

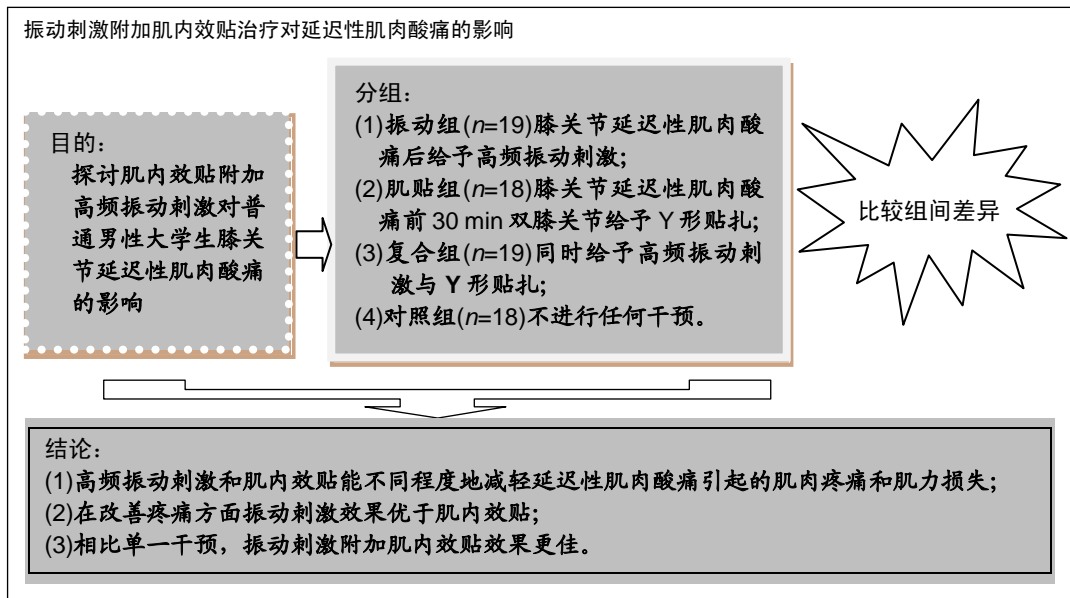
# 振动刺激附加肌内效贴治疗运动性膝关节延迟性肌肉酸痛

钟国友(百色学院, 广西壮族自治区百色市 533000)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.1376

ORCID: 0000-0002-5200-608X(钟国友)

文章快速阅读:



钟国友, 男, 1977年生, 广西壮族自治区玉市人, 汉族, 讲师, 主要从事运动与健康促进研究。

文献标识码:A

稿件接受: 2019-03-06



## 文题释义:

**延迟性肌肉酸痛:**是指机体从事大运动量,特别是开始一项新运动、运动项目改变或运动强度突然增加后一段时间内出现的肌肉酸痛现象,其是一种特殊类型的运动性肌肉疲劳,可能是产生超量恢复的基础条件。延迟性肌肉酸痛一般出现在运动后12-24 h,24-48 h达高峰,3-7 d可自行缓解并消失。

**峰力矩:**指在等速肌力测试中,受试者关节在整个等速运动范围内所输出的最大力矩值,能反映被测试关节力量,研究发现60(°)/s的峰力矩能代表绝对力,240(°)/s的峰力矩能代表爆发力。

## 摘要

**背景:**肌内效贴与高频振动刺激均能一定程度地缓解延迟性肌肉酸痛,然而2种方法的效果有何差异、同时使用是否效果更佳均无文献报道。

**目的:**探讨肌内效贴附加高频振动刺激对普通男性大学生膝关节延迟性肌肉酸痛的影响。

**方法:**募集百色学院非体育专业男性大学生74名,进行模拟膝关节延迟性肌肉酸痛的运动,随机分4组干预:振动组( $n=19$ )膝关节延迟性肌肉酸痛后给予高频振动刺激;肌贴组( $n=18$ )膝关节延迟性肌肉酸痛运动前30 min,双膝关节给予Y形贴扎;复合组( $n=19$ )同时给予高频振动刺激与Y形贴扎;对照组( $n=18$ )不进行任何干预。运动后即刻及运动后24,48,72 h,进行各组延迟性肌肉酸痛部位目测类比分与膝关节伸展模式下的等速肌力测试[60(°)/s下的绝对力与240(°)/s下的爆发力]。

