



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103976713 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 13

(21) 申请号 201410200589. X

(22) 申请日 2014. 05. 13

(71) 申请人 桂林电子科技大学

地址 541004 广西壮族自治区桂林市七星区  
金鸡岭路 1 号桂林电子科技大学

(72) 发明人 陈真诚 马进姿 朱健铭 梁永波  
陈洪波 殷世民 李华

(74) 专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51) Int. Cl.

A61B 5/01 (2006. 01)

A61B 5/00 (2006. 01)

G01D 21/02 (2006. 01)

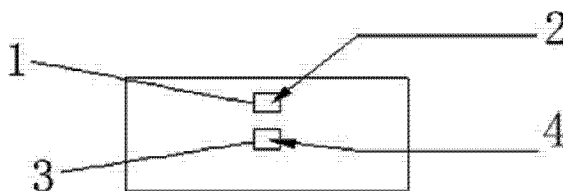
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种人体热蒸发测量装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种人体热蒸发测量装置及方法,可应用于无创血糖检测领域,实时获取指表湿度、指表温度及环境温、湿度,便于快速而准确的计算出人体代谢率,进而计算出血糖浓度值。发明所用器材轻巧方便,便于嵌入血糖检测仪实现整合,适合推广应用。



1. 一种人体热蒸发测量装置,其特征在于,其顶部中央部位为根据指形设计的圆弧形凹槽(5),凹槽直径1.5cm,长6cm,凹槽内设有指表温度传感器(7)、第二湿度传感器(9),其中温度传感器与凹槽表面等高,湿度传感器低于凹槽表面1.5mm;装置侧面底部设有环境温度传感器(4)、第一湿度传感器(2),且两传感器在同一轴线上,在装置顶部的凹槽内,开通与指表温度传感器规格相适应的指表温度传感器固定槽(6),与指表湿度传感器规格相适应的指表湿度传感器固定槽(8),并分别与电路连接区相通;在装置的左侧壁底部,开通与环境温度传感器规格相适应的环境温度传感器固定槽(3),其稍下位置开通与环境湿度传感器规格相适应的环境湿度传感器固定槽(1),并分别与电路连接区相通;在装置的右侧壁,有电源供电(12)、开关按钮(11)和信号输入输出串口(10),与电路连接区相通;在装置的中部设有用于信号输入输出连接、传感器焊接及PCB安装的电路连接区。

2. 根据权利要求1所述的人体热蒸发测量装置,其特征在于,所述装置选用白色PVC材料,高5cm,宽3cm,便于受测手指安放;选择具有透气、疏松、弹性特性的绿色硅胶作为主体顶部圆弧表面手指受力缓冲曲面板的材料。

3. 一种人体热蒸发测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

3.1 待测对象处于静息状态;

3.2 待测对象将手指轻轻置入装置中圆弧形凹槽内,保证手指处于自然安放状态,不挤压;

3.3 使用装置中的两个温度传感器分别测得人体指表湿度、环境湿度;采用两个温度传感器分别测量人体指表温度、环境温度;

3.4 取指表温度值、湿度值,代入公式得到指表水蒸气分压;

3.5 取环境温度值、湿度值,代入公式得到环境水蒸气分压;

3.6 根据指表温度值和环境温度值查表得到蒸发换热系数;

3.7 将指表水蒸气分压、环境水蒸气、蒸发换热系数代入公式即可得到蒸发散热量,

数据处理过程中,当前温度和湿度下空气中的水蒸气分压 $P_a$ ,直接通过当前空气的相对湿度 $R_h$ 和 $t_w$ 获得 $P_a$ ,经实验得其补偿系数为4.02,其相对误差小于2.5。

4. 根据权利要求3所述的人体热蒸发测量方法,其特征在于,在室内环境进行,关闭人工送风装置,保持环境处于自然对流状态。

5. 根据权利要求3所述的人体热蒸发测量方法,其特征在于,环境温度控制在 $20^{\circ}\text{C}$ — $26^{\circ}\text{C}$ ,尽量保持在较为恒定的状态,保证人体处于静息状态。

6. 根据权利要求3所述的人体热蒸发测量方法,其特征在于,测量之前,每一位待检测的被试对象在进行环境中处于静息状态,着装与环境温度匹配,尽量避免出汗的情况,保证检测时人体处于热平衡状态。

