

## · 临床研究 ·

## 腰背旋转运动过程中核心肌群等长与等速测试的相关性研究

刘夏 范建中 魏轶 王惠娟 陈琦 李德洁

**【摘要】目的** 探讨腰背旋转运动过程中核心肌群等长与等速测试结果的相关性。**方法** 对 38 例健康男性受试者分别进行核心肌群的等长旋转和等速( $60^\circ/\text{s}$ )旋转测试,将 2 种方法测试的左旋、右旋峰力矩(PT)和左右两侧峰力矩之比(L/R)进行配对  $t$  检验和相关与回归分析。**结果** 腰背旋转肌群等长和等速测试中的 PT 值呈显著正相关( $P < 0.01$ ),等长和等速肌力测试所获得的 PT 值建立的回归方程式为  $y_{\text{左}} = 22.330 + 0.937x$  和  $y_{\text{右}} = 32.752 + 0.847x$ ,经检验成立并有统计学意义( $P < 0.05$ ),而左右两侧峰力矩之比(L/R)亦呈显著正相关( $P < 0.01$ ),回归方程为  $y = 0.389 + 0.595x$ ;将等速收缩和等长收缩测试的峰力矩进行配对  $t$  检验( $P < 0.01$ ),差异有统计学意义,而 L/R 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论** 核心肌群的等长与等速旋转测试的峰力矩具有良好的相关性,两者均能反映旋转过程中核心肌的最大肌力。临床上可根据患者的临床症状及病情严重程度,合理选择等长或等速肌力测试方法进行评估,进而更好地指导临床康复的评定和治疗。

**【关键词】** 核心肌; 旋转; 等长收缩; 等速收缩

**Isometric and isokinetic testing of core muscles during trunk rotation** LIU Xia, FAN Jan-zhong, WEI Yi, WANG Hui-juan, CHEN Qi, LI De-jie. Department of Rehabilitation Medicine, Nan-fang Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510515, China

Corresponding author: FAN Jan-zhong, Email: fjz@fimmu.com

**【Abstract】 Objective** To quantify the correlation between isometric and isokinetic tests of core muscles during trunk rotation. **Methods** The strength of the core muscles of 38 healthy males was measured isometrically and isokinetically (at  $60^\circ/\text{s}$ ) during trunk rotation. The left and right peak rotation torque (LPT, RPT) and the ratio of left to right torque (L/R) were analyzed using correlation and regression analysis and paired  $t$ -tests. **Results** The subjects' LPTs and RPTs were positively correlated ( $r_{\text{L}} = 0.644$ ,  $P \leq 0.01$ ;  $r_{\text{R}} = 0.566$ ,  $P \leq 0.01$ ). There were significant differences in the L/R ratios determined using the two tests ( $r = 0.663$ ,  $P \leq 0.01$ ). The regression equations predicting LPT and RPT were  $y_{\text{L}} = 22.330 + 0.937x$  and  $y_{\text{R}} = 32.752 + 0.847x$ , respectively. Paired  $t$ -tests showed that  $t_{\text{L}} = 4.562$ ,  $P \leq 0.01$  and  $t_{\text{R}} = 3.855$ ,  $P \leq 0.01$  during left or right rotation. There was a significant difference, but there was no significant difference in LPT/RPT. **Conclusion** Isometric and isokinetic tests of core muscles during trunk rotation give results which are strongly correlated. Either can correctly reflect the maximal strength of core muscles during trunk rotation. Clinicians may reasonably choose either testing method to assess patients and guide treatment according to the patient's clinical symptoms and the severity of the problem.

**【Key words】** Core muscles; Rotation; Isometric contraction; Isokinetic contraction; Strength testing

核心肌是人体在运动中控制骨盆和躯干的核心力量的一组肌群,参与完成躯干矢状面上屈伸运动、额状面侧弯运动和水平面旋转运动,稳定的核心肌能够在各个平面上控制躯干的运动,因此核心肌的训练及功能评估受到越来越多的关注<sup>[1-3]</sup>。国内外研究者一致认为,等速肌力测试是目前公认的评估

