

# 青年慢性非特异性腰痛患者腰部本体感觉及其与肌力的相关性\*

陈炳霖<sup>1,2</sup> 郭佳宝<sup>3</sup> 李欣<sup>1</sup> 邹军<sup>1</sup> 王雪强<sup>1,4</sup>

## 摘要

**目的:**对比青年慢性非特异性腰痛(CNLBP)患者和正常健康青年腰部本体感觉及肌力的差异,并分析腰部本体感觉与肌力的相关性。

**方法:**选取25例青年CNLBP患者纳入腰痛组,25例正常健康青年纳入对照组。采用CON-TREX等速系统测试其腰部本体感觉及腰部屈肌、伸肌肌群在60°/s角速度下的等速向心肌力。以被动复位绝对误差角度(AE)作为个体本体感觉评价指标,以各肌群的峰值力矩(PT)、峰力矩体重比(PT/BW)及屈/伸肌峰值力矩比(F/E)作为等速向心肌力观察的主要指标。并分析CNLBP患者腰部本体感觉与腰部肌力的相关性。

**结果:**①腰痛组患者腰部前屈、后伸的AE值均高于对照组,差异有显著性意义( $P < 0.05$ );②腰痛组患者伸肌肌群的PT及PT/BW与对照组相比均有降低,差异有显著性意义( $P < 0.05$ );腰痛组患者屈肌肌群的PT及PT/BW与对照组相比,差异无显著性意义( $P > 0.05$ );同时腰痛组F/E与对照组相比,差异无显著性意义( $P > 0.05$ );③腰痛组腰部AE值与PT、PT/BW及F/E之间均无相关性( $P > 0.05$ )。

**结论:**青年CNLBP患者的腰部本体感觉及腰部伸肌肌群肌力均较正常健康青年有所减弱,且青年CNLBP患者的腰部本体感觉与腰部肌力之间无相关性。

**关键词** 慢性非特异性腰痛;本体感觉;等速肌力;青年

中图分类号:R323.4, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2017)-02-0187-05

Correlation study on lumbar proprioception and muscle strength in young patients with chronic nonspecific low back pain/CHEN Binglin, GUO Jiabao, LI Xin, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2017, 32(2): 187—191

## Abstract

**Objective:** To compare the differences of lumbar proprioception and muscle strength between the young patients with chronic nonspecific low back pain (CNLBP) and healthy young people, and the correlation between lumbar proprioception and muscle strength.

**Method:** Twenty-five patients with CNLBP (CNLBP group) and 25 healthy young people (control group) were included. Lumbar proprioception and strengths of lumbar flexor and extensor at the speed of 60°/s were measured by using the CON-TREX isokinetic test system. Lumbar proprioception was evaluated by the absolute error (AE) in passive replication test. The peak torque (PT), peak torque to body weight ratio (PT/BW) and the ratio of peak torque of flexor and extensor (F/E) were observed as the main index of isokinetic strength. Also we analysed the correlation between lumbar proprioception and muscle strength in CNLBP group.

**Result:** ① The AE of lumbar flexion and extension of CNLBP group were both higher than control group

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2017.02.012

\*基金项目:国家自然科学基金青年项目(81501956);上海市科委青年科技英才扬帆计划(15YF1411400);上海市教委科研创新项目(15ZZ084);国家体育总局项目(2014B141)

1 上海体育学院,200483; 2 绍兴文理学院附属医院; 3 南京中医药大学; 4 通讯作者

作者简介:陈炳霖,男,硕士研究生,康复治疗师; 收稿日期:2016-01-24

( $P < 0.05$ ). ② The PT and PT /BW of lumbar extensors of CNLBP group were less than control group ( $P < 0.05$ ). However, there is no statistical differences between the two groups on PT and PT/BW of lumbar flexor, and the ratio of F/E ( $P > 0.05$ ). ③ There is no significant correlation between the AE and the isokinetic strength in CNLBP group ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion:** Compared with the healthy young people, both the lumbar proprioception and the strengths of lumbar extensor of young patients with CNLBP were decreased. And we did not find correlation between the lumbar proprioception and muscle strength in young patients with CNLBP.

