

# 下肢负重位全长 X 线片在全膝关节置换术前准备中的价值

黄钢勇 夏军 郑余泽 王思群 魏亦兵 吴建国 陈飞雁 陈杰 石晶晟 魏礼成

**【摘要】 目的** 评价全膝关节置换术(TKA)术前下肢负重位全长 X 线摄片对术后下肢力线重建及膝关节功能的影响。**方法** 回顾性收集我院 TKA 患者共 138 例,男 58 例,女 80 例,平均年龄 71.6 岁。术前分段摄片组 66 例,负重位全长摄片组 72 例。两组患者年龄、性别、体重指数、术前膝关节原发疾病和美国膝关节协会(AKS)膝关节功能评分均无显著差别( $P>0.05$ ),均在术前进行力线分析和矫形设计,术中所有患者均不置换髌骨。两组患者至少 6 个月随访,比较下肢力线重建和美国膝关节协会(AKS)膝关节功能评分。**结果** 分段摄片组和负重位全长摄片组术后随访显示,AKS 膝关节功能评分和并发症发生率无显著差别( $P>0.05$ )。分段摄片组有 4 例术后下肢残留畸形大于  $3^\circ$ ,负重位全长摄片组没有残留畸形大于  $3^\circ$  病例( $P<0.05$ )。**结论** TKA 术前下肢负重位全长摄片有利于全面了解下肢冠状位力线并进行手术设计,从而准确重建下肢力线,故推荐在 TKA 术前常规应用。

**【关键词】** 全膝关节置换;X 线摄片;下肢力线

DOI:10.3969/j.issn.1673-7083.2012.06.018

**Value of lower extremity weight-bearing full-length radiographs prepared before total knee arthroplasty** HUANG Gang-yong<sup>1</sup>, XIA Jun<sup>1</sup>, ZHENG Yu-ze<sup>2</sup>, WANG Si-qun<sup>1</sup>, WEI Yi-bing<sup>1</sup>, WU Jian-guo<sup>1</sup>, CHEN Fei-yan<sup>1</sup>, CHEN Jie<sup>1</sup>, SHI Jing-sheng<sup>1</sup>, WEI Li-cheng<sup>1</sup>. Department of Orthopaedics, Huashan Hospital, Fudan University<sup>1</sup>, Shanghai 200040; Department of Radiology, Huashan Hospital, Fudan University<sup>2</sup>, Shanghai 200040, China

**【Abstract】 Objective** To evaluate the effectiveness of preoperative weight-bearing full-length (WBFL) radiographs of lower extremities in total knee arthroplasty (TKA). **Methods** We retrospectively reviewed 138 cases (138 knees) of TKA in Huashan hospital, among which there were 58 males and 80 females with average age 71.6 years, 66 knees with femur combined with tibia radiographs or with regional knee radiographs (segmental group) and 72 knees with WBFL radiographs preoperatively (WBFL group). There was no significant difference in age, sex, body mass index, primary diseases of the knees and the American Knee Society (AKS) scores before surgery among two groups ( $P>0.05$ ). The malalignment test and operation plan were done in all cases based on the radiographs available and all patella in this study were unresurfaced. All cases were followed-up for 6 months at least, and their postoperative alignment of lower extremities with TKA and AKS scores were compared between these two groups. **Results** The postoperative AKS and complication rate of WBFL group was similar to that of segmental group ( $P>0.05$ ). The WBFL group got better postoperative mechanical alignment restored with no outlier when residual deformity of  $3^\circ$  varus or valgus as the marginal value while 4 knees were malaligned postoperatively beyond  $3^\circ$  in segmental group ( $P<0.05$ ). **Conclusions** The WBFL radiographs do work to better restore mechanical axis of the malaligned lower extremities in TKA and it should be recommended routinely preoperatively.

