



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105628481 B

(45)授权公告日 2018.05.29

(21)申请号 201510883105.0

(22)申请日 2015.12.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105628481 A

(43)申请公布日 2016.06.01

(73)专利权人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 张武明 王颖哲 熊先胤 邓鸿超

(74)专利代理机构 杭州杭诚专利事务所有限公司 33109

代理人 王江成 卢金元

(51)Int.Cl.

G01N 1/38(2006.01)

G01N 21/01(2006.01)

G01N 21/359(2014.01)

G01N 21/3577(2014.01)

(56)对比文件

US 5931779 A,1999.08.03,

JP 特开平11-19074 A,1999.01.26,

WO 99/43255 A1,1999.09.02,

CN 105203586 A,2015.12.30,

WO 01/84107 A2,2001.11.08,

US 6560546 B1,2003.05.06,

JP 特开2004-150984 A,2004.05.27,

US 2012/0271129 A1,2012.10.25,

EP 2708180 A1,2014.03.19,

CN 1540314 A,2004.10.27,

CN 1544947 A,2004.11.10,

CN 1544919 A,2004.11.10,

CN 2742921 Y,2005.11.30,

CN 1864629 A,2006.11.22,

刘睿.基于近红外光的血氧浓度测量.《中国优秀硕士学位论文全文数据库医药卫生科技辑》.2009,(第02期),全文. (续)

审查员 刘俊

权利要求书2页 说明书6页 附图3页

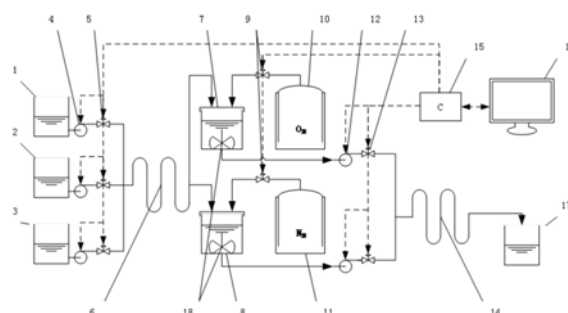
(54)发明名称

一种组织氧检测仪校准标准液配置装置及校准方法

(57)摘要

本发明公开了一种组织氧检测仪校准标准液配置装置及校准方法,以正常人全血、脂肪乳及磷酸缓冲液为原料,按照不同需求自动配比成液体模型。液体模型一部分被输送至纯氧环境进行氧合,另一部分被输送至纯氮环境进行脱氧,一段时间后得到完全氧合和完全脱氧的液体模型。完全氧合和完全脱氧的液体模型按比例自动混合成0-100%的不同氧饱和度的液体模型输出,用待校准的组织氧检测仪测定其血氧饱和度,从而得到该组织氧检测仪的校准直线。本装

置具有能模拟多种组织的光学吸收和散射特性、准确度高、模拟范围广、自动化程度高、校准过程简便的优点。本方案适用于对组织氧检测仪的校准。



[转续页]

[接上页]

**(56)对比文件**

Jen-Chung Chien.et al.Cerebral Oxygenation During Hypoxia and Resuscitation by Using Near-infrared Spectroscopy in Newborn Piglets.《Original Article》.2007,第70卷(第2期),第47-55页.

Scott L. Davis.et al.Skin blood flow influences near-infrared spectroscopy-derived measurements of tissue oxygenation during heat stress.《J. Appl Physiol》.2005,第100卷第221-224页.

Jan Laufer.et al.In vitro measurements of absolute blood oxygen saturation using pulsed near-infrared photoacoustic spectroscopy: accuracy and resolution.《PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY》.2005,第50卷第4409-4428页.

Wuming Zhang.et al.Improving the efficiency of evolutionary de novo

peptide design: Strategies for probing configuration and parameter settings.《ScienceDirect》.2007,第88卷(第1-2期),第35-55页.

Eiji Yamada.et al.Vastus lateralis oxygenation and blood volume measured near-infrared spectroscopy during whole body vibration.《Clin Physiol Funct Imaging》.2005,第25卷第203-208页.

腾轶超等.近红外空间分辨光谱技术及其在脑氧无损检测中的应用.《中国博士学位论文全文数据库医药卫生科技辑》.2008,(第9期),全文.

赵军等.生物组织光学参数的校准模型及测量.《电子.激光》.2005,第16卷(第4期),第496-500页.

腾轶超等.无损检测组织氧饱和度的近红外光学传感器的优化设计研究.《光谱学与光谱分析》.2008,第28卷(第4期),第953-957页.

