

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

李亚鹏¹ 冯亚男² 朱毅³ 刘春龙⁴ 刘书芳¹ 张志杰^{2,5}

摘要

目的:用新型 MyotonPRO 数字化肌肉检测仪评估健康成年人腓肠肌内外侧头硬度信度研究,对比小腿三头肌内外侧头硬度。

方法:两名经过培训的测试人员 A、B 分别用新型 MyotonPRO 对 40 例健康志愿者双侧腓肠肌内外侧头硬度进行测量,其中测试人员 A 在 5 天之后重复测量一次。计算组内相关系数(ICC)和最小检测变化值(MDC),并对利腿侧进行 Bland-Altman 分析,同时比较利腿与非利腿侧腓肠肌内外侧头硬度的差异性。

结果:测试人员 A 与测试人员 B 的评估者间信度 ICC 两侧均为优秀(ICC=0.94—0.96),测试人员 A 的重测信度均为好(ICC=0.75—0.87),最小检测变化值为 18.3 N/m;Bland-Altman 分析显示,同一测试者与不同测试者之间均有较好的一致性。利腿和非利腿侧腓肠肌内外侧头硬度均有显著性差异($P<0.00$)。

结论:新型 MyotonPRO 数字化肌肉检测仪评估健康成年人小腿腓肠肌内外侧头硬度信度较高,腓肠肌外侧头硬度比内侧头大。

关键词 肌肉检测仪;腓肠肌;肌肉硬度;信度

中图分类号:R493 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2018)-05-0551-05

The intra and inter-rater reliability of the medial and lateral head stiffness measurement of the gastrocnemius muscle by a novel hand-held MyotonPRO device in healthy subjects/LI Yapeng, FENG Ya'nan, ZHU Yi, et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2018, 33(5): 551—555

Abstract

Objective: To investigate the intra and inter-rater reliability of MyotonPRO in assessment of the medial and lateral head stiffness of the gastrocnemius muscle.

Method: Forty healthy subjects (male, $n=20$, female, $n=20$, total, $N=40$) were recruited and the medial and lateral head of the gastrocnemius muscle were measured using a novel hand-held MyotonPRO device by two raters. One of the raters performed re-testing 5d later. Reliability was assessed using intra-class correlation coefficients (ICCs) and Bland and Altman analysis. Minimum detectable change (MDC) was calculated in the present study. The medial and lateral head stiffness of the gastrocnemius muscle of the dominant or non-dominant leg were compared in the present study.

Result: The inter-rater reliability of the medial and lateral head stiffness of the gastrocnemius muscle was excellent(ICC=0.94-0.96).The intra-rater reliability was good(ICC=0.75-0.87) with 18.3 N/m minimum detectable change(MDC). Examples of Bland and Altman plots showed good agreement. There was significant difference between the medial and lateral head stiffness of the gastrocnemius muscle ($P<0.00$).

Conclusion: The intra and inter-rater reliability of MyotonPRO were good in measuring the medial and lateral

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.05.011

1 广州体育学院运动康复教研室,510500; 2 河南省洛阳正骨医院,河南省骨科医院; 3 海南省农垦总医院康复治疗中心; 4 广州中医药大学针灸康复临床医学院; 5 通讯作者

作者简介:李亚鹏,男,硕士研究生; 收稿日期:2016-12-21

head stiffness of the gastrocnemius muscle in healthy subjects. There was significant difference between the medial and lateral head stiffness of the gastrocnemius muscle.

Author's address Guangzhou Physical Education Institute, 510500

Key word MyotonPRO; gastrocnemius; muscle stiffness; reliability

肌肉的硬度是抵抗其主动收缩和阻碍外力改变其原有形态的肌肉生物力学特性。在异常高的肌肉硬度下活动,主动肌需要更多的力量来牵拉拮抗肌。腓肠肌以两个头分别起自股骨的内、外上髁,两肌于小腿中部结合,向下移行为粗壮的跟腱止于跟骨结节^[1],对人的直立和行走起着重要作用。因此,对腓肠肌内外侧头的生物力学特性研究就非常有意义。