**结果与结论:**①振动组和肌贴组运动后即刻及运动后24,48 h的目测类比分小于对照组( $P < 0.05$ ),振动组运动后72 h的目测类比分小于对照组( $P < 0.001$ ),复合组干预后即刻及运动后24,48和72 h的目测类比分小于对照组( $P < 0.001$ );振动组运动后72 h的目测类比分小于肌贴组( $P < 0.001$ );振动组和肌贴组运动后即刻及运动后24,48,72 h的目测类比分大于复合组( $P < 0.05$ ,  $P < 0.001$ );②振动组、肌贴组、复合组运动后24 h的绝对力大于对照组( $P < 0.05$ ),振动组、复合组运动后48 h的绝对力大于对照组( $P < 0.05$ ),肌贴组运动后48 h的绝对力小于复合组( $P < 0.05$ );复合组运动后即刻及运动后24,48 h的爆发力大于对照组( $P < 0.05$ ),振动组和肌贴组运动后48 h的爆发力小于复合组( $P < 0.05$ );③结果表明,高频振动刺激和肌内效贴能不同程度地减轻延迟性肌肉酸痛引起的肌肉疼痛和肌力损失,在改善疼痛方面振动刺激效果优于肌内效贴;相比单一干预,振动刺激附加肌内效贴的效果更佳。

## 关键词:

延迟性肌肉酸痛; 振动; 高频振动刺激; 肌内效贴; 疼痛; 肌力; 等速肌力; 组织工程

中图分类号: R496; R318

## 基金资助:

2017年广西哲学社会科学规划研究课题(17FTY011),项目参与者:钟国友

## Vibration combined with kinesio taping treats delayed-onset muscle soreness

Zhong Guoyou (Baise University, Baise 533000, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China)

Zhong Guoyou, Lecturer, Baise University, Baise 533000, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

## Abstract

**BACKGROUND:** Both kinesio taping and high-frequency vibration can alleviate delayed-onset muscle soreness to some extent. However, the difference between the two methods and whether their combinations have better treatment outcomes are little known.

**OBJECTIVE:** To investigate the effect of kinesio taping combined with high-frequency vibration on the delayed-onset muscular soreness in common male college students.

**METHODS:** Seventy-four male non-sports students from Baise University were enrolled to simulate delayed-onset muscular soreness of knee joint. The participants were randomized into four groups, followed by given high-frequency vibration after delayed-onset muscular soreness (vibration group,  $n=19$ ), "Y" shape taping on the bilateral knee joints at 30 minutes before delayed-onset muscular soreness (kinesio taping group,  $n=18$ ), high-frequency vibration combined with "Y" shape taping (combination group,  $n=19$ ), or no intervention (control group,  $n=18$ ). The Visual Analog Scale score, and isokinetic muscle test when knee joint in extension (absolute force under 60 ( $^{\circ}$ )/s and explosive force under 240 ( $^{\circ}$ )/s) were detected immediately, 24, 48 and 72 hours after exercise.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) The Visual Analog Scale score immediately, 24, and 48 hours after exercise in the vibration and kinesio taping groups was significantly lower than that in the control group ( $P < 0.05$ ). The Visual Analog Scale score at 72 hours after exercise in the vibration group was significantly lower than that in the control group ( $P < 0.001$ ). The score immediately, 24, 48 and 72 hours after exercise in the combination group was significantly lower than that in the control group ( $P < 0.001$ ). The score immediately, 24, 48 and 72 hours after exercise in the vibration and kinesio taping groups was significantly higher than that in the combination group ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.001$ ). (2) The absolute force at 24 hours after exercise in the vibration, kinesio taping and combination groups was significantly higher than that in the control group ( $P < 0.05$ ). The absolute force at 48 hours after exercise in the vibration and combination groups was significantly higher than that in the control group ( $P < 0.05$ ). The absolute force at 48 hours after exercise in the kinesio taping group was significantly lower than that in the combination group ( $P < 0.05$ ). The explosive force immediately, 24, and 48 hours after exercise in the combination group was significantly higher than that in the control group ( $P < 0.05$ ). The explosive force at 48 hours after exercise in the vibration, and kinesio taping groups was significantly lower than that in the combination group ( $P < 0.05$ ). (3) These results indicate that high-frequency vibration and kinesio taping can alleviate the muscle pain and muscle strength loss caused by delayed-onset muscular soreness to different extents, and vibration holds advantage in pain relief compared with kinesio taping. Additionally, combination of vibration and kinesio taping exerts better treatment efficacy than the single use.

