



肌内效贴对延迟性肌肉酸痛 和肌肉功能恢复的影响

The Effects of Kinesio Taping on Delayed Onset Muscle Soreness and Recovery of Muscle Function

张国海^{1,2}, 王人卫¹

ZHANG Guo-hai^{1,2}, WANG Ren-wei¹

摘要:目的:探讨肌内效贴扎对延迟性肌肉酸痛以及肌肉力量恢复的影响。方法:32名健康男性大学生,年龄 20.9 ± 1.3 岁,随机分成运动前肌贴组、运动后肌贴组、安慰贴扎组和未贴扎组,每组8人。通过全蹲蛙跳加30次原地负重(10 kg)半蹲跳的离心运动诱发下肢股四头肌延迟性肌肉酸痛,测试受试者在运动前、运动后即刻,以及运动后24 h、48 h、72 h和96 h各时间点的肌肉疼痛和最大等动肌力。结果:延迟性肌肉酸痛建模后,主观疼痛评分的时间与组别交互作用无统计学意义($P > 0.05$),组别主效应有统计学意义($P < 0.01$),运动后肌贴组($P < 0.05$)和运动前肌贴组($P < 0.01$)的疼痛水平低于未贴扎组,组间差异有统计学意义。压痛阈的时间与组别交互作用有统计学意义($P < 0.01$),运动后肌贴组在运动后48 h以及运动前肌贴组在运动后24 h、48 h和72 h的时间点上,恢复水平高于未贴扎组($P < 0.05$)。血清CK水平在组间主效应以及时间和组间交互作用上均无统计学意义($P > 0.05$)。峰值力矩的时间与组别交互作用有统计学意义($P < 0.01$),运动前肌贴组峰值力矩在48 h($P < 0.05$)、72 h和96 h($P < 0.01$)3个时间点上恢复水平高于未贴扎组,运动前肌贴组在72 h和96 h的时间点上与同组基线值比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),未贴扎组运动后各时间点均小于基线水平。结论:肌内效贴扎改善DOMS后恢复期的血清CK水平不明显,肌内效贴扎可以减轻DOMS后的肌肉酸痛,并对肌力的恢复有一定的促进作用。

关键词:肌内效贴;延迟性肌肉酸痛;肌力;肌肉压痛;股四头肌

Abstract: Objective: The aim of this study was to determine the effects of kinesio taping on delayed onset muscle soreness (DOMS) and muscle strength recovery. Methods: Thirty-two healthy male college students (20.9 ± 1.3 yr) were assigned randomly in four groups, pre-exercise KT group ($N=8$), post-exercise KT group ($N=8$), placebo KT group ($N=8$) and control group ($N=8$). Participants performed full-squat leapfrog and 30 times half squatting jump in weight (10kg) to induce DOMS in quadriceps femoris. Muscle soreness and maximal isokinetic strength were measured in post-exercise, immediately after, 24, 48, 72 and 96 hours post-exercise. Results: The subjective pain score was not statistically significant in the interactive effect of time and group ($P > 0.05$) after DOMS, and the main effect of the group were statistically significant ($P < 0.01$). The subjective pain score of two KT groups were lower than those in control group, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The muscle tenderness was statistically significant in the interactive effect of time and group ($P < 0.01$). The post-hoc analysis indicated that two KT group were higher than control group in 48 h ($P < 0.05$), and pre-exercise KT group were higher than control group in 24 h and 72 h. There was no significant difference in serum CK level both the main effect of groups and the interactive effect of time and group ($P > 0.05$). The peak torque was statistically significant in the interactive effect of time and group ($P < 0.01$). The peak torque in pre-exercise KT group was higher than that of control group at 48 h ($P < 0.05$), 72 h and 96 h ($P < 0.01$). There was no significant difference between 72 h, 96 h and baseline in the peak torque of pre-exercise KT group ($P > 0.05$). The time points in control group were smaller than the baseline level after exercise. Conclusion: Kinesio taping did not improve the serum CK level during recovery from DOMS. But Kinesio taping can relieve muscle soreness after DOMS and promote the recovery of muscle strength.

Key words: kinesio taping; DOMS; muscle strength; muscle tenderness; quadriceps femoris

