



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107411774 A

(43)申请公布日 2017.12.01

(21)申请号 201710554175.0

(22)申请日 2017.07.10

(71)申请人 日探科技(苏州)有限公司

地址 215200 江苏省苏州市苏州河路18号

(72)发明人 常俊杰 李光亚 王焜

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

### (54)发明名称

一种穿戴式超声血栓检测装置

### (57)摘要

本发明公开一种穿戴式超声血栓检测装置,该装置分为两部分,佩戴环和主机,佩戴环包括超声发射接收探头;主机包括超声波发射接收器、数据处理单元和显示单元;超声换能器镶嵌在佩戴环中,通过向血管中发射和接收超声波,获取不同初始相位的信号源。超声波遇见运动的血液时,将产生超声多普勒频移。超声波的波长大于血液中的红细胞的直径,超声波遇见红细胞时将发生散射;当血液中出现血栓颗粒时,血栓颗粒与血流形成界面,在两种介质间的界面反射回来的超声波声强与这两种介质之间的声阻差成正比。两种介质的密度差越大,所接收的回波信号越强。血液与血栓之间的反射波声强明显大于散射声强,通过此方法可以检测出血液中的血栓。

1. 本发明公开一种穿戴式超声血栓检测装置,该装置分为两部分,佩戴环和主机,佩戴环包括超声发射接收探头;主机包括超声波发射接收器、数据处理单元和显示单元,超声发射接收探头连接超声波发射接收器,超声发射接收器与数据处理单元连接,检测结果在显示单元中显示;超声换能器镶嵌在佩戴环中,通过向血管中发射和接收超声波,获取不同初始相位的信号。

2. 根据权利要求1所述的一种穿戴式超声血栓检测装置,其特征在于该装置由两部分组成:佩戴环和主机,结构更加简单便携。佩戴环包括超声发射接收探头;主机包括超声波发射接收器、数据处理单元和显示单元,超声发射接收探头连接超声波发射接收器,超声发射接收器与数据处理单元连接,检测结果在显示单元中显示;超声探头镶嵌在佩戴环中,通过向血管中发射和接收超声波,获取不同初始相位的信号。

3. 根据权利要求2所述的一种穿戴式超声血栓检测装置,其特征在于,镶嵌在佩戴环中的超声探头采用收发一体的5MHz超声平探头,探头前部安装柔性楔块,从而使探头和检测表面(血管轴线方向)成 $16^{\circ}$ 夹角,实现超声波的斜入射。

4. 根据权利要求1所述的一种穿戴式超声血栓检测装置,其特征在于,血栓颗粒的检测原理主要采用多普勒频移原理,通过检测回波信号判断血液中是否包含血栓颗粒,并将结果在显示单元中显示。

## 一种穿戴式超声血栓检测装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医用病变检测及辅助治疗领域,具体涉及一种可用于检测浅表(体内)血管内血栓颗粒的穿戴式超声检测装置。

### 背景技术

[0002] 血栓可以阻碍血流的正常流动,严重的时候甚至可以引起血管的阻塞。脑栓塞就是指脑动脉被进入血液循环的栓子堵塞而引起的相应脑组织缺血的一种急性脑血管疾病,它是产生缺血性卒中的主要原因,危害性极大。因此准确检测和识别血栓,为早期诊断脑血管疾病提供可靠的依据,在临床上具有十分重要的意义。

[0003] 超声探头发出一定强度的超声波,当超声波遇见运动的血液时,将产生超声多普勒频移。超声波的波长大于血液中的红细胞的(血液成分中红细胞直径最大)直径,超声波遇见红细胞时将发生散射,而超声回波信号仅为红细胞散射回来的部分声强;当血液中出现与红细胞直径不同的血栓时,血栓与血流形成界面,在两种介质间的界面反射回来的超声波声强与这两种介质之间的声阻差成正比。两种介质的密度差越大,所接收的回波信号越强。这样血液与血栓之间的反射波声强明显大于散射声强,因此通过超声多普勒可以检测出血液中的血栓。

