

等速运动系统不同测试模式对膝关节本体感觉功能评估的信度研究*

付孝翠¹ 顾浩¹ 孙丹¹ 张弛¹ 方应祥¹ 毕霞^{1,2,3}

本体感觉评估方法众多,包括传统体格检查法、音叉检测法、角度阈值测量法、关节位置重现法、本体感觉诱发电位检测法、定量感觉检查法及事件相关电位法等,目前,关节位置重现法是主流的本体感觉评估方法^[1]。Biodex多关节等速测试训练系统是目前临床常用的本体感觉定量评估测试仪器之一,但该系统在定量评估本体感觉时,测试模式繁杂,缺乏统一标准,且其不同测试模式的可靠性(信度)研究鲜有报道^[2]。选择恰当的测试模式不仅可以准确有效的评估本体感觉,为临床康复治疗方案的制定提供指导,也可以减免不必要测试,减轻医务者工作量。因此,本体感觉测试模式的选择显得尤为重要。本研究选用该系统中开链主动、开链被动、闭链主动和闭链被动四种不同测试模式分别定量评估膝关节本体感觉并对其进行信度检验,为临床及科研选择可靠的本体感觉测试方法提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2017年8月—2018年10月在上海市浦东新区公利医院选取32例健康志愿者,每位志愿者左右两侧膝关节本体感觉均接受定量评估,共64例膝关节。其中,男性16例,女性16例;年龄(24.13±3.20)岁;体重(59.50±7.55)kg;身高(168.81±7.79)cm;体重指数(Body Mass Index, BMI)(21.83±1.64)。纳入标准:①无神经系统疾病;②双下肢无手术及外伤病史,未诉有双下肢乏力,关节结构异常;③无精神心理障碍疾病。排除标准:①既往有影响本体感觉的神经系统、肌肉骨骼系统疾病;②既往有下肢关节疼痛、活动受限;③既往有下肢外伤史;④测试过程中出现下肢不适、疼痛者。伦理审批号:公利医院伦审标准号2017-021。

1.2 研究方法

测试工具采用美国Biodex System 4多关节等速测试训练系统(Biodex Corporation Shirley, NY, USA)。测试体位及参数设置:①开链(主动/被动)测试体位及方案如下:受试者取坐位,固定带固定其躯干,选取膝关节附件,令股骨外上髁对准轴心,并用胫骨带将小腿固定于附件上,取膝关节屈

曲90°为起始角度,膝关节屈曲30°、45°和60°为目标角度,主动位置重现时,角速度为300°/s,被动位置重现时,角速度为2°/s。②闭链(主动/被动)测试体位及方案如下:受试者取坐位,固定带固定其躯干,选取闭合链附件,令股骨外上髁对准轴心,并用脚带将脚固定于脚踏板上,取膝关节屈曲0°(即膝关节完全伸展位)为起始角度,膝关节屈曲-30°、-45°和-60°为目标角度(“-”仅代表运动方向),主动位置重现时,角速度为300°/s,被动位置重现时,角速度为2°/s。

测试前对多关节等速测试训练系统进行常规校正,令受试者戴上眼罩和耳塞,去除视觉和听觉对本体感觉测试可能造成的影响^[3]。然后,令受试者熟悉多关节等速测试训练系统四种不同测试模式,每种测试模式进行3次预测试动作。正式测试时,受试者手持开关,当感觉其肢体(主动/被动)移动到目标角度时按下开关按钮,系统自动记录角度位置,完成一次测试动作,测试要求完成3次测试动作并取其平均值作为此测试结果,每次测试动作均在1min内完成。本试验测试由2名测试者负责,每名测试者收集2组测试数据,共4组,每组测试间隔一周。每位受试者的单组测试(包括四种测试模式)均在一天内完成,为保证受试者在测试期间得到充分休息,每种测试模式间隔30min。

1.3 观察指标

受试者按下按钮所记录的角度与预设目标角度的绝对误差值即绝对误差角度,绝对误差角度值越小关节位置觉越好。

1.4 统计学分析

本研究所得计量资料以均数±标准差表示,选用SPSS19.0版统计学软件进行数据分析。采用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)作为信度检验指标,分析四种测试模式的重测信度(测试者内部信度)和测试者间信度(测试者A与B间的信度)。组内相关系数等级划分如下:<0.40为差;0.41—0.60为中等;0.61—0.80为好;>0.80为极好^[4]。