1. 一种组织氧检测仪校准标准液配置装置,其特征在于,包括全血进料容器、脂肪乳进料容器、缓冲液进料容器、原料U型混合通道、氧合容器、脱氧容器、高压氧气瓶、高压氮气瓶、出料U型混合通道、出料液容器、三个进料定量泵、三个进料电磁阀、两个进气阀、两个出料定量泵和两个出料电磁阀,全血进料容器通过第一进料定量泵连接第一进料电磁阀的入口,脂肪乳进料容器通过第二进料定量泵连接第二进料电磁阀的入口,缓冲液进料容器通过第三进料定量泵连接第三进料电磁阀的入口,第一进料电磁阀的出口、第二进料电磁阀的出口和第三进料电磁阀的出口都连接到原料U型混合通道的入口,原料U型混合通道的出口连接到氧合容器的第一入口和脱氧容器的第一入口,高压氧气瓶的出口通过第一进气阀连接到氧合容器的第二入口,高压氮气瓶的出口通过第二进气阀连接到脱氧容器的第二入口,氧合容器的出口通过第一出料定量泵连接第一出料电磁阀的入口,脱氧容器的出口通过第二出料定量泵连接第二出料电磁阀的入口,第一出料电磁阀的出口和第二出料电磁阀的出口都连接到出料U型混合通道的入口,出料U型混合通道的出口连接出料液容器。

2. 根据权利要求1所述的一种组织氧检测仪校准标准液配置装置,其特征在于,还包括控制器和计算机,所述三个进料定量泵、三个进料电磁阀、两个进气阀、两个出料定量泵和两个出料电磁阀都与控制器连接,所述控制器连接计算机。

3. 根据权利要求1或2所述的一种组织氧检测仪校准标准液配置装置,其特征在于,所述氧合容器和脱氧容器都为密封容器,氧合容器和脱氧容器顶部都设有一个呼吸阀,氧合容器和脱氧容器内部都设有磁力搅拌器。

4. 根据权利要求1或2所述的一种组织氧检测仪校准标准液配置装置,其特征在于,所述进料定量泵和出料定量泵都为精密蠕动泵。

5. 根据权利要求3所述的一种组织氧检测仪校准标准液配置装置,其特征在于,所述进料电磁阀和出料电磁阀都为带止回功能的电磁阀。

6. 根据权利要求1所述的一种组织氧检测仪校准标准液配置装置,其特征在于,所述进气阀为医用电磁阀。

7. 一种组织氧检测仪校准方法,其特征在于,包括以下步骤:

S01、进料:将吸收介质、散射介质和缓冲液分别加入到三个进料容器中,设置三种原料的配比以及一次实验所需的液体模型总量,设置每次出液量以及液体模型血氧饱和度间隔梯度;控制器打开进料电磁阀并控制进料定量泵工作,进料定量泵依据配比将三种原料泵送到原料U型混合通道中混合,混合后的液料分别进入到氧合容器和脱氧容器中,进料结束后控制器关闭进料电磁阀以及进料定量泵;

S02、氧合/脱氧:控制器打开第一进气阀和第二进气阀,高压氧气瓶向氧合容器中通入氧气,高压氮气瓶向脱氧容器中通入氮气,同时氧合容器和脱氧容器中的磁力搅拌器转动搅拌液料,持续10-90分钟,然后控制器关闭第一进气阀和第二进气阀,静置5-10分钟;

S03、出料:控制器打开第一出料电磁阀和第二出料电磁阀并控制第一出料定量泵和第二出料定量泵泵送的出料量,第一出料定量泵和第二出料定量泵分别泵送氧合后的液料和脱氧后的液料进入出料U型混合通道进行混合,混合后的液料送入出料容器中;调整第一出料定量泵和第二出料定量泵泵送的出料量并重复前述泵送液料混合的过程若干次,得到若干份稳定氧合状态下的不同实际氧饱和度 $dO_2$ 的定标标准液;

S04、校准:使用待校准的组织氧检测仪检测标准液得到若干个检测氧饱和度 $cO_2$ ,对所

有实际氧饱和度 $dO_2$ 和检测氧饱和度 $cO_2$ 进行直线拟合,得到被校准的组织氧检测仪的校准直线,根据校准直线就出拟合的线性度 $R$ ,依据校准直线和线性度 $R$ 对待校准的组织氧检测仪校准;

所述吸收介质为全血,散射介质为脂肪乳,缓冲液为 $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 和 $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ 混合溶液,每1000ml缓冲液中溶有20g $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 以及2.9g $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ ,其余为去离子蒸馏水。