**Author's address** Shanghai University of Sport, Shanghai, 200438

**Key word** chronic nonspecific low back pain; proprioception; isokinetic; young people

慢性非特异性腰痛(chronic nonspecific low back pain, CNLBP)是常见的症状之一,据报道,84%的人在一生中经历过腰痛的困扰,其中CNLBP发病率达到23%<sup>[1-3]</sup>,其多发于中老年人群,但近年来随着生活方式的变化,患CNLBP的青年呈增加趋势<sup>[4]</sup>。相关研究认为神经肌肉控制能力和脊柱周围肌肉组织肌力与协调性降低是诱发慢性腰痛的重要原因<sup>[5-7]</sup>,而本体感觉在维持正常的神经—肌肉控制机制中扮演着重要角色<sup>[8-9]</sup>,因此,了解CNLBP患者腰部本体感觉的特征,及其与肌力的关系对指导CNLBP患者的康复治疗具有重要意义。目前国内已有关于腰痛患者躯干屈伸肌肌力的研究<sup>[6,10-12]</sup>,但结合腰部本体感觉变化,探讨其相关性的报道尚未发现。本研究比较青年CNLBP患者与正常健康青年腰部本体感觉和肌力的差异,并进一步探讨青年CNLBP患者腰部本体感觉与肌力相关性,为慢性非特异性下背痛的预防和康复提供一定的理论依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

本研究以CNLBP患者与健康青年为研究对象。根据美国国立卫生研究院慢性下背痛专题小组和欧洲慢性非特异性下背痛管理指南建议,CNLBP的诊断标准为<sup>[13-14]</sup>:腰骶部连续疼痛时间超过3个月或过去6个月中有超过一半的时间处于疼痛状态;且无骨折、脱位、结构异常及系统性疾病等;心理社会因素不导致疼痛扩大或延长;无神经根刺激症状。

纳入标准:①符合上述诊断标准的患者;②年龄15—44岁;③视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)在3分以上且不高干8分。排除标准:①合并严重内脏疾病、心血管疾病、神经系统疾病、骨质疏

松及代谢性疾病等所致腰痛;②腰椎间盘突出症;③神经根刺激症状;④既往有脊柱手术史;⑤严重心肺疾病及认知障碍;⑥妊娠或哺育期妇女。

根据上述纳入和排除标准,2015年3月—2015年6月,在上海体育学院附属上体伤骨科医院门诊就诊的CNLBP患者中随机抽取25例作为腰痛组;对照组则从上海体育学院中随机选取,共纳入25例无任何腰部症状的健康青年志愿者。

两组受试者的性别、年龄、身高、体重等一般情况无显著性差异( $P > 0.05$ ),见表1。腰痛组VAS评分为(4.84±1.54)分,病程为(6.72±5.39)月。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 测试仪器:**应用德国产PHYSIOMED CONTREX TP1000人体肌力评估和训练系统进行腰部本体感觉与等速肌力测试。

| 组别  | 例数 | 性别 |   | 年龄<br>(岁)  | 身高<br>(cm)  | 体重<br>(kg) |
|-----|----|----|---|------------|-------------|------------|
|     |    | 男  | 女 |            |             |            |
| 腰痛组 | 25 | 17 | 8 | 25.24±2.22 | 169.28±5.81 | 62.28±8.65 |
| 对照组 | 25 | 16 | 9 | 24.76±1.96 | 172.28±8.14 | 66.56±9.52 |

**1.2.2 测试方法:**腰部本体感觉测试:①按照CONTREX等速测试的标准程序进行<sup>[15]</sup>,测试时受试者取直立位站于可升降踏板上。将躯干动力仪的轴心对准受试者躯干L5—S1,以解剖0°位(垂直位)为测试开始位,仪器靠背与受试者肩胛骨贴合,使用仪器部件固定肩胛骨,骨盆,同时嘱其膝关节微屈,固定膝关节上下方,以减少上下肢肌群对躯干肌力测试结果可能造成的影响。②受试者带上眼罩和耳塞去除视觉和听觉对本体感觉测试可能的影响,选取目标角度分别为前屈60°与后伸15°。等速测试仪带动受试者运动到目标角度并停留10s,重复此过程3