**【Key words】** Total knee arthroplasty; X-ray radiography; Alignment of lower extremity

全膝关节置换术(TKA)在治疗严重膝关节疾病中取得了良好疗效。尽管有些病例因为感染、人工关节无菌性松动、疼痛和人工关节周围骨折等并发症需要行翻修手术,但 TKA 人工关节 15 年生存率仍可达到 90% 以上<sup>[1-3]</sup>。影响 TKA 人工关节生存率的原因有很多,如手术指征、手术时机、人工关节设计、手术技术以及患者因素等<sup>[1,4-6]</sup>。TKA 下肢力线准确重建对术后患者功能和人工关节长期生存具有重要意义,其中冠状位力线的恢复比矢状位力线更加重要<sup>[3,6-8]</sup>。文献报道<sup>[9-11]</sup>显示,下肢负重位全长 X 线片有助于确保 TKA 取得良好效果。然而临床上早期或条件不具备时多采用分段摄 X 线片了解各部位病变,这样处理是否会影响 TKA 力线重建和治疗

效果? 为此,我们回顾性收集分析 2006 年 1 月至 2009 年 12 月在我院接受 TKA 治疗的 138 例患者下肢负重位全长 X 线片或分段 X 线片,比较两组患者术后膝关节力线重建、功能恢复和并发症发生率的差异。现报告如下。

## 1 资料与方法

回顾性收集 2006 年 1 月至 2009 年 12 月在我院骨科接受单侧 TKA 患者共 138 例 138 膝术前影像学资料,其中男性 58 例,女性 80 例,年龄 53~84 岁(平均 71.6 岁)。66 例术前摄传统的下肢分段 X 线片,即膝关节正侧位片或股骨全长正侧位和胫腓骨全长正侧位片(分段摄片组),其中男性 28 例,女性 38 例,平均年龄 69.2 岁;72 例术前摄下肢负重位全长正位 X 线片(全长摄片组),其中男性 30 例,女性 42 例,平均年龄 72.8 岁。两组病例同性质良好(见表 1),数据差异均无统计学意义(独立  $t$  检验,

$P>0.05$ )。术前测量患者膝关节畸形类型和程度,记录美国膝关节协会(AKS)膝关节功能评分。下肢负重位全长摄片采用飞利浦公司 Digital Diagnost 平板式数字化 X 线摄影系统,患者负重前后站立位面向球管,背靠站立支架(探测器),两手扶住支架以固定体位,双脚并拢,呈标准人体站立位姿势。站立支架配置刻度铅尺作为测量及拼接依据,球管阳极端向踝关节端,利用阳极效应,减少上下端密度差异;中心线对准膝关节。球管按角度投射光野,探测器按上中下随动摄取 3 次,通过对接程序自动拼接 3 副图像,自动拼接失败即给予人工干预。拼接满意的图像发送至影像归档和通信系统(PACS)供术前分析。术前根据 PACS 提供的图像对全长摄片进行成角旋转中心(CORA)分析,同时设计行股骨远端和胫骨近端截骨及软组织松解,为 TKA 术中操作提供参考。下肢负重位全长正位 X 线片术前冠状位力线分析和术后示例见图 1。本组研究排除标准:双侧 TKA、微创 TKA、肿瘤型 TKA、TKA 翻修和置换髌骨的 TKA 患者。

本组患者 TKA 手术均由 2 名有经验的关节外科医生完成。手术采用传统前方正中切口、内侧弧形绕髌入路。股骨截骨采用髓内定位(一般采用标准为外翻 6°,外旋 3°截骨,用 Genesis II 人工关节截骨模具时采用外旋 0°截骨),胫骨截骨采用髓外定位(胫骨后倾并根据参照系统截骨)。当内翻超过 15°、外翻超过 15°时,根据术前测量情况适当增加和减少内外翻截骨。手术全部使用非限制性后稳定型全膝关节(PFC sigma 和 Genesis II)。所有患者髌骨均未给予置换,予以成形修整处理。术中常规放置负压引流管 1 根。

术后患者使用抬高垫、冷敷,作膝关节肌肉等长训练;术后 12 h 开始使用低分子肝素或 X 因子阻断剂预防深静脉血栓形成;术后 24 h 拔除负压引流管,并允许下地完全负重行走,加强关节活动范围锻炼。

