

## 一种新型心电监护仪应用研究

黄邹琴<sup>1</sup>, 陈耿铎<sup>2</sup>, 李喆<sup>2</sup>

1. 广州医科大学附属肿瘤医院, 广东 广州 510095; 2. 南方医科大学生物医学工程学院, 广东 广州 510515

**【摘要】目的:**介绍一种基于移动互联网技术的轻巧、便携心电监护仪。**方法:**该设备独创性地可通过蓝牙、移动互联网等通信将心电数据传输到手机客户端,使智能手机实现24 h心电监护功能,并利用移动网络将数据远程、实时发送给服务器进行分析和诊断。使用该仪器检测1名研究人员的24 h动态心电图,同时以临床常用的标准十二导联心电图机MAC1600作为参照,比较该仪器与这两者之间的差异。**结果:**该移动监护仪记录心电波形与MAC1600基本吻合,准确率与传统仪器也无明显差异( $P>0.05$ )。**结论:**本心电监护仪器具有简单、便携、实时和易于操作等优点,准确率与传统心电仪器相当,值得开展临床研究与推广应用。

**【关键词】**心电监护仪;智能移动;蓝牙传输

**【中图分类号】**TH772.2

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2016)07-0743-04

## Application research on a new kind of electrocardiograph monitor

HUANG Zou-qin<sup>1</sup>, CHEN Geng-duo<sup>2</sup>, LI Zhe<sup>2</sup>

1. Cancer Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510095, China; 2. School of Biomedical Engineering, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China

**Abstract: Objective** To introduce a lightweight and portable electrocardiograph (ECG) monitor based on mobile internet technology. **Methods** The mobile monitor originally transmitted ECG data to a mobile APP via Bluetooth and mobile internet, realizing the 24 hours ECG monitoring function of smart phone. And the data were remotely transmitted to the server by mobile internet in real-time for analysis and diagnosis. The 24 hours dynamic ECG of a researcher was measured by the mobile device. The standard 12 lead ECG machine MAC1600 was taken as reference and compared with the mobile ECG monitor. **Results** ECG waveforms recorded by mobile ECG monitor were basically consistent with those recorded by traditional MAC1600. No significant differences were in accurate rate between mobile ECG monitor and traditional instruments ( $P>0.05$ ). **Conclusion** The mobile ECG monitor is worthy of clinical research and application, with accuracy rate comparable to traditional ECG instrument, and the advantages of simple, portable, real-time monitoring and easy operation.

**Key words:** electrocardiograph monitor; smart mobile; Bluetooth transmission

## 背景

心脏疾病是人类健康的头号杀手。在我国因心脏疾病死亡的人数接近其他疾病致死人数的总和,对心脏疾病的预防和诊断已成为中国医疗健康领域的重点<sup>[1]</sup>。随着当今社会人口老龄化的日益严重,心脏类疾病的发病率呈现上升趋势,因此对有心脏疾

病史的老年人进行必要的心电监护越来越受重视<sup>[2]</sup>。许多研究表明,一半以上的猝死者在死前的数周曾有过相应的临床症状。虽然很多病人在猝死前曾被诊治过,但因为病人就诊时症状已消失,就诊时的瞬时心电图往往不能捕捉到心脏的病理变化,而且心脏骤停或心律失常呈间歇性发作,临床上不易被检测到<sup>[3]</sup>。因此,对具有心脏疾病史的高危人群进行必要的心电实时监测,可及时、尽早发现心脏病变,减少心脏意外发生<sup>[4-5]</sup>。

心电监护作为一种对心脏疾病进行动态检测与诊断的有效方法,为临床诊断、危重患者的监护提供了可靠的数据信息,具有十分重要的作用<sup>[6]</sup>。现在市面上主流的心电监护仪主要有两种:一种是以电脑

