

红外热像技术评估飞行学生低负荷下肌肉疲劳的可行性探究综述

潘俊祥 邹琳 刘广春

(中国民航飞行学院, 四川 广汉 518300)

摘要 本研究旨在探讨应用红外热成像技术评估低负荷下肌肉疲劳的可行性。肌电测试 (SEMG) 在肌肉疲劳研究中已经得到广泛的认可及大量的使用。但 SEMG 有一定的局限性, 例如测试范围小、存在相对位置关系的肌肉、肌群状态如何不能得到同步了解。常见的血液生化指标的测试, 更是测试的肌体的整体水平, 无法准确的反应特定器官或组织的状态, 因此, 该方法无法测试某局部或者单一肌肉的训练前后的效果。最近, 有研究团队采用热成像测温技术测试运动前后皮肤的温度变化, 通过温度的变化反映肌肉疲劳的程度, 但该方法判定肌肉疲劳具有很强的主观性。采用红外热成像技术测试皮肤温度的同时, 采用肌电测试方法测试肌肉的疲劳, 通过分析皮肤温度与测试肌肉疲劳的相关性, 客观的说明热成像应用于肌肉疲劳研究中的可行性, 这对于肌肉疲劳的研究有重要的意义。

关键词 红外热像技术 飞行学生 肌肉疲劳

中图分类号: TN21

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)01-0036-02

1 现状分析

经查阅万方数据库、中国知网等数据库, 通过肌电测试 (SEMG) 来探测肌肉疲劳的方法已经被广泛应用。肌电图结合传统肌电信号的方法所获取的参数可以直观上观察到肌肉肌腱形态结构上的信息变化, 也可以成为探测肌肉疲劳的一个补充手段。而通过红外技术来探测肌肉疲劳的相关文献却很少, 国内研究具有代表性的文献仅有一篇, 国外研究相对较多。然而, 热红外成像技术在国内医学领域的应用已趋于成熟。

近年来, 热红外成像技术在国内医学届得到了认可, 其技术在医学各个领域的应用已经趋于成熟。冯年春等人研究近十年来经络理论和红外热成像的相关研究文献并得出结论: 红外热成像不仅拓宽了红外成像技术应用的领域, 而且对于中医经络理论研究有着极大的推广价值^[1]。庄金刚等人利用红外热成像技术探讨了内热针治疗腰间盘突出症的临床疗效并得出结论: 通过内热针治疗腰椎间盘突出, 发现患者腰部受伤部位的温度明显提高, 患者腰部软组织供血状态同时得到了明显的改善, 治疗效果非常明显, 高度认可了该方法在临床应用的推广价值^[2]。吕兴等人利用红外热成像在休克患者局部温度变化特点探讨其对脓毒性休克的诊断得出: 将该技术应用在脓毒性休克患者的受伤部位观察其温度变化, 在此技术辅助下完成相关治疗, 无疑为该病的无创监测其微循环功能的研究拓宽了研究领域^[3]。王帅等人将红外热成像技术应用到脑卒中肩痛患者肩部的观察中发现: 该技术可以非常客观的反映患者肩部皮肤深浅部位温度的变化特点, 并作出比较发现, 大多数患者的患侧肩部皮肤温度相对健康一侧的温度明显要低^[4]。

陈淑惠等人借助红外热成像技术研究了肝肾养护针刺法对失眠的治疗作用得出: 利用肝肾养护针刺法和口服艾司唑仑两种方法都可以对失眠症状的效果起到良好的改善作用, 而不同点在于肝肾养护针刺法侧重于睡眠障碍、生活质量和日常功能等方面的改善效果更加明显; 通过红外热成像显示更直观地发现肝肾养护针刺法侧重于从整体上通过调节人体经络而治疗失眠, 而口服艾司唑仑片的侧重则在于从微观上抑制脑部神经系统的兴奋。何丽等人利用热成像技术探索不寐症患者体表经络温度规律并得出: 阳气分布存在阳虚于外、阳虚于上的特征; 阴阳关系不平衡, 表现为阴血不足、内有郁热、三焦温度紊乱、中焦脾胃运化失司。张冀东等人将红外热成像技术应用到心脏病的治疗领域, 发现该技术对于冠心病心肌缺血的辅助诊断和疗效评估具有重要的参考价值。赵曙光等人通过对常规心脏外科手术进行全程红外热成像检测, 并发现该技术在获取心脏手术中各个状态下的组织热图效果非常敏感, 红外热成像还能够通过观察心肌表面温度变化实现心肌冷保护状态的预警、评判心肌缺血大致的维度、完成相关手术后效果的预判, 从而实现手术操作的导航作用。曾德传等人在中医体质研究中提到红外热成像技术迅速发展为中医科研方面开拓了思路并提供了新的方法, 尤其在体质量化研究方面的应用越来越广泛。对近年来红外成像技术在九种体质成像、体质辨识、体质干预的研究进行综述, 以期对中医体质在红外领域的进一步发展提供新思路。王乐鹏等人研究了正常人在四个节气的红外热像变化规律, 采用跟踪研究分别收集了几十名健康男性在春分、夏至、秋分、冬至 4 个季节点的红外热像图并发现规律: 四个节气中三焦热秩序都是

★基金项目: 智慧化航空训练器械检测技术及数据应用研究, 中飞院面上项目 (项目批准号 J2020-023)。

下热,中次之,上最凉,以及任督二脉的四个季节的热值分布,左右两肾四个季节热值分布,四个季节中左右两肋的热值变化,胃脘和大腹的四个季节的热值在四季中的变化等等都与中医理论高度吻合。同时得出结论:红外热像的结果符合了人体四个时节阴阳消长变化的规律随四季变化而变化,同时与中医学“天人相应”的相关理论认识相符。曾菊华等人利用红外热成像在小儿不同部位测量的效果观察中发现,利用该技术测得的温度差异性不明显,而且该技术使用时安全、方便、快捷、可靠,在临床上应用有着很大的推广价值。大量文献均已证实红外热成像技术在医学领域应用的高度认可。