术后随访记录患者膝关节功能、X 线片和并发症发生情况,然后对采集的数据进行对比分析。

表 1 两组患者基本情况

	病例数	性别		侧别		年龄 (岁)	体重指数 (BMI)	原发疾病(例)		
		男	女	左	右			骨关节炎	类风湿关节炎	其他
分段摄片组	66	28	38	39	27	69.2	19.2	54	8	4
全长摄片组	72	30	42	41	31	72.8	19.3	56	9	7
合计	138	58	80	80	58	71.6	19.3	110	17	11



图 1 下肢负重位全长正位 X 线片术前冠状位力线分析和术后示例图 a. 术前冠状位力线分析显示膝关节内翻(α)、关节间角(β)和股骨远端外翻截骨角度(θ) b. 术后冠状位力线分析显示下肢力线恢复满意(α=0°,β=0°) c. 术前膝关节正侧位片 d. 术后膝关节正侧位片

2 结果

分段摄片组患者术前缺乏全长 X 线片拼接需要的数据,无法获得下肢机械力线的冠状位内外翻畸形角度,只能根据局部 X 线片测量胫股角,显示术前胫股角为 164°~189°(平均 179.5°),术后平均胫股角为 174.8°;全长摄片组可精确测量出下肢冠状位力线的偏移,显示术前外翻 17°~内翻 25°(平均内翻 7.5°),术后为平均内翻 0.8°。分段摄片组有 4 例术后下肢残余畸形大于 3°,其中 1 例因存在股骨和胫骨关节外畸形,导致术后随访残留 5.7°内翻畸形,另 3 例分别残留 3.2°、3.5°和 4°内翻畸形;全长摄片组未出现残留畸形大于 3°的病例。

所有患者均获得 6 个月以上随访(平均 13.8 个月)。分段摄片组和全长摄片组患者膝关节功能随访结果见表 2,两组手术前后 AKS 膝关节功能评分均没有显著差别( $P>0.05$ )。分段摄片组发生下肢深静脉血栓 3 例、腓肌腱损伤 2 例和内侧副韧带损伤 1 例;全长摄片组发生下肢静脉血栓 2 例,急性呼吸窘迫综合征、膝关节急性感染、腓总神经损伤和腓肌腱损伤各 1 例。未出现人工关节周围骨折或髌骨脱位等与人工关节相关的特殊并发症。

表 2 两组患者膝关节功能及并发症结果

	术前 AKS 评分		术后 AKS 评分		并发症 (例)
	关节	功能	关节	功能	
分段摄片组	35.2	33.8	90.7	81.5	6
全长摄片组	37.6	36.2	92.0	81.3	6

### 3 讨论

广泛的临床实践证实,TKA 能显著改善患者疼痛症状并获得良好的膝关节功能<sup>[2]</sup>。TKA 手术的成功取决于很多因素,如手术指征确定、术前准备、手术操作技术、人工关节选择和术后康复等,而术中对患者下肢力线的重建起着非常重要的作用<sup>[1,4,6]</sup>。研究<sup>[3,12,13]</sup>表明,如果 TKA 术后下肢内外翻畸形残留大于 3°,将对 TKA 远期疗效产生不良影响,人工膝关节生存率可由于其松动和失败而降低。根据 Jeffery 等<sup>[6]</sup>报道,当 TKA 术后下肢力线畸形在 3°以内,人工关节松动可以减少 19%。其他一些研究<sup>[13-16]</sup>显示,如果使用胫股角作为指标,也得到类似结果。总之,术后下肢力线的恢复有助于减少人工关节松动的风险。

