



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107374584 A

(43)申请公布日 2017. 11. 24

(21)申请号 201710506023.3

(22)申请日 2017.06.28

(71)申请人 李婷

地址 430000 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 李婷 李泽斌

(74)专利代理机构 成都宏顺专利代理事务所
(普通合伙) 51227

代理人 周永宏

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/01(2006.01)

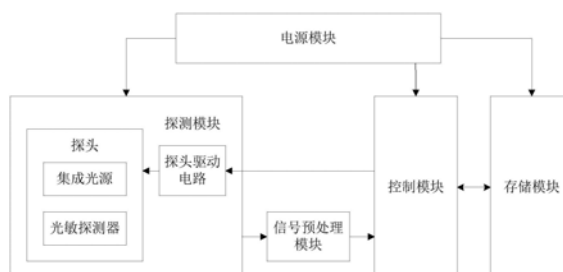
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

细胞因子风暴生理反应监测仪

(57)摘要

本发明公开了一种细胞因子风暴生理反应监测仪;其包括探测模块、信号预处理模块、控制模块、存储模块和电源模块。本发明采用近红外光谱技术通过光敏探测器将携带细胞因子风暴相关信息的光信号转化为电信号,实时监测细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度等生理参数,综合得出病患对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞因子风暴的到来、细胞因子风暴的实时强度,并在超出阈值时及时发出呼唤医生处理的预警信号,从而实现了细胞因子风暴的无创、实时、连续的监测、评估及预警,大大降低基因免疫治疗的风险。



1. 一种细胞因子风暴生理反应监测仪,其特征在于,包括:

探测模块,用于发射多组不同波长的近红外光线及接收人体组织回传的衰减变化光线并输出电信号;

信号预处理模块,用于对所述探测模块输出的电信号进行放大、滤波、模数转换处理;

控制模块,用于按照设定时序产生采样控制信号控制所述探测模块,将所述信号预处理模块预处理后的电信号转化为血液动力学参数变化值和与细胞因子风暴相关的生理病理信号,计算细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度生理参数,得到病人对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞因子风暴的到来时间、细胞因子风暴的实时强度,并在细胞因子风暴强度超出设定阈值时进行报警;

存储模块,用于存储所述控制模块计算的细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度生理参数,以及得到的病人对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞因子风暴的到来时间、细胞因子风暴的实时强度数据;

电源模块,用于为所述探测模块、信号预处理模块、控制模块及存储模块供电。

2. 如权利要求1所述的细胞因子风暴生理反应监测仪,其特征在于,所述探测模块包括探头和探头驱动电路;所述探头包括一个可激射四种近红外波长光的集成光源和分布在所述集成光源周围由多个光敏探测器构成的探测阵列。

3. 如权利要求2所述的细胞因子风暴生理反应监测仪,其特征在于,所述探头的衬底采用柔性吸光材料,所述集成光源和光敏探测器嵌入柔性材料中。

4. 如权利要求3所述的细胞因子风暴生理反应监测仪,其特征在于,所述集成光源激射的四种近红外光波长范围分别为650-750nm,750-850nm,850-900nm及900-1000nm。

5. 如权利要求1-4任一所述的细胞因子风暴生理反应监测仪,其特征在于,所述控制模块包括生理/病理指标监测单元和细胞因子风暴诊断预测单元;

所述生理/病理指标监测单元用于根据预处理后的电信号转化后的数据计算细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度生理参数;

所述细胞因子风暴诊断预测单元用于根据所述生理/病理指标监测单元的计算结果得到病人对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞因子风暴的到来时间、细胞因子风暴的实时强度,并在细胞因子风暴强度超出设定阈值时发出预警信号。

6. 如权利要求5所述的细胞因子风暴生理反应监测仪,其特征在于,所述生理/病理指标监测单元包括休克监测子单元、水肿监测子单元、深层体温监测子单元、组织纤维化监测子单元及其他指标监测子单元;

所述休克监测子单元用于根据血液动力学变化与休克昏迷等的病情的关系模型监测昏迷/休克病情;

所述水肿监测子单元用于根据组织含水量变化、组织形态结构变化及血液动力参数变化监测病人的水肿程度;

所述深层体温监测子单元用于监测病灶深层组织温度;

所述组织纤维化监测子单元用于根据病灶区域红外光散射程度及血液流速信息监测组织纤维化程度及消融速度;

所述其他指标监测子单元用于监测病人的新陈代谢率、心率、血氧饱和度生理信息。

7. 如权利要求5所述的细胞因子风暴生理反应监测仪,其特征在于,所述细胞因子风暴诊断预测单元包括耐受度诊断子单元、细胞因子风暴预测与强度诊断子单元及预警子单元;

所述耐受度诊断子单元用于根据病人的生理指标得到病人对于基因免疫治疗的耐受度;

所述细胞因子风暴预测与强度诊断子单元根据所述生理/病理指标监测单元的计算结果预测细胞因子风暴的到来概率和时间,得到正在发生的细胞因子风暴的实时强度;

所述预警子单元用于根据所述耐受度诊断子单元得到的病人对于基因免疫治疗的耐受度及所述细胞因子风暴预测与强度诊断子单元得到的正在发生的细胞因子风暴的实时强度判断细胞因子风暴强度是否超出设定阈值,并在细胞因子风暴强度超出设定阈值时进行报警。