**Key words:** delayed-onset muscle soreness; vibration; high-frequency vibration; kinesio taping; pain; muscle strength; isokinetic muscle test; tissue engineering

**Funding:** the Philosophy and Social Science Program of Guangxi Zhuang Autonomous Region in 2017, No. 17FTY011(to ZGY)

## 0 引言 Introduction

延迟性肌肉酸痛好发于不习惯运动或大强度离心运动后的8-24 h, 在48-72 h达到高峰并逐渐缓解, 需1周左右恢复<sup>[1-4]</sup>。延迟性肌肉酸痛伴随一系列的肌肉结构、组织学及生物化学的改变, 会影响体育健身、运动训练效果, 甚至增加运动损伤的风险。当前研究表明, 适宜的振动刺激能缓解延迟性肌肉酸痛。Imtiyaz等<sup>[5]</sup>发现50 Hz、5 min的振动干预显著降低了普通青年女性肘关节延迟性肌肉酸痛48 h后的血清乳酸脱氢酶和肌酸激酶浓度。Koh等<sup>[6]</sup>认为20 Hz、2 min的振动干预显著增加了普通青年男/女性桡侧腕伸肌延迟性肌肉酸痛72 h后的最大收缩力。Wheeler等<sup>[7]</sup>认为20-45 Hz、10 min的振动干预显著降低普通男大学生膝关节延迟性肌肉酸痛即刻、24 h和48 h的疼痛指数。Lau等<sup>[8]</sup>认为20 Hz、30 min的振动干预, 可显著增加普通男大学生肘关节延迟性肌肉酸痛48 h和96 h的关节活动度。

1973年日本加濑建造博士发明了一种软组织贴扎技术, 又名肌内效贴<sup>[6]</sup>。目前有学者报道了肌内效贴对延迟性肌肉酸痛的有益影响<sup>[9]</sup>。Lee等<sup>[10]</sup>认为在延迟性肌肉酸痛前进行肌内效贴干预, 可减少青年男性肱二头肌酸痛感, 加快肌肉最大等长收缩力的恢复时间。Bae等<sup>[11]</sup>发现肌内效贴能显著降低普通男性肱二头肌延迟性肌肉酸痛24 h的冷感觉阈值和冷、热痛阈值, 以及即刻、24 h和48 h的目测类比分。Haksever等<sup>[12]</sup>发现肌内效贴降低青年女性股直肌和腓绳肌延迟性肌肉酸痛24 h和168 h的离心疼痛感, 提高腓绳肌性能。

上述2种方法能一定程度地缓解延迟性肌肉酸痛, 然而其效果有何差异, 2种方法同时使用效果是否更佳均无文献报道。鉴于此, 研究探讨振动刺激附加肌内效贴对延迟性

肌肉酸痛的影响, 为减少运动导致的延迟性肌肉酸痛、降低损伤风险提供依据。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 随机对照人体膝关节试验。

1.2 时间及地点 试验于2018年7月在百色学院运动与康复实验室完成。

1.3 对象 以微信广告及走访形式募集百色学院非体育专业普通男性大学生。

**纳入标准:** ①年龄18-20岁者; ②体质量55-70 kg者; ③近2周无有规律的运动者; ④自愿参加试验。

**排除标准:** ①下肢有损伤者; ②正在服用药物者。

试验开始前募集了受试者76名(2名受试者因个人原因脱落), 采用数字随机分配方式(1-4数各19个)分成4组: 振动组( $n=19$ )延迟性肌肉酸痛运动后进行高频振动刺激; 肌贴组( $n=18$ )延迟性肌肉酸痛运动前30 min进行Y形贴扎, 当振动组进行振动台上深蹲、弓步牵拉时, 肌贴组进行静坐休息; 复合组( $n=19$ )同时进行肌贴组和振动组的干预; 对照组( $n=18$ )除延迟性肌肉酸痛外不进行干预。受试者对试验知情同意并签订了知情同意书。

1.4 方法

1.4.1 延迟性肌肉酸痛运动方法 参考前人延迟性肌肉酸痛运动方法, 对受试者进行全蹲蛙跳15次和原地负重半蹲跳30次的运动, 蛙跳和负重半蹲跳间隙120 s, 共进行10组, 组间休息120 s<sup>[13]</sup>。整个过程一台摄像机在正面进行记录, 在延迟性肌肉酸痛运动后对受试者进行随访, 确保受试者不进行其他的有规律运动或治疗。

1.4.2 振动刺激干预 延迟性肌肉酸痛运动后即刻, 在实

验人员指导下采用美国产Power-Plate振动仪对振动组和复合组受试者进行10 min的下肢振动刺激(在振动平台上完成深蹲、弓步牵拉等)。参照Wheeler等<sup>[7]</sup>和Rhea等<sup>[14]</sup>的研究,选择对延迟性肌肉酸痛有积极影响的振动频率区间(20-50 Hz)和振幅(1-3 mm),振动频率和振幅分别为50 Hz和3 mm。

