



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109009035 A

(43)申请公布日 2018.12.18

(21)申请号 201810767395.6

(22)申请日 2018.07.13

(71)申请人 邢刚

地址 430062 湖北省武汉市武昌区幸福里
33号604号

(72)发明人 邢锦颖 邢刚

(74)专利代理机构 武汉帅丞知识产权代理有限公司 42220

代理人 朱必武

(51) Int. Cl.

A61B 5/021(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

一种高血压患者的危重症提前发现方法与装置

(57)摘要

本发明设计一种高血压患者的危重症提前发现方法与装置,采用防水光电测压手环作为血压检测工具,手环血压计中设置有与手机无线通信的蓝牙通信模块,手机中设置有专用APP,所述APP中设置有定时无线连接手环,采集手环血压计中保存的检测数据,还包括血压分析与预测报警单元。所述方法包括:手环血压计的数据校正、血压峰值和波动分析、夜昼血压比分析、7天平均血压波动分析、两种方法的组合预测分析、危险时间段的血压值预警、定时运行自动化提醒。不需要复杂的初始化过程,不上传数据,保护患者隐私,配置好系统之后,程序自动运行,包括同步数据、血压波动分析、危险时间段血压值预测等顺序执行,按照定义好的格式,进行患者提醒。操作简单,适合家庭使用,尤其是中老年人使用。



1. 一种高血压患者的危重症提前发现方法,包括如下步骤:

步骤一:实现自动化血压测量、数据同步和数据校正;所测量的血压是专指收缩压;

步骤二:血压峰值和波动分析,计算出加权平均的血压值,绘出每日的血压波动曲线,提醒异常波动;

步骤三:危险时间段血压分析,提前预警;

步骤四:监控装置每日流程化处理,按照配置的时间进行提醒;

所述步骤一中,采用手环血压计作为血压测量、数据存储工具;所述手环血压计选择防水光电测压手环,手环血压计通过蓝牙接口连接手机,每天向手机传送血压检测结果;

其特征在于:

所述步骤一中,首先需要一年至少一次的对手环血压计的校正;具体校正方法是:在某一天的8:00~22:00点整点时间段内,用水银血压计和手环血压计同时测量并采集血压值,再应用线性回归算法分析比较二组血压值,得出手环血压计修正算法,验证通过后,作为后续测量数据的校正算法;

设定每天整点时间通过手环血压计测量血压、并同步发送至手机进行校正后,将得到的血压修正值作为各时间段的真实血压测量值;

所述步骤二中,血压波动分析包括分析血压的峰值和波动,具体为:日血压峰值分析、日血压波动分析、夜昼血压比分析和7日平均血压波动分析,其中:

(1)日血压峰值分析

将血压数据通过折线图展现出来,了解一天中,血压的变动情况,尤其是关注峰值和一些变化点;如果有患者设置的或者互动中由程序生成的耐受度,可以根据峰值在该耐受度的那个区间进行提醒,若没有就按照医学定义的高血压划分方式:轻度、中度和重度,对应的血压范围是[140,160],[160, 180],[180,以上],由此而对患者分别进行提示;

(2)日血压波动分析

计算血压的变化率,根据系统设置的阈值进行提醒或者警告;正常每日在指定时间显示一次,如果出现超出阈值,及时发出提醒;缺省提醒值为10%,超过15%就要发出警示;

(3)夜昼血压分析

主要对比夜间的平均血压和白天平均血压的比值,最佳的比值范围是在[0.8, 0.9]之间,如果比值在这个范围之外,将进行提醒;

(4) 7日平均血压波动分析

当前数据的前7日平均血压,可以作为血压稳定状态,当日测试数据与稳定血压值之间比较,判断当日血压的情况是走高,还是平稳;血压波动提醒,与“日血压波动分析”一致;

所述步骤三中,危险时间段血压分析方法包括:

第一种:根据前6天的数据来预测,也就是采用前6天凌晨00:00到晚上23:00的数据来预测当天凌晨4:00~6:00的血压值;

第二种:根据一周的时间段来预测,取前7天凌晨4:00的血压值,在晚上22:00来预测凌晨4:00的血压值,依此类推,在晚上22:00要预测凌晨4:00~6:00三个时间点的血压值;

采用指数平滑和移动平均的方式来预测;以周为单位,经过多次指数平滑、移动平均和加权平均的测试方式,采用加权移动平均方法,设定上周同一天的权重最大,其它6天的权重相同;

所述第一种或第二种预测方法均采用独立算法,根据算法在昨天的预测结果的准确性来判断,选择哪个算法;

即昨天2个算法都有各自计算出的预测值,对比昨天手环血压计实际测量的血压值,选择最接近真实值的算法,作为今天预测的算法,选择昨天的预测最准确的算法预测今天的血压值;

所述步骤四中,监控装置运行的整个过程分为:数据同步→数据校准→配置→预测→提醒五个阶段,其中:

(1)数据同步:将手环血压计的每个小时的测量数据同步到手机APP,系统设置为每小时自动同步一次,当发现自动同步失败进,即采用手动同步;

第一次蓝牙匹配后,系统自动保存配置,手环血压计默认打开蓝牙并与手机蓝牙之间对接通信;

(2)数据校准:系统使用初始化的时候,通过同时点的手环血压计和水银血压计的数据,来获得数据校准的算法;之后数据获取后自动选用之前的算法进行校准,进而得到所述的血压修正值,无需手工操作;原始数据保留一份,以备日后算法更新使用;

(3)配置:设置各种初始值,包括:第一次校正处理、日波动告警阈值、相对血压均值波动告警阈值、设置提醒的时间点、紧急呼叫号码、声光电信提醒设置、个人耐受血压分级及范围设置、互动管理;所述互动管理,就是将患者的个人感受和行为输入进来,反馈给系统进行优化,如当患者身体出现不适,可以将信息录入进来,获取数据之后,系统记录这个时间点的血压值 ± 5 和血压波动值,记入到对应的耐受层次,当有多次输入的时候,取平均值,作为这个层次的耐受度的阈值;如果用户经过了专业的测试,即将耐受层次的阈值输入进来,系统将以此作为提醒依据,仅仅记录患者输入的值,而不修改耐受层次的阈值;设定耐受范围缺省的分为轻度、中度和重度三个层次,范围分别为[140, 160]、[160,180]和[180,以上];

