

The Effect of Ankle Taping on the Function of Knee

Ning Mao¹, Huifang Chen², Di Xie^{1*}, Wenjing Ma¹, Xu Ma¹, Wenxing Zhou¹, Xiao Shi¹, Haimei Wang¹, Bin Ma¹

¹School of Sports Medicine and Rehabilitation, Shandong First Medical University & Shandong Academy of Medical Sciences, Taian Shandong

²School of Nursing, Shandong First Medical University & Shandong Academy of Medical Sciences, Taian Shandong
Email: g19970305@163.com, *dxie@tsmc.edu.cn

Received: Apr. 23rd, 2020; accepted: May 7th, 2020; published: May 14th, 2020

Abstract

Objective: To investigate effects of the ankle joint after the taping on function of knee. **Methods:** Eighteen healthy male and female university students (9 males and 9 females) were tested with the relative peak torque of knee flexion and extensor and position sense using Biodex isokinetic testing system under the conditions of no ankle joint taping and ankle joint taping (limiting the range of varus and dorsiflexion), and the range of motion of knee joint was measured with protractor. **Results:** The relative peak torque of knee extensor after ankle joint taping was significantly higher than that without ankle taping ($P < 0.05$). There was no significant difference in relative peak torque of flexor muscle between two conditions ($P > 0.05$). There was no significant difference in knee joint position sense between two cases ($P > 0.05$). There was no significant difference in active range of motion of knee joint between two cases ($P > 0.05$). **Conclusion:** Ankle joint taping (limiting the range of flexion and varus dorsiflexion) can improve the extensor muscle strength of knee joint, but has no effect on flexor muscle strength, position sense and active joint range of motion.

Keywords

Ankle Joint Taping, Knee Function, Isokinetic Muscle Strength, Position Sense, Range of Motion

踝关节贴扎对膝关节功能的影响

毛 宁¹, 陈卉芳², 谢 地^{1*}, 马文静¹, 马 旭¹, 周文星¹, 时 潇¹, 王海妹¹, 马 彬¹

¹山东第一医科大学(山东省医学科学院), 运动医学与康复学院, 山东 泰安

²山东第一医科大学(山东省医学科学院), 护理学院, 山东 泰安

Email: g19970305@163.com, *dxie@tsmc.edu.cn

*通讯作者。

文章引用: 毛宁, 陈卉芳, 谢地, 马文静, 马旭, 周文星, 时潇, 王海妹, 马彬. 踝关节贴扎对膝关节功能的影响[J]. 生物医学, 2020, 10(3): 27-34. DOI: 10.12677/hjbm.2020.103005

收稿日期：2020年4月23日；录用日期：2020年5月7日；发布日期：2020年5月14日

摘要

目的：探讨踝关节贴扎后对膝关节功能的影响。**方法：**18名健康男女大学生(男女各9名)，使用Biodex等速测试仪，测量踝关节无贴扎、踝关节贴扎(限制内翻背屈活动范围) 2种情况下的膝关节屈伸肌相对峰力矩以及位置觉；使用量角器测量膝关节主动关节活动度。**结果：**踝关节进行贴扎后膝关节伸肌相对峰力矩明显高于无贴扎时($P < 0.05$)，膝屈肌相对峰力矩2种情况下无显著性差异($P > 0.05$)；膝关节位置觉2种情况下无显著性差异($P > 0.05$)；膝关节主动关节活动度2种情况下无显著性差异($P > 0.05$)。**结论：**踝关节贴扎(限制内翻背屈活动范围)可提高膝关节伸肌肌力，但对屈肌肌力、位置觉、主动关节活动度没有影响。