次。③受试者对目标角度熟悉完成后,回到起始直立位,受试者握住手持开关控制等速测试仪运动,当感觉回到目标位置时停止,测试人员记录实际角度位置,如此重复3次测试动作并取平均值,同时要求受试者每一次动作在30s内完成。

躯干等速肌力测试:受试者身体固定同本体感觉测试。等速肌力测试时采用等速向心一向心收缩的运动方式,测试角速度选用60°/s,活动范围设定为屈曲60°和背伸15°之间,测试过程中要求受试者在整个活动范围内尽自己最大力量完成5次连续的腰屈伸动作,测试结果由计算机自动保存计算。

1.2.3 测试指标:腰部本体感觉测试采用绝对误差角度(absolute error, AE)进行评价,AE值即目标角度与实际角度之差,单位为度(°),其值越小表示关节位置觉越好<sup>[8]</sup>。

等速向心肌力主要指标选取各肌群的:①峰值力矩(peak torque, PT):肌肉在运动过程中最大负荷时等速肌力测试的一个基本指标,代表肌肉或肌群的最大肌力;②峰力矩体重比(peak torque to body weight ratio, PT/BW):单位体重的峰力矩值,代表肌肉收缩的相对肌力,可用于不同体重个体或人群之间的肌力比较;③屈/伸肌峰值力矩比(flexor/extensor, F/E):屈伸肌峰值力矩的比值,是反映躯干平衡状况的理想指标。

1.3 统计学分析

对收集到的数据采用SPSS 17.0软件进行统计分析。所有计量资料采用均数±标准差表示,组间比较采用独立样本t检验。采用Pearson相关系数来评价腰部本体感觉与腰部肌力的关系。

2 结果

2.1 腰痛组与对照组的本体感觉

腰痛组在腰部前屈、后伸时的AE值均高于对照组,差异具有显著性意义( $P < 0.05$ ),对照组均优于腰痛组,见表2。

2.2 腰痛组与对照组等速肌力的主要指标

青年CNLBP患者腰部伸肌肌群的PT及PT/BW均低于正常青年健康受试者,差异均有显著性意义( $P < 0.05$ );两组受试者屈肌肌群的PT及PT/BW之间差异无显著性意义( $P > 0.05$ );两组受试者F/E值之间的差异无显著性意义( $P > 0.05$ ),见表3。

2.3 腰部本体感觉与肌力的相关性

青年CNLBP患者腰部屈肌与伸肌的PT值、PT/BW值和F/E值与腰椎AE值之间均无相关性( $P > 0.05$ ),见表4。

表2 腰痛组与对照组本体感觉绝对误差角度值比较 ( $\bar{x} \pm s, n=25$ )

| 组别  | 绝对误差角度值   |           |
|-----|-----------|-----------|
|     | 前屈(°)     | 后伸(°)     |
| 腰痛组 | 2.86±1.04 | 2.37±0.69 |
| 对照组 | 2.13±0.71 | 1.52±0.70 |
| P值  | 0.006     | < 0.001   |

表3 腰痛组与对照组等速肌力主要指标比较 ( $\bar{x} \pm s, n=25$ )

| 组别  | PT(N·m)      |               | PT/BW(Nm/kg) |           | F/E(%)      |
|-----|--------------|---------------|--------------|-----------|-------------|
|     | 屈肌           | 伸肌            | 屈肌           | 伸肌        |             |
| 对照组 | 153.04±73.19 | 246.24±121.03 | 2.16±0.84    | 3.24±1.31 | 72.56±31.66 |
| 腰痛组 | 136.56±48.76 | 185.25±69.05  | 2.02±0.78    | 2.49±1.10 | 87.51±21.57 |
| P值  | 0.353        | 0.035         | 0.551        | 0.034     | 0.057       |

3 讨论

3.1 腰部本体感觉与慢性腰痛

本体感觉是感觉运动系统的关键组成部分,它通过分布于韧带、关节囊、肌腱、肌肉等内在的力学感受器,以及游离的神经末梢向中枢神经传入信息并进行反馈,在神经肌肉控制的运动程序中扮演着重要的角色,包括对关节运动,关节位置与关节肌肉力量的感知<sup>[16-17]</sup>。本体感受器、视觉及前庭感受器为中枢神经系统提供神经传入,经脊髓反射、脑干活