[0004] 作为无损检测血流状况的超声多普勒技术,已经在临床上得到了广泛的应用。利用该技术同样可以检测血流中的血栓信息,目前的经颅超声多普勒仪器就可以被用于脑血栓的检测。但是在临床应用中,血栓信号常常靠医生的经验进行辨别,尚缺乏一种自动检测血栓的多普勒系统。因此如何利用超声多普勒血流信号的特征提取方法准确、自动地检测血栓,就成为一个热门的研究课题。目前的体外血栓检测仪器有以下几点不足之处:

[0005] 第一:多采用有损检测方法,需要抽取患者少量血液进行检测,增加患者的痛苦,需要专业人员操作;

[0006] 第二:检测结果需要拥有专业知识的操作者才能判别,不利于患者日常使用;

[0007] 第三:现有检测仪器多为专业检测设备,不具备便携特性,不方便患者的日常使用。

[0008] 开发一种结构简单、操作方便,更适合人体表面放置的用于检测浅表(体内)血栓颗粒的穿戴式超声血栓检测装置就显得尤为重要。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种穿戴式超声血栓检测装置,具有检测效率高、检测结果准确、设备简单等优势,

[0010] 为了解决背景技术所存在的问题,本发明是采用以下技术方案:一种穿戴式超声血栓检测装置,该装置分为两部分,佩戴环和主机,佩戴环包括超声发射接收探头;主机包括超声波发射接收器、数据处理单元和显示单元,超声发射接收探头连接超声波发射接收器,超声发射接收器与数据处理单元连接,检测结果在显示单元中显示;超声探头镶嵌在佩

戴环中,通过向血管中发射和接收超声波,获取不同初始相位的信号。

[0011] 作为本发明的进一步改进;采用环状可穿戴装置,超声波发射接收探头镶嵌其中,数据通过有线连接至数据处理单元进行处理和显示,其具有可变形、更加适合颈部、头部等位置血栓颗粒的检测。易弯曲等特点,设备小巧、便携,更加适合家居使用;

[0012] 作为本发明的进一步改进;全部无损检测过程,不需要抽取血液,使用者只需将佩戴环佩戴至颈部,将探头放置于主动脉上方即可;

[0013] 作为本发明的进一步改进;检测结果直观明了,无需操作者具备相关专业知识;

[0014] 一种穿戴式超声血栓检测装置,工作的具体过程如下:

[0015] 将佩戴环佩戴于颈部,在探头表面涂抹耦合剂并将探头放置于主动脉上方大概位置,然后通过松紧调节装置使得佩戴环内侧与人体表面紧密贴合。超声波发射接收装置激发超声探头发出一定强度的超声波,当超声波遇见运动的血液时,将产生超声多普勒频移。超声波的波长大于血液中的红细胞的(血液成分中红细胞直径最大)直径,超声波遇见红细胞时将发生散射,而超声回波信号仅为红细胞散射回来的部分声强;当血液中出现与红细胞直径不同的血栓时,血栓与血流形成界面,在两种介质间的界面反射回来的超声波声强与这两种介质之间的声阻差成正比。两种介质的密度差越大,所接收的回波信号越强。这样血液与血栓之间的反射波声强明显大于散射声强,因此通过超声多普勒可以检测出血液中的血栓。根据探测到的这些超声信号来判定血液中是否含有血栓颗粒,检测结果由显示单元显示。

[0016] 采用上述技术方案后,本发明具有以下有益效果:

[0017] a) 精确检测:当血液中有血栓时,因为血栓的体积大于血液成分(红细胞)的体积,且血栓与红细胞具有不同的声阻抗,血栓和红细胞对超声波的发射特性有着较大的差别,当超声波碰见血栓时会发生反射,遇见红细胞则发生散射。因此,有无血栓颗粒反映在回波信号中的差别是比较明显的,通过数据处理可以实现对血液中有无血栓颗粒状态进行精确判断;

[0018] b) 技术先进:全程无损检测,无需抽取血液;且采用柔性壳体,更加贴合检测表面,获取数据更加准确;

[0019] c) 方便操作:检测结果显示直观,无需操作者拥有专业知识,更加适合中老年使用者使用;

