

· 临床研究 ·

等速离心训练对膝关节骨关节炎患者的影响

顾旭东 李建华 许志生

【摘要】 目的 探讨等速离心肌力训练对膝关节骨关节炎患者的康复疗效。**方法** 运用 Cybex-6000 型等速肌力测试及训练系统对 40 例膝关节骨关节炎患者(共 70 个患膝)进行为期 4 周、每周 3 次的等速离心肌力训练。分别于训练前、后测定患者在 $60^\circ/\text{s}$ 、 $120^\circ/\text{s}$ 及 $180^\circ/\text{s}$ 等速运动时的峰力矩、单次最大作功量、平均功率及力矩加速能量;并将训练前、后患膝疼痛程度及下肢功能评分进行比较。**结果** 患者经训练后,其患膝屈、伸肌群各项功能参数均有显著改善,并以屈膝肌各项功能参数的改善尤为显著;患膝疼痛及功能性行为能力评分亦均较治疗前有显著改善。**结论** 等速离心训练能有效改善膝关节骨关节炎患者屈、伸肌群的各项功能参数(其中以屈膝肌的改善尤为显著);同时还能缓解患者疼痛,显著提高其功能性行为能力。

【关键词】 膝关节; 骨关节炎; 等速离心; 下肢功能

The therapeutic effects of isokinetic eccentric exercise in patients with knee osteoarthritis GU Xu-dong*, LI Jian-hua, XU Zhi-sheng. Rehabilitation Medicine Center, * the Second Municipal Hospital of Jiaxing, Zhejiang Province, Jiaxing 310016, China

【Abstract】 Objective To explore the therapeutic effects of isokinetic eccentric exercise (IEE) in patients with knee osteoarthritis. **Methods** Forty patients, including 70 knees with osteoarthritis, were measured and trained by use of Cybex-6000 and its isokinetic exercise system 3 times per week for 4 weeks. The peak of moment, single largest work, average power and accelerate energy of moment of isokinetic speed in $60^\circ/\text{s}$, $120^\circ/\text{s}$ and $180^\circ/\text{s}$ were measured before and after exercise. The scores of pain and lower limb function were compared before and after IEE. **Results** The parameters of extensor and flexor groups were significantly increased after exercise, especially the parameters of knee flexors. The scores of pain and lower limb function were also improved. **Conclusion** IEE could improve effectively the function of knee extensors and flexors in patients with knee osteoarthritis, and relieve the pain.

【Key words】 Knee joint; Osteoarthritis; Isokinetic eccentric; Lower limb function

膝关节骨关节炎(osteoarthritis, OA)是以关节骨及软骨退行性变为主的慢性进展性关节疾病,其主要临床表现是关节疼痛及功能障碍,且有随着年龄增长而加重的趋势,多见于中、老年患者。目前有研究表明,OA 患者往往由于疼痛导致其肌力下降、肌肉萎缩,而肌力下降、肌肉萎缩又可诱发关节失稳,引起不同程度的功能障碍。等速运动是目前一种较新的运动模式,根据受试者在肌肉收缩时的肌纤维长度可分为等速离心收缩及等速向心收缩。本研究通过对 OA 患者进行膝关节等速离心训练,旨在探讨该技术对 OA 患者膝关节屈、伸肌力、关节疼痛及下肢功能的影响。

对象与方法

一、研究对象

作者单位:314000 嘉兴,浙江省嘉兴市第二医院康复医学中心(顾旭东);浙江大学医学院附属邵逸夫医院康复医学科(李建华、许志生)

