: wjjlunwen@163.com

窦媛洁,女,护师,主要研究方向:骨科影像。E-mail: 441848655@qq.com

孙召龙,男,副主任医师,主要研究方向:医学影像。E-mail: langdi703@163.com

郝泽普,男,副主任医师,主要研究方向:骨肌系统及神经系统的影像诊断。E-mail: haozepuct@163.com

确定。在图像上找准矢状面、冠状面及水平面股骨中心，测量股骨与胫骨机械轴夹角以确定下肢力线角。随后进行模拟截骨，胫骨平台截骨沿矢状面进行，确保下肢机械轴与胫骨平台截骨面垂直，并进行2mm的截骨。按标准厚度在模型上进行股骨远端截骨和前踝标准截骨，依次确定并进行截骨。模拟完成后，测量胫骨平台和股骨远端，并确定假体型号。

1.2.2 手术方法 腰硬联合麻醉，平卧位，切开膝盖骨旁支持带，再将关节囊、滑膜切开，将病变组织切除；固定处理截骨板，将定位系统去除，推进截骨板后对假体型号进行测定；指导患者保持屈膝90°，进行开口扩髓操作，并将导向杆固定，对膝关节伸直情况及稳定状态进行检查后，确定下肢肌力线后截骨，涂抹骨水泥后依次安装胫骨、假体，并于胫骨托上安装衬垫，于膝关节固定，止血冲洗，设引流管，缝合后包扎。

1.3 观察指标 对比两组下肢力线角及其与标准角偏差(术前后)、膝关节功能(术前、术后3个月及6个月)、围术期指标(手术及住院时间、术中出血量)、手术优良率。功能评估：美国特种外科医院膝关节量表(HSS)总分100分，评分与功能成正比。手术优良率：术后3个月参照HSS评分评估： ≥ 85 分即优；70~84分即良好；60~69分即中等； < 59 分即差。优良率=优率+良好率。

1.4 统计学方法 SPSS 23.0软件处理数据，采用K-S方法对计量数据分布情况进行统计。符合正态分布数据以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)采用t检验进行分析。其中组间比较采用独立样本t检验，组内比较采用配对t检验，以t表示。计数资料采用卡方检验，以 χ^2 表示。当 $P < 0.05$ 即有统计学差异。

表1 两组围术期指标比较

组别	例数	手术时间(h)	术中出血量(mL)	住院时间(d)
对照组	40	1.86 \pm 0.13	216.88 \pm 16.45	10.15 \pm 3.23
研究组	56	1.61 \pm 0.07	155.87 \pm 15.39	11.11 \pm 3.54
t		12.150	18.607	1.357
P		<0.001	<0.001	0.177

表3 两组膝关节功能比较(分)

组别	例数	术前	术后3个月	术后6个月
对照组	40	49.77 \pm 5.12	62.44 \pm 4.82	80.11 \pm 5.16
研究组	56	49.63 \pm 5.28	73.17 \pm 5.26	87.59 \pm 5.41
t		0.129	10.198	6.807
P		0.897	<0.001	<0.001

2 结果

2.1 两组围术期指标对比 研究组手术用时短于对照组，术中出血量较对照组更少，存在统计学差异($P < 0.05$)；而两组患者住院时间不存在统计学差异($P = 0.177$)，见表1。

2.2 两组下肢力线角对比 两组术后下肢力线角均较同组术前提高，偏差值较同组术前降低($P < 0.05$)；研究组术后下肢力线角较对照组更高($P < 0.05$)，而偏差值不存在统计学差异($P = 0.825$)，见表2。

2.3 两组膝关节功能对比 两组患者术前HSS评分不存在统计学差异($P > 0.05$)。术后3个月和6个月研究组患者HSS评分与对照组患者相比明显增加，存在统计学差异($P < 0.05$)，见表3。

