



肌内效贴对纵跳动力学特征及小腿肌肉活动的影响

任圆圆, 陆阿明*

摘要: 为探索肌内效贴贴扎小腿腓肠肌对纵跳动力学特征及小腿其他肌肉活动的影响, 本文对 10 名国家二级及以上水平运动员进行无、有贴扎纵跳实验, 每组 5 人随机进行纵跳实验, 重复 3 次, 选择最佳测试成绩进行对比分析。结果表明, 肌内效贴能够提高纵跳高度 ($P < 0.01$), 增加最大蹬伸力和最大缓冲力 ($P < 0.05$), 对蹬伸时间和最大蹬伸力梯度也有影响 ($P < 0.05$); 同时, 在蹬伸阶段, 肌内效贴贴扎使双腿内侧腓肠肌积分肌电 (iEMG) 和均方根振幅 (RMS) 增加 ($P < 0.05$), 使一侧胫骨前肌 iEMG 和 RMS 减少 ($P < 0.05$)。但在缓冲阶段, 对小腿各肌肉 IEMG 和 RMS 均无显著性差异 ($P > 0.05$)。可见, 肌内效贴使部分纵跳动力学特征发生改变, 对小腿内侧腓肠肌肌肉活动也有促进作用。

关键词: 肌内效贴; 纵跳; 动力学特征; 小腿肌肉活动

中图分类号: G804.6 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2018)04-0083-06
DOI: 10.12064/ssr.201800414

Effect of Kinesio Taping on the Dynamic Characteristics of Vertical Jump and Calf Muscle Activities

REN Yuanyuan, LU A'ming

(Sports Academy, Suzhou University, Suzhou, Jiangsu 215021, China)

Abstract: To explore the effect of kinesio taping on calf gastrocnemius on the dynamic characteristics of vertical jump and other muscle activities. In this study, ten athletes of the national level two and above were selected for the vertical jump experiment with or without taping. There were 5 athletes in each group, and each of them did vertical jump three times. The best results were chosen for comparative analysis. The result shows that kinesio taping can increase the height of vertical jump ($P < 0.01$) and increase maximum stretch and maximum buffer force ($P < 0.05$). And it has an effect on the stretch time and maximum stretch gradient ($P < 0.05$). At the same time, iEMG and RMS in the medial gastrocnemius muscle increase ($P < 0.05$) at the stretch stage. And this reduces iEMG and RMS in the one side anterior tibial muscle ($P < 0.05$). Yet at the buffer stage, there is no significant difference between the iEMG and RMS of the different calf muscles ($P > 0.05$). Therefore, kinesio may alter the changes of the part of the dynamic characteristics of vertical jump and improve the muscle activities of calf medial gastrocnemius.

Key Words: kinesio; kinesio; vertical jump; dynamics; calf muscle activity

1 前言

纵跳作为一种最基本的运动方式, 在体育训练中有着举足轻重的作用, 对跳高、篮球、排球等带有跳跃动作的运动项目具有重要意义^[1,2]。运动员的纵跳成绩能反映出其在特定运动项目中的成绩^[3], 众所

周知, 在世界跳高比赛中, 每毫米的进步对体育界来说都意义非凡。因此, 若肌内效贴可以小幅提高运动员跳跃高度, 这对运动员在比赛中提高运动成绩有重要意义。

近年来, 肌内效贴常被应用于奥运会等大型比

收稿日期: 2018-06-12

基金项目: 江苏省高校优势学科建设工程项目(PAPD)。

第一作者简介: 任圆圆, 女, 在读硕士研究生。研究方向: 运动生物力学。E-mail: 2919535396@qq.com。

* 通讯作者简介: 陆阿明, 男, 教授, 博士研究生导师。主要研究方向: 运动生物力学、体育用品器械开发。E-mail: Luaming@suda.edu.cn。

