

新型肌肉硬度评估系统量化肱二头肌不同收缩状态下张力变化研究

臧新宇, 李亚鹏, 杨晓晓, 夏巧苗, 冯亚男, 张红庆, 张志杰

作者单位: 471000 洛阳, 河南省洛阳正骨医院(河南省骨科医院)康复治疗部

作者简介: 臧新宇(1993-), 男, 大学本科, 初级康复治疗师, 研究方向: 骨关节及运动损伤康复。E-mail: 905816926@qq.com

通讯作者: 张志杰(1981-), 男, 博士, 副教授, 主任康复治疗师, 研究方向: 骨关节和运动损伤预防及康复治疗。E-mail: sportspt@163.com



张志杰, 博士, 硕士研究生导师, 主任康复治疗师, 河南省洛阳正骨医院康复院区副院长, 毕业于香港理工大学物理治疗系, 中国康复医学会物理治疗专业委员会副主任委员, 中国研究型医院学会冲击波专业委员会副主委, 中国中西医结合学会骨科康复专业委员会副主任委员, 中国康复医学会康复医疗机构管理委员会常务委员。主要从事肌肉韧带力学特性研究, 肌骨超声及体外冲击波在软组织疼痛的研究。参与备战 2012 年及 2016 年奥运会, 2018 年雅加达亚运会中国代表团医疗保障组成员, 发表学术论文 50 篇, 其中 SCI 论文 30 篇, 任多种国内外杂志编委及审稿专家, 获得第一届中国康复医学会科技进步二等奖, 河南省中医药科技进步一等奖。

[摘要] **目的** 研究新型肌肉硬度评估系统(MyotonPRO)量化肱二头肌不同收缩状态下张力变化。**方法** 经过培训的评估人员 A、B 采用 MyotonPRO 评估系统分别对 11 名受试者进行肱二头肌应对评估。测试者 A、B 分别在放松体位及 50% 最大力收缩状态下进行评估。对所得数据进行测试者间信度分析, 计算最小可检测变化值(MDC); 并对比放松体位与 50% 最大力收缩状态下肱二头肌硬度的差异性。**结果** 测试者 A、B 采用 MyotonPRO 评估系统测量患者放松体位下肱二头肌硬度的信度为好(ICC = 0.86), MDC 为 13.33 N/m。肱二头肌在放松状态下与 50% 最大力收缩状态下硬度分别为 186.21 N/m 和 472.54 N/m($P < 0.05$)。**结论** MyotonPRO 评估系统评估肱二头肌有较好的测试者间信度, 且可以用来检测在放松状态下与 50% 最大力收缩状态下的肱二头肌硬度的差异。

[关键词] 肌肉检测仪; 肱二头肌; 硬度

[中图分类号] R 322.7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2020)07-0662-04

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2020.07.04

Quantification of the changes of the tension of biceps brachii muscle under different contractile conditions using a new muscle stiffness assessment system ZANG Xin-yu, LI Ya-peng, YANG Xiao-xiao, et al. Rehabilitation Department, Luoyang Orthopedic-Traumatological Hospital of Henan Province(Henan Provincial Orthopedic Hospital), Luoyang 471000, China

[Abstract] **Objective** To study the quantification of the changes of the tension of biceps brachii muscle under different contractile conditions using a new muscle stiffness assessment system(MyotonPRO). **Methods** The trained assessors A and B used the assesment system MyotonPRO to evaluate the biceps response in 11 subjects. The assessor A assessed the results in a relaxed position of the biceps brachii muscle and the assessor B assessed the results under the condition of 50% maximum force contraction. The reliability analysis between the two assessors was performed on the obtained data to calculate the minimum detectable change(MDC). The difference of biceps brachii muscle stiffness measured in a relaxed position and under the condition of 50% maximal contractile force was compared. **Results** The inter-rater reliability of the biceps brachii muscle stiffness of the patients assessed by the assessors A and B using the assessment system MyotonPRO in a relaxed position of the biceps brachii muscle was good(ICC = 0.86),

with MDC being 13.33 N/m. The biceps brachii muscle stiffness was 186.21 N/m in a relaxed position of the biceps brachii muscle and 472.54 N/m under the condition of 50% maximum force of contraction ($P < 0.05$). **Conclusion** The assessment system MyotonPRO has a good inter-rater reliability in the evaluation of biceps brachii muscle stiffness, and can be used to detect the difference between the stiffness of biceps brachii in the state of relaxation and that in the state of 50% maximum force of contraction.