关键词

踝关节贴扎，膝关节功能，等速肌力，位置觉，关节活动度

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

踝关节贴扎是用无弹性的贴布在运动前对踝关节进行缠绕防护，其目的是借助外部的支撑力量来限制关节过度的活动，以增强踝关节的稳定性，对于踝关节有支持和保护的作用[1] [2] [3] [4]。目前，国内外学者对踝关节贴扎效果的研究表明，踝关节贴扎可以限制踝关节的活动范围[5] [6]，但贴扎的限制性特性在半小时后消失，这表明它在早期使用中提供了更有效的支持[7] [8]。贴扎能在对关节灵活性限制相对较小的情况下保护踝关节，因此常被用来预防踝关节损伤[9] [10] [11]，也有研究表明踝关节损伤后，进行贴扎可以有效减轻踝关节肿胀以更快地恢复，其次贴扎给人以安全感，并且可通过外部支撑增强踝关节的稳定性以降低其再次损伤的风险[12] [13]。除了稳定和支持踝关节的作用，踝关节贴扎还可以促进感觉输入，对于本体感觉受损的人群有良好的促进作用[14]，且可以有效改善平衡能力[15] [16]。尽管踝关节贴扎可以有效预防踝关节损伤得到了许多学者的支持，但是也有学者提出，踝关节贴扎限制了踝关节的活动范围，会造成膝关节损伤风险增加[17]，踝关节背屈活动范围受限的人群在着地时，膝关节损伤的风险增大[18]，而 Stoffel K K [19]等提出，踝关节贴扎通过减少内旋力矩等为膝关节提供了保护作用。从国外学者的研究结果可以看出，踝关节贴扎对膝关节的影响仍有争议，而目前国内关于踝关节贴扎的研究多集中于对踝关节的影响，较少文章关注踝关节贴扎对邻近的膝关节的影响。因此本研究通过对踝关节进行贴扎(限制内翻背屈活动范围)，研究踝关节贴扎对膝关节等速肌力，位置觉以及主动关节活动度的影响，对更好地应用踝关节贴扎有着积极意义，可为预防膝关节损伤提供理论依据。

2. 对象与方法

2.1. 研究对象

健康男女大学生 18 名，男女各 9 名；研究对象基本情况：身高 170.36 ± 9.37 cm；体重 63.28 ± 11.66

kg; 年龄 20.83 ± 1.57 岁。研究对象均无感觉异常、无运动障碍; 无膝踝关节损伤史; 所有受试者在过去的一年内无膝关节及踝关节相关手术史; 无贴扎禁忌症, 无贴扎过敏现象。实际检测下肢 18 例。

2.2. 实验方法

2.2.1. 踝关节贴扎方法(限制内翻背屈活动范围), 如图 1

白贴采用美国 LP 公司的自粘性高效运动贴布(货号 LP657), 贴布尺寸 $38 \text{ mm} \times 13 \text{ m}$; 皮肤膜采用美国 LP 公司的人工泡膜(货号 LP658), 尺寸 $70 \text{ mm} \times 27 \text{ m}$ 。试验中所有贴扎均由经过专业贴扎训练的一人进行: 以不具弹性的白贴对踝关节施以闭锁式网状编篮并以 1 个八字型和 1 个锁跟的贴扎方式。

贴扎过程具体包括: 1) 去除受试者贴扎部位的体毛, 喷适量的酒精。2) 在将进行贴扎的部位上缠绕皮肤保护膜, 然后开始使用白贴进行贴扎, 分别在上、下两个部位作环状固定(胫骨上方: 内外踝上方一个拳头高度处做两道环状固定, 每道重叠 $1/2$; 足部位: 第五跖骨粗隆位置做一道环状固定); 3) 闭锁式编篮: 第一道马镫型贴扎自上方环状固定开始, 自上而下经过内踝后方, 通过脚底到环状固定的外侧处; 接着进行马蹄型贴扎, 第一道的位置自下方环状固定开始, 由内侧经过脚跟到足部环状固定的外侧处。第一道马镫型与马蹄型贴扎形成一个交叉, 即为第一组编篮贴扎(共进行 3 道编篮); 4) 接着进行小腿一圈、足部一圈的八字形贴扎; 5) 锁跟: 贴布由上而下自外踝处以斜向的方式包绕足跟部, 经脚底后再向上, 至足背部后绕足部一周, 然后从内踝处以斜向的方式向上, 绕过跟腱到踝关节的前上方处, 贴扎结束。6) 检查受试者足部血运情况。

2.2.2. 膝关节主动关节活动度测试

所有测试均由经过专业培训的一人使用量角器进行测量。在进行膝关节屈曲活动度测量时, 受试者采用体位是俯卧位。量角器的轴心位于腓骨小头, 固定臂与股骨长轴平行, 移动臂与腓骨长轴平行。在进行膝关节伸展活动度测量时, 受试者采用体位是坐于治疗床边, 腘窝下垫一约 3 cm 厚的毛巾卷。量角器的轴心位于腓骨小头, 固定臂与股骨长轴平行, 移动臂与腓骨长轴平行。记录下膝关节主动屈曲伸展活动范围。