肌力最权威的方法,可得到力矩曲线及多项反映肌肉功能的参数。利用等速测试系统研究脊柱运动的生物力学特征已有较多报道,但主要集中于受试者进行脊柱屈伸运动(腹直肌、竖脊肌)的肌力测试<sup>[4-6]</sup>,而脊柱旋转运动过程中肌力测试的研究甚少<sup>[7]</sup>,国内尚未见报道。本研究通过对正常青年受试者脊柱旋转运动过程中的核心肌分别进行等长和等速肌力测试,并对 2 种方法的测试结果进行相关与回归分析,旨在探讨两者之间的相关性,为脊柱旋转运动过程中核心肌的评估和康复治疗提供基础资料,进而指导临床康复评定和治疗。

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2012.08.005

基金项目:南方医科大学南方医院院长基金(2011C010)

作者单位:510515 广州,南方医科大学南方医院康复医学科

通信作者:范建中,Email:fjz@fimmu.com

## 对象与方法

### 一、研究对象

选取 38 例 21~35 岁无腰背疼痛、无慢性疾病、无等速肌力测试的禁忌证(如严重的高血压、心脏疾病、外周血管疾病、呼吸系统疾病等)的健康男性受试者作为研究对象,平均年龄( $26.5 \pm 3.7$ )岁;平均身高( $173.6 \pm 4.1$ )cm;平均体重( $66.7 \pm 6.5$ )kg。所有受试者均自愿参加本测试,自愿签署知情同意书。排除标准:①既往有慢性下背痛,尤其是有腰椎间盘突出症的患者,无论是否发作期;②测试中出现腰背部不适或下肢放射性疼痛者,或在测试后 2 d 内出现上述症状者。

### 二、测试方法

采用德国产 IsoMed 2000 等速肌力测试训练系统及腰背旋转测试附件(德国产),分别对 38 例受试者进行核心肌的等长收缩和等速向心收缩测试。测试前,让受试者熟悉等长收缩和等速向心收缩的运动方式,充分了解测试过程和要求,并进行相应测试肌群 5 次亚最大收缩的热身运动。测试时,受试者放松端坐。具体方法:①受试者被要求坐在 IsoMed 2000 等速腰背旋转附件的座椅上,固定骨盆、下肢和双肩,双足水平置于踏板上,双手置于手柄上;②腰背旋转运动轴心:腰背旋转附件的旋转轴沿正中矢状面,与人脊柱的长轴平行,位于脊柱正后方约 5 cm 处。收缩模式为向心收缩。

测试分为两部分:①等长测试,中立位  $0^\circ$ ,最大用力躯干左旋或右旋运动,持续 10 s;②等速向心测试,受试者在全范围内,即关节活动度(range of motion, ROM)为右旋  $45^\circ$  位到左旋  $45^\circ$  位,作最大用力的躯干左旋或右旋运动,每次  $60^\circ/\text{s}$ ,重复 10 次。组间休息 1 min。所有测试严格遵循 IsoMed 2000 等速肌力测试系统的操作要求,记录测试过程中的峰力矩(peak torque, PT)。

### 三、统计学分析

全部的原始测试数据由系统自动记录和计算,取等长收缩和等速收缩测试的 PT 值和左旋与右旋峰力矩之比(L/R)进行 Pearson 相关分析和配对  $t$  检验,数据用( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用 SPSS 13.0 版统计软件对上述数据进行统计分析。检验水准  $\alpha = 0.05$ ,  $P < 0.05$  认为差异有统计学意义。

## 结果

使用 SPSS 13.0 版统计软件对等长收缩和等速收缩的 PT 值及 L/R 值情况进行配对  $t$  检验,结果见表 1。左旋时等速收缩产生的 PT 大于等长收缩的 PT,差

异有统计学意义( $P < 0.01$ );右旋时等速收缩产生的 PT 大于等长收缩的 PT,差异有统计学意义( $P < 0.01$ );等速收缩和等长收缩测试的 L/R 值比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

表 1 等长收缩和等速收缩的 PT 值及 L/R 值情况( $\bar{x} \pm s$ )

| 检测方式   | 左旋 PT(N·m)           | 右旋 PT(N·m)           | L/R             |
|--------|----------------------|----------------------|-----------------|
| 等长收缩测试 | $106.74 \pm 18.89$   | $115.11 \pm 19.51$   | $0.93 \pm 0.07$ |
| 等速收缩测试 | $122.32 \pm 27.47^a$ | $130.29 \pm 29.22^a$ | $0.94 \pm 0.06$ |