2.4 两组手术优良率对比 研究组的手术优良率为94.65%，显著高于对照组的75.00%，两组间存在显著的统计学差异($P < 0.05$)，见表4。

2.5 典型病例 患者，男性，62岁，10年前起双侧膝关节疼痛，尤其在劳累后症状加剧，休息后有所缓解。此前在当地医院接受X线检查，诊断为双膝关节退行性变，口服药物治疗效果反复。为了寻求更有效的治疗方案，患者转至我院。经门诊医师细致检查后，确诊为双膝关节骨性关节炎，并收入院进行治疗。在我院，患者接受了TKA，并利用CT扫描三维重建技术精心制定了个性化的截骨方案。治疗完成后，患者病情显著好转，顺利出院。三维重建图像显示，患者的双髌、双膝、双踝关节骨质边缘结构完整，未见明显骨折，尽管存在骨质增生和关节面不规则，但关节对位保持良好。软组织影像亦在可接受范围内。相关的冠状位CT图像详见图1，而术后膝关节的X线片则展示于图2。

表2 两组下肢力线角比较

组别	例数	下肢力线角		偏差	
		术前	术后	术前	术后
对照组	40	174.55 \pm 2.22	177.52 \pm 1.29 [*]	8.11 \pm 1.12	1.08 \pm 0.43 [*]
研究组	56	174.69 \pm 2.41	179.87 \pm 1.26 [*]	8.25 \pm 1.26	1.06 \pm 0.44 [*]
t		0.289	8.920	0.561	0.221
P		0.772	<0.001	0.575	0.825

注：^{*}表示与治疗前相比 $P < 0.05$ 。

表4 两组手术优良率比较[n(%)]

组别	例数	优	良好	中等	差	优良率
对照组	40	25(62.50)	5(12.50)	8(20.00)	2(5.00)	30(75.00)
研究组	56	45(80.36)	8(14.29)	2(3.57)	1(1.78)	53(94.65)
χ^2						7.689
P						0.005



图1 CT冠状位显示右侧膝关节面不整、不规则，骨质增生，内外侧关节间隙不对称。

图2 膝关节置换术后的X射线图像。左侧图像为前后位(AP)视角，右侧图像为侧位(Lateral)视角。

3 讨论

TKA主要用于治疗患KOA经保守治疗无效者,已有大量研究证实,TKA是治疗膝关节退行性病变的有效方法,可改善关节功能^[6-8]。报道显示,TKA在美国已成为最常见的一项大手术,每年约有50万例患者接受TKA治疗。TKA指用人工关节置换受损关节的病变部分,以减轻疼痛,帮助患者恢复正常活动^[9]。而在TKA手术中,假体位置的精确度、术后下肢力线的恢复情况均直接关系到假体使用寿命及患者术后生活质量。TKA对术者操作技能有着较高要求,由于操作步骤较多,一旦出现不当操作,不仅可导致膝关节不稳定、假体松动等,还可能引起感染,不利于患者术后恢复。研究发现,影响TKA疗效的因素较多,不仅包括假体选择及安装,还涉及到软组织松解、截骨质量等,其中截骨质量较为关键,由此需对截骨方案进行合理制定。研究发现,下肢力线残余内翻可加速内侧假体松弛及内侧磨损,导致残余内外翻角增加。既往临床实施TKA手术时,对于截骨方案中截骨量、截骨角度的确定,极大依赖术者的主观判断,可能因术中误判而导致截骨不够精准^[10]。由此,需寻找更为简便、准确的方法,以辅助TKA术前确定下肢力线^[11-13]。

CT三维重建技术用计算机对CT图像及数据进行处理,可帮助医生建立起个体化解剖图,有着较高的清晰度及精确度,可为TKA截骨操作提供指导^[14]。本研究中研究组用CT扫描三维重建技术制定截骨方案,发现研究组手术时间较对照组更短,术中出血量少于对照组;研究组术后下肢力线角较对照组更高;研究组术后3个月、6个月HSS评分较对照组更高;研究组手术优良率为94.65%,高于对照组75.00%;提示TKA应用CT扫描三维重建技术,可缩短手术用时,提高手术优良率,并促进患者膝关节功能恢复。分析原因,TKA术前截骨方案制定中应用CT扫描三维重建技术,可精准呈现三维结构,同时利用多平面如矢状面、冠状面等显像技术,确定股骨髓内定位入点,可进一步降低误差。同时,CT扫描三维重建技术有着操作简便、无创性等优势,截骨方案制定中应用可避免术中不同型号试模多次匹配骨骼,由此可缩短手术用时,而通过三维重建进行规划,可降低手术对于术者操作能力的依赖性^[15]。其次,CT扫描三维重建可通过360°旋转对解剖结构变异情况进行观察,以突破X线片的角度局限,从而明确关节病变情况,同时,可从不同角度对患者下肢力线改变情况进行分析,对外翻叫、后倾角等参数进行准确测量,以准确判断患者病情,基于以上参数从而合理制定截骨方案,有利于手术顺利进行,以提高手术优良率。

