



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109464125 B

(45) 授权公告日 2021.08.24

(21) 申请号 201811613577.4

A61B 5/1455 (2006.01)

(22) 申请日 2018.12.27

审查员 张玲玲

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109464125 A

(43) 申请公布日 2019.03.15

(73) 专利权人 四川大学华西第二医院

地址 610041 四川省成都市人民南路3段20号

(72) 发明人 雷岸江 廖旭

其他发明人请求不公开姓名

(74) 专利代理机构 昆明合众智信知识产权事务

所 53113

代理人 唐雪琴

(51) Int. Cl.

A61B 5/00 (2006.01)

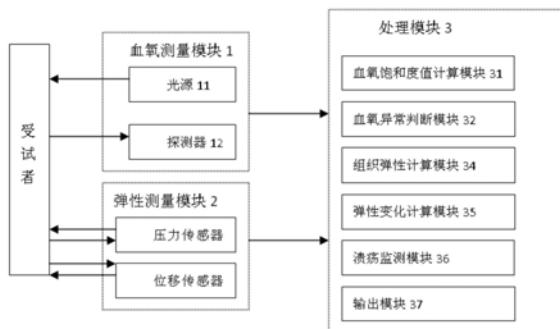
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种能够无线充电的组织状况监测系统

(57) 摘要

本发明涉及一种能够无线充电的组织状况监测系统,包括:血氧测量模块,其测量受试者的血氧信号;弹性测量模块,其测量受试者的组织弹性信号;无线充电模块,用于给所述监控系统的电池进行无线充电,所述无线充电模块包括多个谐振线圈;处理模块,其对受试者的血氧信号和组织弹性信号进行处理,以对受试者的组织状况进行估计,并进行输出;所述组织状况包括溃疡、褥疮至少之一。通过本发明的监测系统,可以在发病早期提供预警,能够及时无线补充电能,能够对用户进行连续不间断的监测,以提醒患者和护理者及时采取措施。



1. 一种能够无线充电的组织状况监测系统,包括:血氧测量模块,其测量受试者的血氧信号;弹性测量模块,其测量受试者的组织弹性信号;无线充电模块,用于给所述监测系统的电池进行无线充电,所述无线充电模块包括多个谐振线圈;处理模块,其对受试者的血氧信号和组织弹性信号进行处理,以对受试者的组织状况进行估计,并进行输出,所述处理模块包括血氧饱和度值计算模块、血氧异常判断模块、组织弹性计算模块、弹性变化计算模块、溃疡监测模块以及输出模块;其中,所述血氧饱和度值计算模块根据血氧测量模块测量得到的血氧信号计算待测组织的血氧饱和度值;所述血氧异常判断模块根据血氧饱和度值和基准血氧饱和度值计算血氧饱和度变化指数;所述组织弹性计算模块计算组织的弹性系数,所述弹性变化计算模块计算组织的弹性变化率,所述的溃疡监测模块根据所述血氧饱和度变化指数和所述弹性变化率判断组织的状况,所述输出模块进行输出组织的状况并在必要时进行报警;所述血氧饱和度值计算模块计算血氧的饱和度值的过程包括:

使用公式 (1) 计算组织的吸光度A:

$$A = -\log_{10} R = \log_{10} \frac{1}{R} \quad \text{公式 (1);}$$

其中,  $R = \frac{I_r}{I_0}$ ,  $R$ 为组织的绝对反射系数,  $I_r$ 表示组织的反射光强度,  $I_0$ 表示照射到组织的入射光强度,根据朗伯-比尔定律,待测成分的浓度和反射性之间的关系可以进一步表示为:

$$A = \log_{10} \frac{1}{R} = aC \quad \text{公式 (2);}$$

其中C代表组织发光团的浓度,a为组织的比例常数,取决于组织;

设光源发射的入射光波长为 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ ,则在两种波长下的吸光度可以表示为:

$$A^{\lambda_1} = (\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1} C(O_2Hb) + \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} C(HHb))L \quad \text{公式 (3);}$$

$$A^{\lambda_2} = (\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2} C(O_2Hb) + \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} C(HHb))L \quad \text{公式 (4);}$$