在查阅文献的同时发现,对腓肠肌内外侧头同时进行评估的研究还比较少。因此,本研究选取健康人作为研究对象,采用MyotonPRO数字化肌肉弹性检测仪对健康人群腓肠肌内外侧头硬度进行观察并作相关分析,现报道如下。

1 对象与方法

1.1 对象

2016年8月于河南省洛阳正骨医院筛选40例健康实习生志愿者参加。其中男性20例,女性20例;平均年龄(24.50 ± 1.26)岁;平均身高(168.72 ± 8.80)cm;平均体重(61.05 ± 9.70)kg;平均BMI(21.35 ± 2.16);每周运动时间1—5h,平均2.5h。

纳入标准:无脑及脊髓神经病变者;无小腿三头肌疼痛及受伤史;同意参加此研究者。

1.2 腓肠肌内外侧头硬度测量

测试前,告知受测人员测试方法及测试步骤,取得受试者的配合。首先,令受试者俯卧于治疗床,双上肢自然下垂置于身体两侧,下肢自然伸直,双脚悬于床外。用卷尺分别在胫骨两侧(胫骨内侧髁、腓骨小头)和跟骨(跟骨结节)部位寻找骨性标志,并作标记。再利用卷尺分别测量胫骨内侧髁至跟骨结节、腓骨小头至跟骨结节的距离,分别于两侧中上1/3处作标记^[2-3]。受试者在测量之前先休息放松5min,之

后分别由测试人员A、B用新型MyotonPRO数字化肌肉检测仪测量腓肠肌内外侧头的硬度,5天之后由测试人员A再重复上述步骤进行测量。其中每位测试人员每个定点部位测量3次,最后求取平均值。

1.3 统计学分析

该研究应用SPSS16.0统计软件对所测量的数据进行统计学分析。用组内相关系数(ICC)分析测试人员的重测信度和测试者间信度,其结果用组内相关系数等级划分^[4]: $ICC < 0.55$ 为差; $0.55 < ICC < 0.75$ 为中等; $0.75 < ICC < 0.90$ 为好; $0.90 < ICC$ 为优秀。计算最小检测变化值(minimal detectable change, MDC)^[5-6]。对利腿侧结果绘制Bland-Altman图^[7]。用配对 t 检验分析对比腓肠肌内外侧头的肌肉硬度。所有计量资料均以均数 $\pm$ 标准差表示。 $P < 0.05$ 表示有显著性差异。

2 结果

测试人员A与测试人员B对左右两侧腓肠肌硬度S(dynamic stiffness;N/m)值在95%置信区间下,测试者间信度ICC分别为左侧腓肠肌内/外侧头为0.96/0.94,右侧腓肠肌内/外侧头为0.94/0.94(表1),MDC左侧内/外侧头分别为20.5/25.1 N/m,右侧内/外侧头分别为18.3/28.1N/m;测试人员A的重测信度ICC(表1)分别为左侧腓肠肌内/外侧头为0.78/0.76;右侧腓肠肌内/外侧头为0.87/0.75,MDC(表2)左侧内/外侧头分别为18.0/25.1 N/m,右侧内/外侧头分别为21.5/24.5 N/m;Bland-Altman图分析显示,同一测试者与不同测试者之间均有较好的一致性(图1);双侧腓肠肌肉内外侧头硬度有显著性差异($P < 0.01$),见表3。

