

·综述·

肩关节旋转肌群等速肌力评定的重测信度:测试体位的影响

丛 卉^{1,2} 周谋望^{1,3}

肩关节是人体所有关节中活动范围最大、运动学方面最为复杂的关节。肩关节周围的肌肉在运动过程中收缩产生动态稳定作用,尤其旋转肌群在肩关节功能与稳定性中起到重要的作用。很多研究已经证实,肩关节外旋与内旋肌群之间存在肌力不平衡是导致肩关节骨骼-肌肉功能障碍的主要因素之一^[1-3],而旋转肌群肌力失衡会导致肩关节疾病的发生^[28-31](例如撞击综合征、肩袖损伤等),所以准确地评价旋转肌群肌力对于临床应用有重要意义。

肩关节的结构非常复杂,相较于徒手肌力评定,等速肌力评定可以模拟关节的运动过程,动态地评价不同位置时各肌群的肌力变化,并以量化的结果配合图表形式报告,因此目前等速肌力评定已广泛应用于临床评价肌力特征、指导治疗方案以及观察疗效^[2,4-5]。而任何测量方法都需要研究其信度,信度是指测量结果的一致性、稳定性及可靠性。等速测试的信度对于临床应用是非常重要的,测试方法的可信度以及灵敏度越高,能够发现临床上重要而细微变化的概率也随之增加^[6]。信度包括组内信度与组间信度,组内信度是指同一测试人员在一定时间内对相同的对象进行二次评定,然后比较两次的结果,也称为重测信度;组间信度是指通过不同测试人员之间对同一组受试者的评价来检查结果的一致性程度。不同的信度研究需要采用不同的统计学方法,重测信度中如果是评价多个等级或连续变量结果时,一般选用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)作为评测指标,可以同时排除偶然一致性和系统性误差的干扰,目前ICC已广泛应用于临床研究当中^[7-13]。

目前已有许多肩关节等速肌力评定可重复性方面的相关研究^[2,14-15],由于肩关节本身的结构及其生物力学特性使得等速测试信度受到很多因素的影响(包括器械方面、受试者本身的因素、测试方案等),因此其测试信度受到质疑。其中关于旋转肌群等速肌力测试的主要问题之一就是测试体位的选择,并且研究者们发现测试体位似乎是一个决定性的影响因素。测试体位包括肩关节的位置(肩关节的姿势与关节轴心线的位置)以及受试者的体位(坐位、仰卧位或站立位)。在测试过程中,肩关节的位置(额状面或肩胛骨平面内

外展0°、45°或90°)与受试者体位共同决定关节轴心线的位置,进而影响测试的可重复性,即测试信度。

以下针对受试者三种不同体位进行相关研究的阐述。

1 站立位测试

站立位测试(图1)时,受试者需要站在动力头旁边,无法使用固定带固定,在操作人员调节好仪器位置后,需要标记受试者双足的位置以便再次测试时使用相同的位置,保证其可重复性,但由于没有量化标准故测试位置的重复性不能得到良好地控制。

由于其操作较为简便,故起初作为许多研究者的首选方法,Greenfield BH等^[17]和Frisiello S等^[18]的研究结果显示站立位测试时内旋肌群(Internal Rotator, IR)与外旋肌群(External Rotator, ER)的峰值力矩(Peak Torque, PT)可重复性良好,同时Greenfield BH^[17]还发现肩关节等速肌力评定时肩胛骨平面较额状面的可信度更佳。但是站立位测试存在躯干及肢体固定困难等,相关影响因素较多,可控性相对较差,所以更加适合进行康复训练而不宜肌力评定^[16]。目前,多数的肩关节外旋与内旋肌群的等速肌力评定研究选择坐位及仰卧位进行测试,站立位测试的相关研究已经罕见。

图1 站立位测试图



DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.12.021

1 北京大学第三医院康复医学科,100191; 2 中国医学科学院北京协和医院保健医疗部; 3 通讯作者
作者简介:丛卉,女,博士,住院医师; 收稿日期:2013-08-20