求解上述方程,可以得到氧合血红蛋白的浓度值 $C(O_2Hb)$ 和脱氧血红蛋白的浓度值 $C(HHb)$ ,具体如下:

$$C(O_2Hb) = \frac{A^{\lambda_2} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} - A^{\lambda_1} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}}{(\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2} - \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1})L} \quad \text{公式 (5);}$$

$$C(HHb) = \frac{A^{\lambda_1} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} - A^{\lambda_2} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1}}{(\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2} - \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1})L} \quad \text{公式 (6);}$$

其中 $A^{\lambda_1}$ 为在波长为 $\lambda_1$ 时组织的吸光度; $A^{\lambda_2}$ 为在波长为 $\lambda_2$ 时组织的吸光度; $L$ 为波长发射器与波长探测器之间的距离; $\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1}$ 和 $\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1}$ 分别表示波长为 $\lambda_1$ 时氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白的散射系数; $\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2}$ 和 $\varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}$ 分别表示波长为 $\lambda_2$ 时氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白的散射系数;

血氧饱和度 $S_pO_2$ 定义为氧合血红蛋白的浓度与总的血红蛋白浓度之间的比值,其中,所

述总的血红蛋白浓度为氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白的浓度之和,具体表示为:

$$S_pO_2 = \frac{C(O_2Hb)}{C(O_2Hb) + C(HHb)} \quad \text{公式 (7);}$$

用百分比来表示组织的血氧饱和度值,进一步表示为:

$$\%S_pO_2 = \frac{A^{\lambda_2} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} - A^{\lambda_1} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}}{(A^{\lambda_2} (\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} - \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1}) + A^{\lambda_1} (\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1} - \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}))} * 100\% \quad \text{公式 (8);}$$

所述弹性测量模

块包括压力传感器和位移传感器;所述压力传感器检测施加到组织的力,所述位移传感器检测由于施加所述力而引起的组织位移;所述血氧异常判断模块根据血氧饱和度值和基准血氧饱和度值计算血氧饱和度变化指数,具体为:

$$Q_1 = \left| \frac{\%S_pO_2 - (\%S_pO_2)'}{(\%S_pO_2)'} \right| \quad \text{公式 (9);}$$

$Q_1$ 表示血氧饱和度变化指数,其中 $\%S_pO_2$ 为通过上述公式(8)计算得到的受试者实时血氧饱和度值,  $(\%S_pO_2)'$ 为血氧异常判断模块存储的受试者基准血氧饱和度值;所述组织弹性计算模块计算组织的弹性系数具体为:

假定组织是均匀组织,根据胡克定律,则

$$F = -kx \quad \text{公式 (10);}$$

通过上述公式(10),在已知F和x的情况下,可以得到k,其中F为由所述压力传感器检测到的压力信号,x为所述位移传感器测量到的位移信号;k为表征组织弹性的组织弹性系数;所述弹性变化计算模块计算组织的弹性变化率具体为:

所述弹性变化计算模块根据所述组织弹性计算模块计算得到的组织弹性系数k,以及预存的组织正常情况下的弹性系数 $k'$ ,通过公式(11),得到组织的弹性变化率E:

$$E = \left| \frac{k - k'}{k} \right| \quad \text{公式 (11);}$$

所述的溃疡监测模块根据所述血氧饱和度变化指数和所述弹性变化率判断组织的状况,包括:

所述溃疡监测模块得到血氧饱和度变化指数 $Q_1$ 和组织的弹性变化率E后,根据如下公式(12)计算组织的溃疡状况指数D:

$$D = \omega_1 Q_1 + \omega_2 E \quad \text{公式 (12);}$$

其中 $\omega_1$ 和 $\omega_2$ 为相应的权重系数,根据经验进行取值,且 $\omega_1 + \omega_2 = 1$ ;

所述溃疡监测模块根据所计算出的溃疡状况指数D判断组织的状况,具体判断准则为:

若 $D \in 0-0.2$ ,确定受试者的组织状况正常;

若 $D \in 0.2-0.5$ ,确定病人发生早期溃疡;

若 $D \in 0.5-1.0$ ,确定病人发生严重溃疡;