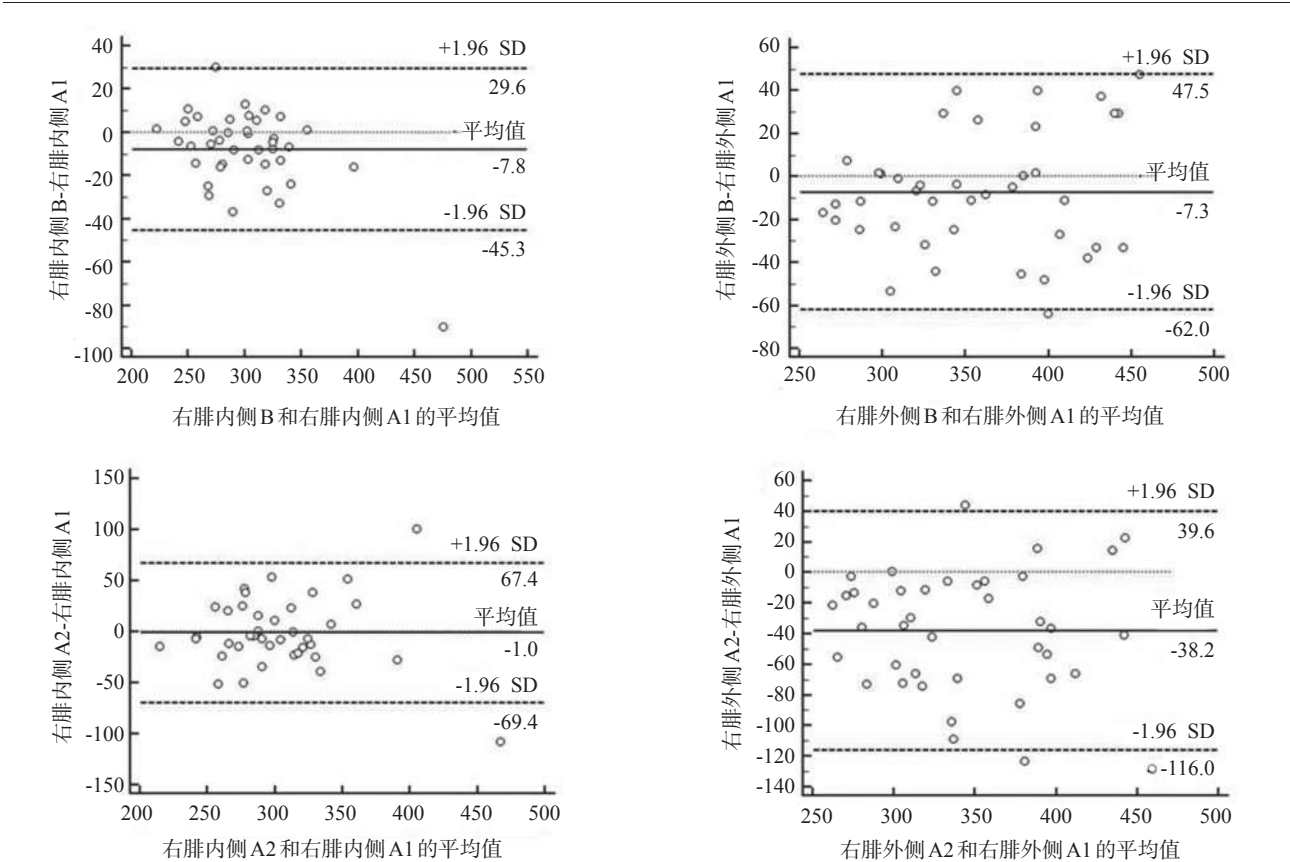
表1 评估者A与评估者B间信度组内相关系数(ICC)与最小检测变化值(MDC)

腓肠肌	评估者A($\bar{x} \pm s$,N/m)		评估者B($\bar{x} \pm s$,N/m)		ICC		MDC(N/m)	
	内侧头	外侧头	内侧头	外侧头	内侧头	外侧头	内侧头	外侧头
左侧	299.9 $\pm$ 50.7	349.8 $\pm$ 57.3	301.7 $\pm$ 46.7	349.4 $\pm$ 59.6	0.96	0.94	20.5	25.1
右侧	303.4 $\pm$ 51.2	365.0 $\pm$ 65.7	297.8 $\pm$ 41.8	355.0 $\pm$ 64.1	0.94	0.94	18.3	28.1

表2 评估者A重测信度组内相关系数(ICC)与最小检测变化值(MDC)

腓肠肌	第1次($\bar{x}\pm s, N/m$)		第2次($\bar{x}\pm s, N/m$)		ICC		MDC(N/m)	
	内侧头	外侧头	内侧头	外侧头	内侧头	外侧头	内侧头	外侧头
左侧	299.9±50.7	349.8±57.3	295.4±41.1	337.1±64.3	0.78	0.76	18.0	25.1
右侧	303.4±51.2	362.3±59.7	302.5±49.1	324.1±56.0	0.87	0.75	21.5	24.5