(4)预测:组合算法,预测当天凌晨4:00~6:00的血压值,采用加权移动平均算法,以前7天的权重最大,其它赋予一样的权重方式;或者是采用ARIMA算法,处理带有趋势、周期性平稳的随机项数据;

(5)提醒:根据预测算法计算出危险时间段的血压值,并通过声光电信的方式来提醒;提醒分红色、橙色和绿色三种,红色表示严重、橙色表示比较严重、绿色标识正常;日血压峰值、血压预测值为必需展示项,夜昼血压分析、日血压波动分析、7日平均血压波动分析三个功能根据需要进行展示,如果正常就只显示后续一个,不正常就都显示出来,达到提醒的目的。

2.一种高血压患者的危重症提前发现装置,其特征在于:包括手环血压计和手机,所述手环血压计中设置有与手机无线通信的蓝牙通信模块,所述手机中设置有APP,所述APP中设置有定时收集手环血压计发射的信号接收单元,还包括血压分析与预测报警单元,所述血压分析与预测报警单元构成监控装置。

一种高血压患者的危重症提前发现方法与装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高血压患者的危重症提前发现方法与装置,属医疗保健技术领域。

背景技术

[0002] 2017年中国心脏大会(CHC 2017)披露数据显示,我国18岁及以上成人高血压患病率为23.0%,知晓率42.7%,控制率14.5%。在已有2.4亿高血压患者中,大部分人并没有采取有效的血压控制措施。基于目前国家和家庭的医疗保健能力,本次医疗大会提出“预防为主、防治结合”的高血压卫生方针(注:由于高血压是根据收缩压来判断,因此本说明书中后续的血压值都是的收缩压)。公知的技术显示:由于遗传、用药、精神活动和生活习惯等不同,同样的血压对不同的人会有不同的风险,也就是说,不同人对血压的耐受程度不同,个体间差异很大。高血压患者危重症发病前的一周,身心感知、行为举止都会有显著变化,包括饮食习惯、沟通方式等也可能出现异常,这都是一些预兆,说明此时的血压波动已经对大脑造成一些实质性的影响。

[0003] 针对该种症状采用的解决办法主要是:先收集个人数据,再深度分析,服务于本人;其次是通过多次互动反馈,收集个人的感知,将感知和血压数据对应起来,更准确的掌握个人对血压的耐受程度;最后是流程化的处理,每天监控和预测,提前发现血压危重症发生的可能,结合个人行为的变化,采取相应的医疗保健措施。

[0004] 针对上述问题,现有技术中有许多公开了的解决方案。例如:中国发明专利“一种血压监测人工智能提醒系统和方法”(CN201710944379.5)是以互联网与人工智能相结合,帮助用户建立标准的血压监测方案,定期提醒用户完成监测,确保用户科学地、规范地、正确地监测血压;建立预警系统,根据用户的监测和临床检查结果等数据、以及监测行为和病情的轻重缓急,智能判断提醒制定监护人,让儿女帮助父母建立良好的、科学的血压监测习惯;当病重或发生重大指标变化时,系统也将智能化地通知给儿女,确保家人(父母)及时获得救助;中国发明专利“一种血压检测系统及方法”(CN201610153881.X)是通过检测终端、云平台,检测用户的生理数据并采集用户的特征信息并发送至云平台,生理数据包括血压值和心率值,特征信息包括姓名、联系方式、性别、年龄和地理位置;云平台用于接收并对生理数据、特征信息进行匿名化处理,分析用户的健康等级并根据健康等级查询预设数据库获取相应的指导建议后发送至检测终端,对用户的单词血压以及预设时间段内的血压进行分析对其健康进行预测并预警;“一种基于增量式神经网络模型的高血压预测方法和预测系统”(CN201610861827.0)则是:建立高血压日常数据数据库;对神经网络模型进行训练;采集日常生活数据发送至服务器,保存至用户日常数据记录表;用户日常数据记录表中提取当日数据,形成n维向量,做归一化处理输入高血压病理神经网络模型中进行高血压危险程度概率预测;智能家庭高血压护理设备判断高血压危险程度值W是否大于等于3;当用户接收到警示器警示时,用户自行去医院检查,将检查结果通过智能家庭高血压护理设备传回服务器,服务器判断检查结果是否正确;当检查结果错误时执行

增量式算法,对神经网络模型进行动态修正;还有发明专利“一种应用于高血压慢性病的智慧服务系统及方法”(CN201310535089.7)是借助基于电子健康档案专家健康云服务提供模块,利用无线互联网,对高血压人群的健康状况进行监测、分析、评估,并进行系统和人工干预;发明专利“血压疾病监护系统”(CN201210378676.5)是在数据服务器上构建各用户的用户健康数据,并根据所述用户终端或医生终端上传的用户健康数据及时动态更新;数据服务器通过对用户健康数据的数学模型分析,对用户发生高血压并发疾病的危险度进行判断,将用户发生高血压并发疾病危险度信息实时发送到用户终端及相关医生终端,能针对不同用户的自身因素的差异来进行的综合评判和个体化预警,对用户进行实时有效的高血压并发疾病风险监控、管理和必要的主动医疗介入。