所述输出模块根据所述溃疡监测模块的判断结果进行相应的输出。

2.根据权利要求1所述的监测系统,其特征在于,所述血氧测量模块包括光源和探测器,所述光源发出激发光,以对受试者的组织进行照射,所述探测器对通过组织的光进行探测。

3. 根据权利要求1-2任一项所述的系统,其特征在于,所述的血氧测量模块、弹性测量模块和处理模块的载体为智能手环、胸带或者其他可穿戴设备。

## 一种能够无线充电的组织状况监测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及组织健康监测技术领域,尤其涉及一种监测溃疡的系统。

### 背景技术

[0002] 皮肤指身体表面包在肌肉外面的组织,是人体最大的器官。主要承担着保护身体、排汗、感觉冷热和压力等功能。皮肤覆盖全身,它使体内各种组织和器官免受物理性、机械性、化学性和病原微生物性的侵袭。人和高等动物的皮肤由表皮、真皮、皮下组织三层组成。在医疗监护中,病人皮肤的完整性长期以来一直是护士和疗养院关注的问题。同时,溃疡,特别是静脉溃疡和褥疮,是最主要的,特别是对皮肤问题,特别是对住院的老年人而言。检测早期 伤口形成是一个极具挑战性和昂贵的问题。

[0003] 当考虑年龄与其它因素时,溃疡的发生率显著增加。住院患者褥疮的总体发病率范围从2.7%至29.5%,重症监护室的患者的比率大于50%,护理医院的老人有可能从溃疡的第一阶段发展到其它更高阶段。

[0004] 褥疮、溃疡还与出院后一年内死亡风险的增加相关。同样,对于住院治疗的患者而言,尤其是中老年人,静脉溃疡也可引起严重的健康问题。多达3%的人口患有腿部溃疡,而这一数字在80 岁以上的人群中甚至为20%或更多。一旦患者受到静脉性溃疡的折磨,伤口再发的可能性也非常高。

[0005] 静脉、皮肤溃疡,尤其是压力性静脉溃疡的高成本和发病率,加上治疗的难度,增加了患者引发其它疾病或者死亡的风险,因此,亟需一种可以连续监测和预防溃疡的装置,可以在发病早期提供预警,以提醒患者和护理者及时采取措施。

### 发明内容

[0006] 本发明的一种能够无线充电的组织状况监测系统,包括:血氧测量模块,其测量受试者的血氧信号;弹性测量模块,其测量受试者的组织弹性信号;无线充电模块,用于给所述监控系统的电池进行无线充电,所述无线充电模块包括多个谐振线圈;处理模块,其对受试者的血氧信号和组织弹性信号进行处理,以对受试者的组织状况进行估计,并进行输出;所述组织状况包括溃疡、褥疮至少之一。

[0007] 所述电池给所述处理模块、血氧测量模块、弹性测量模块进行供电,该监控系统还包括电池剩余电量测量模块,用于对电池进行剩余电量测量,当剩余电量过低时,进行电量不足提示,并启动所述无线充电模块搜寻无线电磁波,如果搜索到无线电磁波,则对电池进行无线充电。

[0008] 进一步地,本发明的血氧测量模块包括光源和探测器,所述光源发出激发光,以对受试者的组织进行照射,所述探测器对通过组织的光进行探测。

[0009] 进一步地,所述弹性测量模块包括压力传感器和位移传感器;所述压力传感器检测施加到组织的力,所述位移传感器检测由于施加所述力而引起的组织位移。

[0010] 进一步地,所述处理模块包括血氧饱和度值计算模块、血氧异常判断模块、组织弹

性计算模块、弹性变化计算模块、溃疡监测模块以及输出模块；其中，所述血氧饱和度值计算模块根据血氧测量模块测量得到的血氧信号计算待测组织的血氧饱和度值；所述血氧异常判断模块根据血氧饱和度值和基准血氧饱和度值计算血氧饱和度变化指数；所述组织弹性计算模块计算组织的弹性系数，所述弹性变化计算模块计算组织的弹性变化率，所述的溃疡监测模块根据所述血氧饱和度变化指数和所述弹性变化率判断组织的状况，所述输出模块进行输出组织的状况并在必要时进行报警。

