

· 临床研究 ·

膝关节骨性关节炎患者下肢等长肌力测试新方法的重测信度

郭燕梅 瓮长水 陈蔚 王秋华 李晓瑛

【摘要】目的 检验功能性蹲屈测试训练系统在膝关节骨性关节炎患者下肢等长肌力测试中的重测信度。**方法** 由同一测试者在 1 周内对 30 例膝关节骨性关节炎患者进行前、后 2 次双下肢等长肌力测试,最终得到最大等长伸展肌力、最大等长伸展肌力发生时间和平均等长伸展肌力 3 项测试结果。应用组内相关系数 (ICCs) 对这 3 项测试结果进行重测信度的评价。**结果** 健患侧的最大等长伸展肌力和平均等长伸展肌力的组内相关系数 (ICCs) 分别为 0.87、0.88、0.92 和 0.89;健患侧最大等长伸展肌力发生时间的组内相关系数 (ICCs) 分别为 0.25 和 0.41。**结论** 在应用功能性蹲屈测试训练系统对膝关节骨性关节炎患者进行等长肌力测试的结果中,最大等长伸展肌力和平均等长伸展肌力 2 项结果具有很好的重测信度,这 2 项测试结果可以作为膝关节骨性关节炎患者治疗方案选择和康复疗效评判的可靠性指导依据。

【关键词】 膝关节骨性关节炎; 等长肌力测试; 重测信度

The test-retest reliability of a new measurement of lower extremity isometric muscle strength for patients with knee osteoarthritis GUO Yan-mei, WENG Chang-shui, CHEN Wei, WANG QIU-hua, LI Xiao-ying. Department of Rehabilitation Medicine, The General Hospital of the PLA, Beijing 100853, China

【Abstract】 Objective To determine the test-retest reliability of functional squat system (FSS) isometric muscle strength tests for patients with knee osteoarthritis. **Methods** The isometric muscle strength of thirty patients with knee osteoarthritis (21 males and 9 females; age 45 to 89 years, mean age 68.73 ± 12.19 years) was tested twice within 1 week by the same tester. Three test results were obtained: maximum isometric extension strength, the time to initiate isometric extension and the average isometric extension strength. Intra-class correlation coefficients (ICCs) for the three tests were computed to evaluate their retest reliability. **Results** The ICCs of the maximum isometric extension strength and average isometric extension strength of the uninvolved and involved extremities were respectively 0.87, 0.88, 0.92 and 0.89. The ICCs of the initiation time for the uninvolved and involved legs were respectively 0.25 and 0.41. **Conclusion** In these tests of patients with knee osteoarthritis using the functional squat system, both the maximum isometric extension strength and the average isometric extension strength had very good test-retest reliability. These two test results could be used as reliable guidance for treatment and rehabilitation of osteoarthritic knees.

【Key words】 Knee osteoarthritis; Isometric muscle strength; Tests; Retest reliability

应用任何一项新的测试工具进行试验测试研究前,首先必须对其可信度有所了解,因为可信度的高低直接影响到临床及研究人员判断被研究个体状况的准确性。本科新近引进的由荷兰 CW Haarlem 公司研发的 MRS-E0701 型功能性蹲屈测试训练系统可以进行多种下肢功能性测试和训练,其中包括下肢等长肌力测试。

下肢肌肉(尤其是股四头肌)在膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)的发生发展中起着非常重要的作用,它的作用在于膝关节产生伸屈动作时可以吸收和减轻关节负荷并保持膝关节的动态稳定

性。因此,下肢肌力下降是造成 KOA 患者膝关节负重增加和导致病情进一步发展的危险因素^[1],而 KOA 患者又恰恰表现出下肢肌力(尤其是股四头肌肌力)的下降^[2]。由此可见,了解 KOA 患者的下肢肌力水平对治疗方案的选择和康复疗效的判断都具有十分重要的指导意义,临床上也常采用下肢肌力作为评估 KOA 患者疗效的依据^[3-4]。通过等长肌力测试可以较全面地了解 KOA 患者在闭链运动模式下的整体下肢肌力情况。