2 坐位测试

坐位测试(图2)时,需要将受试者的座椅调节为躯干与大腿之间的夹角为 90° ,操作人员可以根据测试项目选择性使用绑带固定受试者。在操作人员调节好仪器位置后,可以使用等速测试自备的软件系统记录受试者座椅及动力头的相关位置数据,以保证其可重复性。与站立位测试相较而言,坐位测试时位置的记录更加准确且受试者可以在固定躯干的情况下更好的完成测试,减少躯干的代偿作用。

图2 坐位测试图^[15]



坐位测试的相关研究是三种受试者体位中最常见的,其中以健康受试者居多。Van Meeteren 等^[14]选取健康受试者共20例(50%为男性),其中10例平日双上肢的活动量有明显差异(平均年龄为27岁),另外10例平日双上肢的活动量相当(平均年龄为32岁),选取坐位伴肩关节外展 21.5° 进行肩关节等速肌力测试,并于2周后复测1次,统计结果显示坐位伴肩关节外展 21.5° 测试的可重复性良好(ICC: 0.69—0.92),但是其最小可测变化值(smallest detectable differences, SDD)的范围为21%—43%,这一结果是否足够敏感测出肌力的真实改变还有待进一步明确。Dauty^[2]在探讨肩关节旋转肌群向心与离心等速测试方法的可重复性研究中,对14例健康受试者(50%男性,平均年龄为 47.5 ± 5.6 岁)采用坐位测试伴肩关节外展 45° 、肩胛骨平面,进行肩关节等速肌力测试,间隔约1个月后再次测试,结果提示在向心运动模式时,内旋肌群在 $60^\circ/\text{s}$ 与 $120^\circ/\text{s}$ 的角速度下,峰力矩、总做功以及平均做功的可重复性良好;在离心运动模式时,外旋肌群在 $60^\circ/\text{s}$ 与 $120^\circ/\text{s}$ 的角速度下,峰力矩、总做功以及平均做功的可重复性良好;其中以峰力矩的可重复性为最佳(ICC: 0.91—0.98);此研究的研究对象为中年男性,这一年龄段人群为肩袖疾病好发人群,研究结果显示坐位伴肩关节外展 45° 、肩胛骨平面进行肩关节旋转肌群测试信度良好,可以使用此体位进行测试,以及早发现旋转肌群肌力变化,进而及早发现肩袖功能改变、尽早采取治疗措施,防患于未然。Ann 等^[27]选取19例健康受试者使用Biodex System3等速测

试仪,采用坐位(肩胛骨平面内)间隔7天进行两次肩关节旋转肌群等速肌力测试,结果显示峰值力矩(ICCs: 0.88—0.96)和总做功(ICCs: 0.82—0.89)的可重复性良好。Mandalidis 等^[19]选取31例男性学生,采用坐位测试伴肩关节外展 45° 、水平内收 30° (肩胛骨平面内)进行等速肌力测试的可重复性研究,计算出重复测量相关的测试方法误差范围为3.9—13.3Nm,他们认为衡量等速肌力评定结果时应当将方法误差考虑在内。

与健康受试者为研究对象的研究相较之下,以患者为研究对象的研究就显得凤毛麟角。尽管对健康受试者进行肩关节旋转肌群等速肌力测试的信度提示良好,但患者可能由于自身病理生理变化而受更多因素影响,故测试可重复性未必与健康受试者一样良好。Anderson 等^[15]对10例患有慢性肩袖疾病(chronic rotator cuff pathology, CRCP)的受试者(6例男性及4例女性)采用坐位伴肩关节外展 45° 、肩胛骨平面内进行等速肌力测试,结果显示重复测试的信度良好(ICC: 患侧 0.90—0.96; 健侧 0.75—0.86)。但此外鲜少见相关研究。