共选取 40 例膝关节骨关节炎患者,其症状(膝关节疼痛、短时间晨僵或膝软等)、体征(关节活动受限、摩擦音、压痛或肿胀等)及 X 线片结果均符合膝关节骨关节炎的临床诊断标准,其中男 12 例,女 28 例;双侧患病 30 例,单侧患病 10 例;年龄 39 ~ 76 岁,平均 (61.2 ± 11.8) 岁;病程 3 个月 ~ 5 年,平均 (1.37 ± 1.06) 年;OA 程度为 2 ~ 3 级^[1];所有患者均无继发性膝关节骨关节炎(由如糖尿病、外伤、感染等引起)^[1]和其它能影响下肢功能的疾病以及严重心血管疾病等。根据 X 线检查分期标准(初期——骨刺形成、骨硬化,但关节间隙无狭窄;中期——除骨刺及骨硬化以外,可见关节间隙狭窄;晚期——胫骨负重面磨耗或缺损^[2]),本研究中共有初期患者 36 例,中期患者 4 例。

二、康复训练方法

对本组患者进行康复训练,其完整的训练过程包括准备活动(以下肢主动运动及膝关节的屈、伸运

动为主,持续 3~5 min)、多速度等速离心训练及放松活动(如下肢自我按摩放松及膝关节屈、伸摆动等,持续 3~5 min)3 个阶段。患者在 Cybex-6000 型等速肌力训练系统上进行患膝关节屈、伸肌群等速离心训练,每组训练包括 60°/s、90°/s、120°/s、150°/s、180°/s、180°/s、150°/s、120°/s、90°/s、60°/s 共 10 个速度,每个速度各作 10 次膝等速屈、伸练习,并于每次调整速度时休息 30 s,每组训练结束后休息 2 min,每次共训练 3 组,每周训练 3 次(一般为周一、周三及周五,对同一患者固定开始训练的时间),共持续训练 4 周。

三、肌肉功能测定

训练前、后通过 Cybex-6000 型等速肌力测试和训练系统(Lumex Inc, New York)对患者进行肌力测试,测试前需对系统进行常规校正处理,分别测试患者在 60°/s(慢速)、120°/s(中速)及 180°/s(快速)三个速度下的屈、伸膝肌群等速运动时的峰力矩(peak torque, PT)、单次最大作功量(total work, TW)、平均功率(average power, AP)和力矩加速能量(torque acceleration energy, TAE)。

患者测试前进行 5 min 的热身活动,包括下肢主动运动以及膝关节屈、伸运动。参照标准评定程序^[3]进行测试,患者坐于测试椅上,其膝关节轴心与动力臂轴心一致,将动力臂末端的阻力垫固定于患者踝关节内踝上缘 3 cm 处,设置关节活动范围为 0~90°。测试前需对患者下肢进行肢体称重,以排除下肢重量对测试结果的影响,分别测试患者在上述 3 个速度下的最大肌力收缩情况(患者于 60°/s、120°/s 时各收缩 5 次,于 180°/s 时收缩 25 次),在每种运动速度测试前,先让患者进行 3 次亚极限量收缩,然后再进行正式测试,每组测试间休息 60 s。

四、疼痛及下肢功能测定

分别对患者治疗前、后的疼痛及下肢功能进行评定。疼痛评定项目分为特殊活动时痛、日常活动时痛、静息痛及夜间痛 4 项,均采用 5 分计分制,分数越低表示疼痛越厉害,即 0 分表示剧烈疼痛,5 分表示无痛,故满分为 20 分。下肢功能测定参照相关文献介绍的功能状况指数(Functional Status Index, FSI)^[4],通过多选法,分别于康复训练前、后测定患者在行走、上下楼梯及坐位立起 3 个项目上的依赖程度及困难程度,具体评分标准为:①依赖程度采用 5 分法评定,1 分表示不用帮助,2 分表示需使用器具,3 分表示需人帮助,4 表示需使用器具并有人协助,5 分表示不能或不能安全地进行某项活动;②困难程度亦采用 5 分法评定,1 分表示非常容易,2 分表示比较容易,3 分表示难度适中,4 分表示比较困

难,5 分表示非常困难。

五、统计学分析

患者患膝屈、伸肌于训练前、后在不同测试速度下的峰力矩值、力矩加速能量、单次最大作功量、平均功率、患膝疼痛及下肢功能评分值均采用($\bar{x} \pm s$)表示,采用 *t* 检验进行统计学分析, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