本研究拟通过重测信度研究验证功能性蹲屈测试训练系统对 KOA 患者进行下肢等长肌力测试的可信度,以明确等长肌力的所有测试结果是否都可以作为 KOA 患者有效的康复评估指标。目前国内鲜见有关下肢等长肌力测试信度的研究报道,而国外较为多见,

但也未见有应用该设备进行下肢等长肌力测试的信度研究报道^[5-8]。

资料与方法

一、一般资料

2009 年 9 月至 2010 年 2 月期间,本科对自愿接受测试并签署了知情同意书的 30 例 KOA 患者进行了下肢等长肌力的测试与重测。患者入选标准符合美国风湿病学会 2001 年制定的 KOA 诊断标准^[9],即膝关节疼痛患者具备下列 7 项中的 3 项即可诊断并入选:①年龄 ≥ 50 岁;②晨僵时间 < 30 min;③关节活动时有关节响声;④膝关节检查提示骨性肥大;⑤有骨压痛;⑥滑膜无明显升温;⑦放射学检查有骨赘形成。具备以下 8 项中的任何 1 项者即被排除:①曾行膝关节置换手术者;②下肢在 6 个月前曾行外科手术者;③类风湿关节炎患者;④在过去 30 d 内曾应用阿片类镇痛或皮质类固醇或镇痛注射液干预膝关节疼痛者;⑤高血压未得到很好控制或在运动锻炼期间存在并发心脏病的中高度危险因素者;⑥不能安全参与测试者(例如严重的视力问题、神经功能障碍、明显的背痛、严重骨质疏松者、不借助辅助工具无法步行 10 m 者);⑦无法理解和完成测试者;⑧声明不能参与或完成测试者。在 30 例 KOA 患者中,男 21 例,女 9 例;年龄 45~89 岁,平均 (68.73 ± 12.19) 岁。

二、测量工具

1. 功能性蹲屈测试训练系统(functional squat system):该系统仿照立位蹲起动作模式,可在闭链动作模式下采用独特的仰躺式蹲屈动作进行下肢功能的测试和训练。该设备硬件包括一个踏板、一座可选取铅块重量的缆绳系统、一个可调整与滑动的背靠板和一台连接到设备上的计算机。见图 1。硬件感应信号传递至计算机软件,再由软件系统自动分析与报告测试结果。见图 2。



图 1 功能性蹲屈测试训练仪

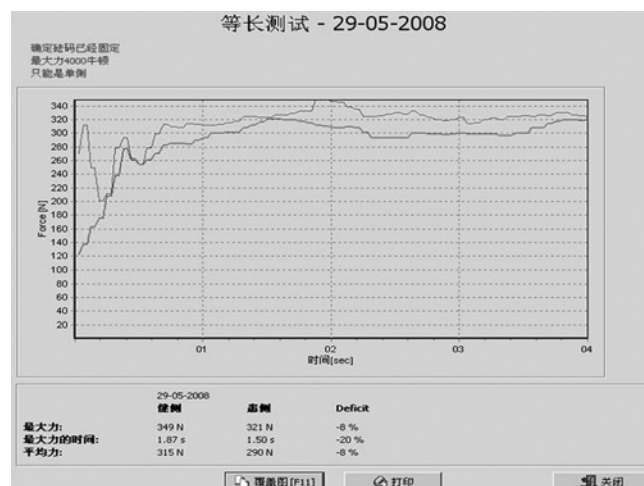


图 2 等长伸展肌力测试分析报告

2. 目测类比评分(visual analogue scale, VAS)^[10]:该方法以 100 mm 线段为评分尺,让患者根据自我主观疼痛感受,在评分尺上用一条垂线划出疼痛程度,0 mm 为没有疼痛,100 mm 为剧烈疼痛。

三、等长肌力测试

1. 患者准备工作:测试前 1 d,患者保持日常生活作息状态,避免剧烈运动。测试当天,患者穿着宽松、舒适的服装与平底鞋。测试前,先由测试者向患者介绍测试目的,说明测试程序,然后让患者进行 5 min 的简单热身运动,以避免因身体活动不充分而在测试中对下肢关节或肌肉造成扭挫伤或拉伤。