**【收稿日期】**2016-05-05

**【基金项目】**广州市产学研协同创新重大专项(201508030035)

**【作者简介】**黄邹琴,女,副主任技师,E-mail:huangzouqin@126.com

**【通信作者】**李喆,男,副教授,研究方向:智能医学仪器原理与设计的教学与研究,E-mail:1355362818@qq.com

为显示和处理平台的心电监护仪,这种监护仪不仅体积大,而且价格较为昂贵,多用在医院监护室;另一种是以微处理器为核心的便携式监护仪,集成了信号采集和显示、存储等功能,这类监护仪虽然体积小,但是功能较为单一,而且缺少网络通信和数据传输功能,不能进行实时数据传输<sup>[7]</sup>。基于此,本课题组与南方医科大学生物医学工程学院合作研发了一种基于移动互联网技术的微型心电监护仪,该设备使用AD8232生物电传感器的心电模块采集心电信号,通过蓝牙、移动互联网通信将心电数据传输到手机客户端,手机再利用移动互联网网络将数据远程传输到PC服务器端,在手机和服务器端都具有心电波形显示、心率计算、心律失常检测、出现紧急情况时发出报警信号和求救信息等,很适合家庭与临床应用。

## 1 仪器外观及系统演示

### 1.1 外观展示

外壳采用亚克力材质,四周用螺丝固定可有效保护内部电路,可防摔防尘。设计简洁,采用黑色底板,约8 cm×4 cm。盒子小巧轻便,可夹戴在衣服上,也可放在口袋中,携带简便。外观如图1和图2所示。



图1 心电监护仪外观左侧图

Fig.1 Appearance of electrocardiograph (ECG) monitor on the left side



图2 心电监护仪外观正面图

Fig.2 Front view of ECG monitor

### 1.2 系统演示

移动心电监护仪所需设备:便携式心电监护仪,安卓/ios手机端。在使用时,病患或是老年人出行在

外可夹戴便携式心电监护仪,便携终端将使用者的生理信息通过传感器采集分析,通过蓝牙传送到手机的客户端,手机客户端接收到数据后将波形在手机上显示,可方便使用者观察,并根据算法测量心率,判断心律,诊断使用者的心电信息,如果病情发作则报警。移动手机端通过网络将数据发送至服务器,医务人员即可通过服务器还原出的心电信号图进行诊断,从而达到远程监护。实物如图3所示。过程:(1)打开便携式心电监护仪开关,当电源灯亮起,则表示监护仪开始工作。(2)打开手机端心电监护APP,点击开始,手机自动搜索连接监护仪设备,进入波形显示界面,如图4所示。(3)进入主界面后波形自动显示,显示心律特征和心率。



图3 移动式心电监护仪

Fig.3 Mobile ECG monitor



图4 心电监护APP主界面

Fig.4 Main interface of ECG monitoring APP

## 2 实例测验分析

测验志愿者,男,26岁,平素体健,否认心脏病史,否认高血压病史,无吸烟饮酒史。该志愿者为课题组研究人员,按事前计划24 h佩戴该仪器,心律特征和心率检测如图5所示。可见该仪器检测该志愿者平均心率为74次/min,心律齐,窦性心律,是一个健康人的正常状态,与该志愿者平素体质相吻合。

## 3 临床应用研究分析

### 3.1 与传统的标准十二导联比较

3.1.1 入组志愿者 本次临床研究由广州医科大学附



图5 志愿者心电波形界面

Fig.5 Interface of ECG waveform of volunteer

属肿瘤医院临床心电图室组织,经广州医科大学伦理委员会批准,临床随机选取100例检测患者,男47例,女53例;患者或者家属同意参加本试验,并签署知情同意书,平均年龄( $45.21 \pm 4.25$ )岁;患者受试状态良好,对诊断结果没有影响。

**3.1.2 心电监护** 应用标准十二导联(MAC1600)和

本移动心电监护仪对所有研究对象在约定时间同时检测,医务人员同步记录患者心电图。

**3.1.3 观察指标** 对比两种检测仪器同步心电波形,包括心室率、R-R间期、P-R间期、Q-T间期等。同时对两者诊断的一致性进行评价,阳性标准:与传统仪器诊断结果基本相同;阴性标准:与传统仪器诊断结果不一致。对于初诊诊断一致的即为诊断结果,对于初诊存在不一致的情况,可由上级医生或相关专家教授进行讨论,以讨论结果作为最终诊断,以对准肢体导联做出的诊断为标准诊断,阳性率=移动心电监护仪阳性例数/标准肢体导联诊断例数 $\times 100\%$ 。结果显示两种检测仪器所测心率、R-R间期、P-R间期、Q-T间期大致时间相同(经 $t$ 检验, $P>0.05$ ,表1),说明两种仪器检测结果无明显统计学差异。本移动心电监护仪与传统的标准肢体导联仪器相比较,对正常、窦缓、窦速等心电图检出率为100%(50/50, 7/7, 10/10),对房颤、I度房室传导阻滞等有较大幅度波动的心电图检出率分别为87%(13/15)和94.4%(17/18),总体检出率为97%。