[0005] 上述已公开的技术方案的共同点为:基本思路是建立个人-云服务器-医生的监护平台,采用专业的检测设备,采集个人的血压数据,发送到云平台,通过数据挖掘算法进行分析,结果提交给医生,给出专业性的意见,再发回到个人或者监护人。通过专用设备来测量血压,不需要专业人士来操作,相对准确。通过手机来连接该设备,将数据上传云平台。除此之外,还需要个人的特征信息,包括姓名、联系方式、性别、年龄和地理位置等,很多还需要其它数据,如临床的数据、日常的生活数据等。云平台根据收集到的所有数据,进行建模,有针对个人的,也有针对群体的。针对个人血压数据外,还需要个人特征数据、日常生活数据和临床数据,归一化处理后建模,得到高血压危险程度的概率。针对群体的思路,是将血压分为多个层次,再给个人打分,归类到某个层次。通过下发信息到手机或者专用检测设备,来提供针对个人的医疗和保健建议。其不足之处是:最大缺点是适用性比较差,主要存在三个方面的不足:(1)没有24小时监控,一天之内血压上下波动频繁,内因和环境的变化,血压波动很大,至少每小时测量一次,才能反应波动情况,专业仪器使用不便,操作、读数和上传等需要帮助,每天只能做少量次数的检测,无法全面反应血压波动情况,算法在没有全面的数据输入的情况下,难以预测和发现血压的异常;(2)其次是缺少个人互动反馈,同样的收缩压对不同的人风险不同,没有互动反馈,就无法准确判断个人的血压耐受范围,不同的人或者个人的不同阶段的血压耐受范围有很大差异,通过群体的血压值分析获得的结论,来指导个人,存在较大的偏差;(3)是没有对危险时间段进行预警,除摔倒外,高血压危重发病基本是在凌晨4~6点危险时段,生活中,很多这样的高血压危重症的例子,基本都是凌晨发病,而且病后康复的很少。另一方面,以上所述公开技术方案中,还存在难以做到提供个人的特征数据、生活数据和临床数据等问题,需要收集个人数据、分析病历,数据上传,需要专业人士才能胜任以及,需要专用的检测设备、操作不方便和费用较高等原因。

[0006] 综上所述,有必要设计一种高血压患者的危重症提前发现方法与装置,用于重点解决以下三个问题:(1)数据问题:获取24小时的血压数据,校准以获取相对准确的血压数据;(2)互动问题:方便患者互动,分析得到患者的血压的分级和各级的耐受范围;(3)预警问题:提前预测危险时间段的血压值,提醒采取预防措施。

发明内容

[0007] 本发明目的是针对背景技术所提出的问题,设计一种高血压患者的危重症提前发现方法与装置,用于重点解决数据问题、互动问题和预警问题。其创新思路是:收集个人每

小时的 血压值,分析个人在不同时段的血压值及波动范围,对异常波动进行告警;预测危险时段(一般是凌晨4:00~6:00点)的血压值和波动范围,提前进行风险预警;以7天为单位,滚动波段分析和监控。利用本发明技术方案,可以让每个高血压患者人都是自己的最好的医生,达到预防血压危重症效果。

[0008] 为达到上述技术目的,本发明通过如下技术方案实现:

[0009] 一种高血压患者的危重症提前发现方法,包括如下步骤:

[0010] 步骤一:实现自动化的血压测量、数据同步和数据校正;

[0011] 步骤二:血压波动分析,计算出加权平均的血压值,绘出每日的血压波动曲线,提醒异常波动;

[0012] 步骤三:危险时间段血压分析,提前预警。

[0013] 步骤四:监控装置每日流程化处理,按照配置的时间进行提醒;

[0014] 以上四个步骤按顺序执行,可以手工介入,也通过装置自动化执行。

[0015] 进一步的,所述步骤一中,实现自动化的血压测量、数据同步和数据校正方案包括:

[0016] 传统的水银血压计,需要专业技能,由专业认识帮助检测,但得到的血压值比较准确;手环血压计具有佩戴方便、自动定时检测、长期保存的效果,但检测的结果,误差较大,并且不同的手环、佩戴方式以及测量方式,测量出来的数据不同,结果无法直接使用;因此本发明技术方案手环血压计采用防水光电测压手环作为血压检测工具,需要正确佩戴,才能得到较为准确的数据;

[0017] 所述手环血压计通过蓝牙接口连接手机,每天同步数据,读取检测结果;也就是每天会新增24条测试记录,包含高压值、低压值、测量时间三个数据;获取数据之后,再采用校正算法来校正数据;

[0018] 所述校正算法是规范化数据的关键,其过程是通过收集相同的时间点的多对水银血压计和手环血压计的值,回归分析得到对应的公式;如果个人的血压值没有较大幅度的变化,每年至少校正一次即可;

[0019] 设定采集正常时间段血压包括:上午8点至晚上10点数据,每一整点时间分别用手环血压计和水银血压计采集血压值,再依据校正公式: $Y=0.0089X^2-1.7624X+199.77$,进行指数、对数、线性、多项式进行分析,通过比较 R^2 ,得到二次多项式的值最大,其次是线性回归算法,当 R^2 的值接近1时,即说明采用校正公式能够较好的反映了两组数据之间的关系;以后每次都是应用校正算法,将新增的每日数据都进行处理,获得可用数据。

[0020] 进一步的,所述步骤二中,血压波动分析包括分析血压的峰值和波动,具体为:日血压峰值分析,日血压波动分析,夜昼血压比分析和7日血压波动分析,其中:

[0021] 1、日血压峰值分析

[0022] 将血压数据通过折线图展现出来,了解一天中,血压的变动情况,尤其是关注峰值和一些变化点;如果有患者设置的或者互动中由程序生成的耐受度,可以根据峰值在该耐受度的那个区间进行提醒,若没有就按照医学定义的高血压划分方式:轻度、中度和重度,对应的血压范围是 $[140,160]$, $[160,180]$, $[180,以上]$,由此而对患者分别进行提示;

[0023] 2、日血压波动分析

[0024] 计算血压的变化率,根据系统设置的阈值进行提醒或者警告;正常每日在指定时

间显示一次,如果出现超出阈值,及时发出提醒;缺省提醒值为10%,超过15%就要发出警示(长期15%及以上的血压波动,会对心脑血管带来伤害);

[0025] 3、夜昼血压分析

[0026] 主要对比夜间的平均血压和白天平均血压的比值,最佳的比值范围是在[0.8, 0.9]之间,如果比值在这个范围之外,将进行提醒。(排除失眠、多梦等轻度睡眠时间长外等例外情况,夜间血压>0.9,会对心脑血管器官带来伤害,夜间血压<0.8,缺血性中风的风险增大);

