



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104287693 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201310296899. 1

(22) 申请日 2013. 07. 16

(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金鸡路
1 号

(72) 发明人 陈真诚 朱健铭 陈刚 殷世民

梁永波 马进姿

(74) 专利代理机构 桂林市持衡专利商标事务所

有限公司 45107

代理人 廖世传

(51) Int. Cl.

A61B 5/00 (2006. 01)

A61B 5/145 (2006. 01)

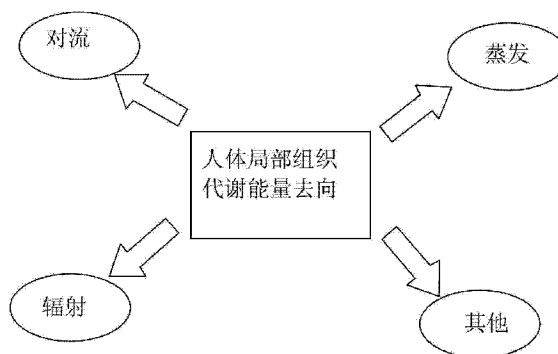
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于血糖无创检测的代谢率测量方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于血糖无创检测的代谢率测量方法,通过温度传感器、湿度传感器、辐射传感器分别测得人体局部体表与环境之间通过对流、蒸发、辐射三种传热方式所散发的热量。利用热力学第一定律出发建立的人体热平衡方程,选择相关参数并建立数学模型,求得人体局部组织代谢率。本发明个体针对性强,检测参数简单具有很强的可操作性,避免了受性别、情绪、年龄、地域、气候等复杂参数的影响,实用性强,不仅可以实时检测正常人体的组织代谢的变化情况,而且为基于能量代谢守恒法的血糖无创检测提供一种新的研究思路及可靠的数据参量,对于糖尿病患者无创血糖检测产生积极意义。



1. 一种基于血糖无创检测的代谢率测量方法,其特征在于:该基于血糖无创检测的代谢率测量方法包括以下步骤:

a. 获取人体局部组织表面温度及环境温度,利用牛顿冷却公式进行计算得到人体局部组织与环境的对流散热量;

b. 获取人体局部组织表面及周围环境的湿度值,带入相应计算公式得到环境空气中的水蒸气分压力、皮肤温度下空气中水蒸气的饱和分压力,最后并得到皮肤表面水气扩散散热量和显性出汗蒸发散热量;

c. 获得人体局部组织辐射温度值,根据修正的普朗克定律可获得人体局部辐射散热量;

d. 根据人体热平衡方程计算得到人体局部组织总的代谢率。

2. 根据权利要求1所述基于血糖无创检测的代谢率测量方法,其特征在于:所述方法应用时要求在环境温度25℃下人体禁食两小时以上并且处于静息状态。

3. 根据权利要求1或2所述基于血糖无创检测的代谢率测量方法,其特征在于:所述人体局部组织可以位于手指。

4. 根据权利要求1或2所述基于血糖无创检测的代谢率测量方法,其特征在于:所述人体局部组织可以位于手臂。

5. 根据权利要求1或2所述基于血糖无创检测的代谢率测量方法,其特征在于:所述人体局部组织可以位于腹部。

一种基于血糖无创检测的代谢率测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生物学传热领域,特别是涉及一种基于血糖无创检测的代谢率测量方法。

背景技术

[0002] 热量传递是由环境与系统间存在温差而引起的穿过系统边界的一种能量转换过程,热量传递方向总是从温度较高处到较低处,如生物活体内部各器官、组织之间以及生物体与周围环境之间的传热。生物传热是以一种非常复杂的几乎囊括了导热、对流和辐射三种传热方式进行的。而人体基础代谢在人体的能量转换和热传递过程中起着核心的作用,其中包含的物理和化学过程也十分复杂。当生物体没有外部运动时,全部代谢作用都表现为热效应,而代谢率就是单位体积组织内的产热率,在生物个体发育过程中,单位体积的产热率(代谢率)呈现一定规律。生理学家为此定义了一个基础代谢率,其指“在静息状态即基础状态下动物个体单位体积单位时间内的代谢产热量”(单位为: $\text{J}/\text{m}^3 \cdot \text{s}$ 或者 W/m^3),人体基础代谢率 BMR(basal metabolic rate) 是一项重要的生理和热物理参数,在人体热分析中也起着重要的作用。由于各组织和器官的活动量不同,人体各部分的代谢率存在差异。若能针对不同组织和器官在体测出这些部位代谢率的大小,则具有重要的医学生理学意义。由于缺少能量代谢率的实验材料,且常用的估算公式计算代谢率,准确度很难保证,目前的研究主要是对公式的修正,以期获得更精确的 BMR,但人体个体差异极大、同一个体 BMR 又存在生理周期的变化,同一时的 BMR 又存在区域和部位的差异。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种基于能量代谢守恒无创检测人体局部代谢率的计算方法,该方法可快速实时检测人体局部代谢率的变化,个体针对性强,检测参数简单具有很强的可操作性。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明的具体技术方案如下:

[0005] 1. 将温度传感器、湿度传感器、辐射传感器集成为一人体局部组织代谢率测量传感器;

[0006] 2. 利用温度传感器获取人体局部组织表面温度及环境温度,利用牛顿冷却公式进行计算进一步测得人体局部组织与环境的对流散热量;

[0007] 3. 利用湿度传感器获取人体局部组织表面及周围空气的相对湿度值,进而得到环境空气中的水蒸气分压力,再利用皮肤温度可得到皮肤温度下空气中水蒸气的饱和分压力,最后分别计算并得到皮肤表面水气扩散散热量和显性出汗蒸发散热量;

[0008] 4. 利用辐射传感器获得人体局部组织辐射温度值,根据修正的普朗克定律获得人体局部辐射散热量;

[0009] 5. 根据人体热平衡方程计算得到人体局部组织总的代谢率。

[0010] 6. 本发明方法要求和环境 25°C 、餐后两小时以上并处于静息状态下进行测量。

[0011] 7. 测试部位可根据需要选择在指端、手臂、腹部实现。

[0012] 本发明的优点是：可快速实时检测人体局部代谢率的变化，个体针对性强，检测参数简单具有很强的可操作性，避免了受性别、情绪、年龄、地域、气候等复杂参数的影响，可以很好的应用于糖尿病患者的无创血糖检测领域。

附图说明

[0013] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步详细的说明。

[0014] 图 1 本发明一种基于血糖无创检测的代谢率测量方法的人体局部组织代谢能量结构示意图。

[0015] 图 2 本发明一种基于血糖无创检测的代谢率测量方法人体检测血糖值 GLU 和代谢率 BMR 关系表。

[0016] 图 3 本发明一种基于血糖无创检测的代谢率测量方法人体检测血糖值 GLU 和代谢率 BMR 关系的散点图。

具体实施方式

[0017] 图 1 所示基于血糖无创检测的代谢率测量方法的人体局部组织代谢能量结构主要包括对流、辐射和蒸发三个部分。本发明公开的一种基于血糖无创检测的代谢率测量方法，理论依据为从热力学第一定律出发建立的人体热平衡方程：

[0018] $S=M\pm E-(\pm W)\pm R\pm C$ ；

[0019] 式中：S——人体贮热率(热量增加为正)；

[0020] M——代谢率(恒为正)；

[0021] E——蒸发散热率(失热为负)；

[0022] W——做功率(对外做功为正)；

[0023] R、C——表面辐射和对流换热(获得热量为正)；

[0024] 由于测量环境需要在人体静息状态下进行，所以方程中的 $S=0$ ， $W=0$ ；通过测量人体局部组织 E、R、C 的值，即可得到人体局部代谢率。

[0025] 本发明一种实施例应用时具体步骤如下：

[0026] 1、根据各个传感器的特性及测试要求，将温度传感器、湿度传感器、辐射传感器分别焊接于集成传感器相应位置。为保证测量的准确性，人体需处于静息状态下，室内环境温度保持在 25 摄氏度。

[0027] 2、由温度传感器获取人体指表温度、周围环境温度，再根据牛顿冷却公式：

$Q_c = h_c A_c^* (\bar{T}_s - T_0)$ 计算得到人体局部对流散热；

[0028] 式中 A_c^* 为对流换热有效散热面积。当人体裸露时， A_c^* 就等于暴露于空气中的皮肤总面积； h_c 为人体与空气之间的总的对流换热系数；

[0029] 3、由辐射传感器获取指表辐射温度、背景辐射温度。按照公式计算得到人体指表向环境辐射的热量。公式如下：

[0030] $Q_r = \sigma \varepsilon A_r (\bar{T}_s - T_0)$

[0031] 式中 ε 为人体表面黑度，接近于黑体。 σ 为波尔兹曼常数， A_r 为人体有效辐射表

面积,人体暴露于空气中的皮肤总面积。 \bar{T}_s 是人体表面平均温度, T_0 为环境温度。

[0032] 4、计算通过手指表面的蒸发散热,包括直接发生在皮肤表面上的水气扩散(隐形)出汗散热和显性出汗蒸发散热两种。

[0033] (1) Fanger 提出一种计算扩散散热的方法,公式可表示为:

$$[0034] \quad Q_{dif} = rm(P_{sk}^* - P_a) \text{ 单位: } W/m^2$$

[0035] 式中, m 为皮肤渗透系数; r 为水的汽化潜热; P_a 为环境空气中的水蒸气分压力; P_{sk}^* 为皮肤温度下空气中水蒸气的饱和分压力;将 m 、 r 、及 P_{sk}^* 带入上式,得到:

$$[0036] \quad Q_{dif} = 3.054(0.256\bar{T}_s - 3.37 - P_a)$$

[0037] 经过计算最后得到扩散散热。

[0038] (2) 计算显性蒸发散热公式如下:

$$[0039] \quad Q_{rsw} = W_{rsw} 16.7h_c(P_{sk}^* - P_a\Phi_a)$$

[0040] 式中 W_{rsw} 为皮肤湿度(%)。

[0041] (3) 皮肤表面由于水分蒸发而造成的总的蒸发散热损失为:

$$[0042] \quad Q_e = Q_{dif} + Q_{rsw};$$

[0043] 5、根据人体热平衡方程计算得到人体指部总的代谢率:

$$[0044] \quad Q = Q_c + Q_r + Q_e;$$

[0045] 本发明方法可以同时 MATLAB-GUI 及 MSP430 单片机中实现,在环境 25℃ 下,选定 7 名志愿者得到检测结果及散点图分别如图 2、3 所示。