表1 两种仪器波形指标对比

Tab.1 Waveform index comparison between two kinds of devices

Instrument	Ventricular rate/beat $\cdot$ min $^{-1}$	R-R interval/s	P-R interval/s	Q-T interval/s
MAC1600	73.6 $\pm$ 1.3	0.14 $\pm$ 0.02	0.84 $\pm$ 0.13	0.39 $\pm$ 0.03
Mobile ECG monitor	71.6 $\pm$ 2.8	0.14 $\pm$ 0.03	0.87 $\pm$ 0.14	0.41 $\pm$ 0.03
<i>P</i> value	$>0.05$	$>0.05$	$>0.05$	$>0.05$

## 4 讨论

本仪器从外观上看设计简洁,外形小巧轻便,携带简便;从应用分析,实现心电信息-仪器-手机-医生/家属/患者本人的高效传送机制,从原理上看能及时监控患者的生理状态,并能及时传送给相关监护人员,在心脏疾病发生时能及时得到救治。从临床应用分析,该仪器监测了本课题组一名研究人员的心电信息,结果与本人平时的生理状态完全吻合。本文使用移动心电监护仪与同时进行的标准十二导联MAC1600对比,两种检测仪器的心室率、R-R间期、P-R间期、Q-T间期值对比无明显差异( $P>0.05$ ),对于诊断的准确性,该仪器与传统的十二导联MAC1600也无明显统计学差异( $P>0.05$ )。

基于移动互联网技术的心电监护仪作为一种新型医用电子仪器,用户不需要住院,在家或室外就能完成心电波形的测量,实现远程监护。它与监护诊

断仪器不同,心电监护仪可长时间实时监护病人的心电图<sup>[8]</sup>,检测出心率变化趋势,保存失常的心电图信号,为医生提供治疗的参考依据,能及时、便携、有效地检测心脏病变。实现以下几点意义:(1)借助无线网络、移动智能设备及生物医学传感器等技术,可以提高医疗效率和降低医疗成本,实现医疗服务信息的共享和技术的创新<sup>[9]</sup>。(2)通过实时监测与在线诊疗,达到有效地管理各种心脏慢性疾病和预防疾病。通过早期干预、鼓励与维持健康,可以减免严重情况的发生<sup>[10]</sup>。(3)改善目前国内医疗资源紧张状态,缓解日益增长的移动化需求;实现便携化,促进医疗保健服务行业的发展。通过移动医疗保健,可以提高居民的生活水平和降低医疗资源的消耗。