作者单位: 苏州大学体育学院, 江苏苏州 215006。



赛中,逐渐成为运动员预防、治疗损伤及辅助运动训练不可或缺的一部分^[4,5]。随着其理论体系的不断发展与完善,有关肌内效贴提高纵跳表现的研究层出不穷。关于肌内效贴对纵跳和肌肉活动的影响已引起国外专家学者的关注,有研究表明,肌内效贴对纵跳能够产生积极的影响^[6,9]。但也有部分学者研究结果与之相悖,Davison^[10]研究结果表明,在27名参与者中,只有52%的人在贴扎后纵跳高度有增加的表现,37%的人纵跳高度不增反降,11%的人纵跳高度无任何变化。更有研究表明,肌内效贴的应用会使纵跳性能和纵跳肌肉活动均有所下降^[11]。众多学者各抒己见,尚有争论。相反,我国的相关研究凤毛麟角,肌内效贴在康复治疗方面的作用已无可争议,而对于肌肉活动影响的研究还未有定论^[12]。故本研究将进一步探索肌内效贴对纵跳动力学特征及其小腿肌肉活动产生的影响,为今后运动员在比赛中提高成绩及发展运动能力提供实验依据。

1 对象与方法

1.1 实验对象

10名受试者来自苏州大学运动训练及武术与民族传统体育专业,均为国家二级及二级以上水平的优秀运动员(表1),所有受试者在48h内无剧烈运动或训练,拥有良好的精神状态,在半年内无下肢损伤史及贴扎过敏现象。

表1 受试者基本信息一览表($\bar{x}\pm s$)

Table I Basic Information of the Subjects($\bar{x}\pm s$)

| N | 年龄 (yrs) | 身高 (cm) | 体重 (kg) | 体重指数 (BMI) |
|----|-----------|-------------|------------|------------|
| 10 | 22.0±0.94 | 180.3±10.37 | 75.3±14.62 | 22.9±2.44 |

1.2 实验设备与材料

本次实验设备为KISTLER三维测力平台(9287B,瑞士)及Cometa无线表面肌电测试系统(Wave Plus,意大利),实验贴扎材料为肌内效贴和表面电极贴。肌内效贴均采用南京市斯瑞奇医疗用品有限公司的产品邦得适理疗肌贴,贴布宽度约5cm,颜色均为红色。表面电极贴由上海医疗用品制造有限公司提供,贴片直径为1cm左右。

1.3 实验步骤

1.3.1 贴扎方法

肌内效贴贴扎:实验前受试者换上统一的短裤,贴扎前剔除较长毛发,用75%浓度的酒精擦拭皮肤表面,保持皮肤表面光滑整洁,以免使肌内效贴粘性下降发生掉落。贴扎时,受试者身体处于放松俯卧位

状态,采用Y形肌内效贴,近端贴于腓肠肌跟骨部,两条尾端沿着肌肉走向,终止于膝盖下端的肌肉两侧止点位置,拉力大小为10%左右^[13]。

表面电极贴放位置:表面电极贴全部置于肌腹处^[14,15]。小腿内侧腓肠肌贴于踮脚时小腿内后部最隆起部分,外侧腓肠肌贴于踮脚尖时小腿外后部最隆起部位,胫骨前肌贴于勾脚尖时小腿前外侧隆起的肌腹位置。在每个测试阶段,受试者小腿的胫骨前肌、内外侧腓肠肌肌腹均放置了无线表面电极,用于记录纵跳过程中下肢肌肉肌电活动的效果(见图1)。



图1 肌内效贴贴扎及表面电极贴放示意图

Figure 1 How to Tape the Kinesio and Surface Electrode

1.3.2 实验流程

在实验前,全部受试者进行5min慢跑,热身后均采用有益于激活受试者神经肌肉本体感觉的静态拉伸,预防实验中出现运动损伤及促进运动表现^[16]。测试前,每个受试者接受纵跳动作指导,并分别进行1~2次试跳,确保实验时纵跳的动作及节奏符合规定,待每位受试者能够在测力台正常完成实验,则被随机分为1~10编号进行实验。

