



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105748038 B

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201610071467.4

A61B 5/0402(2006.01)

(22)申请日 2016.02.01

A61B 7/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105748038 A

(56)对比文件

CN 101176659 A,2008.05.14,

CN 102512154 A,2012.06.27,

CN 102512147 A,2012.06.27,

CN 101518439 A,2009.09.02,

CN 103654747 A,2014.03.26,

US 2013289421 A1,2013.10.31,

WO 2010058485 A1,2010.05.27,

US 6669646 B1,2003.12.30,

(43)申请公布日 2016.07.13

(73)专利权人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

审查员 谈泉

(72)发明人 王新沛 李远洋 宋家光 杨静

刘常春 纪丽珍 李阳 李鹏

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司

公司 37221

代理人 赵妍

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

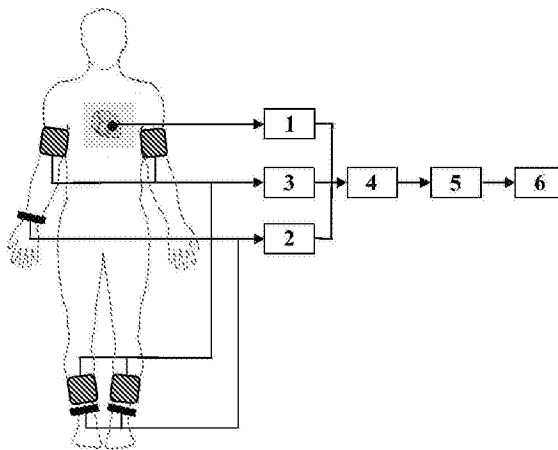
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种冠心病风险指数的无损检测装置

(57)摘要

本发明公开了一种冠心病风险指数的无损检测装置,包括数据处理模块,其与多通道同步A/D转换模块相连,多通道同步A/D转换模块与心音信号检测模块、心电信号检测模块和四肢袖带充放气模块分别相连;多通道同步A/D转换模块将同步采集的心音信号检测模块检测的心音信号、心电信号检测模块检测的心电信号及四肢袖带充放气模块检测的袖带压力信号进行转换后,传送至数据处理模块分别构建四肢加压前和加压后的舒张期心音信号幅值序列;数据处理模块根据获取的心音信号幅值序列求取四肢加压前和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标,最终获取冠心病风险指数。



1. 一种冠心病风险指数的无损检测装置,其特征在于,包括数据处理模块,其与多通道同步A/D转换模块相连,所述多通道同步A/D转换模块与心音信号检测模块、心电信号检测模块和四肢袖带充放气模块分别相连;

所述多通道同步A/D转换模块将同步采集的心音信号检测模块检测的心音信号、心电信号检测模块检测的心电信号以及四肢袖带充放气模块检测的袖带压力信号进行转换后,传送至数据处理模块分别构建四肢加压前和加压后的舒张期心音信号幅值序列;

所述数据处理模块根据心音信号幅值序列求取四肢加压前和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标,再根据四肢加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标与加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标的比值,最终获取冠心病风险指数;

其中,四肢加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标的获取过程为:

步骤一:分别获取四肢加压前和加压后的舒张期心音信号幅值序列;

步骤二:从步骤一中的序列中依次取 $N-m+1$ 个由 m 个连续点组成的 m 维行矢量 $X_m(i)$,并计算矢量 $X_m(i)$ 的范数;其中, $i=1,2,\dots,N-m+1$; m 表示大于等于1小于等于 N 的整数; N 表示步骤一中的序列中元素的总数;

步骤三:构建下列矢量范数矩阵,计算矢量范数矩阵的统计特征 P^m ;

$$\begin{matrix} X_m(1) \\ X_m(2) \\ \vdots \\ X_m(N-m+1) \end{matrix} \begin{bmatrix} X_m(1) & X_m(2) & \cdots & X_m(N-m+1) \\ d_{1,1} & d_{1,2} & \cdots & d_{1,N-m+1} \\ d_{2,1} & d_{2,2} & \cdots & d_{2,N-m+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{N-m+1,1} & d_{N-m+1,2} & \cdots & d_{N-m+1,N-m+1} \end{bmatrix}$$