中图分类号:G804.5 文献标识码:A

延迟性肌肉酸痛(Delayed Onset Muscle Soreness, DOMS)是一种在运动实践中较为常见的肌肉功能障碍现象,常由于不习惯或高强度的离心运动所导致。其症状表现在触诊肌肉有触痛或僵硬,伴随肌肉肿胀、酸痛,关节运动范围、柔韧性、肌肉力量以及肌肉活动能力下降等。症状通常会在运动后12~24 h内出现,运动后24~72 h达到最高峰,并持续5~7天才会完全恢复^[10,29]。DOMS发生时,不仅影响运动员的运动训练和机能恢复,而且会增加继发性损伤的风险。尽管DOMS发病率高,但产生机制、治疗策略和对运动表现的影响迄今仍然不确定。目前,对DOMS治疗多采用药物、冷热疗、理疗、针灸和推拿等方法。肌内效贴(kinesio Taping, KT)是一种具有辅助治疗运动损伤的弹性贴布,已被广泛应用于运动医学和康复医学领域。由于DOMS发生后,典型的症状是肌肉酸痛、肌力降低,甚至伴随肌肉的肿胀和关节活动度下降。而肌内效贴对治疗软组织损伤后的疼痛、肿胀,以及消除肌肉疲劳等方面具有功效,并可保持较长时间贴扎在损伤部位发挥作用^[17]。但是,目前尚不清楚肌内效贴对降低DOMS的发生、缓解酸痛症状以及加快DOMS的恢复是否具有作用功效。因此,本研究旨在探讨KT对改善运动导致的DOMS后肌肉疼痛和肌肉功能的作用效果。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

招募上海体育学院运动科学学院健康男性大学生32人,随机分成4组,每组8人。受试者一般体格检查正常,无运动损伤史与疾患史,肌肉无运动性疲劳状态,试验前1周和测试周期内受试者均不参加其他体育活动,恢复期不接受规定之外的其他干预措施,所有参与者均自愿参加试验并签署知情同意书。并且实验设计通过上海体育学院科学研究伦理委员会的鉴定并接受其监督,受试者基本情况见表1。

表1 受试对象基本情况及分组

Table 1 General Characteristics and Grouping of Participants ($\bar{X} \pm SD$)

	n	年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)
PG	8	20.6 ± 1.3	176.8 ± 8.7	70.5 ± 11.7
AG	8	21.0 ± 1.1	178.0 ± 6.6	70.8 ± 8.1
BG	8	20.5 ± 0.9	176.6 ± 4.3	68.6 ± 8.1
CG	8	21.6 ± 1.8	177.5 ± 3.8	73.5 ± 9.0

注:4组基本情况指标经统计学处理,组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。

1.2 试验设计

研究采用随机、单盲、对照试验设计。根据干预方法不同将受试者分为4组,包括肌贴A组(在运动建模后贴扎肌贴, After exercise KT group, AG组)、肌贴B组(在运动建模前和建模后均贴扎肌贴, Before exercise KT group, BG组)、

安慰贴组(Placebo taping group, PG组)和空白对照组(Control group, CG组)。通过相同的运动建模程序诱发下肢股四头肌产生DOMS,在运动建模前、后对各组采取不同的干预处理方法,对照组无任何干预处理,以受试者运动建模前1天测定值为基线值,随后分别在建模后即刻,建模后24 h、48 h、72 h和96 h各时间点进行指标测定,选取受试者右下肢为指标测试部位。

1.3 运动建模

本研究参照以往诱导DOMS的运动建模^[3]方法,受试者准备活动之后,采取每组15次行进间全蹲蛙跳加30次原地负重(10 kg)半蹲跳的离心运动负荷方式,共完成10组运动,组间休息2 min,蛙跳和负重半蹲跳之间休息2 min,运动总持续时间50~60 min。将受试者运动1天后是否出现肌肉酸痛、僵硬、肌力降低,以及肌肉活动功能障碍等作为判断运动建模是否成功的依据。

1.4 贴扎方法

受试者取坐位,两侧下肢膝关节保持90°弯曲,在两侧大腿的股直肌、股外侧肌和股内侧肌所在的皮肤表面进行贴扎。肌内效贴组使用kindmax sports therapy tape贴布(5×5 m,南京斯瑞奇有限公司),贴布形状为I形,自然拉力(原始长度的110%),采取Kase放松贴法^[12],根据受试者大腿的长度,剪切3条肌贴,肌贴的起始点是胫骨粗隆,3条肌贴向上跨过膝关节分别止于大腿的股内侧肌、股直肌和股外侧肌的远侧端,肌贴两端无拉力,肌贴前贴组在运动建模前贴扎,肌贴后贴组在运动建模后贴扎;安慰贴组采用棉质无弹性贴布(5×5 m,南京斯瑞奇有限公司),贴扎部位与肌内效贴布相同,只是起点不过膝关节;对照组无任何贴扎。各贴扎组在每天指标测试前取下,待各项指标测试结束后,更换新的贴布重新进行贴扎,连续4天。

1.5 指标测试

1.5.1 主观疼痛感觉

采用DOMS疲劳程度6级评分法^[4]评定受试者主观疲劳感觉程度,6级评分依次对应的分值是0~5分,DOMS后肌肉疼痛和功能障碍越严重,得分值就越高。观察点为运动前,运动后即刻,以及运动后24 h、48 h、72 h、96 h。

收稿日期:2017-08-04; 修订日期:2017-11-22

基金项目:上海市地方高校大文科研究生学术新人培育计划项目资助(xsxr2013029);上海市人类运动能力开发与保障重点实验室(11DZ2261100)。

作者简介:张国海,男,教授,在读博士研究生,主要研究方向为大众体质健康与运动康复, E-mail: tjzzgh@126.com; 王人卫,女,教授,博士,博士研究生导师,主要研究方向为运动康复, Tel: (021) 51253241, E-mail: renw-wang@163.com。

作者单位:1.上海体育学院,上海 200438; 2.温州大学 体育学院,浙江 温州 325035
1.Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China;
2.Wenzhou University, Wenzhou 325035, China.