[0027] 4、7日平均血压波动分析

[0028] 当前数据的前7日平均血压,可以作为血压稳定状态,当日测试数据与稳定血压值之间比较,判断当日血压的情况是走高,还是平稳。血压波动提醒,与“日血压波动分析”一致。

[0029] 进一步的,所述步骤三中,危险时间段血压分析方法包括:

[0030] 采用前6天所有的血压值和前7天凌晨4-6点血压值两类数据来预测危险时间段血压,结合2个预测值,选择1个前几天预测比较准的算法的血压值;

[0031] 第一类:根据前6天的数据来预测,也就是采用前6天的凌晨00:00到晚上23:00,共计144条数据来预测当天凌晨4:00~6:00点的血压值;

[0032] 每天的血压波动都有类似的规律,呈“两峰一谷”的长勺型波动。这种周期性的规律,是平稳的时间序列,能够采用ARIMA算法来构建模型,选择效果最好的模型来预测,后续时间序列的值。

[0033] 第二类:根据一周的时间段来预测,取前7天凌晨4:00的血压值,在晚上22:00,来预测当天凌晨4:00的血压值,依此类推,在晚上22:00要预测凌晨4:00~6:00三个时间点的血压值。

[0034] 采用指数平滑和移动平均的方式来预测。按照之前统计发现,人的生活是以周为单位,即不同周的同一天血压比较接近,可能是工作生活的内容相似所致。也就是说,上周的同一天比昨天的数据,更接近今天的预测值。经过多次指数平滑、移动平均和加权平均的测试,采用加权移动平均的效果最好,上周同一天的权重最大,其它6天的权重相同。

[0035] 进一步的,所述步骤四中,监控装置运行的整个过程分为:数据同步→数据校准→配置→预测→提醒五个阶段,其中:

[0036] 1、数据同步:将手环血压计的每个小时的测量数据同步到手机APP,系统设置为每小时自动同步一次,或者是手动同步;手环血压计的功率较低,蓝牙同步有不少限制,一般不能穿墙,最好是无明显遮蔽物状态下,因此同步的距离不超过10米,否则同步的失败率较高;当自动同步失败后,可以手工同步;

[0037] 第一次蓝牙匹配后,系统自动保存配置,手环血压计默认打开蓝牙,手机端默认打开蓝牙,能够自动连接;当遇到特殊情况时,系统自动打开蓝牙;选取系统之间通过MODBUS协议进行通信;

[0038] 2、数据校准:系统使用初始化的时候,通过同时点的手环血压计和水银血压计的数据,来获得数据校准的算法;之后数据获取后自动选用之前的算法进行校准,进而得到所述的血压修正值,无需手工操作;原始数据保留一份,以备日后算法更新使用;

[0039] 3、配置:设置各种初始值,包括:第一次校正处理、日波动告警阈值、相对血压均值

波动告警阈值、设置提醒的时间点、紧急呼叫号码、声光电信提醒设置、个人耐受血压分级及范围设置、互动管理；所述互动管理，就是将患者的个人感受和行为输入进来，反馈给系统进行优化，如当患者身体出现不适，可以将信息录入进来，获取数据之后，系统记录这个时间点的血压值 ± 5 和血压波动值，记入到对应的耐受层次，当有多次输入的时候，取平均值，作为这个层次的耐受度的阈值；如果用户经过了专业的测试，即将耐受层次的阈值输入进来，系统将以此为提醒依据，仅仅记录患者输入的值，而不修改耐受层次的阈值；设定耐受范围缺省的分为轻度、中度和重度三个层次，范围分别为[140,160]、[160,180]和[180,以上]；

[0040] 4、预测：组合算法，预测当天凌晨4:00~6:00的血压值，一种算法是加权移动平均，根据经验，前7天的权重最大，其它赋予一样的权重，另外一种ARIMA算法，适合处理带有趋势、周期性平稳的随机项数据，血压值每天都有相似的波动情况，如凌晨4:00~6:00处在高峰，晚上2:00~4:00处在低谷；

[0041] 5、提醒：根据预测算法计算出危险时间段的血压值，并通过声光电信的方式来提醒，提醒分红色、橙色和绿色三种，红色表示严重，橙色表示比较严重，绿色标识正常；日血压峰值、血压预测值是要展示，夜昼血压分析、日血压波动分析、7日平均血压波动分析三个功能，根据需要进行展示，如果正常就只显示后续一个，不正常就都会显示出来，达到提醒的目的。

[0042] 一种高血压患者的危重症提前发现装置，包括：手环血压计和手机，所述手环血压计中设置有与手机无线通信的蓝牙通信模块，所述手机中设置有APP，所述APP中设置有定时收集手环血压计发射的信号接收单元，还包括血压分析与预测报警单元，所述血压分析与预测报警单元构成监控装置。

[0043] 与现有技术相比，本发明技术方案具有以下技术优点：

[0044] (1) 适合家庭使用。所用设备为手环和手机，门槛低，所有家庭都可以用。根据个人的血压数据来分析，不使用其它数据，不需要复杂的初始化过程，即装即用。操作简单，老年人也好用。

[0045] (2) 隐私安全。系统不提供个人特征数据给第三方，也不提供任何数据至商业平台，保护患者隐私。避免了无孔不入的针对患者、老人的保健、医疗诈骗。

[0046] (3) 智能高效。配置好系统之后，程序自动运行，同步数据、血压波动分析、危险时间段血压值预测等处理顺序执行，按照定义好的方式，进行患者提醒。

附图说明

[0047] 图1为本发明实施例中，采用水银血压计和手环血压计同时测量血压后依据线性回归算法进行校正图；

[0048] 图2采用本发明技术方案实施例之测量日血压测量变动情况图；

[0049] 图3采用本发明技术方案实施例之血压波动率测量图；

[0050] 图4为七日血压平均线分析图；

[0051] 图5为手机上监控装置运行过程示意图；

[0052] 图6为手机上APP显示的个人感受输入示意图；

[0053] 图7为手机上APP显示的综合监测结果及提醒方式示意图。

具体实施方式

[0054] 以下结合附图对本发明实施例作进一步说明,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制,凡在本发明的精神和原则之内所做的任何修改、等同替换或改进等,均应包含在本发明的权利要求范围之内,本技术方案中未详细述及的,均为公知技术。

