

# 可穿戴式设备 uCare 与动态心电图检测的临床对比研究\*

余滨宾<sup>1</sup> 郑瑜<sup>1</sup> 温华聪<sup>1</sup> 励建安<sup>1</sup> 吴健康<sup>2</sup> 陆晓<sup>1,3</sup>

## 摘要

**目的:**对比分析可穿戴式设备 uCare 和动态心电图的心电监测结果,探讨 uCare 在社区心脏康复中的应用价值。

**方法:**选取心血管病患者 16 例(56—84 岁),同时佩戴 uCare 和 Holter 设备,将 uCare 设备获取的各项心电信息(心率、心律失常及 ST 段改变)与 Holter 进行对比。

**结果:**①15 例患者 uCare 和 Holter 测得每小时平均心率结果显示两者间差异无显著性意义( $P > 0.05$ )。②1 例患者出现频发室上性早搏和室上性连发,1 例患者出现频发室性早搏,uCare 和 Holter 测得结果显示两者间差异无显著性意义( $P > 0.05$ )。2 例患者出现心房纤颤,1 例患者出现 ST 段异常,uCare 和 Holter 检测结果均一致。

**结论:**uCare 与 Holter 心电检测结果基本一致,uCare 可以较为准确地监控患者的心电情况,保障社区心脏康复的有效性及安全性。

**关键词** uCare;动态心电图;心脏康复

中图分类号:R541,R493 文献标识码:A 文章编号 1001-1242(2017)-01-0039-05

**Clinical comparative study of wearable product uCare and Holter/YU Binbin, ZHENG Yu, WEN Huacong, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine,2017,32(1): 39—42**

## Abstract

**Objective:** Contrastive analysis of wearable product uCare and Holter in electrocardiographic monitoring, to demonstrate the clinical value of uCare in community cardiac rehabilitation.

**Method:** A total of 16 patients aged from 45 to 75 years with cardiovascular disease underwent uCare and Holter examination simultaneously. The heart rate fluctuation, cardiac rhythm disturbances and ST-segment depression episodes during the examination were recorded and compared between uCare and Holter examination.

**Result:** ① No significant difference in heart rate fluctuation was observed between uCare and Holter examination( $P > 0.05$ ). ② One subject had frequent supraventricular premature beat and successive supraventricular extrasystoles, one subject had frequent ventricular premature beat, two subjects had auricular fibrillation, and one subject had ST-segment depression. No significant difference was found between uCare and Holter examination ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion:** The uCare and Holter examination have similar accuracy. The uCare can be used in community cardiac rehabilitation.

**Author's address** The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing, 210029

**Key word** uCare; Holter; cardiac rehabilitation

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2017.01.009

\*基金项目:江苏省科技计划项目(SBE201171159)

1 南京医科大学第一附属医院康复医学中心,南京,210029; 2 中国科学院大学传感网络与应用联合研究中心; 3 通讯作者  
作者简介:余滨宾,女,硕士,主治医师; 收稿日期:2016-03-22

近年来我国心血管病发病率快速攀升,已成为城乡居民总死亡的首要原因<sup>[1]</sup>。心脏康复的益处已有大量循证医学证据支持,证实心脏康复能够延缓动脉粥样硬化发展进程,降低急性缺血性冠状动脉事件的发生率和住院率<sup>[2-4]</sup>。我课题组前期系列研究也证实了康复训练的“心脏保护作用”<sup>[5]</sup>。目前国内心脏康复起步不久,且以机构康复为主。而大部分心脏病患者在短期机构康复后,更需要长期社区康复,以使训练效应长期保持。但心脏病患者社区康复的重要障碍是训练监测问题,在社区及家庭中不能有效监控训练强度和风险,导致大量的心血管疾病患者无法实现长期合理康复训练,从而使机构康复训练效应有丧失风险,患者依然会反复发作、住院,医疗开支不堪重负。