8.根据权利要求7所述的一种组织氧检测仪校准方法,其特征在于,所述液体模型血氧饱和度间隔梯度在5-20个百分点之间。

## 一种组织氧检测仪校准标准液配置装置及校准方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及设备校准领域,尤其是涉及一种组织氧检测仪校准标准液配置装置及校准方法。

### 背景技术

[0002] 用近红外光谱(near infrared spectroscopy,NIRS)方法实现人体组织氧合状态的无损、实时、连续、定量检测是生物医学光学领域中的一重要技术,并且仍是当前该领域的研究热点。

[0003] 组织氧检测仪即用于检测组织氧合状态的设备,为了确保检测结果的准确度,需要定期对组织氧检测仪进行校准。

[0004] 中华人民共和国国家知识产权局于2006年11月22日公开了名称为《用血气分析仪校准组织氧检测仪的方法》的专利文献(公开号:CN1864629A),其以适量的正常人全血、脂肪乳、 $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 和 $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ 为主配置液体模型,以连二亚硫酸钠为还原剂,在该液体模型中分批次加入该还原剂,得到多个呈阶梯状下降且稳定的氧饱和度状态,分别用血气分析仪和待校准的组织氧检测仪测定其氧饱和度,从而得到的拟合直线即为该组织氧检测仪的校准直线。此方案借助了血气分析仪来获取校准直线,对血气分析仪的精度要求较高,如果血气分析仪有偏差则结果必然会不准确,并且配置液体模型的过程需要较多的人工参与,操作繁琐且精度难以得到保证。

### 发明内容

[0005] 本发明主要是解决现有技术所存在的配置过程较为繁琐、对血气分析仪要求较高的技术问题,提供一种可以自动配置不同氧饱和度的液体模型、精度高、速度快的组织氧检测仪校准标准液配置装置,同时提供一种不需要借助血气分析仪即可完成校准、检测结果准确度高的组织氧检测仪校准方法。

[0006] 本发明针对上述技术问题主要是通过下述技术方案得以解决的:一种组织氧检测仪校准标准液配置装置,包括全血进料容器、脂肪乳进料容器、缓冲液进料容器、原料U型混合通道、氧合容器、脱氧容器、高压氧气瓶、高压氮气瓶、出料U型混合通道、出料液容器、三个进料定量泵、三个进料电磁阀、两个进气阀、两个出料定量泵和两个出料电磁阀,全血进料容器通过第一进料定量泵连接第一进料电磁阀的入口,脂肪乳进料容器通过第二进料定量泵连接第二进料电磁阀的入口,缓冲液进料容器通过第三进料定量泵连接第三进料电磁阀的入口,第一进料电磁阀的出口、第二进料电磁阀的出口和第三进料电磁阀的出口都连接到原料U型混合通道的入口,原料U型混合通道的出口连接到氧合容器的第一入口和脱氧容器的第一入口,高压氧气瓶的出口通过第一进气阀连接到氧合容器的第二入口,高压氮气瓶的出口通过第二进气阀连接到脱氧容器的第二入口,氧合容器的出口通过第一出料定量泵连接第一出料电磁阀的入口,脱氧容器的出口通过第二出料定量泵连接第二出料电磁阀的入口,第一出料电磁阀的出口和第二出料电磁阀的出口都连接到出料U型混合通道的

入口,出料U型混合通道的出口连接出料液容器。

[0007] 全血、脂肪乳和缓冲液通过进料定量泵泵送到原料U型混合通道中混合,然后分别进入到氧合容器和脱氧容器中,进气阀打开之后高压氧气瓶中的氧气进入氧合容器,高压氮气瓶中的氮气进入脱氧容器,氧合容器中的混合液与氧气充分接触直至氧饱和度达到100%,脱氧容器中的混合液脱氧直至氧饱和度为0%,然后出料定量泵泵送不同比例的氧合容器和脱氧容器中的混合液到出料U型混合通道中混合,得到不同氧饱和度的标准液,用于校准组织氧检测仪。

[0008] 本装置不会改变液体模型的光学吸收和散射特性,能够得到一系列氧饱和度呈“阶梯”状下降的稳定氧合状态的氧饱和度定标标准液,有利于提高校准精度。同时,本装置为一体化的自动化装置,使用方便,仅需要输入几个参数即可等待装置完成出料,这使得整个校准过程容易控制,简单易行。

[0009] 作为优选,组织氧检测仪校准标准液配置装置还包括控制器和计算机,所述进料定量泵、进料电磁阀、进气阀、出料定量泵和出料电磁阀都与控制器连接,所述控制器连接计算机。

[0010] 操作人员通过计算机输入各项参数,计算机通过控制器控制进料定量泵、进料电磁阀、进气阀、出料定量泵和出料电磁阀的工作。计算机上的操作界面由LabVIEW软件编写而成,操作简便,人机界面友好。优选的,计算机可以连接有打印机,通过打印机打印校准报告。