对于肩关节不同外展角度的区别也有一些相关研究,例如Kimura 等^[23]采用坐位伴肩关节外展 90° 进行等速肌力测试,结果显示可信度并不理想(ICC: 0.09—0.77)。其他外展角度的可信度研究也欠佳,可能因此大部分相关研究均采用肩关节外展 45° 的位置,而所得结果大都提示可重复性良好^[3,15—16,20—23]。Edouard 等^[16]认为目前坐位伴肩关节外展 45° (肩胛骨平面内)在评价内旋及外旋肌群的峰值力矩时可信度最佳,而后他们对于肩关节旋转肌群等速肌力不平衡的测试可信度进行了进一步研究,其中就选择了坐位伴肩关节外展 45° (肩胛骨平面内)的测试体位,并显示了良好的可重复性^[24]。

3 仰卧位

仰卧位测试(如图3)时,受试者需要躺在动力头旁边的座椅上(座椅调节为 180°),操作人员根据测试程序的不同要求选择是否使用绑带固定躯干及双腿。在操作人员调节好仪器位置后,可以使用等速测试自备的软件系统记录受试者座椅及动力头的相关位置数据,以保证其可重复性。Forthomme 等^[22]发表的文章表明,仰卧位(伴肩关节外展 90° 或 45°)测试(CV: 7.1%—12.1%)时肩关节外旋肌群的峰值力矩的可信度比坐位时(CV: 9.5%—19.1%)高,他们认为仰卧位时躯干的固定(尤其是肩胛骨的固定)更加稳定是造成这种结果的可能原因。

关于仰卧位测试的可信度的研究数量不多,Kulma^[25]和上述Forthomme 等^[22]的研究表明选取仰卧位伴肩关节外展 45° 体位进行等速肌力测试时,外旋肌群和内旋肌群的峰力矩的ICC为0.82—0.84,此结果提示仰卧位伴肩关节外展 45°

图3 仰卧位测试图^[22]



进行肩关节旋转肌群等速肌力测试的可信度为中等至高等。

对于不同体位之间比较的研究更为少见,其中Edouard P等^[16]对2009年之前的相关研究进行系统性综述,认为有关仰卧位测试的研究较少,而且目前缺乏不同体位之间可重复性的研究。Forthomme等^[22]采用Cybex Norm Dynamometer (Henley Healthcare, Sugarland, TX, USA)对年龄在24岁左右的12例年轻男性进行仰卧位伴肩关节外展45°、仰卧位外展90°及坐位伴肩关节外展45°三个体位等速肌力测试的可重复性研究,结论为推荐采用仰卧位伴肩关节外展90°或45°进行测试。除此之外,尚未见比较不同体位之间信度的相关研究。

综上所述,目前关于肩关节旋转肌群等速肌力评定的研究提示,测试体位对测试可信度有着举足轻重的影响。在肩关节不同位置当中,外展45°并处于肩胛骨平面内的体位显示了最佳的重复信度。而关于受试者体位的研究表明,站立位更适合进行康复训练,而坐位及仰卧位评定均显示出较好的可重复性,但此两种体位间的对比研究较少。虽然仰卧位测试的相关研究较少,但现有研究结果均显示了良好的可信度,故认为仰卧位测试具有良好的发展潜力。