[0011] 进一步地，所述血氧饱和度值计算模块计算血氧的饱和度值的过程包括：

[0012] 使用公式(1)计算组织的吸光度A：

$$[0013] \quad A = -\log_{10} R = \log_{10} \frac{1}{R} \quad \text{公式(1)};$$

[0014] 其中， $R = \frac{I_r}{I_0}$ ，R为组织的绝对反射系数， $I_r$ 表示组织的反射光强度， $I_0$ 表示照射

到组织的入射光强度，根据朗伯-比尔定律，待测成分的浓度和反射性之间的关系可以进一步表示为：

$$[0015] \quad A = \log_{10} \frac{1}{R} = aC \quad \text{公式(2)};$$

[0016] 其中C代表组织发光团的浓度，a为组织的比例常数，取决于组织。

[0017] 设光源发射的入射光波长为 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ ，则在两种波长下的吸光度可以表示为：

$$[0018] \quad A^{\lambda_1} = (\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1} C(O_2Hb) + \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} C(HHb))L \quad \text{公式(3)};$$

$$[0019] \quad A^{\lambda_2} = (\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2} C(O_2Hb) + \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} C(HHb))L \quad \text{公式(4)};$$

[0020] 求解上述方程，可以得到氧合血红蛋白的浓度值 $C(O_2Hb)$ 和脱氧血红蛋白的浓度值 $C(HHb)$ ，具体如下：

$$[0021] \quad C(O_2Hb) = \frac{A^{\lambda_2} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} - A^{\lambda_1} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}}{(\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2} - \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1})L} \quad \text{公式(5)};$$

$$[0022] \quad C(HHb) = \frac{A^{\lambda_1} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} - A^{\lambda_2} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1}}{(\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2} - \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1})L} \quad \text{公式(6)};$$

[0023] 其中 $A^{\lambda_1}$ 为在波长为 $\lambda_1$ 时组织的吸光度； $A^{\lambda_2}$ 为在波长为 $\lambda_2$ 时组织的吸吸光度；L为波长发射器与波长探测器之间的距离； $\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1}$ 和 $\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1}$ 分别表示波长为 $\lambda_1$ 时血红蛋白和脱氧血红蛋白的散射系数； $\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2}$ 和 $\varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}$ 分别表示波长为 $\lambda_2$ 时血红蛋白和脱氧血红蛋白的散射系数；

[0024] 血氧饱和度 $S_pO_2$ 定义为氧合血红蛋白的浓度与总的血红蛋白浓度(氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白的浓度之和)之间的比值，具体表示为：

[0025] 
$$S_pO_2 = \frac{C(O_2Hb)}{C(O_2Hb) + C(HHb)}$$
 公式(7);

[0026] 用百分比来表示组织的血氧饱和度值,进一步表示为:

[0027] 
$$\%S_pO_2 = \frac{A^{\lambda_2} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} - A^{\lambda_1} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}}{(A^{\lambda_2} (\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} - \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1}) + A^{\lambda_1} (\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1} - \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}))} * 100\%$$
 公式(8)。

[0028] 所述血氧异常判断模块根据血氧饱和度值和基准血氧饱和度值计算血氧饱和度变化指数,具体为:

[0029] 
$$Q_1 = \left| \frac{\%S_pO_2 - (\%S_pO_2)'}{(\%S_pO_2)'} \right|$$
 公式(9);

[0030]  $Q_1$ 表示血氧饱和度变化指数,其中 $\%S_pO_2$ 为通过上述公式(8)计算得到的受试者实时血氧饱和度值, $(\%S_pO_2)'$ 为血氧异常判断模块存储的受试者基准血氧饱和度值。

[0031] 进一步地,本发明的所述组织弹性计算模块计算组织的弹性系数具体为:

[0032] 假定组织是均匀组织,根据胡克定律,则

[0033]  $F = -kx$  公式(10);

[0034] 通过上述公式(10),在已知F和x的情况下,可以得到k,其中F为由所述压力传感器检测到的压力信号,x为所述位移传感器测量到的位移信号;k为表征组织弹性的组织弹性系数。

[0035] 进一步地,所述弹性变化计算模块计算组织的弹性变化率具体为:

[0036] 所述弹性变化计算模块根据所述组织弹性计算模块计算得到的组织弹性系数k,以及预存的组织正常情况下的弹性系数k',通过公式(11),得到组织的弹性变化率:

[0037] 
$$E = \left| \frac{k - k'}{k} \right|$$
 公式(11)。

[0038] 进一步地,所述的溃疡监测模块根据所述血氧饱和度变化指数和所述弹性变化率判断组织的状况,包括:

[0039] 所述溃疡监测模块得到血氧饱和度变化指数 $Q_1$ 和组织的弹性变化率后,根据如下公式(12)计算组织的溃疡状况指数:

[0040]  $D = \omega_1 Q_1 + \omega_2 E$  公式(12);

