

## 服装压对男子篮球运动中上肢疲劳的影响

张琳<sup>1</sup>, 阎玉秀<sup>1,2</sup>

(1. 浙江理工大学服装学院, 杭州 310018; 2. 浙江省服装工程技术研究中心, 杭州 310018)

**摘要:** 为了研究男子穿着不同服装压服装在做篮球运动对肌肉疲劳产生的影响, 筛选出 20 名在校男大学生篮球运动员为实验对象, 测量其穿着不同服装压的训练服在篮球运动状态下手臂的服装压与肌电值, 应用 MATLAB7.0 对肌电值进行处理, 然后进行相关性分析和多重比较检验。研究发现: 疲劳主要集中在运动中后期, 中等服装压服装最能够促进肌肉疲劳的缓解, 而高、低等服装压对肌肉疲劳无缓解作用, 甚至诱发疲劳的产生; 促进肌肉疲劳缓解的服装压范围为: 三角肌 2.57~3.41kPa, 肱二头肌 2.33~3.03kPa, 肱桡肌 2.19~2.89kPa。该研究结果为篮球运动事业发展及其运动服的开发提供了理论依据。

**关键词:** 服装压; 篮球运动; 肌肉疲劳; 肌电指标; 相关性分析

**中图分类号:** TS 941.16

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-3851 (2017) 02-0133-06

篮球运动因其极佳的健身作用和观赏性深受人们喜爱, 一百多年的发展使其比赛强度和对抗性越来越高, 长期的运动消耗极易造成肌肉疲劳损伤<sup>[1]</sup>。篮球是一项以上肢为主的竞技类体育运动, 每一球的抢断、急停、跳投、扣篮、盖帽都主要靠上肢来完成, 上肢肌的收缩、舒张带动人体手臂的运动<sup>[2]</sup>, 在以手直接接触球的球类项目中, 篮球对上肢的依赖性最强<sup>[3]</sup>。

服装具有保护人体不受伤害, 满足人体生理和安全需求, 适应周围环境的作用<sup>[4-5]</sup>。紧身运动服装因被广泛认为具有舒适性、减小运动损伤、保护肌肉延缓肌肉疲劳的作用<sup>[6-8]</sup>而在篮球训练中悄然兴起, 世界运动品牌 CYCFIT、阿迪达斯等对紧身篮球训练服已有开发, 中国运动品牌李宁也开始涉猎。然而国内外缺乏对篮球运动导致肌肉疲劳的机理研究与实验分析, 因此本文运用表面肌电技术, 研究服装压对篮球运动训练中上肢肌肉疲劳的影响, 结合主观评价找出能缓解运动员肌肉疲劳的服装压。

### 一、实验设计

#### (一) 实验对象与样衣

实验对象为从浙江理工大学篮球队中筛选出的 20 名年龄在 20~25 岁之间的男运动员, 经

人体尺寸测量, 体型符合 175/92A, 上臂围在 32~33 cm。要求受试者测试前一周保持健康的生活规律, 并对其进行实验动作规范的培训。实验样衣为专业做运动服的企业提供的无缝紧身运动服, 材料由 85% 锦纶、15% 氨纶组成, 款式效果图如图 1 所示, 选择 170/88A、175/92A、180/96A 三种号型作为高、中、低三种不同等级服装压的样衣, 分别用 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup> 表示, 尺寸规格见表 1。

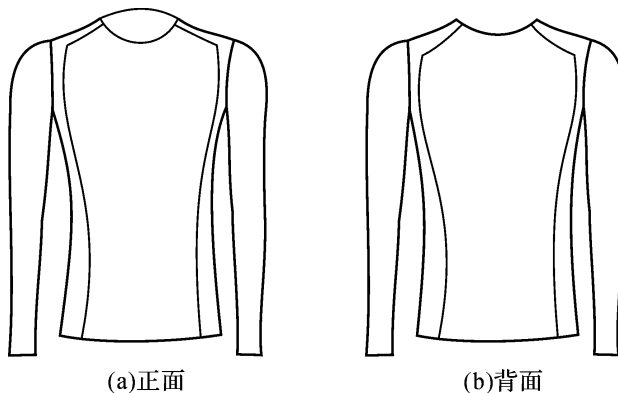


图 1 样衣平面效果图

收稿日期: 2016-09-12 网络出版日期: 2017-01-19

基金项目: 浙江省高校重中之重学科开放基金项目(2016KF08); 国家科技部重点新产品计划项目(2014GR608001)