图1 右侧腓肠肌硬度 Bland-Altman 图



A1: 测试者A第一次测量; A2: 测试者A第二次测量

表3 左右两侧内外侧头硬度差异比较表 ($\bar{x}\pm s, N/m$)

肌肉	评估者A1	评估者B	评估者A2	P
左侧腓肠肌				0.00
内侧头	299.9±50.7	301.7±46.7	295.4±41.1	
外侧头	349.8±57.3	349.4±59.6	337.1±64.3	
右侧腓肠肌				0.00
内侧头	303.4±51.2	297.8±41.8	302.5±49.1	
外侧头	365.0±65.7	355.0±64.1	324.1±56.0	

注: $P<0.05$ 表示显著性差异

3 讨论

新型 MyotonPRO 数字化肌肉检测仪评估健康成年人小腿腓肠肌肉内外侧头硬度信度较高,腓肠

肌肉内外侧头硬度均有显著性差异。

肌肉的硬度是抵抗其主动收缩和阻碍外力改变其原有形态的肌肉生物力学特性。在正常生理状态下,静息的肌肉具有伸展性,很容易被拉长;收缩的肌肉则具有了更大的硬度,需要用更大的力才能拉长它。肌肉的伸展性可以延缓由肌肉收缩产生的张力传递到骨骼的时间,如果硬度增加,缩短了肌肉收缩产生张力与传递的时间,则更容易损伤软组织。由此可见,精准、快速、可靠的评估肌肉的生物力学特性非常重要。在本次研究中对 MyotonPRO 信度进行分析发现,评估间信度均为优秀($ICC>0.94$),要

比评估者A的重测信度($ICC=0.75-0.87$)要高。国外学者Mullix等^[8]用MyotonPRO设备测试股直肌、股二头肌肉信度研究,该结果与本研究结果一致,评估者间信度优秀($ICC>0.99$)、重测信度良好($ICC=0.72-0.87$)。究其原因可能为5天的时间间隔过久,影响因素过多(比如:期间进行健身锻炼等)。

此外,本研究绘制了利腿侧的Bland-Altman图,该方法是较全面的评价一致性的方法,该方法计算出两次测量结果的一致性界限。测量的差异位于一致性界限内在临床上是可以接受的,则可认为两次测量的结果具有较好的一致性,两次测量方法可以互相替换^[9]。其从图中可以看出无论是不同的测试人员,还是相同的测试人员,绝大部分的点在95%的一致性界限范围之内(图4有3个点在界限以外,为最多),这种结果差异在临床上可以接受,可以认为测量的结果具有较好的一致性。

本研究分别做了左右两侧腓肠肌内外侧头的硬度结果对比,发现非利腿(左侧)腓肠肌外侧头比内侧头硬度大17%,利腿(右侧)腓肠肌外侧头比内侧头大21%,这可能与肌纤维类型含量有关。有研究表明,I型肌纤维比II型肌纤维有更大的硬度^[10-11],这可能与内部的肌联蛋白亚型有关^[12]。这一研究结果与Akagi等^[13]用剪切波超声弹性成像技术测得结果一致($LG=33.5\pm 6.3$ kPa; $MG=27.6\pm 7.3$ kPa)。同时指出肌肉组织内的结缔组织(例如:肌内膜、肌束膜、肌外膜)共同构成了并联弹性成分,形成被动张力,而肌束膜是肌肉硬度的主要细胞外因素。此外,肌肉硬度还可能与横桥数量有关,Huxley和Simmons^[14]及Ford等^[15]学者通过测量硬度来观察横桥增加的比例或每个横桥平均力量的增加。Cornacchione等^[16]研究表明, Ca^{2+} 浓度的增加,能引起肌钙蛋白构型改变及肌丝的牵拉,肌动肌球蛋白复合蛋白增加,进而影响肌小节的硬度。然而,在Masood^[2]的研究中发现,健康人在最大自主收缩过程中内侧头($\approx 34\%$)表面肌电图募集程度要高于外侧头($\approx 21\%$)。对临床治疗具有一定的指导意义。

目前,国内外很多学者已经用MyotonPRO做了大量相关的基础研究。Agyapongbadu等^[17]对年轻、年老两种健康男性人群股直肌和肱二头肌肉信度进行了研究,结果均为优秀。此外一些学者,对老年男