[0055] 本发明一种高血压患者的危重症提前发现方法所采用的装置包括:手环血压计和手机,所述手环血压计中设置有与手机无线通信的蓝牙通信模块,所述手机中设置有APP,所述APP中设置有定时收集手环血压计发射的信号接收单元,还包括血压分析与预测报警单元,所述血压分析与预测报警单元构成监控装置,手机APP中设置有如图7所示的综合监测结果及提醒显示单元。

[0056] 参见图1~图7,本发明所述一种高血压患者的危重症提前发现方法,包括如下步骤:

[0057] 步骤一:实现自动化的血压测量、数据同步和数据校正;

[0058] 步骤二:血压波动分析,计算出加权平均的血压值,绘出每日的血压波动曲线,提醒异常波动;

[0059] 步骤三:危险时间段血压分析,提前预警。危险时间段一般是凌晨4:00~6:00;

[0060] 步骤四:监控装置每日流程化处理,按照配置的时间进行提醒;

[0061] 以上四个步骤按顺序执行,可以手工介入,也通过装置自动化执行。

[0062] 所述步骤一中,实现自动化的血压测量、数据同步和数据校正方案说明如下:

[0063] 传统的水银血压计,需要专业技能,由专业认识帮助检测,但得到的血压值比较准确;手环血压计具有佩戴方便、自动定时检测、长期保存的效果,但检测的结果,误差较大,并且不同的手环、佩戴方式以及测量方式,测量出来的数据不同,结果无法直接使用;因此本发明技术方案中,手环血压计采用防水光电测压手环作为血压检测工具,需要正确佩戴,才能得到较为准确的数据;

[0064] 所述手环血压计通过蓝牙接口连接手机,每天同步数据,读取检测结果;也就是每天会新增24条测试记录,包含高压值、低压值、测量时间三个数据;获取数据之后,再采用校正算法来校正数据。

[0065] 校正算法是规范化数据的关键,其过程是通过收集相同的时间点的多对水银血压计和手环血压计的值,回归分析得到对应的公式;如果个人的血压值没有较大幅度的变化,每年校正一次即可。

[0066] 本实施例中,设定采集正常时间段血压包括:上午8:00至晚上10:00数据,如表5.1所示为该时段采用手环血压计和水银血压计同时测得的血压数据(表5.1中:A行表示手环血压计所测得的血压值,B行表示水银血压计所测得的血压值)。

[0067] 表5.1手环和水银的读数表

[0068]

时间段	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
A	143	131	148	138	136	133	145	137	136	142	128	144	137	151	137
B	132	123	134	126	125	123	132	124	124	131	121	133	121	135	126

[0069] 结合附图1,采用指数、对数、线性、多项式四种回归算法进行分析,观察各自的拟合曲线,都比较合理,通过比较各自的 R^2 ,二次多项式的值最大,其次是线性回归算法; R^2 的值为0.8756,接近1,说明此公式能够较好的反映了两组数据之间的关系,选择二次多项式的回归公式作为校正算法,具体校正公式为: $Y=0.0089X^2-1.7624X+199.77$ 。

[0070] 以后每次都是应用校正算法,将新增的每日数据都进行处理,获得可用数据。在实际应用中,由于睡觉、行动等会导致手环滑动位置,检测的结果不准确,因此需要去掉歧义值。系统设定的歧义值判定标准是:相对于前后2个数据都超过30%的波动,为歧义值。30%的血压波动比较少见,很少在一个点迅速上升,然后又快速下降。或者反之。

[0071] 步骤二中,血压波动分析包括分析血压的峰值和波动,具体为:日血压峰值分析,日血压波动分析,夜昼血压比分析和7日血压波动分析,其中:

[0072] 1、日血压峰值分析

[0073] 将血压数据通过折线图展现出来,了解一天中,血压的变动情况,尤其是关注峰值和一些变化点。如下表5.2所示,6:00~8:00有一个血压高峰期,峰值147mmHg,14:00-16:00有一个血压高峰期,峰值为140mmHg,夜间血压基本都处在趋势线之下。

[0074] 结合附图2可知,当前的峰值,如果有患者设置的或者互动中由程序生成的耐受度,可以根据峰值(147mmHg)在该耐受度的那个区间进行提醒。没有的话,就按照医学定义的高血压划分方式:轻度、中度和重度,对应的血压范围是[140,160],[160,180],[180,以上]。

[0075] 此时对患者给出的提示为:

[0076] 凌晨7点的血压值为147mmHg,达到轻度高血压范围,注意起床不要太迅猛,请关注。

[0077] 2、日血压波动分析

[0078] 计算血压的变化率,根据系统设置的阈值进行提醒或者警告。正常每日在指定时间显示一次,如果出现超出阈值,及时发出提醒。缺省提醒值为10%,超过15%就要发出警示,长期15%及以上的血压波动,会对心脑血管带来伤害。

[0079] 结合附图3,从波动曲线可以看出,血压波动还是比较频繁,凌晨2:00~5:00缓慢上升,6:00-8:00快速上升和下降,白天一直在波动中,下午3:00~4:00有一个快速的下降。快速下降可能是在运动,或者是服用了高血压药。

[0080] 此时对患者给出的提示为:

[0081] 6:00~7:00血压上升较快,15:00~16:00血压下降较快,请关注。

[0082] 3、夜昼血压分析

[0083] 主要对比夜间的平均血压和白天平均血压的比值,最佳的比值范围是在[0.8, 0.9]之间,如果比值在这个范围之外,将进行提醒。(排除失眠、多梦等轻度睡眠时间长外等例外情况,夜间血压 >0.9 ,会对心脑血管器官带来伤害,夜间血压 <0.8 ,缺血性中风的风险

增大)。以下表 5.2 为例,是24小时内测得的血压值。

[0084] 表5.2 24小时血压值

[0085]

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
122	124	122	122	124	129	147	134	133	126	127	119
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
122	127	140	121	126	128	130	122	126	123	123	122