作者简介: 张琳(1991-), 女, 吉林松原人, 硕士研究生, 主要从事服装技术与理论、人体工程与舒适服装方面的研究。

通信作者: 阎玉秀, E-mail: yanyuxiu777@163.com

表 1 样衣规格尺寸 cm

规格尺寸	胸围	上臂围	袖口围	袖长	后中长
1#	84.0	29.0	14.5	66.5	64.0
2#	88.0	30.0	15.0	68.0	65.0
3#	92.0	31.0	15.5	69.5	66.0

(二)实验设备

服装压测试采用德国 Novel pliance-x-32 压力测试系统。系统可穿戴,传感器为厚度为 1 mm 的 Ag 电极片,选择最小量程 0~24 kPa,适合于服装压的测量。

表面肌电测试采用美国 Delsys 肌电测试系统,传感器为 16 通道无线传感器,自动识别采集频率,精度为 0.01 s,有效测量距离可达 40 m。

(三)测试点与测试指标选取

上肢肌群包括肩肌、臂肌、前臂肌和手肌四部分,肩肌主要包括三角肌,臂肌中肱二头肌为最强有力的肌群,前臂肌包括肱桡肌、掌长肌等,这些肌群通过关节控制手臂的收缩<sup>[2]</sup>。本实验参考 Asefi 等<sup>[9]</sup>、Karthick 等<sup>[10]</sup>对肌肉疲劳和篮球运动的研究,取手臂沿肌纤维方向最隆起的三角肌中部、肱二头肌、肱桡肌三块肌肉作为测试点,如图 2 所示,分别用 M1、M2、M3 表示,测试点分布见表 2。参考 Bueno 等<sup>[11]</sup>、乌萨马<sup>[12]</sup>、Kienbacher 等<sup>[13]</sup>对肌肉疲劳测试中肌电信号的选取方式,本实验选取肌电指标中的时域指标 *RMS*(均方根振幅)、*iEMG*(积分肌电)和频域指标 *MPF*(中位数频率)作为评价肌肉活动的评判指标,评判原则<sup>[14]</sup>如表 3 所示。

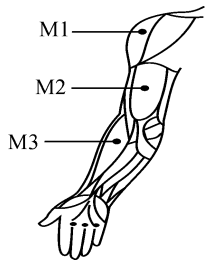


图 2 测试点部位

表 2 测试点具体分布

测试点	对应位置
M1	肩部最突出位置,肩点以下 5 cm 处
M2	肘关节以上,上臂前内侧
M3	肘关节以下,前臂肌最外侧

表 3 肌电指标评判原则

肌电指标	评判原则
<i>RMS</i>	一段时间内所有振幅的均方根值,用来描述此段时间内肌电信号的平均变化特征,肌肉疲劳度越高值越大。
<i>iEMG</i>	所求得的时间序列曲线中单位时间内面积的总和,能反映肌电信号随时间增加而发生的强弱变化,肌肉疲劳度越高值越大。
<i>MPF</i>	过功率谱曲线重心的频率,稳定性较高,灵敏度较高,肌肉疲劳度越高值越小。