[0011] 作为优选,所述氧合容器和脱氧容器都为密封容器,氧合容器和脱氧容器顶部都设有一个呼吸阀,氧合容器和脱氧容器内部都设有磁力搅拌器。

[0012] 呼吸阀保证容器密封性的同时使内外气压差保持在允许值范围内。磁力搅拌器用于搅拌混合液使混合液与氧气或氮气充分接触,加快氧合或脱氧速度。

[0013] 作为优选,所述进料定量泵和出料定量泵都为精密蠕动泵。

[0014] 作为优选,所述进料电磁阀和出料电磁阀都为带止回功能的电磁阀。

[0015] 作为优选,所述进气阀为医用电磁阀。

[0016] 一种组织氧检测仪校准方法,基于前述的校准标准液配置装置,包括以下步骤:

[0017] S01、进料:将吸收介质、散射介质和缓冲液分别加入到三个进料容器中,设置三种原料的配比以及一次实验所需的液体模型总量,设置每次出液量以及液体模型血氧饱和度间隔梯度;控制器打开进料电磁阀并控制进料定量泵工作,进料定量泵依据配比将三种原料泵送到原料U型混合通道中混合,混合后的液料分别进入到氧合容器和脱氧容器中,进料结束后控制器关闭进料电磁阀以及进料定量泵;

[0018] S02、氧合/脱氧:控制器打开第一进气阀和第二进气阀,高压氧气瓶向氧合容器中通入氧气,高压氮气瓶向脱氧容器中通入氮气,同时氧合容器和脱氧容器中的磁力搅拌器转动搅拌液料,持续10-90分钟,然后控制器关闭第一进气阀和第二进气阀,静置5-10分钟;

[0019] S03、出料:控制器打开第一出料电磁阀和第二出料电磁阀并控制第一出料定量泵和第二出料定量泵泵送的出料量,第一出料定量泵和第二出料定量泵分别泵送氧合后的液料和脱氧后的液料进入出料U型混合通道进行混合,混合后的液料送入出料容器中;调整第一出料定量泵和第二出料定量泵泵送的出料量并重复前述泵送液料混合的过程若干次,得到若干份稳定氧合状态下的不同实际氧饱和度 $dO_2$ 的定标标准液;

[0020] S04、校准：使用待校准的组织氧检测仪检测标准液得到若干个检测氧饱和度 $cO_2$ ，对所有实际氧饱和度 $dO_2$ 和检测氧饱和度 $cO_2$ 进行直线拟合，得到被校准的组织氧检测仪的校准直线，根据校准直线就出拟合的线性度R，依据校准直线和线性度R对待校准的组织氧检测仪校准。

[0021] 优选的，氧合时间和脱氧时间为60-90分钟。

[0022] 作为优选，所述吸收介质为全血，散射介质为脂肪乳，缓冲液为 $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 和 $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ 混合溶液，每1000ml缓冲液中溶有20g  $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 以及2.9g $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ 。

[0023] 作为优选，所述液体模型血氧饱和度间隔梯度在5-20个百分点之间。

[0024] 本发明基于血氧饱和度的离体定标系统，通过建立与人体组织光学特性相近的液体模型替代人体组织。在校准组织氧检测仪时，利用一套一体化的自动化装置，完成包括液体模型进料、液体模型氧合/脱氧、液体模型出料的全过程，得到一系列血氧饱和度梯度的定标标准液，以标准液为基准来校准组织氧检测仪，不需要额外的检测设备，将外部干扰降到最低。

[0025] 本发明带来的实质性效果是，具有能模拟多种组织的光学吸收和散射特性、准确度高、模拟范围广、自动化程度高、校准过程简便的优点。

## 附图说明

[0026] 图1是本发明的一种组织氧检测仪校准标准液配置装置结构示意图；

[0027] 图2是本发明的一种校准流程图；

[0028] 图3根据本发明所述的装置及方法得到的一次校准实验的结果；

[0029] 图中：1.全血进料容器；2.脂肪乳进料容器；3.缓冲液进料容器；4.进料定量泵；5.进料电磁阀；6.原料u型混合通道；7.氧合容器；8.脱氧容器；9.气体进气阀；10.高压氧气瓶；11.高压氮气瓶；12.出料定量泵；13.出料电磁阀；14.出料u型混合通道；15.控制器；16.计算机；17.出料液容器；18.磁力搅拌器。