为了获得 TKA 术后良好的力线,术前详细准备必不可少。手术前需要了解膝关节病变的原因和继发的力线偏移,也需要关注髌关节、踝关节,甚至足部和脊柱的病变。为了获得更多信息,手术医师需要获得患者相关影像学资料,其中最基本和最重要的即是 X 线摄片。下肢负重位全长 X 线片对于判断下肢力线的偏移和来源具有重要作用,但由于早期国内一些医院缺少相关设备,手术医师不得不在分段摄片后进行拼接测量,用于计算下肢力线改变的一些特性。当然临床上更需要手术医师在术前测量的基础上使用正确的手术技术确保 TKA 手术计划落到实处。然而,在手术医师因素控制的情况下,使用这两种摄片方法进行术前设计是否会对 TKA 术后力线的正确重建产生不同影响? 本研究就是在手术相关因素相似的情况下,比较术前两种摄片准备方法对 TKA 疗效的影响。

下肢负重位全长 X 线摄片方法,目前主要有一次曝光全长摄片、一次曝光计算机摄片(CR)拼接全长片和多次曝光直接数字化摄片(DR)拼接全长片等 3 种。一次曝光全长摄片需要非常昂贵的专门设备系统,且不是数字化技术,图像数字化处理存在困难,故临床应用不广泛;一次曝光 CR 摄片拼接全长片具有一次摄片、胶片尺寸大及图像连贯性和均匀性良好的特点,但对于曝光的控制要求相对较高;多次曝光 DR 摄片拼接全长片具有直接数字化合成、曝光指数要求低、图像调节能力强等优点,但存在曝光多次、图像连贯性稍逊等特点<sup>[17-20]</sup>。这 3 种摄片方法均可满足临床上对膝关节病变摄片的大部分需要。本研究采用的是第 3 种方法,即多次曝光 DR 摄片拼接法。

一般认为,下肢负重位全长摄片对下肢力线的判断具有显而易见的优势。然而本研究实际发现,分段摄片和下肢负重位全长摄片这两种术前准备方法在术后力线平均值上没有体现显著差别,但分段摄片组术后大于 3°的残留畸形病例多于负重位全长摄片组。本组短期随访中,两组患者 AKS 膝关节功能评分没有显著差别。尽管如此,我们对下肢力线恢复不佳患者的 TKA 后长期表现和今后可能出现的翻修率风险表示担忧。国外学者在这方面有类似报道<sup>[7,8]</sup>。目前临床广泛应用的股骨远端外翻 5°~7°的截骨方法,在一些特殊情况下可能会产生力线纠正失败。根据 Huang 等<sup>[16]</sup>的研究,股骨弓弯曲度较大

时(>5°,Yau 法),为了达到完全的力线纠正,股骨外翻截骨角度可达到 12.1°。当然当矫正角度较大时,需要考虑侧副韧带止点的完整性并作适当妥协,或依靠软组织松解配合截骨矫形。分段摄片组患者的上述情况容易被忽略,这也可能是造成分段摄片患者 TKA 术后力线重建失败的原因。胫骨侧截骨采用髓外定位和垂直截骨,对下肢力线的纠正相对比较稳定。导致术前力线分析和术中矫形不佳的原因,还可能是其他关节外畸形或病变,如陈旧性关节外骨折所致下肢力线改变或髌关节病变所致异常的髌关节旋转中心改变等。本研究结果显示,分段摄片组和下肢负重位全长摄片组患者术后近期随访 AKS 膝关节功能评分没有显著差别。尽管有部分研究认为下肢力线纠正是否控制在内外翻 3°以内不会影响 TKA 术后远期疗效,但我们始终认为充分准确的畸形力线纠正,一定有利于 TKA 术后长期表现和人工关节生存。因此,下肢负重位全长摄片具有潜在的延长人工关节寿命的作用。

计算机导航技术的发展为 TKA 提供了一种新途径。根据大部分研究<sup>[11,15,21]</sup>报道,计算机导航技术可以提高下肢力线的准确重建,减少 TKA 术后内外翻畸形发生率,可为 TKA 今后发展起到重要作用。当然,在计算机导航技术的费用效益分析、学习曲线和潜在的技术问题方面,仍然存在不少争论。部分研究<sup>[21,22]</sup>表明,计算机导航 TKA 术后仍然需要下肢负重位全长 X 线片证实,其应用的实际效率和普及问题需要进一步研究。