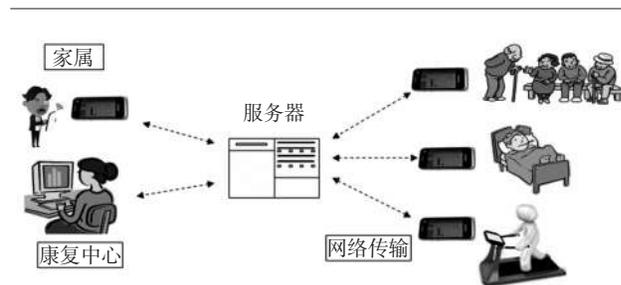
“感知康复”是本课题组与中国科学院大学传感网络与应用联合研究中心合作提出的新概念,通过患者随身佩戴的可穿戴设备 uCare 监控患者的体位、心电情况并将这些信息远程传输到机构康复中心,从而使医务人员可以充分指导并监督患者在社区的康复训练,同时患者家属也可以通过手机实时掌握患者的情况,共同保证社区心脏康复训练的有效性及安全性<sup>[6]</sup>(图1)。

动态心电图(dynamic electrocardiogram, DCG)又名Holter,能够稳定而准确地记录患者日常生活中的动态心电信息,是临床监测心电活动的重要方法。本实验将可穿戴设备 uCare 获取的各项心电信息与 Holter 进行对比,以论证 uCare 采集信息的准确性和可靠性,为其在社区心脏康复中的应用提供基础。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

图1 感知康复架构图



本研究选取南京市第一医院心功能室2013年6—7月进行动态心电图检查的16例心血管病患者,年龄56—84(72.19±8.04)岁,16例患者均有冠心病史(冠心病诊断标准为既往曾行冠状动脉造影,证实冠状动脉左主干、左前降支、左回旋支及右冠状动脉至少一支动脉管腔狭窄≥50%),病程1—18(6.63±4.79)年。其中11例患者合并有高血压病史,3例患者合并有房颤病史,1例患者合并有室上性心动过速病史,1例患者合并有频发室性早搏病史。患者均知情同意此次的研究内容,且四肢运动功能均良好,有较稳定的精神状态及足够的依从认知能力。

### 1.2 方法

每例受试者同时佩戴 uCare 和 Holter 设备在日常生活情况下进行监测。研究中采用的 uCare RG10 动态心电记录仪是由中国科学院大学传感网络与应用联合研究中心研发生产的在动态环境下记录心电信息和运动信息的设备。该设备由信号采集盒和信号采集带组成,信号采集带上包括导电布(左右各1块),通过设备固定带固定。患者穿戴时将设备固定带绕胸口一周固定在第五肋间水平,左右两块导电布分别位于胸骨左、右缘并与胸部皮肤直接接触。患者随身携带智能手机(预装 uCare FM 处理软件),手机和 RG10 距离不超过 10m。打开 uCare RG10 信号采集盒和手机软件并配对连接,患者心电信号即可通过蓝牙方式发送到手机(图2),并传输到电脑终端。Holter 为北京康泰有限公司 TLC 4000 型十二导动态心电分析仪。实验结束后经系统回放信息,对比分析 uCare RG10 和 Holter 采集资料后得出检测结果。实验中有 1 例受试者因自

图2 uCare RG10动态心电记录仪



行摘除 uCare 设备而退出,其余 15 例患者均完成 uCare RG10 和 Holter 数据采集。

### 1.3 统计学分析

数据均以均数±标准差表示。所有数据均经 SPSS 22.0 软件检验,呈正态分布且方差齐性。两组间采用配对 *t* 检验, $P < 0.05$  为差异有显著性意义。

## 2 结果

### 2.1 心率结果比较

实验结束,将 uCare 和 Holter 上采集的心电信号进行对比分析,采用配对 *T* 检验分别比较 15 例患者每小时平均心率两者所测值。结果显示 15 例患者记录数据差异均无显著性意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 uCare 和 Holter 每小时平均心率检测结果比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