其中, $d_{i,j} = (||X_m(i)|| - ||X_m(j)||) / \max(||X_m(i+k)|| - ||X_m(j+k)||)$ 为两个矢量 $X_m(i)$ 与 $X_m(j)$ 之间的归一化距离, $k=0,1,\dots,m-1$, $i,j=1,2,\dots,N-m+1$, $i \neq j$;

步骤四:将空间维数增加至 $m+1$,重复步骤二至步骤三,计算统计特征 P^{m+1} ,则由 $-\ln \frac{P^{m+1}}{P^m}$ 分别求取四肢加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标和四肢加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标。

2. 如权利要求1所述的一种冠心病风险指数的无损检测装置,其特征在于,所述冠心病风险指数的无损检测装置还包括人机交互模块,其与数据处理模块相连。

3. 如权利要求1所述的一种冠心病风险指数的无损检测装置,其特征在于,所述心音信号检测模块包括心音传感器,其与放大滤波模块相连。

4. 如权利要求1所述的一种冠心病风险指数的无损检测装置,其特征在于,所述心电信号检测模块包括采集心电信号的电极,其与放大滤波模块相连,所述放大滤波模块与右腿驱动及屏蔽驱动模块相连,所述右腿驱动及屏蔽驱动模块与DC/DC电源模块相连,所述DC/DC电源模块与光电耦合模块相连。

5. 如权利要求1所述的一种冠心病风险指数的无损检测装置,其特征在于,所述四肢袖带充放气模块包括四肢袖带,所述四肢袖带内设置有压力传感器模块,压力传感器模块将袖带压力信号转换成电信号传送至袖带压力检测模块,袖带压力检测模块将接收到的信号

传送至多通道同步A/D转换模块;所述四肢袖带还与充放气控制电路相连,充放气控制电路控制袖带的充放气。

6.如权利要求1所述的一种冠心病风险指数的无损检测装置,其特征在于,所述多通道同步A/D转换模块包括多通道同步触发电路,所述多通道同步触发电路与多路A/D转换器相连,所述多路A/D转换器与DMA通道相连。

7.如权利要求2所述的一种冠心病风险指数的无损检测装置,其特征在于,所述人机交互模块包括打印机和显示装置。

8.如权利要求2所述的一种冠心病风险指数的无损检测装置,其特征在于,所述人机交互模块还包括键盘和鼠标。

一种冠心病风险指数的无损检测装置

技术领域

[0001] 本发明属于医学装置领域,尤其涉及一种冠心病风险指数的无损检测装置。

背景技术

[0002] 冠心病(Coronary Artery Heart Disease,CHD)是一种最常见的心脏疾病,其发病率、死亡率高,严重危害着人类的身体健康。在我国,其发病率以每年20%的速度增长,且逐渐年轻化。如果不能在疾病早期进行有效的治疗将导致心肌缺血性坏死甚至死亡。临床研究证实,冠状动脉狭窄程度大于80%的冠心病患者心肌缺血症状明显(临床常表现为心绞痛、胸闷等症状),可通过超声、心电图等手段检测。但是在冠心病早期,心脏缺血症状不明显,上述检测手段不再适用。此时冠状动脉已经出现了狭窄现象。因此,检测冠状动脉狭窄(Coronary Artery Stenosis,CAS)是早期预警冠心病的有效手段。

