

探讨应用下肢推蹬运动控制与训练系统对膝关节创伤性关节炎患者功能恢复的影响

王 瑞, 李圣节, 李 飞, 孙 彤, 肖红雨
解放军总医院 康复医学中心, 北京 100853

摘要: **目的** 探讨下肢推蹬运动控制与训练系统对膝关节创伤性关节炎患者功能恢复的作用。**方法** 将2015年7月-2017年12月于本科就诊的膝关节创伤性关节炎患者40例随机分为两组, 两组基线特征差异无统计学意义, 对照组采用直腿抬高运动方法治疗, 治疗组采用下肢推蹬运动控制与训练系统进行视觉反馈下腿部推蹬运动治疗, 两组患者每周均进行3次治疗, 持续4周。使用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)对患者膝关节疼痛进行评定, 同时采用美国特种骨科医院膝关节评分(hospital for special surgery knee score, HSS)对患者膝关节功能进行评定。在治疗前和治疗4周后对两组患者进行疗效评估。**结果** 治疗4周后, 两组的VAS评分均降低, 治疗组评分低于对照组(1.6 ± 1.4 vs 2.6 ± 0.9 , $P=0.011$); 两组HSS评分均增加, 治疗组评分高于对照组(86.8 ± 9.2 vs 79.2 ± 11.5 , $P=0.025$)。**结论** 视觉反馈下腿部推蹬运动可以减轻患者膝关节疼痛, 且较传统治疗方法改善膝关节功能更为显著。

关键词: 视觉反馈; 推蹬运动; 创伤性关节炎

中图分类号: R 274.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-5227(2018)07-0614-04 **DOI:** 10.3969/j.issn.2095-5227.2018.07.017
网络出版时间: 2018-06-04 15:52 **网络出版地址:** http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1117.R.20180604.1552.006.html

Effects of leg press with visual feedback on recovery of post-traumatic knee arthritis

WANG Rui, LI Shengjie, LI Fei, SUN Tong, XIAO Hongyu

Rehabilitation Medicine Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China

Corresponding author: XIAO Hongyu. Email: xiaoshan301@aliyun.com

Abstract: Objective To study the effect of leg press with visual feedback on the recovery of post-traumatic knee arthritis. **Methods** Forty patients with post-traumatic knee arthritis in our hospital from July 2015 to December 2017 were randomly divided into treatment group and control group. There was no significant difference in baseline data between two groups. Patients in the control group were treated with straight leg raise exercise and the treatment group with leg press with visual feedback. The rehabilitation plan lasted for 4 weeks, once a day, 3 days per week, with 12 times in total. Visual analogue scale (VAS) was selected as the indicator of pain and hospital for special surgery knee score (HSS) as the indicator of motor function. Both VAS and HSS were assessed before and at 4 weeks after treatment. **Results** At 4 weeks after treatment, the VAS score decreased in both groups, and it was significantly lower in treatment group than control group [1.6 ± 1.4] vs [2.6 ± 0.9], $P=0.011$]. While the HSS score increased in both groups, and it was significantly higher in treatment than control group [86.8 ± 9.2] vs [79.2 ± 11.5], $P=0.025$]. **Conclusion** The leg press with visual feedback is effective in reducing the pain of knee joint, enhancing the motor function of knee joint, which is more effective than straight leg raise.

