

·“不均匀沉降理论”在骨关节炎中的应用·

腓骨截骨与运动疗法联合治疗内翻型膝骨关节炎效果分析

杨程 张彦 朱铁 张伟 刘李继 赵紫雷 任乐夫

【摘要】目的 探讨腓骨截骨与运动疗法联合治疗内翻型膝骨性关节炎的疗效评估。**方法** 回顾性收集2016年1月至2018年1月岳阳市中心医院骨关节科,采用腓骨截骨与运动疗法治疗膝骨性关节炎伴内翻膝的患者30例,男性5例,女性25例,平均年龄(62 ± 7)岁。于术后4个月、8个月进行随访比较术前及术后的疼痛视觉模拟评分(VAS)、美国特种外科医院(HSS)膝关节评分,膝关节步态改变。**结果** 30例患者获得随访,随访时间(1.4 ± 0.3)年。HSS评分由术前(50.2 ± 7.8)分增至术后4个月(78.2 ± 6.3)分,术后8个月(82.1 ± 5.5)分;VAS评分由术前(6.8 ± 1.2)分降至术后4个月(3.2 ± 1.1)分,术后8个月(2.5 ± 0.8)分。术后2次随访HSS评分均明显升高、VAS评分均显著降低($P<0.05$)。关节角度参数术前屈伸角度 $-5^{\circ}\sim 45^{\circ}$,内外翻转角度 $-8^{\circ}\sim 18^{\circ}$,内外旋转角度 $-5^{\circ}\sim 20^{\circ}$;8个月时屈伸角度 $-4^{\circ}\sim 58^{\circ}$,内外翻转角度 $-7^{\circ}\sim 13^{\circ}$,内外旋转角度 $-3^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。术后随访发现膝关节屈伸、内外翻、内外旋各角度与正常相比逐步改善,具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 腓骨截骨与运动疗法治疗膝骨性关节炎伴内翻膝早期疗效满意,应用步态分析得出的量化指标为骨性关节炎的诊治及评估提供客观依据,值得临床应用及参考。

【关键词】 关节炎,膝; 运动疗法; 腓骨截骨术; 步态分析

Clinical observations of medial compartment knee osteoarthritis by proximal fibular osteotomy with exercise therapy Yang Cheng, Zhang Yan, Zhu Tie, Zhang Wei, Liu Liji, Zhao Zilei, Ren Lefu. Department of Orthopaedics, Yueyang Central Hospital, Three-dimensional Gait Mechanics Analysis Key Laboratory, Yueyang 414000, China

Corresponding author: Ren Lefu, Email: doctoryang@csu.edu.cn

【Abstract】 Objective To evaluate the efficacy of fibula osteotomy and exercise therapy in treating knee osteoarthritis with internal knee turning. **Methods** From January 2016 to January 2018, used fibula osteotomy and exercise therapy to treat 30 patients with knee osteoarthritis in the Department of Osteoarthritis, Yueyang Central Hospital. Follow-up comparisons were performed after surgery. The visual analogue scale (VAS) and the hospital for special surgery (HSS) knee score and the gait changes of the knee joint were compared in follow-up. **Results** All patients were follow-up, with HSS score increased from preoperative (50.2 ± 7.8) to 4 months (78.2 ± 6.3), 8 months (82.1 ± 5.5) and VAS score from preoperative (6.8 ± 1.2) to 4 months (3.2 ± 1.1) and 8 months (2.5 ± 0.8). HSS scores were significantly higher after two postoperative follow-up and VAS scores were significantly reduced ($P<0.05$). The joint angle parameters range from preoperative flexion and extension angle $-5^{\circ}\sim 45^{\circ}$, internal and external flip angle $-8^{\circ}\sim 18^{\circ}$, internal and external rotation angle $-5^{\circ}\sim 20^{\circ}$, flexion and extension angle at 8 months $-4^{\circ}\sim 58^{\circ}$, inside and outside turning angle $-7^{\circ}\sim 13^{\circ}$. Inside and outside rotation angle $-3^{\circ}\sim 10^{\circ}$. Postoperative follow-up gradually improved knee flexion and extension and rotation compared with normal ($P<0.05$). **Conclusion** The early efficacy of fibula osteotomy and exercise therapy in treating knee osteoarthritis with internal knee turning is satisfactory. The quantitative indicators obtained by applying gait analysis provide an objective basis for the diagnosis, treatment and evaluation of osteoarthritis, which is worthy of clinical application and reference.