性上肢肱二头肌^[18]、下肢股四头肌^[19]对称性进行分析,发现老年男性肱二头肌对称性差一些,股四头肌良好。Agyapong-Badu等^[20]用新型MyotonPRO设备对不同年龄段的健康人群肌肉特性进行分析,结果随着年龄的增加肌肉硬度和张力增加,粘弹性降低,Nair等^[21]对健康人下腰部筋膜硬度进行评估,结果男性比女性高,右侧比左侧高,俯卧10min后比初始值高,在Brendle^[22]的研究中对静态拉伸与动态拉伸进行了分析,结果表明动态牵拉对田径运动员肌肉爆发力有好的影响。

此外,一些研究者采用不同的干预手段,利用MyotonPRO对干预前后效果进行分析。Ortega-Cebrian^[23]对ACL重建术后针刺干预康复进行了研究,结果股直肌和股外侧肌肉生物力学特性没有显著改变。Schneider等^[24]在微重力环境下对肌肉组织特性改变进行研究,结果在失重状态下肌肉硬度显著降低。Wang^[25]用贴扎技术对扁平足患者治疗后即时效果进行了研究,结果表明贴扎技术能立即减少下肢肌肉的硬度。Gordon等^[26]用筋膜触发点释放治疗慢性肩痛前后疗效观察,结果治疗区硬度显著性降低,黏弹性增加。

本研究选择俯卧位,双足悬于床外,双手置于身体两侧,测量前休息5min,主要目的使肌肉充分放松;测量部位选取胫骨内侧髁、腓骨小头与跟尖连线的中上1/3交界处,是因为该处为小腿腓肠肌内外侧头于此最丰厚,皮下脂肪组织最薄,有利于肌肉硬度真实值的测量;为了确保数据的可靠性,本研究每部位测量3次,求取平均值。此外,本研究选取的受试者BMI平均值为 21.35 ± 2.16 ,介于正常值18.5—24.99之间,将误差降到最低。然而,本研究仍存在一定的误差,受试者在进行测量前的运动量无法统一,虽然在正式测量前会有一定的休息时间,但仍然不能保证每个人的肌肉状态一致。本研究尽可能的排除干扰因素,确保数值的可靠性,准确性。

MyotonPRO能够快速精准无创、不受体位和重力限制的测量肌肉的多个生物力学参数。尽管如此,该设备也有他的不足之处,不能测量肌肉群,不能测量厚度小于3mm的肌肉,不能测量被大于20mm脂肪组织覆盖的肌肉。这些局限性也更好的指导了MyotonPRO的精准测量。