患者编号	心率检测结果(次/分)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
	uCare	Holter		
1	68.08±4.47	68.92±3.92	2.057	0.064
2	60.00±4.17	60.39±3.87	1.686	0.110
3	42.84±2.77	42.92±3.06	0.172	0.866
4	74.92±5.55	75.42±4.27	0.736	0.477
5	66.71±3.65	67.07±3.38	0.626	0.542
6	85.50±6.67	86.42±6.91	1.396	0.190
7	47.70±5.05	48.00±4.95	2.051	0.056
8	71.17±5.70	72.00±5.88	2.057	0.064
9	69.67±3.14	70.08±3.68	0.585	0.570
10	71.67±6.14	71.83±4.59	0.223	0.828
11	58.92±5.60	60.17±5.42	2.159	0.054
12	90.08±5.71	90.75±6.02	1.483	0.166
13	65.83±5.89	65.92±3.92	0.111	0.914
14	65.50±4.78	65.67±3.98	0.283	0.782
15	69.76±2.93	70.58±2.54	1.603	0.137

### 2.2 心电信号异常结果比较

15 例患者中有 1 例(编号 8)出现频发室上性早搏,uCare 测得的每小时室上性早搏数(637.50±217.41)与 Holter 测得结果(654.17±220.03)相比差异无显著性意义( $P = 0.069$ )。uCare 测得的该例患者每小时室上性连发次数(24.00±16.26)与 Holter 测得结果(25.17±16.85)相比差异无显著性意义( $P = 0.111$ )。uCare 检测出室上性最长连发为 7 次,和 Holter 检测结果一致。有 1 例患者(编号 2)在部分时间段(9:00—14:00)出现频发室性早搏,uCare 测得的该患者每小时室性早搏数(777.20±360.00)与 Holter 测得结果(780.80±355.09)相比差异无显著性意义( $P = 0.583$ )。有 2 例患者(编号 6,7)出现心房

纤颤,uCare 检测结果显示心房纤颤占 100%和 Holter 检测结果一致。有 1 例患者(编号 13)出现一过性 ST 段明显压低,uCare 检测结果显示该患者于 12:32 分出现 ST 段压低(-4.5mm),检出时间点和结果与 Holter 检测结果一致。

## 3 讨论

### 3.1 研究背景

我国心脏康复体系发展已有三十余年,我科室是我国较早开始心脏康复的科室之一,在六项国基金及多项省基金的支持下,围绕康复训练在心血管疾病中的应用机制,功能评估体系及运动治疗技术等作了大量工作。结果表明一定强度的有氧训练可以通过诱导心肌缺血、VEGF 生成从而促进心肌侧支循环生成,提高心脏储备功能<sup>[5]</sup>,肢体的等长收缩训练可以通过 VEGF 的远隔表达促进心肌及身体其他缺血部位侧支循环生成<sup>[7-9]</sup>,康复训练还可以有效降压<sup>[10-11]</sup>。

虽然心脏康复可以从多方面发挥心脏保护作用,但是由于心脏康复是个长期的过程,而我国社区康复体系仍不完备,缺乏有效的监控管理机制,导致大量心血管病患者回归家庭后未能有效执行运动处方,从而造成疾病反复发作、不断恶化。

心脏康复运动处方的核心内容包括运动方式、强度、时间和频率,其中患者最难以把握的是运动强度。常用的确定运动强度的方法是心率法,即选取患者最大心率的 50%—80%作为靶强度。患者运动过程中心率必须达到靶强度才能有效发挥功效<sup>[12]</sup>。因此,如何监控患者康复训练强度达到靶心率水平成为心脏康复的核心环节。此外心血管病患者在康复训练过程中可能出现心律失常、心肌缺血等意外,如何有效监控患者的心电情况,确保康复训练的安全性也是制约心脏康复实施的重要问题。

物联网是国际新近大力发展的领域,它是用系统科学来描述、分析真实世界中的人和物,用智能感知技术来获取和分析相关信息,从而实现物体的智能控制。目前物联网的传感技术、数据传输技术和数据处理技术都已经逐步成熟。安置在动物、植物、机器以及人体上的电子介质产生的数字信号可随时随地通过无线网络传送,从而使得各类实时信号的