本组患者训练前、后的患膝屈、伸肌 PT 值详见表 1,表中数据提示患者训练后,其患膝屈、伸肌 PT 值均较训练前有了显著提高,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。患者训练前、后的膝屈、伸肌 TAE 见表 2,训练前、后差异亦有统计学意义(均 $P < 0.05$)。患者训练前、后膝屈、伸肌 TW 见表 3,训练后与训练前比较,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。患者训练前、后膝屈、伸肌 AP 见表 4,训练后与训练前比较,差异亦有统计学意义(均 $P < 0.05$)。患者训练前、后膝关节疼痛及下肢功能评分见表 5,表中数据提示患者疼痛及下肢功能较训练前均有显著改善。

表 1 训练前、后患膝屈、伸肌 PT 比较($\bar{x} \pm s$)

肌群	测试速度 (°/s)	患膝屈、伸肌 PT(N·m)		
		训练前	训练后	提高率(%)
屈肌	60	36.64 ± 16.75	43.88 ± 13.75*	16.76
	120	29.25 ± 13.56	35.62 ± 11.23*	21.89
	180	20.83 ± 10.48	27.96 ± 11.04*	34.23
伸肌	60	70.46 ± 24.71	79.93 ± 23.48*	13.44
	120	54.38 ± 16.32	63.34 ± 18.79*	16.48
	180	42.41 ± 15.65	49.73 ± 16.02*	17.26

注:与训练前比较,* $P < 0.05$

表 2 训练前、后患膝屈、伸肌 TAE 比较($\bar{x} \pm s$)

肌群	测试速度 (°/s)	患膝屈、伸肌 TAE(J)		
		训练前	训练后	提高率(%)
屈肌	60	1.95 ± 1.16	2.35 ± 1.27*	20.51
	120	3.79 ± 2.28	4.69 ± 1.85*	23.75
	180	5.37 ± 2.63	6.77 ± 2.49*	26.07
伸肌	60	2.55 ± 1.33	2.96 ± 1.45*	16.08
	120	5.68 ± 2.05	7.24 ± 2.47*	27.46
	180	8.72 ± 3.87	10.48 ± 3.57*	20.18

注:与训练前比较,* $P < 0.05$

表 3 训练前、后患膝屈、伸肌 TW 比较($\bar{x} \pm s$)

肌群	测试速度 (°/s)	患膝屈、伸肌 TW(J)		
		训练前	训练后	提高率(%)
屈肌	60	43.79 ± 24.36	53.05 ± 19.71*	21.15
	120	37.42 ± 17.35	45.86 ± 16.54*	22.55
	180	23.83 ± 15.87	32.15 ± 17.21*	34.91
伸肌	60	78.82 ± 30.27	90.06 ± 30.43*	14.26
	120	65.18 ± 24.73	76.08 ± 23.17*	16.72
	180	48.25 ± 21.23	57.75 ± 19.03*	19.69

注:与训练前比较,* $P < 0.05$

表 4 训练前、后患膝屈、伸肌 AP 比较 ($\bar{x} \pm s$)

肌群	测试速度 ($^{\circ}/s$)	患膝屈、伸肌 AP(W)		
		训练前	训练后	提高率(%)
屈肌	60	26.33 $\pm$ 14.25	32.61 $\pm$ 11.65 *	23.85
	120	40.02 $\pm$ 19.89	45.37 $\pm$ 18.74 *	13.37
	180	35.43 $\pm$ 24.48	51.34 $\pm$ 25.70 *	40.46
伸肌	60	42.53 $\pm$ 18.32	49.01 $\pm$ 17.50 *	15.24
	120	63.32 $\pm$ 28.44	77.47 $\pm$ 21.89 *	22.35
	180	69.65 $\pm$ 35.60	84.46 $\pm$ 28.30 *	21.26

注:与训练前比较, * $P < 0.05$ 表 5 训练前、后患膝关节疼痛及下肢功能评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