2 结果

2.1 开链主动测试模式评估膝关节位置觉信度结果

采用Biodex System 4多关节等速测试训练系统开链主

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.01.020

*基金项目:2018年上海市浦东新区卫生系统领先人才培养计划(PWR12018-04)

1 海军军医大学附属公利医院,上海市浦东新区,200135; 2 上海健康医学院附属周浦医院; 3 通讯作者

第一作者简介:付孝翠,女,硕士研究生,主管技师;收稿日期:2019-05-08

动测试模式评估膝关节本体感觉时,重测信度和测试者间信度结果具有好的相关性,ICC值为0.678—0.773(目标角度为30°)、0.691—0.791(目标角度为45°)、0.649—0.773(目标角度为60°),见表1。

2.2 开链被动测试模式评估膝关节位置觉信度结果

采用Biodex System 4多关节等速测试训练系统开链被动测试模式评估膝关节本体感觉时,重测信度和测试者间信度结果具有好的相关性,ICC值为0.630—0.776(目标角度为30°)、0.626—0.785(目标角度为45°)、0.681—0.758(目标角度为60°),见表2。

2.3 闭链主动测试模式评估膝关节位置觉信度结果

采用Biodex System 4多关节等速测试训练系统闭链主动测试模式评估膝关节本体感觉时,重测信度和测试者间信度结果具有差的相关性,ICC值为0.089—0.301(目标角度为-30°)、0.154—0.357(目标角度为-45°)、0.087—0.292(目标角度为-60°),见表3。

2.4 闭链被动测试模式评估膝关节位置觉信度结果

采用Biodex System 4多关节等速测试训练系统闭链被动测试模式评估膝关节本体感觉时,重测信度和测试者间信度结果具有中等到差的相关性,ICC值为0.142—0.416(目标角度为-30°)、0.239—0.459(目标角度为-45°)、0.084—0.450(目标角度为-60°),见表4。

表1 开链主动测试模式信度

($\bar{x}\pm s, ^\circ, n=64$)

目标角度	测试者A1	测试者A2	测试者B1	测试者B2	重测信度(ICC)	测试者间信度(ICC)
30°	2.26±0.55	2.27±0.62	2.26±0.54	2.20±0.55	0.765—0.773	0.678—0.758
45°	1.61±0.78	1.63±0.67	1.62±0.63	1.61±0.60	0.776—0.791	0.691—0.766
60°	0.86±0.35	0.87±0.34	0.86±0.30	0.86±0.29	0.757—0.767	0.649—0.773

注:测试者A1:测试者A第一次测评;测试者A2:测试者A第二次测评;测试者B1:测试者B第一次测评;测试者B2:测试者B第二次测评

表2 开链被动测试模式信度

($\bar{x}\pm s, ^\circ, n=64$)

目标角度	测试者A1	测试者A2	测试者B1	测试者B2	重测信度(ICC)	测试者间信度(ICC)
30°	2.44±0.65	2.45±0.68	2.45±0.71	2.45±0.62	0.696—0.776	0.630—0.775
45°	1.81±0.39	1.81±0.41	1.83±0.38	1.82±0.42	0.714—0.752	0.626—0.785
60°	1.09±0.38	1.12±0.40	1.09±0.39	1.11±0.36	0.725—0.726	0.681—0.758

注:测试者A1:测试者A第一次测评;测试者A2:测试者A第二次测评;测试者B1:测试者B第一次测评;测试者B2:测试者B第二次测评

表3 闭链主动测试模式信度

($\bar{x}\pm s, ^\circ, n=64$)

目标角度	测试者A1	测试者A2	测试者B1	测试者B2	重测信度(ICC)	测试者间信度(ICC)
30°	3.85±1.43	3.84±1.29	3.79±1.28	3.84±1.09	0.278—0.301	0.089—0.295
45°	6.57±1.82	6.45±1.47	6.53±1.77	6.68±1.70	0.208—0.242	0.154—0.357
60°	7.43±1.87	7.51±1.69	7.47±1.93	7.55±2.09	0.252—0.260	0.087—0.292

