



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101938939 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 05

(21) 申请号 200980104287. X

代理人 王英 刘炳胜

(22) 申请日 2009. 02. 02

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

61/026, 924 2008. 02. 07 US

A61B 5/08 (2006. 01)

A61B 5/0205 (2006. 01)

G08B 21/04 (2006. 01)

G06F 19/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 08. 05

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2009/050402 2009. 02. 02

(87) PCT申请的公布数据

W02009/098627 EN 2009. 08. 13

(71) 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 M·赛义德 K·P·李

C·M·恩内特 L·埃谢曼

L·尼尔森 B·格罗斯

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

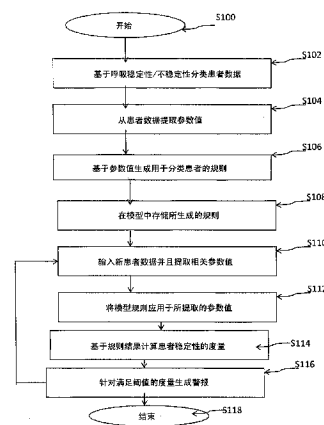
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于测量和预测患者呼吸稳定性的装置

(57) 摘要

一种用于预测患者呼吸稳定性的装置 (10), 包括: 患者数据存储器 (24), 其存储患者 (12) 的患者数据; 以及分析器 (34), 其与所述存储器通信, 用于计算患者呼吸稳定性的度量。所述分析器向患者数据应用至少一个规则, 所述至少一个规则基于多个参数, 所述参数的组合被识别为患者呼吸不稳定性的预测, 诸如平均气道压力 (MAWP)、平台压力 (PP)、动脉血氧饱和度 (SaO₂ 或者 SpO₂)、以及心率 (HR)。并且所述分析器基于对于所述至少一个规则的应用确定患者呼吸稳定性的度量。



1. 一种用于预测患者呼吸稳定性的装置 (10), 包括:
患者数据存储器 (24), 其存储患者 (12) 的患者数据;
分析器 (34), 其与所述存储器通信, 用于计算患者呼吸稳定性的度量, 所述分析器向所述患者数据应用所述至少一个规则, 所述至少一个规则基于多个参数, 所述参数组合起来被识别为可预测患者呼吸不稳定性, 并且所述分析器基于对所述至少一个规则的所述应用确定所述患者呼吸稳定性的度量。
2. 如权利要求 1 所述的装置, 还包括与存储所述至少一个规则的所述分析器通信的模型 (36)。
3. 如权利要求 1 所述的装置, 其中, 所述参数包括包含由以下内容构成的组中的至少两个:
平均气道压力 (MAWP);
平台压力 (PP);
氧饱和度度量 (SpO2 或者 SaO2);
心率 (HR);
峰值吸气压力 (PIP);
动态肺 / 胸顺应性 ($C_{\text{动态}}$);
静态呼吸顺应性 ($C_{\text{静态}}$);
呼吸率 (RR);
白细胞计数 (WBC); 以及
净体液平衡。
4. 如权利要求 3 所述的装置, 其中, 所述参数包括包含由以下内容构成的组中的至少两个:
平均气道压力 (MAWP);
平台压力 (PP);
外周氧饱和度 (SpO2); 以及
心率 (HR)。
5. 如权利要求 4 所述的装置, 其中, 所述规则包括:
MAWP > 17 → 不稳定
MAWP > 12.6 并且 SpO2 ≤ 97 并且 HR > 86.5 → 不稳定
PP > 23.8 并且 HR > 90.5 并且 SpO2 ≤ 97.5 → 不稳定
否则 → 稳定
6. 如权利要求 1 所述的装置, 其中, 所述至少一个规则包括一组规则, 所述规则中的每一个为所述参数中的至少一个指定对于要满足的规则而言必须达到的阈值。
7. 如权利要求 6 所述的装置, 其中, 所述一组规则包括为所述参数中的第一个指定阈值的第一规则, 和为所述参数中的第二个指定阈值的第二规则。
8. 如权利要求 7 所述的装置, 其中, 所述第二规则为来自所述第一规则的所述第一参数指定不同阈值。
9. 如权利要求 1 所述的装置, 其中, 所述患者呼吸稳定性的度量是二元度量。
10. 如权利要求 1 所述的装置, 其中, 所述患者呼吸的度量是变量值。