(四)实验方法与原则

实验在安静的室内体育馆进行,室温保持在  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为  $(68\pm 5)\%$ ,风速小于 1 m/s。受试者提前进入实验场地,穿着外衣进行 30 min 的静坐来适应场地环境,直到其身体状态稳定。对 3 个测试点进行清洁处理后贴上压力传感器贴片,按照 1#、2#、3# 的顺序依次穿上紧身训练服开始进行持续 120 s 的服装压测量,篮球动作包括运球、投篮、上篮等,按照时间顺序平均分成 8 个时间段,每个时段 15 s,分别用 T1、T2、T3、T4、T5、T6、T7、T8 来表示,每更换一次样衣休息 1 h 再进行后续测试,测试结果取 20 个人的平均值。压力测试完成后受试者进行 30 min 的休息和状态恢复再开始进行表面肌电信号的采集,实验步骤同压力测试,结果同样取各个时段 20 个人的平均值。每组实验过程中要求受试者对每个时段的疲劳感受进行一次等级评价,评判标准如表 4 所示,评价结果同样取 20 个人的平均值。

表 4 疲劳等级评价标准

主观疲劳感受	等级
无明显疲劳	1
有疲劳感但不明显	2
明显疲劳	3
很疲劳	4
非常疲劳	5

二、数据分析

(一)肌电指标与肌肉疲劳的相关性

运用 MATLAB7.0 对肌电信号进行平滑去噪处理后分析得到时域指标 *RMS*、*iEMG* 和频域指标

MPF 的值,对不同服装压服装下 3 个测试点各时段的肌电指标与主观疲劳等级评价进行 Pearson 显著性相关分析, $p<0.05$  表示在 0.05 水平上两变量显著相关。 $p<0.01$  表示在 0.01 水平上两变量高度相关,结果如表 5 所示,在中等服装压服装(2<sup>#</sup>)下,3 个测试点的肌电指标均与主观疲劳评价显著相关。其中 M2、M3 肌电各项指标均与主观疲劳评价有高度相关性( $p<0.01$ ),M1 的相关性较弱,但仍为显著性相关( $p<0.05$ );高等服装压(1<sup>#</sup>)下,M2、M3 均具有相关性,总体表现显著性相关,其中 M2 的 RMS 值表现出高度相关,但 M1 的各项肌电指标均未表现出相关性;低等服装压(3<sup>#</sup>)下,3 个测试点的 RMS、iEMG 均表现为显著性相关,而 M1 的 MPF 未表现出相关性,M2、M3 表现为显著性相关( $p<0.05$ )。

表 5 肌电指标与主观疲劳评价的相关性分析

样衣型号	肌电指标	M1	M2	M3
1 <sup>#</sup>	RMS	0.942	0.793**	0.893*
2 <sup>#</sup>	RMS	0.727*	0.674**	0.913**
3 <sup>#</sup>	RMS	0.441*	0.357*	0.801*
1 <sup>#</sup>	iEMG	0.639	0.461*	0.459*
2 <sup>#</sup>	iEMG	0.791*	0.732**	1.440**
3 <sup>#</sup>	iEMG	0.785*	0.543*	0.419*
1 <sup>#</sup>	MPF	-0.551	-0.431*	-0.613*
2 <sup>#</sup>	MPF	-0.199*	-0.975**	-1.223**
3 <sup>#</sup>	MPF	-0.780	-0.489*	-0.971*

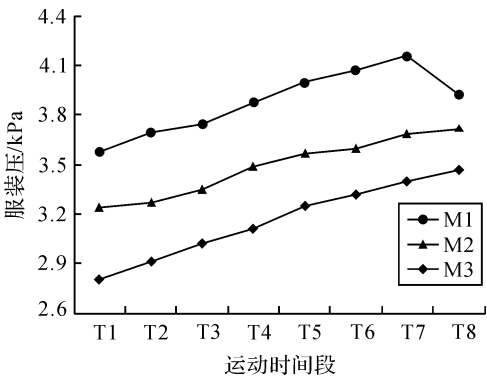
注:\*\*表示  $p<0.01$ ; \*表示  $p<0.05$ 。

这说明肌电指标 RMS、iEMG、MPF 能够很好地反应肌肉的疲劳。其中,三角肌的疲劳程度没有肱二头肌、肱桡肌明显,造成这种结果可能是因为肌肉通常附着在骨骼上,收缩时以骨骼为杠杆,产生运动。在篮球运动中,手臂的收缩主要靠肱二头肌来完成,而投篮、传球等一系列手上动作产生的手腕收缩主要靠肱桡肌来完成,三角肌的作用表现不明显。