## 具体实施方式

[0030] 下面通过实施例，并结合附图，对本发明的技术方案作进一步具体的说明。

[0031] 实施例：本实施例的一种组织氧检测仪校准标准液配置装置，如图1所示，包括全血进料容器1、脂肪乳进料容器2、缓冲液进料容器3、进料定量泵4、进料电磁阀5、原料U型混合通道6、氧合容器7、脱氧容器8、进气阀9、高压氧气瓶10、高压氮气瓶11、出料定量泵12、出料电磁阀13、出料U型混合通道14、控制器15、计算机16、出料液容器17和磁力搅拌器18。

[0032] 3个进料容器分别连接管路，3条管路分别经过1个进料定量泵和1个进料电磁阀汇合成一条管路，再经过原料U型混合通道，分支成两条管路，分别连接氧合容器和脱氧容器。高压氧气瓶经过一个进气阀与氧合容器连通。高压氮气瓶经过一个进气阀与脱氧容器连通。氧合容器和脱氧容器底部分别连接管路，经过一个出料定量泵和一个出料电磁阀汇合成一条管路，再经过出料U型混合通道，最后通至出液料容器。控制器通过信号线连接3个进料定量泵、3个进料电磁阀、2个进气阀、2个出料定量泵和2个出料电磁阀。

[0033] 氧合容器和脱氧容器为密封容器，顶部通过一个呼吸阀与外界连通，保证容器的密封性的同时使内外气压差保持在允许值范围内，容器内部分部放有一个聚四氟磁力搅拌

子。

[0034] 定量泵为精密蠕动泵。

[0035] 电磁阀为带止回功能的电磁阀。

[0036] 进气阀为医用电磁阀。

[0037] 原料U型混合通道和出料U型混合通道为实验室用激光在有机玻璃板上刻蚀而成。

[0038] 计算机上的操作界面由LabVIEW软件编写而成,操作简便,人机界面友好。

[0039] 计算机还与打印机连接,通过所述打印机打印所述校准报告。

[0040] 本实施例的一种组织氧检测仪校准方法,该方法依次含有以下步骤:

[0041] 步骤(1) 进料:将所需标准液原料(吸收介质—全血、散射介质—脂肪乳、缓冲液)分别加入3个进液容器中,根据待模拟的人体组织的吸收系数 $\mu_a$ 和约化散射系数 $\mu_s'$ ,在所述显示屏的控制界面设置三种原料的配比,设置一次实验所需的液体模型总量。控制器打开电磁阀以及定量泵,并根据输入数据泵送三种原料液,之后三种原料液经原料U型混合通道混合后分别进入两个容器中,进料结束后,控制系统关闭电磁阀以及定量泵;

[0042] 步骤(2) 氧合/脱氧:控制器打开两个进气阀门,分别向装有液体模型的容器中通入氧气和氮气,同时磁力搅拌器不断搅拌。根据液体模型总量等待60-90分钟,控制器关闭阀门,静置一段时间,两份液体模型分别完成脱氧与氧合;

[0043] 步骤(3) 出料:在计算机操作界面中输入每次出液量以及液体模型血氧饱和度间隔梯度,控制系统打开阀门,并根据参数控制两个定量泵泵送的液量,控制两个容器中出料量的混合比例。两份液体模型经出料U型混合通道混合后按照不同梯度依次送入出料液容器中,从而得到一系列稳定氧合状态下的不同氧饱和度 $dO_2$ 的定标标准液。

[0044] 步骤(4) 校准:每次出料结束后,在每份标准液液面上封上一层封口膜,得到0-100%氧饱和度的一系列定标标准液。使用待校准的组织氧检测仪测量标准液的氧饱和度 $cO_2$ 。将氧饱和度值 $cO_2$ 输入计算机,计算机对所述的 $dO_2$ 值和 $cO_2$ 值进行直线拟合,得到被校准的组织氧检测仪的一条校准直线,求出拟合的线性度R,生成校准报告。最后依据校准直线和线性度R对待校准的组织氧检测仪校准。

[0045] 液体模型血氧饱和度间隔梯度每次在5-20个百分点之内。

[0046] 本实施例的校准方法的测试对象是符合各个人体组织光学特性的液体模型,其中含有一定量的全血和散射介质,其在近红外波段(700-900nm)的光学吸收和散射特性接近人体组织。

[0047] 具体的实施方式如下:

[0048] (一)、选取原料液

[0049] 配置液体组织模型的原料液由正常人的全血、散射介质和缓冲液混合而成。其中正常人全血为吸收介质,脂肪乳为散射介质。缓冲液的作用是保持组织模型的pH值处于正常人血液pH值得范围内(7.35-7.45),并与血细胞等渗。缓冲液的配方如下:每1000ml缓冲液中溶有20g $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 以及2.9g $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ ,其余为去离子蒸馏水。经计算,室温下该缓冲液的pH值稳定在7.4;同时其渗透性为0.3mol/L,与人血等渗。