11. 如权利要求 1 所述的装置,其中,由所述分析器应用的所述至少一个规则取决于时间窗,由此所述分析器计算第一时间窗内的患者呼吸稳定性的第一度量,以及第二时间窗内的患者呼吸稳定性的第二度量。

12. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述分析器被配置为当所述患者呼吸稳定性的度量达到指示呼吸不稳定性的阈值时输出警报。

13. 一种用于监测和预测患者呼吸稳定性的系统,包括:

如权利要求 1 所述的装置 (10);以及

监测系统 (18),其与所述装置通信,用于采集与呼吸稳定性相关的患者数据。

14. 如权利要求 13 所述的系统,还包括:

显示监测器,其与所述装置通信,用于显示输出度量呼吸稳定性。

15. 一种用于预测患者呼吸稳定性的计算机实施的方法,包括:,其中所述参数与呼吸不稳定性相关

存储患者的患者数据;以及

计算患者呼吸稳定性的度量,其包括:

向所述患者数据应用至少一个规则,所述至少一个规则基于多个参数,所述参数组合起来被识别为可预测患者呼吸不稳定性;以及

基于所应用的至少一个规则确定所述患者呼吸稳定性的度量。

16. 如权利要求 15 所述的方法,还包括:

向输出设备输出所计算的度量。

17. 如权利要求 15 所述的方法,还包括:

采集一组患者的患者数据的全集;

根据所述患者是否呈现出呼吸不稳定性而对所述患者进行分类;以及

基于所采集的全集和患者分类生成所述规则。

18. 如权利要求 17 所述的方法,还包括:

生成可以应用到第一可选择的时间窗的第一组规则;以及

生成可以应用到第二可选择的时间窗的第二组规则。

19. 如权利要求 15 所述的方法,其中,计算所述患者呼吸稳定性的度量包括:

识别时间窗;以及

计算所述时间窗内患者呼吸稳定性的度量。

20. 一种编码指令的计算机程序产品,当在计算机上执行时,所述指令使所述计算机执行如权利要求 15 所述的方法。

21. 一种用于监测和预测患者呼吸稳定性的系统,包括:

患者数据存储器 (24),其存储患者 (12) 的患者数据;

分析器 (34),其与所述存储器通信,并计算患者呼吸稳定性的度量,所述分析器向所述患者数据的参数应用一组规则,所述组规则被识别为患者呼吸不稳定性的预测,并且基于所述规则的所述应用,所述分析器确定所述患者呼吸稳定性的度量,所述组规则中的每个为至少一个参数建立阈值;

监测系统 (18),其用于采集与呼吸稳定性相关的患者数据,向所述存储器供应患者数据;以及

输出设备,其与所述分析器通信,用于向所述系统的用户输出所述输出度量呼吸稳定性。

用于测量和预测患者呼吸稳定性的装置

[0001] 本申请涉及医学评价领域。其在与利用患者信息预测呼吸稳定性（或者不稳定性）结合时具有特殊应用，并且将利用关于其的具体参考对本申请进行描述。然而，将意识到，以下内容也可以应用到基于患者监测和评价的其他医学状况的预测。