[0020] e) 小巧、便携:此方案装置简单、小巧、便携,体积和普通家用血压计相当,实用性强,检测效率高,非常适合家居使用。

## 附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图1为本发明所提供的装置的结构示意图;

[0023] 图2为图1的功能模块示意图;

[0024] 图3为发明所提供的装置中超声波发射接收探头结构示意图;

[0025] 图4为本发明所提供的装置工作原理示意图；

### 具体实施方式

[0026] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及具体实施方式，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施方式仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0027] 请参阅图1，本具体实施方式采用以下技术方案：一种穿戴式超声血栓检测装置，超声波探头1安装在佩戴环2固定位置，为方便佩戴，佩戴环2上设有伸缩结构3，方便佩带着调节。探头1通过连接线4与主机5相连，主机5上设有调节旋钮6及显示单元7等。

[0028] 请参阅图2，图1的功能模块示意图。超声波探头收发一体，使用时至于被检测表面正上方，探头通过连接线4与主机5相连，主机5内包括超声波发射接收模块、数据采集模块、数据处理模块、显示单元及调节旋钮等。发射模块激发探头向人体组织内部发射超声波，回波信号被探头接收并经超声波接收及采集模块采集后传输至数据处理模块，数据处理模块对回波数据进行处理，并将处理结果在显示单元中显示；调节旋钮可以对超声波的相关参数进行调整。

[0029] 请参阅图3，为发明所提供的装置中超声波发射接收探头结构示意图。探头采用5MHz超声波收发一体探头，探头1前端需安装柔性楔块8，从而使探头和检测表面（血管轴线方向）成 $16^\circ$ 夹角，实现超声波的斜入射。

[0030] 请参阅图4，本发明所提供的装置工作原理示意图。超声波发射接收模块激发超声探头1发出一定强度的超声波，超声波经过楔块8入射至血管9内，当超声波遇见运动的血液时，将产生超声多普勒频移。超声波的波长大于血液中的红细胞10的（血液成分中红细胞直径最大）直径，超声波遇见红细胞时将发生散射，而超声回波信号仅为红细胞散射回来的部分声强；当血液中出现与红细胞直径不同的血栓11时，血栓与血流形成界面，在两种介质间的界面反射回来的超声波声强与这两种介质之间的声阻差成正比。两种介质的密度差越大，所接收的回波信号越强。通常情况下，血栓的直径为 $0.15\text{mm}\sim 1.5\text{mm}$ ，血液中红细胞直径最大，红细胞的直径约为 $06\mu\text{m}$ ，因此，超声波遇见红细胞发生散射，遇见血栓发生反射。这样血液与血栓之间的反射波声强明显大于散射声强，因此通过超声多普勒可以检测出血液中的血栓：假设血栓在某一时刻进入多普勒仪器的采样系统，此时超声多普勒信号的功率会增强，这种信号幅度的增大一直会持续到血栓离开仪器采样结束时刻。根据超声多普勒信号时域波形的幅度变化可以判断直接检测出血栓的出现时刻。

[0031] 假设超声波的发射频率为 $f_0$ ，血液的运动速度为 $v_0$ ，超声波探头与血液的夹角为 $\theta$ ，超声波在血液中的传播速度为 $c$ ，则由超声多普勒效应，超声波遇见运动物体产生的超声多普勒频移 $f_d$ 为：

$$[0032] \quad f_d = \frac{2f_0 v_0 \cos \theta}{c} \quad (1)$$

[0033] 对于运动的血栓，可以将它们视为整体速度，因而接收到的信号中只有单个多普勒频移 $\Omega$ ：

$$[0034] \quad u_2 = b \cos[(w_0 + \Omega)t + \varphi_2] \quad (2)$$

[0035] 式(2)中: $b, \varphi_2$ ——振幅、初相位;为简单讨论,令 $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$ ,则接收探头上总的回波信号为:

$$[0036] \quad u = u_1 + u_2 = a \cos w_0 t + b \cos (w_0 + \Omega) t \quad (3)$$