[0086] 以凌晨6:00~晚上18:00为白天,晚上7:00至凌晨5:00为夜间,根据表5.2信息判断,中午12:00至13:00为休息时间,去掉白天这个数据。(算法选择上将下午12:00-17:00之间,低于平均值的最低值去掉,如果不低于平均值,不去掉。)

[0087] 白天血压平均值 $P_{\text{白}} = (147+134+133+126+127+122+127+140+121+126+128+130) / 12 = 131$

[0088] 夜间血压平均值 $P_{\text{昼}} = (122+124+122+122+124+129+126+123+123+122+122) / 11 = 122$

[0089] 夜昼血压比 $= P_{\text{昼}} / P_{\text{白}} = 122 / 131 = 93\%$

[0090] 此时对患者给出的提示为:

[0091] 昨天夜间血压平均值为122,夜昼血压比为0.93,偏高。正常范围为0.8-0.9之间。需 要关注。

[0092] 4、7日平均血压波动分析

[0093] 参考附图4,当前数据的前7日平均血压,可以作为血压稳定状态,当日测试数据,与 稳定血压值之间比较,判断今日血压的情况,是走高,还是平稳。血压波动提醒,与“日血压波动分析”一致。

[0094] 7日平均血压值计算公式: $P_{7\text{日}} = (P_{D1} + P_{D2} + P_{D3} + \dots + A_{D7}) / 7$

[0095] 相对与时点的波动范围

[0096] 从图4可以看出,波动曲线,即可对患者给出的提示为:

[0097] 今日血压相对于7日血压平均值,上下波动正常。

[0098] 步骤二中,危险时间段血压分析如下

[0099] 第一种:根据前6天的数据来预测,也就是采用前6天凌晨00:00到晚上22:00的数据来预测当天凌晨4:00~6:00的血压值(以下表5.3为例)。

[0100] 表5.3血压测量值

[0101]

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
123	123	123	122	127	124	130	133	134	135	137	123
123	122	120	121	121	121	131	124	147	129	117	119
122	124	122	122	124	129	147	134	133	126	127	119
121	122	129	123	129	123	123	122	134	125	123	122
122	122	122	119	118	127	128	135	135	136	133	129
122	123	127	122	120	134	121	117	128	118	134	120

[0102] 续表5.3血压测量值

[0103]

12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
123	124	122	135	126	121	121	121	121	122	122
128	121	122	129	123	121	129	143	122	119	122
127	140	121	126	128	130	122	126	123	123	122
120	118	120	120	129	123	122	129	123	124	122
126	126	126	125	120	132	122	132	122	119	117
122	118	144	124	123	122	115	117	114	116	116

[0104] 查看数据分布,计算一阶差分,查看时间序列的自相关图和偏自相关图都是拖尾,因此 系统为稳定序列,适合采用ARIMA算法,图形中前3个节点超出置信边界,选择ARMI (4, 0) 模型具有最小的aic,bic,hqic值。分析残差系列没有自相关性,符合正态分布,并且Q检验中的Probe>0.05,符合这3个条件,说明模型适合用来测试。

[0105] 测试结果为[121,123,124,125,125],也就是4:00血压值为125mmHg,当日实际检测的血压值是126mmHg,说明模型还是比较准确。该算法可以用做下次预测。

[0106] 第二种:根据一周的时间段来预测,取前7天凌晨4:00的血压值,在晚上22:00,来预测当天凌晨4:00的血压值,依此类推,在晚上十点要预测凌晨4:00~6:00三个时间点的血压值。

[0107] 采用指数平滑和移动平均的方式来预测。按照之前统计发现,人的生活是以周为单位,即不同周的同一天血压比较接近,可能是工作生活的内容相似所致。也就是说,上周的同一 天比昨天的数据,更接近今天的预测值。经过多次指数平滑、移动平均和加权平均的测试,采用加权移动平均的效果最好,上周同一天的权重最大,其它6天的权重相同,权重值如表 5.4所示。预测值和真实值最接近,基本相同。

[0108] 表5.4前7天相同时点的血压值

[0109]

	7天	6天	5天	4天	3天	2天	1天
4:00	123	133	124	134	122	135	117
权重	0.22	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13

[0110] 结果是:预测值为126.6,就是说最大可能是127,标准差为6.5,可能的范围为[120-133],实际测试的结果为126。

[0111] 二种预测方法采用独立的算法,根据算法在昨天的预测结果的准确性来判断,选择哪个 算法。即昨天2个算法都有各自计算出的预测值,对比昨天手环实际测试的血压值,选择最 接近真实值的算法,作为今天预测的算法,选择昨天的预测最准确的算法预测今天的血压值。

[0112] 步骤四中,监控装置的全运行过程是(参考附图5):

[0113] 数据同步→数据校准→配置→预测→提醒五个阶段,其中:

[0114] 1、数据同步:将手环血压计的每个小时的测量数据同步到手机APP,系统设置为每小时 自动同步一次,或者是手动同步;手环血压计的功率较低,蓝牙同步有不少限制,一般不能 穿墙,最好是无明显遮蔽物状态下,因此同步的距离不超过10米,否则同步的失败率较高;当自动同步失败后,可以手工同步;

[0115] 第一次蓝牙匹配后,系统自动保存配置,手环默认打开蓝牙,手机端默认打开蓝牙,能够自动连接;当遇到特殊情况时,系统自动打开蓝牙;本发明实施例中的系统之间通过MODBUS 协议进行通信。

[0116] 2、数据校准:系统使用初始化的时候,通过同时点的手环血压计和水银血压计的数据,来获得数据校准的算法;之后数据获取后自动选用之前的算法进行校准,无需手工操作;原始数据保留一份,以备日后算法更新使用。

[0117] 3、配置:结合附图6,设置各种初始值,包括:第一次校正处理、日波动告警阈值、相对血压均值波动告警阈值、设置提醒的时间点、紧急呼叫号码、声光电信提醒设置、个人耐受血压分级及范围设置、互动管理;所述互动管理,就是将患者的个人感受和输入进来,反馈给系统进行优化,如当患者身体出现不适,可以将信息录入进来,获取数据之后,系统记录这个时间点的血压值 ± 5 和血压波动值,记入到对应的耐受层次,当有多次输入的时候,取平均值,作为这个层次的耐受度的阈值;如果用户经过了专业的测试,即将耐受层次的阈值输入进来,系统将以此为提醒依据,仅仅记录患者输入的值,而不修改耐受层次的阈值;设定耐受范围缺省的分为轻度、中度和重度三个层次,范围分别为[140,160]、[160,180]和[180,以上]。