本研究存在的不足之处在于仅是一项回顾性研究,研究纳入的病例数不多,也没有经严格的配对比较,另外随访时间短等因素也限制了本研究结果的循证强度,有待进一步研究。

### 参考文献

- 1 Rand JA, Trousdale RT, Ilstrup DM, et al. Factors affecting the durability of primary total knee prostheses. *J Bone Joint Surg Am*, 2003, 85(2):259-265
- 2 吴立东,熊炎,严世贵,等. 创伤性膝关节炎的全膝关节置换. *中华创伤杂志*, 2004, 20(11):647-649
- 3 Banks MJ, Back DL, Cannon SR, et al. The effect of component malalignment on the clinical and radiological outcome of the Kinemax total knee replacement. *Knee*, 2003, 10(1):55-60
- 4 Lotke PA, Ecker ML. Influence of positioning of prosthesis in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am*, 1977, 59(1):77-79
- 5 Petersen TL, Engh GA. Radiographic assessment of knee alignment after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 1988, 3(1):67-72
- 6 Jeffery RS, Morris RW, Denham RA. Coronal alignment after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br*, 1991, 73(5):709-714
- 7 Choong PF, Dowsey MM, Stoney JD. Does accurate anatomical alignment result in better function and quality of life? Comparing conventional and computer-assisted total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2009, 24(4):560-569
- 8 Mullaji AB, Marawar SV, Mittal V. A comparison of coronal plane axial femoral relationships in Asian patients with varus osteoarthritic knees and healthy knees. *J Arthroplasty*, 2009, 24(6):861-867
- 9 McGrory JE, Trousdale RT, Pagnano MW, et al. Preoperative hip to ankle radiographs in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 2002, 404:196-202
- 10 蒋青,宋知非,骆东山,等. 双下肢全长负重位 X 线片在全膝关节置换术中的应用价值. *中华骨科杂志*, 2002, 22(5):284-287
- 11 Bathis H, Perlick L, Tingart M, et al. Alignment in total knee arthroplasty. A comparison of computer-assisted surgery with the conventional technique. *J Bone Joint Surg Br*, 2004, 86(5):682-687

(下转第 416 页)

- 3 Flautre B, Descamps M, Delecourt C, et al. Porous HA ceramic for bone replacement: role of the pores and interconnections-experimental study in the rabbit. *J Mater Sci Mater Med*, 2001, 12(8):679-682
- 4 Gotz HE, Muller M, Ennkel A, et al. Effect of surface finish on the osseointegration of laser-treated titanium alloy implants. *Biomaterials*, 2004, 25(18):4057-4064
- 5 Feng B, Jinkang Z, Zhen W, et al. The effect of pore size on tissue ingrowth and neovascularization in porous bioceramics of controlled architecture in vivo. *Biomed Mater*, 2011, 6(1):015007
- 6 屠锦雯, 张晓玲. 生物力学信号对骨髓间充质干细胞体内体外成骨分化的影响. *国际骨科学杂志*, 2008, 29(4):253-256
- 7 Li X, Li D, Wang L, et al. Osteoblast cell response to beta-tricalcium phosphate scaffolds with controlled architecture in flow perfusion culture system. *J Mater Sci Mater Med*, 2008, 19(7):2691-2697
- 8 Akay G, Birch MA, Bokhari MA. Microcellular polyHIPE polymer supports osteoblast growth and bone formation in vitro. *Biomaterials*, 2004, 25(18):3991-4000