受试者站在三维测力台上,听到开始口令后,采用下蹲跳(Counter Movement Jump, CMJ)纵跳形式^[17],双脚先下蹲再向上垂直跳跃,同时双手放在臀部两侧保持不动,尽最大努力向上跳。为了避免心理效应的产生,其中单号受试者先进行无贴扎纵跳实验,双号受试者先贴扎再进行纵跳实验,充分休息后,两组交换完成实验。

1.3.3 选取指标

三维测力平台主要记录纵跳过程中产生的xyz3个方向的力,本文根据Fz-t曲线计算出垂直方向关于纵跳动力学特征的指标^[18]。主要包括腾空高度、蹬伸阶段及缓冲阶段的时间、最大蹬伸力、最大缓冲力、最大力的梯度及各阶段冲量等。在肌电测试中,使用无线表面肌电测试系统,收集小腿肌肉电信号及分析各肌肉积分肌电图iEMG与均方根振幅RMS数

据(见表2)。

表2 测试指标名称及定义

Table II Name and Definition of the Test Indicators

| 指标 | 单位 | 指标定义 |
|----------|------|-------------------------|
| 腾空高度 | m | 腾空时间的二分之一 |
| 蹬伸阶段时间 | s | 人体起跳开始到形成最大蹬伸力的时间 |
| 缓冲阶段时间 | s | 人体腾空后落地时间开始到恢复体重线时的时间 |
| 最大蹬伸力值 | N | 蹬伸阶段力的最大力值 |
| 最大缓冲力值 | N | 缓冲阶段着地的瞬时力值,也是缓冲阶段的最大力值 |
| 最大蹬伸力的梯度 | N/s | 最大蹬伸力与时间的比值 |
| 最大缓冲力的梯度 | N/s | 最大缓冲力与时间的比值 |
| 蹬伸净冲量 | N.s | 蹬伸阶段的正负冲量之和 |
| 缓冲净冲量 | N.s | 缓冲阶段的正负冲量之和 |
| IEMG | uV.s | 各阶段参与纵跳的肌肉放电总量变化 |
| RMS | uV.s | 各阶段参与纵跳的肌肉肌电图均方根振幅 |

1.4 统计学分析

统计工具为 SPSS22.0, 采用配对样本 t 检验对有无肌内效贴贴扎的各项参数进行统计分析, 选取均值±标准差来表示所有数据, 每个测试显著性水平界定为 P<0.05, 具备统计学意义。

2 研究结果

2.1 有无肌内效贴贴扎纵跳高度与各阶段时间的变化

表3显示, 无贴扎时, 受试者纵跳高度为(0.028±0.012) m; 有贴扎时, 受试者纵跳高度为(0.029±0.011) m, 可见肌内效贴使受试者的纵跳高度明显提高(P<0.01)。肌内效贴贴扎时受试者蹬伸时间也明显减少(P<0.01), 但缓冲时间并未发生变化(P>0.05)。

表3 有无肌内效贴贴扎纵跳高度与各阶段时间变化一览表($\bar{x}\pm s$)

Table III Jump Height and the Time of the Different Stages during the Vertical Jump with or without Kinesio Taping($\bar{x}\pm s$)

| 指标 | 无贴扎 | 有贴扎 | t 值 | P 值 |
|---------|-------------|-------------|--------|--------|
| 腾空高度(m) | 0.028±0.012 | 0.029±0.011 | -4.707 | 0.001* |
| 蹬伸时间(s) | 0.037±0.126 | 0.032±0.116 | 3.457 | 0.007* |
| 缓冲时间(s) | 0.032±0.162 | 0.033±0.094 | -0.232 | 0.821 |

2.2 有无肌内效贴贴扎各阶段力、梯度和冲量的变化

由表4可知, 贴扎时纵跳的最大蹬伸力和最大

缓冲力增加(P<0.05), 最大蹬伸力梯度也明显增大(P<0.05), 但最大缓冲力梯度、蹬伸冲量及缓冲冲量均无明显差异(P>0.05)。

表4 有无肌内效贴贴扎各阶段力、梯度和冲量变化一览表($\bar{x}\pm s$)