**1.4.3 肌内效贴贴扎干预** 在延迟性肌肉酸痛运动前30 min,由一名专业的物理治疗师对肌贴组和复合组受试者双侧膝关节进行“Y”形贴扎<sup>[13]</sup>(肌贴由重庆护理特公司提供,规格:5 cm×5 m,颜色:蓝色),为了避免肌贴脱落,在24, 48, 72 h再重新进行相同操作的贴扎。试验观察在延迟性肌肉酸痛运动时,多数受试者肌贴并未脱落,个别受试者出现部分脱落,立即进行了重新贴扎。

**1.5 主要观察指标** 各组受试者在延迟性肌肉酸痛运动前(基线)、运动后即刻及运动后24, 48和72 h,分别进行目测类比评分和膝关节等速肌力[60, 240 (°)/s]测试。

**疼痛指数测试:**采用目测类比评分评价受试者延迟性肌肉酸痛部位疼痛程度,让受试者在一条10 cm的直线上用笔划一条竖线,0 cm为无痛,10 cm为最痛,得分0-10分,左右膝关节各划1次,再进行平均化处理,该测量方法已得到前人证实<sup>[13-16]</sup>。

**膝关节等速肌力测试:**采用德国产IsoMed 2000等速测试仪对受试者膝关节进行60 (°)/s和240 (°)/s伸测试(5次)。受试者取坐位,用宽束带固定躯干和髋关节,选膝关节伸模式关节活动度为80°,分析指标为峰力矩。研究发现60 (°)/s的峰力矩能代表绝对力,240 (°)/s的峰力矩能代表爆发力<sup>[17-20]</sup>。等速肌力测试数据取左、右膝关节平均值。

**1.6 统计学分析** 采用SPSS 19.0软件对4组受试者基线、干预后即刻及运动后24, 48和72 h的测试数据进行 $\bar{x}\pm s$ 处理。首先使用Shapiro-Wilk检测数据是否符合正态分布,采用多因素方差分析组内不同时间点和组间相同时间点差异,显著水平 $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果 Results

**2.1 参与者数量分析** 74名受试者均完成测试,进入结果分析。

**2.2 基线资料比较** 4组间年龄、身高和体质量比较差异无显著性意义( $P > 0.05$ ),见表1。

表1 各组基线资料比较 ( $\bar{x}\pm s$ )  
Table 1 Comparison of baseline data among groups

组别	n	年龄(岁)	身高(cm)	体质量(kg)
振动组	19	19.3±1.0	173.0±6.3	65.5±8.6
肌贴组	18	19.2±0.8	172.8±4.9	65.3±7.5
复合组	19	19.4±1.0	172.7±5.2	65.6±8.0
对照组	18	19.0±1.2	173.2±5.8	65.3±7.3

表注:4组间年龄、身高和体质量比较差异无显著性意义( $P > 0.05$ )。

**2.3 试验流程** 见图1。

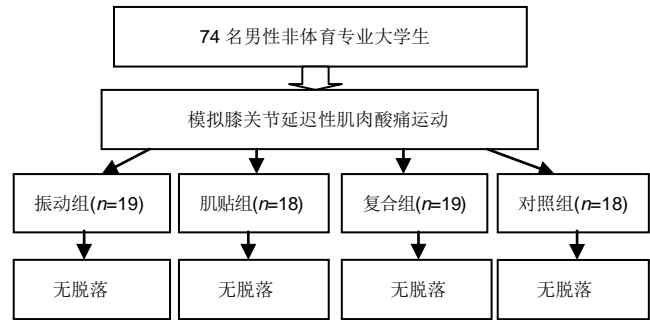


图1 试验流程

Figure 1 Trial flow chart

**2.4 疼痛评分测试结果** 首先Shapiro-Wilk检测显示数据符合正态分布,多因素方差分析主体效应显示,目测类比评分组别×时间无交互作用( $F=2.112, P=0.120$ )。4组受试者不同时刻目测类比评分测试结果见表2。

表2 各组受试者目测类比评分的比较 ( $\bar{x}\pm s$ , 分)  
Table 2 Comparison of the Visual Analog Scale score among groups

组别	n	基线	运动后即刻	运动后24 h	运动后48 h	运动后72 h
振动组	19	0.22±0.08	2.11±0.73 <sup>ad</sup>	2.55±0.97 <sup>ad</sup>	1.45±0.21 <sup>ae</sup>	0.65±0.11 <sup>bd</sup>
肌贴组	18	0.23±0.03	2.16±0.60 <sup>ad</sup>	2.60±1.15 <sup>ad</sup>	1.58±0.23 <sup>ae</sup>	0.90±0.12 <sup>bd</sup>
复合组	19	0.24±0.08	1.90±0.38 <sup>b</sup>	2.02±0.73 <sup>b</sup>	1.02±0.10 <sup>b</sup>	0.43±0.09 <sup>b</sup>
对照组	18	0.25±0.06	2.60±0.65	2.92±1.28	2.06±0.36	1.02±0.16