【Key words】 Osteoarthritis, knee; Exercise therapy; Fibular osteotomy; Gait analysis

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2023.01.006

基金项目: 湖南省临床医疗技术创新引导项目(2021SK52803); 岳阳市2017年度科技研究与开发项目

作者单位: 414000 湖南, 岳阳市中心医院运动医学科, 岳阳市三维步态力学分析重点实验室

通信作者: 任乐夫, Email: doctoryang666@163.com

膝关节关节炎是以膝关节软骨变性、破坏及骨质增生为特征的慢性关节病。随着人口老龄化的加剧,骨关节炎的患者数量逐年攀升,其治疗也受到广泛的关注,目前对膝骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)的治疗以减轻疼痛、延缓病情、提高患者的日常活动能力为主要目的^[1]。手术方案涵盖膝关节表面置换和单髁置换,但表面置换并发症较多,单髁置换适应证有限,后期仍面临再次翻修的可能。术后疗效评估则以影像学 and 症状学方法为主,影像学作为静态评估方法,不能揭示步态周期中膝关节的运动学特征,症状学依靠患者的主观感受,缺乏一定的客观性。

基于以上现状,张英泽院士提出了膝关节不均匀沉降理论,认为外侧腓骨的支撑是导致膝关节平台内外侧力线偏移的主要因素,腓骨上段截骨术为临床轻、中度骨关节炎提供了新的治疗思路^[2-3]。运动疗法主要包括有氧运动、水中运动、肌力训练等,运动疗法操作方便、疼痛缓解明显、无副作用、关节功能改善明显等优点而被逐渐重视。三维力学步态分析仪能够更加客观、准确、方便、直观地评估疗效^[4]。

本研究回顾2016年1月至2018年1月岳阳市中心医院骨关节科采用腓骨截骨与运动疗法治疗膝骨性关节炎伴内翻膝的患者,通过术前及术后三维步态分析随访评估其疗效,目的在于:(1)分析腓骨截骨联合运动疗法治疗内翻型膝骨性关节炎临床疗效;(2)探讨三维步态分析对于膝关节功能评估的价值;(3)为KOA患者的治疗与评估提供新的思路及参考。

资料与方法

一、纳入及排除标准

纳入标准:(1)临床表现为膝关节退行性病变;(2)体查表现为膝内侧压痛,专科保守治疗症状未见明显缓解大于2月;(3)MRI提示膝内侧股骨髁水肿;(4)膝关节负重位X线片提示分期均为二、三期。

排除标准:(1)临床症状以外侧间隙或髌股关节疼痛为主;(2)痛风性关节炎、感染性关节炎、类风湿性关节炎、风湿性关节炎等;(3)影像学表现为外侧退变为主。

二、一般资料

回顾性收集2016年1月至2018年1月岳阳市中心医院骨关节科采用腓骨截骨与运动疗法治疗膝骨性关节炎伴内翻膝的患者30例,男5例,女25例;年

龄53~83岁,平均(61.8±7.1)岁。本研究获得本院伦理委员会批准(2016-025),并取得患者及家属的知情同意。

三、手术方法

患者全身麻醉或硬膜外麻醉,仰卧位,以腓骨小头为参考,切口位于其下方10 cm处,沿后外侧纵向切开,长约5 cm,钝性分离腓骨长短肌与比目鱼肌,由肌间隙进入直至腓骨,术中注意保护腓浅神经,截除约2 cm腓骨,骨蜡封闭预防截骨端出血。术中及术后常规应用抗生素各一次,口服塞来昔布一周,每日两次,每次200 mg,缓解早期术后疼痛的发生,术后第一天开始康复训练,预防下肢深静脉血栓形成,无须绝对卧床,不限制患者日常活动,术后2周拆线。

四、运动疗法

1.60度等长肌力训练:仰卧位,健腿放平,患肢屈膝60度做主动等长运动10 min,每日1次;2.屈膝90度位等张主动运动:仰卧位,双膝屈曲90度,将患肢抬离床面后伸至120度,再屈曲至90度,如此反复屈伸锻炼10 min,每天1次。

五、疗效评价与随访

于术后4月、8月通过电话、微信及门诊复查进行随访,均拍摄膝关节负重位X片,记录患者的美国特种外科医院(hospital for special surgery, HSS)膝关节评分、疼痛视觉模拟评分(visual analogue score, VAS)评分,三维力学步态分析。复诊时督促并指导加强运动疗法肌力康复训练,纠正不良运动及行走方式。第二次复诊时进一步巩固首次复诊的要求并记录患者HSS膝关节评分、VAS评分,三维力学步态分析进展情况。