## 一种人体热蒸发测量装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于医学智能仪器技术领域,涉及一种人体热蒸发测量装置及方法,适合应用于无创血糖检测代谢率计算方法。

### 背景技术

[0002] 糖尿病 (diabeticmellitus, DM) 是一种体内胰岛素相对或绝对不足及靶细胞对胰岛素敏感性降低,或胰岛素本身存在结构上的缺陷而引起的碳水化合物、脂肪和蛋白质代谢紊乱的一种慢性疾病。目前,糖尿病较为有效的控制治疗手段是通过频繁的检测和胰岛素注射来对血糖浓度进行严格控制,从而减少或减轻由糖尿病导致的长期并发症。因此定期的血糖检测对糖尿病患者意义重大。

[0003] 目前血糖的检测方法可分为有创、微创和无创法。有创和微创血糖的检测方法都具有不同程度的组织侵入性,而目前短期内连续测量血糖成为一个普通的治疗糖尿病的手段,因此给病人带来痛苦,有感染的可能,病人会有惧怕心理,并且检测费用比较昂贵,因此使用有限。

[0004] 基于能量守恒法的无创血糖检测技术理论假设人体是热能量的平衡体,人体产热等于人体散热。人体的散热主要通过皮肤进行,而皮肤散热的方式主要有四种,依次为辐射散热、传导散热、对流散热、蒸发散热,其中辐射散热占整体散热比重为 60%,传导散热为 3%,对流散热为 15%,蒸发散热为 22%。可见,蒸发散热的比重仅次于辐射散热。

### 发明内容

[0005] 为了克服现有零点跟踪技术中存在的缺陷,本发明提供一种无创、便捷、准确可靠的人体热蒸发测量装置及方法,该方法所需测量变量少,测量变量与分析结果的关系稳定,便于实现。其技术方案如下:

[0006] 一种人体热蒸发测量装置,其顶部中央部位为根据指形设计的圆弧形凹槽,凹槽直径 1.5cm,长 6cm,凹槽内设有指表温度传感器、第二湿度传感器,其中温度传感器与凹槽表面等高,湿度传感器低于凹槽表面 1.5mm;装置侧面底部设有环境温度传感器、第一湿度传感器,且两传感器在同一轴线上,在装置顶部的凹槽内,开通与指表温度传感器规格相适应的指表温度传感器固定槽,与指表湿度传感器规格相适应的指表湿度传感器固定槽,并分别与电路连接区相通;在装置的左侧壁底部,开通与环境温度传感器规格相适应的环境温度传感器固定槽,其稍下位置开通与环境湿度传感器规格相适应的环境湿度传感器固定槽,并分别与电路连接区相通;在装置的右侧壁,有电源供电、开关按钮和信号输入输出串口,与电路连接区相通;在装置的中部设有用于信号输入输出连接、传感器焊接及 PCB 安装的电路连接区。

[0007] 进一步优选,所述装置选用白色 PVC 材料,高 5cm,宽 3cm,便于受测手指安放;选择具有透气、疏松、弹性特性的绿色硅胶作为主体顶部圆弧表面手指受力缓冲曲面板的材料。

[0008] 一种人体热蒸发测量方法,包括以下步骤:

- [0009] 1) 待测对象处于静息状态；
- [0010] 2) 待测对象将手指轻轻置入装置中圆弧形凹槽内，保证手指处于自然安放状态，不挤压；
- [0011] 3) 使用装置中的两个温度传感器分别测得人体指表湿度、环境湿度；采用两个温度传感器分别测量人体指表温度、环境温度；
- [0012] 4) 取指表温度值、湿度值，代入公式得到指表水蒸气分压；
- [0013] 5) 取环境温度值、湿度值，代入公式得到环境水蒸气分压；
- [0014] 6) 根据指表温度值和环境温度值查表得到蒸发换热系数；
- [0015] 7) 将指表水蒸气分压、环境水蒸气、蒸发换热系数代入公式即可得到蒸发散热量，
- [0016] 数据处理过程中，当前温度和湿度下空气中的水蒸气分压  $P_a$ ，直接通过当前空气的相对湿度  $R_h$  和  $t_w$  获得  $P_a$ ，经实验得其补偿系数为 4.02，其相对误差小于 2.5。
- [0017] 进一步优选，在室内环境进行，关闭风扇等人工送风装置，保持环境处于自然对流状态。
- [0018] 进一步优选，环境温度控制在  $20^{\circ}\text{C}$ — $26^{\circ}\text{C}$ ，尽量保持在较为恒定的状态，保证人体处于静息状态。
- [0019] 进一步优选，测量之前，每一位待检测的被试对象在进行环境中处于静息状态，着装与环境温度匹配，尽量避免出汗的情况，保证检测时人体处于热平衡状态。
- [0020] 本发明的有益效果为：
- [0021] 与现有的技术相比，本发明的有益效果为：
- [0022] 1. 本发明可实现多参数测量，利用发明可一次性检测出人体指表温度、环境温度、指表相对湿度、环境相对湿度。
- [0023] 2. 本发明采用两个温度传感器，分别检测人体指表温度、环境温度，对于建立人体代谢热平衡方程作用极大。
- [0024] 3. 本发明采用两个湿度传感器，进而可知相对湿度，对于建立人体蒸发热平衡方程作用极大。
- [0025] 4. 本发明采用绝缘 PVC 材料制作而成，可提高传感器抗干扰能力。
- [0026] 5. 本发明所用器材轻巧方便，便于嵌入血糖检测仪实现整合。
- [0027] 6. 本发明实现了无创指表热蒸发检测，无需采取血样，安全。