Keywords: visual feedback; leg press; traumatic arthritis

创伤性关节炎是由于半月板、前后交叉韧带、关节囊、侧副韧带、软骨和软骨下骨等一系列损伤而引起的以疼痛和膝关节功能障碍为主要临床症状的疾病, 通常继发于创伤骨折对位不良、关节扭伤、韧带损伤修复不佳、关节承重面塌陷或关节面不平整等损害之后。本病可发生于任何年龄组, 以青壮年多见, 多见于创伤后或活动负重过度的关节。临床表现为受累关节疼痛和僵硬, 关节反复肿胀, 疼痛持续并逐渐加重, 可出现膝

关节活动受限和畸形等^[1]。创伤性关节炎的治疗为阶梯式治疗方式, 先进行保守治疗, 若保守治疗无效, 则进行手术治疗。其中保守治疗包括口服非甾体抗炎药、物理因子治疗和运动治疗等。手术治疗现阶段则以人工关节置换为主要方式。保守治疗为首选治疗方式, 其中运动疗法是保守治疗的重要组成部分^[2]。运动治疗主要是增强下肢肌肉的肌力、肌耐力和运动控制能力, 特别是增强股四头肌的各项能力。股四头肌的锻炼方式分为开链运动和闭链运动。在长期的临床应用过程中, 形成了多个经典的股四头肌锻炼方式, 如直腿抬高运动、静蹲运动、多角度伸膝抗阻运动等^[3]。近年来下肢推蹬运动(leg press)在各级医院康复医

收稿日期: 2018-02-01

作者简介: 王瑞, 女, 学士, 技师。研究方向: 康复治疗。Email: 1049743942@qq.com

通信作者: 肖红雨, 女, 副主任技师。Email: xiaoshan301@aliyun.com

学科、健身场馆和居民小区里开展非常普遍,以往的研究也表明下肢推蹬运动对提高下肢整体运动表现能力有非常好的效果^[3-4]。但笔者查阅中文数据库,发现对 leg press 一词尚无明确的翻译,在互联网上查阅 leg press 一词有如下多种翻译方式:坐姿蹬腿、腿举、腿部伸展和腿压等,也尚未形成标准的统一翻译方式。在美国特种骨科医院出版的骨科术后康复指南一书中,leg press 被翻译为腿部蹬踏运动^[5]。笔者将其翻译为腿部推蹬运动,认为比较贴切地描述该动作的表现方式。在运动治疗时加入视觉反馈的应用,计算机上设计的影像模式,通常会以图形的高矮、长短和大小等方式来表现肌肉收缩时维持的时间,而移动图像的速度能够体现运动时关节活动和肌肉收缩的速度。这样在下肢的运动过程中,几个变量的大小就能够转化成精准的量化数据予以体现。往往能够丰富治疗时运动的形式,如股四头肌的向心收缩和离心收缩,肌肉收缩时速度的变化,这些内容都可以在视觉反馈下的锻炼中得到体现,更符合人体在步行、上下台阶、坐起和坐下时肌肉收缩的形式。所以本研究将观察视觉反馈下的下肢推蹬运动对创伤性膝关节炎患者膝关节功能恢复的效果。

对象和方法

1 研究对象 选取 2015 年 7 月 - 2017 年 12 月于我科就诊膝关节创伤性关节患者共 40 例。其中男 21 例,女 19 例。诊断标准:有慢性累积性关节损伤史或明显的外伤史,发病过程缓慢;早期受累关节酸痛,运动僵硬感,活动后好转,但过劳后症状又加重;后期关节疼痛与活动有关,活动时可出现粗糙摩擦感,可出现关节交锁或关节内游离体,关节变形;X 线检查可见关节间隙变窄软骨下关节面硬化关节边缘有程度不等骨刺形成。晚期可出现关节面不整,骨端变形,关节内有游离体。入选标准:1) 无认知功能障碍,可正确接受动作指令;2) 诊断为膝关节创伤性关节炎;3) 体质指数 (body mass index, BMI) < 25。排除标准:1) 严重的心脏及肝肾并发症无法耐受治疗;2) 视觉功能障碍。采用随机数余数分组法将 40 例分为治疗组和对照组,治疗组 20 例,其中男性 14 例(43 ~ 63 岁),女性 6 例(50 ~ 63 岁);对照组 20 例,其中男性 15 例(46 ~ 62 岁),女性 5 例(50 ~ 59 岁)。两组患者一般资料差异无统计学意义(表 1)。