Table IV Changes of Force, Gradient and Impulse of the Different Stages during the Vertical Jump with or without Taping($\bar{x}\pm s$)

| 指标 | 无贴扎 | 有贴扎 | t 值 | P 值 |
|---------------|------------------|------------------|--------|--------|
| 最大蹬伸力值(N) | 1846.8±215.33 | 2015.7±364.75 | -3.049 | 0.014* |
| 最大缓冲力值(N) | 2910.98±890.85 | 3450.94±882.38 | -5.793 | 0.001* |
| 最大蹬伸力的梯度(N/s) | 53375.4±13488.3 | 68652.1±21141.7 | -3.571 | 0.006* |
| 最大缓冲力的梯度(N/s) | 117135.2±67703.6 | 118615.3±64130.3 | -0.12 | 0.907 |
| 蹬伸冲量(N.s) | 25.93±13.2 | 32.43±15.11 | -2.828 | 0.20 |
| 缓冲冲量(N.s) | 25.91±8.19 | 33.67±14.04 | -0.112 | 0.64 |

2.3 蹬伸阶段有无肌内效贴贴扎小腿各肌肉活动的变化

纵跳蹬伸阶段, 肌内效贴贴扎使双腿内侧腓肠肌及右腿外侧腓肠肌 iEMG 增加(P<0.05)(表5), 小腿内侧腓肠肌 RMS 也明显增加(P<0.05)(表6), 然而, 右腿胫骨前肌 iEMG 和 RMS 出现下降的趋势(P<0.01), 而有无肌内效贴对小腿其他肌肉 iEMG 和 RMS 均无明显差异(P>0.05)。

表5 蹬伸阶段有无肌内效贴贴扎小腿各肌肉 iEMG 变化一览表(单位: uV.s)

Table V iEMG Changes of the Calf Muscle with or without Taping at the Stretch Stage(uV.s)

| 肌肉 | 无贴扎 | 有贴扎 | t 值 | P 值 |
|---------|-------------|-------------|--------|--------|
| 左腿内侧腓肠肌 | 67.6±18.61 | 78.0±14.64 | -2.632 | 0.028* |
| 右腿内侧腓肠肌 | 79.1±21.04 | 96.0±24.04 | -5.396 | 0.001* |
| 左腿外侧腓肠肌 | 75.3±41.05 | 86.4±47.48 | -2.112 | 0.064 |
| 右腿外侧腓肠肌 | 51.0±20.25 | 58.5±19.99 | -5.102 | 0.001* |
| 左腿胫骨前肌 | 123.4±29.29 | 118.7±30.23 | 2.808 | 0.20 |
| 右腿胫骨前肌 | 151.0±20.39 | 141.9±20.09 | 3.252 | 0.010* |

表6 蹬伸阶段有无肌内效贴贴扎小腿各肌肉 RMS 变化一览表(单位: uV.s)

Table VI RMS Changes of the Calf Muscle with or without Taping at the Stretch Stage(uV.s)

| 肌肉 | 无贴扎 | 有贴扎 | t 值 | P 值 |
|---------|--------------|--------------|--------|--------|
| 左腿内侧腓肠肌 | 185.7±36.78 | 203.4±37.76 | -2.905 | 0.017* |
| 右腿内侧腓肠肌 | 179.1±72.90 | 182.8±69.77 | -0.169 | 0.010* |
| 左腿外侧腓肠肌 | 147.5±57.84 | 195.0±131.76 | -1.262 | 0.239 |
| 右腿外侧腓肠肌 | 186.2±127.13 | 223.1±148.14 | -0.507 | 0.625 |
| 左腿胫骨前肌 | 222.6±68.65 | 189.5±57.85 | 2.882 | 0.081 |
| 右腿胫骨前肌 | 266.0±54.96 | 230.0±49.79 | 4.362 | 0.020* |