#### 附图说明

- [0028] 图 1 为本发明人体热蒸发测量装置的左视图；
- [0029] 图 2 为本发明人体热蒸发测量装置的主视图；
- [0030] 图 3 为本发明人体热蒸发测量装置的俯视图；
- [0031] 图 4 为本发明人体热蒸发测量装置的右视图；
- [0032] 图 5 为本发明人体热蒸发测量装置的立体图。

#### 具体实施方式

- [0033] 下面结合附图和具体实施方式对本发明的技术方案作进一步详细地说明。

[0034] 如图 1 所示,一种人体热蒸发测量装置,其顶部中央部位为根据指形设计的圆弧形凹槽 5,凹槽直径 1.5cm,长 6cm,凹槽内设有指表温度传感器 7、第二湿度传感器 9,其中温度传感器与凹槽表面等高,湿度传感器低于凹槽表面 1.5mm;装置侧面底部设有环境温度传感器 4、第一湿度传感器 2,且两传感器在同一轴线上,在装置顶部的凹槽内,开通与指表温度传感器规格相适应的指表温度传感器固定槽 6,与指表湿度传感器规格相适应的指表湿度传感器固定槽 8,并分别与电路连接区相通;在装置的左侧壁底部,开通与环境温度传感器规格相适应的环境温度传感器固定槽 3,其稍下位置开通与环境湿度传感器规格相适应的环境湿度传感器固定槽 1,并分别与电路连接区相通;在装置的右侧壁,有电源供电 12、开关按钮 11 和信号输入输出串口 10,与电路连接区相通;在装置的中部设有用于信号输入输出连接、传感器焊接及 PCB 安装的电路连接区。

[0035] 进一步优选,所述装置选用白色 PVC 材料,高 5cm,宽 3cm,便于受测手指安放;选择具有透气、疏松、弹性特性的绿色硅胶作为主体顶部圆弧表面手指受力缓冲曲面板的材料。

[0036] 一种人体热蒸发测量方法,包括以下步骤:

[0037] 1) 待测对象处于静息状态;

[0038] 2) 待测对象将手指轻轻置入装置中圆弧形凹槽内,保证手指处于自然安放状态,不挤压;

[0039] 3) 使用装置中的两个温度传感器分别测得人体指表湿度、环境湿度;采用两个温度传感器分别测量人体指表温度、环境温度;

[0040] 4) 取指表温度值、湿度值,代入公式得到指表水蒸气分压;

[0041] 5) 取环境温度值、湿度值,代入公式得到环境水蒸气分压;

[0042] 6) 根据指表温度值和环境温度值查表得到蒸发换热系数;

[0043] 7) 将指表水蒸气分压、环境水蒸气、蒸发换热系数代入公式即可得到蒸发散热量,

[0044] 数据处理过程中,当前温度和湿度下空气中的水蒸气分压,直接通过当前空气的相对湿度和获得,经实验得其补偿系数为 4.02,其相对误差小于 2.5。

[0045] 进一步优选,在室内环境进行,关闭风扇等人工送风装置,保持环境处于自然对流状态。

[0046] 进一步优选,环境温度控制在 20℃—26℃,尽量保持在较为恒定的状态,保证人体处于静息状态。

[0047] 进一步优选,测量之前,每一位待检测的被试对象在进行环境中处于静息状态,着装与环境温度匹配,尽量避免出汗的情况,保证检测时人体处于热平衡状态。

[0048] 在短时间内可以认为手指的热负荷为 0,即代谢产生的能量完全消耗,没有积蓄在人体内部。人体处于静息状态时可以认为对外做功为 0,此外,供给其他生化反应所需的能量也相当少,可以忽略。因此代谢产生能量的主要去向是与外界发生热交换,这种热交换有 4 种形式:1) 热传导;2) 热对流;3) 热辐射;4) 蒸发。只要检测出这 4 部分散热量和血液中氧的供给水平就能计算出血糖浓度。