[0118] 4、预测:组合算法,预测当天凌晨4:00~6:00的血压值,一种算法是加权移动平均,根据经验,前7天的权重最大,其它赋予一样的权重,另外一种ARIMA算法,适合处理带有趋势、周期性平稳的随机项数据,血压值每天都有相似的波动情况,如凌晨4:00~6:00处在高峰,晚上2:00~4:00处在低谷。

[0119] 组合模型输出格式为:

[0120] a、加权移动平均算法,预测值为126,范围[120,133]。

[0121] b、ARIMA模型,预测值为125,范围[115,135]。

[0122] c、综合a和b两个算法,选择加权移动平均算法作为下次预测的算法。

[0123] 所述c为综合二种算法得到最终预测值。

[0124] 5、提醒:参考附图7,根据预测算法计算出危险时间段的血压值,并通过声光电信的方式来提醒,提醒分红色、橙色和绿色三种,红色表示严重,橙色表示比较严重,绿色标识正常;日血压峰值、血压预测值是要展示,夜昼血压分析、日血压波动分析、7日平均血压波动分析三个功能,根据需要进行展示,如果正常就只显示后续一个,不正常就都会显示出来,达到提醒的目的。

[0125] 结合以上所述本发明内容和具体实施方式可知,本发明技术方案的关键点主要包括以下四个部分:

[0126] (1) 手环血压计的数据校正方法。

[0127] (2) 两种方法的组合预测分析。

[0128] (3) 危险时间段的血压值预警。

[0129] (4) 通过装置定时运行实现自动化提醒。

[0130] 通过该技术方案实施即可获得如下有益效果:

[0131] (1) 适合家庭使用。所用设备为手环和手机,门槛低,所有家庭都可以用。根据个人的血压数据来分析,不使用其它数据,不需要复杂的初始化过程,即装即用。操作简单,老年人也好用。