动和认知程序三个运动控制水平,产生运动回应,从而身体能在没有意识支配下也能完成不同的运动活动<sup>[18-19]</sup>,而本体感觉信息可传入后通过脊髓反射产生肌肉收缩,并以此来提供所属关节的动力性稳定,因此本体感觉作为感觉信息录入的重要来源,对于腰椎稳定性的维持有着至关重要的作用。

本研究结果发现,腰痛组前屈与后伸时的AE值均较对照组大,表明青年腰痛患者的腰椎本体感觉较正常对照组更差。这与国外研究者发现的闭眼

表4 青年 CNLBP 患者腰部本体感觉与等速肌力的相关性 ( $\bar{x} \pm s$ )

|           | 相关系数(r) | P 值   |
|-----------|---------|-------|
| PT(屈肌)    |         |       |
| 前屈AE值     | -0.162  | 0.438 |
| 后伸AE值     | 0.226   | 0.278 |
| PT(伸肌)    |         |       |
| 前屈AE值     | 0.237   | 0.254 |
| 后伸AE值     | 0.175   | 0.402 |
| PT/BW(屈肌) |         |       |
| 前屈AE值     | -0.219  | 0.293 |
| 后伸AE值     | 0.063   | 0.764 |
| PT/BW(伸肌) |         |       |
| 前屈AE值     | -0.261  | 0.208 |
| 后伸AE值     | 0.071   | 0.736 |
| F/E       |         |       |
| 前屈AE值     | -0.022  | 0.917 |
| 后伸AE值     | 0.088   | 0.677 |

情况下正常健康受试者的腰部本体感觉优于 CNLBP 患者的结果相一致<sup>[20-21]</sup>。分析认为原因是 CNLBP 患者的本体感受器受损,影响到本体感觉信息经由传入神经到运动中枢分析整合再经由传出神经传出,产生正常运动回应的神经—肌肉反馈途径,导致了腰椎运动位置精确性、动态控制能力及稳定性的下降。因此表现为对自身腰椎运动的空间位置、姿势和运动状态的感觉异常。

3.2 腰部等速肌力与慢性腰痛

腰椎稳定性主要是由三个子系统决定:①椎体本身骨性结构;②中枢神经系统调控机制;③脊椎周围的韧带及肌肉系统,维持脊柱节段稳定的肌肉肌腱是维持腰椎稳定三个子系统中的主动稳定系统,腰屈伸肌群在对抗外来负荷稳定脊柱中起主要作用,其通过产生张力及压力直接作用于腰椎<sup>[22-23]</sup>。当腰屈伸肌发生损伤或失衡时,腰椎的稳定性与协调性将受到影响,进而导致腰部的反复损伤<sup>[24]</sup>。因此腰屈伸肌肌力大小及其比值对于维持腰椎的稳定性和协调性具有重要意义。

PT 代表着个体肌肉或肌群的最大肌力,而 PT/BW 则代表肌肉收缩的相对肌力,两者均常用于肌力比较。本研究结果显示,腰痛组背伸肌的 PT 与 PT/BW 均较正常对照组差,说明青年 CNLBP 患者的背伸肌肌力较正常青年显著性下降,这与国内外学者研究结果一致<sup>[25-27]</sup>,分析原因通常认为是由于腰背肌疼痛导致的肌肉反射性抑制,或患者由于活

动受限从而长期的运动缺乏,引起躯干肌群组织形态和结构的变化,主要表现为不同程度的废用性萎缩,肌肉的废用导致腰痛症状进一步加重,进而形成慢性腰痛迁延不绝的恶性循环。但有研究发现, CNLBP 患者并未伴有腰背肌横截面积的减小<sup>[28]</sup>,因此其肌力下降主要是由于疼痛导致的反射性抑制肌纤维募集率下降所致,以腰背肌尤为明显,从而造成背伸肌群力量的显著性下降。

F/E 值是反映躯干平衡状况的理想指标,本研究中虽然 CNLBP 患者 F/E 值与正常健康青年相比无显著差异,但是 CNLBP 患者的 F/E 值存在增高趋势,因此腰背屈/伸肌群的协调遭到破坏,这与国内外相关研究结果类似<sup>[25,29]</sup>。而本研究中未能得到显著性结果的原因可能是样本量不足,导致的最后的评估敏感性降低,后期考虑扩大样本进一步分析。