[0050] 表1列出了几种常用的液体组织模型的配方,以及每种模型在波长760nm、805nm和850nm(均位于近红外波段)下的吸收系数 $\mu_a$ 和约化散射系数 $\mu_s'$ 。这里的 $\mu_a$ 不但与波长有关,而且与组织模型的氧饱和度有关;而 $\mu_s'$ 基本不随波长和氧饱和度的变化而变化。下述集中



模型的 $\mu_a$ 和 $\mu_s'$ 均位于人体不同组织的 $\mu_a$ 和 $\mu_s'$ 的范围之内,实际校准时可根据待模拟的组织选择其中一种模型。

[0051] 表1几种液体组织模型的配方(总量为1000ml)

[0052]	模型编号	A	B	C	D	E
	模型配方	全血(ml)	20	30	40	50
		脂肪乳(ml)	25	25	25	25
		缓冲液(ml)	955	945	935	925
	$\mu_a$ ( $\text{cm}^{-1}$ )	波长 760nm	0.052~ 0.178	0.078~ 0.267	0.104~ 0.356	0.130~ 0.445
		波长 805nm	0.069~ 0.095	0.104~ 0.143	0.139~ 0.191	0.173~ 0.238
		波长 850nm	0.067~ 0.123	0.100~ 0.185	0.134~ 0.246	0.167~ 0.308
	$\mu_s'$ ( $\text{cm}^{-1}$ )		4.7~5.2	4.7~5.2	4.7~5.2	4.7~5.2

[0053] (二)、实验装置的操作

[0054] 将上述三种液体模型原材料取一定量分别导入装置(如图1所示)的三个进料容器中。打开操作界面,根据所需配置的模拟组织模型的光学特性输入三种原料配比以及一次实验所需的液体组织模型总量。控制系统打开电磁阀以及定量泵,并根据输入数据泵送三种原料液,之后三种原料液经u型混合导管混合后分别进入两个容器中,进料结束后,控制系统关闭止回闸阀以及定量泵。

[0055] 配比好的液体模型被泵送进氧合和脱氧容器后,控制系统打开两个进气阀门,分别向装有液体模型的容器中通入氧气和氮气,并经磁力搅拌器不断搅拌。根据液体模型总量等待60-90分钟,控制系统关闭阀门,等待静置一段时间,两份液体模型分别完成脱氧与氧合。

[0056] 两份液体模型完全氧合/脱氧之后,在计算机控制系统中输入每次出液量以及液体模型血氧饱和度间隔梯度,控制系统打开阀门,并根据参数控制泵送时间,控制两个容器中出料量的混合比例。两份液体模型经U型混合通道混合后按照不同梯度依次被泵送入出料容器中,从而得到一系列稳定氧合状态下的不同氧饱和度 $dO_2$ 的定标标准液。每次出料结束后,在每份定标标准液容器封上Parafilm封口膜。

[0057] (三)、组织氧检测仪的校正

[0058] 实验装置产生从0到100%的若干组定标标准液,使用待校准的组织氧检测仪测得氧饱和度 $cO_2$ 。将氧饱和度值 $cO_2$ 输入计算机,计算机对所述的 $dO_2$ 值和 $cO_2$ 值进行直线拟合,得到被校准的组织氧检测仪的一条校准直线,求出拟合的线性度R,生成校准报告。

[0059] 图2给出了上述(一)一(三)的流程图。

[0060] 这里以表1所述的模型C为例,详细叙述校准过程的具体步骤和结果。该模型在近红外波段的光学参数接近成人的脑组织。

[0061] 1.按照表1的要求配置在实验装置的计算机操作界面中输入三种原料的配比,分别是全血40ml,脂肪乳25ml,缓冲液935ml,选择开始进料。

[0062] 2.在氧和/脱氧完成后。在计算机操作界面输入每次出料量为3ml,标准液间隔梯度为10%。实验装置将自动配比氧饱和度 $dO_2$ 值为100%和0的两份溶液,具体配比比例可见表2。

[0063] 表2血氧饱和度定标表

目标血氧饱和度 (%)	A 溶液 (血氧饱和度 100%) ml	B 溶液 (血氧饱和度 0%) ml
0	0	3
10	0.3	2.7
20	0.6	2.4
30	0.9	2.1
40	1.2	1.8
50	1.5	1.5
60	1.8	1.2
70	2.1	0.9
80	2.4	0.6
90	2.7	0.3
100	3	0