[Key words] Muscle detector; Biceps brachii muscle; Stiffness

骨骼肌的生物力学特性在不同的生理、病理状态下会发生改变,如温度^[1]、中风^[2]、脊髓损伤^[3]。精准评估骨骼肌硬度对疾病的发生、发展及治疗有更全面的认识,有助于医务人员提高诊疗水平。目前,临床上针对骨骼肌硬度的评估依靠医务人员双手触诊来判定,但该方法主观性强、需要长期的临床经验而难以统一^[4]。随着科学技术的发展,通过医疗设备定量评估软组织硬度受到医学界的青睐。最初,人们采用磁共振弹性成像(magnetic resonance elastography, MRE)进行软组织硬度定向评估,但由于该技术设备占地面积大、需要受试者到指定地点进行,且操作繁杂、需要专业技术人员操作,导致该技术并没有在临床上广泛应用^[5]。近年,剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)技术成为评估软组织特性的有效技术,但该技术设备价格高、需要专业的超声医师操作,也限制了该技术的普及。目前,新型 MyotonPRO 评估系统(MYOTON, 爱沙尼亚)具有简单、快速评估及便携的优点,有推广价值。经查阅文献,鲜见关于 MyotonPRO 评估系统评估肱二头肌硬度的可行性报道。因此,本研究主要研究 MyotonPRO 评估系统评估放松状态下及 50% 最大力收缩状态下利手侧肱二头肌硬度的差异性 & 测试者间信度。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2019-03 于河南省洛阳正骨医院招募 11 名健康志愿者参加。其中男 6 名,女 5 名;年龄 20 ~ 33 (25.4 ± 3.9) 岁;身高平均为 (169.9 ± 9.1) cm; 体重平均为 (61.5 ± 15.0) kg; 体质量指数 (body mass index, BMI) 平均为 (21.0 ± 3.3) kg/m²。根据研究目的自拟纳入标准:无神经肌肉系统疾病;既往利手侧无创伤史、手术史;无服用影响肌肉硬度的药物。受试者写字手定为利手^[6]。本研究经本院伦理委员会批准,所有受试者均签署知情同意书。

1.2 测试方法 测试前告知受测人员测试方法及步骤,取得受试者配合。肱二头肌收缩的最大力量及 50% 最大收缩力,均利用 BTE Primus 工作模拟训练系统(Primus RS 公司,美国)中的等长肌力测试

模块来采集。具体操作步骤如下:(1)受试者体位:受试者采取坐姿、屈肘 90° 体位,调整评估设备轴心位置、设置力臂长度,采用设备中的评估模式,让受试者屈肘用力测出肱二头肌的最大力量,然后算出最大力量的 50%。(2)定位:测量点为肱二头肌肌腹的中点^[7]。(3)测量:在上述测量肱二头肌最大力量后间隔 1 min 后,首先在同样体位下测量肱二头肌放松状态下硬度,其次让受试者屈肘发力,当受试者肱二头肌达到目标力量时,嘱其维持在此用力程度并测出硬度值。测试者 A 在患者肱二头肌收缩及放松状态下予以测量,测试者 B 仅在肱二头肌放松状态下进行肱二头肌的硬度评估。所有测量均进行 3 次,求取平均值。室温控制在 23 °C。

1.3 统计学方法 应用 SPSS16.0 统计软件对数据进行分析。计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,用配对 *t* 检验比较肱二头肌放松状态下与收缩状态下硬度值的差异。通过计算组内相关系数 (intra-class correlation coefficient, ICC) 进行测试者间信度分析。组内 ICC 等级划分:ICC ≤ 0.55 为差,0.55 < ICC ≤ 0.75 为中等,0.75 < ICC ≤ 0.90 为好,0.90 < ICC 为优秀^[8]。通过以下公式计算标准误 (standard error mean, SEM): SEM = 标准偏差 (standard deviation, SD) × √1 - ICC。通过以下公式计算最小可检测变化值 (minimum detectable change, MDC): MDC = 1.96 × SEM × √2。采用 Bland-Altman 图进一步直观地显示测试者间信度的一致性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

在肱二头肌放松状态下,测试者 A、B 间采用该法所测肱二头肌硬度信度为好 (ICC = 0.86), MDC 为 13.33 N/m。见表 1。Bland-Altman 分析显示,不同测试者间信度有较好的一致性。见图 1。测量的差值为 -3.8 N/m, 95% 置信区间的一致性界限为 -26.7 ~ 19.1 N/m。对于测试者 A 所得检测结果,肱二头肌在放松状态下与 50% 最大力收缩状态下硬度分别为 186.21 N/m 和 472.54 N/m, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见图 2。

表1 MyotonPRO 评估系统在放松体位下评估
两测试者肱二头肌硬度信度(N/m)

	测试者 A	测试者 B	SEM	ICC	ICC 95% CI	MDC
右侧	186.21 ± 17.09	182.39 ± 15.94	4.81	0.86	0.49 ~ 0.96	13.33