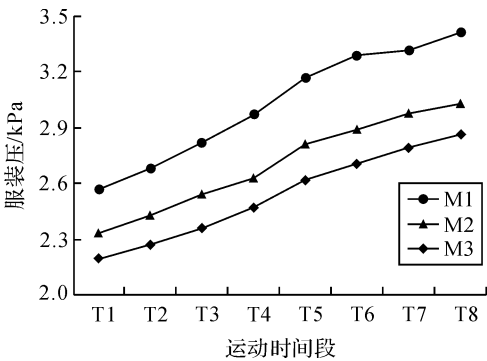
(二)服装压与肌肉疲劳的相关性

随着运动的持续,由于摩擦起皱等原因各测试点的压力值不断浮动,因此取受试者各测试点在各个时段所测得的服装压均值,将去除误差得到的服装压绘制成图像,如图 3 所示。从图中可以得到,各个测试点的服装压随运动的持续逐渐增加,具体表

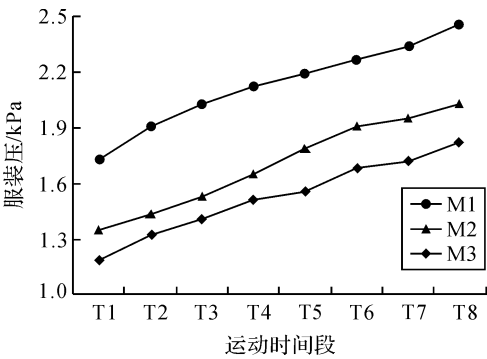
现为:在穿着样衣 1<sup>#</sup> 时,测试点 M1 的服装压变化范围为 3.58~4.16 kPa,测试点 M2 为 3.24~3.72 kPa,测试点 M3 为 2.81~3.47 kPa;在穿着样衣 2<sup>#</sup> 时,测试点 M1 的服装压变化范围为 2.57~3.41 kPa,测试点 M2 为 2.33~3.03 kPa,测试点 M3 为 2.19~2.89 kPa;在穿着样衣 3<sup>#</sup> 时,测试点 M1 的服装压变化范围为 1.73~2.46 kPa,测试点 M2 为 1.35~2.03 kPa,测试点 M3 的服装压为 1.18~1.82 kPa。从图 3 中还可以看出各测试点的服装压符合以下特征:从大到小的顺序依次为 M1、M2、M3。



(a)穿着样衣 1<sup>#</sup> 时服装压变化



(b)穿着样衣 2<sup>#</sup> 时服装压变化



(c)穿着样衣 3<sup>#</sup> 时服装压变化

图 3 各测试点的服装压变化

不同测试点服装压不同的原因可能是由于手臂不同部位曲率不同,其中三角肌曲率最大,肱二头肌次之,肱桡肌最小。当手臂垂直方向上下摆动时,三角肌受到的压力也最大。

对 M1、M2、M3 在 8 个时段的肌电指标变化趋势相互之间进行 Spearman 一致性检验,  $r_s > 0.8$  表示强正相关,  $p < 0.01$  表示水平显著,结果如表 6 所示。可以发现的 3 个测试点的肌电指标强正相关,且强相关水平显著,可认为 3 个测试点在各时段的肌电指标具有高度一致性,在做比较检验时可取 3 个测试点在各个时段的肌电指标均值进行分析。将 3 个测试点在各个时段的肌电指标均值作为因变量与 T1 时段进行 One-Way ANOVA 比较检验,结果如表 7 所示。可以看出,穿着样衣 1<sup>#</sup> 与 2<sup>#</sup> 时 RMS 值均从 T5 开始(T5-T8)呈现显著性差异( $p < 0.05$ ),穿着样衣 3<sup>#</sup> 时 RMS 值从 T6 开始(T5-T8)呈显著性差异( $p < 0.05$ );穿着样衣 1<sup>#</sup>~3<sup>#</sup> 时 iEMG 值从 T4 开始(T4-T8)呈显著性差异( $p <$