细胞因子风暴生理反应监测仪

技术领域

[0001] 本发明属于医疗器械技术领域,尤其涉及一种细胞因子风暴生理反应监测仪。

背景技术

[0002] 在中国,癌症、免疫性疾病、先天性遗传疾病,已成为疾病死亡的重要原因,且发病率和死亡率仍在攀升,对公众健康造成了巨大威胁。新兴福音的基因免疫细胞治疗方法具有广大前景。然而,病人接受这类治疗存在一个巨大的临床风险:细胞因子风暴。其产生原因是免疫细胞杀死其它细胞会释放很多蛋白,即细胞因子,使得激活更多的免疫细胞来一起对抗这些病原体,这种正反馈机制保证了对病原体的快速清除。但是由于该过程过于高速有效,瞬间就产生超大量的细胞因子,引起惊人的免疫反应,这就是细胞因子风暴。临床表现为病人超持续高烧,或有水肿,且易引发休克等疾病,如果控制不好,甚至有可能抢救失败。这就是为什么基因免疫细胞治疗的最后一步是严密监护病人,该步骤非常关键。一般而言,接受免疫基因治疗的病人身体状况比较虚弱,尤其是在心肺功能比较不好的情况下,细胞因子风暴容易引发高烧、水肿、休克状态。在这样的紧急状况下,不仅需要可靠、全面、及时的监护,还需要监护是非侵入式的,因为这种危急虚弱状态的病人难以承受不舒服或对身体有创的连续监护。而监护这一关键步骤,一般是在普通重症监护中心完成,甚至少数病人是在普通病房或家中。

[0003] 目前对于该领域的监测,是采用传统的多生理参数监护仪测量患者的呼吸、心律和脉搏血氧饱和度等。然而,仅靠这些参数无法有效评估细胞因子风暴的发生水平度。细胞因子风暴产生时出现的发烧、水肿、休克等主要症状,在临床上都很难做到无创、实时、准确的监测。目前针对休克的检测,主要依赖于有创的、操作较为复杂(中央静脉插管术)、不能实时监测的中央静脉氧饱和度检测方法。对于发烧判断,需要医生操作温度计,且仅能测量体表温度,国内外尚无为基因免疫治疗研发专门的监测系统。

发明内容

[0004] 本发明的发明目的是:为了解决现有技术中存在的以上问题,本发明提出了一种非侵入式的且可连续监测的细胞因子风暴生理反应监测仪。

[0005] 本发明的技术方案是:一种细胞因子风暴生理反应监测仪,包括:

[0006] 探测模块,用于发射多组不同波长的近红外光线及接收人体组织回传的衰减变化光线并输出电信号;

[0007] 信号预处理模块,用于对所述探测模块输出的电信号进行放大、滤波、模数转换处理;

[0008] 控制模块,用于按照设定时序产生采样控制信号控制所述探测模块,将所述信号预处理模块预处理后的电信号转化为血液动力学参数变化值和与细胞因子风暴相关的生理病理信号,计算细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度生理参数,得到病人对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞

因子风暴的到来时间、细胞因子风暴的实时强度,并在细胞因子风暴强度超出设定阈值时进行报警;

[0009] 存储模块,用于存储所述控制模块计算的细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度生理参数,以及得到的病人对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞因子风暴的到来时间、细胞因子风暴的实时强度数据;

[0010] 电源模块,用于为所述探测模块、信号预处理模块、控制模块及存储模块供电。

[0011] 进一步地,所述探测模块包括探头和探头驱动电路;所述探头包括一个可激射四种近红外波长光的集成光源和分布在所述集成光源周围由多个光敏探测器构成的探测阵列。

[0012] 进一步地,所述探头的衬底采用柔性吸光材料,所述集成光源和光敏探测器嵌入柔性材料中。

[0013] 进一步地,所述集成光源激射的四种近红外光波长范围分别为650-750nm,750-850nm,850-900nm及900-1000nm。

[0014] 进一步地,所述控制模块包括生理/病理指标监测单元和细胞因子风暴诊断预测单元;

[0015] 所述生理/病理指标监测单元用于根据预处理后的电信号转化后的数据计算细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度生理参数;

[0016] 所述细胞因子风暴诊断预测单元用于根据所述生理/病理指标监测单元的计算结果得到病人对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞因子风暴的到来时间、细胞因子风暴的实时强度,并在细胞因子风暴强度超出设定阈值时发出预警信号。

[0017] 进一步地,所述生理/病理指标监测单元包括休克监测子单元、水肿监测子单元、深层体温监测子单元、组织纤维化监测子单元及其他指标监测子单元;

[0018] 所述休克监测子单元用于根据血液动力学变化与休克昏迷等的病情的关系模型监测昏迷/休克病情;

[0019] 所述水肿监测子单元用于根据组织含水量变化、组织形态结构变化及血液动力参数变化监测病人的水肿程度;

[0020] 所述深层体温监测子单元用于监测病灶深层组织温度;

[0021] 所述组织纤维化监测子单元用于根据病灶区域红外光散射程度及血液流速信息监测组织纤维化程度及消融速度;

[0022] 所述其他指标监测子单元用于监测病人的新陈代谢率、心率、血氧饱和度生理信息。

[0023] 进一步地,所述细胞因子风暴诊断预测单元包括耐受度诊断子单元、细胞因子风暴预测与强度诊断子单元及预警子单元;

[0024] 所述耐受度诊断子单元用于根据病人的生理指标得到病人对于基因免疫治疗的耐受度;

[0025] 所述细胞因子风暴预测与强度诊断子单元根据所述生理/病理指标监测单元的计算结果预测细胞因子风暴的到来概率和时间,得到正在发生的细胞因子风暴的实时强度;