2 视觉反馈下肢肌群推蹬运动控制与训练系统 (Leg press MRS-FS 蝶和医疗有限公司生产) 下肢

推蹬运动系统应用力学传感器技术,测量下肢推蹬运动进行的动力学指标,对采集到的力量与速度信息进行处理和分析,在计算机屏幕上以图像的形式表现出来,量化了下肢推蹬运动的各指标和参数。

表 1 两组一般资料比较

Tab. 1 Comparison of general data between two groups

	Treatment group (n=20)	Control group (n=20)	P
Gender			0.723
Male	14	15	
Female	6	5	
Age (yrs)	54.5 ± 5.7	54.6 ± 4.3	0.926
BMI	23.3 ± 1.1	23.6 ± 0.8	0.271



图 1 直腿抬高运动
Fig.1 Straight leg raise



图 2 腿部推蹬运动
Fig.2 Leg press

3 干预方法 两组患者每周治疗 3 次,持续 4 周,共治疗 12 次。两组均采用超短波治疗和脉冲磁疗。对照组运动疗法采用仰卧位直腿抬高练习方法(图 1):每次直腿抬高至力竭,休息 30 s,再进行下一次直腿抬高至力竭,再休息 30 s,依此循环,共用时 20 min。治疗组运动疗法采用视觉反馈下的腿部推蹬系统练习(图 2),第 1 次治疗前先测试患者的单次最大重复负荷(1 repetition maximum, 1RM)^[6],以此为基础设置患者视觉反馈时下肢肌群推蹬运动的负荷为 1RM 的 50%,以此负荷为标准,患者根据下肢推蹬系统计算机软件上的锻炼程序,观

看计算机屏幕上的影像,眼腿协调,进行视觉反馈下的运动训练,共用时 20 min。

4 评价方法 使用视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评定患者膝关节疼痛,使用美国特种骨科医院膝关节评分法 (hospital for special surgery knee score, HSS) 对患者膝关节功能进行评定。在患者接受治疗前进行第 1 次评价,治疗 4 周后进行第 2 次评价,比较两组治疗后的评分。

5 统计学分析 应用 SPSS20.0 软件进行分析,各计量资料符合正态分布或近似正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,上述指标比较采用重复测量方差分析,计数资料采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结果

治疗前,两组 VAS 和 HSS 评分差异均无统计学意义。治疗 4 周后,治疗组和对照组的 VAS 均降低,治疗组降低更多,两组差异有统计学意义 ($P=0.011$); 两组 HSS 评分均增加,治疗组增加更多,两组差异有统计学意义 ($P=0.025$)。见表 2。

表 2 两组创伤性关节炎患者治疗前后评分比较

Tab. 2 Comparison of VAS and HSS between two groups

Item	Treatment group (n=20)	Control group (n=20)	P
VAS			
Baseline	4.2 ± 1.5	3.9 ± 1.4	0.670
Post-treatment	1.6 ± 1.4	2.6 ± 0.9	0.011
HSS			
Baseline	72.6 ± 11.2	74.8 ± 12.4	0.560
Post-treatment	86.8 ± 9.2	79.2 ± 11.5	0.025

讨论

膝关节创伤性关节炎的主要症状为膝关节的疼痛和僵硬。当膝关节出现疼痛时,疼痛的信号向相关节段的脊髓前角细胞传出信号,中枢神经系统保护性抑制相关肌肉活动而使其肌力下降,这种由反射抑制导致的肌肉无力称为关节源性肌肉抑制 (arthrogenous muscle inhibition, AMI), 较长时间的 AMI 可造成股四头肌等肌肉的萎缩。AMI 是多种因素综合的结果,如分布于关节的传入纤维兴奋增加、疼痛等伤害刺激引起的反射抑制等,它对运动神经元的抑制具有选择性。同时定量腱反射肌电图检查也显示股四头肌有明显的关节源性肌抑制,而股二头肌无明显的关节源性肌抑制,因此在膝关节创伤性关节炎的关节源性肌抑制中,表现了伸肌和屈肌抑制的区别^[7]。从功能上来说股四头肌是运动和稳定膝关节最重要的肌肉,是伸