[0003] 目前,冠状动脉造影仍是公认的检测冠状动脉狭窄的“金指标”。但是由于检测过程需要将导管经大腿股动脉或其它周围动脉插入,并注入造影剂,因此具有一定的危险性,需住院观察,且检测费用高,考虑到医院床位紧张的现状和高昂的检测费用,此项检查一般仅用于被怀疑为严重冠状动脉狭窄甚至阻塞的患者,不适用于早期检测和大范围筛查。CT血管造影可以清楚地显示冠状动脉并判断管腔是否狭窄,但是当受检者心率过快(安静时心率超过75次/分),或者心律不齐,CT血管造影的准确性会受到影响。高昂的检测费用和有损的检查方法使得冠状动脉狭窄要达到中等甚至严重狭窄的程度才能被发现,这令广大冠心病患者丧失了宝贵的早期治疗机会。因此,迫切需要一种安全、有效的冠心病早期无损检测技术来尽早发现疾病,把握最佳治疗时机。

[0004] 早期研究显示冠状动脉狭窄可引起舒张期杂音,这是由于冠状动脉狭窄引起的湍流使得周围组织振动从而产生声音。在心脏舒张期,心肌对冠状动脉的挤压相对轻微,此时冠状动脉中的血流最大。如果冠状动脉中存在狭窄,在体表采集到的病理性舒张期杂音较收缩期杂音更明显。

[0005] 因此,通过无创手段采集心脏舒张期心音信号,并定量评估杂音信息,可以对冠状动脉狭窄予以无创无损评估。但是,由于采集心音信号的过程中不可避免的会引入噪声,如采集设备的板卡噪声等。而且噪声干扰无论在时域、频域还是其他变换域,都可能与舒张期杂音混叠在一起,从而影响评估结果的准确性。

发明内容

[0006] 为了解决现有技术的缺点,本发明提供一种冠心病风险指数的无损检测装置。本发明采用多通道同步A/D转换模块同步采集心音信号、心电信号以及袖带压力信号,同时采用四肢袖带充放气模块实现信号采集过程中对人体四肢的加压,通过定量求取四肢加压前和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标及其比值,消除心音信号中的噪声对心脏杂音评估指标的影响,进而准确得到冠心病风险指数。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0008] 一种冠心病风险指数的无损检测装置,包括数据处理模块,其与多通道同步A/D转换模块相连,所述多通道同步A/D转换模块与心音信号检测模块、心电信号检测模块和四肢袖带充放气模块分别相连;

[0009] 所述多通道同步A/D转换模块将同步采集的心音信号检测模块检测的心音信号、心电信号检测模块检测的心电信号以及四肢袖带充放气模块检测的袖带压力信号进行转换后,传送至数据处理模块分别构建四肢加压前和加压后的舒张期心音信号幅值序列;

[0010] 所述数据处理模块根据心音信号幅值序列求取四肢加压前和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标,再根据四肢加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标与加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标的比值,最终获取冠心病风险指数。

[0011] 所述冠心病风险指数的无损检测装置还包括人机交互模块,其与数据处理模块相连。

[0012] 所述心音信号检测模块包括心音传感器,其与放大滤波模块相连。

[0013] 所述心电信号检测模块包括采集心电信号的电极,其与放大滤波模块相连,所述放大滤波模块与右腿驱动及屏蔽驱动模块相连,所述右腿驱动及屏蔽驱动模块与DC/DC电源模块相连,所述DC/DC电源模块与光电耦合模块相连。

[0014] 所述四肢袖带充放气模块包括四肢袖带,所述四肢袖带内设置有压力传感器模块,压力传感器模块将袖带压力信号转换成电信号传送至袖带压力检测模块,袖带压力检测模块将接收到的信号传送至多通道同步A/D转换模块;所述四肢袖带还与充放气控制电路相连,充放气控制电路控制袖带的充放气。

[0015] 所述多通道同步A/D转换模块包括多通道同步触发电路,所述多通道同步触发电路与多路A/D转换器相连,所述多路A/D转换器与DMA通道相连。

[0016] 所述人机交互模块包括打印机和显示装置。

[0017] 所述人机交互模块还包括键盘和鼠标。

[0018] 本发明的有益效果为:

[0019] 本发明设置四肢袖带充放气模块,采用四肢袖带充放气模块实现信号采集过程中对人体四肢的加压,人为改变心脏负荷,通过定量求取四肢加压前和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标及其比值,消除心音信号中的噪声对心脏杂音评估指标的影响,对由冠状动脉狭窄造成的杂音予以更为准确的定量评估,进而准确得到冠心病风险指数。

附图说明

[0020] 图1是本发明的冠心病风险指数的无损检测装置结构示意图;

[0021] 图2是本发明的冠心病风险指数计算过程示意图;

[0022] 其中,1心音信号检测模块,2心电信号检测模块,3四肢袖带充放气模块,4多通道同步A/D转换模块,5数据处理模块,6人机交互模块。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图与实施例对本发明做进一步说明:

[0024] 如图1所示,本发明的冠心病风险指数的无损检测装置,包括:数据处理模块5,其与多通道同步A/D转换模块4相连,所述多通道同步A/D转换模块4与心音信号检测模块1、心

电信号检测模块2和四肢袖带充放气模块3分别相连；

[0025] 所述多通道同步A/D转换模块4将同步采集的心音信号检测模块1检测的心音信号、心电信号检测模块2检测的心电信号以及四肢袖带充放气模块3检测的袖带压力信号进行转换后，传送至数据处理模块5分别构建四肢加压前和加压后的舒张期心音信号幅值序列；

[0026] 所述数据处理模块5根据心音信号幅值序列求取四肢加压前和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标，再根据四肢加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标与加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标的比值，最终获取冠心病风险指数。

[0027] 进一步地，冠心病风险指数的无损检测装置还包括人机交互模块6，其与数据处理模块5相连。

[0028] 其中，人机交互模块6为打印机或显示装置。人机交互模块6还包括键盘和鼠标，人机交互模块6用于完成信息的输入输出。

[0029] 进一步地，心音信号检测模块1包括心音传感器，其与放大滤波模块相连。

[0030] 进一步地，心电信号检测模块2包括采集心电信号的电极，其与放大滤波模块相连，所述放大滤波模块与右腿驱动及屏蔽驱动模块相连，所述右腿驱动及屏蔽驱动模块与DC/DC电源模块相连，所述DC/DC电源模块与光电耦合模块相连。心电信号的检测电极置于右手手腕与双脚脚腕下部或者置于双手手腕与右脚脚腕下部。

[0031] 四肢袖带充放气模块3包括四肢袖带，所述四肢袖带内设置有压力传感器模块，压力传感器模块将袖带压力信号转换成电信号传送至袖带压力检测模块，袖带压力检测模块将接收到的信号传送至多通道同步A/D转换模块；所述四肢袖带还与充放气控制电路相连，充放气控制电路控制袖带的充放气。

[0032] 多通道同步A/D转换模块包括多通道同步触发电路，所述多通道同步触发电路与多路A/D转换器相连，所述多路A/D转换器与DMA通道相连。同步触发电路采用星形总线外部触发方式。

[0033] 本发明的冠心病风险指数的无损检测装置的检测方法，包括：

[0034] 步骤(1)：心音信号检测模块检测的心音信号、心电信号检测模块检测的心电信号以及四肢袖带充放气模块检测的袖带压力信号均传送至多通道同步A/D转换模块；

[0035] 步骤(2)：多通道同步A/D转换模块同步采集心音信号、心电信号以及袖带压力信号并进行同步转换，转换后的信号传送至数据处理模块分别构建四肢加压前和加压后的舒张期心音信号幅值序列；

[0036] 步骤(3)：数据处理模块根据获取的心音信号幅值序列求取四肢加压前和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标，再根据四肢加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标与加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标的比值，最终获取冠心病风险指数。

[0037] 进一步地，步骤(3)中，得到四肢加压前和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标的过程，包括：