- 9 Itoh M, Shimazu A, Hirata I, et al. Characterization of CO3Ap-collagen sponges using X-ray high-resolution microtomography. *Biomaterials*, 2004, 25(13):2577-2583
- 10 Takahashi Y, Tabata Y. Effect of the fiber diameter and porosity of non-woven PET fabrics on the osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells. *J Biomater Sci Polym Ed*, 2004, 15(1):41-57
- 11 Rose FR, Cyster LA, Grant DM, et al. In vitro assessment of cell penetration into porous hydroxyapatite scaffolds with a central aligned channel. *Biomaterials*, 2004, 25(24):5507-5514
- 12 Ozkan S, Kalyon DM, Yu X. Functionally graded beta-TCP/PCL nanocomposite scaffolds: in vitro evaluation with human fetal osteoblast cells for bone tissue engineering. *J Biomed Mater Res A*, 2010, 92(3):1007-1018
- 13 Xie Y, Hardouin P, Zhu Z, et al. Three-dimensional flow perfusion culture system for stem cell proliferation inside the critical-size beta-tricalcium phosphate scaffold. *Tissue Eng*, 2006, 12(12):3535-3543

(收稿:2012-09-09;修回:2012-10-07)

(本文编辑:边倩)

## (上接第 394 页)

- 23 Youn I, Jones DG, Andrews PJ, et al. Periosteal augmentation of a tendon graft improves tendon healing in the bone tunnel. *Clin Orthop Relat Res*, 2004, 419:223-231
- 24 孙然, 陈百成, 张晓阳, 等. 骨膜包裹腓绳肌腱重建前交叉韧带促进腱骨愈合的临床观察. *中华医学杂志*, 2010, 90(3):182-186
- 25 Matsumoto T, Ingham SM, Mifune Y, et al. Isolation and characterization of human anterior cruciate ligament-derived vascular stem cells. *Stem Cells Dev*, 2012, 21(6):859-872
- 26 Mifune Y, Matsumoto T, Ota S, et al. Therapeutic potential of anterior cruciate ligament derived stem cells for anterior cruciate ligament reconstruction. *Cell Transplant*, 2012, 21(8):1651-1665
- 27 Matsumoto T, Kubo S, Sasaki K, et al. Acceleration of tendon-bone healing of anterior cruciate ligament graft using autologous ruptured tissue. *Am J Sports Med*, 2012, 40(6):1296-1302
- 28 Yamazaki S, Yasuda K, Tomita F, et al. The effect of transforming growth factor-beta1 on intraosseous healing of flexor tendon autograft replacement of anterior cruciate ligament in dogs. *Arthroscopy*, 2005, 21(9):1034-1041
- 29 Kovacevic D, Fox AJ, Bedi A, et al. Calcium-phosphate matrix with or without TGF- $\beta$ 3 improves tendon-bone healing after rotator cuff repair. *Am J Sports Med*, 2011, 39(4):811-819
- 30 Kim HM, Galatz LM, Das R, et al. The role of transforming growth factor beta isoforms in tendon-to-bone healing. *Connect Tissue Res*, 2011, 52(2):87-98
- 31 Zhai W, Wang N, Qi Z, et al. Platelet-rich plasma reverses the inhibition of tenocytes and osteoblasts in tendon-bone healing. *Orthopedics*, 2012, 35(4):e520-e525
- 32 Vogrin M, Rupprecht M, Dinevski D, et al. Effects of a platelet gel on early graft revascularization after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind, clinical trial. *Eur Surg Res*, 2010, 45(2):77-85
- 33 Fleming BC, Spindler KP, Palmer MP, et al. Collagen-platelet composites improve the biomechanical properties of healing anterior cruciate ligament grafts in a porcine model. *Am J Sports Med*, 2009, 37(8):1554-1563