参考文献

- [1] Stickley CD, Hetzler RK, Freemyer BG, et al. Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes[J]. Journal of Athletic Training, 2008,43(6):571—577.
- [2] Dauty M, Delbrouck C, Huguet D, et al. Reproducibility of concentric and eccentric isokinetic strength of the shoulder rotators in normal subjects 40 to 55 years old[J]. Isokinet Exerc Sci, 2003,11:95—100.
- [3] Dvir Z. Isokinetics: Muscle Testing, Interpretation, and Clinical Applications[M]. 2nd ed. Tel Aviv, Israel: Tel Aviv University, 2004.
- [4] 顾新,佟方.等速运动装置在肩关节术后康复中的应用[J]. 中国康复医学杂志, 2003,18:278—279.
- [5] 万里, 刘吉林, 陈春健. 等速测试在手法治疗肩周炎疗效评估中的应用[J]. 中国康复医学杂志, 2001,16:104—106.
- [6] Impellizzeri FM, Bizzini M, Rampinini E, et al. Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex Norm dynamometer[J]. Clin Physiol Funct Imaging, 2008,28:113—119.
- [7] 刘若琳,王宁华. Frenchay活动量表在中国正常人和脑卒中患者应用中的信度研究[J]. 中国康复医学杂志, 2011,26(4):323—328.
- [8] 周谋望, 杨延斌, 葛杰, 等. 健康成人等张肌力测试的重测信度研究[J]. 中国康复医学杂志, 2005, 20(10):724—727.
- [9] 王娜, 瓮长水, 朱才兴, 等. 功能性蹲屈测试系统在老年人下肢等长肌力测量中的重测信度[J]. 中国康复理论与实践, 2010, 16(1):19—20.
- [10] 李雪迎, 于文, 王宁华. 多频段生物电阻抗分析法测量人体成分的信度研究[J]. 中国康复医学杂志, 2003, 18(10):595—596.
- [11] 毕胜, 许云影. 偏瘫上肢联合反应分级量表内部一致性与信度研究[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 22(7):626—627.
- [12] 闵瑜, 吴媛媛, 燕铁斌. 改良Barthel指数(简体中文版)量表评定脑卒中患者日常生活活动能力的效度和信度研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2008, 30(3):185—188.
- [13] 段亚景, 王宁华, 谢斌. 神经根型颈椎病患者与正常人握力测量的对照研究[J]. 中国康复理论与实践, 2009, 15:857—860.
- [14] Meeteren Jv, Roebroek ME, Stam HJ. Test-retest reliability in isokinetic muscle strength measurements of the shoulder[J]. J Rehabil Med, 2002, 34:91—95.
- [15] Anderson VB, Bialocerkowski AE, Bennell KL. Test-retest reliability of glenohumeral internal and external rotation strength in chronic rotator cuff pathology[J]. Phys Ther Sport, 2006, 7:115—121.
- [16] Edouard P, Samozino P, Julia M, et al. Reliability of isokinetic assessment of shoulder-rotator strength: a systematic review of the effect of position[J]. J Sport Rehabil, 2011, 20:367—383.
- [17] Greenfield BH, Donatelli R, Wooden MJ, et al. Isokinetic evaluation of shoulder rotational strength between the plane of scapula and the frontal plane[J]. Am J Sports Med, 1990, 18:124—128.
- [18] Frisiello S, Gazaille A, O'Halloran J, et al. Test-retest reliability of eccentric peak torque values for shoulder medial and lateral rotation using the Biodex isokinetic dynamometer[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 1994, 19:341—344.
- [19] Mandalidis DG, Donne B, Regan MO. Reliability of Isokinetic internal and external rotation of the shoulder in the scapular plane[J]. Isokinetics and Exercise Science, 2001, 9: 65—72.
- [20] Plotnikoff NA, MacIntyre DL. Test-retest reliability of glenohumeral internal and external rotator strength[J]. Clin J Sport Med, 2002, 12:367—372.
- [21] Codine P, Bernard PL, Sablayrolles P, et al. Reproducibility of isokinetic shoulder testing[J]. Isokinet Exerc Sci, 2005, 13:61—62.
- [22] Forthomme B, Maquet D, Crielaard J, et al. Shoulder isokinetic assessment: a critical analysis[J]. Isokinet Exerc Sci, 2005, 13:59—60.
- [23] Kimura IF, Gulick DT, Alexander DM, et al. Reliability of peak torque values for concentric and eccentric shoulder internal and external rotation on the Biodex, Kinetic Communicator, and Lido dynamometers[J]. Isokinet Exerc Sci, 2005, 13:59—60.