评价标准:美国特种外科医院膝关节评分内容包括疼痛、活动度、关节功能、畸形、肌力等。HSS评分85~100分为优,70~84分为良,60~69分为可,≤59分为差。疼痛程度采用疼痛视觉模拟评分,0分为无痛,1~3分为轻度疼痛,4~6分为中度疼痛,7~9分为重度疼痛,10分为极度疼痛。影像学检查为膝关节正侧位X线片。步态分析:使用三维步态测量系统(型号:BTS/SMAT-DX400, BTS公司,比利时)对患者进行膝关节运动学分析。该系统硬件主要包括数字导航红外光立体定位镜头、高速摄像机、股骨及胫骨追踪器、骨性特征点标记探针等。在运动学分析中,观察并记录患者行走时膝关节屈伸、内外旋、内外翻等运动角度的变化,通过记录膝关节运动过程每一个完整的步态周期。三维运动分

析系统将自动进行单周期切分及计算,完成对膝关节动态数据的采集与对比分析。

六、统计学处理

应用SPSS 20.0软件(IBM,美国)进行统计学分析。计量资料采用Kolmogorov-Smirnov检验是否符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,患者手术前后行走时膝关节屈伸角度、内外翻角度、内外旋角度采用配对 t 检验,不同时间点的HSS及VAS评分比较采用重复测量设计的方差分析,检验水准 α 值取双侧0.05。

结 果

一、一般结果

所有患者均按期随访,随访率100%,随访时间1.0~2.5年,平均(1.4±0.3)年。术中出血约10 ml,术中未放置切口引流管,术后运动疗法肌力康复训练,伤口均愈合良好、无腓总神经损伤、无深静脉血栓报告。

二、HSS评分、VAS膝关节评分结果

HSS评分由术前(50.2±7.8)分增至术后4个月的(78.2±6.3)分,术后8个月的(82.1±5.5)分;VAS评

分由术前(6.8±1.2)分降至术后4个月的(3.2±1.1)分,术后8个月的(2.5±0.8)分。术后2次随访HSS评分均升高、VAS评分均降低($P<0.05$)(表1)。

三、膝关节屈曲、内外翻、内外旋角度对比

正常膝关节角度参数:屈伸角度为-3°~65°,内外翻转角度为-5°~9°,内外旋转角度为-5°~10°,入组患者屈伸角度-5°~45°,内外翻转角度-8°~18°,内外旋转角度-5°~20°;经治疗后8个月时屈伸角度-4°~58°,内外翻转角度-7°~13°,内外旋转角度-3°~10°(表2),术后8个月随访发现膝关节屈伸、内外翻、内外旋各角度与正常相比逐步改善(图1~

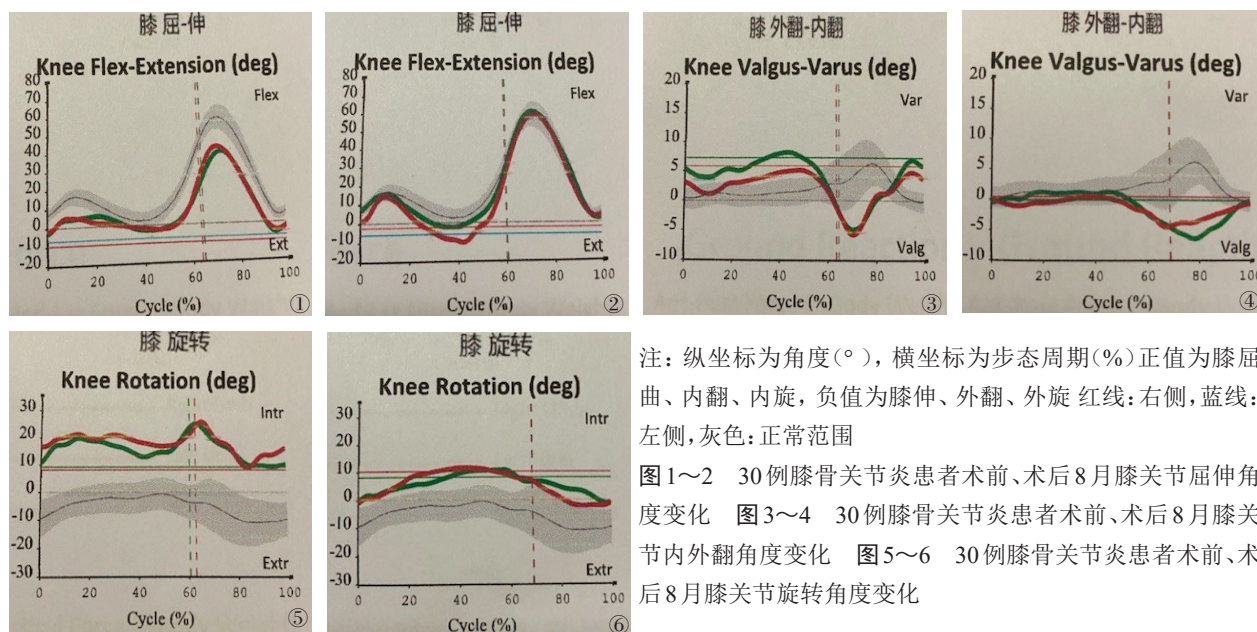
表1 30例膝骨性关节炎伴内翻膝患者手术前后膝关节HSS, VAS评分对比(分, $\bar{x} \pm s$)