评分时间	患膝疼痛评分	下肢功能评分	
		依赖程度	困难程度
训练前	10.87 $\pm$ 5.56	4.34 $\pm$ 0.65	4.57 $\pm$ 0.43
训练后	19.58 $\pm$ 0.87 [#]	2.87 $\pm$ 0.57 *	2.38 $\pm$ 0.43 *

注:与训练前比较, * $P < 0.05$, [#] $P < 0.01$

讨 论

有统计资料表明,在 55 岁以上人群中膝关节骨关节炎的发病率为 44% ~ 70%,而其中约有 10% 的患者功能受到限制,且这部分功能受限者容易在发病 20 ~ 25 年后发展为残疾人,最终须通过手术解决其功能障碍^[5]。肢体关节离心收缩具有力量大、耗能小的特点,且有利于维持患者关节稳定性、提高其日常生活活动能力,因此对 OA 治疗具有重要意义^[6];然而以往的研究主要集中在多点等长收缩训练及等速向心收缩训练方面^[7,8],而较少涉及等速离心训练,甚至对该技术在膝关节骨关节炎方面的疗效还存在分歧^[9-11],国内学者也比较局限于研究等速训练对正常男、女青年膝关节功能的影响^[12-14]。

一、等速离心训练对患者肌力的影响

本文中的表 1 为患者训练前、后 PT 值比较,PT 是指肌肉收缩时产生的最大输出力矩(为肌肉力量的体现),是等速测试中的黄金指标及主要参照值之一^[3];表 2 为 TAE 比较,TAE 是指肌肉收缩最初 1/8 s 时的作功量,反映了肌肉最初收缩产生力矩的速率及作功能力,可代表肌肉收缩时的爆发能力;表 3 中 TW 表示肌肉在重复收缩过程中的最大一次作功量;表 4 为肌肉 AP 比较,AP 反映了肌肉作功的功率。

从表 1 数据中可以看出,患者在 60°/s、120°/s 及 180°/s 三个测试速度下,其屈膝肌群等速运动时的 PT 提高程度较伸膝肌群显著,且改善程度随着运动速度的提高而更加明显,这与膝屈、伸肌在等速向心收缩时的结果正好相反,也反映了膝关节离心收缩的特点,即屈膝肌群的离心运动同伸膝肌群的向心运动密切相关,而伸膝肌群的离心运动又同屈膝肌群的向心运动密切相关;另一原因也可能是患者肢体重量的缘故,使得速度对膝伸肌群的影响更为显著。

从表 2 及表 4 数据中可以看出,在膝屈、伸肌群训练前、后的比较中,唯有在 120°/s 时膝屈肌的 TAE、AP 提高程度低于膝伸肌,而在其它两个测试速度下,均是膝屈肌的 TAE、AP 提高程度高于膝伸肌,其中以 180°/s 时膝屈肌群的肌力改善程度尤为显著,较训练前约增加了 26% ~ 40%。以上现象提示膝关节在等速离心训练时可能存在某种速度特异性,即不同的关节肌肉应有一个能最大限度发挥其效率的特定运动速度^[13,14]。

二、等速离心训练对疼痛的影响

在进行等速肌力训练时,等速训练仪可提供一种顺应性可变阻力,使肌肉在整个活动范围内的任一角度始终承受最大阻力,产生最大张力,从而提高训练效率。当肌肉离心收缩时,肌纤维长度较静止状态时延长,收缩产生的张力较向心收缩时大^[15],且除了有肌肉组织的收缩成分参与外,还有一系列弹性成分(series elastic components, SEC)的介入,使得肌肉内部张力及输出拉力强度明显增强^[16]。本研究主要采用慢速及中速运动对患者进行训练^[17],可减少其在疼痛弧内运动的时间,避免了运动速度太快时患者难以完成训练任务的情况发生,这样不但使患者肌肉的力量及耐力得到增加,还可使其膝关节疼痛程度明显减轻。