[0064] 3. 根据步骤2重复执行3次,共得到33组样本的定标标准液,每组标准液均为3ml。用待校准的组织氧检测仪分别检测33组样本的氧饱和度 $cO_2$ 。对每组3个样本的 $cO_2$ 值进行取平均,得到从0到100%的测量平均值,如表3所示。

[0066] 表3一次校准实验的结果

序号	$dO_2$ (%)	$cO_2$ (%)
1	0	5
2	10	7
3	20	22
4	30	31
5	40	41
6	50	52
7	60	62
8	70	73
9	80	79
10	90	93
11	100	91

[0067] 4. 在操作界面将 $dO_2$ 和 $cO_2$ 输入,由计算机对 $dO_2$ 和 $cO_2$ 进行直线拟合,得到一条校准直线,如图3所示。

[0069] 校准结果满足线性度 $R>0.95$ 时,可认为待校准的组织氧检测仪测得的 $cO_2$ 足够精确。

[0070] 根据本次校准实验的校准直线, $cO_2$ 和 $dO_2$ 具有很好的线性关系( $R=0.988$ ),满足要求。这说明此次校准结果是足够准确的。

[0071] 本文中所描述的具体实施例仅仅是对本发明精神作举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

[0072] 尽管本文较多地使用了定量泵、控制器、U型混合通道等术语,但并不排除使用其它术语的可能性。使用这些术语仅仅是为了方便地描述和解释本发明的本质;把它们解释成任何一种附加的限制都是与本发明精神相违背的。