2.4 缓冲阶段有无肌内效贴贴扎小腿各肌肉活动的变化

在缓冲阶段,有无肌内效贴贴扎对双腿胫骨前肌内、外侧腓肠肌 iEMG 均无显著性差异($P > 0.05$) (表 7),对小腿各肌肉 RMS 也无统计学意义上的改变($P > 0.05$) (表 8)。

表 7 缓冲阶段有无肌内效贴贴扎小腿各肌肉 iEMG 变化一览表(单位:uV.s)

Table VII iEMG Changes of the Calf Muscle with or without Taping at the Buffer Stage(uV.s)

| 肌肉 | 无贴扎 | 有贴扎 | t 值 | P 值 |
|---------|--------------|-------------|--------|-------|
| 左腿内侧腓肠肌 | 177.3±199.25 | 163.1±97.48 | 0.328 | 0.750 |
| 右腿内侧腓肠肌 | 203.0±184.37 | 132.8±64.63 | 1.413 | 0.191 |
| 左腿外侧腓肠肌 | 76.1±45.82 | 73.4±30.83 | 0.231 | 0.822 |
| 右腿外侧腓肠肌 | 66.4±37.51 | 70.5±47.75 | -1.735 | 0.117 |
| 左腿胫骨前肌 | 165.6±53.25 | 186.5±71.43 | -1.432 | 0.186 |
| 右腿胫骨前肌 | 257.7±247.70 | 183.4±67.13 | 0.938 | 0.373 |

表 8 缓冲阶段有无肌内效贴贴扎小腿各肌肉 RMS 变化一览表(单位:uV.s)

Table VIII RMS Changes of the Calf Muscle with or without Taping at the Buffer Stage(uV.s)

| 肌肉 | 无贴扎 | 有贴扎 | t 值 | P 值 |
|---------|--------------|--------------|--------|-------|
| 左腿内侧腓肠肌 | 233.5±53.87 | 271.7±128.56 | -0.892 | 0.396 |
| 右腿内侧腓肠肌 | 217.7±94.40 | 211.4±92.72 | 0.462 | 0.655 |
| 左腿外侧腓肠肌 | 239.1±128.14 | 242.4±104.90 | -0.176 | 0.864 |
| 右腿外侧腓肠肌 | 214.8±53.30 | 301.0±250.89 | -1.428 | 0.179 |
| 左腿胫骨前肌 | 265.0±73.85 | 304.5±84.25 | -1.829 | 0.101 |
| 右腿胫骨前肌 | 262.0±76.34 | 268.6±81.05 | -0.207 | 0.840 |

3 分析与讨论

3.1 肌内效贴对纵跳动力学特征的影响

研究表明,纵跳高度与起跳力量、蹬伸时间、起跳冲量等指标密切相关^[19,20]。起跳力量一般是指起跳时地面对人体的垂直反作用力,人们通常将最大正向反作用力和最大负向反作用力进行研究^[20]。本文对贴扎前后的最大蹬伸力及最大缓冲力进行研究,结果显示,肌内效贴贴扎后纵跳高度、蹬伸时间及地面作用力值等动力学指标发生明显变化。贴扎后纵跳高度明显提高,可能与蹬伸时间的减少及最大蹬伸力梯度的增加有关。缓冲时间未发生变化,但蹬伸时间减少使蹬伸的速度增加,蹬伸速度的增加可能产生更大的动能来促进纵跳。陈小平研究也证实,踏跳时间能够对纵跳产生影响,若踏跳时间延长会使起跳效果大打折扣^[21]。另一方面,贴扎后最大蹬伸力梯度增加,说明蹬伸阶段蹬伸力增长的速度加

快,这表明爆发力可能有所增加,而爆发力的增加对纵跳高度也能产生有利的影响^[18]。这一系列研究结果提示,肌内效贴对纵跳动力学特征能够产生有利影响。今后可将此种贴扎技术应用于运动员,帮助其在训练或比赛中提高纵跳成绩和运动能力。