综上所述,TKA术中应用基于CT扫描三维重建技术,可促进手术优良率提高,缩短手术用时,有利于患者术后膝关节功能改善。

参考文献

- [1] 黄河,孙剑波,张大伟,等.胫骨高位截骨术单髁关节置换术与全膝关节置换术治疗膝关节内侧间室骨关节炎疗效评价[J].山西医药杂志,2023,52(22):1735-1739.
- [2] 张祖强,胡慧蓉,付至江.CT测量膝关节骨性关节炎患者下肢扭转角度的临床应用价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(10):155-156.
- [3] 朴俊杰,牛爽,陈晓伟,等.伸膝位优先胫骨截骨技术在伸直型僵直全膝关节置换术中应用效果观察[J].中国骨与关节损伤杂志,2023,38(6):589-593.
- [4] 薛金伟,王旭,张新荣,等.全膝关节置换术后患膝皮温、C反应蛋白和红细胞沉降率变化规律及相关性分析[J].中国实验诊断学,2023,27(3):301-304.
- [5] Glowalla C, Langer S, Lenze U, et al. Postoperative full leg radiographs exhibit less residual coronal varus deformity compared to intraoperative measurements in robotic arm-assisted total knee arthroplasty with the MAKO™ system[J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2023, 31(9): 3912-3918.
- [6] 田文明,耿登峰,周思昌,等.个体化股骨后髁旋转移量截骨在膝关节骨性关节炎全膝关节置换术中的应用效果[J].临床误诊误治,2023,36(02):90-93.
- [7] 石威,严伟,余昕,等.3D打印截骨导板辅助人工全膝关节置换术在重度膝内翻畸形中的应用观察[J].蚌埠医学院学报,2022,47(10):1401-1406.
- [8] 李兴鑫,汪丙昂,陈施展,等.改良间隙平衡技术对全膝关节置换术患者膝关节稳定性及膝关节功能的影响[J].实用医院临床杂志,2022,19(04):142-146.
- [9] Bollars P, Janssen D, De Weerd W, et al. Improved accuracy of implant placement with an imageless handheld robotic system compared to conventional instrumentation in patients undergoing total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial using CT-based assessment of radiological outcomes[J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2023, 31(12): 5446-5452.
- [10] 王志芳,安甲佳.CT扫描三维重建对维吾尔族全膝关节置换术的应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(04):173-176.
- [11] 李锋侦,邹士平,司文腾,等.个性化3D打印导航模板在膝关节创伤性关节炎全膝关节置换术中的应用效果观察[J].中国骨与关节损伤杂志,2022,37(02):130-133.
- [12] 曲波,朱立军,马根成.胫骨高位截骨术与全膝关节置换术对膝关节骨性关节炎患者Lysholm膝关节评分、关节活动度和术后并发症影响[J].临床误诊误治,2021,34(12):73-76.
- [13] Tarassoli P, Wood J A, Chen D B, et al. Arithmetic hip-knee-ankle angle and stressed hip-knee-ankle angle: equivalent methods for estimating constitutional lower limb alignment in kinematically aligned total knee arthroplasty[J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2022, 30(9): 2980-2990.
- [14] 林奇益,林智军,李玉茂,等.全膝关节置换术中测量截骨与间隙平衡技术对股骨外旋截骨参数及膝关节功能的影响[J].中国骨与关节损伤杂志,2021,36(06):571-575.
- [15] 刘云可,李杨,田华.3D打印截骨导板辅助全膝关节置换术治疗重度膝骨性关节炎的近期疗效及对围术期失血量的影响[J].中华实用诊断与治疗杂志,2020,34(05):452-455.

(收稿日期: 2024-07-12)

(校对编辑: 翁佳鸿)