动态管理变得可能<sup>[13-14]</sup>。

为此本课题组与中国科学院大学传感网络与应用联合研究中心合作,提出了“感知康复”的新概念,将物联网技术与康复医学相结合,利用可穿戴式设备 uCare RG10 动态心电记录仪设备实时记录并监控患者的心电信息。当患者出现心率过慢( $P < 40$  次/分)或过快( $P > 150$  次/分)、严重心律失常(室上性心动过速、室性心动过速、心房纤颤、Ⅲ度房室传导阻滞、重度窦性心动过缓等)、心肌缺血性改变(ST 段改变和 T 波异常)及患者跌倒时,uCare 发出语音报警,并将异常心电情况通过短信的方式发送给患者亲属,从而保证患者在心血管意外发生时能得到及时的诊治。另一方面,uCare 还可根据患者的自身情况设定康复训练时的靶心率,当患者运动中心率低于预设的靶心率时 uCare 发出语音提示患者适当增加运动强度,当患者心率超过预设的最大心率时语音提示患者适当减少运动强度,从而保证患者在家康复训练的有效性和安全性。患者康复训练中的心电信息可通过网络信息远程传输到社区康复医疗中心进行数据处理,从而使医务人员可以充分掌握患者的生理和活动状态,协助监督心脏病患者的康复训练,及时调整康复训练方案,保证社区心脏康复的有效性及安全性。

### 3.2 研究设计

uCare RG10 作为一种全新开发设计的可穿戴式心电信号记录设备,其数据采集的准确性和稳定性成为决定其临床应用的关键环节。为测试其数据采集的可靠程度,本实验设计将 uCare RG10 与临床最常用的动态心电图 Holter 进行对比研究。Holter 可连续记录 24h 心电活动的全过程,发现常规 ECG 不易发现的心律失常和心肌缺血,是临床分析病情、确立诊断重要的客观依据。我们随机选取 16 例心血管病患者(其中 1 例因设备脱落退出实验)同时佩戴 uCare RG10 和 Holter 动态心电图,佩戴设备期间患者正常进行日常生活活动,实验结束后将 uCare RG10 和 Holter 动态心电图采集的心电信号进行对比分析从而得出本实验结果。

### 3.3 结果分析

**3.3.1 心率监测:**本实验采用配对  $t$  检验分析 15 例患者 Holter 和 uCare 测得的每小时平均心率,结果显

示两者间差异均无显著性意义( $P > 0.05$ )。该结果充分证明了 uCare 心率监测的准确性和稳定性。有部分时间段 uCare 心率记录结果略低于 Holter 检测结果(每小时平均心率差值 $\leq 5$ ),回溯患者在监测期间的运动情况,发现该情况都在日间较高活动状态下出现,该时间段 uCare 监测的心电图出现数秒的直线,从而导致每小时平均心率偏低。原因可能与患者大幅度运动时 uCare 与胸壁贴合不够紧密,可能出现瞬间的脱落,从而导致心率监测的偏差。

**3.3.2 心电异常监测:**在监测时间段中,有 1 例患者出现频发室上性早搏和室上性连发,1 例患者出现频发室性早搏,采用配对  $T$  检验对比分析 Holter 和 uCare 测得结果均表明差异无显著性意义( $P > 0.05$ )。有 2 例患者出现心房纤颤,1 例患者出现 ST 段异常,Holter 和 uCare 检测结果均一致,该结果在一定程度上证明了 uCare 对心电异常情况监控的敏感性和准确性。

### 3.4 实验意义

心率是康复训练中最常用的运动强度监测指标,临床在制定康复运动处方时通常以靶心率来确定靶强度。本课题组后续的 uCare 临床应用研究中也拟利用 uCare 对心率的监测结合语音提示系统以保证患者每次训练均达到靶心率,确保社区康复训练的有效性。因此 uCare 心率监测的准确性和稳定性是保障其社区应用的重要环节。本研究通过 uCare 和临床最常用的心电监测设备 Holter 的对比研究,充分证实了 uCare 对心率监测的可靠性,从而为 uCare 在康复训练中的应用奠定了基础。