表注:与同时点对对照组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ,<sup>b</sup> $P < 0.01$ ;与同时点肌贴组比较,<sup>c</sup> $P < 0.01$ ;与同时点复合组比较,<sup>d</sup> $P < 0.05$ ,<sup>e</sup> $P < 0.01$ 。

**组内不同时间点比较:**对比基线,振动组、肌贴组、复合组和对照组运动后即刻和24 h的目测类比评分逐渐上升,运动后48, 72 h的目测类比评分逐渐下降( $P < 0.001$ )。

**组间相同时间点比较:**振动组和肌贴组运动后即刻、24 h、48 h的目测类比评分小于对照组( $P=0.020, P=0.022; P=0.030, P=0.032; P=0.018, P=0.020$ ),振动组运动后72 h的目测类比评分显著小于对照组( $P < 0.001$ );复合组运动后即刻、24 h、48 h、72 h的目测类比评分显著小于对照组( $P < 0.001$ );振动组运动后72 h的目测类比评分显著小于肌贴组( $P < 0.001$ );振动组和肌贴组运动后即刻、24 h的目测类比评分显著大于复合组( $P=0.042, P=0.046; P=0.030, P=0.026$ ),运动后48, 72 h的目测类比评分显著大于复合组( $P < 0.001$ )。

**2.5 等速肌力测试结果** 首先Shapiro-Wilk检测显示数据符合正态分布,多因素方差分析主体效应显示60(°)/s和240(°)/s伸峰力矩组别×时间无交互作用( $F=2.420, P=0.097; F=0.069, P=0.702$ )。各组膝关节等速肌力测试结果,见表3。

**组内不同时间点比较:**与基线相比,振动组、肌贴组、复合组和对照组运动后即刻的绝对力分别下降14.6, 16.0, 14.9, 30 N·m,运动后24 h的绝对力分别下降16.7, 23.5, 10.0, 32.8 N·m,运动后48 h的绝对力分别下降19.2, 26.0, 5.1, 36.0 N·m,运动后72 h的绝对力分别下降7.5, 7.5, 3.0,

表3 各组受试者膝关节伸不同角速度峰力矩结果 ( $\bar{x}\pm s, N\cdot m$ )  
Table 3 Peak torque under different angular velocities in knee joint in extension

组别	角速度 [(°/s)]	基线	运动后即刻	运动后 24 h	运动后 48 h	运动后 72 h
振动组 (n=19)	60	182.8±40.3	168.2±28.2	166.1±20.7 <sup>a</sup>	163.6±23.5 <sup>a</sup>	175.3±34.3
	240	163.4±32.6	143.6±25.4	142.6±17.5	148.1±34.0 <sup>b</sup>	160.5±28.7
肌贴组 (n=18)	60	185.0±32.6	169.0±26.8	161.5±37.2 <sup>a</sup>	159.0±37.8 <sup>b</sup>	177.5±43.0
	240	161.2±25.7	147.7±28.9	139.2±27.8	146.2±26.4 <sup>b</sup>	157.6±36.2
复合组 (n=19)	60	181.3±33.6	166.4±38.5	170.3±29.1 <sup>a</sup>	176.2±31.6 <sup>a</sup>	178.3±20.7
	240	158.2±21.4	154.2±23.0 <sup>a</sup>	150.9±28.7 <sup>a</sup>	160.0±27.5 <sup>a</sup>	160.2±18.6
对照组 (n=18)	60	183.2±35.6	153.1±22.0	150.4±13.2	147.2±25.2	168.5±17.8
	240	160.1±23.5	138.2±27.1	130.5±11.2	147.3±16.8	156.3±21.0

表注:与同时时间点对照组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与同时时间点复合组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

14.7 N·m。与基线相比,振动组、肌贴组、复合组和对照组干预后即刻的爆发力分别下降19.8, 13.5, 4.0, 21.9 N·m,运动后24 h的爆发力分别下降20.8, 22.0, 7.3, 29.6 N·m,运动后48 h的爆发力分别下降15.3, 15.0, -1.8, 19.8 N·m,干预后72 h的爆发力分别下降2.9, 3.6, -2.0和3.8 N·m。

**组间相同时间点比较:** 振动组、肌贴组和复合组运动后24 h的绝对力显著大于对照组( $P=0.024, P=0.030, P=0.013$ ),振动组和复合组运动后48 h的绝对力显著大于对照组( $P=0.033, P=0.030$ ),肌贴组运动后48 h的绝对力显著小于复合组( $P=0.030$ );复合组运动后即刻、24 h、48 h的爆发力显著大于对照组( $P=0.024, P=0.012, P=0.033$ ),振动组和肌贴组运动后48 h的爆发力显著小于复合组( $P=0.034, P=0.032$ )。