[0002] 由肺中的气体交换折衷 (compromise) 引起的呼吸不稳定性是重症监护病房中严重的问题，其影响着内科患者和外科患者，并且是长住院时间和死亡的主要原因。其通常与经受机械通气的患者相关联。其由低的 $\text{PaO}_2/\text{Fio}_2$ (PF) 比率指示，该比率为动脉血氧分压 (PaO_2) 与吸入氧的一部分的比率。气体交换折衷是急性肺损伤 (ALI) 和急性 / 成人呼吸窘迫综合症 (ARDS) 诊断中的一个方面。ALI 可能与小于 300 的 PF 比率相关联，而 ARDS 与小于 200 的 PF 比率相关联。例如，当非心因性肺水肿（对肺泡的急性损伤的继发）导致急性呼吸衰竭时，发生 ARDS。ARDS 具有大约 40-50% 的高死亡率。

[0003] 机械通气仍然是急性呼吸衰竭的支柱性管理方法。机械呼吸机使用正压将气体移入患者的肺中，以提供呼吸辅助。尽管这一呼吸辅助可以拯救生命，但是长期使用机械呼吸机是有害的。最近的研究表明，机械呼吸可以产生、维持或者增加肺损伤的危险，导致气体交换折衷。高体积压力衰竭是拉伸性损伤的一种类型，由空域的过度膨胀产生。反之，在机械通气中，来自潮气呼吸期间的重复气道关闭的剪应力导致低体积肺损伤。

[0004] 越早地探测到患者恶化的情况，则可以越早地采取预防性行动，并且潜在地避免不可修复的损伤。已经产生了用于减轻肺损伤的若干方法，包括施予药物并且修改呼吸机设置。然而，已经证实难于确定患者何时将患有气体交换折衷。大部分 ICU 警报是基于使用诸如呼吸率的单个变量的“规则”。这些规则遭受许多假阳性，即，错误警报，其变成了一种恼人的事情并且通常易于被医务人员忽略或者甚至不予使用。

[0005] 本申请提供用于测量和预测患者呼吸不稳定性的新的和改进的装置和方法，其克服了上述问题和其他问题。

[0006] 根据一方面，提供用于预测患者呼吸稳定性的装置。该装置包括：患者数据存储单元，其存储患者的患者数据；以及分析器，其与所述存储器通信，所述分析器计算患者呼吸稳定性的度量。该分析器对患者数据应用至少一个规则，所述至少一个规则基于多个参数，所述多个参数的组合被识别为患者呼吸不稳定性的预测。基于该规则的应用，分析器确定患者呼吸稳定性的度量。

[0007] 在另一方面，用于预测患者呼吸稳定性的计算机实施方法包括存储患者的患者数据并且计算患者呼吸稳定性的度量。所述计算包括：向患者数据应用至少一个规则，所述至少一个规则基于多个参数，所述多个参数的组合被识别为患者呼吸稳定性的预测；以及基于所施加的规则确定患者呼吸稳定性的度量。

[0008] 在另一方面，用于监测和预测患者呼吸稳定性的系统包括：患者数据存储单元，其存储患者的患者数据；以及分析器，其与所述存储器通信，所述分析器计算患者呼吸稳定性的度量。所述分析器对患者数据的参数应用一组规则，该组规则已经被识别为患者呼吸稳定性的预测。基于该规则的应用，分析器确定患者呼吸稳定性的度量。该组规则的每一条规则针对至少一个参数建立阈值。用于采集与呼吸稳定性有关的患者数据的监测系统向存储

器提供患者数据。用于向系统的用户输出输出度量呼吸稳定性的输出设备与分析器通信。

[0009] 一个优势在于在患者呼吸不稳定发生之前对其进行预测,允许减轻施予的过程。

[0010] 另一个优势在于预测是基于诸如气体交换折衷的呼吸不稳定性的指示的参数。

[0011] 另一个优势在于其减少了错误警报的可能性。

[0012] 另一个优势在于其使得能够启动自动过程,以便减轻患者呼吸的不稳定性。

[0013] 在阅读和理解以下详细说明的基础上,本领域普通技术人员将意识到本发明的其他优势。

[0014] 本发明可以采取各种部件和部件的布置,以及各种步骤和步骤的安排的形式。附图仅用于图示优选实施例,而不应解释为限制本发明。

[0015] 图 1 为在医院环境中操作的患者监测和预测装置的一个实施例的示意性功能方框图,其中,患者经历机械通气;