4 结论

本研究表明,MyotonPRO数字化肌肉触诊仪在测量健康青年小腿腓肠肌肉内外侧头硬度信度较高,可以精准快速测量肌肉的生物力学特性,但相关问题尚待深入研究。

参考文献

- [1] 林宇进,覃健,黄保华,等.腓肠肌起点解剖观察及其在全膝关节置换术中的意义[J].解剖学杂志,2012,35(2):213—216.
- [2] Masood T, Bojsenmøller J, Kalliokoski KK, et al. Differential contributions of ankle plantarflexors during submaximal isometric muscle action: a PET and EMG study[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2014, 24(3):367—374.
- [3] Riemann BL, Limbaugh GK, Eitner JD, et al. Medial and lateral gastrocnemius activation differences during heel-raise exercise with three different foot positions[J]. J Strength Cond Res, 2011, 25(3):634—639.
- [4] 刘春龙,张志杰,余瑾,等.康复超声成像技术测量健康青年腹部肌肉厚度及其信度研究[J].中国康复医学杂志,2014,29(2):124—126.
- [5] 冯亚男,张志杰,豆勇刚,等.肌肉骨骼超声成像测量健康青年股骨外侧髁韧带束的信度[J].中国康复理论与实践,2014,20(12):1156—1157.
- [6] 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):823—852.
- [7] 温红梅,兰月,窦祖林,等. Myoton-3肌肉检测仪在健康成人肌张力测量中的评价者间信度[J].中国康复理论与实践,2013,(11):1058—1060.
- [8] Mullix J, Warner M, Stokes M. Testing muscle tone and mechanical properties of rectus femoris and biceps femoris using a novel hand held MyotonPRO device: relative ratios and reliability[J]. Work Pap Health Sci, 2012, 1(1):1—8.
- [9] 陈卉. Bland-Altman分析在临床测量方法一致性评价中的应用[J].中国卫生统计,2007,24(3):308—309.
- [10] Mutungi G, Ranatunga KW. The viscous, viscoelastic and elastic characteristics of resting fast and slow mammalian (rat) muscle fibres[J]. J Physiol, 1996, 496:827—836.
- [11] Mutungi G, Ranatunga KW. Temperature-dependent changes in the viscoelasticity of intact resting mammalian (rat) fast-and slow-twitch muscle fibres[J]. J Physiol, 1998, 508(1):253—265.
- [12] Wang K, McCarter R, Wright J, et al. Regulation of skeletal muscle stiffness and elasticity by titin isoforms: a test of the segmental extension model of resting tension[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1991, 88(16):7101—7105.
- [13] Akagi R, Takahashi H. Acute effect of static stretching on hardness of the gastrocnemius muscle[J]. Med Sci Sports Exerc, 2013, 45(7):1348—1354.
- [14] Huxley AF, Simmons RM. Proposed mechanism of force generation in striated muscle[J]. Nature, 1971, 233(5321):533—538.
- [15] Ford LE, Huxley AF, Simmons RM. Tension transients during the rise of tetanic tension in frog muscle fibres[J]. J Physiol, 1986, 372:595—609.
- [16] Cornachione AS, Rassier DE. A non-cross-bridge, static tension is present in permeabilized skeletal muscle fibers after active force inhibition or actin extraction[J]. Am J Physiol Cell Physiol, 2012, 302(3):C566—574.
- [17] Agyapong-Badu S, Aird L, Bailey L, et al. Interrater reliability of muscle tone, stiffness and elasticity measurements of rectus femoris and biceps brachii in healthy young and older males[J]. Work Pap Health Sci, 2013, 1(4):1—11.
- [18] Bailey L. Parameters Representing Muscle Tone, Elasticity and Stiffness of Biceps Brachii in Healthy Older Males: Symmetry and Within-Session Reliability Using the MyotonPRO[J]. J Neurol Disord, 2013, 01(1):1—7.
- [19] Aird L, Samuel D, Stokes M. Quadriceps muscle tone, elasticity and stiffness in older males: Reliability and symmetry using the MyotonPRO[J]. Arch Gerontol Geriatr, 2012, 55(2):e31—e39.
- [20] Agyapong-Badu S, Warner M, Samuel D, et al. Measurement of ageing effects on muscle tone and mechanical properties of rectus femoris and biceps brachii in healthy males and females using a novel hand-held myometric device[J]. Arch Gerontol Geriatr, 2016, 62:59—67.
- [21] Nair K, Masi AT, Andonian BJ, et al. Stiffness of resting lumbar myofascia in healthy young subjects quantified using a handheld myotonometer and concurrently with surface electromyography monitoring[J]. J Bodyw Mov Ther, 2016, 20(2):388—396.
- [22] Brendle S. Acute effect of static and dynamic stretching on tone and elasticity of hamstring muscle and on vertical jump performance in track-and-field athletes[J]. Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis, 2014, 20(3):48—59.
- [23] Ortega-Cebrian S, Luchini N, Whiteley R. Dry needling: Effects on activation and passive mechanical properties of the quadriceps, pain and range during late stage rehabilitation of ACL reconstructed patients[J]. Phys Ther Sport, 2016, 21:57—62.
- [24] Schneider S, Peipsi A, Stokes M, et al. Feasibility of monitoring muscle health in microgravity environments using Myoton technology[J]. Med Biol Eng Comput, 2015, 53(1):1—10.
- [25] Wang JS, Um GM, Choi JH. Immediate effects of kinematic taping on lower extremity muscle tone and stiffness in flexible flat feet[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(4):1339—1342.
- [26] Gordon CM, Andrasik F, Schleip R, et al. Myofascial triggerpoint release (MTR) for treating chronic shoulder pain: A novel approach[J]. J Bodyw Mov Ther, 2016, 20(3):614—622.