时间	HSS 评分	VAS 评分
术前	50.2±7.8	6.8±1.2
术后4个月	78.2±6.3 ^a	3.2±1.1 ^a
术后8个月	82.1±5.5 ^{ab}	2.5±0.8 ^{ab}
F 值	62.531	91.225
P 值	<0.05	<0.05

注:“^a”表示与术前比较 $P<0.05$;“^b”表示与4月比较 $P<0.05$

表2 30例膝骨性关节炎伴内翻膝患者手术前后膝关节屈曲、内外翻、内外旋角度对比(°, $\bar{x} \pm s$)

时间	屈膝角度	伸膝角度	内翻角度	外翻角度	内旋角度	外旋角度
术前	38.5±1.6	1.8±1.5	12.1±2.4	11.5±2.2	18.2±2.4	17.4±2.1
术后8个月	57.6±1.5	2.6±1.5	4.7±1.6	5.3±1.7	7.5±2.1	6.5±2.2
t 值	-32.681	-3.453	8.761	7.568	15.392	16.257
P 值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05



6), 差异具有统计学意义($P<0.05$)。典型病例(图7~10)。

讨 论

一、腓骨近端截骨联合运动疗法治疗膝退变伴内翻的临床疗效

骨性关节炎(Osteoarthritis, OA), 以关节软骨的破坏、关节间隙变窄、骨赘形成及滑膜炎性反应为主要特征的退变性关节炎疾病^[5-6]。膝关节以内收力矩为主, 下肢重力负荷的60%~75%通过关节内侧面传导, 致使应力分布主要集中在内侧间室, 故关节退变较易发生在内侧间室。随着病程进展, 膝内收力矩及内侧间室承受压力也增大, 下肢力线发生偏移, 因此内侧疼痛为症状的内翻畸形较为常见^[7-8]。现有手术方式有单髁置换、膝关节置换术、胫骨高位截骨。单髁置换有着创伤小、手术时间短, 保留自身本体感觉的优势, 但其适应证有限, 后期仍需要面临再次翻修的可能。膝关节置换耗时长, 手术风险大, 术后有着假体周围感染, 下肢深静脉血栓等风险。胫骨高位截骨则需延迟卧床时间, 且并发症较多^[9-10]。腓骨近端截骨手术创伤小, 在不影响关节内组织结构下仅通过腓骨端截骨即能对下肢力线进行有限调整, 进而缓解关节内疼痛, 术后患者康复快, 无须限制活动。是一种能够有效延缓关节退变, 甚至避免置换手术的良策^[11-14]。随着康复医学发展, 本研究联合运动疗法加速患者康复。运动疗法主要围绕伸膝功能为主的股四头肌, 以屈膝功能为主的腘绳肌展开, 常用的肌力练习方法包括等长、等张和等速肌力训练。运动疗法操作方便、疼痛缓解明显、无副作用、关节功能改善明显等优点而被逐渐重视^[15-18]。人体骨