注:与等长收缩测试比较,<sup>a</sup> $P < 0.01$

Pearson 相关分析,等长肌力测试左旋的 PT 值与等速向心收缩肌力测试左旋的 PT 值呈显著正相关( $P < 0.01$ ),其回归方程式为  $y_{\text{左}} = 22.330 + 0.937x$ ,详见图 1;等长肌力测试右旋的 PT 值与等速向心收缩肌力测试右旋的 PT 值亦呈显著正相关( $P < 0.01$ ),回归方程式为  $y_{\text{右}} = 32.752 + 0.847x$ ,详见图 2;等长收缩与

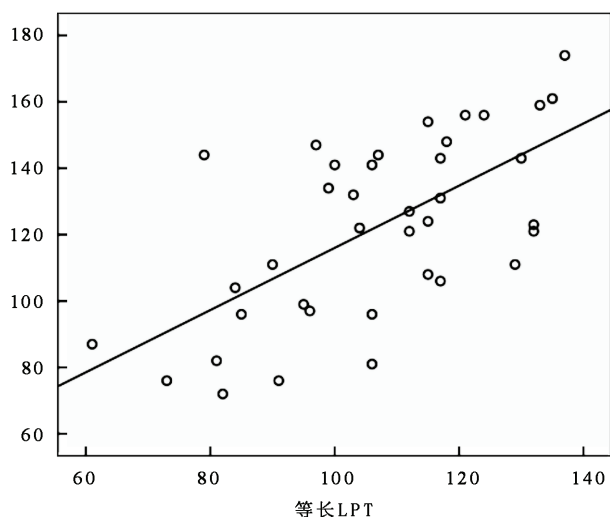


图 1 38 例受试者核心肌左旋等长和等速测试的 PT 值相关与回归分析示意图

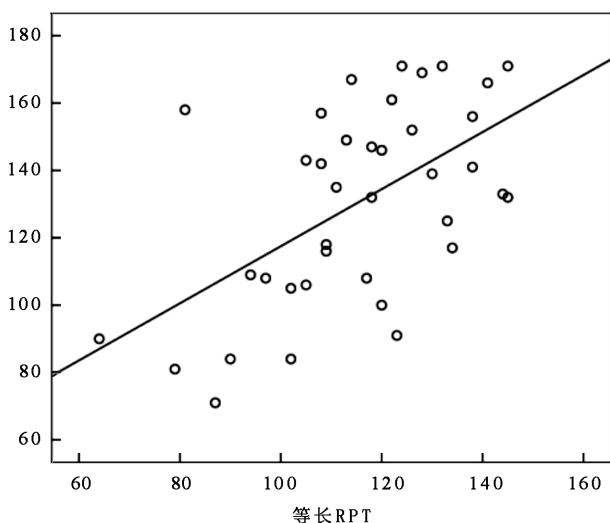


图 2 38 例受试者核心肌右旋等长和等速测试的 PT 值相关与回归分析示意图

等速向心收缩肌力测试的 L/R 亦呈显著正相关 ( $P < 0.01$ ), 回归方程式为  $y = 0.389 + 0.595x$ , 详见图 3。

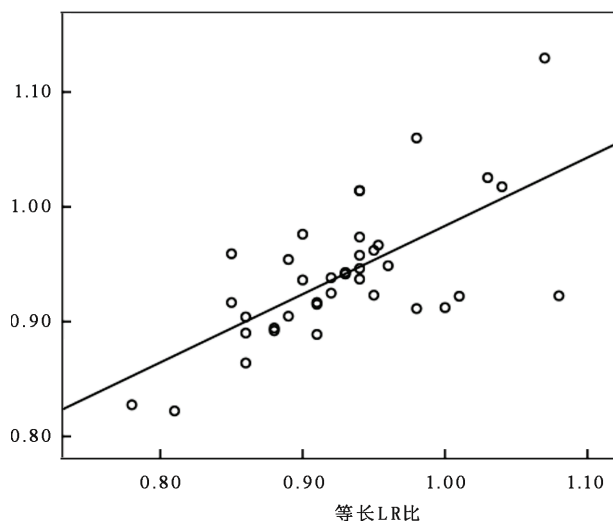


图3 38例受试者核心肌旋转等长与等速测试的 L/R 值相关与回归分析示意图

## 讨 论

核心肌群是指负责脊柱稳定的肌肉群, 依其功能可分为两大群<sup>[8]</sup>。深层肌群又称局部稳定肌群 (local stabilizing muscles), 包括多裂肌、腹横肌、膈肌和盆底肌等, 它们中有的直接与椎体连接, 通过肌肉的收缩直接固定相邻椎体, 有的则是通过各肌肉的协同收缩调节腹内压来维持各椎体间的稳定, 主要为各椎体提供稳定的作用; 表浅肌群又称整体稳定肌群 (global stabilizing muscles), 包括腹直肌、腹内斜肌、腹外斜肌、竖脊肌、背阔肌、腰方肌及臀部肌群等, 其主要功能在于控制脊柱的运动方向 (屈伸、旋转、侧弯), 并产生较大的动作力矩, 因此可对抗施加在躯干上的外来负荷, 维持整个脊柱的姿势。Hudson 等<sup>[9]</sup>指出膈肌几乎不参与脊柱的旋转运动。负责腰背旋转运动的核心肌群主要有腹外斜肌、背阔肌、腹内斜肌等<sup>[10-11]</sup>。