3.3 腰部本体感觉与肌力的相关性

维持腰椎稳定性的三个子系统之间保持着相互联系且相互影响的关系,中枢神经系统接受来自被动(椎体本身骨性结构)和主动(脊椎周围的韧带及肌肉系统)稳定子系统的各种传入信息,再通过中枢神经系统进行综合分析,发出指令引起主动和被动稳定子系统做出适当的运动回应。且腰椎本体感觉与其肌肉力量及协调性作为神经肌肉控制的重要参与部分,在维持腰椎稳定性和协调性方面均具有重要作用。研究发现肌无力或肌萎缩会导致存在于肌群中的肌梭感受器敏感性降低,进而影响本体感觉的精确性,因此习惯上会认为腰椎本体感觉与对应肌肉肌力应存在相互关联。但本研究采用 Pearson 相关系数评价腰椎本体感觉与其肌力主要相关指标的相关性时发现,青年 CNLBP 患者腰前屈后伸时本体感觉与 PT、PT/BW、F/E 等反映腰部屈伸肌力及协调性的主要指标之间均无显著相关性。本研究的本体感觉位置觉测试采用被动复位误差来评价,被动复位误差可更准确地反映关节本体感觉<sup>[30]</sup>。被动复位测试时,人体并非通过主动运动激活 $\gamma$ 神经元来提高肌肉内肌梭的兴奋性<sup>[31]</sup>,而是主要通过位于真皮下的鲁菲尼小体和位于肌腱内的高尔基腱器来感受位置的变化。因此虽然腰痛患者的肌力和本体感觉均有显著性下降,其本体感觉能力的下降是由于 CNLBP 患者躯干稳定性下降导致本体感受器受损,

进而影响到本体感觉的精确性。所以在CNLBP患者的常规康复过程中,单纯的躯干肌肉力量训练在提高其腰部肌肉力量的同时,并不能有效改善其本体感觉,还应加以本体感觉功能重建训练。

综上所述,本研究结果表明,青年CNLBP患者的腰部本体感觉及腰部伸肌肌群肌力均较正常健康青年减弱,但青年慢性腰痛患者的腰部本体感觉与腰部肌力之间无相关性。提示青年CNLBP患者腰部本体感觉及其后伸肌群肌力均明显下降,因此为改善CNLBP患者腰椎稳定性,合理的肌力及本体感觉训练是非常有必要的,同时由于腰部本体感觉与肌力之间无显著性相关,所以强调对于CNLBP患者的腰部肌力训练与本体感觉训练并不能相互代替。