[0037] 对式(3)略作变换,即可表示成:

$$[0038] \quad u = A(\Omega t) \cos [w_0 t + \phi(\Omega t)] \quad (4)$$

[0039] 式(4)中:

$$[0040] \quad \text{振幅: } A(\Omega t) = a \sqrt{1 + m^2 + 2m \cos \Omega t}$$

$$[0041] \quad \text{相角: } \phi(\Omega t) = \text{tg}^{-1} \frac{m \sin \Omega t}{1 + m \cos \Omega t}$$

[0042] 调制度: $m = b/a$

[0043] 对于血液情况则不同,血液中含有大量的红细胞,它们具有多个多普勒频移频率,构成窄频谱:

$$[0044] \quad u_2 = \sum_i b_i \cos [(w_0 + \Omega_i)t + \varphi_i] \quad (5)$$

[0045] 在式(5)中:脚标*i*表示第*i*个多普勒频移分量;

[0046] 为讨论方便,将 $\varphi_i$ 略去,则超声波接收探头接收到的信号*u*为:

$$[0047] \quad u = u_1 + u_2 = a \cos w_0 t + \sum_i (w_0 + \Omega_i)t \quad (6)$$

[0048] 式(6)可化简为:

$$[0049] \quad u = A(\Omega t) \cos [w_0 t + \phi(\Omega t)] \quad (7)$$

[0050] 式(7)中,振幅:

[0051]

$$A(\Omega t) = a \left[ 1 + \sum_i m_i^2 + 2 \sum_i m_i \cos \Omega_i t + 2 \sum_{j \neq k} \sum_j m_j m_k \cos \Omega_j t \cos \Omega_k t + 2 \sum_{j \neq k} \sum_j m_j m_k \sin \Omega_j t \sin \Omega_k t \right]^{1/2}$$

$$[0052] \quad \text{相角: } \phi(\Omega t) = \text{tg}^{-1} \frac{\sum_i m_i \sin \Omega_i t}{1 + \sum_i m_i \cos \Omega_i t}$$

[0053] 调制度: $m_i = b_i/a_i$

[0054] 由上分析可知,当血液中含有血栓时,由于超声多普勒信号遇见血栓时在超声多普勒频移处超声波回波功率会增强,故通过检测超声波回波的功率可以判断血液中是否有血栓。

[0055] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0056] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员