[0132] (2) 隐私安全。系统不提供个人特征数据给第三方,也不提供任何数据至商业平台,保护 患者隐私。避免了无孔不入的针对患者、老人的保健、医疗诈骗。

[0133] (3) 智能高效。配置好系统之后,程序自动运行,同步数据、血压波动分析、危险时间段 血压值预测等处理顺序执行,按照定义好的方式,进行患者提醒。

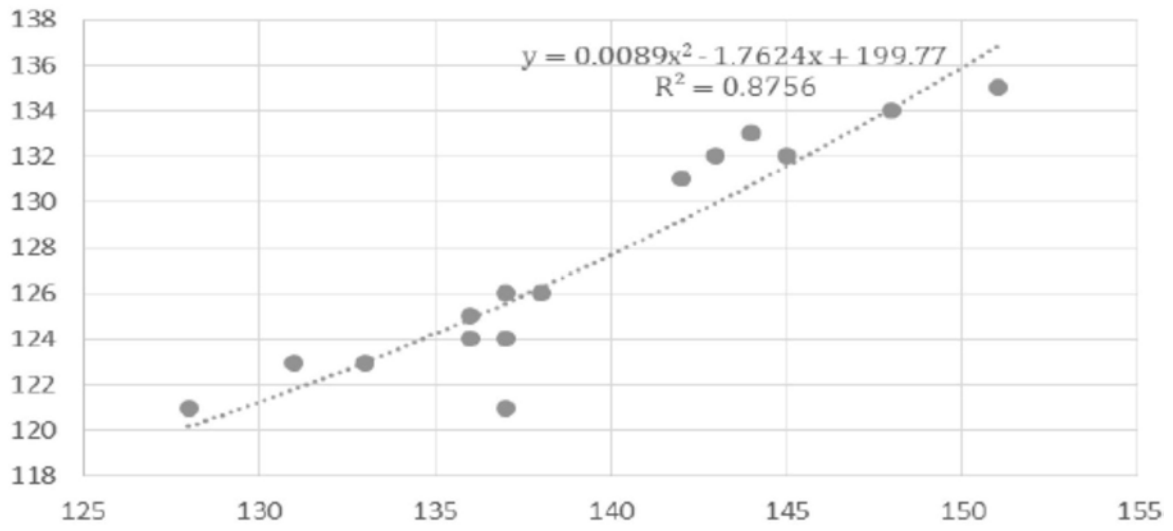


图1

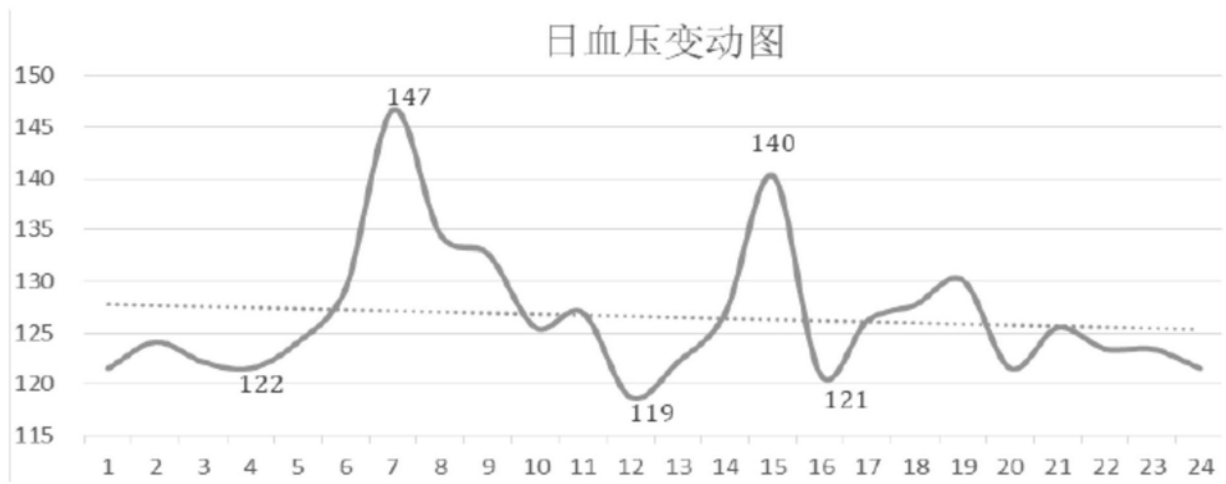


图2

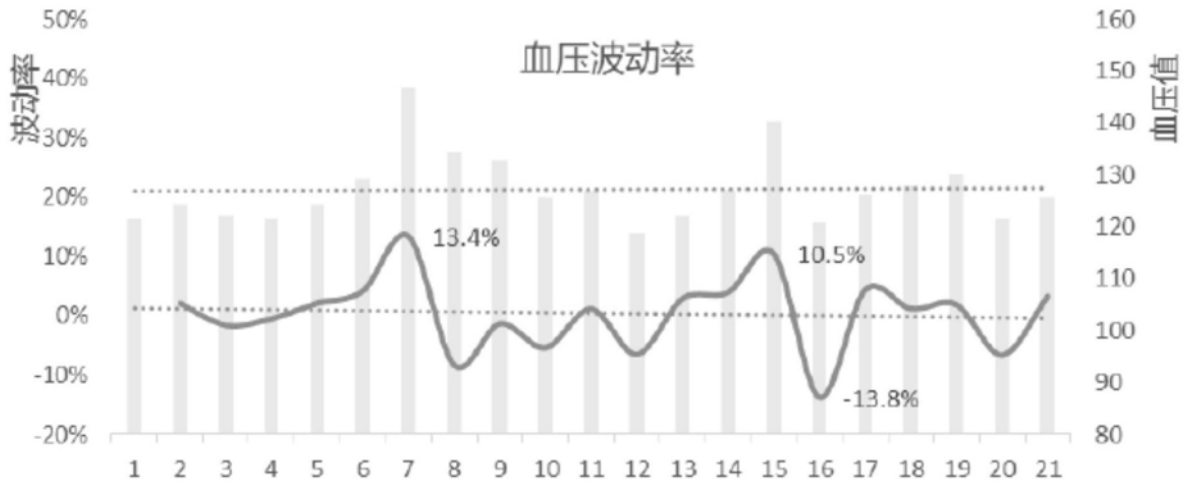


图3

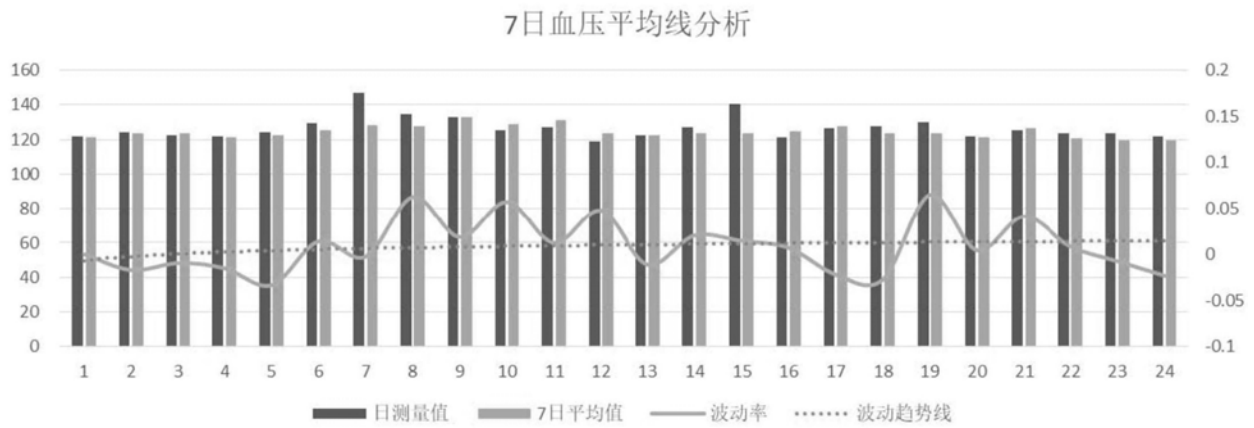


图4



图5

个人感受输入

日期

小时

感受和行为

- 轻微：头晕 双眼模糊，光线敏感 颈部僵硬 嗜好甜食、油腻
- 中度：眩晕 头痛，短暂口齿不清 面瘫 嘴歪 行动不便
- 重度：短暂意识丧失，呕吐 抽搐 胳膊腿不能动、无法协调行动

图6



图7

专利名称(译)	一种高血压患者的危重症提前发现方法与装置		
公开(公告)号	CN109009035A	公开(公告)日	2018-12-18
申请号	CN201810767395.6	申请日	2018-07-13
[标]申请(专利权)人(译)	邢刚		
申请(专利权)人(译)	邢刚		
当前申请(专利权)人(译)	邢刚		
[标]发明人	邢锦颖 邢刚		
发明人	邢锦颖 邢刚		
IPC分类号	A61B5/021 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/021 A61B5/681 A61B5/7275 A61B5/746		
代理人(译)	朱必武		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明设计一种高血压患者的危重症提前发现方法与装置，采用防水光电测压手环作为血压检测工具，手环血压计中设置有与手机无线通信的蓝牙通信模块，手机中设置有专用APP，所述APP中设置有定时无线连接手环，采集手环血压计中保存的检测数据，还包括血压分析与预测报警单元。所述方法包括：手环血压计的数据校正、血压峰值和波动分析、夜昼血压比分析、7天平均血压波动分析、两种方法的组合预测分析、危险时间段的血压值预警、定时运行自动化提醒。不需要复杂的初始化过程，不上传数据，保护患者隐私，配置好系统之后，程序自动运行，包括同步数据、血压波动分析、危险时间段血压值预测等顺序执行，按照定义好的格式，进行患者提醒。操作简单，适合家庭使用，尤其是中老年人使用。