2. 测试者准备工作:测试者在测试前记录患者的性别、年龄、身高、体重,患侧或主患侧膝关节(在临床上,有的 KOA 患者仅表现为单膝痛,但仍以双膝痛居多)以及患者对自己近 1~2 d 内的膝关节疼痛程度进行 VAS 评分的得分情况。然后对测试设备进行检查和校正。在对患者进行第 1 次下肢等长肌力测试前,记录患者双脚踏于踏板上的位置,以防止对患者进行第 2 次重测时因脚的位置挪动而造成系统误差的发生。所有患者均于第 1 次测试休息 5 d 后即进行第 2 次测试,期间叮嘱患者避免进行任何形式的肌力训练和剧烈运动。

3. 等长肌力测试方法:患者仰躺于背靠板上,受测下肢的足部踏放于踏板上,踝关节处于中立位,髋、膝关节处于屈曲 90°位置。KOA 患者常表现出从座位上起立时的动作完成困难,而踝关节中立位,髋、膝关节屈曲 90°的位置恰巧模仿了人们常用的坐位姿势,从而有利于了解 KOA 患者从座位上起立时的下肢肌力情况;而且该测试角度既易于测试者操作又有利于前后两次测试位置保持一致,从而减少系统误差中测量偏倚的发生。在本研究的患者中仅有 4 例患者表现

为单膝痛,其余 26 例患者均表现为双膝痛。因此,测试顺序均为先健侧或症状相对较轻侧(简称为健侧)后患侧或症状相对较重侧(简称为患侧)。测试前,先让患者以“健侧”完成 1~2 次的轻度用力练习以熟悉如何用力来完成测试。正式测试时,在测试者发出“1,2,3-蹬!”指令后,患者的受测下肢以尽可能的最大力量快速向踏板方向下蹬,并保持最大用力 5 s。在维持最大用力的 5 s 期间,测试者始终给予口头鼓励,以保证患者尽最大努力完成测试。每侧下肢测试 1 次。整个用力过程由计算机监控并记录保存测试数据(计算机只监控和记录保存超过 100 牛顿以上的肌力测试数据)。测试数据采集包括每侧下肢的最大等长伸展肌力值(简称为最大肌力)、最大等长伸展肌力发生时间(简称为最大肌力时间)和持续最大用力 5 s 的平均等长伸展肌力值(简称为平均肌力)。

四、统计学分析

应用 SPSS 17.0 版统计软件包对研究采集数据进行建档和统计分析。采用组内相关系数(intra-class correlation coefficient, ICCs)分析前、后 2 次测试结果的一致性。采用 Pearson 相关系数(r)分析前后两次等长肌力测试时的膝关节 VAS 疼痛评分与“最大力发生时间”之间的相关性。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

在 KOA 患者完成前、后两次等长肌力测试所得到的 3 项测试结果中,除“最大肌力发生时间”的重测信度较差(健侧 ICCs = 0.25;患侧 ICCs = 0.41)外,其余 2 项测试结果“最大肌力”和“平均肌力”均具有极好的重测信度(健患侧 ICCs 均 > 0.75)(表 1)。为了进一步分析“最大肌力发生时间”重测信度较差的原因,对 KOA 患者进行前后 2 次等长肌力测试时的膝关节疼痛评分和 2 次测试结果中的“最大肌力发生时间”之间的相关性进行统计学分析,结果表明两者之间并无相关性(表 2),不能解释“最大肌力发生时间”重测信度较差的原因。

表 1 30 例患者 2 次测试结果的一致性

测量项目	第 1 次测试 ($\bar{x} \pm s$)	第 2 次测试 ($\bar{x} \pm s$)	ICCs
健侧最大肌力(N)	291.47 $\pm$ 139.53	300.03 $\pm$ 171.38	0.87
患侧最大肌力(N)	268.83 $\pm$ 130.94	287.17 $\pm$ 176.66	0.88
健侧最大肌力时间(s)	0.76 $\pm$ 0.70	0.83 $\pm$ 0.96	0.25
患侧最大肌力时间(s)	1.10 $\pm$ 1.18	0.64 $\pm$ 0.53	0.41
健侧平均肌力(N)	206.53 $\pm$ 117.12	220.83 $\pm$ 145.27	0.92
患侧平均肌力(N)	192.53 $\pm$ 108.02	204.10 $\pm$ 147.51	0.89