0.05);穿着样衣 1-3<sup>#</sup> 时 MPF 值从 T6 开始(T6-T8)呈显著性差异( $p < 0.05$ )。这说明,随着服装压的递增,对肌肉疲劳的影响增加,显著性影响主要集中在运动的中后期,显著性水平从样衣 1<sup>#</sup> 到样衣 3<sup>#</sup> 呈递减趋势。

表 6 3 个测试点之间的一致性检验( $r_s$ )

样衣号型	肌电指标	M1-M2	M1-M3	M2-M3
1 <sup>#</sup>	RMS	0.976**	0.952**	0.881**
2 <sup>#</sup>	RMS	1.000**	1.000**	1.000**
3 <sup>#</sup>	RMS	0.929**	0.929**	0.929**
1 <sup>#</sup>	iEMG	1.000**	1.000**	1.000**
2 <sup>#</sup>	iEMG	1.000**	1.000**	1.000**
3 <sup>#</sup>	iEMG	1.000**	0.912**	0.971**
1 <sup>#</sup>	MPF	0.927**	1.000**	1.000**
2 <sup>#</sup>	MPF	0.998**	1.000**	1.000**
3 <sup>#</sup>	MPF	1.000**	1.000**	1.000

注: $r_s > 0.8$  表示高度正相关; \*\* 表示  $p < 0.01$ 。

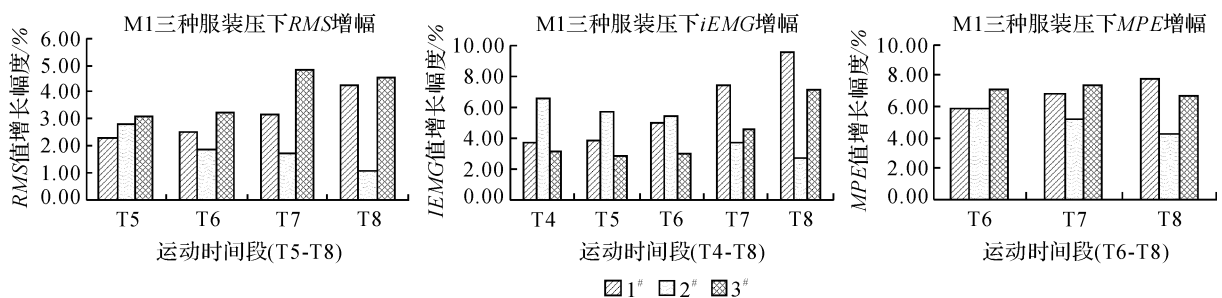
表 7 各个时段与 T1 的 One-Way ANOVA 比较检验

样衣号型	肌电指标	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1 <sup>#</sup>	RMS	1.000	0.190	0.110	0.070	0.029*	0.01*	0.009**	0.001**
2 <sup>#</sup>	RMS	1.000	0.170	0.098	0.061	0.031*	0.01*	0.008**	0.000**
3 <sup>#</sup>	RMS	1.000	0.100	0.085	0.053	0.050	0.007**	0.005**	0.000**
1 <sup>#</sup>	iEMG	1.000	0.130	0.081	0.035*	0.022*	0.01*	0.005**	0.003**
2 <sup>#</sup>	iEMG	1.000	0.090	0.067	0.031*	0.024*	0.009**	0.004**	0.002**
3 <sup>#</sup>	iEMG	1.000	0.070	0.052	0.028*	0.017*	0.007**	0.002**	0.001**
1 <sup>#</sup>	MPF	1.000	-0.290	-0.31	-0.012	-0.081	-0.022*	-0.01*	-0.002**
2 <sup>#</sup>	MPF	1.000	-0.250	-0.215	-0.11	-0.067	-0.017*	-0.008**	-0.001**
3 <sup>#</sup>	MPF	1.000	-0.210	-0.171	-0.137	-0.053	-0.013*	-0.006**	0.000**