[0026] 所述预警子单元用于根据所述耐受度诊断子单元得到的病人对于基因免疫治疗的耐受度及所述细胞因子风暴预测与强度诊断子单元得到的正在发生的细胞因子风暴的实时强度判断细胞因子风暴强度是否超出设定阈值,并在细胞因子风暴强度超出设定阈值时进行报警。

[0027] 本发明的有益效果是:本发明采用近红外光谱技术通过光敏探测器将携带细胞因子风暴相关信息的光信号转化为电信号,实时监测细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度等生理参数,综合得出病患对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞因子风暴的到来、细胞因子风暴的实时强度,并在超出阈值时及时发出呼唤医生处理的预警信号,从而实现了细胞因子风暴的无创、实时、连续的监测、评估及预警,大大降低基因免疫治疗的风险。

附图说明

[0028] 图1是本发明的细胞因子风暴生理反应监测仪结构示意图。

[0029] 图2是本发明的控制模块的结构示意图。

[0030] 图3是本发明的相对量单通道探头布局图。

[0031] 图4是本发明的绝对量单通道探头布局图。

[0032] 图5是本发明的相对量方形探头布局图。

[0033] 图6是本发明的绝对量方形探头布局图。

[0034] 图7是本发明的绝对量十字形探头布局图。

[0035] 图8是本发明的绝对量六边形探头布局图。

[0036] 图9是本发明的腿部使用示意图。

[0037] 图10是本发明的头部使用示意图。

[0038] 图11是本发明的颈部及腹股沟部使用示意图。

具体实施方式

[0039] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,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例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0040] 如图1所示为本发明的细胞因子风暴生理反应监测仪结构示意图。一种细胞因子风暴生理反应监测仪,包括:

[0041] 探测模块,用于发射多组不同波长的近红外光线及接收人体组织回传的衰减变化光线并输出电信号;

[0042] 信号预处理模块,用于对所述探测模块输出的电信号进行放大、滤波、模数转换处理;

[0043] 控制模块,用于按照设定时序产生采样控制信号控制所述探测模块,将所述信号预处理模块预处理后的电信号转化为血液动力学参数变化值和与细胞因子风暴相关的生理病理信号,计算细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度生理参数,得到病人对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞因子风暴的到来时间、细胞因子风暴的实时强度,并在细胞因子风暴强度超出设定阈值时

进行报警；

[0044] 存储模块，用于存储所述控制模块计算的细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度生理参数，以及得到的病人对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞因子风暴的到来时间、细胞因子风暴的实时强度数据；

[0045] 电源模块，用于为所述探测模块、信号预处理模块、控制模块及存储模块供电。

[0046] 本发明的探测模块包括探头和探头驱动电路；探头包括一个可激射四种近红外长光的集成光源和分布在集成光源周围由多个光敏探测器构成的探测阵列。探头的衬底由柔性吸光材料制作，以减缓对监测部位造成压力同时避免外部光源对光敏探测器的干扰，集成光源和光敏探测器嵌入柔性材料中，测量时不与皮肤直接接触，大大降低了身体与探头相对位移所引入的干扰，同时也增强了被测者舒适感。集成光源为多个单色波长集成的近红外光源，可以采用EPITEX公司的四波长LED；光敏探测器阵列用于探测到人体组织回传光衰减变化；探头驱动电路用于驱动光源及使能光敏探测器，能使集成光源的不同波长灯珠根据控制模块的控制逐次点亮和熄灭，可以采用德州仪器TLC系列多通道光源驱动芯片。集成光源的四个激射波长取值范围分别为：650-750nm, 750-850nm, 850-900nm以及900-1000nm，集成光源包含的各波长光能够按照所设定时序分别被点亮或熄灭；光敏探测器可选用OPT101等，满足可以检测到光源低功率激射时人体所回传光信号。集成光源与光敏探测器的间距为20mm至40mm不等。

[0047] 近红外光源发出的不同波长的近红外光在人体组织中折射、散射后，将体内深处的生理信号无创、无害、实时连续地透射出体表。同时，由于不同波段对于各种生理信号的敏感程度不同，本发明选用600-800nm、800-900nm两个波段采集血液动力学变化相关信息，并根据特定部位血液动力学变化与休克昏迷等的病情的关系模型监测昏迷/休克病情；选用850-950nm、900-1100nm两个波段采集组织中水肿程度和病灶深层温度变化的相关信息，选用530-900nm波段采集散射变化，并根据散射与组织纤维化的关系解算病灶组织（如实体肿瘤）纤维化在治疗过程中的消融变化的信息。

[0048] 如图3-8所示为集成光源与光敏探测器的排布方式，图中圆形代表集成光源，方形代表光敏探测器。图3所示的探头每侧仅分布一个光敏探测器，用于检测相对信号量。图4所示的探头，其光敏探测器成对分布，用于检测绝对信号量。探头结构布局不仅限于如图3、4所示方案。图5展示了4通道的相对信号量探头布局方案。图6为4通道绝对量的探头方案。图7、8分别为4、6通道绝对量的探头方案。 d_1 、 d_2 表示光源与光敏探测器的间距，其取值范围为25mm至40mm，一般 d_1 与 d_2 取不同长度。光敏探测器和光源的排布方式，将根据检测部位的不同而灵活排布，以便探头与待测组织的紧密贴合，以及采集更高质量的回传光信号（例如：图7、8）。