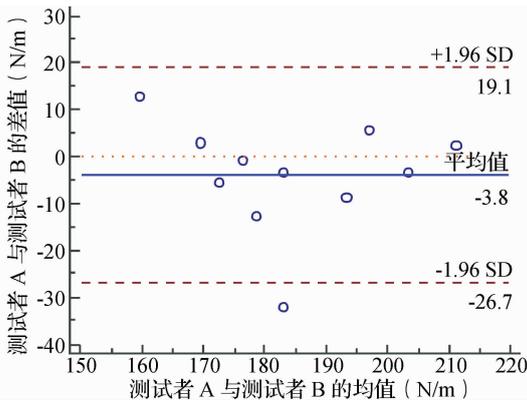


图1 测试者 A 和测试者 B 对 11 名受试者的 Bland-Altman 分析结果图

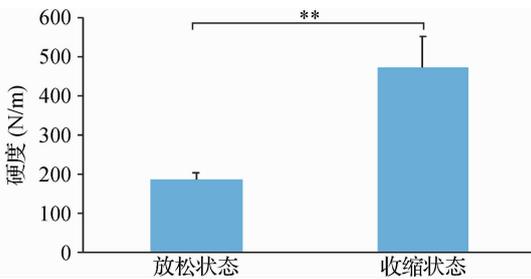


图2 测试者 A 在肱二头肌放松状态下与收缩状态下的硬度

3 讨论

3.1 本研究结果表明 MyotonPRO 评估系统评估肱二头肌有较好的测试者间信度,且可以用来检测在放松状态下与 50% 最大力收缩状态下的肱二头肌硬度的差异。本研究分析显示,MyotonPRO 评估系统评估利手侧肱二头肌硬度有较好的测试者间信度。查阅文献得知,国内外学者运用该技术进行了大量的信度研究。国内学者李亚鹏等^[8]用 MyotonPRO 评估腓肠肌内外侧头硬度并进行信度研究,结果显示具有较好的重测信度与测试者间信度。冯亚男等^[9]进行了跟腱硬度的评估,结果显示信度良好。随后又进行了竖脊肌硬度的信度研究,结果显示信度均为优秀。Liu 等^[10]进行了斜方肌硬度的信度研究,结果表明重测信度与测试者间信度优秀。国外学者 Van Deun 等^[7]用 MyotonPRO 评估了健康青年人群、老年人群以及肌张力过高患者肱二头肌硬度,结果显示 MyotonPRO 评估肱二头肌硬度重测信度较好,但评估肌张力过高患者信度总体较低,但该研究并未进行不同状态下肱二头肌硬度的研究。Davidson 等^[11]

用 MyotonPRO 评估大鱼际肌与会阴肌硬度,结果重测信度(ICC = 0.82 ~ 0.88)与测试者间信度(ICC = 0.85 ~ 0.86)均较高。

3.2 SEM 用于评估重复测量趋于真实值的分布, MDC 则反映真实变化的最小值,而非因测量误差引起^[12]。本研究中 SEM% 和 MDC% 分别为 2.58% ~ 2.64% 和 7.16% ~ 7.31%, SEM% < 10% 被认为是比较小的测量误差,是可以被接受的, MDC% < 10% 被认为是优秀的, < 30% 是可以被接受的^[7]。本研究绘制了利手侧肱二头肌硬度的 Bland-Altman 图,该方法为较全面地评价一致性的方法。此方法计算出不同测试者间测量结果的一致性界限,评估差异位于一致性界限内,则在临床上认为可以接受。从图 1 中可以看出,9.09% (1/11) 的点在 95% 一致性界限以外;在一致性界限范围内,测试者 A 与测试者 B 测得的肱二头肌硬度值相比,差值的绝对值最大为 13 N/m,两种方法测量结果平均为 159.5 N/m,这种相差的幅度在临床上可以接受,因此可以认为测试者 A 与测试者 B 测量的结果具有较好的一致性。

3.3 本研究结果表明,肱二头肌在放松状态下与 50% 最大力收缩状态下硬度分别为 186.21 N/m 和 472.54 N/m,差异有统计学意义($P < 0.05$)。从放松状态下到 50% 最大力收缩状态下肱二头肌硬度增加了 153.77%。Leonard 等^[13]运用肌张力计与表面肌电图(surface electromyography, sEMG)测量放松状态下、手持 6.8 kg 重物保持肱二头肌等长收缩状态下及最大自主收缩状态下肱二头肌硬度与表面肌电,结果显示两者具有较好的相关性。Chen 等^[14]学者运用 SWE 对 10 名健康志愿者进行了肘关节伸展与屈曲 30° 状态下肱二头肌硬度的评估,结果显示在伸展状态下肱二头肌硬度显著高于屈曲 30° 状态下,女性受试者右侧硬度显著高于左侧硬度。李亚鹏等^[15]进行了影响小腿三头肌硬度的影响因素研究,结果显示性别和体重对双侧小腿三头肌硬度有影响,且双侧下肢肌肉硬度对称。冯亚男等^[16]又进行了竖脊肌硬度信度及不同体位下竖脊肌硬度的差异性研究,结果显示端坐位 > 俯卧位 > 站立位,并表明该结果可以为久坐腰痛提供一定的理论依据。