3.2 肌内效贴对小腿各肌肉活动的影响

小腿各肌肉活动的增加,也是改善纵跳高度的原因之一。研究结果显示,肌内效贴使小腿内侧腓肠肌 iMEG 和 RMS 增加,这表示内侧腓肠肌在蹬伸阶段的放电总量增加,参与运动的运动单位及兴奋性也增加^[22]。本研究的实验是由于 CMJ 是先下蹲再起跳的一种起跳形式^[23],在屈膝下蹲时,下肢的内外侧腓肠肌被动拉长,而蹬伸起跳的一瞬间,内外侧腓肠肌主动收缩,肌内效贴贴扎时利用自身弹力产生的回缩力,与腓肠肌向心收缩方向一致,二者共同作用,产生一个同轴的力促进肌肉收缩^[12,24],使内、外侧腓肠肌产生更大的能量,从而促进肌肉收缩及纵跳表现。

Huang^[25]的研究显示了同样的结果,肌内效贴能促进小腿内侧腓肠肌活动。近期的研究与之类似,例如,肌内效贴膝关节肌肉、股四头肌及小腿三头肌活动均有所改善^[26-29]。关于肌内效贴提高肌肉效能的机制,可能是贴扎效应与人体之间的力学互动,通过增加感觉输入改善运动控制^[4,5,12,13,30]。也有研究显示,内侧腓肠肌活动的增加提供了增加 Hoffman^[31]反射幅度和运动神经元兴奋性^[32]的手段。相反,Hsu^[33]等人认为,肌内效贴使肌肉活跃性降低。甚至有研究报道,青年运动员的肌肉活动与肌内效贴无相关性^[34,35]。造成前人研究结果大相径庭的原因,可能是由于研究采用了不同的肌内效贴材料,不同的结构和弹性程度及不同的贴扎方法会产生不同的生物力学效应^[25],从而导致不同的结果。

本文结果还显示,贴扎时胫骨前肌的 iEMG 和 RMS 降低,说明肌内效贴使右腿胫骨前肌肌肉活动减少^[22]。造成此结果的原因可能因为胫骨前肌与腓肠肌收缩模式及功能不同。在纵跳蹬伸的一瞬间,腓肠肌做向心收缩,其功能是使踝关节跖屈,而胫骨前肌处于被拉长的离心收缩状态,其功能是使踝关节背屈,按照蹬伸时肌肉收缩方向,该贴扎方向是促进腓肠肌向心收缩的,因此对胫骨前肌影响不大,这也提示肌内效贴在促进肌力贴扎方向上具有针对性。除此之外,还有可能受到贴扎时间因素的影响。Slupik^[31]等人发现,肌内效贴在贴扎后 24 h 左右,方可发挥出最大的作用,若贴扎时间过短,产生不了更



大的张力促进肌肉收缩和运动表现。与此同时,在实现最大纵跳过程中,受试者的身体协调性也至关重要。故在今后研究中,还要注意贴扎方向、贴扎时间及受试者身体状态和自身协调性等因素的影响。此外,本研究涉及的肌肉群较少,在纵跳过程中,下肢的运动还牵扯到股四头肌、比目鱼肌等其他肌肉和关节,建议后续研究者针对本研究未涉及的肌肉群和关节,做进一步探究。

4 结论

4.1 在纵跳期间,肌内效贴使纵跳动力学特征发生有利改变,贴扎时纵跳高度有所提高,最大蹬伸力及最大缓冲力明显增加。

4.2 在纵跳蹬伸阶段,肌内效贴对小腿内侧腓肠肌肌肉活动有促进作用,但使一侧胫骨前肌肌肉活动减少,提示肌内效贴在贴扎方向上具有针对性。

参考文献:

- [1] 赵西堂,孙平,葛春林.原地摆臂纵跳和抱头纵跳动力学特征的比较[J].体育学刊,2013,20(1):139-144.
- [2] 曹志飞,李世明,朱红红.原地连续纵跳的运动生物学特征研究[J].天津体育学院学报,2009,24(3):269-273.
- [3] Lees A. A biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump[J]. Ergonomics, 2005, 48(11-14):1594-1603.
- [4] 张国海,王人卫.肌内效贴对人体运动能力影响与相关机理的研究进展与展望[J].中国体育科技,2015(1):73-80.
- [5] 祁奇,王子彬,陈文华,等.肌内效贴在运动损伤康复中的应用进展[J].中国康复医学杂志,2013,28(10):971-974.
- [6] Sanzo P. The Effect of Kinesio Taping on Vertical Jump Height and Muscle Electromyographic Activity of the Gastrocnemius and Soleus in Varsity Athletes[J]. International Journal of Sports Science, 2015, 5(4):162-170.
- [7] Yi H., Cheng F. L., Chih H. C., et al. Effect of ankle kinesio taping on vertical jump with run-up and counter-movement jump in athletes with ankle functional instability[J]. J. Phys. Ther. Sci, 2015, 27:2087-2090.
- [8] Po T. H., Sheue A. Y., Jia H. C., et al. The effects of quadriceps taping and non-taping approaches on counter-movement jump performance[C]//. International conference on biomechanics in sports, 2016.
- [9] Kümmel J., Mauz D., Blab F., et al. Effect of kinesio taping on performance in counter-movement jump[C]. Biomechanics in Sports 29. Scientific Proceedings of the, International Conference on Biomechanics in Sports, 2011, 16(12):101-106.
- [10] Davison E. A., Ponist B. H., Anderson C. T., et al. Inhibitory Effect of the Kinesio Taping? Method on the Gastrocnemius Muscle[M]. New Jersey: Pearson Education/Prentice Hall, 2016:527-531.
- [11] Bicić S., Karatas N., Baltacı G. Effect of athletic taping and kinesiotaping? on measurements of functional performance in basketball players with chronic inversion ankle sprains[J]. International Journal of Sports Physical Therapy, 2012, 7(2):154-166.
- [12] 汤新安,王人卫.肌内效贴的研究现状及展望[J].南京体育学院学报(自然科学版),2013,12(6):45-48.
- [13] 陈文华,余波.软组织贴扎技术基础与实践—肌内效贴实用诊疗技术图解[M].上海:上海科学技术出版社,2017.
- [14] 周阳,郭延龄,常祺.投掷手榴弹动作的表面肌电特点分析[J].实用医药杂志,2016,33(2):102-104.
- [15] 井兰香.超等长训练对下肢生物力学特征影响的研究[D].上海体育学院,2009.
- [16] 温泉.不同热身方法对于纵跳成绩的急性及延迟性影响[D].北京体育大学,2011.
- [17] 袁鹏,刘伟民.CMJ 测试评价弹跳能力的指标研究[C].全国运动生物力学学术交流大会.2002.
- [18] 袁庆成,董永典,邹继豪.纵跳蹬地动力学特征的实验研究[J].西安体育学院学报,1987(4):4-8.
- [19] 徐国红,葛春林,尹红满.沙滩排球训练对我国女排运动员弹跳力影响机制的研究[J].体育科学,2001,21(6):41-45.
- [20] 靳小雨.影响弹跳高度的动力学指标和运动技术因素分析[J].山东体育科技,2002,24(4):5-7.
- [21] 陈小平.超等长力量训练中存在的问题探析[J].中国体育教练员,2004(3):10-12.
- [22] 徐国营,朱长跃,王颖,等.“匀速缓蹲起”与“站桩”IEMG RMS 的比较研究[J].西北大学学报(自然科学版),2013, 43(2):243-246.
- [23] 游永豪,温爱玲,张猛,等.青年男子 CMJ 运动生物力学特征分析[J].河北体育学院学报,2015,29(1).n
- [24] Myrto C. D. Functional Soft-Tissue Examination and Treatment by Manual Methods[J]. Journal of the Canadian Chiropractic Association, 2011, 55(1):64.
- [25] Huang C. Y., Hsieh T. H., Lu S. C., et al. Effect of the Kinesio tape to muscle activity and vertical jump performance in healthy inactive people[J]. Biomedical Engineering Online, 2011, 10(1):70.
- [26] 祁奇,陈文华,余波,等.肌内效贴对女性大学生膝关节肌力的影响[J].中国康复理论与实践,2015,21(7):849