[0038] 步骤(3.1)：提取心电信号R波位置，并以R波位置为基准，提取心音信号的第一心音和第二心音，同时提取袖带压力信号的充气开始时刻和放气结束时刻；

[0039] 步骤(3.2)：以充气开始时刻和放气结束时刻，以及第一心音和第二心音为基准，获得心音信号中四肢加压前和加压后每个心动周期的舒张期段，构成四肢加压前舒张期心

音信号幅值序列和四肢加压后舒张期心音信号幅值序列；

[0040] 步骤(3.3):对四肢加压前舒张期心音信号幅值序列和四肢加压后舒张期心音信号幅值序列分别计算得到四肢加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标。

[0041] 计算得到四肢加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标的过程为：

[0042] 步骤一：分别获取四肢加压前和加压后的舒张期心音信号幅值序列；

[0043] 步骤二：从步骤一中的序列中依次取 $N-m+1$ 个由 m 个连续点组成的 m 维行矢量 $X_m(i)$ ，并计算矢量 $X_m(i)$ 的范数；其中， $i=1,2,\dots,N-m+1$ ； m 表示大于等于1小于等于 N 的整数； N 表示步骤一中的序列中元素的总数；

[0044] 步骤三：构建下列矢量范数矩阵，计算矢量范数矩阵的统计特征 P^m ；

$$[0045] \quad \begin{matrix} X_m(1) \\ X_m(2) \\ \vdots \\ X_m(N-m+1) \end{matrix} \begin{bmatrix} X_m(1) & X_m(2) & \cdots & X_m(N-m+1) \\ d_{1,1} & d_{1,2} & \cdots & d_{1,N-m+1} \\ d_{2,1} & d_{2,2} & \cdots & d_{2,N-m+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{N-m+1,1} & d_{N-m+1,2} & \cdots & d_{N-m+1,N-m+1} \end{bmatrix}$$

[0046] 其中， $d_{i,j} = (||X_m(i)|| - ||X_m(j)||) / \max(||X_m(i+k)|| - ||X_m(j+k)||)$ 为两个矢量 $X_m(i)$ 与 $X_m(j)$ 之间的归一化距离， $k=0,1,\dots,m-1$ ， $i,j=1,2,\dots,N-m+1$ ， $i \neq j$ ；

[0047] 步骤四：将空间维数增加至 $m+1$ ，重复步骤二至步骤三，计算统计特征 P^{m+1} ，则由 $-\ln \frac{P^{m+1}}{P^m}$ 分别求取四肢加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标和四肢加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标。

[0048] 本发明的数据处理模块采用从四肢加压前和加压后的舒张期心音信号幅值序列中构建行矢量以及行矢量的范数矩阵，通过求取范数矩阵的统计特征值来计算四肢加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标，能够快速准确地获取冠心病风险指数，安全有效地尽早发现冠心病，把握最佳治疗时机。

[0049] 下面结合图2说明本发明的冠心病风险指数计算，图2中PCG为采集的心音信号，ECG为采集的心电信号，CP为采集的袖带压力信号，三路信号为严格同步采集和记录的；

[0050] 其中S1、S2分别为心音信号的第一、第二心音；R为心电信号R波；CPi和CPd分别为四肢袖带充气开始时刻和放气结束时刻；DWbe和DWaf分别为心音信号中四肢加压前和加压后一个心动周期的舒张期段；DSbe和DSaf分别为心音信号中四肢加压前和加压后由每个心动周期的舒张期段构成的舒张期序列。

[0051] 对DSbe和DSaf分别计算四肢加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标 HM_{be} 和四肢加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标 HM_{af} ，其中， HM_{be} 和 HM_{af} 的计算方法为：