可以理解的其他实施方式。

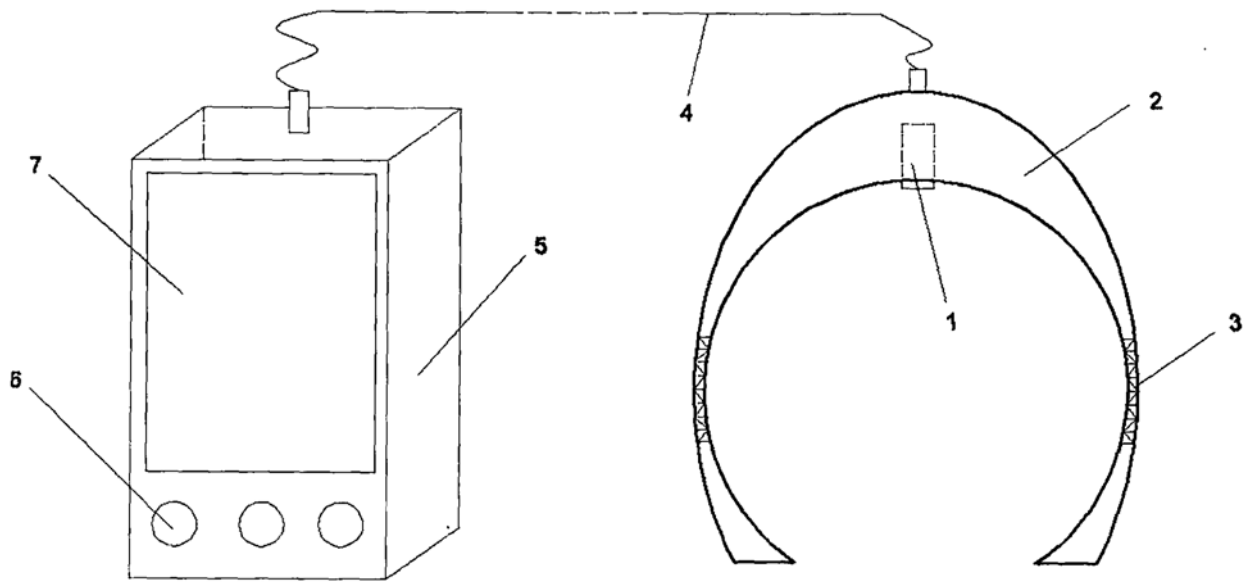


图1

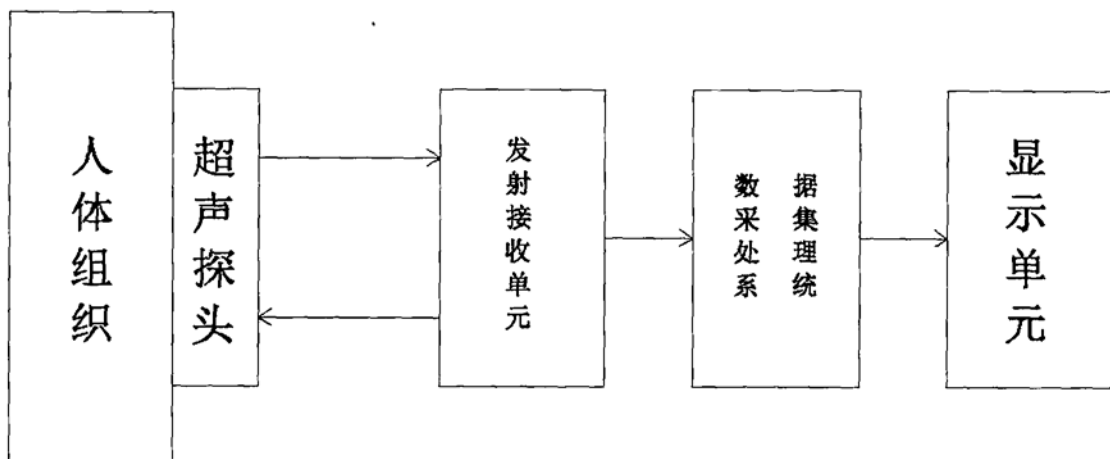


图2

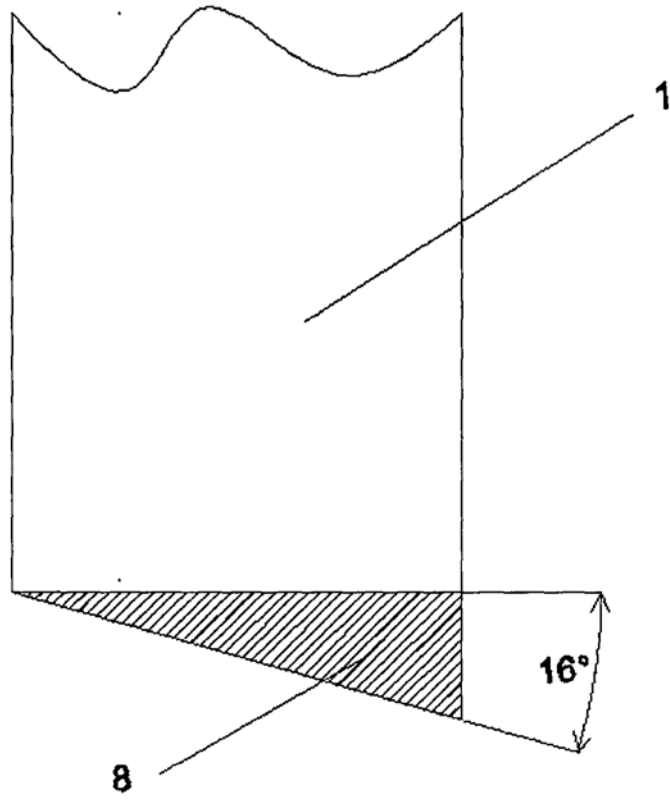


图3

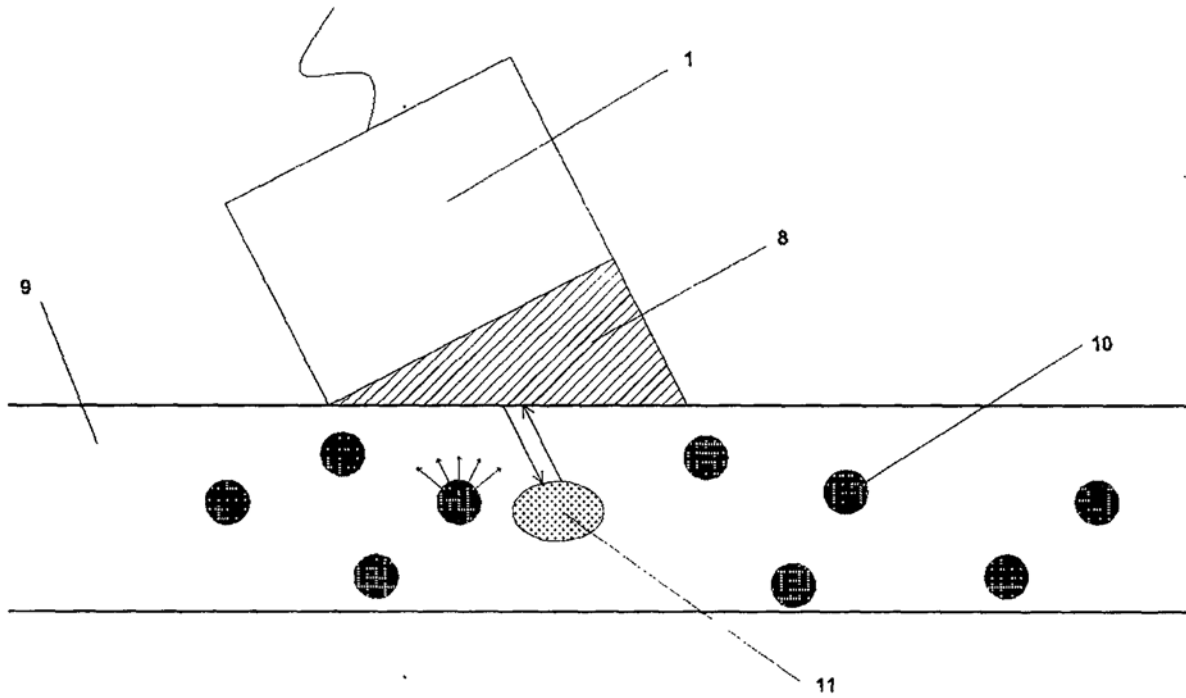


图4

|         |  |         |            |
|---------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 一种穿戴式超声血栓检测装置                                  |         |            |
| 公开(公告)号 | <a href="#">CN107411774A</a>                   | 公开(公告)日 | 2017-12-01 |
| 申请号     | CN201710554175.0                               | 申请日     | 2017-07-10 |
| [标]发明人  | 常俊杰<br>李光亚<br>王焜                               |         |            |
| 发明人     | 常俊杰<br>李光亚<br>王焜                               |         |            |
| IPC分类号  | A61B8/00 A61B8/08                              |         |            |
| CPC分类号  | A61B8/0891 A61B8/4227 A61B8/488                |         |            |
| 外部链接    | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

摘要(译)

本发明公开一种穿戴式超声血栓检测装置，该装置分为两部分，佩戴环和主机，佩戴环包括超声发射接收探头；主机包括超声波发射接收器、数据处理单元和显示单元；超声换能器镶嵌在佩戴环中，通过向血管中发射和接收超声波，获取不同初始相位的信号源。超声波遇见运动的血液时，将产生超声多普勒频移。超声波的波长大于血液中的红细胞的直径，超声波遇见红细胞时将发生散射；当血液中出现血栓颗粒时，血栓颗粒与血流形成界面，在两种介质间的界面反射回来的超声波声强与这两种介质之间的声阻差成正比。两种介质的密度差越大，所接收的回波信号越强。血液与血栓之间的反射波声强明显大于散射声强，通过此方法可以检测出血液中的血栓。

$$f_d = \frac{2f_0 v_0 \cos\theta}{c} \quad (1)$$