[0049] 本发明的信号预处理模块，用于对探测模块输出的电信号进行放大、滤波、模数转换处理后传递给控制模块。探测模块采集的原始信号为表征光强衰减的电压信号。

[0050] 本发明的控制模块包括生理/病理指标监测单元和细胞因子风暴诊断预测单元；生理/病理指标监测单元用于根据预处理后的电信号转化后的数据计算细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度生理参数；细胞因子风暴诊断预测单元用于根据所述生理/病理指标监测单元的计算结果得到

病人对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞因子风暴的到来时间、细胞因子风暴的实时强度,并在细胞因子风暴强度超出设定阈值时发出预警信号。控制模块可以选用ARM架构的微控制器或FPGA等芯片构成,优选地采用STM32F103系列微处理器。

[0051] 本发明的生理/病理指标监测单元包括休克监测子单元、水肿监测子单元、深层体温监测子单元、组织纤维化监测子单元及其他指标监测子单元;休克监测子单元根据特定部位血液动力学变化与休克昏迷等的病情的关系模型监测昏迷/休克病情;水肿监测子单元通过监测组织含水量变化、组织形态结构变化及血液动力参数变化,并根据水肿诊断模型监测病人的水肿程度;深层体温监测子单元用于监测病灶深层组织温度;组织纤维化监测子单元用于综合病灶区域红外光散射程度及血液流速等信息,诊断组织纤维化程度及其消融速度;其他指标监测子单元用于监测病人的新陈代谢率、心率、血氧饱和度等生理信息。

[0052] 本发明的细胞因子风暴诊断预测单元包括耐受度诊断子单元、细胞因子风暴预测与强度诊断子单元及预警子单元;耐受度诊断子单元通过综合分析病人的生理指标得出其对于治疗的耐受程度,帮助医生判断病人是否可以接受治疗及决定治疗的强度;细胞因子风暴预测与强度诊断子单元根据所述生理/病理指标监测单元的计算结果预测细胞因子风暴的到来概率和时间,得到正在发生的细胞因子风暴的实时强度;预警子单元用于根据所述耐受度诊断子单元得到的病人对于基因免疫治疗的耐受度及所述细胞因子风暴预测与强度诊断子单元得到的正在发生的细胞因子风暴的实时强度判断细胞因子风暴强度是否超出设定阈值,并在细胞因子风暴强度超出设定阈值时进行报警,实时检测、判断治疗的危险程度,提前预测潜在的危险情况。

[0053] 本发明的存储模块可根据需要选择无线、有线传输的方式,将所需信息存储至主机及扩展存储设备中。

[0054] 本发明的电源模块可选采用两种供电方式:有线电源供电、移动电源供电,以满足病房固定诊断和移动中诊断的需求。

[0055] 本发明的细胞因子风暴生理反应监测仪的工作原理为:

[0056] 控制模块向探测模块发出控制信号,使探头驱动电路按一定的时序选通点亮光源的特定波长,并使能相应通道,将光敏探测器接收到的人体回传光衰减变化信号传输至数据预处理模块,数据预处理模块对信号进行放大、滤波及模数转换,得到控制模块所需的数字信号;控制模块采用修正的Beer-Lambert定律或混合蒙特卡洛-扩散模型将所得数据转化为具有生理特性的血液动力学参数变化与细胞因子风暴相关的生理病理信号,包括血氧、血容、血流、积水、深层组织温度、纤维化程度等,并通过对这些参数的分析来评估患者体内细胞因子风暴的水平且及时产生预警信号,数据及分析结果通过无线或有线传输方式发送给存储设备,按需完成数据的传输和存储;综合分析血氧、血容、是否休克及其严重程度、身体水肿程度、病灶深层温度、组织纤维化程度等多项生理指标来评估细胞因子风暴的水平,并在达到一定阈值时发出预警信号。

[0057] 如图9-11所示,本发明在使用时,可将柔性探头紧贴固定于患者的腿部、头部、颈部、右腹股沟(分别对应图9、10、11a、11c)等一处或多处身体部位,探头固定位置不仅限于上述部位。探头采集的信号由控制电路处理、分析后,传输至计算机进一步整合,并实时呈现诊断结果和在危及情况来临前发出告警;同时,可通过计算机发出指令,对装置进行模式

选择、数据交互等操作(如图9b、c所示)。

[0058] 本发明的细胞因子风暴生理反应监测仪以近红外光谱技术为核心,采用探测模块探测人体回传光衰减变化信号,原始信号通过微弱信号处理技术可得到噪声极低的生理信息。这些信息分别经休克、水肿、深层体温、组织纤维化等模型算法,可分别得到相应的生理/病理指标。进一步整合分析这些由近红外光学手段获得的生理指标与临床上现有仪器获得的心电信号、心率、血氧饱和度、血压、呼吸频率等生理指标,通过多元回归分析、多因子分析等建立的诊断预测模型,可得出病患耐受度、预测细胞因子风暴的到来概率和时间、正在发生的细胞因子风暴的强度以及预警医生处理的阈值。医护人员可非常直观地了解病人对于基因免疫细胞治疗的耐受水平,监测到细胞因子风暴的到来,获知病人在治疗过程中的危险程度,当治疗有可能危及病人功能甚至生命时及时得到预警信号并及时处理,使得细胞/免疫基因疗法的风险得到控制,提高治疗成功率。

[0059] 本领域的普通技术人员将会意识到,这里所述的实施例是为了帮助读者理解本发明的原理,应被理解为本发明的保护范围并不局限于这样的特别陈述和实施例。本领域的普通技术人员可以根据本发明公开的这些技术启示做出各种不脱离本发明实质的其它各种具体变形和组合,这些变形和组合仍然在本发明的保护范围内。