2.6 不良反应 整个试验流程受试者未发生任何不良反应。

### 3 讨论 Discussion

研究试图探讨肌内效贴和振动刺激干预对延迟性肌肉酸痛引起的痛疼和肌力变化,为减少运动导致的延迟性肌肉酸痛、降低损伤风险提供理论依据。

**3.1 振动刺激的影响** 此次研究发现,高频振动刺激显著降低了受试者干预后即刻及运动后24, 48和72 h的目测类比评分。前人研究认为膝关节延迟性肌肉酸痛运动后即刻进行振动刺激,能减少肌肉疼痛感。Wheeler等<sup>[7]</sup>发现振动干预(20-45 Hz、10 min)显著降低了普通男大学生运动后即刻、24 h和48 h的目测类比评分。有研究认为振动刺激(30 Hz、10 min)显著降低了普通男性运动后96, 120 h的目测类比评分。Pinto<sup>[15]</sup>进行的个案研究发现,振振动刺激(5 Hz、15 min)显著降低了运动后即刻目测类比评分。研究对延迟性肌肉酸痛部位采取了50 Hz、10 min的振动刺激,虽然干预的振动频率和时间有所不同,但目测类比评分在不同测量时间出现显著降低,这与前人的研究类似,说明高频振动刺激能够缓解膝关节延迟性肌肉酸痛后的肌肉疼痛感。当前有几种观点解释了振动刺激减轻疼痛的原因:对延迟性肌肉酸痛部位进行振动刺激,刺激了肌梭和 $\alpha$ -运动神经元,引起肌肉强烈收缩,出现痛觉感知反应来减轻疼痛<sup>[21]</sup>; Cardinale等<sup>[22]</sup>认为振

动刺激激活了肌肉大直径纤维,抑制了小直径纤维,进而减轻了疼痛;另有研究认为,振动刺激加速了中神经末梢振动接受器刺激脊髓神经中抑制性的中间神经元,降低了痛觉讯息由脊髓上传至大脑的传递量(本体感受器对于痛觉抑制的回馈)来减轻疼痛感<sup>[23]</sup>; Cochrane等<sup>[24]</sup>认为振动刺激增加了肌肉放电量、局部肌肉温度和皮肤血流量,加速了血液和淋巴循环,减轻了炎症反应和疼痛。

此次研究衡量肌力方式为不同角速度下的最大峰力矩,显示振动组运动后24, 48 h的膝关节绝对力显著大于对照组。目前振动刺激对延迟性肌肉酸痛部位肌力影响的指标多为最大等长收缩力,Koh等<sup>[6]</sup>对普通青年女性肘关节进行振动刺激(50 Hz、5 min),显示72 h的最大收缩力显著增加。Bakhtary等<sup>[25]</sup>对普通男/女性股四头肌进行振动刺激(50 Hz、30 min),发现显著增加24 h的最大收缩力,分析原因可能与振动刺激激活了延迟性肌肉酸痛部位更多的运动单位、增加了肌肉张力有关<sup>[6, 25]</sup>。另外,作者认为鉴于振动组疼痛感的减少,受试者在进行等速肌力测试时减少了因疼痛引起的(不敢全力)肌力下降。

**3.2 肌内效贴的影响** 此次研究发现,肌内效贴显著降低了受试者运动后即刻及运动后24和48 h的目测类比评分。一系列研究证实了肌内效贴能减轻由延迟性肌肉酸痛造成的肌肉疼痛, Lee等<sup>[7]</sup>认为肌内效贴能降低青年男性肱二头肌延迟性肌肉酸痛的目测类比评分, Bae等<sup>[8]</sup>支持了这一观点,认为肌内效贴有效降低了健康男性肱二头肌延迟性肌肉酸痛的目测类比评分(运动后即刻、24 h和48 h)。当受试者为女性、延迟性肌肉酸痛部位为大腿时同样有效, Haksever等<sup>[9]</sup>发现肌内效贴显著降低了青年女性股直肌和腓绳肌延迟性肌肉酸痛的目测类比评分。探其机制:研究认为延迟性肌肉酸痛使血管直径减小、血流反应受损,造成痛觉过敏<sup>[26]</sup>,延迟性肌肉酸痛损伤部位组织出现肿胀,影响血液和淋巴循环<sup>[27]</sup>,而肌内效贴能将贴扎部位皮肤提起,增大组织间隙,加速了血液和淋巴循环,抗炎因子渗透到病灶处,减轻了疼痛<sup>[28]</sup>;另外, Omoigui<sup>[29]</sup>认为肌内效贴对贴扎部位提供了持续的触觉和本体感觉输入,抑制痛觉的输入。