注:测试者A1:测试者A第一次测评;测试者A2:测试者A第二次测评;测试者B1:测试者B第一次测评;测试者B2:测试者B第二次测评

表4 闭链被动测试模式信度

($\bar{x}\pm s, ^\circ, n=64$)

目标角度	测试者A1	测试者A2	测试者B1	测试者B2	重测信度(ICC)	测试者间信度(ICC)
30°	2.75±0.90	2.87±1.19	2.81±0.97	2.90±1.14	0.219—0.319	0.142—0.416
45°	4.43±2.16	4.38±1.94	4.46±1.95	4.46±1.94	0.239—0.316	0.259—0.459
60°	5.51±2.08	5.43±1.87	5.53±1.70	5.54±1.96	0.224—0.439	0.084—0.450

注:测试者A1:测试者A第一次测评;测试者A2:测试者A第二次测评;测试者B1:测试者B第一次测评;测试者B2:测试者B第二次测评

3 讨论

本体感觉又称深感觉,包括位置觉、运动觉和振动觉,是一种能确定肢体位置以及肢体运动方向的特殊感觉形式,通过肌肉、关节、肌腱和皮肤的感受器将信息传达给大脑^[5]。等速测试训练系统作为一种新兴的工具,不仅可以定量评估肌力,而且可以定量评估本体感觉。本研究分别采用Biodex System 4多关节等速测试训练系统中开链主动测试模式、开链被动测试模式、闭链主动测试模式和闭链被动测试模式定量评估膝关节本体感觉,并对其进行信度研究。结果显示,Biodex System 4多关节等速测试训练系统开链主动测试模

式评估膝关节本体感觉具有好的信度,重测信度及测试者间信度 ICC 值均>0.61。国外研究者 Drouin 等^[6]证明 Biodex System 3多关节等速测试系统在测量关节位置角度、肌力等方面具有较好的信度。在多种测试模式中,如何选择最佳测试模式备受研究者关注。Suner-Keklik 等^[7]同样证实开链模式具有好的可靠性和有效性。Baert 等^[8]结合开链模式与主动运动对膝关节炎患者及健康人的膝关节位置觉进行信度研究,结果表明开链主动测试模式具有良好的重测信度,与本试验结果一致。由此可见,在临床中,Biodex System 4多关节等速测试训练系统开链主动测试模式可以应用于评估

膝关节本体感觉。

本研究结果显示,Biodex System 4多关节等速测试训练系统开链被动测试模式同样具有好的信度,与王雪强等^[2]研究者的研究结果一致。在临床中,许多学者采用开链被动测试模式评估本体感觉^[9-10],以观察不同人群本体感觉功能及各种强化本体感觉治疗方案的疗效。Dieling等^[10]应用等速测试训练系统开链被动测试模式评估膝关节本体感觉,以观察肌肉疲劳对芭蕾舞者和非芭蕾舞者的膝关节本体感觉的影响。有研究者证实H-Man机器人被动测试模式可用于定量检测卒中患者上肢本体感觉障碍的变化^[11]。由此可见,开链被动测试模式定量评估本体感觉应用人群广泛。

Biodex System 4多关节等速测试训练系统闭链主动测试模式和闭链被动测试模式信度中等到差,其重测信度及测试者间信度ICC值均 <0.50 ,此结果与学者Suner-Keklik等^[7]研究结果不一致,Suner-Keklik认为闭链测试模式信度良好。分析其原因可能是测试工具不同,研究者Suner-Keklik选用的测试工具为双倾斜仪,本研究测试工具为Biodex System 4多关节等速测试训练系统,该系统闭合链附件组成结构复杂,其脚踏板与移动臂衔接不够紧密以及拉绳的松紧度等因素都将增加无关的活动,干扰测试结果的准确性,进而影响测试信度,这也是本测试系统的局限性。在本体感觉评估过程中,Romero-France等^[12]将楔块放置于受试者脚跟下方,以减少小腿三头肌的张力。而Suner-Keklik等认为,在没有楔子的情况下获得的结果更准确,放置在脚下的楔块可能会改变肌梭的敏感性,从而影响本体感觉的测试结果,另外,小腿三头肌的放松也会引起膝关节本体感觉发生变化。虽然闭链运动模式更能反映日常活动中本体感觉,但是测试仪器和测试方案的选择还需要进一步研究。