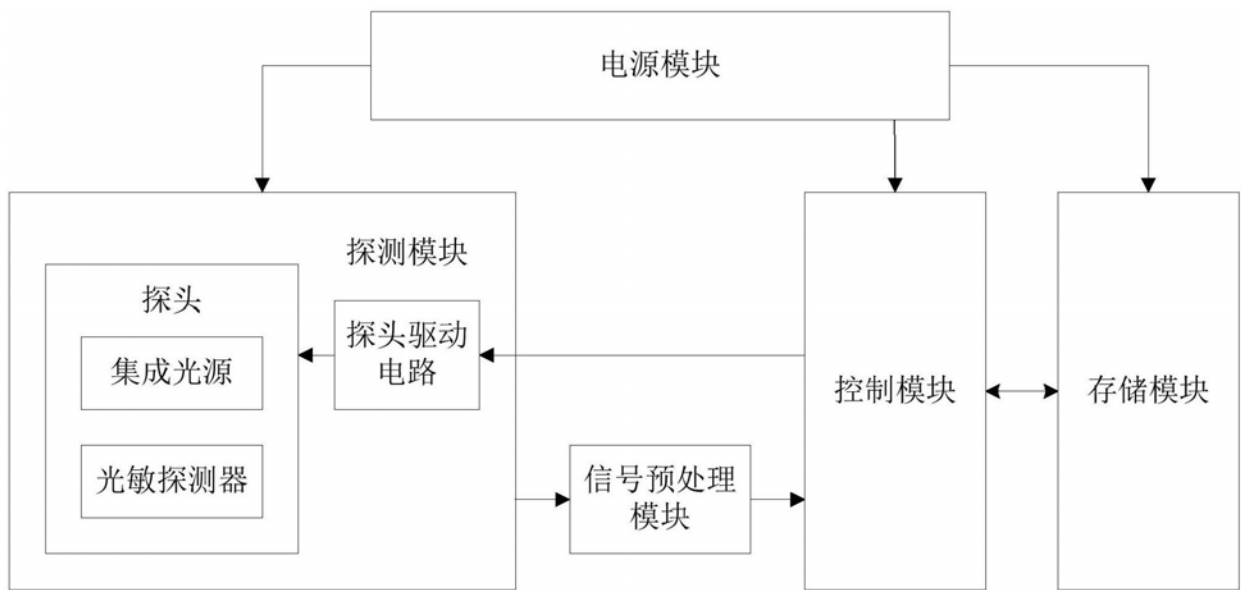


图1

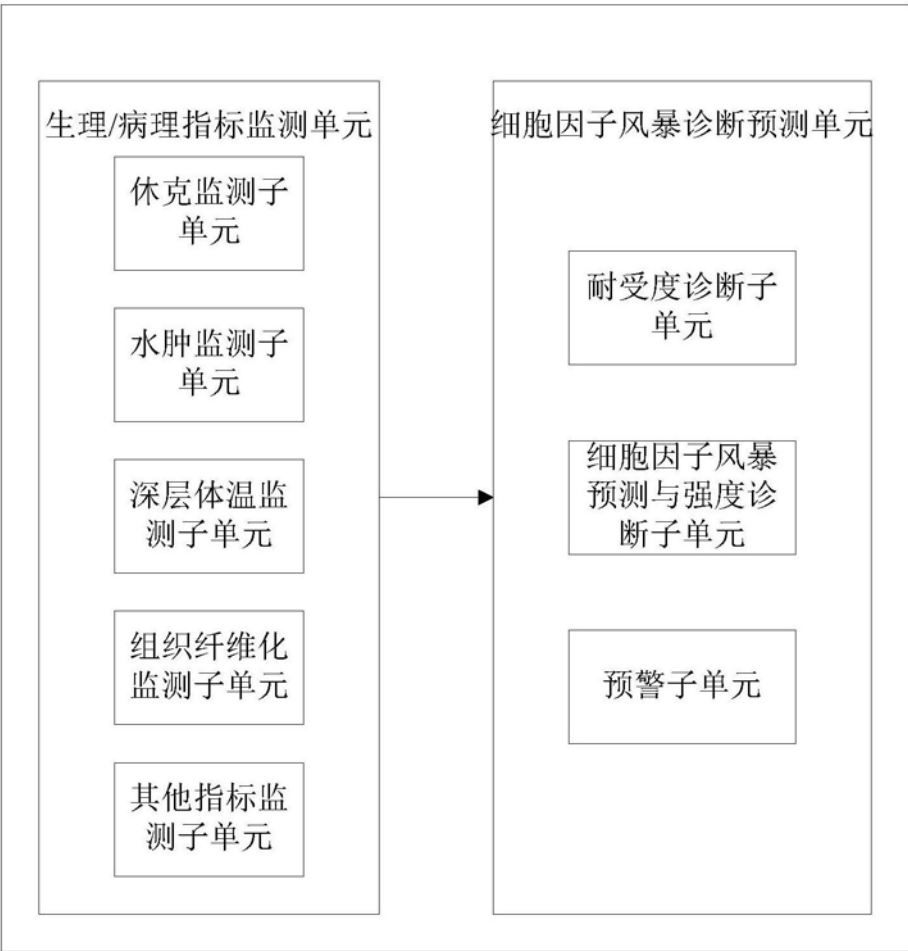


图2

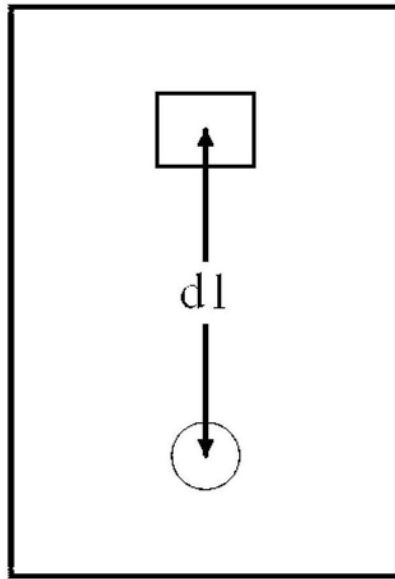


图3

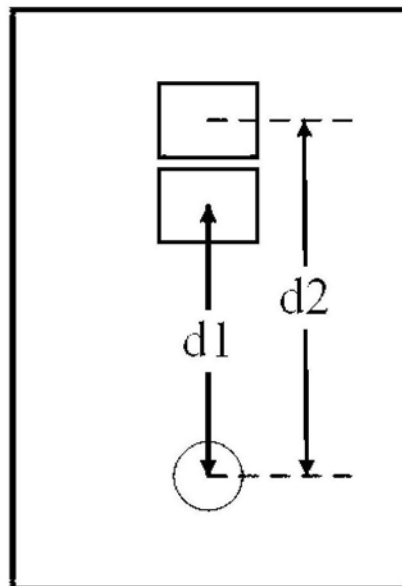


图4

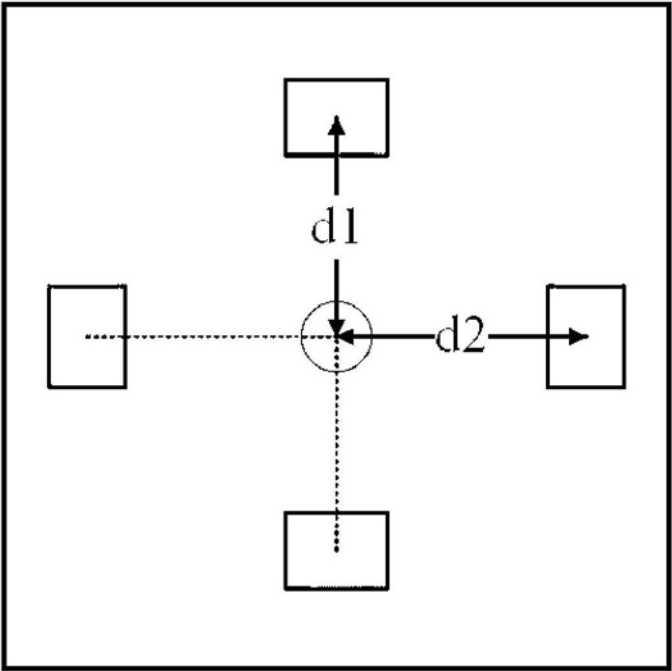


图5

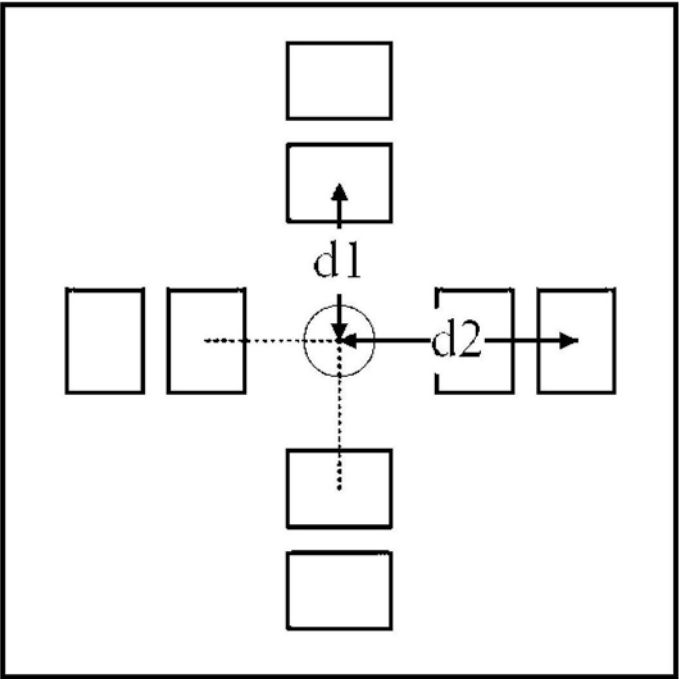


图6