注: \*\* 表示  $p < 0.01$ ; \* 表示  $p < 0.05$ 。

针对疲劳显著的时段,绘制不同测试点肌电指标随时间延长的幅度变化趋势,如图 4 所示。不同服装压对肌电指标的变化幅度影响显著,穿着样衣 1<sup>#</sup> 时,各测试点 RMS、iEMG 的增幅和 MPF 的降幅都随运动时间的延长呈逐渐增大趋势;穿着样衣 2<sup>#</sup> 时,各测试

点 RMS、iEMG 的增幅与 MPF 的降幅都呈逐渐减小趋势;穿着样衣 3<sup>#</sup> 时,各测试点各测试点 RMS、iEMG 的增幅与 MPF 的降幅除了肱桡肌呈逐渐增大外,三角肌的各项肌电指标均有所起伏,肱二头肌 iEMG 的增幅和 MPF 的减幅均有所起伏,但总体呈逐渐增加趋势。



(a) M1 肌电指标幅值变化



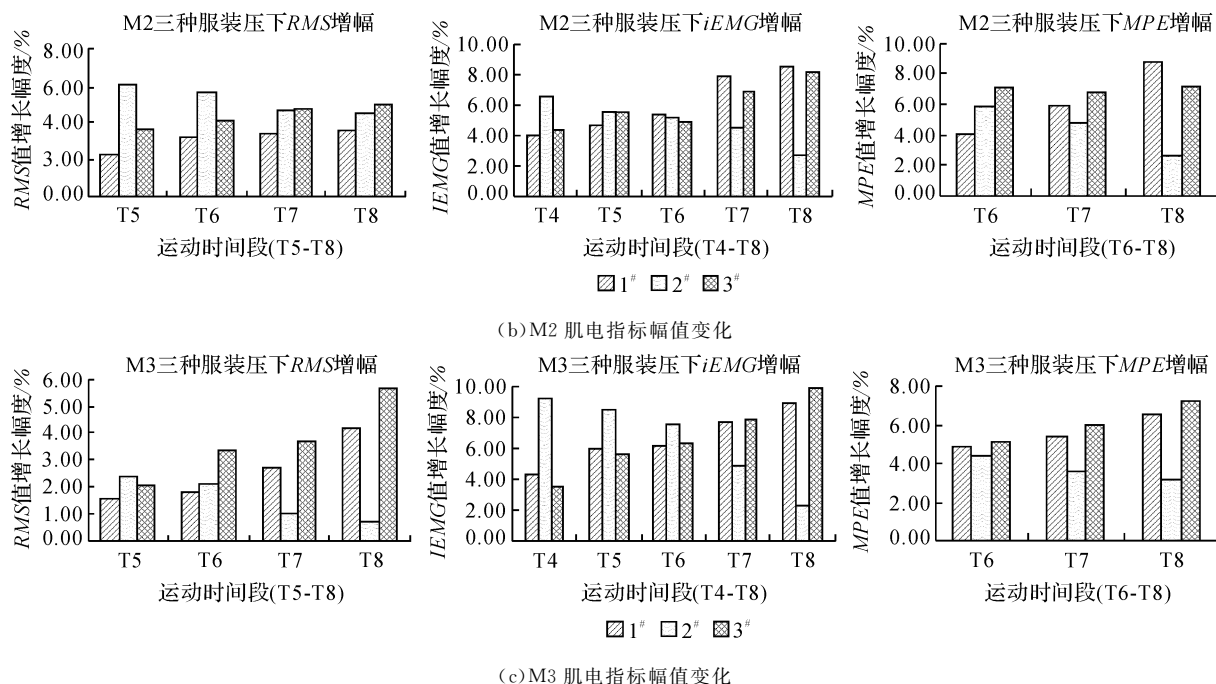


图4 不同样衣下肌电指标幅值变化

将运动的中后期3种样衣下的肌电指标幅值变化相比较,可以发现,样衣2<sup>#</sup>能够使RMS、iEMG的增幅和MPF的降幅均有所下降,但样衣1<sup>#</sup>却使肌电指标的幅值变化均呈上升趋势,样衣3<sup>#</sup>表现虽不够稳定但总体仍呈上升趋势。结合表5说明,中等服装压服装能够有效缓解肌肉疲劳的持续;高等服装压服装不仅不能削弱和缓解肌肉疲劳,反而加快疲劳产生;低等服装压服装也不能缓解肌肉疲劳,甚至起到诱发疲劳产生的反作用。造成这种结果的原因可能是:a)外加紧身束缚能够支撑机体完成运动,增强关节稳定性,与此同时有限制了机体的活动范围,从而减小对肌肉的能量消耗<sup>[15]</sup>;b)适当的服装压能够有效调节 $\alpha$ -神经元的兴奋,增强运动本体感觉,提高运动员的注意力,使其能够及时调节身体各项机能来适应环境<sup>[16]</sup>;c)服装压过高,机体为了维持运动效果而加大了耗氧量,而高度的紧身束缚会使局部毛细血管的微循环变慢,肌肉供氧量不足,造成乳酸等代谢废物的堆积,加速了疲劳的进程<sup>[17]</sup>;d)服装压过低导致对肌肉的束缚不足,无法有效减弱肌肉软组织的振动,从而消耗更多能量,为了达到同样的能量输出,肌肉的放电增加,肌肉疲劳加快。