本研究结果(表 5)表明,40 例患者经训练后其疼痛程度明显减轻,下肢功能显著提高,其中以疼痛程度的改善尤为显著,说明等速离心运动能较好地缓解患膝疼痛,改善下肢功能。其可能机制包括:①规律的运动可改善关节周围的血液循环,促进淋巴液回流,减轻或消除肿胀;②在训练过程中,关节内压规律升高或降低,可形成一种“泵”作用,促进软骨、滑膜及周围组织的代谢活动,加速功能恢复;③规律运动还可通过刺激本体感受器使机体产生内啡肽及脑啡肽样物质,具有抑制疼痛的功效^[18]。

患者在进行等速离心训练时,容易发生的副反应是延迟性肌痛(delayed onset muscular soreness, DOMS)^[19],一般发生于训练后 24 ~ 72 h,其病理机制为肌肉损伤,可表现为肌酸激酶(creatine kinase, CK)值显著升高,并于训练后 72 h 达到峰值。本研究对患者采用 60°/s、90°/s、120°/s、150°/s、180°/s、180°/s、150°/s、120°/s、90°/s、60°/s 共 10 个速度进行训练,符合等速肌肉训练每相邻两种运动速度间隔 30°/s 的训练原则,并同时根据患者的实际病情选用适当的运动速度,于开始训练时采用较低的肌肉训练强度,结果证明可有效预防 DOMS 的发生。如患者发生 DOMS,一般不需特殊处理,休息 3 ~ 5 d 后可自行缓解。

三、等速离心训练对患者功能性行为能力的影响

众所周知,肌肉的离心收缩功能在维持关节稳定性及日常生活活动能力方面具有重要意义。在离心收缩

过程中,由于非收缩成分的介入,使得离心收缩时产生的最大肌力大于向心收缩及等长收缩时产生的肌力,其输出力矩明显增大,具有力量大、耗能小的特点;又因为短期离心收缩训练可使运动神经活性增强,提高运动单元募集电位,改善运动学习模式(即主动肌与拮抗肌之间神经肌肉的协调性模式)^[20],所以该运动可同时训练主动肌与拮抗肌,提高两组肌群的肌力及运动协调能力,增强关节稳定性,使下肢功能得到明显改善。

综上所述,等速离心训练能有效改善膝关节骨关节炎患者屈、伸肌群的各项功能,其中以屈膝肌群的肌力改善程度尤为显著,同时还可缓解患者疼痛,显著提高其功能性行为能力。

参 考 文 献

- Moskowitz RW, Howell DS, Goldberg VM, et al. Osteoarthritis: diagnosis and management. USA: WB Saunders Company, 1984. 9-10.
- 李中实. 膝关节骨性关节炎的支具治疗. 中国康复医学杂志, 1989, 4:46.
- 吴毅. 等速肌肉功能测试和训练技术的基本原理和方法. 中国康复医学杂志, 1999, 14:24.
- Jette AM. Functional status index: Reliability of a chronic disease evaluation instrument. Arch Phys Med Rehabil, 1980, 61:395.
- Craggs ND, Holden HK, Felson DT, et al. The prevalence of knee osteoarthritis: diagnosis and management. Philadelphia: WB Saunders, 1984. 1-6.
- 范振华, 主编. 骨科康复医学. 上海: 上海医科大学出版社, 1999. 143.
- 白玉龙, 李云霞, 吴毅, 等. 关节内损伤后膝关节屈伸肌群的等速向心训练. 中国运动医学杂志, 1998, 17:
- 邹毅, 周贤丽, 陈蕾, 等. 等速肌力训练促进下肢骨损伤后肌力的恢复. 第三军医大学学报, 2002, 24:493-494.
- Ellenbecker TS, Davies GJ, Rowinske MJ. Concentric versus eccentric isokinetic strengthening of the rotator cuff: objective data versus functional test. Am J Sports Med, 1988, 16:64-69.
- Mont MA, Cohen DB, Campbell KR, et al. Isokinetic concentric versus eccentric training of shoulder rotators with functional evaluation of performance enhancement in elite tennis players. Am J Sports Med, 1994, 22:513-517.
- Highie EJ, Cureton KJ, Warren GL. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area and neural activation. Med Sci Sports Exerc, 1994, 26:S31.
- 成鹏, 徐伟, 黄庆武. 正常男性膝关节等速向心收缩力矩比较. 中国运动医学杂志, 1999, 18:83-86.
- 范建中, 薛磊, 彭楠, 等. 正常男性青年膝关节等速屈伸力量测试研究. 中华物理医学与康复杂志, 1999, 21:33-35.
- 范建中, 彭楠, 杨哲, 等. 正常女青年膝关节等速屈伸肌力测试的研究. 中华物理医学与康复杂志, 2000, 22:282-284.
- Korn PV, Buskirk ER. Effect of eccentric and concentric muscle conditioning on tension and activity of human muscle. Ergonomics, 1972, 15:417.
- 吴毅, 杨晓冰, 李云霞, 等. 膝关节屈肌和伸肌等速向心、等速离心及等长测试的研究. 中国运动医学杂志, 1996, 15:193-196.
- Fisher NM, Gardner BN, Brindly TS, et al. Muscle rehabilitation: its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis. Arch Phys Med Rehabil, 1991, 72:367.
- 卓大宏, 主编. 中国康复医学. 北京: 华夏出版社, 1990. 298.
- 占飞, 吴毅. 等速肌肉测试和训练技术的临床应用. 中华物理医学与康复杂志, 1999, 21:49-53.
- 徐军, 高怀民, 瓮长水, 等. 偏瘫患者膝伸肌群等速离心收缩训练的效果. 中国康复医学杂志, 2000, 15:144-147.