- 34 Wang FS, Yang KD, Chen RF, et al. Extracorporeal shock wave promotes growth and differentiation of bone-marrow stromal cells towards osteoprogenitors associated with induction of TGF- $\beta$ 1. *J Bone Joint Surg*, 2002, 84(3):457-461
- 35 石斌, 刘玉杰, 李志超, 等. 体外冲击波促进兔 ACL 重建后腱骨愈合的实验研究. *中国矫形外科杂志*, 2008, 16(4):292-295
- 36 Qin L, Wang L, Wong MW, et al. Osteogenesis induced by extracorporeal shockwave in treatment of delayed osteotendinous junction healing. *J Orthop Res*, 2010, 28(1):70-76
- 37 Papatheodorou LK, Malizos KN, Poultsides LA, et al. Effect of transosseous application of low-intensity ultrasound at the tendon graft-bone interface healing: gene expression and histological analysis in rabbits. *Ultrasound Med Biol*, 2009, 35(4):576-584
- 38 Walsh WR, Stephens P, Vizesi F, et al. Effects of low-intensity pulsed ultrasound on tendon-bone healing in an intra-articular sheep knee model. *Arthroscopy*, 2007, 23(2):197-204
- 39 Lu CC, Liu YC, Cheng YM, et al. Augmentation of tendon-bone interface healing with low-intensity pulsed ultrasound. *Orthopedics*, 2009, 32(3):173
- 40 Yeh WL, Lin SS, Yuan LJ, et al. Effects of hyperbaric oxygen treatment on tendon graft and tendon-bone integration in bone tunnel: biochemical and histological analysis in rabbits. *J Orthop Res*, 2007, 25(5):636-645
- 41 Chen CH, Chang CH, Wang KC, et al. Enhancement of rotator cuff tendon-bone healing with injectable periosteum progenitor cells-BMP-2 hydrogel in vivo. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011, 19(9):1597-1607
- 42 Gulotta LV, Kovacevic D, Packer JD, et al. Bone marrow-derived mesenchymal stem cells transduced with scleraxis improve rotator cuff healing in a rat model. *Am J Sports Med*, 2011, 39(6):1282-1289
- 43 Kim HJ, Nam HW, Hur CY, et al. The effect of platelet rich plasma from bone marrow aspirate with added bone morphogenetic protein-2 on the Achilles tendon-bone junction in rabbits. *Clin Orthop Surg*, 2011, 3(4):325-331

(收稿:2012-08-03;修回:2012-08-18)

(本文编辑:边倩)

## (上接第 406 页)

- 12 Kawamura K, Momohara S, Tomatsu T. Alignment of lower extremity in rheumatoid arthritis patients with a history of both total hip replacement and total knee replacement. *Ryumachi*, 2003, 43(4):638-643
- 13 Bonner TJ, Eardley WG, Patterson P, et al. The effect of post-operative mechanical axis alignment on the survival of primary total knee replacements after a follow-up of 15 years. *J Bone Joint Surg Br*, 2011, 93(9):1217-1222
- 14 Werner FW, Ayers DC, Maletsky LP, et al. The effect of valgus/varus malalignment on load distribution in total knee replacements. *J Biomech*, 2005, 38(2):349-355
- 15 Choi WC, Lee S, An JH, et al. Plain radiograph fails to reflect the alignment and advantages of navigation in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2011, 26(5):756-764
- 16 Huang TW, Hsu WH, Peng KT, et al. Total knee replacement in patients with significant femoral bowing in the coronal plane: a comparison of conventional and computer-assisted surgery in an Asian population. *J Bone*

Joint Surg Br, 2011, 93(3):345-350

- 17 张卉, 程晓光. 负重位 DR 片在诊断膝骨关节炎患者中的应用价值. *中国临床医学影像杂志*, 2008, 19(6):445-446
- 18 陈汉忠, 徐向东. CR 与 DR 在下肢全长摄影中的应用比较. *放射学实践*, 2009, 24(2):209-211
- 19 李亚雄, 王予生, 赵海竹, 等. DR 在肢体全长成像中的应用. *中国临床医学影像杂志*, 2009, 20(5):396
- 20 陆春花, 赵文荣, 周汝康, 等. 数字化功能位全下肢 X 线摄影在膝关节置换术中的应用. *现代医学*, 2010, 38(5):513-514
- 21 Kim YH, Kim JS, Choi Y, et al. Computer-assisted surgical navigation does not improve the alignment and orientation of the components in total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 2009, 91(1):14-19
- 22 Nunley RM, Ellison BS, Zhu J, et al. Do patient-specific guides improve coronal alignment in total knee arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res*, 2012, 470(3):895-902

(收稿:2012-10-08;修回:2012-10-26)

(本文编辑:边倩)