[0049] 由人体蒸发散热方程和相关方程组可获得人体蒸发散热量 E。针对检测对象人体指表来选择相关参数,建立以下数学模型。

$$[0050] \quad \begin{cases} E = h(p'_a - p_a) \\ P'_a = 4.02 \times Ri \times e^{-5800 \times tf^{-1} - 0.049 \times tf + 0.42 \times 10^{-4} \times tf^2} \\ Pa = 4.02 \times Rh \times e^{-5800 \times tw^{-1} - 0.049 \times tw + 0.42 \times 10^{-4} \times tw^2} \end{cases}$$

[0051] 其中,  $h$  为蒸发换热系数,  $p'_a$  为指表水蒸气分压,  $p_a$  为环境水蒸气分压,  $R_i$  为当前人体指表湿度,  $tf$  为当前人体指表温度,  $R_h$  为当前人体周围环境湿度,  $tw$  为当前人体周围环境温度, 单位均为  $^{\circ}\text{C}$ 。  $Pa$  为当前温度和湿度下空气中的水蒸气分压, 单位为  $\text{Pa}$ , 工程中通常通过查温度~饱和水蒸气分压表来获得, 但使用不便且不准确, 为此, 得出以下公式, 可直接通过当前空气的相对湿度  $Rh$  和  $tw$  获得  $Pa$ , 经实验得其补偿系数为 4.02, 而其相对误差小于 2.5。同理推算指表水蒸气分压  $p'_a$ 。

[0052] 以上所述, 仅为本发明较佳的具体实施方式, 本发明的保护范围不限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明披露的技术范围内, 可显而易见地得到的技术方案的简单变化或等效替换均落入本发明的保护范围内。

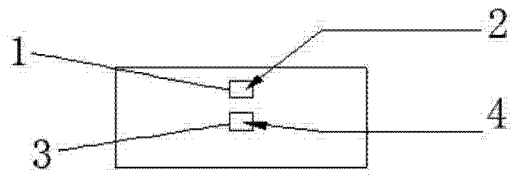


图 1



图 2

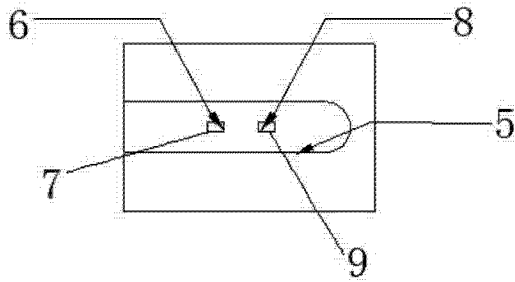


图 3

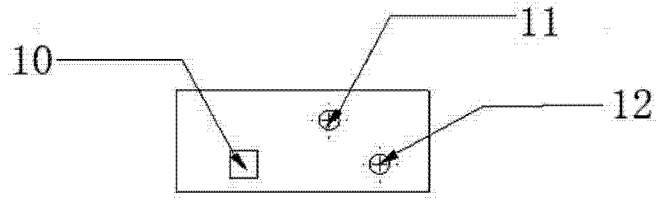


图 4

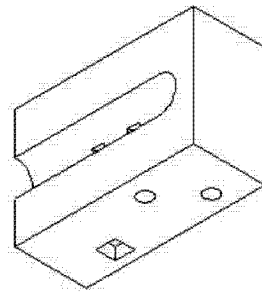


图 5

|                |  |         |            |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种人体热蒸发测量装置及方法                                 |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN103976713A</a>                   | 公开(公告)日 | 2014-08-13 |
| 申请号            | CN201410200589.X                               | 申请日     | 2014-05-13 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 桂林电子科技大学                                       |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 桂林电子科技大学                                       |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 桂林电子科技大学                                       |         |            |
| [标]发明人         | 陈真诚<br>马进姿<br>朱健铭<br>梁永波<br>陈洪波<br>殷世民<br>李华   |         |            |
| 发明人            | 陈真诚<br>马进姿<br>朱健铭<br>梁永波<br>陈洪波<br>殷世民<br>李华   |         |            |
| IPC分类号         | A61B5/01 A61B5/00 G01D21/02                    |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

摘要(译)

本发明公开了一种人体热蒸发测量装置及方法，可应用于无创血糖检测领域，实时获取指表湿度、指表温度及环境温、湿度，便于快速而准确的计算出人体代谢率，进而计算出血糖浓度值。发明所用器材轻巧方便，便于嵌入血糖检测仪实现整合，适合推广应用。

