

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.06.005

# 心电监测老年服装的设计与开发

张海军<sup>1</sup>, 陈宇刚<sup>2</sup>

(1.江西服装学院 服装设计学院, 江西 南昌 330201; 2.江西服装学院 服装工程学院, 江西 南昌 330201)

**摘要:** 基于对老年人的社会关怀及健康需求的现状,对目前心电监测类服装的研究和利用情况进行了分析。结合医学知识、人机工程学原理,利用便携式心电监测仪的特点,将心电监测仪、正负中电极片、柔性导联线等装置组成生态化健康监测系统,并设计开发了时尚美观、功能性完备的老年心电监测服装。结果表明:心电监测服装测试的心率值与标准心率值的差异几乎可忽略,监测准确度高,信息反馈迅速,能够有效保障老年人的身体健康。

**关键词:** 服装; 心电监测; 设计

**中图分类号:** TS941.93

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2044(2018)06-0018-04

## Design and development of ECG monitoring elderly clothing

ZHANG Haijun<sup>1</sup>, CHEN Yugang<sup>2</sup>

(1. Jiangxi Institute of Fashion Technology, School of Costume Design, Nanchang 330201, China)

(2. Jiangxi Institute of Clothing Technology, Engineering Branch Clothing, Nanchang 330201, China)

**Abstract:** Based on the social care and health needs of the elderly, the status quo and utilization of current ECG monitoring clothing are analyzed. Combined with the medical knowledge and ergonomics, by using the characteristics of portable ECG monitor, the ECG monitor, positive and negative middle electrode patch, flexible lead wire and other devices formed into an ecological health monitoring system, a stylish, functional and complete monitoring of elderly electrocardiogram clothing is designed and developed. The results show that the difference between the heart rate and the standard heart rate in this test is almost negligible, the monitoring accuracy is high and the information feedback is rapid, which can effectively protect the physical and mental health of the elderly.

**Key words:** garment; ECG monitoring; design

近年来,我国人口老龄化现象日益严重。据2017年人口普查数据显示,我国60岁以上老年人口超2.3亿,是世界上唯一老年人口过两亿的国家。到2035年我国老年人口将超过4.18亿,显然我国已进入老龄化阶段,也将面临老龄化问题的严峻挑战,因此对于老年人的健康监护逐渐成为社会关注的热点<sup>[1]</sup>。据相关报导,心血管疾病具有较高的患病率、致残率、死亡率和复发率<sup>[2]</sup>。为了实现疾病的及时监测与发现,最大限度保障老年人的身体健康,开发一款具有心电监护保健功能的服装显得尤为重要。

本文基于对老年人的社会关怀及健康需求的现状,将手持式心电监测仪和电极片、导联线等装置相互串联,依附在特殊设计的老年人服装上,使服装具有对人体实时监测及反馈信息的功能,可满足老年人日常活动及健康的监护需求。

## 1 心电监测类服装的研究现状

人类对医用心电监测装置及系统的研究已久,且

技术成熟,但是心电监测装置与服装相结合的探索则起步较晚。早期开发的监测衣只能对心率进行一次性监测,不能及时反馈心电图信息,这类服装属于接触式心率监测衣,技术仍有待进一步改进。后期开发的非接触式心电监测衣尚处于实验室研发阶段,达不到产业化的要求。因此,设计开发出新型监测类服装对突破产业化瓶颈具有重要意义。

国外对心电监测服装的研究起步较早,而且在种类、结合度上比较丰富。早在上世纪90年代末美国卡耐基梅隆大学研发团队就进行了在服装上负载心率检测装置的研究,但是未能突破技术难点,后期也没有进行更深入的研究;Gi-Soo Chung等人研发出数字智能纱线,并用智能纱线制成服装,再安装生物传感器用来监测心率,反馈的数据与直接用传感器检测的信息一致。Joohyeon Lee等人开发了心电监测服装,服装内部有心电图传感器、温度传感器和显示装置等,用于传递心电图信号,里层采用弹性面料制作,外层采用凉爽型面料制作,并设计有暗袋用于放置各种传感器。美国的研究机构开发出适用于女运动员的心率监测功能内衣,并已经产业化应用,内衣采用了功能纺织材料和传感器来监测身体各项数据<sup>[3]</sup>。另外,法国、德国、日本等国家也在进行心电监测类服装的研发。

收稿日期: 2018-02-26

基金项目: 2017年“纺织之光”中国纺织工业联合会高等教育教学改革项目(2017BKJGLX008)