1.5.2 肌肉压痛

肌肉压痛测定采用日本伊藤OE-220手持式软组织压痛测试仪,测定指标为压痛阈(单位:N)。测定时受试者取坐位,膝关节保持90°,大腿肌肉放松,手握测试仪的停止控制手柄,测试者手持压痛仪,将压痛仪的压头(直径7.5 mm)按压在受试者肌肉的肌腹隆起处,并向下均匀施力按压,当受试者自我感觉到压痛时,就及时按压手中的控制手柄,测试者记录压痛仪上显示的数值。测定部位选择右侧下肢股内侧肌、股直肌和股外侧肌,每个部位测试2次取平均值,测试结果选择3个部位压痛的平均值。

1.5.3 肌酸激酶活性

受试者分别在运动建模前、建模后即刻,以及运动建模后24 h、48 h、72 h各采血1次,每次采集肘静脉血6 mL,用血清分离胶促凝管收集,静止放置30 min后,4℃下3 000 r/min离心10 min,取上层血清1.5 mL放置在EP管中,−80℃冷冻保存,用于血清肌酸激酶(CK)活性测定。CK活性测定采用DGKC优化比色法,使用日立7600-120全自动生化分析仪和肌酸激酶测定试剂盒(上海执诚生物公司生产),血液检测在第二军医大学附属长海医院实验诊断科完成。

1.5.4 等速肌力

等速肌力测试采用瑞士CMV AG公司生产的CON-TREX等速肌力测试与训练系统,对受试者右侧下肢膝关节伸肌力量进行测试。等速肌力测试时,受试者取坐位固定于CON-TREX测力系统上,髋关节屈曲85°,测力计旋转轴对准股骨外上髁,测力的阻力臂被固定在踝关节上面小腿末端处,按照设备的使用规范进行操作。测试前调节受试者膝关节角度为120°,然后以最大力量做伸膝动作,持续5 s,测试最大等长肌力。测试数据采用测试值/体重的

标化处理后进行比较,肌力指标是伸膝等长相对峰值力矩(rPT,N·m/kg)。

1.6 统计学分析

数据采用SPSS 20.0软件进行处理和统计分析,数据正态分布(K-S检验)和方差齐性检验后,采用一般线性模型的重复测量方差分析,如果球形检验(Mauchly's Test of Sphericity)显示 $P<0.05$,采用Greenhouse-Geisser对系数进行校正,数据重复测量方差分析结果无交互作用则分析主效应,有交互作用则分析单独效应^[1],事后分组在各时间点的两两比较采用Repeated Measures的Bonferroni t检验法,各时间点上分组之间的两两比较采用Multivariate的LSD检验。计量资料以平均数±标准差($\bar{X}\pm SD$)表示, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 研究结果

2.1 一次急性运动前、后主观疼痛感觉程度变化

不同组间的主观疼痛感觉程度在DOMS建模前无统计学差异($P>0.05$),运动建模后各组水平升高,在运动后24 h达到最高点,随后随时间变化逐渐下降。重复测量方差分析结果显示,各组主观疼痛感觉程度评分时间主效应有统计学意义($P<0.01$),说明各组主观疼痛感觉程度分值有随时间变化的趋势,不同时间的评分存在显著性差异。时间与组别交互作用无统计学意义($P>0.05$),反映不同组别之间评分随时间变化的趋势相同。组别主效应有统计学意义($P<0.01$),说明不考虑时间变化,组间变化有差异,对组别主效应事后分析得出,AG组($P<0.05$)和BG组($P<0.01$)评分低于CG组,差异有统计学意义,PG组与BG组也有统计学意义($P<0.05$,表2)。

表2 不同组DOMS各时间点主观疼痛感觉程度比较

Table 2 Degree of Subjective Pain Perception at Different Time Points of DOMS Among Groups (Score)

	基线	建模即刻	24 h	48 h	72 h	96 h	P
PG	0±0	1.38±0.74	2.25±0.70	2.75±0.46	1.75±0.46	1.38±0.51	0.008 ^{◇◇}
AG	0±0	1.25±0.46	2.13±0.83	2.25±0.70	1.63±0.74	1.25±0.46	0.048 [*]
BG	0±0	1.13±0.35	1.75±0.70	1.87±0.83	1.38±0.51	0.88±0.64	0.001 ^{**}
CG	0±0	1.37±0.51	2.63±0.74	2.75±0.46	2.00±0.53	1.38±0.74	

注:重复测量分析结果,时间主效应 $P=0.000$,时间×组别交互作用 $P=0.662$;组别主效应 $P=0.008$,事后与CG组比较,^{*} $P<0.05$,^{**} $P<0.01$,与BG组比较,^{◇◇} $P<0.01$ 。

