

# X 线断层融合技术在膝关节置换术后评估中的应用

张滔, 吴俊华, 张德洲, 易雪冰, 李兰 (通信作者: 张滔 453498591@qq.com)  
(四川省骨科医院放射科, 四川成都 610041)

**【摘要】**目的: 比较断层融合成像与数字化 X 线摄影显示膝关节假体及其周围结构的能力。方法: 连续选取行单侧或双侧膝关节置换术, 且已行术后断层融合成像与数字化 X 线摄影复查的患者 26 例, 分析其断层融合成像与数字化 X 线摄影影像资料, 由 2 名高年资主治医师读片, 并进行主观评分。结果: 断层融合成像观察假体的图像质量频率分别为: 2 分 58%, 1 分 39%, 0 分 3%, 观察假体周围组织的图像质量频率分布为: 2 分 70%, 1 分 26%, 0 分 4%; 数字化 X 线观察假体的图像质量频率分别为: 2 分 16%, 1 分 57%, 0 分 27%, 观察假体周围组织的图像质量频率分布为: 2 分 11%, 1 分 53%, 0 分 36%; 断层融合成像的评分高于数字化 X 线摄影, 差异有统计学意义 ( $P < 0.001$ )。结论: 膝关节置换术后断层融合成像质量比数字化 X 线摄影图像质量好, 观察假体周围结构更具优势。

**【关键词】**关节置换术; X 线摄影; X 线断层融合

## Application of X-ray Tomography in Evaluation after Knee Replacement

ZHANG Tao, WU Junhua, ZHANG Dezhou, YI Xuebing, LI Lan

(Department of Radiology, Sichuan Orthopedic Hospital, Chengdu 610041, China)

**Objective:** To compare the function of X-ray tomography with digital radiography in showing knee prosthesis and the surrounding structure. **Methods:** 26 patients with review of X-ray tomography and digital radiography after unilateral or bilateral knee replacement was continuously selected, image data of X-ray tomography and digital radiography from 26 cases was read and analyzed by two attending physician of high qualification, subjective score was obtained and made statistical analysis by generalized estimating equations. **Results:** Frequency distribution of image quality from observing prosthesis by X-ray tomography is: 2 points for 58%, 1 point for 39%, 0 point for 3%, frequency distribution of image quality from observing surrounding tissue by X-ray tomography is: 2 points for 70%, 1 point for 26%, 0 point for 4%; Frequency distribution of image quality from observing prosthesis by digital radiography is: 2 points for 16%, 1 point for 57%, 0 point for 27%, frequency distribution of image quality from observing surrounding tissue by digital radiography is: 2 points for 11%, 1 point for 53%, 0 point for 36%; the grade of X-ray tomography is higher than that of digital radiography, the difference was statistically significant ( $P < 0.001$ ). **Conclusion:** X-ray tomography is better than digital radiography in imaging quality, and it has more advantages in observing the surrounding structure of prosthesis.

**【Key words】** joint replacement; X-ray photography; X-ray tomography

人工全膝关节置换 (artificial total knee arthroplasty, TKA) 是通过手术将病损的膝关节部分或全部由人工制造的关节部件所替代 [1]。目前应用最普遍的是全膝关节表面置换, 即置换全部的股骨、胫骨关节面和 / 或髌骨。膝关节置换主要用于严重的关节疼痛、不稳、畸形, 日常活动严重障碍, 经保守治疗无效或效果不显著者 [2], 能够解除病变关节的疼痛, 改善关节稳定性和活动度。TKA 术后, 有很多原因会引起膝关节疼痛, 如假体松动、局部骨溶解、假体周围感染等。准确的术后评估, 对临床的诊断和治疗工作至关重要。目前常用的数字化 X 线摄影由于重叠、遮盖因素, 往往不能提供良好的假体周围成像, 甚至造成误诊或漏诊。随着数字化 X 线探测器技术的发展, X 线断层融合因其分辨力较高的图像, 可减少金属伪影等优点得到越来越多的关注。本研究比较了断层融合成像及数字化 X 线摄影图像中假体、假体周围结构显示情况, 现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 连续选择 2015 年 6 月至 2016 年 3 月在我院行单侧或双侧 TKA 的病人, 且已行术后 X 线断层融合及数字化 X 线摄影两项影像学复查的患者 26 例, 其中, 女 11 例, 男 15 例; 年龄 45 ~ 67 岁, 平均 58.0 岁。