肌肉收缩的力学特征指的是肌肉收缩时的张力与速度、长度的关系。当肌肉长度处于适宜水平时, 肌节长度约  $2.0 \sim 2.2 \mu\text{m}$ , 此时粗、细肌丝正处于最理想的重叠状态, 因而起作用的横桥数目最多, 故表现出收缩张力最大<sup>[12]</sup>。本研究结果表明, 腰背旋转过程中等速收缩产生的 PT 大于等长收缩的 PT。这取决于 2 种收缩方式的肌肉收缩的力学特征: 等速收缩在动态运动过程中可使肌肉长度处于适宜水平, 而等长收缩则是肌肉长度不发生改变, 故等速收缩产生的张力比在中立位时等长收缩产生的张力大。而 Kumar<sup>[13]</sup>指出, 躯干屈曲角度以及旋转角度的不同也显著影响旋转等长收缩产生的 PT。

等长测试主要反映的是某一角度下的最大静态收缩力量, 而等速肌力测试反应的则是旋转运动过程中核心肌呈现出最大动态收缩力量, 还可反映出核心肌力的变化曲线<sup>[14]</sup>。本研究结果表明, 等长肌力测试与等速肌力测试中输出的 PT 值有较好的相关性 ( $P < 0.01$ ), 说明两者均可评估出脊柱旋转运动中核心肌的最大力量, 且比较接近日常生活活动中的肌力水平。Ng 等<sup>[11]</sup>研究发现, 最大用力等轴旋转中, 力矩的产生源于复杂的核心肌力矩的耦合, 同时阐明了核心肌在用力旋转中的不同功能角色, 指出在旋转中核心肌不仅产生力矩, 而且还维持脊柱姿势和稳定性。

核心稳定性是指人体在运动中控制骨盆和躯干部位肌肉的稳定, 使力量的产生、传递和控制达到最佳化的一种能力。Panjabi<sup>[15]</sup>提出核心稳定性和“三亚系模型”理论, 认为脊柱的稳定系统由被动支持系统、主动收缩系统和中枢神经系统主导的运动控制三个部分构成。Hodges 等<sup>[16]</sup>也指出腰椎本身是不稳定的, 需要主动系统中脊柱周围肌肉的支持才能维持腰椎的稳定。本研究结果表明, 等速收缩和等长收缩测试的 L/R 值比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 相关回归分析其 L/R 结果呈显著正相关 ( $P < 0.01$ ), 说明两者在脊柱旋转过程中核心稳定性的评估具有较好的相关性及一致性。稳定的核心能够控制躯干在各个平面上的协调运动。目前对于核心稳定性的测量并没有一个统一的标准, 一般通过核心肌的肌肉力量和力矩比来反映稳定性大小。Okada 等<sup>[17]</sup>研究表明, 等长测试的肌肉耐力测试均能评估核心稳定性, 而功能测试主要涉及动态运动。

综上所述, 核心肌等长与等速旋转肌力测试的峰力矩值具有良好的相关性, 两者均能反映旋转过程中核心肌的最大肌力; 而等长测试仅反映关节运动中某一角度的肌力大小, 无法反映 ROM 中的肌力变化; 等速测试则不仅能很好地反映核心肌的最大肌力, 而且能得到 ROM 运动中的力矩曲线及多项肌肉功能参数 (如功率、做功量等)。因此, 临床上可根据患者的临床症状及病情严重程度, 合理选择等长或等速肌力测试方法进行评估, 进而更好地指导临床康复的评定和治疗。