[0052] (1) 记心音信号中四肢加压前舒张期心音信号幅值序列为 $DSbe = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ ，其中 x_1, x_2, \dots, x_N 为心音信号幅值，依次取 m 个连续点组成矢量 $X_m(i) = [x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+m-1}]$ ， $i=1,2,\dots,N-m+1$ ，则共有 $N-m+1$ 个 m 维矢量； m 表示大于等于1小于等于 N 的整数； N 表示舒张期序列中元素的总数；

[0053] (2) 计算矢量 $X_m(i)$ 的范数 $\|X_m(i)\|$,可以选择计算1-范数、2-范数和 ∞ -范数中的任意一种范数;

[0054] (3) 由矢量之间的归一化距离,构造如下的矢量范数矩阵:

$$[0055] \begin{matrix} X_m(1) \\ X_m(2) \\ \vdots \\ X_m(N-m+1) \end{matrix} \begin{bmatrix} X_m(1) & X_m(2) & \cdots & X_m(N-m+1) \\ d_{1,1} & d_{1,2} & \cdots & d_{1,N-m+1} \\ d_{2,1} & d_{2,2} & \cdots & d_{2,N-m+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{N-m+1,1} & d_{N-m+1,2} & \cdots & d_{N-m+1,N-m+1} \end{bmatrix};$$

[0056] 其中, $d_{i,j} = (|\|X_m(i)\| - \|X_m(j)\||) / \max(|\|X_m(i+k)\| - \|X_m(j+k)\||)$ 为两个矢量 $X_m(i)$ 与 $X_m(j)$ 之间的归一化距离, $k=0,1,\dots,m-1,i,j=1,2,\dots,N-m+1,i \neq j$;

[0057] (4) 计算矢量范数矩阵的统计特征 P^m ;

[0058] (5) 将空间维数增加至 $m+1$,重复上述步骤(1)至(4)计算统计特征 P^{m+1} ;

[0059] (6) 则四肢加压前舒张期心音的心脏杂音评估指标 $HM_{be} = -\ln \frac{P^{m+1}}{P^m}$ 。

[0060] 将心音信号中四肢加压前舒张期心音信号幅值序列 $DS_{be} = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ 换为四肢加压后舒张期心音信号幅值序列 $DS_{af} = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$,重复上述步骤(1)至(6),可得四肢加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标 HM_{af} 。