骼肌肉是一个张力均衡的整体, 骨骼构建结构基础, 肌肉维持结构外形, 肌筋膜的张力则能够调整整个结构的平衡。因此我们认为对于膝关节内外侧间室力线的调整, 应用骨性截骨和运动疗法可获得更为良好的疗效。本研究在腓骨近端截骨术的基础上结合运动疗法, 入组病例采用腓骨近端截骨联合术后运动疗法治疗膝骨性关节炎伴内翻膝患者。HSS评分由术前(50.2 ± 7.8)分增至术后4个月(78.2 ± 6.3)分, 术后8个月(82.1 ± 5.5)分; VAS评分由术前(6.8 ± 1.2)分降至术后4个月(3.2 ± 1.1)分, 术后8个月(2.5 ± 0.8)分。术后2次随访HSS评分均明显升高、VAS评分均显著降低($P<0.05$)。本研究证明腓骨截骨与运动疗法治疗膝骨性关节炎伴内翻膝早期疗效满意, 能够明显缓解疼痛, 改善膝关节功能。

二、三维步态分析构建运动评估新模式

传统疗效测评以影像学 and 症状学方法为主, 然而影像学是静态评估, 不能揭示步态周期中膝关节的运动学特征, 而症状学倚靠患者的主观感受, 缺乏一定的客观性^[19-20]。本研究借助三维力学步态分析仪, 能够更加客观、准确、方便、直观地评估疗效。行走是下肢功能活动最直观的体现, 通过红外热成像原理对肢体活动进行动态记录, 并能方便进行分析, Grant等^[21]系统性的介绍了步态构建的基本原理。三维步态已逐步应用于临床工作, 如步态分析在康复治疗中的应用^[22], 踝关节置换与关节融合术步态分析对比研究^[23], 步态分析应用于膝关节生物力学训练后减少内收力矩的研究^[24]。本研究基于三维力学步态分析构建关节运动评估新模式, 深入了解内翻畸形关节炎患者术前及术后由于运动学和动力学改变导致步态变化规律。通过随访和数据分析我们发现行腓骨近端截骨术后再结合运动疗法, 膝关节



图7~10 女性, 62岁, 膝关节骨性关节炎, 内侧间室狭窄, 行腓骨近端截骨术。图7~8 术前X线片正侧位示: 左膝关节骨质增生, 内侧关节间隙明显变窄; 图9~10 腓骨截骨术后正侧位X线片

在运动学上的表现较术前明显改善。关节角度参数由术前屈伸角度 $-5^{\circ}\sim 45^{\circ}$, 内外翻转角度 $-8^{\circ}\sim 18^{\circ}$, 内外旋转角度 $-5^{\circ}\sim 20^{\circ}$; 8个月时屈伸角度 $-4^{\circ}\sim 58^{\circ}$, 内外翻转角度 $-7^{\circ}\sim 13^{\circ}$, 内外旋转角度 $-3^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。从得到的客观数据表明膝关节术前与术后患膝屈伸、内外旋、内外翻角度范围都有所改善, 这也进一步证明了通过腓骨截骨及运动疗法相结合, 能够重新调整内外侧应力的分布使膝关节在运动过程中建立新的趋于正常的平衡点, 膝内翻力矩减小, 关节周围肌群及稳定性得到改善。

三、本研究不足与展望

综上, 腓骨截骨与运动疗法治疗膝骨性关节炎伴内翻膝早期疗效满意, 能够明显缓解疼痛, 改善膝关节功能。应用步态分析得出的量化指标为骨性关节炎的诊治及评估提供客观依据, 值得临床应用及参考。然而膝骨性关节炎的发生发展机制复杂^[25-26], 而下肢力线改变及步态异常涉及整个下肢骨性结构和筋膜链结构, 不应仅仅局限在单关节, 今后研究需同时将髋、踝关节甚至躯干纳入对膝关节的影响。

参 考 文 献

- Jian HC, Tao W. Clinical Comparative Study of Three Surgical Treatment Methods about Osteoarthritis of the Knee [J]. *Advances in Clinical Medicine*, 2021, 11(5): 2335-2340.
- 杨延江, 郑占乐, 李坤, 等. 腓骨高位截骨治疗膝关节骨性关节炎的解剖学研究 [J]. *河北医科大学学报*, 2014, 35(6): 724-725.
- 张英泽, 李存祥, 李冀东, 等. 不均匀沉降在膝关节退变及内翻过程中机制的研究 [J]. *河北医科大学学报*, 2014, 35(2): 218-219.
- Marriott KA, Birmingham TB, Leitch KM, et al. Strong Independent associations between gait biomechanics and pain in patients with knee osteoarthritis [J]. *J Biomech*, 2019, 94: 123-129.
- Shen J, Chen D. Recent progress in osteoarthritis research [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2014, 22(7): 467-468.
- Gu YT, Chen J, Meng ZL, et al. Research progress on osteoarthritis treatment mechanisms [J]. *Biomed Pharmacother*, 2017, 93: 1246-1252.
- Kumar D, Manal KT, Rudolph KS. Knee joint loading during gait in healthy controls and individuals with knee osteoarthritis [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2013, 21(2): 298-305.
- Thoma LM, McNally MP, Chaudhari AM, et al. Differential knee joint loading patterns during gait for individuals with tibiofemoral