心血管病患者在日常生活及康复训练中随时可能发生心电信号异常,如何确保患者活动的安全性是我们亟待解决的问题。通过本研究在一定程度上证明了 uCare 对患者心电异常情况监测的可靠性,从而保证患者在佩戴 uCare 活动下出现心电异常时能立即收到危险报警并利用短信发送给患者亲属,使得患者在意外发生时能得到第一时间的诊治。此外 uCare 可以根据患者的自身耐受情况设定最大心率,当患者运动中心率超过预设值时通过语音提示患者适当减低运动强度,从而充分保证患者康复训练的安全性。

### 3.5 研究局限性

冠心病康复是心脏康复的重要组成部分,而冠心病康复中心肌缺血情况监测是最重要的环节,uCare对心电信号中ST段及T波改变的监测敏感性和准确性尤为重要。本次研究中选取的15例冠心病患者仅1例在监测期间出现明显的ST段改变,不能充分证明uCare在这方面监测的可靠性。建议后续研究在更广泛的心脏病患者中进行进一步的uCare和Holter对比研究,以充分证明uCare在社区长期心脏康复中的应用价值。

另外,uCare采用导电布固定在胸壁的方式采集心电信号,患者在剧烈活动时可能出现uCare的短暂脱落,在后续的uCare研发中也可以尝试改进技术避免此类问题。

#### 参考文献

- [1] 中国心血管病报告编写组.《中国心血管病报告2014》概要[J].中国循环杂志,2015,30(7):617—622.
- [2] Schuler G, Hambrecht R, Schlierf G, et al. Regular physical exercise and low-fat diet. Effects on progression of coronary artery disease[J]. Circulation, 1992, 86(1):1—11.
- [3] Haskell WL, Alderman EL, Fair JM, et al. Effects of intensive multiple risk factor reduction on coronary atherosclerosis and clinical cardiac events in men and women with coronary artery disease. The Stanford Coronary Risk Intervention Project (SCRIP)[J]. Circulation, 1994, 89(3):975—990.
- [4] Niebauer J, Hambrecht R, Velich T, et al. Attenuated progression of coronary artery disease after 6 years of multifactorial risk intervention: role of physical exercise[J]. Circulation, 1997, 96(8):2534—2341.
- [5] Lu X, Wu T, Huang P, et al. Effect and mechanism of intermittent myocardial ischemia induced by exercise on coronary collateral formation[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2008, 87(10):803—814.
- [6] Wang SF, Ji LY, Li A, et al. Body sensor networks for ubiquitous healthcare[J]. J Control Theory Appl, 2011, 9(1):3—9.
- [7] Shen M, Gao J, Li J, et al. Effect of ischaemic exercise training of a normal limb on angiogenesis of a pathological ischaemic limb in rabbits[J]. Clinical Science, 2009, 117(5): 201—208.
- [8] Lin A, Li J, Zhao Y, et al. Effect of physiologic ischemic training on protection of myocardial infarction in rabbits[J]. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2011, 90(2):97—105.
- [9] Lin S, Lu X, Chen S, et al. Human coronary collateral recruitment is facilitated by isometric exercise during acute coronary occlusion[J]. J Rehabil Med, 2012, 44(8):691—695.
- [10] 刘吉林,周士枋.康复训练对高血压病患者钠代谢的影响[J].中华理疗杂志,1997,20(2):72—74.
- [11] 李建平,周士枋,金豫.气功对高血压患者降压及改善预后之机理[J].中国康复医学杂志,1993,8(1):25—28.
- [12] 中华医学会心血管病学分会,中国康复医学会心血管病专业委员会,中国老年学学会心脑血管病专业委员会.冠心病康复与二级预防中国专家共识[J].中华心血管病杂志,2013,41(4): 267—275.
- [13] 王保云.物联网技术研究综述[J].电子测量与仪器学报,2009,23(12):1—6.
- [14] 张闻多,吴健康,冀连营.uCare RGIO型情景动态监测仪在心血管病早期预警的研究[J].医疗装备,2014,27(1):1—7.

## 更正

本刊2016年第10期,1156页—1158页所载《体外冲击波影响骨关节炎关节软骨的研究进展》一文(作者李雯燕,周谋望),由于第一作者个人原因导致漏标第一作者单位——北京大学第三医院。特此更正。