[0046] 本发明可快速实时检测人体局部代谢率的变化,个体针对性强,检测参数简单具有很强的可操作性。

[0047] 上面结合附图对本发明优选的具体实施方式作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施方式,在本领域技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明构思的前提下做出各种变化。

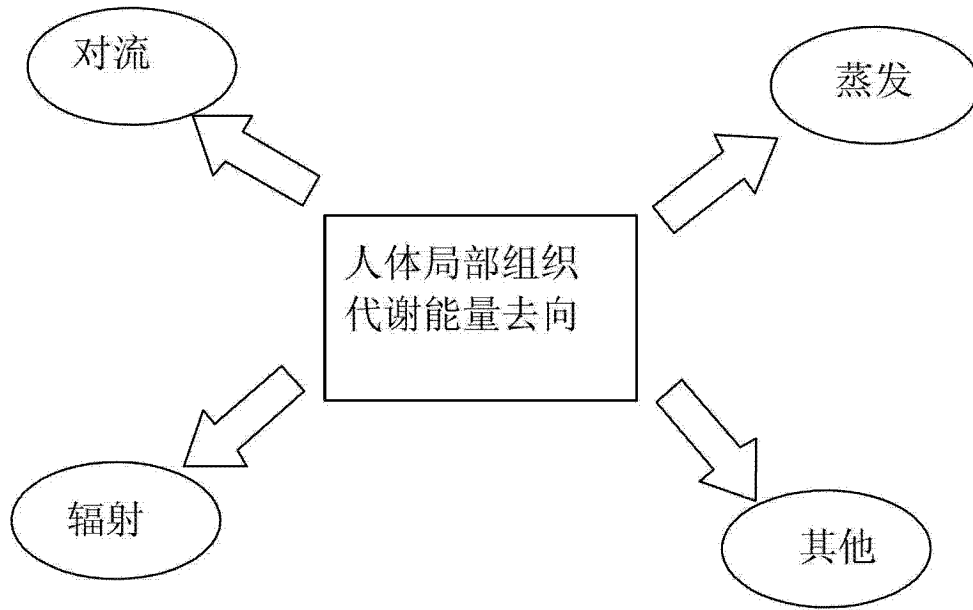


图 1

序号	血糖值 GLU(X)	代谢率 BMR(Y)
1	7.1	130.6
2	8	162.33
3	8.2	184.63
4	8.1	170.59
5	7.2	139.57
6	6.8	122.49
7	7.8	151.21

图 2

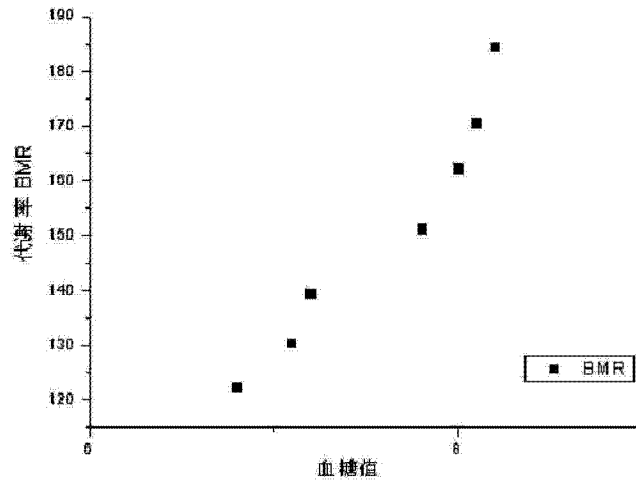


图 3

专利名称(译)	一种基于血糖无创检测的代谢率测量方法		
公开(公告)号	CN104287693A	公开(公告)日	2015-01-21
申请号	CN201310296899.1	申请日	2013-07-16
[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 朱健铭 陈刚 殷世民 梁永波 马进姿		
发明人	陈真诚 朱健铭 陈刚 殷世民 梁永波 马进姿		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/145		
CPC分类号	A61B5/4866		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于血糖无创检测的代谢率测量方法，通过温度传感器、湿度传感器、辐射传感器分别测得人体局部体表与环境之间通过对流、蒸发、辐射三种传热方式所散发的热量。利用热力学第一定律出发建立的人体热平衡方程，选择相关参数并建立数学模型，求得人体局部组织代谢率。本发明个体针对性强，检测参数简单具有很强的可操作性，避免了受性别、情绪、年龄、地域、气候等复杂参数的影响，实用性强，不仅可以实时检测正常人体的组织代谢的变化情况，而且为基于能量代谢守恒法的血糖无创检测提供一种新的研究思路及可靠的数据参量，对于糖尿病患者无创血糖检测产生积极意义。