and patellofemoral articular cartilage defects in the knee [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2017, 25(7): 1046-1054.

- 陈伟, 陈百成, 王飞, 等. 应用不同方法治疗膝关节骨性关节炎的对比研究 [J]. *河北医科大学学报*, 2015, 36(5): 600-602.
- 冯宾, 翁习生, 林进, 等. 初次全膝关节置换术后并发症及翻修手术的原因分析 [J]. *中华外科杂志*, 2015, 53(2): 106-109.
- Yang ZY, Chen W, Li CX, et al. Medial compartment decompression by fibular osteotomy to treat medial compartment knee osteoarthritis: a pilot study [J]. *Orthopedics*, 2015, 38(12): e1110-e1114.
- 徐彬, 马俊, 聂涌, 等. 腓骨近端截骨治疗膝关节骨性关节炎的早期临床疗效研究 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2016, 2(01): 11-15.
- Shanmugasundaram S, Goytia AL. Proximal fibular osteotomy: mechanisms and approach [J]. *Orthopedics*, 2021, 44(1): 8.
- Baldini T, Roberts J, Hao J, et al. Medial compartment decompression by proximal fibular osteotomy: a biomechanical cadaver study [J]. *Orthopedics*, 2018, 41(4): e496-e501.
- 尹正录, 孟兆祥, 林舜艳, 等. MOTomed智能运动训练结合神经肌肉本体感觉促进技术对全膝关节置换术后功能恢复的影响 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2017, 3(1): 50-54.
- 王哲培, 张凯, 保罗, 等. 太极拳对老年女性下肢静态平衡、本体感觉与功能活动的影响 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2018, 4(5): 296-301.
- Seynnes O, Hue O, Ledrole D, et al. Adapted physical activity in old age: effects of a low-intensity training program on isokinetic power and fatigability [J]. *Aging Clin Exp Res*, 2002, 14(6): 491-498.
- Kowalski IM, Mrozkowiak M. Post-traumatic rehabilitation of the knee joint [J]. *Ortop Traumatol Rehabil*, 2000, 2(3): 88-91.
- 郑占乐, 孙英彩, 张晓然, 等. 膝关节骨性关节炎发病机制的临床影像学研究 [J]. *河北医科大学学报*, 2014, 35(5): 599-600.
- Dong TH, Chen W, Zhang F, et al. Radiographic measures of settlement phenomenon in patients with medial compartment knee osteoarthritis [J]. *Clin Rheumatol*, 2016, 35(6): 1573-1578.
- Grant AD. Gait analysis: normal and pathological function [J]. *Physiotherapy*, 2010, 97(8): 180-180.
- Baker R. Gait analysis methods in rehabilitation [J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2006, 3(1): 4.
- Piriou P, Culpan P, Mullins M, et al. Ankle replacement versus arthrodesis: a comparative gait analysis study [J]. *Foot Ankle Int*, 2008, 29(1): 3-9.
- Haim A, Rubin G, Rozen N, et al. Reduction in knee adduction moment via non-invasive biomechanical training: a longitudinal gait analysis study [J]. *J Biomech*, 2012, 45(1): 41-45.
- Cooper C, Snow S, Mcalindon TE, et al. Risk factors for the incidence and progression of radiographic knee osteoarthritis [J]. *Arthritis Rheum*, 2000, 43(5): 995-1000.
- Guo J, Zhang L, Qin D, et al. Changes in ankle joint alignment after proximal fibular osteotomy [J]. *PLoS One*, 2019, 14(3): e0214002.

(收稿日期: 2021-11-03)

(本文编辑: 吕红芝)

杨程, 张彦, 朱铁, 等. 腓骨截骨与运动疗法联合治疗内翻型膝骨关节炎效果分析 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2023, 9(1): 28-32.