2.2 一次急性运动前、后肌肉压痛变化

压痛阈在DOMS建模前组间无统计学差异($P>0.05$),运动后即刻出现降低,运动后下降的最低点出现在24 h,随后随时间变化逐渐升高。重复测量方差分析显示,压痛阈组别主效应无统计学意义($P>0.05$),时间主效应有统计学意义($P<0.01$),时间与组别交互作用有统计学意义($P<0.01$)。事后组别单独效应比较显示,压痛阈的AG组在运动后48 h,BG组在运动后24 h、48 h和72 h时间点上均高于CG组,差异有统计学意义($P<0.05$),其余各时间点的

组间差异无统计学意义($P>0.05$);压痛阈的时间单独效应上,除96 h的PG组、AG组和BG组与基线无统计学意义($P>0.05$)外,其余均有统计学意义(表3)。

2.3 一次急性运动前、后血清肌酸激酶活性变化

在DOMS建模前,各组CK水平之间差异均无统计学意义($P>0.05$),运动建模后各组CK活性均出现升高,在运动后24 h达到最高峰,之后随时间的变化血清CK活性下降,时间主效应有统计学意义($P<0.01$)。而组间主效应,以及时间与组别交互作用均无统计学意义($P>0.05$),表明

随时间变化不同组之间未显示出组间差异和不同的变化趋势(表4)。

表3 不同组DOMS各时间点肌肉压痛阈比较

Table 3 Muscle Tenderness Thresholds at Different Time Points of DOMS Among Groups

(N)

	基线	建模即刻	24 h	48 h	72 h	96 h
PG	57.8 ± 7.45	43.7 ± 11.3 [◇]	37.5 ± 11.3 ^{◇◇}	38.6 ± 12.8 ^{◇◇}	43.1 ± 12.9 ^{◇◇}	47.1 ± 13.0
AG	60.0 ± 11.1	46.6 ± 11.8 ^{◇◇}	41.9 ± 11.5 ^{◇◇}	46.1 ± 11.6 ^{*◇◇}	49.6 ± 11.9 [◇]	56.4 ± 11.7
BG	60.5 ± 7.2	51.1 ± 8.2 ^{◇◇}	46.3 ± 8.67 ^{*◇}	49.0 ± 8.4 ^{*◇◇}	53.4 ± 8.2 ^{*◇}	56.6 ± 7.6
CG	61.5 ± 7.8	47.6 ± 11.6 ^{◇◇}	35.1 ± 10.4 ^{◇◇}	35.1 ± 9.7 ^{◇◇}	39.7 ± 9.9 ^{◇◇}	45.8 ± 9.1 [◇]

注:重复测量分析结果,压痛阈的时间主效应 $P=0.000$,组别主效应 $P=0.228$;时间×组别交互作用 $P=0.000$,事后单独效应分析,与同时时间点CG组比较,* $P<0.05$,与同组基线值比较,◇ $P<0.05$,◇◇ $P<0.01$ 。

表4 不同组DOMS各时间点血清肌酸激酶活性比较

Table 4 Serum Creatine Kinase Activity at Different Time Points of DOMS Among Groups

(U/L)

	基线	建模即刻	24 h	48 h	72 h
PG	190.6 ± 69.9	278.3 ± 114.5	389.0 ± 94.7	306.3 ± 100.2	252.3 ± 62.6
AG	194.5 ± 109.3	298.5 ± 90.1	436.0 ± 306.7	344.1 ± 233.9	254.6 ± 125.7
BG	225.8 ± 163.2	403.8 ± 200.3	536.1 ± 233.1	449.2 ± 137.8	303.6 ± 141.9
CG	195.7 ± 83.8	289.0 ± 74.1	504.7 ± 253.9	345.0 ± 102.6	243.5 ± 34.0

注:重复测量分析结果,CK的时间主效应 $P=0.000$,组别主效应 $P=0.368$,时间×组别交互作用 $P=0.796$ 。

2.4 一次急性运动前、后等速肌力变化

DOMS建模前rPT组间无统计学差异($P>0.05$),急性运动后各组rPT均出现降低,在建模后24 h出现下降最低值,随后在48 h、72 h和96 h各时间点rPT逐渐恢复。rPT采用重复测量方差分析显示,组间主效应无统计学意义($P>0.05$),时间主效应有统计学意义($P<0.01$),说明测量指标有随时间变化的趋势,同组不同时间的rPT存在显著性差异。时间与组别交互作用有统计学意义($P<0.01$),说明随时

间变化,不同组间变化趋势不同。事后组间单独效应比较显示,BG组等速肌力在48 h($P<0.05$)、72 h($P<0.01$)和96 h($P<0.01$)3个时间点上高于CG组,差异有统计学意义,PG组与BG组在72 h和96 h两个时间点上具有统计学差异($P<0.05$);时间单独效应上,CG组在建模后各时间点上均小于基线水平($P<0.05$),BG组在72 h和96 h两个时间点上与基线水平无统计学差异($P>0.05$),AG组在96 h无统计学差异($P>0.05$,表5)。