研究发现,肌内效贴能显著提升运动后24 h的膝关节绝对力。目前有关肌内效贴对延迟性肌肉酸痛引起肌力变化的影响鲜有文献报道,早期的(1999年)一项研究认为,肌内效贴能加速恢复肱二头的最大等长收缩力<sup>[30]</sup>,张国海等<sup>[13]</sup>认为肌内效贴对膝关节延迟性肌肉酸痛最大等长收缩力恢复有一定的促进作用。此次研究拓展了前人研究,认为对恢复运动后24 h绝对力积极的帮助,探其机制,研究认为肌内效贴增加了皮肤输入进而增强神经肌肉的功能<sup>[10]</sup>,肌内效贴促进被贴扎部位的肌肉活动,改善肌肉结构,有助于肌力的少量增加<sup>[21]</sup>。

**3.3 振动刺激附加肌内效贴的影响** 此次研究对高频振动刺激、肌内效贴及叠加效果进行了比较,主要发现:相比对照组,复合组运动后即刻-72 h的目测类比评分显著减

小( $P < 0.01$ ), 运动后24, 48 h的绝对力和爆发力显著增大( $P < 0.05$ ); 复合组运动后即刻-72 h的目测类比评分显著小于肌贴组和振动组( $P < 0.05$ ), 说明叠加效果更能缓解由延迟性肌肉酸痛引起的肌肉疼痛感; 复合组运动后48 h的绝对力显著大于肌贴组, 运动后48 h的爆发力显著大于肌贴组和振动组, 说明叠加效应在48 h对肌力影响最明显。目前无文献报道2种条件叠加后对延迟性肌肉酸痛部位肌肉疼痛和肌力的影响。作者推测, 振动刺激和肌力效贴叠加后其作用效果也出现一定程度的增加。另外还发现, 振动组运动后72 h的目测类比评分显著小于肌贴组, 说明随着时间推移, 振动刺激缓解由延迟性肌肉酸痛引起的肌肉疼痛效果更优。此次研究认为, 高频振动刺激和肌内效贴2种干预条件对肌肉起到保护和调节作用, 缓解了延迟性肌肉酸痛对肌肉造成的负面影响(疼痛及肌力的下降), 2种方法叠加后效果更优。但此次研究存在一定的局限性, 样本不足、未采集血液指标等, 探讨高频振动刺激和肌内效贴对延迟性肌肉酸痛影响的机制, 将是后续的研究方向。

高频振动刺激和肌内效贴能不同程度地减轻由延迟性肌肉酸痛引起的肌肉疼痛和肌力损失, 在改善疼痛方面振动刺激效果优于肌内效贴; 相比单一干预, 振动刺激附加肌内效贴的效果更佳。