表 2 30 例患者 2 次测试的膝关节疼痛程度与最大肌力发生时间的相关性(r 值)

项 目	第 1 次测试时最大 肌力发生时间		第 2 次测试时最大 肌力发生时间	
	健侧	患侧	健侧	患侧
第 1 次测试时健侧 VAS	0.014 ^a	-	-	-
第 1 次测试时患侧 VAS	-	0.107 ^a	-	-
第 2 次测试时健侧 VAS	-	-	0.021 ^a	-
第 2 次测试时患侧 VAS	-	-	-	0.094 ^a

讨 论

等速肌力测试和等长肌力测试在 KOA 患者下肢肌力水平评估中应用较多,但等速肌力测试仅局限于开链运动下的单一关节活动,而日常生活中的下肢功能性动作多为闭链运动下的多关节活动^[11-12],因此开链运动下的等速肌力测试所测得的单关节肌力难以反映 KOA 患者的整体下肢功能性动作执行能力。

等长肌力测试为闭链运动状态下的下肢多关节联合用力测试,与人体运动多为闭链状态下的运动相符合,可以较好地反映下肢功能性肌力情况^[13],且等长肌力测试具有易标准化、易监测、信度高、测试过程简单和安全性高等优点而在肌力测试中应用较多^[14]。本研究采用的等长肌力测试方法正是在闭链运动模式下仿照人体直立蹲屈用力过程使患者的测试体位变为仰躺位屈腿足蹬脚踏板位,这种测试方法既能充分保证患者的测试安全又能更为准确的反映患者的下肢功能性肌力水平。等长肌力测试结果中共有 3 项测试指标:最大肌力、最大肌力发生时间和平均肌力。最大肌力可以反映膝关节在承受一定负荷情况下保持关节稳定性的能力,即最大肌力越大,患者保持关节稳定性的能力就越强。最大肌力发生时间出现的早晚也能反映关节活动的稳定性,即最大肌力发生时间越早,关节活动的稳定性越好。平均肌力反映患者的肌力耐受情况,即平均肌力越大,患者的肌力耐受性越好。

通过本次研究我们有望明确这 3 项测试指标是否都可以作为 KOA 患者的康复评估指标。重测信度的高低可以反映出测量工具所测量结果的准确性与可重复性。本研究通过 ICCs 检测了 KOA 患者等长肌力测试的重测信度。ICCs 是目前国内、外学者最常采用的重测信度评价指标^[5-8, 15],它可以检验 2 次测试结果的一致性,它既能反映测试结果的系统性差异又能反映随机性差异,且优先于 Pearson 相关系数,可以更好地评估可信度^[16]。ICCs 从 1(完全可信)到 0(完全不可信)变化:ICCs > 0.75 表示极好的信度,ICCs = 0.40~0.75 表示中等-较好的信度,ICCs < 0.40 表示信度差^[17]。研究结果表明,除 KOA 患者下肢的最大肌力发生时间的重测信度十分不理想外(ICCs = 0.25~

0.41),最大肌力和平均肌力 2 项指标均具有极好的重测信度($ICC_s = 0.87 \sim 0.92$),这与国外应用其它设备进行下肢等长肌力测试信度研究的 ICC 基本一致,甚至高于某些设备的重测信度^[5-8]。造成最大肌力发生时间重测信度差的原因可能与 KOA 患者的疼痛常表现为时轻时重有关,在 7 d 内的前、后 2 次重测中很难保证 2 次测试时疼痛程度的一致。但通过对患者前、后 2 次测试时的 VAS 疼痛评分与最大肌力发生时间之间的相关性进行统计学分析,却未发现 2 者之间存在相关性。因此,造成最大肌力发生时间重测信度差的真正原因还有待于我们进一步探讨。