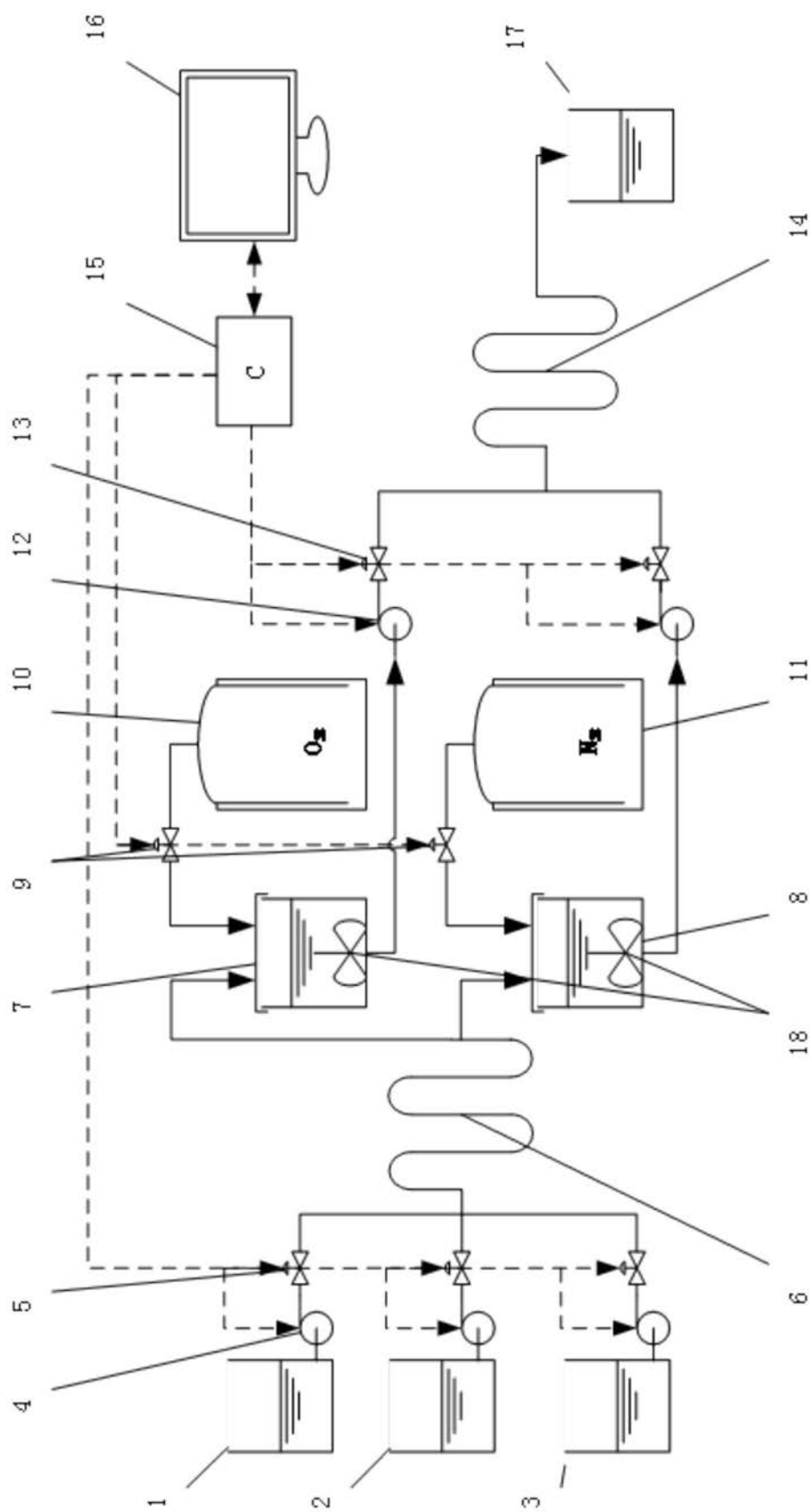


图1

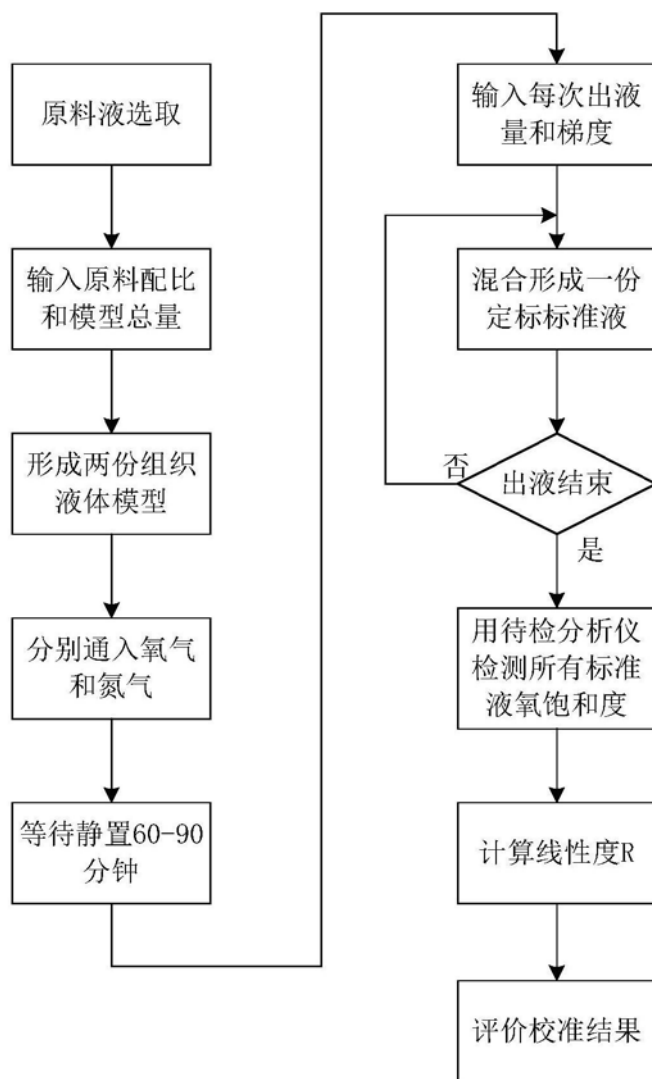


图2

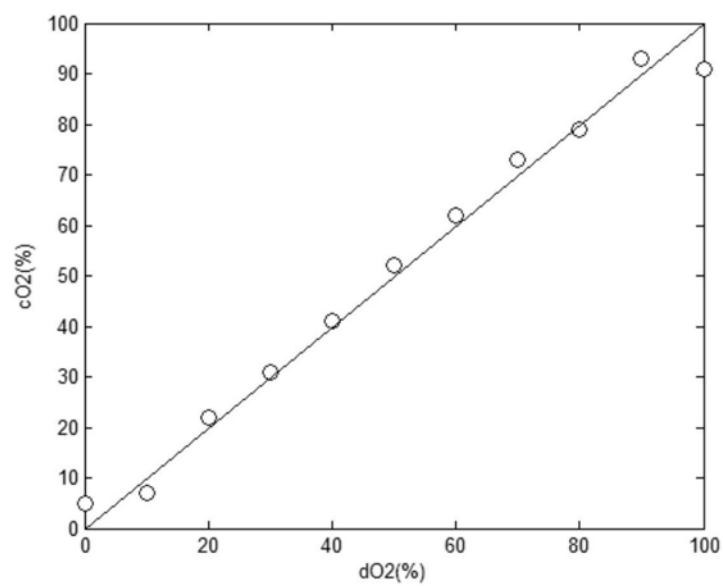


图3