2.2.3. 膝关节等速肌力及位置觉测试

1) 等速肌力测试(如图 2)

使用 Biodex 等速测力设备时先将系统初始化。嘱受试者坐上测试座椅后先进行座椅的调试, 椅背垂直于座椅。等速测力设备共有四根固定带, 有两根从肩部跨过, 于受试者胸前交叉固定于座椅两侧, 一根跨过受试者的腰部将其固定于椅座上; 另一根则是用于固定受试者的大腿。将受试者固定于椅座上之后, 然后调节仪器的动力头位置与膝关节轴心即股骨外上髁对齐。随后根据受试者的小腿腿长来调节机器臂的长度使机器臂软托能够固定于踝关节上方, 以不影响受试者活动且舒适为宜。受试者在测试过程中需要双手抓住两侧的支撑把手。接着检测者选择等速肌力测试模式, 本研究采用的模式为: (膝关节伸/屈)向心测试 $60^\circ/60^\circ$, $180^\circ/180^\circ$ (Two Speed Low), 然后根据设备提示确定受试者膝关节的活动范围, 在膝关节伸展最大角度的位置进行肢体称重, 此时需要嘱受试者完全放松身体。随后根据设备提示按照所选的模式进行测试, 受试者在所选模式下进行膝关节的屈伸运动。提前告知受试者需尽力完成测试, 可在受试者进行屈伸运动时用响亮的口号激励其完成动作。本研究采用相对峰力矩作为评价膝关节等速肌力的指标。由于该值是峰力矩占体重的比值百分比, 更能比较不同个体间力量的差异[20]。

2) 膝关节位置觉测试(如图 2)

在进行位置觉测试之前, Biodex 等速测力设备的调试同等速肌力测试。检测者选择位置觉测试模式, 本研究采用模式为: (膝关节伸/屈)主动位置觉感知 15° 及 45° 。然后根据设备提示确定受试者膝关节的活

动范围,在膝关节伸展最大角度的位置进行肢体称重,此时需要嘱受试者完全放松身体。受试者在实验过程中戴上眼罩排除视觉对测试的影响,机器臂带动受试者膝关节从屈膝 90° 起始位到目标角度 15° 、 45° 的位置并在此角度停留10 s,嘱受试者专心感受膝关节此时的角度位置。然后再让受试者主动将膝关节分别摆放于其记忆的 15° 及 45° 两种角度位置,在这时按下暂停(保持)按钮,并由仪器记录下受试者所认定的角度,重复三次,取平均值。本研究将位置觉差额作为评价位置觉的指标,位置觉差额指的是在测试中受试者实际到达的角度与目标角度的差值,这个差值度数越小则提示位置觉越好[21]。



Figure 1. Ankle joint taping (limiting the range of varus and dorsiflexion)

图 1. 踝关节贴扎(限制内翻背屈活动范围)



Figure 2. Isokinetic muscle strength and position sense test

图 2. 等速肌力及位置觉测试

2.3. 统计学分析

本研究采用 Excel 和 SPSS 软件进行实验数据的整理与统计学分析,采用配对样本 t 检验的统计学方法,比较踝关节贴扎前后的膝关节主动关节活动度、膝关节等速肌力以及膝关节位置觉,显著性差异水平为 0.05,实验所得数据均以($\bar{x} \pm s$)的形式表示,若 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 相对峰力矩

在踝关节无贴扎和踝关节贴扎(限制内翻背屈活动范围)两种情况下,将膝关节屈伸肌相对峰力矩进行对比,踝关节贴扎后的伸肌相对峰力矩明显大于无贴扎时($P < 0.05$);踝关节贴扎前后屈肌相对峰力矩无显著性差异($P > 0.05$),见表 1。

Table 1. The relative peak torque (%)

表 1. 相对峰力矩(%)