**作者贡献:** 试验的设计、实施、评估、资料收集及成文由钟国友完成。

**经费支持:** 该文章接受了“2017年广西哲学社会科学规划研究课题(17FTY011)”的资助。所有作者声明, 经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

**利益冲突:** 文章的全部作者声明, 在课题研究和文章撰写过程不存在利益冲突。

**知情同意问题:** 受试者对试验知情同意。

**写作指南:** 该研究遵守《随机对照临床试验研究报告指南》(CONSORT指南)。

**文章查重:** 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

**文章外审:** 文章经小同行外审专家双盲外审, 同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

**生物统计学声明:** 该文统计学方法已经百色学院统计学专家审核。

**文章版权:** 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

**开放获取声明:** 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

## 4 参考文献 References

- [1] Mizumura K, Taguchi T. Delayed onset muscle soreness: Involvement of neurotrophic factors. *J Physiol Sci*. 2016;66(1):43-52.
- [2] Selmi O, Ouerghi N, Khalifa WB, et al. Influence of Stress, Fatigue, Sleep and Delayed Onset Muscle Soreness on Perceived Physical Enjoyment Exertion during Small Sided Games. *Iran J Public Health*. 2018;47(3):449-450.
- [3] 蒋全春, 李武, 刘小卫, 等. 按法对肱二头肌延迟性肌肉酸痛志愿者血清T-AOC和CK-MM水平的影响[J]. 针灸推拿医学(英文版), 2018, 16(2):89-95.
- [4] Koutris M, Türker KS, van Selms MKA, et al. Delayed-onset muscle soreness in human masticatory muscles increases inhibitory jaw reflex responses. *J Oral Rehabil*. 2018;45(6):430-435.
- [5] Imtiyaz S, Veqar Z, Shareef MY. To Compare the Effect of Vibration Therapy and Massage in Prevention of Delayed Onset Muscle Soreness(DOMS). *J Clin Diagn Res*. 2014;8(1):133-136.
- [6] Koh HW, Cho SH, Kim CY, et al. Effects of vibratory stimulations on maximal voluntary isometric contraction from delayed onset muscle soreness. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(9):1093-1095.
- [7] Wheeler AA, Jacobson BH. Effect of whole-body vibration on delayed onset muscular soreness, flexibility, and power. *J Strength Cond Res*. 2013;27(9):2527-2532.
- [8] Lau WY, Nosaka K. Effect of Vibration Treatment on Symptoms Associated with Eccentric Exercise Induced Muscle Damage. *Am J Phys Med Rehabil*. 2011;90(8):648-657.
- [9] 黄美欢, 曹建国, 贡国俊, 等. 肌内效贴在脑瘫儿童康复中的应用进展[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(1):102-105.
- [10] Lee YS, Bae SH, Hwang JA, et al. The effects of kinesio taping on architecture, strength and pain of muscles in delayed onset muscle soreness of biceps brachii. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(2):457-459.
- [11] Bae SH, Lee YS, Kim GD, et al. The Effects of Kinesio-taping Applied to Delayed Onset Muscle Soreness on Changes in Pain. *IJPBST*. 2014;6(3):133-142.
- [12] Haksever B, Kinikli GL, Tunay VB, et al. Effect of kinesiotaping intervention on knee muscle strength and delayed onset muscle soreness pain following eccentric fatigue training. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*. 2016;27(1):12-18.
- [13] 张国海, 王人卫. 肌内效贴对延迟性肌肉酸痛和肌肉功能恢复的影响[J]. 体育科学, 2017, 37(12):46-51.
- [14] Rhea MR, Bunker D, Marin PJ, et al. Effect of iTonic whole-body vibration on delayed-onset muscle soreness among untrained individuals. *J Strength Cond Res*. 2009;23(23):1677-1682.
- [15] Pinto NS. Effectiveness of a protocol involving acute whole-body vibration exercises in an adult and health individual with delayed-onset muscle soreness observed after running: a case report. *J Med Med Sci*. 2011;2(1):612-617.
- [16] 董启正. 肌内效贴对运动性膝关节延迟性肌肉酸痛的作用[J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(3):367-371.
- [17] 吴新华, 蒋云飞, 程亮, 等. 优秀男子跳远运动员下肢关节等速肌力特征的分析[J]. 成都体育学院学报, 2013, 39(10):86-89.
- [18] 李静雅, 程亮. 不同频率全身振动训练对老年女性平衡能力、下肢肌力和位置觉的影响[J]. 体育学刊, 2018, 25(2):128-134.
- [19] 王富鸿, 张金梅, 程亮, 等. 等速训练对前交叉韧带重建运动员膝关节肌力和位置觉的影响[J]. 环境与职业医学, 2018, 35(8):716-720.
- [20] 杨雪清, 程亮. 篮球运动员躯干和下肢等速肌力分析[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(12):1835-1840.
- [21] Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev*. 2003;31(1):3-7.
- [22] Cardinale M, Soiza RL, Leiper JB, et al. Hormonal responses to a single session of wholebody vibration exercise in older individuals. *Br J Sports Med*. 2010;44(4):284-288.
- [23] 宋法明, 刘北湘. 全身振动介入静态伸展对离心运动后延迟性肌肉酸痛的影响研究[J]. 山东体育学院学报, 2017, 33(1):74-79.
- [24] Cochrane DJ, Stannard SR, Sargeant AJ, et al. The rate of muscle temperature increase during acute whole-body vibration exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2008;103(4):441-448.
- [25] Bakhtiary AH, Safavifarokhi Z, Aminianfar A. Influence of vibration on delayed onset of muscle soreness following eccentric exercise. *Br J Sports Med*. 2007;41(3):145-148.
- [26] Souza SE, Christensen SW, Hirata RP, et al. Blood flow after contraction and cuff occlusion is reduced in subjects with muscle soreness after eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28(1):29-39.
- [27] 龙志. 肌内效贴对延迟性肌肉酸痛的疼痛缓解效果研究及其机制探讨[D]. 上海: 上海体育学院, 2016.
- [28] Hsu YH, Chen WY, Lin HC, et al. The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009;19(6):1092-1099.
- [29] Omoigui S. The Biochemical Origin of Pain-Proposing a new law of Pain: The origin of all Pain is Inflammation and the Inflammatory Response PART 1 of 3-A unifying law of pain. *Med Hypotheses*. 2007;69(1):70-82.
- [30] Nosaka K. The effect of kinesio taping on muscular micro-damage following eccentric exercises//15th Annual Kinesio Taping Int Symposium Rev, 1999:70-73.