3.4 本研究具有一定的局限性。首先本研究仅进行了利手侧的硬度评估,未进行非利手侧的评估,无法进行双侧对比分析;其次,本研究在测量肱二头肌最大收缩力后,可能对放松状态有一定的影响;最后,本研究应多测量几组不同最大肱二头肌力量,并建立与肌肉硬度的关系,也许更有临床意义。

综上所述,本研究表明肱二头肌不同用力状态下肱二头肌硬度有显著性差异,且测试者间信度为好。MyotonPRO 评估系统可以用来评估不同状态下肱二头肌硬度。

参考文献

- 1 Point M, Guilhem G, Hug F, et al. Cryotherapy induces an increase in muscle stiffness[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2018, 28(1): 260 - 266.
- 2 梁 辉, 卢 英, 刘夕霞, 等. 脑卒中后肌痉挛治疗的研究进展[J]. *中国临床新医学*, 2019, 12(11): 1251 - 1254.
- 3 Diong JH, Herbert RD, Harvey LA, et al. Passive mechanical properties of the gastrocnemius after spinal cord injury[J]. *Muscle Nerve*, 2012, 46(2): 237 - 245.
- 4 Hoyt K, Kneezel T, Castaneda B, et al. Quantitative sonoelastography for the in vivo assessment of skeletal muscle viscoelasticity[J]. *Phys Med Biol*, 2008, 53(15): 4063 - 4080.
- 5 Taniguchi K, Shinohara M, Nozaki S, et al. Acute decrease in the stiffness of resting muscle belly due to static stretching[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2015, 25(1): 32 - 40.
- 6 Leong HT, Ng GY, Leung VY, et al. Quantitative estimation of muscle shear elastic modulus of the upper trapezius with supersonic shear imaging during arm positioning [J]. *PLoS One*, 2013, 8(6): e67199.
- 7 Van Deun B, Hobbelen JSM, Cagnie B, et al. Reproducible Measurements of Muscle Characteristics Using the MyotonPRO Device: Comparison Between Individuals With and Without Paratonia[J]. *J Geriatr Phys Ther*, 2018, 41(4): 194 - 203.
- 8 李亚鹏, 冯亚男, 朱 毅, 等. 一种新型数字化肌肉检测仪用于评估腓肠肌内外侧头硬度的信度研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(5): 551 - 555.
- 9 冯亚男, 李亚鹏, 张志杰, 等. 新型数字化弹性触诊仪测量跟腱

硬度的信度研究[J]. *中国康复理论与实践*, 2018, 24(6): 709 - 712.

- 10 Liu CL, Feng YN, Zhang HQ, et al. Assessing the viscoelastic properties of upper trapezius muscle: Intra- and inter-tester reliability and the effect of shoulder elevation[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2018, 43: 226 - 229.
- 11 Davidson MJ, Bryant AL, Bower WF, et al. Myotonometry Reliably Measures Muscle Stiffness in the Thenar and Perineal Muscles[J]. *Physiother Can*, 2017, 69(2): 104 - 112.
- 12 Lin KC, Hsieh YW, Wu CY, et al. Minimal detectable change and clinically important difference of the Wolf Motor Function Test in stroke patients[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2009, 23(5): 429 - 434.
- 13 Leonard CT, Brown JS, Price TR, et al. Comparison of surface electromyography and myotonometric measurements during voluntary isometric contractions[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2004, 14(6): 709 - 714.
- 14 Chen J, O'Dell M, He W, et al. Ultrasound shear wave elastography in the assessment of passive biceps brachii muscle stiffness: influences of sex and elbow position[J]. *Clin Imaging*, 2017, 45: 26 - 29.
- 15 李亚鹏, 冯亚男, 朱 毅, 等. 基于新型肌肉定量评估仪分析影响小腿三头肌硬度的因素[J]. *中国康复理论与实践*, 2018, 24(4): 442 - 446.
- 16 冯亚男, 李亚鹏, 张志杰. 数字化弹性触诊仪用于健康人竖脊肌硬度评估的研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2019, 34(4): 465 - 467.

[收稿日期 2020-03-23][本文编辑 吕文娟 余 军]

本文引用格式

臧新宇, 李亚鹏, 杨晓晓, 等. 新型肌肉硬度评估系统量化肱二头肌不同收缩状态下张力变化研究[J]. *中国临床新医学*, 2020, 13(7): 662 - 665.