	贴扎前	贴扎后	t 值	P 值
伸 R	136.96 ± 55.05	162.89 ± 57.51	-4.076	0.001
伸 L	130.37 ± 45.44	161.03 ± 61.09	-2.427	0.027
屈 R	60.88 ± 27.73	68.64 ± 25.16	-1.506	0.15
屈 L	55.97 ± 26.37	66.62 ± 27.27	-1.753	0.098

3.2. 位置觉

将踝关节无贴扎和踝关节贴扎(限制内翻背屈活动范围)两种情况下的膝关节 15°及 45°的位置觉差额进行对比,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

Table 2. Knee joint position sense (°)

表 2. 膝关节位置觉(°)

	贴扎前	贴扎后	t 值	P 值
15°R	3.38 ± 2.21	3.73 ± 2.13	-0.515	0.613
15°L	3.37 ± 3.03	2.86 ± 1.19	0.621	0.543
45°R	4.49 ± 2.12	4.19 ± 2.46	0.412	0.686
45°L	4.86 ± 3.02	5.39 ± 3.24	-0.514	0.614

3.3. 膝关节主动关节活动度

我们将踝关节无贴扎和踝关节贴扎(限制内翻背屈活动范围)两种情况下的膝关节主动关节活动度进行对比,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

Table 3. Active knee joint range of motion (°)

表 3. 膝关节主动关节活动度(°)

	贴扎前	贴扎后	t 值	P 值
伸 R	3.33 ± 4.17	2.56 ± 3.48	-0.515	0.479
伸 L	3 ± 4.65	3.94 ± 4.33	0.621	0.302

Continued

屈 R	127.78 ± 6.49	125 ± 7.51	0.412	0.055
屈 L	127.5 ± 6.40	124.44 ± 8.35	-0.514	0.098

4. 讨论与结论

4.1. 讨论

本次研究的主要目的是探讨踝关节贴扎(限制内翻背屈活动范围)对膝关节功能的影响,为预防膝关节的损伤提供理论依据,对此我们以膝关节主动关节活动度、等速肌力及位置觉三个指标来进行对比分析,从结果可以看出,踝关节贴扎后膝关节伸肌相对峰力矩明显高于无贴扎时。等速肌力测试的峰力矩是肌肉收缩产生的最大力矩输出,代表了肌肉收缩产生的最大肌力,其作为金标准被用于评价肌肉收缩能力[22][23],而相对峰力矩是峰力矩占体重的比值百分比,更能比较不同个体间力量的差异[20]。因此我们认为踝关节贴扎可以提高膝关节伸肌向心收缩肌力。但此研究是在贴扎后即刻进行测试,所以此结果是踝关节贴扎后对膝关节伸肌肌力的即刻效应。关于踝关节贴扎提高膝关节伸肌肌力的原因,首先可能是在进行踝关节贴扎时,膝关节处于伸直的状态,因此对伸展肌群的激活有一定的促进作用。其次是踝关节贴扎给予皮下筋膜以一定压力,筋膜可以将张力的变化传递给肌肉组织[24],而筋膜之间是相互连接的,通过筋膜对膝关节伸肌产生一定刺激,更好地激活膝关节伸肌肌群,使其力量表现增强。踝关节贴扎后对膝关节屈肌相对峰力矩的影响没有显著性差异,可能的原因是在日常生活中,腓绳肌常做离心收缩,通过缓冲股四头肌向心性收缩肌力及下肢运动的惯性力量来避免膝关节过度伸展[25],而本研究中测试膝关节屈肌相对峰力矩时采用的是向心模式,因此膝关节屈肌没有很好被激活,对实验结果有一定的影响。