本研究结果表明,采用功能性蹲屈测试训练系统对 KOA 患者进行的下肢等长肌力测试结果中的最大肌力和平均肌力两项评估指标具有极好的重测信度,这 2 项评估指标有助于临床工作者及时了解 KOA 患者的病情发展和转归情况,可以作为 KOA 患者治疗方案选择和康复疗效评判的可靠性指导依据。

参 考 文 献

- [1] Bennell KL, Hunt MA, Wrigley TV, et al. Role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*,2008,34: 731-754.
- [2] Hortobágyi T, Garry J, Holbert D, et al. Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*,2004, 51:562-569.
- [3] Heiden TL, Lloyd DG, Ackland TR. Knee extension and flexion weakness in people with knee osteoarthritis: is antagonist cocontraction a factor? *J Orthop Sports Phys Ther*,2009, 39:807-815.
- [4] Konishi I, Tanabe N, Seki N, et al. Physiotherapy program through home visits for community-dwelling elderly Japanese women with mild knee pain. *Tohoku J Exp Med*,2009, 219:91-99.
- [5] Yamada T, Demura S. The relationship of force output characteristics during a sit-to-stand movement with lower limb muscle mass and knee joint extension in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr*,2010, 50:46-50.
- [6] Campy RM, Coelho AJ, Pincivero DM. EMG-torque relationship and reliability of the medial and lateral hamstring muscles. *Med Sci Sports Exerc*,2009, 41:2064-2071.
- [7] Busse ME, Hughes G, Wiles CM, et al. Use of hand-held dynamometry in the evaluation of lower limb muscle strength in people with Huntington's disease. *J Neurol*,2008, 255:1534-1540.
- [8] Ortqvist M, Gutierrez-Farewik EM, Farewik M, et al. Reliability of a new instrument for measuring plantarflexor muscle strength. *Arch Phys Med Rehabil*,2007, 88:1164-1170.
- [9] 李海峰. 膝关节骨关节炎治疗新进展. 美国医学会杂志(中文版),2001,18:90-92.
- [10] Wewers ME, Lowe NK. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Res Nurs Health*,1990,13: 227-236.
- [11] Manini TM, Cook SB, Ordway NR, et al. Knee extensor isometric unsteadiness does not predict functional limitation in older adults. *Am J Phys Med Rehabil*,2005, 84:112-121.
- [12] Bazzucchi I, Felici F, Macaluso A, et al. Differences between young and older women in maximal force, force fluctuations, and surface EMG during isometric knee extension and elbow flexion. *Muscle Nerve*,2004, 30:626-635.
- [13] Rossi MD, Hasson S, Kohia M, et al. Relationship of closed and open chain measures of strength with perceived physical function and mobility following unilateral total knee replacement. *J Geriatr Phys Ther*, 2007, 30:23-27.
- [14] Enoka RM, Christou EA, Hunter SK, et al. Mechanisms that contribute to differences in motor performance between young and old adults. *J Electromyogr Kinesiol*,2003, 13:1-12.
- [15] 卫杰,陈立君,赵平,等. SF-36 测量战斗机飞行员腰椎间盘突出症患者生命质量的信度和效度研究. 临床医学杂志,2009, 37: 1056-1058.
- [16] Salaffi F, Leardini G, Canesi B, et al. Reliability and validity of the Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) Osteoarthritis Index in Italian patients with osteoarthritis of the knee. *Osteoarthritis Cartilage*,2003, 11:551-560.
- [17] Fleiss JL. The design and analysis of clinical experiment. New York: John Wiley Sons, 1986:1-31.

(修回日期:2010-08-29)

(本文编辑:阮仕衡)

《中华物理医学与康复杂志》第七届编辑委员会通讯编委名单

(按姓氏笔画排序)

马 超	尹 勇	王俊华	王楚怀	王蓓蓓	白玉龙	刘雅丽	孙乐蓉	毕 胜
许 涛	许光旭	余 茜	张载福	李 丽	李铁山	李雪萍	杨卫新	汪 萍
汪 琴	汪军民	陆 敏	陈 刚	陈 翔	范晓华	姜志梅	胡昔权	胥方元
商晓英	舒 彬	谢 明	虞乐华					