- 1996,6:95—99.
- [24] Edouard P, Codine P, Samozino P, et al. Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer[J]. Journal of Science and Medicine in Sport (2012). ©2012 Sports Medicine Australia. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.
- [25] Kuhlman JR, Iannotti JP, Kelly MJ, et al. Isokinetic and isometric measurement of strength of external rotation and abduction of the shoulder[J]. J Bone Joint Surg Am, 1992, 74:1320—1333.
- [26] Forthomme B, Dvir Z, Crielaard JM, et al. Isokinetic assessment of the shoulder rotators: a study of optimal test position[J]. Clin Physiol Funct Imaging, 2011, 31:227—232.
- [27] Ann M. Cools, Erik E. Witvrouw, Lieven A. Danneels, et al. Test-retest reproducibility of concentric strength values for shoulder girdle protraction and retraction using the Biodex isokinetic dynamometer[J]. Isokinetics and Exercise Science, 2002, 10:129—136.
- [28] Leroux JL, Codine P, Thomas E, et al. Isokinetic evaluation of rotational strength in normal shoulder and shoulders with impingement syndrome[J]. Clin Orthop, 1994, 304:108—115.
- [29] McMaster WC, Long SC, Caiozzo VJ. Isokinetic torque imbalances in the rotator cuff of the elite water polo players [J]. Am J Sports Med, 1991, 19:72—75.
- [30] Wang HK, Cochrane T. Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes[J]. J Sports Med Phys Fitness, 2001, 41:403—410.
- [31] Stickley CD, Hetzler RK, Freemyer BG, et al. Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes[J]. J Athl Train, 2008, 43:571—577.

·综述·

步态分析在下肢假肢装配中的应用

吴志彬¹ 蒋宛凌¹ 舒彬^{2,3}

第二次全国残疾人抽样调查数据显示中国目前肢体残疾者2412万人,下肢截肢者约44万人^[1]。下肢假肢装配的目的是为了弥补下肢缺失,代替人体支撑和行走。假肢装配包含了假肢装配前的设计、假肢对线、假肢评定以及假肢训练等,下肢假肢装配的质量与患者的行走步态密切相关。而步态分析旨在通过生物力学和运动学手段,揭示步态异常的关键环节和影响因素^[2],可为下肢假肢的装配提供良好的技术保证。

1 下肢假肢的步态分析方法

步态异常是针对正常步态而言,所谓正常步态,是指当一个健康成人用自我感觉最自然、最舒适的姿态行进时的步态,是人体结构与功能、运动调节系统、行为及心理活动在行走时的外在表现,它具有三个特点^[3]:身体平稳、步长适当、耗能最少。任何神经、肌肉及骨关节疾患均可能导致步态异常。判断步态异常需要经过系统的步态分析,通常包括时空参数、运动学参数、动力学参数、肌电活动参数以及能量代谢参数等几个方面。

1.1 时空参数

时空参数是国内外研究最多、临床应用最广泛的步态分

析指标,主要包括步长、步长时间、步幅、平均步幅时间、步频、步宽、步速、足偏角、单腿支撑时间、双腿支撑时间、摆动时间等。

1.1.1 足印法测定:步行的时—空变量可以通过足印法得到,即在被测者脚底涂上墨汁,在铺上白纸的步行通道(一般为4—6m)上走过,也可以在撒上石灰粉的通道上留下足印,用秒表记录步行时间。通过足迹得到步长、步幅、步宽等步行变量。足印法虽然简单、定量,但精确性不足,且测试过程繁琐。

1.1.2 电子步垫测定:电子步垫测定仪包括硬件与软件两部分,硬件部分的核心技术是电子步垫,它由基体层、胶垫层以及设置在基体层与胶垫层之间的压力传感装置组成。压力传感装置包括若干串联的压力传感器组合,各压力传感器组合又分别包括若干压力传感器。电子步垫通过呈阵列布置的压力传感器,实时采集人体步态特征,并将采集的人体步态参数转化为数据信号。电子步垫测定客观准确、简单快速,具有良好的信度、效度^[4],适合于教学、临床步态异常筛查。

1.2 运动学参数

指运动的形态、速度和方向等参数,包括跨步特征、关节

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.12.022

1 第三军医大学大坪医院野战外科研究所康复医学科,重庆,400042;2 重庆医科大学附属康复医院;3 通讯作者

作者简介:吴志彬,男,硕士,主治医师;收稿日期:2012-12-02