- 853.
- [27] Vithoulka I., Malliou A. B., Aggelousis N., et al. The effects of Kinesio-Taping~R on quadriceps strength during isokinetic exercise in healthy non athlete women[J]. *Isokinetics & Exercise Science*, 2010, 18(1):1-6.
- [28] Lumbroso D., Ziv E., Vered E., et al. The effect of kinesio tape application on hamstring and gastrocnemius muscles in healthy young adults[J]. *J. Bodyw Mov. Ther.*, 2014, 18(1):130-138.
- [29] Csapo R., Hecceg M., Alegre L. M., et al. Do kinaesthetic tapes affect plantarflexor muscle performance?[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2012, 30(14):1513-1519.
- [30] 余波,陈文华,王人卫.肌内效贴改善运动功能的临床研究现状与思考[J].*中国运动医学杂志*,2014,33(3):275-280.
- [31] Slupik A., Dwornik M., Bialoszewski D., et al. Effect of Kinesio Taping on bioelectrical activity of vastus medialis muscle. Preliminary report[J]. *Medsportpress*, 2007, 6(6):644-651.
- [32] Firth B. L., Dingley P., Davies E. R., et al. The effect of kinesiotape on function, pain, and motoneuronal excitability in healthy people and people with achilles tendinopathy[J]. *Clin. J. Sport Med.*, 2010,20(6):416-421.
- [33] Hsu Y. H., Chen W. Y., Lin H. C., et al. The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome [J]. *J. Electromyogr Kinesiol.*, 2009, 19:1092-1099.
- [34] De H. M., Alvarez M. A., Sanudo B., et al. Immediate effect of kinesio taping on muscle response in young elite soccer players.[J]. *Journal of Sport Rehabilitation*, 2013, 22(1):53.
- [35] Fu T. C., Wong A. M. K., Pei Y. C., et al. Effect of kinesio taping on muscle strength in athletes-A pilot study [J]. *J. Sci. Med. Sport*, 2008, 11:198-201.

(责任编辑:刘畅)

(上接第 69 页)

参考文献:

- [1] 冯连世,张漓.优秀运动员训练中的生理生化监控实用指南[M].北京:人民体育出版社,2007.
- [2] 冯炜权.运动训练的生理生化监控方法[M].北京:人民体育出版社,2006.
- [3] 国家体育总局科教司.现代教练员科学训练理论与实践[M].北京:人民体育出版社,2015.
- [4] 冯连世,冯美云,冯炜权.优秀运动员身体机能评定方法[M].北京:人民体育出版社,2003.
- [5] Mateo-March M., Zabala M., Blasco-Lafarga C., et al. Blood lactate concentration versus design and difficulty of the track in BMX[J]. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 2012, 45(12):52-66
- [6] Louis J., Billaut F., Bernad T., et al. Physiological demands of a simulated BMX Competition[J]. *International Journal of Sports Medicine*, 2012, 34 (6):491-496.
- [7] 张莉,林丽雅,陈建敏.优秀小轮车运动员马丽芸专项速耐训练手段的综合评价[J].*中国体育科技*,2015,51(3):94-99.
- [8] 全国体育院校教材委员会.运动生物化学[M].北京:人民体育出版社,1999.
- [9] 张焯.BMX 小轮车运动员训练手段及规律探析[J].*西部体育研究*,2012,2(31):73-75.

(责任编辑:刘畅)