### 1.2 仪器与方法

1.2.1 X 线断层融合 X 线断层融合技术与常规 X 线检查均应用日本岛津 Sonialvision safire Plus 的大平板数字胃肠机。患者取仰卧位, 设置源像距为 1 100 mm, 选用“TOMOS”图像采集模式。透视下定位, 调整床高, 使感兴趣区置于视野中央, 并设定采集范围。嘱患者制动, 进行连续拍摄。在工作站上选取采集到的原始图像, 使用“Tomosynthesis”模式, 应用迭代重建算法, 层厚 2 mm, 层距 2 mm 行断层图像重建处理。根据患者实际情况, 选取“IR\_Knee (TKA) Metal M”重建协议进行去金属断层成像。

对迭代重建后的图像进行窗宽、窗位调整,适当锐化,使图像更加清晰。

1.2.2 数字化 X 线摄影 应用 Sonialvision safire Plus 的普通模式。采用单侧或双侧膝关节正位摄片标准进行拍摄,要求患者站立、制动,双侧膝关节位于同一水平面,双足内倾,足尖相接触。

1.3 假体及其周围结构清晰度的评价 本研究采用主观评估和半定量方式对伪影强弱程度进行评价。主观评价标准为:在阅片工作站上分别浏览同一患者的数字化 X 线摄影图像(图 1, 2)及 X 线断层融合图像(图 3, 4),由 2 名高年资主治医师分别对图像中的金属假体边界、假体周围骨质的清晰度进行观察和半定量评分,评价及评分标准:假体及周围结构清晰,图像评为“优”,记为 2 分;因轻微伪影或受限于图像分辨率等原因,图像清晰度较清楚,但基本不影响观察,评为“中”,记为 1 分;因金属伪影大等因素,图像清晰度差,严重影响观察,评为“差”,记为 0 分。结果不一致时,由 2 人协商决定。

1.4 统计学分析 采用 SAS9.2 软件进行统计学分析,采用广义估计方程比较不同检查方法的效果。所有分析均采用双侧检验,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2 种检查方法对膝关节假体及周围组织显示清晰度的情况见表 1, 2。应用 X 线断层融合观察膝关节假体及假体周围组织的清晰度明显高于数字化 X 线摄影,差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

表 1 2 种检查方法的膝关节假体显示清晰度的情况 [%(例/例)]

影像学方法	2 分	1 分	0 分
X 线断层融合	58 (15/26)	39 (10/26)	3 (1/26)
数字化 X 线摄影	16 (4/26)	57 (15/26)	27 (7/26)

表 2 2 种检查方法的膝关节假体周围组织显示清晰度的情况 [%(例/例)]

影像学方法	2 分	1 分	0 分
X 线断层融合	70 (18/26)	26 (7/26)	4 (1/26)
数字化 X 线摄影	11 (3/26)	53 (14/26)	36 (9/26)