[0041] 其中 $\omega_1$ 和 $\omega_2$ 为相应的权重系数,根据经验进行取值,且 $\omega_1 + \omega_2 = 1$ ;

[0042] 所述溃疡监测模块根据所计算出的溃疡状况指数判断组织的状况,具体判断准则为:

[0043] 若 $D \in 0-0.2$ ,确定受试者的组织状况正常;

[0044] 若 $D \in 0.2-0.5$ ,确定病人发生早期溃疡;

[0045] 若 $D \in 0.5-1.0$ ,确定病人发生严重溃疡;

[0046] 所述输出模块根据所述溃疡检测模块的判断结果进行相应的输出。

[0047] 本发明将血氧信号和组织的弹性信号作为用于监测组织的状况,比如溃疡、褥疮、发炎等的指标,通过数据拟合确定两种信号在监测中所占据的权重,使得本发明的系统可

以准确的估计组织的溃疡等状况,并且将装置设置成比如手环、胸带等便于携带的装置,可以在准确判断组织状况的前提下,连续的进行监测。

[0048] 通过连续监测血氧饱和度和组织弹性的变化,可以在早期发现和预防溃疡,降低了患者引发其它疾病或者死亡的风险,有效改善和减轻了护理人员的负担,降低了医疗成本,同时佩戴者,比如卧床患者、糖尿病足患者等,可以实时监测自身数据,及时寻求帮助,防止恶化。

#### 附图说明

[0049] 图1为本发明的系统结构图;

[0050] 图2为本发明的血氧测量模块的示意图;

[0051] 图3为本发明的组织受到压力时的弹性力学示意图;

[0052] 图4为本发明的方法流程图。

#### 具体实施方式

[0053] 参照图1,用于溃疡监测的系统包括:血氧测量模块1、弹性测量模块2以及处理模块3。血氧测量模块1包括光源模块11和探测器12,其中光源模块11为可以使组织产生血氧灌注的光源,如一个或多个LED,或激光二极管照射器等,能够发射红光和红外光;探测器12为光电探测器,比如光电二极管、光电三极管探测器等,其能够检测组织(皮肤)受到光源照射后产生的信号;弹性模块2包括压力传感器和位移传感器,压力传感器用于检测向组织(皮肤)施加的压力,位移传感器用于检测组织在压力作用下的位移,其可以为霍尔传感器或加速度传感器等;血氧测量模块1和弹性测量模块2测量到的数据发送到处理模块3进行处理,处理模块3包括血氧饱和度值计算模块31、血氧异常判断模块32、组织弹性计算模块34、弹性变化计算模块35、溃疡监测模块36以及输出模块37。

[0054] 无线充电模块,用于给所述监控系统的电池进行无线充电,所述无线充电模块包括多个谐振线圈;

[0055] 所述电池给所述处理模块、血氧测量模块、弹性测量模块进行供电,该监控系统还包括电池剩余电量测量模块,用于对电池进行剩余电量测量,当剩余电量过低时,进行电量不足提示,并启动所述无线充电模块搜寻无线电磁波,如果搜索到无线电磁波,则对电池进行无线充电(图中未示出)。在所述探测器外侧与所述无线充电线圈外侧设置屏蔽层,放置探测器与无线充电线圈之间相互进行干扰。

[0056] 溃疡是皮肤或黏膜表面组织的局限性缺损、溃烂,其表面常覆盖有脓液、坏死组织或痂皮。溃疡患者,尤其是动脉缺血患者,可能经历三个阶段的临床发展:局部缺血期、营养障碍期和坏疽期,病变导致肢体末端或者皮肤表面严重缺血,因此,溃疡患者的血氧饱和度与正常人群存在差异。当组织出现溃疡时,其周围组织的弹性也会相应受到影响。因此,为了可以在发病早期就监测出上述变异,选择血氧饱和度值和组织弹性值作为综合监测指标来进行早期预警监测。

[0057] 光源11交替发射红光和红外光,经过组织的反射或投射后,被探测器12接收,将光信号转换为电信号后,然后探测器12将信号发送给处理模块3的血氧饱和度值计算模块31进行处理,血氧饱和度值计算31根据血红蛋白和脱氧血红蛋白对红光和红外光的吸收系数

不同,利用朗伯-比尔定律计算出血氧饱和度值,本发明采用了改进的朗伯-比尔定律计算血氧饱和度,具体如下:

[0058] 使用公式(1)计算组织的吸光度A:

$$[0059] \quad A = -\log_{10} R = \log_{10} \frac{1}{R} \quad \text{公式(1);}$$

[0060] 其中,  $R = \frac{I_r}{I_0}$ , R为组织的绝对反射系数,  $I_r$ 表示组织的反射光强度,  $I_0$ 照射到组织的入射光强度,根据比尔定律,浓度和反射性之间的关系可以进一步表示为:

$$[0061] \quad A = \log_{10} \frac{1}{R} = aC \quad \text{公式(2);}$$

[0062] 其中C代表组织发光团的浓度,a为组织的比例常数,取决于组织。

[0063] 设光源发射的入射波长为 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ ,则在两种波长下的吸收性系数可以表示为:

$$[0064] \quad A^{\lambda_1} = (\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1} C(O_2Hb) + \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} C(HHb))L \quad \text{公式(3);}$$

$$[0065] \quad A^{\lambda_2} = (\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2} C(O_2Hb) + \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} C(HHb))L \quad \text{公式(4);}$$

[0066] 求解上述方程,可以得到氧合血红蛋白的浓度值 $C(O_2Hb)$ 和脱氧血红蛋白的浓度值 $C(HHb)$ ,具体如下:

$$[0067] \quad C(O_2Hb) = \frac{A^{\lambda_2} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} - A^{\lambda_1} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}}{(\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2} - \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1})L} \quad \text{公式(5);}$$

$$[0068] \quad C(HHb) = \frac{A^{\lambda_1} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} - A^{\lambda_2} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1}}{(\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2} - \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2} \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1})L} \quad \text{公式(6);}$$

[0069] 其中 $A^{\lambda_1}$ 为在波长为 $\lambda_1$ 时组织的吸光度; $A^{\lambda_2}$ 为在波长为 $\lambda_2$ 时组织的吸光度;L为波长发射器与波长探测器之间的距离; $\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1}$ 和 $\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1}$ 分别表示波长为 $\lambda_1$ 时血红蛋白和脱氧血红蛋白的散射系数; $\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_2}$ 和 $\varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}$ 分别表示波长为 $\lambda_2$ 时血红蛋白和脱氧血红蛋白的散射系数。

[0070] 血氧饱和度定义为氧合血红蛋白的浓度与总的血红蛋白浓度(氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白的浓度之和)之间的比值,具体表示为:

$$[0071] \quad S_pO_2 = \frac{C(O_2Hb)}{C(O_2Hb) + C(HHb)} \quad \text{公式(7);}$$

[0072] 组织的血氧饱和度值通常用%来表示,因此,可以表示为:

$$[0073] \quad \%S_pO_2 = \frac{A^{\lambda_2} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} - A^{\lambda_1} \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}}{(A^{\lambda_2} (\varepsilon_{HHb}^{\lambda_1} - \varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1}) + A^{\lambda_1} (\varepsilon_{O_2Hb}^{\lambda_1} - \varepsilon_{HHb}^{\lambda_2}))} * 100\% \quad \text{公式(8);}$$

[0074] 本申请中优选 $\lambda_1$ 为660nm, $\lambda_2$ 为880nm。

[0075] 血氧饱和度值计算模块31在计算出血氧饱和度值之后,将信号传送给血氧异常判断模块32进行判断,血氧异常判断模块32存储有基准血氧饱和度值,该基准血氧饱和度值可以从医学数据库获取的人群正常平均值,或者是受试者的历史需要饱和度值,血氧异常判断模块32通过判断,得到血氧饱和度变化指数Q1,血氧饱和度变化指数Q1为归一化的血氧的指数,其具体计算为:

$$[0076] \quad Q_1 = \left| \frac{\%S_pO_2 - (\%S_pO_2)'}{(\%S_pO_2)'} \right|, \quad \text{公式(9);}$$

[0077] 其中 $\%S_pO_2$ 为进行实时测量,通过上述公式(8)计算得到的受试者实时血氧饱和度值, $(\%S_pO_2)'$ 为血氧异常判断模块32存储的受试者基准血氧饱和度值。

[0078] 弹性测量模块2包括压力传感器,其测量施加到组织(皮肤)表面的压力,位移传感器测量组织在压力作用下的位移变化量,然后将压力信号和位移量信号传送给组织弹性计算模块34,由组织弹性计算模块34计算组织的弹性。