膝装置的重要组成部分,对伸直膝关节和直立时锁定膝关节具有关键作用。股四头肌萎缩后患者患肢大腿周径变小,肌肉张力减弱,膝关节的动态稳定系统受到影响,损害了关节本体的感觉系统,影响了患肢的稳定性和步态的平衡性,乃至影响到膝关节关节面应力不平衡,进而引起更严重的膝关节功能障碍,影响患者的日常生活活动能力和生活质量^[8]。因此增强下肢肌肉(特别是股四头肌)的肌力、肌耐力和运动控制能力就显得尤为重要。而多年来的临床实践中总结出了许多有效的方法,如直腿抬高、静蹲、多角度抗阻伸膝、终末端伸膝等^[9]。这些方法按照肌肉收缩的类型可以分为等长收缩、等张收缩和等速收缩。按照运动的方式可以分为开链运动和闭链运动,运动的形式多种多样。而临床工作者需寻找一种安全、有效、易推广的运动方式推荐给需要进行膝关节相关肌群锻炼的患者,等速运动所需要的设备十分昂贵,并不适合大部分患者使用。在以往的门诊和出院指导中,直腿抬高作为重要的锻炼方法被推荐使用^[10],它通常在关节手术后早期使用,其主要优势处在于运动环境安全,并可以在避免负重的情况下进行肌肉锻炼,但这种锻炼方式对膝骨关节炎尤其是保守治疗的患者来说并不是最优选择,它与下肢日常生活活动功能有区别,人体的下肢总是在负重的条件下进行运动,站立、步行、坐起、坐下、蹲起和蹲下等运动形式的表现特点是下肢远端足部固定在地面上、下肢近端进行活动的闭链运动,而直腿抬高的运动形式表现为下肢近端固定、远端运动且无负重的开链运动,与人体日常生活活动中的生物力学形式截然相反,效率低下^[11-13]。

治疗组中的下肢推蹬运动是动态的闭链运动,很多研究表明下肢推蹬运动对提高下肢整体运动表现能力有非常好的效果^[14-15]。与对照组中的仰卧位直腿抬高运动相比,其更符合下肢的日常生活运动模式^[16-17]。此次研究中,引入视觉反馈的应用,能够更好地提高治疗效果,在计算机上设计的影像模式,通常会以图形的高矮、长短和大小等方式来表现肌肉收缩时维持的时间,而移动图像能够体现运动时关节活动和肌肉收缩的速度。这样在下肢的运动的过程中,几个变量的大小就能够转化成精准的量化数据予以体现。视觉反馈所带来的益处在于许多大脑功能与运动表现、神经传导与运动控制的研究中得到了理论方面的支持^[18]。

同时因为视觉反馈的作用,患者在每次治疗时都可认识到自己当时关节的角度与肌力水平,因此主观参与治疗的愿望更强,依从性更高。视觉反馈下肢肌群运动控制与训练系统。包含有力量、耐力、速度、稳定性和目标准确性等多种运动控制训练。通过传感器与康复软件的结合,实现实时有效的视觉生物反馈,为使用者在功能性运动姿势下提供下蹲肌群肌肉力量、耐力、本体感觉和协调性的测评训练。

本研究仍有许多不足,所纳入样本量较少。创伤性关节炎患者尚未根据病情严重程度进行更为精确的分组;且本次研究入选的40例患者排除了体质量对膝关节的影响,无BMI > 25的过度肥胖者,未能得知体质量过大者在本研究中的效果。因此尚需进行更大样本量的试验和更为精准的分组来证实本研究结论。