表5 不同组DOMS各时间点伸膝等长相对峰值力矩(rPT)比较

Table 5 Knee Isometric Relative Peak Torque at Different Time Points of DOMS Among Groups

(N·m/kg)

	DOMS建模前、后不同时间点					
	基线	建模即刻	24 h	48 h	72 h	96 h
PG	2.91 ± 0.45	2.04 ± 0.35 ^{◇◇}	1.92 ± 0.23 ^{◇◇}	2.02 ± 0.18 [◇]	2.18 ± 0.12 ^{#◇}	2.47 ± 0.28 [#]
AG	3.12 ± 0.62	1.97 ± 0.48 ^{◇◇}	1.91 ± 0.55 ^{◇◇}	2.11 ± 0.60 ^{◇◇}	2.39 ± 0.57 [◇]	2.67 ± 0.63
BG	3.26 ± 0.71	2.15 ± 0.68 ^{◇◇}	1.94 ± 0.96 ^{◇◇}	2.57 ± 0.75 ^{*◇}	2.87 ± 0.88 ^{**}	3.17 ± 0.74 ^{**}
CG	2.96 ± 0.51	1.70 ± 0.37 ^{◇◇}	1.53 ± 0.31 ^{◇◇}	1.75 ± 0.30 ^{◇◇}	1.95 ± 0.34 ^{◇◇}	2.34 ± 0.40 [◇]

注:重复测量分析结果,时间主效应 $P=0.000$,组别主效应 $P=0.185$;时间×组别交互作用 $P=0.001$,事后单独效应分析,与同时时间点CG组比较,* $P<0.05$,** $P<0.01$,与同时时间点BG组比较,# $P<0.05$,与同组基线值比较,◇ $P<0.05$,◇◇ $P<0.01$ 。

3 讨论

肌内效贴是一种薄而有弹性的棉质贴布,与传统的运动贴布不同,肌内效贴的作用功效来自于其自身具有的弹性拉力设计,当贴布在皮肤表面贴扎后,可沿着贴扎的方向朝向原始长度弹性回缩,对皮肤施加一定的拉力,进而达到改善肌肉功能、缓解疼痛、预防和治疗运动损伤的功效^[34],以往的研究^[2,5,9]已经证实了肌内效贴对缓解疼痛、增加肌肉力量等方面具有较好的作用功效。由于DOMS的典型症状是力量损失、疼痛、肌肉压痛、僵硬和肿胀^[21]。

从改善症状的角度来看,DOMS后出现的肌肉酸痛、肌力下降和肌肉僵硬肿胀等症状与肌内效贴治疗的适应症比较对症。因此,从理论上说肌内效贴扎对延迟性肌肉酸痛应该具有缓解或治疗效果。

以往的研究报道,肌内效贴对DOMS不良症状的改善效果不尽相同。有研究^[12,26]显示,肌内效贴扎可以减轻DOMS恢复期的肌肉酸痛和触痛。Nosaka等^[24]发现,肌内效贴对离心收缩运动后造成的上臂肌肉微损伤有改善作用,可加快肌力的恢复,降低因疼痛而导致的关节角度的减小,

损伤肌肉的压痛和关节屈伸痛均小于未贴扎组。Lee等^[19]研究显示,在DOMS患者中,通过肌内效贴扎可以激活肌肉,恢复期肌肉力量比单独使用更为有效快捷。但也有研究^[25,28]显示,DOMS后肌内效贴扎不能减轻肌肉的疼痛和肿胀,最近的几项研究^[7,12,25]表明,肌内效贴扎对DOMS后的肌肉功能和活动表现没有影响。

本研究结果显示,主观疲劳感觉程度在时间和组别上无交互作用,组别主效应差异有统计学意义,主观疼痛感觉程度肌贴B组和肌贴A组低于空白对照组,组间疼痛程度有差异,说明肌内效贴对DOMS后的肌肉酸痛有缓解作用。DOMS发生后的典型症状之一是在肌肉活动时或者外力按压肌肉时会发生疼痛,人体对肌肉受到按压的疼痛耐受力会显著下降,肌肉的压痛阈值降低。本研究结果显示,各组压痛阈在运动建模后均出现降低,压痛阈的时间和组别有交互作用,说明时间变化和组别之间存在联合效应。组别单独效应显示,肌贴B组在运动后24 h后恢复值高于空白对照组,肌贴A组在运动后48 h时间点上也低于空白对照组,说明肌内效贴组压痛阈值恢复快于空白对照组,时间单独效应也显示出肌贴组恢复优于空白对照组,说明肌内效贴对肌肉压痛阈的恢复有促进作用。上述分析表明,肌内效贴可以降低DOMS后肌肉的疼痛程度,加快压痛阈的恢复速度,本研究结果支持肌内效贴对缓解DOMS后疼痛的改善作用观点。目前认为肌内效贴扎改善疼痛的作用机制可能是,肌内效贴扎通过对神经系统感觉通路的刺激,从而增加了传入反馈而降低疼痛感觉,此假设减轻疼痛应归于减少从神经纤维传导痛觉感受的闸门控制理论^[18,31]。也有研究认为,肌内效贴扎通过提起皮肤,直接降低了皮下疼痛感受器上的压力,减少了痛觉神经的传入冲动进而降低疼痛^[15]。