## 参考文献

- [1] Manchikanti L, Singh V, Falco FJ, et al. Epidemiology of low back pain in adults[J]. *Neuromodulation*, 2014, 17(Suppl 2):3—10.
- [2] Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, et al. Non-specific low back pain[J]. *Lancet*, 2012, 379(9814):482—491.
- [3] Freburger J, Holmes G R, Jackman A, et al. The rising prevalence of chronic low back pain[J]. *Arch Intern Med*, 2009, 169(3):251—258.
- [4] Shim JH, Lee KS, Yoon SY, et al. Chronic low back pain in young korean urban males: the life-time prevalence and its impact on health related quality of life[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2014, 56(6):482—487.
- [5] Ghamkhar L, Kahlaee AH. Trunk muscles activation pattern during walking in subjects with and without chronic low back pain: a systematic review[J]. *Pm & R*, 2015, 7(5): 519—526.
- [6] 冯能,李跃红,缪芸,等.慢性腰痛患者站立位躯干屈伸运动时腰背肌的功能变化研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2012, 27(7):600—604.
- [7] Colloca CJ, Hinrichs RN. The biomechanical and clinical significance of the lumbar erector spinae flexion-relaxation phenomenon: a review of literature[J]. *J Manipulative Physiol Ther*, 2005, 28(8):623—631.
- [8] 陈炳霖,邹军,李欣,等.腰椎本体感觉测试研究现状及展望[J]. *中国康复理论与实践*, 2015, 21(10):1182—1186.
- [9] Willigenburg NW, Kingma I, Hoozemans MJ, et al. Precision control of trunk movement in low back pain patients[J]. *Hum Mov Sci*, 2013, 32(1):228—239.
- [10] 黄雷,李军汉.躯干等速肌力训练与腰腹肌功能锻炼治疗非特异性腰痛的疗效对比研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30(11): 1148—1151.
- [11] Cai C, Kong PW. Low back and lower-limb muscle performance in male and female recreational runners with chronic low back pain[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2015, 45(6):436—443.
- [12] Bernard JC, Boudokhane S, Pujol A, et al. Isokinetic trunk muscle performance in pre-teens and teens with and without back pain[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2014, 57(1): 38—54.
- [13] Deyo RA, Dworkin SF, Amtmann D, et al. Report of the NIH Task Force on research standards for chronic low back pain[J]. *Pain Medicine*, 2014, 15(8):1249—1267.
- [14] Airaksinen O, Brox JJ, Cedraschi C, et al. Chapter 4. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain[J]. *Eur Spine J*, 2006, 15(Suppl 2):S192—300.
- [15] Cohen P, Chantraine A, Gobelet C, et al. Influence of testing position on lumbar isokinetic measurements[J]. *Ann Readapt Med Phys*, 2002, 45(1):12—18.
- [16] Gandevia SC. Proprioception, tensegrity, and motor control[J]. *J Mot Behav*, 2014, 46(3):199—201.
- [17] 王步标,华明.运动生理学[M].第2版.北京:高等教育出版社, 2011.
- [18] 余秋华,王于领,王楚怀.本体感觉与慢性腰痛的康复治疗[J]. *中国康复医学杂志*, 2007, 10(10):947—950.
- [19] Ianuzzi A, Little JS, Chiu JB, et al. Human lumbar facet joint capsule strains: I. During physiological motions[J]. *Spine J*, 2004, 4(2):141—152.
- [20] Gill KP, Callaghan MJ. The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain[J]. *Spine*, 1998, 23(3):371—377.
- [21] Rausch Osthoff AK, Ernst MJ, Rast FM, et al. Measuring lumbar reposition accuracy in patients with unspecific low back pain: systematic review and meta-analysis[J]. *Spine*, 2015, 40(2):E97—E111.
- [22] 张志杰,朱毅,刘四文,等.骨肌超声在慢性腰痛患者多裂肌厚度和横截面积测量中的应用[J]. *中国康复医学杂志*, 2013, 28(3): 262—263.
- [23] 姜宏斌.人体运动核心区域稳定性与核心力量训练的本质及理论探讨[J]. *首都体育学院学报*, 2015, 27(03):257—263.
- [24] 林彩娜,万青,曾伟科,等.单侧下背痛患者脊柱核心肌群的磁共振成像变化[J]. *中国康复医学杂志*, 2014, 10(10):933—937.
- [25] 占飞,沈莉,吴毅,等.慢性下腰痛患者腰屈伸肌的等速肌力评价[J]. *中国康复医学杂志*, 1999, 14(06):247—250.
- [26] 黄杰,成鹏,毕霞,等.慢性下腰痛患者腰椎曲度与躯干肌等长收缩肌力的关系[J]. *中国临床康复*, 2005, 42(42):58—60.
- [27] Yahia A, Jribi S, Ghroubi S, et al. Evaluation of the posture and muscular strength of the trunk and inferior members of patients with chronic lumbar pain[J]. *Joint Bone Spine*, 2011, 78(3):291—297.
- [28] 张德辉,黄昌林,吴建强,等.训练性下腰痛躯干肌功能变化特点及防治干预[J]. *解放军医学杂志*, 2004, 29(4):289—291.
- [29] Yoo JH, Kim SE, Lee MG, et al. The effect of horse simulator riding on visual analogue scale, body composition and trunk strength in the patients with chronic low back pain[J]. *Int J Clin Pract*, 2014, 68(8):941—949.
- [30] Fischer-Rasmussen T, Jensen PE. Proprioceptive sensitivity and performance in anterior cruciate ligament-deficient knee joints[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2000, 10(2):85—89.
- [31] 王雪强,郑洁皎,华英汇.本体感觉测试的影响因素[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2011, 33(10):792—794.