### 三、结 语

紧身训练服在我国的篮球运动中甚少提及,也尚未有关于紧身训练服对于肌肉疲劳的缓解效应的研究。本文利用表面机电技术探究篮球运动中不同

等级的服装压对上肢疲劳的影响,得到以下结论:

a)肌电指标与篮球训练中肌肉疲劳存在着明显的相关关系,可作为研究篮球训练中肌肉疲劳的评判指标。

b)篮球运动中,三角肌对疲劳的反应程度没有肱二头肌、肱桡肌明显。

c)服装压对肌肉疲劳能够产生影响,疲劳的产生主要集中在中后期。

d)中等服装压服装能够缓解肌肉疲劳,高、低等服装压服装对肌肉疲劳无缓解作用,甚至能诱发疲劳。

e)当三角肌部位的服装压变化范围为2.57~3.41 kPa、肱二头肌为2.33~3.03 kPa、肱桡肌为2.19~2.89 kPa时最能促进手臂肌肉疲劳的缓解。

因此,建议相关运动服设计开发商根据运动类型,设计出具有不同设计重点的紧身服。在设计篮球紧身训练服时:

a)将手臂作为设计重点。

b)不宜盲目设置服装压,要通过一定的工艺技术手段,在合理的范围内对服装压进行设置,切勿过大或过小。

c)根据肌肉表面的曲率不同,设计出具有“梯度压力”的紧身服装。以本文研究的手臂为例,三角肌的体表曲率最大,运动过程中对肌肉的拉伸、收缩程度同样最大。因此,只有在三角肌部位设置更大的紧度压迫,才能起到束缚肌肉组织振动,减少能量损耗。

d)根据运动中肌肉对疲劳的反应顺序设计出不同

同紧度的服装。在手臂的设计中,肱二头肌是主动肌群,虽然曲率相对三角肌小,但对疲劳的敏感度却最大,因此在紧身服装设计时,要重点对肱二头肌部位的服装压进行考虑,以最大程度的缓解其疲劳,降低由疲劳带来的一系列不良反应。

我国的篮球事业尚处于不断发展阶段,技术与体能都落后于欧美等发达国家,如何科学的帮助运动员提高成绩应该是我们整个社会都应该思考的问题。紧身衣因其对于保护运动员的肌肉减少损伤、提高成绩有积极作用而被广泛应用于体操、游泳等竞技类体育项目中,我国的篮球运动服尚处在传统的宽松的背心、短裤阶段,希望本文能为我国篮球运动员的服装穿着及训练服的产品设计提供参考,同时也希望能给我国篮球事业的发展提供新思路。