以往的研究^[6,13,23,24]认为,通过下坡运动、阻力运动和下蹲跳跃等运动可诱导DOMS的发生,并伴随运动后肌肉压痛、肌肉运动能力下降,以及CK和肌红蛋白的增加。从本研究CK水平的变化可以反映出,运动建模后受试者均出现血清CK活性升高,本研究使用的运动建模方法可成功诱发受试者DOMS的产生。DOMS发生的主要理论之一是机械理论,该理论认为,离心收缩是产生肌肉损伤的主要原因,由于肌纤维损伤的发生会导致肌肉中一些蛋白质和电解质溢出到血液中,其中一种特别重要的溢出酶就是CK^[10,30]。因此,血清CK被认为是肌肉损伤的生物标志物,并且在损伤运动后增加^[8,24,33]。有研究^[10,32]报道,CK水平升高说明过度的离心运动和DOMS已经导致肌肉组织损伤和水肿的发生。由于肌内效贴具有允许或改善血液和淋巴液流动以减少水肿的作用^[11,16],因此与安慰贴和不贴相比,贴扎肌内效贴应该具有改善肌肉损伤的作用。但本研究结果显示,除了时间主效应有统计学意义外,CK在组间主效应和时间与组间交互作用上均不存在统计学

意义,这与Hazar等^[12]的研究结果相似。因此,从本实验结果表明,在DOMS恢复期间肌内效贴对血清CK水平影响不大,说明肌内效贴对DOMS后肌肉损伤的恢复与改善作用不明显。此外,由于本研究中肌肉压痛与CK最大变化水平出现的时间段是一致的,这种相似性可能是CK水平与肌肉压痛之间存在关系,有关这方面需要作进一步的研究。

肌内效贴对肌肉力量的影响一直是研究的热点。本研究的结果显示,肌贴前贴组的伸膝等长相对峰值力矩从48 h开始恢复高于空白对照组,表明运动前贴扎肌内效贴有助于DOMS后的肌力恢复。而运动后贴扎肌内效贴对肌力的恢复未显示作用效果,提示肌内效贴对DOMS后肌力的恢复可能与贴扎的时机有关。有关肌内效贴增加肌肉力量的作用机理,目前认为^[7]可能是由于肌内效贴增加了皮肤输入进而增强神经肌肉功能;也有假设为^[14],肌内效贴可以促进肌肉活动,改善肌肉结构,进而有助于肌肉力量的少量增加。由于肌肉酸痛时会制约肌肉力量的发挥,本研究显示肌内效贴对肌力恢复与疼痛的缓解均有作用效果,那么肌内效贴是否能够通过降低肌肉疼痛而改善肌力,有研究认为^[20,27],疼痛和压痛不会有助于力量损失,这是由于没有神经抑制受损的肌肉或运动单元激活的变化事实支持的,因此,有关这方面还需做进一步的研究。

以往研究中,研究者的实验设计多采取单一的肌内效贴干预,很少对肌内效贴进行分组。本研究将肌内效贴扎组分为两组,一组是在运动前贴扎,探讨肌贴是否可以预防肌肉运动对肌肉功能造成的不良影响,促进肌肉功能恢复,已有研究^[22]证明,铁人三项运动员赛前贴扎肌内效贴可以预防和缓解比赛中小腿肌肉运动性痉挛、疼痛等不适症状,降低运动损伤的发生率。另一组是在运动后贴扎,主要观察肌内效贴对运动后肌肉功能的恢复作用。本研究结果显示,肌贴B组和肌贴A组均可降低DOMS后的肌肉主观疼痛感觉程度。在压痛阈指标上,肌贴A组仅在48 h时间点上高于空白对照组,肌贴B组在24~72 h各点上高于空白对照组。在相对峰值力矩指标上,肌贴B组在48~96 h高于空白对照组,肌贴A组与空白对照组差异不显著,在肌力恢复时间点上,肌贴B组在72 h和96 h与基线水平比较无差异,肌贴A组在96 h与基线水平比较无差异。上述的结果可以表明,肌贴B组和肌贴A组均有助于改善肌肉的疼痛程度,促进肌力的恢复。但从时间变化上,肌贴B组对疼痛和肌力的恢复优于肌贴A组,说明运动前肌内效贴扎更有助于DOMS后对疼痛水平的降低和肌力的恢复,其原因可能在于运动前贴扎可对运动中的肌肉起到保护和调节作用,缓解了急性离心运动对肌肉造成的负面影响,这种效应尽管在运动后即刻没有显示出差异,但是,随着运动后时间的推移,这种差异逐渐显现出来。