作者简介: 张海军(1977—),男,硕士,讲师,主要从事艺术设计和中国画方面的研究。

国内对心电监测服装的研究大多处于实验室阶段,可产业化的较少。不过经过研究者的付出和努力,针对心电监测类服装的研究也取得了一定进展。

2009年徐琳琳开发了一款面向医学监护的智能服装,利用导电纤维来传递监测信息,可用于住院病人的身体健康监测;刘伶俐等人设计了两款心电检测服装,采用柔性PVDF传感器、控制芯片等元件完成了人机交互的硬件设计,具有监测心率和心电的作用<sup>[4]</sup>;邹奉元等人研究了智能服装设计原型,提出智能服装负载电子装置的最佳设计方案。以上研究在服装的功能及监测精确度方面还有待改善,离面向市场销售还有一定距离。

## 2 心电监测服装的设计思路

具有心电监测功能的服装不同于普通服装产品,其安装有信号传感器装置,在人机交互设计时可避免繁琐的操作,并准确反馈人体机能的监测信息。服装设计要符合医学和人体工程学原理,并且不能影响人们的出行和生活。选用MD100A1型手持式心电监测仪与服装相结合,因该款监测仪的电极片分布集中(主要处于人体躯干正面),设计合理,所以在与服装结合时不需要过长的导联线,而且可以将电极片设置在锁骨和腹部位置,电极片固定后与人体的贴合度高,监测信息反馈准确。根据所选用的设备,此款心电监测服装只需要设计上装,分外衣和里衣两套,里衣中负载的电极片一定要与人体皮肤完全贴合,所以要求服装结构足够贴体。由于男、女性老年人的上体形态存在明显差别,所以电极片在服装上的定位要准确,以保证电极片能准确捕捉心电信号<sup>[5]</sup>。本文中里衣设计成弹性背心,材料选用透气性较强的弹性针织面料,外衣款式设计成休闲夹克,选用透气性好的面料制作完成。

整个监测系统包括两件老年服装、MD100A1型心电监测仪、电极片、柔性导联线等。导联线测试法电极片位置见图1。

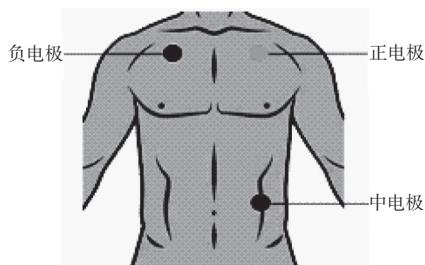


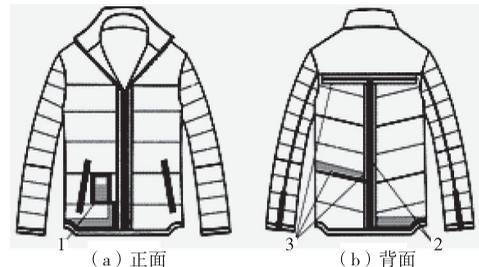
图1 导联线测试法电极片位置

## 3 心电监测服装设计

目前,心电监测类服装常常局限于材料的选择和线路设计的合理性,而忽略了服装时尚性与功能性的统一。基于老年消费者对产品多样化的需求,本文从时尚性、功能性相结合的角度来探讨老年心电监测服装的设计<sup>[6-7]</sup>。

### 3.1 款式设计

基于老年人体形特点和附着装备的需要,以及老年服装要求舒适简单的理念,试验中设计了一款男性心电监测外衣,其款式图见图2。

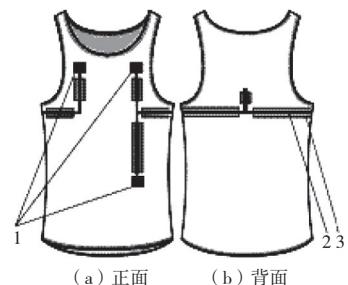


1-心电监测仪;2-导联线;3-导线盖

图2 男性心电监测外衣款式图

如图2所示,服装设计为立领,防风保暖,结构宽松,拉链暗袋设计便于心电监测仪的取出和充电。图2中,心电监测仪1设计在右侧口袋内部,为袋中袋,在里衬与外衣面料夹层中,不会影响服装整体美感;心电监测仪1需要电极片监测人体信号,电极片通过导联线2连接监测仪。因导联线2裸露在服装外部影响整体美观,在里层又会影响服装的舒适性,所以设计了固定线路的导线盖3。导线盖3可以使用魔术贴将导联线固定在服装里层,为了避免魔术贴与人体皮肤接触,可以在接触面上附着一层面料,以提升服装的穿着舒适性。