(收稿日期:2004-07-20)

(本文编辑:易 浩)

· 消息 ·

2005 年中华医学会第七次全国物理医学与康复学学术会议 第二轮征文通知

中华医学会第七次全国物理医学与康复学学术大会将于 2005 年 9 月 9~13 日在上海举办。本次会议是全国物理医学与康复专业 4 年一度的盛大学术聚会,会议期间将邀请国内外著名的物理医学与康复专家作大会发言和专题报告,组织多场 Workshop,邀请具有丰富临床经验的专家教授和康复治疗师指导规范化操作,以提高康复医师及治疗师在康复治疗中的实际操作能力。本次会议还将举办优秀论文评选,其中一等奖 2 名、二等奖 3 名、三等奖 10 名。参会者将授予国家继续教育项目一类学分。

征文要求 (1)论文必须具有科学性、先进性和实用性,未公开发表于其他学术刊物。投稿采用中文摘要格式,包括题目、作者、单位、邮编、目的、方法、结果、结论及关键词,字数为 1 000 字左右,5 号宋体字,Word 文档排版,后附作者个人简历(注明工作单位、详细地址、邮编、Email 地址)。参加优秀论文评选的作者,需报送 4 000 字以内的中文全文打印稿一式二份及电子文稿,来稿请注明“优秀论文征文”。(2)投稿尽量采用电子邮件,Email 投稿地址:2005qghy@21cn.com,2005qghy@sina.com.cn。如非电子邮件投稿,请邮寄 20 元文稿处理费,并于征文信封上注明“会议征文”字样。(3)论文截止日期为 2005 年 7 月 31 日,逾期稿件不再采用,也不载入会议论文汇编。(4)如无论文但愿意参加学术会议者,可于 2005 年 6 月 30 日前通过电子邮件发送或邮寄参会回执,组委会将邀请参加。

重要提示 本次大会将采取网上报名形式,参会代表可登录大会网站: <http://www.capmr.org/meeting/2005/index.htm> 进行注册和登记。也可剪下征文通知的回执,按要求填写后寄回。论文及回执可邮寄到:200040 上海市乌鲁木齐中路 12 号,复旦大学附属华山医院康复医学科,吴毅、吴军发。凡于 2005 年 6 月 30 日前注册登记或寄回回执的参会代表,可获得由复旦大学出版社 2005 年最新出版,胡永善教授主编的《新编康复医学》。

中华医学会学术部