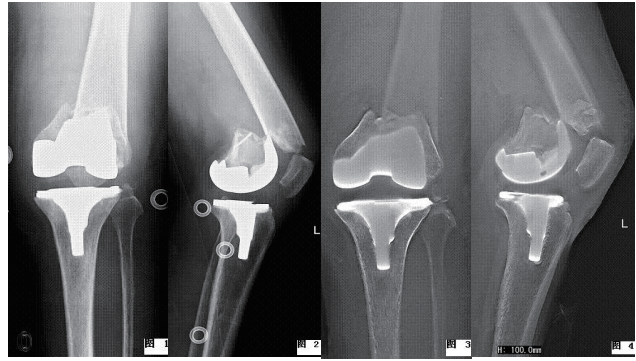


图 1~4 同一患者,女,54 岁,TKA 术后骨折

图 1, 2 分别为常规数字化 X 线摄影的正侧位,图像显示股骨远端假体周围骨折,人工关节对应关系良好

图 3, 4 分别为 X 线断层融合冠状位和矢状位的中心层面,图像显示人工关节对位关系良好,无松动,股骨远端假体周围粉碎性骨折,部分碎块对和不良

## 3 讨论

随着医学技术的发展,TKA 被越来越多地应用于临床治疗,以缓解患者膝关节的诸多症状 [3]。但 TKA 术后并发症是个不容忽视的问题,假体移位及松动、假体周围骨质溶解或吸收、假体周围感染、周围骨折等,不仅会造成术区疼痛,严重者须进行翻修手术 [4-6]。因此,高质量的影像学检查对于早期发现及诊断术后并发症至关重要。对于 TKA 术后复查,数字化 X 线摄影是目前常规的影像学手段,具有辐射剂量低、图像伪影少、检查方便及价格便宜等优点,然而有学者 [7] 报道数字化 X 线摄影的灵敏度、特异性均较差,对于术后并发症的诊断准确度不高。断层融合成像使用迭代重建算法处理图像,在重建图像时,可使用“分离金属”功能,依据金属植入物的大小将金属结构影像从原始图像里分离出来。根据被检查者体内金属植入物的大小、形态,选择不同过滤器参数,可有效去除金属伪影,提高假体周围结构的清晰程度。另外,断层融合成像会拍摄一系列不同角度的、独立的 X 线投影,工作站会依据这些投影,重建出被拍摄物体不同平面的图像。相比常规 X 线摄影,断层融合成像有着更高的空间分辨率,并能通过不同角度来观察被拍摄的物体。而常规 X 线摄影检查须严格按照各种拍照体位的要求进行摄片,且在拍摄过程中,相机镜头一般不予倾斜角度,故影像结构互相重叠,又缺乏多角度成像的弥补,不利于充分观察组织结构。相比常规 X 线摄影,断层融合成像设备的球管在数据采集过程中是保持运动的,不仅要沿机床长轴做直线运动,同时还要进行旋转,在拍摄过程中,球管弧线样的运动轨迹使得它能够从多角度获取被拍摄物体的信息,从而在观察 TKA 术后假体形态方面较常规 X 线摄影更有优势。但是断层融合成像也有不足之处,对操作者的经验要求较高,且 X 线辐射剂量较常规 X 线摄影更高,故要做好放射防护。

总之，断层融合成像较常规 X 线摄影检查能有效减轻假体产生的伪影，提高图像清晰度，并多角度、高分辨力成像，在观察膝关节假体周围结构方面更具优势。

#### 参考文献

[1] 卢世璧,王继芳,王岩,等.坎贝尔骨科手术学4卷[M].10版. 济南:山东科学技术出版社, 2005:205-456.

[2] Ansari S, Ackroyd CE, Newman JH. Kinematic posterior cruciate ligament-retaining total knee replacements: a 10-year survivorship study of 445 arthroplasties[J]. *Am J Knee Surg*. 1998; 11:9. PMID: 9533047

[3] National Hospital Discharge Survey. Survey results and products[EB/OL]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention. 2009 (2011-05-05)[2014-08-04]. [http://www.cdc.gov/nchs/nhds/nhds\\_products.htm](http://www.cdc.gov/nchs/nhds/nhds_products.htm).

[4] White LM, Buckwalter KA. Technical considerations: CT and MR imaging in the postoperative orthopedic patient[J]. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2002, 6(1):5-17. PMID: 11917267 [PubMed - MEDLINE]

[5] Barrett JF, Keat N. Artifacts in CT: recognition and avoidance[J]. *Radiographics*, 2004, 24(6):1679-1691. PMID: 15537976 [ - ]

[6] Haramati N, Staron RB, Mazel-Sperling K, et al. CT scans through metal scanning technique versus hardware composition[J]. *Comput Med Imaging Graph*, 1994, 18(6):429-434. PMID: 7850737 [PubMed - MEDLINE]

[7] Love C, Marwin SE, Palestro CJ. Nuclear medicine and the infected joint replacement. *Semin Nucl Med*, 2009, 39(1):66-78. Buck FM, Jost B, Hodler J. Shoulder arthroplasty. *Eur Radiol*, 2008, 18(12):2937-2948. PMID: 19038601 [ - ]

发表于《中国中西医结合影像学杂志》2017年3月见刊