4 结语

尽管肌内效贴对DOMS后血清CK水平改善作用不明显,但肌内效贴扎可影响DOMS后肌肉酸痛,降低DOMS后肌肉主观疼痛感觉和压痛阈值,对肌力恢复也具有一定的促进作用,运动前贴扎肌内效贴对DOMS表现出更好的影响效果。由于肌内效贴布使用方便,贴扎简单,又具有透气、可长时间使用的功能特性,因此,在运动实践中可以考虑将肌内效贴布作为一种辅助手段,以预防和改善DOMS。由于肌内效贴在应用中需要考虑的因素较多,如贴扎的时机、贴扎的方法、贴布的形状、贴扎的时间长短、以及贴扎拉力长度等,因此,在实际研究中获得的结论也存在差异,尚需要作更深一步的研究。

参考文献:

- [1] 董英,赵耐青. 重复测量资料方差分析中主效应意义的探讨[J]. 复旦学报(医学版),2005,32(6):682-686.
- [2] 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.
- [3] 田野.不同频率电刺激对运动延迟性肌肉酸痛和肌肉收缩力量的影响[J].体育科学,2003,23(2):124-129.
- [4] 杨志贤. 三种放松手段对减轻延迟性肌肉酸痛效果的比较研究[J]. 广州体育学院学报,2007,27(4):119-121.
- [5] 余波,王人卫,陈文华,等. 肌内效布贴扎辅助治疗急性踝关节扭伤患者肿胀疼痛疗效观察[J]. 中国运动医学杂志,2012,31(9):772-776.
- [6] ABOODARDA S J, GEORGE J, MOKHTAR A H, *et al.* Muscle strength and damage following two modes of variable resistance training[J]. J Sport Sci Med, 2011, 10(4):635.
- [7] AMINAKA N, FOHEY T, KOVACS A, *et al.* Kinesiology tape does not affect serum creatine kinase level and quadriceps activity during recovery from delayed-onset muscle soreness[J]. Int J Kinesiol Sport Sci, 2017, 5(1):17-25.
- [8] BAILEY D M, ERITH S J, GRIFFIN P J, *et al.* Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running[J]. J Sport Sci, 2007, 25(11):1163-1170.
- [9] CHANG W D, CHEN F C, LEE C L, *et al.* Effects of Kinesio taping versus McConnell taping for patellofemoral pain syndrome: a systematic review and meta-analysis[J]. Evid-Based Compl Alt, 2015, (6):471208.
- [10] CHEUNG K, HUME P A, MAXWELL L. Delayed onset muscle soreness treatment strategies and performance factors[J]. Sports Med, 2003, 33(2):145-164.
- [11] DROUIN J L, MCALPINE C T, PRIMAK K A, *et al.* The effects of kinesiotape on athletic-based performance outcomes in healthy, active individuals: a literature synthesis[J]. J Can Chiropr Assoc, 2013, 57(4):356.
- [12] HAZAR Z, CITAKER S, DEMIRTAS C Y, *et al.* Effects of kinesiology taping on delayed onset muscle soreness: a randomized controlled pilot study[J]. J Exerc Ther Rehabil, 2014, 1(2):49-54.
- [13] HOWATSON G, HOAD M, GOODALL S, *et al.* Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study[J]. J Int Soc Sport Nutr, 2012, 9(1):20.
- [14] 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 Kines, 2009, 19(6):1092-1099.
- [15] KAHANOV L. Kinesio Taping®, part 1: an overview of its use in athletes[J]. Athlet Ther Today, 2007, 12(3):17-18.
- [16] KASE K, HASHIMOTO T, TOMOKI O. Development of Kinesio Taping Perfect Manual[M]. Tokyo: Kinesio Taping Association, 1996:11-17.
- [17] KASE K, WALLIS J. The latest Kinesio taping method[Z]. Tokyo: Ski-Journal, 2002:35-40.
- [18] KNEESHAW D. Shoulder taping in the clinical setting[J]. J Bodyw Mov Ther, 2002, 6(1):2-8.
- [19] LEE Y S, BAE S H, HWANG J A, *et al.* The effects of kinesio taping on architecture, strength and pain of muscles in delayed onset muscle soreness of biceps brachii[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(2):457-459.
- [20] MCHUGH M P, CONNOLLY D A J, ESTON R G, *et al.* Electromyographic analysis of exercise resulting in symptoms of muscle damage[J]. J Sport Sci, 2000, 18(3):163-172.
- [21] MCHUGH M P, CONNOLLY D A J, ESTON R G, *et al.* Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect[J]. Sports Med, 1999, 27(3):157-170.
- [22] MERINO M R, LESIAS N P, IGLESIAS N P. The effect of Kinesio taping on calf' s injuries prevention in triathletes during competition-pilot experience[J]. J Hum Sport Exerc, 2011, 6(2):305-308.
- [23] MIYAMA M, NOSAKA K. Influence of surface on muscle damage and soreness induced by consecutive drop jumps[J]. J Strength Cond Res, 2004, 18(2):206-211.
- [24] NOSAKA K. The effect of kinesio taping on muscular micro-damage following eccentric exercises[C]//15th Annual Kinesio Taping Int Symposium Rev, 1999:70-73.
- [25] OZMEN T, AYDOGMUS M, DOGAN H, *et al.* The effect of kinesio taping on muscle pain, Sprint performance, and flexibility in recovery from squat exercise in young adult women[J]. J Sport Rehabil, 2016, 25(1):7-12.
- [26] OZMEN T, GUNES G Y, DOGAN H, *et al.* The effect of kinesio taping versus stretching techniques on muscle soreness, and flexibility during recovery from nordic hamstring exercise[J]. J Bodyw Mov Ther, 2017, 21(1):41-47.
- [27] SAYERS S P, KNIGHT C A, CLARKSON P M, *et al.* Effect of ketoprofen on muscle function and sEMG activity after eccentric