参考文献

- 1 刘洪,廖琦,郝亮. 创伤性关节炎发生机制相关性研究 [J]. 国际骨科学杂志, 2010, 31 (1): 39-41.
- 2 Bartholdy C, Juhl C, Christensen R, et al. The role of muscle strengthening in exercise therapy for knee osteoarthritis: A systematic review and meta-regression analysis of randomized trials [J]. *Semin Arthritis Rheum*, 2017, 47 (1): 9-21.
- 3 Olson SA, Furman BD, Kraus VB, et al. Therapeutic opportunities to prevent post-traumatic arthritis: Lessons from the natural history of arthritis after articular fracture [J]. *J Orthop Res*, 2015, 33 (9): 1266-1277.
- 4 Bobbert MF. Why is the force-velocity relationship in leg press tasks quasi-linear rather than hyperbolic [J]. *J Appl Physiol*, 2012, 112 (12): 1975-1983.
- 5 Cioppamosca JM, VicePresident A, Rehabilitation DO, et al. *Postsurgical Rehabilitation Guidelines for the Orthopedic Clinician [M]*. Mosby & Elsevier, 2006.
- 6 Barroso R, Silva-Batista C, Tricoli V, et al. The effects of different intensities and durations of the general warm-up on leg press 1RM [J]. *J Strength Cond Res*, 2013, 27 (4): 1009-1013.
- 7 缪芸,倪朝民,夏清,等. 膝部损伤后膝关节功能障碍患者股四头肌的表面肌电信号研究 [J]. *中国康复理论与实践*, 2009, 15 (11): 1065-1067.
- 8 Callaghan MJ, Parkes MJ, Hutchinson CE, et al. Factors associated with arthrogenous muscle inhibition in patellofemoral osteoarthritis [J]. *Osteoarthr Cartil*, 2014, 22 (6): 742-746.
- 9 Jang KS, Kang S, Woo SH, et al. Effects of combined open kinetic chain and closed kinetic chain training using pulley exercise machines on muscle strength and angiogenesis factors [J]. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28 (3): 960-966.
- 10 胡海,张智长,连小峰,等. 主动直腿抬高试验的生物力学机制 [J]. *国际骨科学杂志*, 2015, 36 (6): 387-389.
- 11 Wirth K, Keiner M, Hartmann H, et al. Effect of 8 weeks of free-weight and machine-based strength training on strength and power performance [J]. *J Hum Kinet*, 2016, 53: 201-210.
- 12 Machado W, Paz G, Mendes L, et al. Myoelectric Activity of the Quadriceps During Leg Press Exercise Performed With Differing Techniques [J]. *J Strength Cond Res*, 2017, 31 (2): 422-429.
- 13 Levin S, de Solórzano SL, Scarr G. The significance of closed kinematic chains to biological movement and dynamic stability [J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2017, 21 (3): 664-672.
- 14 Støve MP, Palsson TS, Hirata RP. Smartphone-based accelerometry is a valid tool for measuring dynamic changes in knee extension range of motion [J]. *Knee*, 2018, 25 (1): 66-72.
- 15 Gorostiaga EM, Navarro-Amézqueta I, Calbet JA, et al. Blood ammonia and lactate as markers of muscle metabolites during leg press exercise [J]. *J Strength Cond Res*, 2014, 28 (10): 2775-2785.
- 16 Wild L, Carl HD, Golditz T, et al. How do leg press exercises comply with limited weight bearing [J]. *Phys Ther Sport*, 2016, 22: 1-5.
- 17 Tevald MA, Murray AM, Luc B, et al. The contribution of leg press and knee extension strength and power to physical function in people with knee osteoarthritis: A cross-sectional study [J]. *Knee*, 2016, 23 (6): 942-949.
- 18 Hopper D M, Axel Berg M A, Andersen H, et al. The influence of visual feedback on power during leg press on elite women field hockey players [J]. *Physical Therapy in Sport*, 2003, 4 (4): 182-186.