[0079] 人体的组织,尤其是皮肤,是一个复杂的介质,其包括了表皮层、真皮层和皮下组织等结构,其实一个非均匀组织,此处,为了从宏观上定量组织的弹性,我们假定组织是均匀组织,如图3所示,为组织受到压力时的等效示意图,则根据胡克定律,有

$$[0080] \quad F = -kx \quad \text{公式(10);}$$

[0081] 组织弹性计算模块34得到压力信号F和位移传感器发送的位移信号x,可以确定组织的弹性系数k,由此可以得到表征组织弹性的组织弹性系数k。

[0082] 弹性变化计算模块35根据组织弹性计算模块34计算得到的组织弹性系数k,以及预存的组织正常情况下的弹性系数k',得到组织的弹性变化率,具体为:

$$[0083] \quad E = \left| \frac{k - k'}{k} \right| \quad \text{公式(11)。$$

[0084] 血氧异常判断模块32和弹性变化计算模块35得到的数据传送给溃疡监测模块36,溃疡监测模块36根据血氧饱和度变化指数Q1和组织的弹性变化率,得到人体的组织状况,比如是否患有溃疡等,以及患有溃疡的风险等,并且通过输出模块37进行输出显示,输出模块37可以为显示屏进行显示,也可以为报警模块等,当溃疡监测模块36监测病人发生早期溃疡状态时,报警模块提醒受试者及时就诊或者医护人员采取相应的措施。

[0085] 溃疡监测模块36判断组织是否患有溃疡的具体过程为:

[0086] 溃疡监测模块36得到血氧饱和度变化指数Q1和组织的弹性变化率后,根据如下公式计算组织的溃疡状况指数:

$$[0087] \quad D = \omega_1 Q_1 + \omega_2 E \quad \text{公式(12);}$$

[0088] 其中 $\omega_1$ 和 $\omega_2$ 为权重系数,根据经验进行取值,且 $\omega_1 + \omega_2 = 1$ 。本发明人发现,当 $\omega_1$ 取0.35, $\omega_2$ 取0.65时,由该装置监测得到的结果与实际结果吻合度较高。

[0089] 当溃疡监测模块36计算得到的D在0-0.2之间时,确定受试者的近似正常;D在0.2-0.5之间时,确定病人发生早期溃疡,输出模块输出该结果并输出早期风险的报警信

号,比如蜂鸣;D在0.5以上时,确定病人的溃疡必须迅速采取措施,输出模块37输出该监测信号,并输出急促而尖锐的蜂鸣报警和灯光闪烁等。

[0090] 本申请还涉及监测溃疡的方法,如图4所示,具体为:

[0091] 血氧测量模块1连续测量受试者的血氧信号;

[0092] 弹性测量模块2连续测量受试者的组织弹性信号;

[0093] 处理模块3对上述血氧信号和组织弹性信号进行处理,得到受试者的溃疡的状况,并进行输出。

[0094] 血氧测量模块1、弹性测量模块2以及处理模块3可以为独立的部件,分处在不同的地点,也可以集成为一个装置,使用同一个载体,比如可以结构为手环、腰带、胸带、穿戴衣服、或者床旁监测器等,供日常或医院使用,进行连续的监测,在所述载体上,可以设置至少一个无线充电线圈,进行无线谐振充电,同时,在所述探测器外侧与所述无线充电线圈外侧设置屏蔽层,放置探测器与无线充电线圈之间相互进行干扰。

[0095] 本发明通过将血氧饱和度和组织的弹性作为组织溃疡的监测指标,通过连续监测血氧饱和度和组织弹性的变化,可以在早期发现和预防溃疡,降低了患者引发其它疾病或者死亡的风险,有效改善和减轻了护理人员的负担,降低了医疗成本,为了能够进行连续的监测,设置电量预警和无线充电,在电量过低时,进行电量预警,同时启动无线充电信号搜寻,以及时补充电能,为连续进行监测组织状况做好准备,无需用户将载体取下。