(下转第63页)

68 (1):26-31.

- [41] PALM NW, D E ZOETE M R, CULLEN T W, *et al.* Immunoglobulin A coating identifies colitogenic bacteria in inflammatory bowel disease [J]. *Cell*, 2014, 158 (5): 1000-1010.
- [42] POLYTARCHOU C, HOMMES D W, PALUMBO T, *et al.* MicroRNA214 is associated with progression of ulcerative colitis, and inhibition reduces development of colitis and colitis-associated cancer in mice [J]. *Gastroenterology*, 2015, 149 (4): 981-992.
- [43] SONNENBERG A. Occupational distribution of inflammatory bowel disease among German employees [J]. *Gut*, 1990, 31 (9): 1037-1040.
- [44] SZALAI Z, SZASZ A, NAGY I, *et al.* Anti-inflammatory effect of recreational exercise in TNBS-induced colitis in rats: role of NOS/HO/MPO system [J/OL]. *Oxid Med Cell Longev*, 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/925981>.
- [45] THORNE K, ALRUBAIY L, AKBARI A, *et al.* Colectomy rates in patients with ulcerative colitis following treatment with infliximab or ciclosporin: a systematic literature review [J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2016, 28 (4): 369-382.
- [46] WITWER K W, HALUSHKA M K. Toward the promise of microRNAs - Enhancing reproducibility and rigor in microRNA research [J]. *RNA Biol*, 2016, 13 (11): 1103-1116.
- [47] WU F, ZIKUSOKA M, TRINDADE A, *et al.* MicroRNAs are differentially expressed in ulcerative colitis and alter expression of macrophage inflammatory peptide-2 alpha [J]. *Gastroenterology*, 2008, 135 (5): 1624-1635.
- [48] YANG H P, MEEKER A, GUIDO R, *et al.* PTEN expression in benign human endometrial tissue and cancer in relation to endometrial cancer risk factors [J]. *Cancer Causes Control*, 2015, 26 (12): 1729-1736.
- [49] YANG T, GU H, CHEN X, *et al.* Cardiac hypertrophy and dysfunction induced by overexpression of miR-214 in vivo [J]. *J Surg Res*, 2014, 192 (2): 317-325.
- [50] YANG X, QIN Y, SHAO S, *et al.* MicroRNA-214 inhibits left ventricular remodeling in an acute myocardial infarction rat model by suppressing cellular apoptosis via the Phosphatase and Tensin Homolog (PTEN) [J]. *Int Heart J*, 2016, 57 (2): 247-250.
- +++++
- (上接第51页)
- exercise [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2001, 33 (5): 702-710.
- [28] SHOGER M, NISHI Y, MERRICK M A. Kinesio tape does not reduce the pain or swelling associated with delayed onset muscle soreness [J]. *J Athl Train*, 2000, 35 (2): 44.
- [29] SELLWOOD K L, BRUKNER P, WILLIAMS D, *et al.* Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial [J]. *Br J Sports Med*, 2007, 41 (6): 392-397.
- [30] TEE J C, BOSCH A N, LAMBERT M I. Metabolic consequences of exercise-induced muscle damage [J]. *Sports Med*, 2007, 37 (10): 827-836.
- [31] THELEN M D, DAUBER J A, STONEMAN P D. The clinical efficacy of kinesio tape for shoulder pain: a randomized, double-blinded, clinical trial [J]. *J Orthop Sports Phys*, 2008, 38 (7): 389-395.
- [32] VILLECO J P. Edema: a silent but important factor [J]. *J Hand Ther*, 2012, 25 (2): 153-162.
- [33] WHITE J P, WILSON J M, AUSTIN K G, *et al.* Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise-induced muscle damage [J]. *J Int Soc Sport Nutr*, 2008, 5 (1): 5.
- [34] WILLIAMS S, WHATMAN C, HUME P A, *et al.* Kinesio taping in treatment and prevention of sports injuries [J]. *Sports Med*, 2012, 42 (2): 153-164.