[0061] 最后,冠心病风险指数 $CHD1 = kQ \ln Q$,其中 $Q = \frac{HM_{af}}{HM_{be}}$, k 为系数。

[0062] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

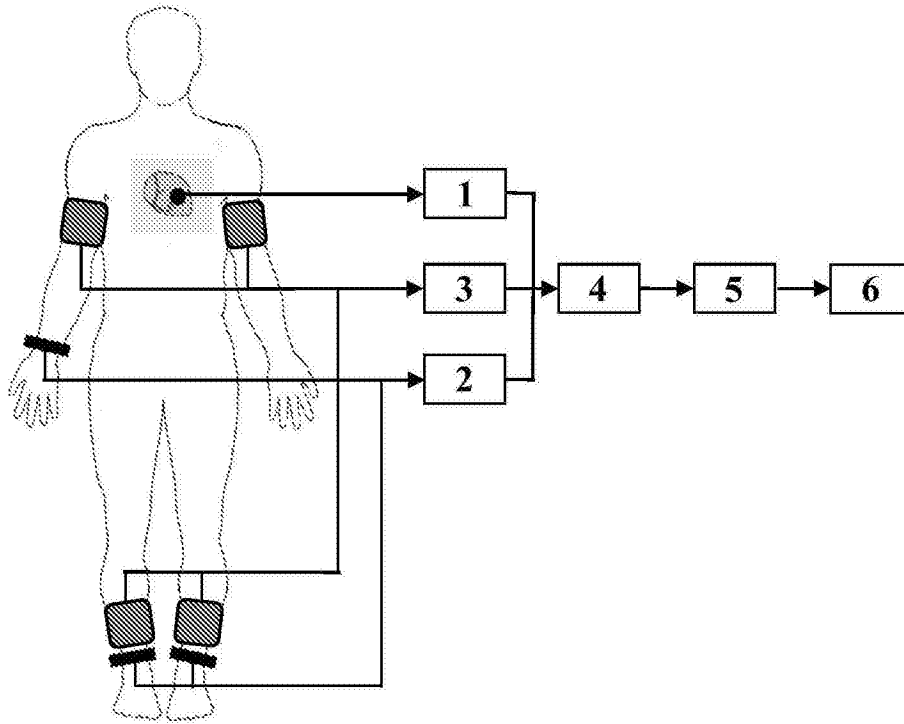


图1

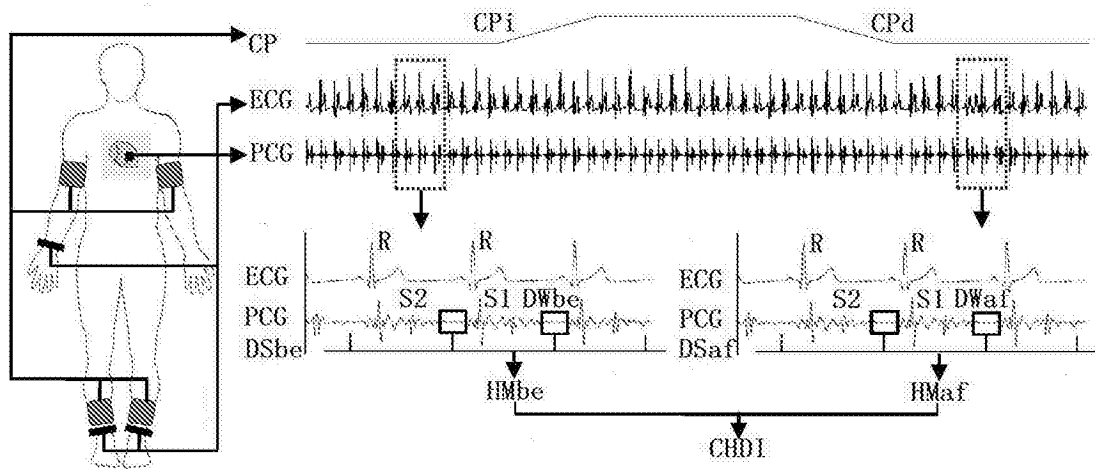


图2

专利名称(译)	一种冠心病风险指数的无损检测装置		
公开(公告)号	CN105748038B	公开(公告)日	2017-02-15
申请号	CN201610071467.4	申请日	2016-02-01
[标]申请(专利权)人(译)	山东大学		
申请(专利权)人(译)	山东大学		
当前申请(专利权)人(译)	山东大学		
[标]发明人	王新沛 李远洋 宋家光 杨静 刘常春 纪丽珍 李阳 李鹏		
发明人	王新沛 李远洋 宋家光 杨静 刘常春 纪丽珍 李阳 李鹏		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0402 A61B7/00		
CPC分类号	A61B5/0402 A61B5/7275 A61B5/74 A61B5/7475 A61B7/00		
代理人(译)	赵妍		
其他公开文献	CN105748038A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种冠心病风险指数的无损检测装置，包括数据处理模块，其与多通道同步A/D转换模块相连，多通道同步A/D转换模块与心音信号检测模块、心电信号检测模块和四肢袖带充放气模块分别相连；多通道同步A/D转换模块将同步采集的心音信号检测模块检测的心音信号、心电信号检测模块检测的心电信号及四肢袖带充放气模块检测的袖带压力信号进行转换后，传送至数据处理模块分别构建四肢加压前和加压后的舒张期心音信号幅值序列；数据处理模块根据获取的心音信号幅值序列求取四肢加压前和加压后舒张期心音的心脏杂音评估指标，最终获取冠心病风险指数。