在临床中,不建议使用Biodex System 4多关节等速测试训练系统闭链(主动/被动)测试模式评估膝关节本体感觉,推荐使用开链主动测试模式和开链被动测试模式。但是,关于主动测试模式和被动测试模式如何选择,尚存在争议。有学者认为主动测试模式比被动测试模式更能反映其功能性^[13]。Niessen等^[14]认为主动测试模式和被动测试模式不能相互替代。在主动运动中,受试者必须主动移动肢体,此时,肢体的重力对关节施加了刺激,而等速仪器只提供引导。因此,在主动测试时,实际上是测量一个被动成分(被动运动的位置感觉)和一个主动成分(肌肉的激活和协调以及施加的重力)。但是,在临床中,对于因肌力较差不能主动完成关节位置重测的测试对象,可采用开链被动测试模式评估膝关节本体感觉。

对于涉及多关节本体感觉障碍的疾病(如偏瘫患者),应选择接近日常活动、突显临床相关特性的闭链测试模式,但本系统闭链(主动/被动)测试模式信度较差(不建议应用于临床评估),因此,在评估多关节综合性的本体感觉时,本系统略显不

足,还需结合其他评估方式。另外,本研究仅对Biodex System 4多关节等速测试系统不同测试模式进行了比较,关于测试角速度、测试体位、测试工具的选择问题还需进一步探讨。

参考文献

- [1] Han J, Waddington G, Adams R, et al. Assessing proprioception: A critical review of methods[J]. *Journal of Sport and Health Science*, 2016, 5(1): 80—90.
- [2] 王雪强,郑洁皎,俞卓伟,等.老年人膝关节和踝关节位置觉的重测信度[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2011, (35): 6639—6642.
- [3] Ponzo S, Kirsch LP, Fotopoulou A, et al. Balancing body ownership: Visual capture of proprioception and affectivity during vestibular stimulation[J]. *Neuropsychologia*, 2018, 117: 311—321.
- [4] Alahmari K, Reddy RS, Silvan P, et al. Intra- and inter-rater reliability of neutral head position and target head position tests in patients with and without neck pain[J]. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 2017, 21(4):259—267.
- [5] Ghai S, Driller M, Ghai I. Effects of joint stabilizers on proprioception and stability: A systematic review and meta-analysis[J]. *Physical Therapy in Sport*, 2017, 25:65—75.
- [6] Drouin JM, Valovich-McLeod TC, Shultz SJ, et al. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2004, 91(1):22—29.
- [7] Suner-Keklik S, Cobanoglu-Seven G, Kafa N, et al. The validity and reliability of knee proprioception measurement performed with inclinometer in different positions[J]. *Journal of Sport Rehabilitation*, 2017, 26(6):1—15.
- [8] Baert IAC, Lluch E, Struyf T, et al. Inter- and intrarater reliability of two proprioception tests using clinical applicable measurement tools in subjects with and without knee osteoarthritis[J]. *Musculoskeletal Science and Practice*, 2018, 35: 105—109.
- [9] Négyesi J, Mobark A, Zhang LY, et al. An above-knee compression garment does not improve passive knee joint position sense in healthy adults[J]. *PLoS ONE*, 2018, 13(9): e203288.
- [10] Dieling S, van der Esch M, Janssen TWJ. Knee joint proprioception in ballet dancers and non-dancers[J]. *Journal of Dance Medicine & Science*, 2014, 18(4):143—148.
- [11] Contu S, Hussain A, Kager S, et al. Proprioceptive assessment in clinical settings: Evaluation of joint position sense in upper limb post-stroke using a robotic manipulator [J]. *PLoS ONE*, 2017, 12(11):e183257.
- [12] Romero-Franco N, Montaña-Munuera JA, Jiménez-Reyes P. Validity and reliability of a digital inclinometer to assess knee joint position sense in a closed kinetic chain[J]. *Journal of Sport Rehabilitation*, 2017, 26(1):1—5.
- [13] Sadeghi H, Hakim MN, Hamid TA, et al. The effect of exergaming on knee proprioception in older men: A randomized controlled trial[J]. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 2017, 69: 144—150.
- [14] Niessen MH, Veeger DH, Janssen TW. Effect of body orientation on proprioception during active and passive motions [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2009, 88(12):979—985.