本研究的不足之处是由于涉及伦理学的原因以及该仪器尚未上市,我们没有对一些危重症病人及一些特殊病人进行该仪器的测验,后续将开展这些方面的试验。



## 【参考文献】

- [1] 郭芝源. 本地和远程双监护的动态心电监护系统设计[J]. 物联网技术, 2015, 5(12): 13-14.  
GUO Z Y. Local and remote monitoring of dynamic ECG monitoring system design[J]. The Internet of Things Technology, 2015, 5(12): 13-14.
- [2] 倪雨花. 急性心肌梗死患者的心电监护及整体护理体会[J]. 中国医药指南, 2013(30): 253-254.  
Ni Y H. ECG monitoring of patients with acute myocardial infarction and overall nursing experience [J]. Guide to Chinese Medicine, 2013(30): 254-253.
- [3] DAHLQVIST J A. Handheld ECG in analysis of arrhythmia and heart rate variability in children with fontan circulation[J]. J Electrocardiol, 2014, 47(3): 374-82.
- [4] TOMCSANYI J, BEZZEG P. Home ECG monitoring of high-risk post-myocardial infarction patients [J]. Orv Hetil, 2009, 150(21): 985-988.
- [5] 任雪丽, 谭仕芸, 沈桂冬, 等. 急性心肌梗死经皮腔内冠脉介入治疗后心电图ST段回落不良与临床预后的关系研究[J]. 川北医学院学报, 2015, 30(6): 841-844.  
REN X L, TAN S Y, SHEN G D, et al. ST-Segment resolution in acute ST-elevation myocardial infarction after primary percutaneous coronary intervention: short/long-term prognosis and associated factors[J]. Journal of North Sichuan Medical College, 2015, 30(6): 841-844.
- [6] 陈瑶琴, 郑春风. 两种心电监护仪使用效果比较[J]. 中国实用医药, 2015(27): 277-278.  
CHEN Y Q, ZHENG C F. The comparison of two kinds of ECG monitor[J]. Practical Medicine in China, 2015(27): 278-277
- [7] 孙旭东, 张跃. 集成于智能手机的心电监护仪的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2014(7): 2344-2349.  
SUN X D, ZHANG Y. The design and implementation of integrating ECG monitor in smart phones[J]. Computer Engineering and Design, 2014(7): 2349-2344.
- [8] 罗琼, 杨玉星, 罗洁, 等. 一种新型无线多参数心电监护系统及其临床实验[J]. 实用医技杂志, 2007, 14(14): 1878-1880.  
LUO Q, YANG Y X, LUO J, et al. A new type of wireless multi-parameter ECG monitoring system and its clinical trials [J]. Journal of Practical Medical Techniques, 2007, 14(14): 1880-1878.
- [9] 姜倩. 基于物联网技术的家用心电监护仪的研制[D]. 扬州: 扬州大学, 2013.  
JIANG Q. The development of household ECG monitor based on the technology of Internet [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2013.
- [10] 唐源, 李霞. 基于远程医疗移动心电监护系统的研究目的及分析[J]. 计算机光盘软件与应用, 2013(12): 132-134.  
TANG Y, LI X. The research purpose and the analysis of mobile ECG monitoring system based on the remote medical treatment [J]. Computer CD Software and Applications, 2013(12): 132-134.

(编辑:黄开颜)

(上接742页)

- [10] GÜLER İ, POLAT H, ERGÜN U. Combining neural network and genetic algorithm for prediction of lung sounds [J]. J Med Syst, 2005, 29(3): 217-231.
- [11] 刘毅, 张彩明, 赵玉华, 等. 基于多尺度小波包分析的肺音特征提取与分类[J]. 计算机学报, 2006, 29(5): 769-777.  
LIU Y, ZHANG C M, ZHAO Y H, et al. The feature extraction and classification of lung sounds based on wavelet packet multiscale analysis[J]. Chinese Journal of Computers, 2006, 29(5): 769-777.
- [12] 何庆华, 洪新, 毕玉田, 等. 间质性肺炎患者肺音的小波分析[J]. 中国医学物理学杂志, 2014, 31(3): 4924-4928.  
HE Q H, HONG X, BI Y T, et al. Wavelet analysis of the lung sounds of interstitial pneumonia patients [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2014, 31(3): 4924-4928.
- [13] 牛海军, 万明习, 王素品, 等. 不同种类肺音信号的双谱分析[J]. 仪器仪表学报, 2001, 22(5): 486-490.  
NIU H J, WAN M X, WANG S P, et al. Bispectrum estimation of diversified lung sounds [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2001, 22(5): 486-490.
- [14] 刘毅, 张彩明, 冯峰, 等. 基于高阶累积量的参数化双谱分析的肺音特征提取[J]. 山东大学学报(工学版), 2005, 35(2): 77-85.  
LIU Y, ZHANG C M, FENG F, et al. Lung sound feature extraction based on parametric bispectrum analysis of higher-order cumulants [J]. Journal of Shandong University (Engineering Science), 2005, 35(2): 77-85.
- [15] 赵守国, 王素品, 邹原, 等. 肺音信号非高斯ARMA模型及双谱研究[J]. 西安交通大学学报, 2001, 35(4): 355-359.  
ZHAO S G, WANG S P, ZOU Y, et al. Study on nonGaussian ARMA model and bispectrum of lung sounds [J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 2001, 35(4): 355-359.

(编辑:陈丽霞)