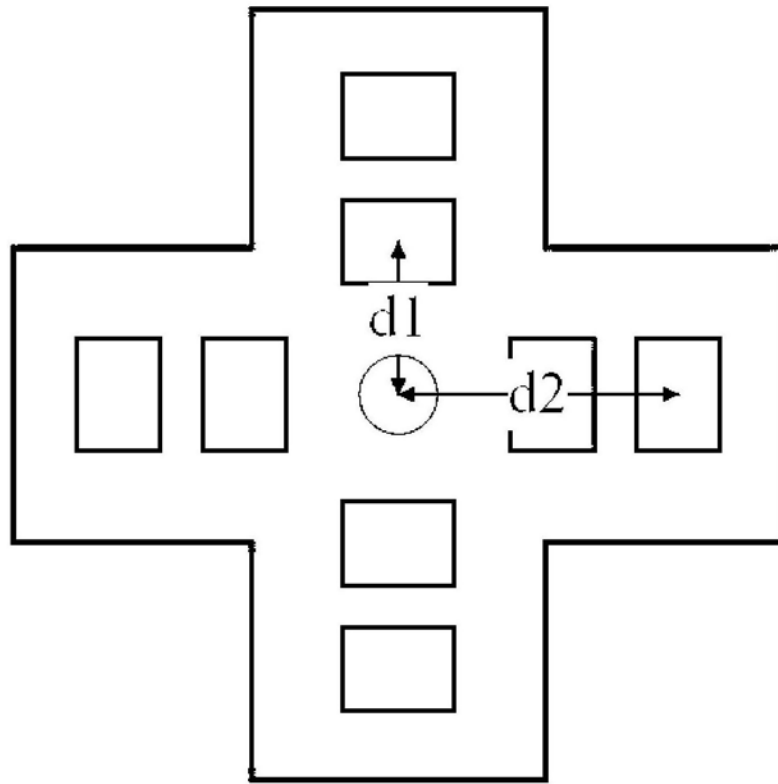


图7

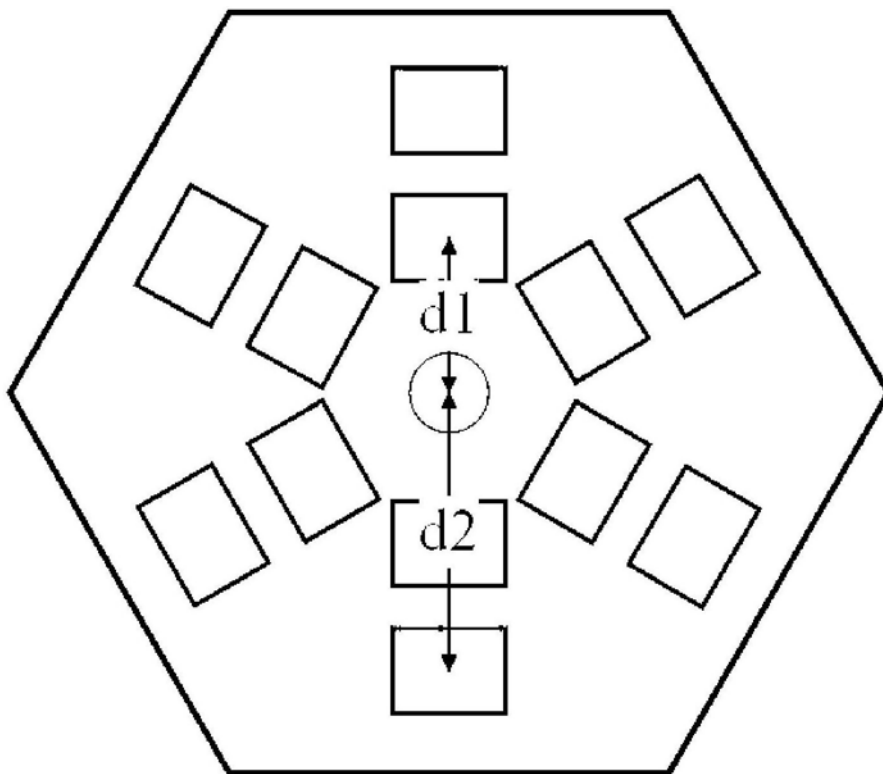


图8

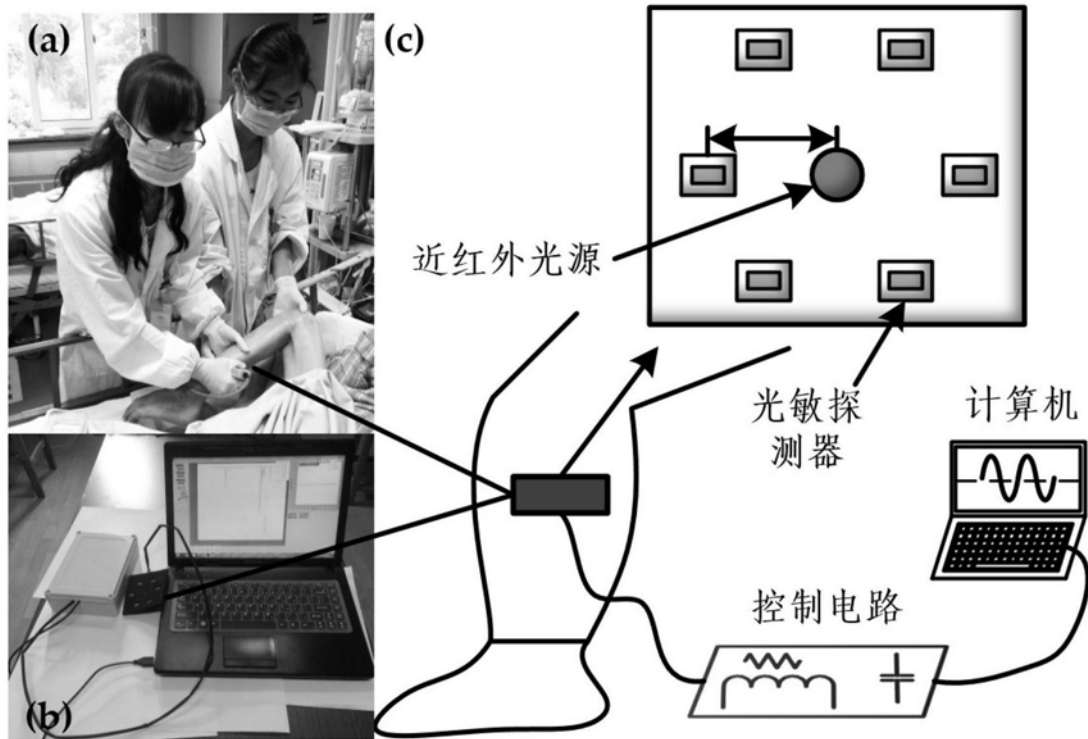


图9

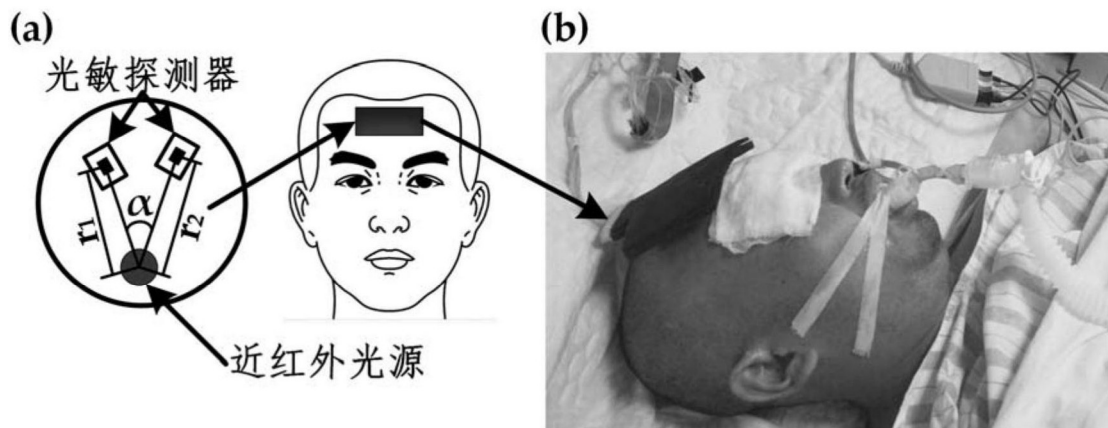


图10

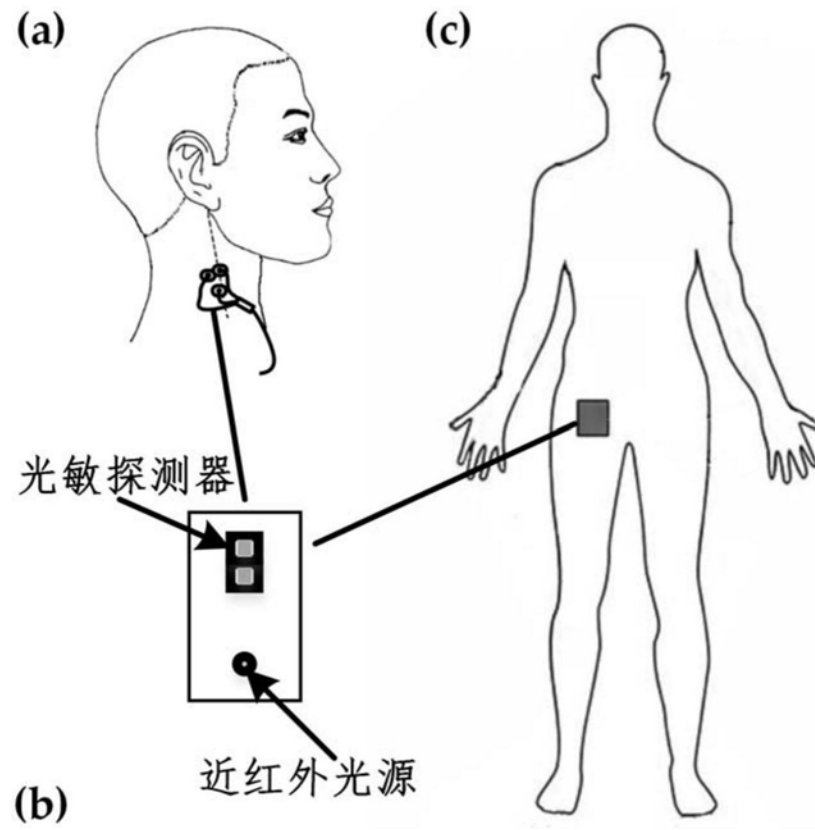


图11

专利名称(译)	细胞因子风暴生理反应监测仪		
公开(公告)号	CN107374584A	公开(公告)日	2017-11-24
申请号	CN2017110506023.3	申请日	2017-06-28
[标]申请(专利权)人(译)	李婷		
申请(专利权)人(译)	李婷		
当前申请(专利权)人(译)	李婷		
[标]发明人	李婷 李泽斌		
发明人	李婷 李泽斌		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/01		
CPC分类号	A61B5/0075 A61B5/01 A61B5/4866 A61B5/4869 A61B5/4878 A61B5/7225 A61B5/746		
代理人(译)	周永宏		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种细胞因子风暴生理反应监测仪；其包括探测模块、信号预处理模块、控制模块、存储模块和电源模块。本发明采用近红外光谱技术通过光敏探测器将携带细胞因子风暴相关信息的光信号转化为电信号，实时监测细胞因子风暴发生时的病人休克程度、组织水肿程度/含水量、病灶深层组织温度、病灶纤维化消融程度等生理参数，综合得出病患对于基因免疫治疗的耐受度、预测细胞因子风暴的到来、细胞因子风暴的实时强度，并在超出阈值时及时发出呼唤医生处理的预警信号，从而实现了细胞因子风暴的无创、实时、连续的监测、评估及预警，大大降低基因免疫治疗的风险。