[0096] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

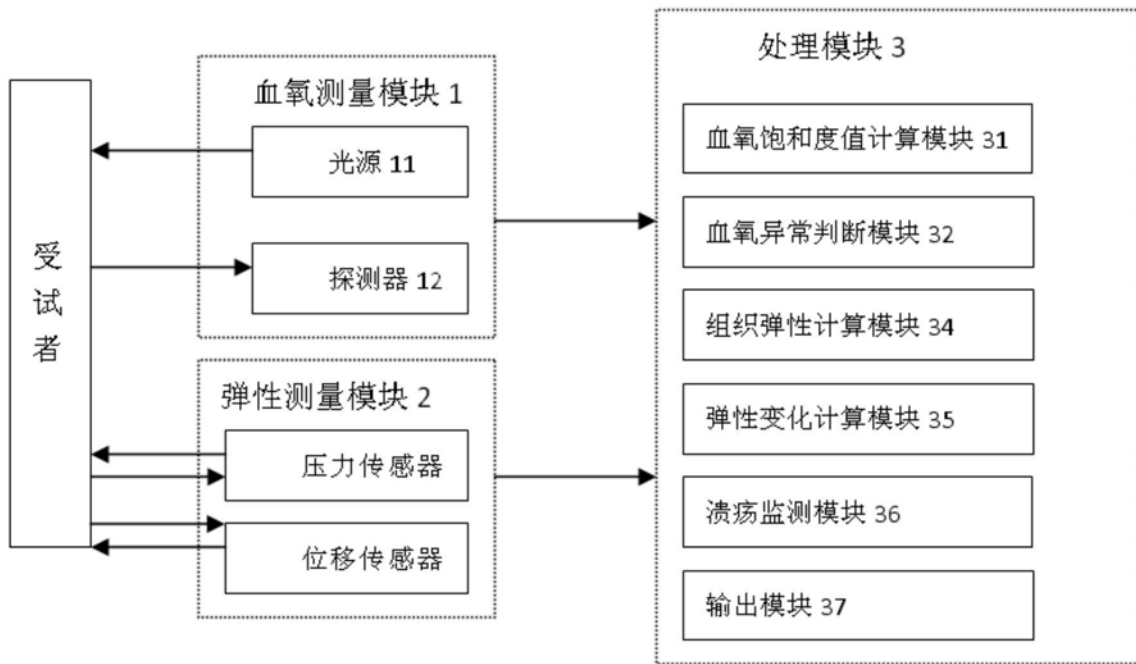


图1

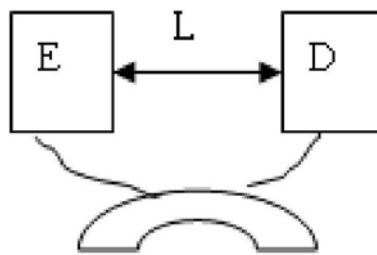


图2

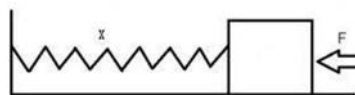


图3

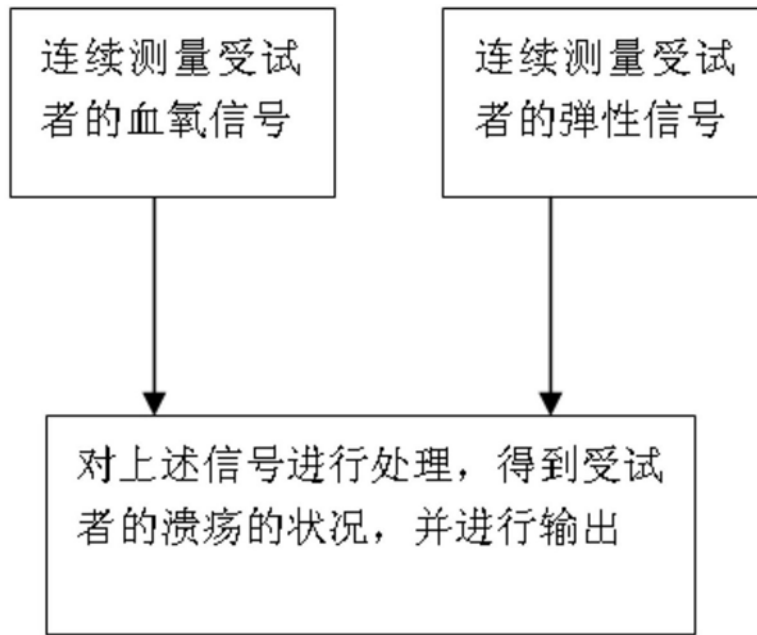


图4