## 参 考 文 献

- [1] Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, et al. The use of instability to train the core musculature. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2010, 35:91-108.
- [2] Standaert CJ. Core stabilization for low back pain and performance. *Sport Ortho Trauma*, 2011, 27:92-98.
- [3] Vrtovec T, Pernuš F, Likar B. A review of methods for quantitative e-

- valuation of axial vertebral rotation. *Eur Spine J*, 2009, 18: 1079-1090.
- [4] Yahia A, Ghroubi S, Kharat O, et al. A study of isokinetic trunk and knee muscle strength in patients with chronic sciatica. *Ann Phys Rehabil Med*, 2010, 53: 239-244.
- [5] Ripamonti M, Colin D, Rahmani A. Torque-velocity and power-velocity relationships during isokinetic trunk flexion and extension. *Clin Biomech*, 2008, 23: 520-526.
- [6] Maus U, Kieffer O, Siebert CH, et al. Comparison of trunk muscle strength of soccer players with and without low back pain. *Z Orthop Unfall*, 2010, 148: 459-465.
- [7] Humer M, Kösters A, Müller E. Dynamic and static maximum strength in closed kinetic chain movements. Trunk flexion /-extension and -rotation. *Sportverletz Sportschaden*, 2011, 25: 13-21.
- [8] Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: a review of core concepts and current literature, part 2. *Am J Phys Med Rehabil*, 2007, 86: 72-80.
- [9] Hudson AL, Butler JE, Gandevia SC, et al. Role of the diaphragm in trunk rotation in humans. *J Neurophysiol*, 2011, 106: 1622-1628.
- [10] Kumar S, Narayan Y, Garand D. An electromyographic study of isokinetic axial rotation in young adults. *Spine J*, 2003, 3: 46-54.
- [11] Ng JK, Parnianpour M, Richardson CA, et al. Functional roles of abdominal and back muscles during isometric axial rotation of the trunk. *J Orthop Res*, 2001, 19: 463-471.
- [12] Campbell KS. Short-range mechanical properties of skeletal and cardiac muscles. *Adv Exp Med Biol*, 2010, 682: 223-246.
- [13] Kumar S. EMG in rotation-flexion of the torso. *J Electromyogr Kinesiol*, 2010, 20: 1146-1154.
- [14] Rosa UH, Tlapanco JV, Maya CL, et al. Comparison of the effectiveness of isokinetic vs isometric therapeutic exercise in patients with osteoarthritis of knee. *Reumatol Clin*, 2012, 8: 10-14.
- [15] Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*, 1992, 5: 383-389.
- [16] Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 1996, 21: 2640-2650.
- [17] Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. *J Strength Cond Res*, 2011, 25: 252-261.

(修回日期: 2012-07-20)

(本文编辑: 汪 玲)

## · 消息 ·

## 第十届“脑卒中患者运动再学习方案”学习班通知

北京大学第一医院康复医学科自 1999 年将澳大利亚悉尼大学教授 J. H. Carr 和 R. Shepherd 的《A Motor Relearning Programme for Stroke》一书翻译成中文《中风病人的运动再学习方案》并发行后,已连续举办九届全国学习班。2007 年又将 J. H. Carr 和 R. Shepherd 教授的《Stroke Rehabilitation: Guidelines for Exercise and Training to Optimize Motor Skill》一书翻译成中文《脑卒中康复: 优化运动技能的练习与训练指南》,成为运动再学习方案的升级版。该书充实了大量研究新成果,为运动再学习方案提供了更加深入的科学依据。第七~九届全国学习班以新的升级版作为讲义,得到学员高度赞扬。今年将在以往内容基础上,增加一些以运动再学习理念为核心的新技术,如机器人辅助训练、虚拟情景训练等。学习班采用理论解析与实践操作相结合的方式,授课内容强调理论循证性与临床技能实用性。相信在以往九期培训班经验积累的基础上,此次学习班将成为最具技术含量的一届。报名时间为 2012 年 10 月 15-20 日(15 日全天报到),学费 1200 元(含书和讲义,食宿统一安排,费用自理。考试合格者授予国家级继续教育学分 10 学分,名额 50 人。报名申请请于 9 月 30 日前寄到: 100034 北京大学第一医院康复医学科罗春收;或 e-mail: luochun226@sina.com;联系电话: 010-83575162 或 010-83572455。若无第二轮通知,请按时到北京市西城区西什库大街 7 号,北京大学第一医院(北大医院)第二住院部一层 A 区康复医学科报到。

北京大学第一医院康复医学科  
2012 年 7 月