图3为心电监测服装里衣款式,为背心式样。



1-电极片;2-导联线;3-固定用魔术贴片

图3 心电监测背心款式图

图3中,1为正、负、中电极片,对应人体3个监测点位置,通过导联线与心电监测仪相连接,附着在弹性

面料外层。2为导联线,一端连接电极片,另一端延展至外衣内层的导线盖中,并与心电监测仪相连。导联线通过魔术贴与背心固定,方便拆卸及洗涤。3为导联线固定用魔术贴片,按照导线长度和方向设计。

在日常生活中,心电监测服装有两种穿着方式:一种是常态化着装方式,服装上未附着心电监测仪、电极片和导联线等装置;另一种是功能性着装方式,服装上附有各种装置,但隐藏效果比较好,不会影响人体的正常活动,舒适性基本上与正常服装一致。

### 3.2 面料和色彩设计

心电监测服装的背心采用弹性针织面料制作,大多数老年人不喜欢紧身服装,但是监测背心又需要与人体贴合,因弹性针织面料具有柔软舒适,回弹性、保型性好等优点,又便于人体活动,解决了服装功能性与舒适性相冲突的问题<sup>[8-9]</sup>。外衣面料选择保暖、透气性好的混纺面料制作,穿着舒适,洗涤方便。此外,老年服装的色彩设计在一定程度上可以影响老年人的心态,除了常见的黑灰白配色外,深咖啡色、深藏青、酒红色都可以选择。整套服装的色彩搭配忌过于花哨另类,应尽量与老年人的年龄、身份相符合。

## 4 设计效果评估

### 4.1 性能评价

针对心电监测服装的准确性进行了试验。试验仪器选用 MD100A1 型手持式心电监测仪,一次性电极片、导联线、大头针等工具。环境温度控制在  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度  $60\% \pm 2\%$ ,试验对象为健康老年男女各一名,男性年龄 63 岁,女性年龄 62 岁。

首先将双面胶电极片直接粘贴在人体皮肤上进行心电测量,测得静止人体在标准状态下的心率值。试验得到男性老年人标准心率值为 81 次/min,女性老年人标准心率值为 70 次/min,并以此作为监测背心测得心率值的对比标准。为了使心电监测背心试验数据更客观、准确,对电极片与背心的结合固定方式进行了设计。在锁骨下左右两侧各设计了 4 个固定点,正负电极的固定点两两对称,可以分为 4 组,以 A、B、C、D 命名,腹部的中电极也设计了 4 个固定点进行组合,以 E、F、G、H 命名,正、负、中电极片可搭配出 16 种组合方式。男女性测试者分别穿着 16 种组合方式的背心进行心电监测,并记录测试数据进行对比。测试结果见图 4。

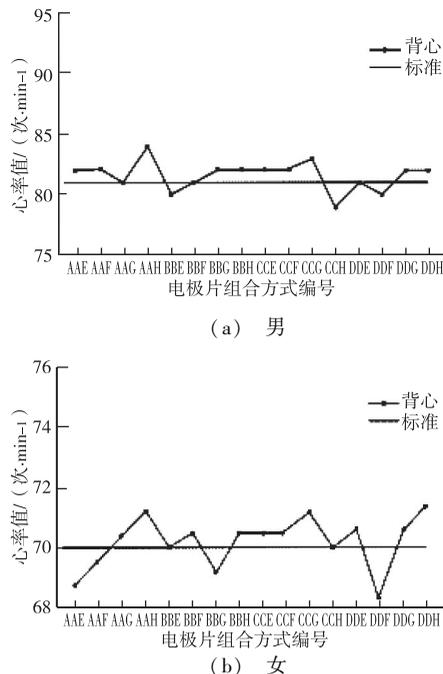


图4 背心各组合心率值

由图 4 可知,穿着 16 种组合方式背心的老年人心率值围绕标准心率值上下波动,但波动幅度不大。经过对 16 组监测数据的精确计算,得到男性心率均值为 81.56 次/min,与标准心率值 81 次/min 差异微小;女性心率均值为 70.89 次/min,与标准心率值 70 次/min 的差异也很小。这说明心电监测针织背心测试的心率值与标准心率的差异值几乎可忽略,监测准确性高,能够有效保障老年人的身体健康。

从穿着舒适性来说,心电监测仪、电极片、柔性导联线均以附件形式与服装本体结合,可随时拆卸、洗涤,而且弹性针织背心本身非常柔软,虽然会对人体产生压力,但还在可接收的范围之内。总体来说,本款心电监测服装的服用性能较好。

### 4.2 价格和工艺评价

大多数功能性服装科技含量都较高,所选用的原材料、工艺与普通服装均有区别,这也使其价格会比普通服装略高,但不会超出一般消费者的承受范围<sup>[10]</sup>。本文的心电监测服装所用材料产业化程度高,价格合理,生产成本可控。研究中投入成本最多的是心电监测仪,价格为 159 元;导联线延长投入 30 元;电极片属于医用耗材,可根据各人消费能力选择不同价格的电极片。本试验的电极片为 25 元,一盒共有 50 片,加上其他面辅料,总成本比普通服装略高,对于工薪阶层的老年人来说,本文的心电监测服装具有很大的吸引力,市场前景可观。