本体感觉被定义为整合来自不同机械感受器的感觉信号,从而确定身体或身体节段在空间中的位置和运动的能力[26][27],包括运动觉、震动觉、位置觉。衡量本体感觉功能的重要指标是关节位置觉,指的是关节周围的肌腱、韧带、肌肉、关节囊中的本体感受器接受外界的刺激,经过中枢神经系统的反馈控制,使自身能够察觉到肢体的位置。位置觉差额是常用作评定关节位置觉的指标,其指的是在测试中受试者实际到达的角度与目标角度的差值,这个差值度数越小则提示位置觉越好[21]。研究结果表明,踝关节贴扎后对膝关节的位置觉没有显著性的影响,可能的原因主要是踝关节贴扎并未直接影响到膝关节关节囊、肌腱、韧带等,因此没有直接刺激到膝关节周围的本体感受器,所以对于膝关节位置觉没有显著性影响。关节活动范围(Range of motion, ROM)是指一个关节从起始端至终末端的正常运动范围,是评定关节运动功能损害的范围与程度的指标之一[28]。关节活动范围分为主动关节活动范围(AROM)和被动关节活动范围(PROM),主动关节活动范围是指作用于关节的肌肉随意收缩使关节运动时所通过的运动弧。经研究发现踝关节贴扎对膝关节主动活动范围没有显著影响,主要原因是踝关节贴扎主要是通过外部支撑的方式用以限制踝关节在各方向上的运动来增强踝关节的稳定性[1][2][3][4],而踝关节贴扎并未直接接触到膝关节,因此对膝关节的活动度没有显著的影响。人体在进行跳跃着地或者急停运动时,常需要髌膝踝关节屈曲来缓冲地面的冲击力[29],此时除膝关节之外,踝关节也需要承受相当大的负荷量。踝关节贴扎后其关节活动范围受到限制因此不能正常背屈来缓冲地面冲击力,而踝关节贴扎对膝关节主动关节活动范围没有影响,因此踝关节进行贴扎后,膝关节可通过正常的屈曲来缓冲部分地面冲击力,降低踝关节损伤风险。

本次研究显示踝关节贴扎可以提高膝关节伸肌向心性收缩肌力,但具体影响时期并不清楚,该研究结果为贴扎的即刻效应,对于贴扎后的持续效应需要更多的研究探索。此外样本量也会直接影响统计结果,需要更多大样本的随机对照研究来证实其临床效果。

4.2. 结论

踝关节贴扎可以提高膝关节伸肌向心性收缩肌力。踝关节贴扎对膝关节屈肌肌力、位置觉及主动关节活动范围没有影响。由此可见, 踝关节贴扎在预防踝关节损伤、促进踝关节损伤恢复的同时可改善膝关节的功能。

基金项目

国家自然科学基金面上项目(81472143); 国家自然科学基金青年基金(81301601)。

参考文献

- [1] 石玉, 廖永华, 罗炯. 踝关节贴扎后人体平衡及高处着地缓冲能力的生物力学分析[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(19): 3014-3020.
- [2] Olmsted, L.C., Vela, L.I., Denegar, C.R., *et al.* (2004) Prophylactic Ankle Taping and Bracing: A Numbers-Needed-to-Treat and Cost-Benefit Analysis. *Journal of Athletic Training*, **39**, 95-100.
- [3] Roel, R., *et al.* (2018) Taping Benefits Ankle Joint Landing Kinematics in Individuals with Chronic Ankle Instability. *Journal of Sport Rehabilitation*, **29**, 162-167.
- [4] Kuni, B., Mussler, J. and Kalkum, E. (2016) Effect of Kinesiotaping, Non-Elastic Taping and Bracing on Segmental Foot Kinematics during Drop Landing in Healthy Subjects and Subjects with Chronic Ankle Instability. *Physiotherapy*, **102**, 287-293. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.07.004>
- [5] Hall, E.A., Simon, J.E. and Docherty, C.L. (2016) Using Ankle Bracing and Taping to Decrease Range of Motion and Velocity during Inversion Perturbation While Walking. *Journal of Athletic Training*, **51**, 283-290. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.5.06>
- [6] 郑志亮. 踝关节的贴扎对人体运动能力影响的研究[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2013.
- [7] Purcell, S.B., Schuckman, B.E., Docherty, C.L., *et al.* (2009) Differences in Ankle Range of Motion before and after Exercise in 2 Tape Conditions. *The American Journal of Sports Medicine*, **37**, 383-389. <https://doi.org/10.1177/0363546508325925>
- [8] 侯世伦. 踝关节贴扎对男子篮球运动员运动能力的影响及其时效性的研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京体育大学, 2011.
- [9] 聂开迪. 运动贴扎对踝关节运动能力影响的研究进展[J]. 黑龙江科学, 2018, 9(13): 40-41.
- [10] Verhagen, E.A.L.M. and Bay, K. (2010) Optimising Ankle Sprain Prevention: A Critical Review and Practical Appraisal of the Literature. *British Journal of Sports Medicine*, **44**, 1082-1088. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.076406>
- [11] Dizon, J.M. and Reyes, J.J. (2010) A Systematic Review on the Effectiveness of External Ankle Supports in the Prevention of Inversion Ankle Sprains among Elite and Recreational Players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **13**, 309-317. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.05.002>
- [12] Raymond, J., Nicholson, L.L., Hiller, C.E., *et al.* (2012) The Effect of Ankle Taping or Bracing on Proprioception in Functional Ankle Instability: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **15**, 386-392. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.03.008>
- [13] Tiemstra, J.D. (2012) Update on Acute Ankle Sprains. *American Family Physician*, **85**, 1170-1176.
- [14] Long, Z., Wang, R., Han, J., *et al.* (2016) Optimizing Ankle Performance When Taped: Effects of Kinesiology and Athletic Taping on Proprioception in Full Weight-Bearing Stance. *Journal of Science & Medicine in Sport*, **20**, 236-240. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.024>
- [15] 马玉宝, 米立新, 马全胜, 等. 踝关节贴扎对健康成人平衡能力及踝关节周围肌肉肌电活动的影响[J]. 中国老年保健医学, 2018, 16(6): 8-11.
- [16] 侯世伦, 刘少鹏. 不同材质踝关节“8”字贴扎法对无伤者运动能力的影响[J]. 北京体育大学学报, 2009, 32(9): 43-45.
- [17] Williams, S.A., Ng, L., Stephens, N., *et al.* (2018) Effect of Prophylactic Ankle Taping on Ankle and Knee Biomechanics during Basketball-Specific Tasks in Females. *Physical Therapy in Sport*, **32**, 200-206. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.04.006>
- [18] Malloy, P., Morgan, A., Meinerz, C., *et al.* (2015) The association of Dorsiflexion Flexibility on Knee Kinematics and Kinetics during a Drop Vertical Jump in Healthy Female Athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*,