#### 参考文献:

- [1] 白银龙,吴竞. 篮球运动员运动性疲劳产生机制与恢复研究[J]. 中国科技信息,2012,102(8):162-172.
- [2] 钱梓文. 人体解剖生理学[M]. 三版. 北京:人民卫生出版社,1998:280-299.
- [3] 路云亭. 人类上肢的意义:篮球在中国的传播学释义[J]. 体育与科学,2014,35(3):14-38.
- [4] 周立. 试析服装的象征性[J]. 包装工程,2002(6):85-86.
- [5] 丁山,徐莉. 服装设计中的人性化因素[J]. 包装工程,2004,25(3):144-145.
- [6] YAN Y X, GAO J, JIN Z M, et al. Research on the relationship between clothing pressure developed by women's basketball sports bra and heart rate variation indexes [J]. Emerald,2014,26(6):500-508.
- [7] 傅维杰,刘宇,魏书涛,等. 紧身装备在体育科学领域的研究现状与展望[J]. 中国体育科技,2011,47(2):114-116.
- [8] 阎玉秀,高婕,金子敏,等. 女子篮球运动内衣压力对心率变异指标的影响[J]. 纺织学报,2014,35(6):100-104.
- [9] ASEFI M, MOGHIMI S, KALANI H, et al. Dynamic modeling of SEMG-force relation in the presence of muscle fatigue during isometric contractions[J]. Biomedical Signal Processing and Control,2016,28(4):41-49.
- [10] KARTHICK P A, RAMAKRISHNAN S. Surface electromyography based muscle fatigue progression analysis using modified B distribution time-frequency features[J]. Biomedical Signal Processing and Control, 2015,26(12):42-51.
- [11] BUENO D R, LIZANO J M, MONTANO L. Muscular Fatigue Detection using semg in Dynamic Contractions[C]//IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference Proceedings, Milan, ITALY. IEEE,2015:459-457.
- [12] 乌萨马. 据肌电图(EMG)信号评估人手臂肌肉力和肌肉疲劳的人工智能方法[D]. 武汉:华中科技大学,2013:5-13.
- [13] KIENBACHER T, FEHRMANN E, HABENICHT R, KOLLER D, et al. Age and gender related neuromuscular pattern during trunk flexion-extension in chronic low back pain patients[J/OL]. Journal Of Neuroengineering and Rehabilitation, 2016, 16 (13). <http://doi:10.1186/s12984-016-0121-1>.
- [14] 蒋琳. 优秀中长跑运动员专项运动中肌肉疲劳度评价方法的研究[D]. 北京:北京体育大学,2012:59.
- [15] BERNHARDT T, ANDERSON G S. Influence of moderate prophylactic compression on sport performance [J]. Journal of Strength & Conditioning Research,2005,19(2):292-297.
- [16] RANIERI F, LAZZARO V D. The role of motor neuron drive in muscle fatigue [J]. Neuromuscular Disorders,2012,22(10):157-161.
- [17] 陈金鳌. 不同程度紧身压迫对踏蹬运动中下肢 SEMG 变化特征的影响[D]. 苏州:苏州大学,2012:51.

## Influence of Clothing Tightness on Upper Limb Fatigue in Men's Basketball Movement

ZHANG Lin<sup>1</sup>, YAN Yuxiu<sup>1,2</sup>

(1. School of Fashion Design and Engineering, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China;  
2. College of Vocational and Technical of Zhejiang province, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** 20 male college basketball players in school were selected as experimental subjects to study the influence of clothing tightness on muscle fatigue in men's basketball movement. Their clothing tightness and arm's sEMG data were measured at different tightness of training clothes. MATLAB7.0 was applied for data processing, and correlation analysis and multiple comparison tests were carried out. Results show that muscle fatigue mainly concentrates on the middle and later period of the movement; medium clothing tightness can best mitigate muscle fatigue, while high and low tightness couldn't relieve muscle fatigue, and even induce the fatigue; the range of clothing tightness which promotes muscle fatigue relief is as follows: deltoid 2.57~3.41 kPa, biceps brachii 2.33~3.03 kPa, brachioradialis 2.19~2.89 kPa. The research results provide theoretical basis for the development of basketball cause and sportswear development.

**Key words:** clothing tightness; basketball movement; muscle fatigue; sEMG indexes; correlation analysis

(责任编辑:陈和榜)