本试验心电监测服装工艺难点在于导联线在外衣和背心之间的相互穿插,为此在服装上设计了导线盖固定导联线,导线走向尽量与缝份贴合,放置心电监测仪的暗袋设计在口袋里层中,不会影响服装的整体外观和穿着舒适性。

### 5 结语

目前,针对心电监测老年服装的研究已取得了一些进展,但还处于试验研究的初期阶段,需要探究的问题还有很多。此款心电监测服装是新型技术产品,监测装置和服装款式设计合理,可有效保障老年人的身心健康,具有巨大的市场潜力。不足之处是产品分割成里衣和外衣2个部分,在穿脱便捷性上有待改善。后期将着重研究如何将里衣和外衣整合成一件衣服,既能够在户外活动穿着,又能随时监测健康,以便达到产业化应用的目的。



#### 参考文献:

[1] 贺义军,洪文进,唐颖,等.智能化安全服装的设计模式探讨[J].

(上接第9页)

达到 GB/T 17639—2008《土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布》要求,而且聚丙烯长丝土工布的拉伸强度、撕破强力、顶破强力均超出标准 50%左右,不足的是面密度偏差较大,工艺有待改进。

### 4 结语

(1)通过分丝比及灰度直方图的标准差来表征分丝效果,结果表明:原丝性能、牵伸管风压、静电场电压、摆丝板摆动频率均对分丝效果产生影响,其中原丝中单丝线密度的影响最为显著,线密度越大,分丝效果越好。

(2)采用本文提出的方法制备了聚丙烯及聚酯长丝土工布并测试其相关性能,结果发现,聚丙烯长丝土

(上接第17页)

[28] LU Y,WANG F,WAN X, et al.Clothing resultant thermal insulation determined on a movable thermal manikin.Part II: Effects of wind and body movement on local insulation[J].International Journal of Biometeorology,2015(59):1487-1498.

[29] HALL J F,POLTE J W.Effect of water content and compression on

纺织导报,2016(11):129-131.

[2] 程浩南.心电监测技术在监测与健康护理服装设计中的应用[J].化纤与纺织技术,2017(3):22-25.

[3] 胡艳琼,邓咏梅.心电监测服装监测位置的研究[J].国际纺织导报,2016(4):46-50.

[4] 石金兰,任立红,丁永生,等.基于嵌入服装式心电监测的亚健康智能评估系统[J].微型电脑应用,2008(1):1-3.

[5] 严妮妮,邓咏梅,张辉,等.心电监护服装结构对监测点位移的影响研究[J].丝绸,2014(10):1-5.

[6] 洪文进.基于智能化的针织安全性服装定制模式探讨[J].毛纺科技,2017(5):55-58.

[7] 宋清超,胡立夫,陈振,等.人体健康智能监测服装研究[J].自动化技术与应用,2016(7):135-138.

[8] 岳彤.智能安全服装中智能纤维的应用[J].纺织导报,2016(5):83-84.

[9] 洪岩,杨敏,陈雁,等.人体生理指标与服装微气候监测系统研发[J].纺织学报,2013(1):96-100.

[10] 沈雷,任祥放,刘皆希,等.保暖充电老年服装的设计与开发[J].纺织学报,2017(4):103-108.

工布的拉伸强度、撕破强力、顶破强力均超出标准 50%左右,这表明,该制备长丝非织造材料的方法是可行的。



#### 参考文献:

[1] 邹荣华.纺粘法非织造布生产技术现状及发展趋势[J].纺织导报,2005(9):29-34.

[2] 柯勤飞,靳向煜.非织造学[M].上海:东华大学出版社,2010.

[3] 纺粘发展的去岁今昔——2012 我国纺粘法非织造布现状和趋势分析[J].非织造布,2012(6):31-34.

[4] 李熙,靳双林.我国针刺过滤毡的现状与展望[J].产业用纺织品,2008(6):6-8.

[5] 宋新丽,郑喜凤,凌丽清,等.基于灰度直方图的 LED 显示屏亮度均匀性评估方法[J].液晶与显示,2009(1):140-144.

clothing insulation[J].Journal of Applied Physiology,1956(5):539-546.

[30] WANG F,SHI W,LU Y.Effects of moisture content and clothing fit on clothing apparent 'wet' thermal insulation: A thermal manikin study[J].Textile Research Journal,2016,86(1):57-63.

保 护 环 境 利 国 利 民