2 热红外成像技术在运动康复及训练领域的应用

热红外成像技术在运动康复及训练领域的应用相对较少,具体如下:李世明、许全盛等人的研究中利用信号的时频分析技术来评估递增负荷状态下人体肌肉周期性动态收缩疲劳程度。要求受试者完成功率自行车递增负荷的实验,并在每级负荷中采集最后 5 秒不同部位肌肉表面的肌电信号来进行比较,最终结果建议将瞬时平均频率与积分肌电相联合作为测评肌肉周期性动态疲劳的有效参数。

温慧莹、陈昕等人在用超声技术探讨肌肉疲劳的研究中,应用 B 型超声技术对受试者运动疲劳前后下肢肌肉的厚度、羽状角进行测量并进行分析,结果显示运动疲劳后,被测肌肉中不同部位的肌肉厚度、羽状角相比疲劳前显著增加,所以超声肌电图可结合传统的肌表电信号评估肌肉疲劳的程度。

张栋、王淑友等人通过对运动训练前、后肌群温度分布及其变化来探讨红外热成像技术用于肌体锻炼定位的研究中指出,肌肉是否完成了训练直接关系到训练后肌肉的升温与否,红外热成像图对肌肉的升温反应实现了实时的信息采集和记录,该方法对人体运动前后的训练效果的评价更加直观、具有明显的定位和动态监测优势,可以更简洁有效的服务于运动训练效果的评价。

Vedran H 等人通过在运动中使用红外热成像技术来探测肌肉疲劳,选取了一名中长跑运动员,让受试者在经过充分热身后在等动测试仪上进行测试,受试者右腿进行等动疲劳测试,同时左腿保持静止状态,在整个测试过程中用红外热成像仪进行温度捕捉,结果显示,运动股四头肌的皮肤温度升高与功率下降呈显著负相关。在线性回归模型中,从皮肤温度可以预测股四头肌的运动功率,对于作为对照的不运动的肢体,没有注意到这种关系。从而说明,皮肤温度的改变和肌肉疲劳具有一定的对应关系,由于皮肤温度更容易被探测,所以可以将红外热成像技术作为一种新的工具来探测肌肉疲劳。

Arcangelo M 等人采用高分辨率热成像技术,对训练良好的跑步运动员在分级运动过程中全身前部皮肤温度的变化进行了观察。15 名受试者接受了分级跑步机测试,直到达到他们个人的最大心率。整个身体前部皮肤温度随着运动的开始而降低,随着运动的进行,皮肤温度进一步降低,

运动结束时,皮肤温度值较基线平均降低了 3~5 度,运动后恢复时皮肤温度升高。结果表明,热红外成像技术可以定量评价分级运动过程中和运动后皮肤热适应。从而为评价局部和全身性皮肤血流的适应性提供了依据,同时指出皮肤温度的改变与运动功率具有一定的相关性。但该研究中将肢体呈现出不能维持既定的运动强度时即认为疲劳,因此具有很强的主观性。

3 结论

目前研究红外热成像技术探测肌肉疲劳的方法具有很强的主观性。而且在医学各个领域的应用已经趋于成熟,在训练学领域的应用国内也已近起步,但在飞行学生体质检测中的应用还处于空白,作为国内民航飞行员培养的重要载体,中飞院每年要为国家输送千余名飞行员,而这样一个特殊的学生群体在完成大量理论知识学习的同时还要保证身体各项指标符合行业要求,身体素质的训练就成为了民航飞行学生在校期间的重要任务,入校前的体检、在校期间的定期体检、入职前的体检每个环节对于学生来说都是一道关卡,然而对于教学科研人员来说提供良好的训练监控条件则显得尤为重要,能及时发现问题和不足。因材施教的安排训练内容和训练量是学生成才的重要保障,所以在对于该学生群体的训练监控一直是科研、训练的重要领域。

红外热成像技术在测量中的快速响应、测量结果直观形象、测量效率高的优势可以使学生训练监控在操作上更简易,从监控上更直观公正,从安全上更有保障,所以为保障学生的学习训练时间,高效快捷的身体监控体系则显得尤为重要,为了更加客观、科学的建立皮肤温度和肌肉疲劳的相关性,本研究拟采用将红外热成像技术和肌电测试相结合的方法,探究红外热成像技术应用于飞行学生低负荷下肌肉疲劳研究中的可行性。选取时域分析中的均方根值以及频域中的平均功率频率和中位频率,通过均方根值在时间维度上反应肌肉表面电信号的变化,而红外技术则更直观反应相应的参数值,所以该方法的应用在评估低负荷下肌肉疲劳具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 李世明,许全盛,翟佳丽,等.基于 SEMG 时频分析的递增负荷诱导肌肉周期动态疲劳估计[J].中国体育科技,2016,52(03):48-55.
- [2] 温慧莹,陈昕,王君,等.基于超声图像的运动肌肉疲劳研究[J].北京师范大学学报,2015,51(05):545-550.
- [3] 杨红春,王健,王笃明.基于准稳态信号的动态肌肉疲劳表面肌电信号变化特征[J].体育科学,2005,25(07):16-20.
- [4] 张栋,王淑友,马惠敏,等.红外热像技术进行运动训练效果检测和评价的研究[J].体育科学,2008,28(02):37-41.