- 23, 3550-3555. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3222-z>
- [19] Stoffel, K.K., Nicholls, R.L., Winata, A.R., *et al.* (2010) Effect of Ankle Taping on Knee and Ankle Joint Biomechanics in Sporting Tasks. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **42**, 2089-2097. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181de2e4f>
- [20] 成鹏, 毕霞. 用等速测试指标评定膝关节的运动功能[J]. 中国康复理论与实践, 2002, 8(3): 191-192.
- [21] 朱燕, 裘敏蕾, 陈永强, 等. 使用 Biodex 等速测试仪进行踝关节内外翻本体感觉测试的信度研究[J]. 中国康复, 2011, 26(5): 347-349.
- [22] 赵卫侠, 巫宗德, 刘波, 刘辉. 等速肌力测试评价断裂跟腱修复后的肌肉力量[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(46): 7468-7471.
- [23] Annaswamy, T., Mallempati, S., Allison, S.C., *et al.* (2007) Measurement of Plantarflexor Spasticity in Traumatic Brain Injury. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, **86**, 404-411. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31804a7d85>
- [24] Bruno, B. and Emiliano, Z. (2015) Understanding Fibroblasts in Order to Comprehend the Osteopathic Treatment of the Fascia. *Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, **2015**, Article ID: 860934. <https://doi.org/10.1155/2015/860934>
- [25] 曹峰锐. “腓绳肌离心收缩力矩/股四头肌向心收缩力矩”在预防腓绳肌运动性拉伤和膝关节前交叉韧带损伤方面的应用[J]. 中国体育科技, 2017, 53(2): 43-52 + 63.
- [26] Han, J., Waddington, G., Adams, R., *et al.* (2015) Assessing Proprioception: A Critical Review of Methods. *Journal of Sport & Health Science*, **5**, 80-90.
- [27] Hillier, S., Immink, M. and Thewlis, D. (2015) Assessing Proprioception: A Systematic Review of Possibilities. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, **29**, 933-949. <https://doi.org/10.1177/1545968315573055>
- [28] 严广斌. 关节活动度[J]. 中华关节外科杂志: 电子版, 2014(3): 409-409.
- [29] 段高营. 不同贴扎类型于踝关节对急停动作影响的生物力学研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2019.