[0016] 图 2 图示了在其上显示呼吸稳定性度量的生命体征显示器;以及

[0017] 图 3 为示出了根据另一实施例的用于测量和预测患者呼吸稳定性的方法的流程图。

[0018] 参考图 1,用于监测和预测患者呼吸稳定性(或者不稳定性)的系统包括用于预测患者呼吸稳定性的装置 10。所述装置 10 提供基于患者的临床数据的患者呼吸系统的稳定性的度量。示例性装置 10 提供患者呼吸系统的稳定性的瞬时、持续的度量,例如,患者将经受气体交换折衷,以及患上急性/成人呼吸窘迫综合症(ARDS)或者急性肺损伤(ALI)的可能性。所述度量能够被用作预测性警报的基础,该警报指示如果不采取预防性行动,那么哪位患者可能会患上严重的呼吸问题。当呼吸稳定性的度量指示患者不久将变得不稳定,则可以发出警报。应该注意的是,尽管在示例性实施例中将患者呼吸不稳定性定义为与小于 300 的 PF 比率相关联的情况(并且因此呼吸稳定性被视为与 300 或以上的 PF 比率相关联),但是将意识到可以以其他形式定义呼吸不稳定性的阈值,诸如,PF 比率小于 320 或者 PF 比率小于 250。也预期到用于定义呼吸不稳定性的类似地基于动脉血氧压力等的其他措施。

[0019] 在一个实施例中,装置 10 分析一段时期内的临床数据以确定患者 12 将经受呼吸不稳定性的可能性。具体而言,装置 10 监测从已经示出与呼吸不稳定性有关的临床数据中导出的一组患者参数。装置 10 应用规则,以基于参数值对患者分类。通过使呼吸稳定性的测量基于多种特征的组合(例如,动脉血氧饱和度、心率、平均气道压力、平台压力),通常能够实现更高层次的专一性(即,更少的错误警报),同时保持有用程度的敏感度(即,正确警报)。

[0020] 示例性装置 10 适于在医院、诸如家庭护理机构的其他健康护理机构、疗养院等的各种健康护理应用中使用。

[0021] 在示例性实施例中,机械呼吸机 14 以高于大气压力的压力经由空气供应管 16 向患者的肺供应气体。该气体通常是空气,任选地富含氧气。相关联的监测系统 18 例如通过采集与呼吸稳定性相关的患者数据来监测患者参数,从所述患者数据中可计算出参数。示例性患者参数可以包括从以下选择的参数:

[0022] 平均气道压力(MAWP),例如,以 mm Hg 表示,

[0023] 平台压力(PP),例如,以 mm Hg 表示,

- [0024] 峰值吸气压力 (PIP), 例如, 以 mm Hg 表示,
- [0025] 动态肺 / 胸顺应性 ($C_{\text{动态}}$), 例如, 以 mL/cm H₂O 表示,
- [0026] 静态呼吸顺应性 ($C_{\text{静态}}$), 例如, 以 mL/cm H₂O 表示,
- [0027] 呼吸率 (RR), 例如, 以呼吸 / 分钟表示,
- [0028] 氧饱和度度量, 例如, 外周氧气的饱和度 (SpO₂), 例如以 % 氧合、和 / 或氧气在动脉血流中的饱和度 (SaO₂),
- [0029] 心率 (HR), 例如, 以心跳 / 分钟表示,
- [0030] 白细胞计数 (WBC), 以及
- [0031] 净体液平衡。
- [0032] 一般而言, 参数是基于从患者处采集的生理数据, 尽管一些参数可能至少部分地基于诸如呼吸机设置的机械设置。例如, SaO₂ 是在动脉血中氧气的饱和度, 即, 在循环系统中附着到血红蛋白细胞的氧气量的测量。对于正常患者而言, SaO₂ 约为 96%。SaO₂ 通常由脉搏血氧仪进行测量, 并被称为 SpO₂。动态肺 / 胸顺应性是利用观察的呼吸容量 (以 mL 表示的 V_t)、PIP 和呼气末正压 (以 mm Hg 表示的 PEEP) 进行计算的。静态呼吸顺应性是利用 V_t、PP 和 PEEP 进行计算的。白细胞计数 (WBC) 是白血球 (白血细胞) 的数量 / 立方毫米的血液。正常为 5,000 和 9,000 之间。如果大于 10,000, 则患者为白细胞增多; 如果小于 5,000, 则患者为白细胞减少。WBC 通常表现为 1 (1,000) 和 16 (16,000) 之间的数字。在正常情况下, 净体液平衡为总体液摄入 - 总体液输出 = 0。其典型地以 mL / 天进行测量。
- [0033] 在典型的医院环境中, MAWP、PP、PIP 和 V_t 都是测得的值, 并且通常对患者的机械通气约每四个小时一次进行记录。PEEP 是机械呼吸机上由呼吸治疗师或者其他适当的护理者选择的设置。通常连续地监测 RR、SpO₂ 和 HR。例如, SpO₂ 可以由通过线缆 22 或者通过无线连接与监测系统 18 连接的指尖探头 20 进行测量。心率由指尖探头 20、EKG 电极等进行测量。呼吸率经由呼吸机 14 进行测量。
- [0034] 将理解的是, 装置 10 还适用于未经受机械通气的患者。
- [0035] 装置 10 包括存储参数值和 / 或从中可确定参数值的采集的患者数据的监测参数数据存储单元 24。所采集的数据 / 参数值与存储器 24 中的特定患者相关联, 例如, 通过患者 ID 数字。所采集的患者数据 26 可以例如通过有线或者无线的局域网或者诸如因特网的广域网, 从监测系统 18 自动发送到存储器 24。可选地, 例如可以由医疗保健专家基于测量结果或者来自数据存储设备 (例如, 光盘、硬盘驱动器、USB 设备、存储卡等) 的输入直接或者间接地将患者数据中的一些 (例如, 净体液平衡) 或者所有手动地输入到数据存储单元 24 中, 所述测量结果例如是利用诸如工作站的用户接口 30 得到的。另外, 其他患者数据 (例如, 诸如 WBC 的实验室数据) 可以经由网络 28 自动地输入到数据存储单元 24。在另一实施例中, 所有采集的患者数据存储在医院范围或者其他医学系统范围的患者数据库 32 中, 其可由装置 10 例如经由网络进行访问。
- [0036] 装置 10 包括分析器 34, 其在预定时间窗内基于存储在数据存储单元 24 中的患者的所监测临床数据提供特定患者的呼吸系统稳定性的度量。例如, 时间窗可以为接下来的两个小时、十二个小时或者二十四个小时, 或者从未来的某个时间开始的时期, 例如从两个小时、十二个小时或者二十四个小时以后开始。具体而言, 分析器向患者数据应用一组规则, 该规则在一起为呼吸不稳定性的预测 (例如, 将发生呼吸不稳定性的可能性)。这些规则可

以存储在模型 36 中。可以连续地运行规则（例如，对于监测的数据），或者在手动输入新的数据或者验证的生命体征（例如，在净体液平衡的情况）时运行，或者在获得新数据（例如，来自实验室测试的 WBC）时运行。

[0037] 示例性装置 10 可以在计算设备中实施，所述计算设备例如为一个或多个通用计算机、（一个或多个）特殊用途的计算机、经编程的微处理器或者微控制器和外围集成电路元件、ASIC 或者其他集成电路、数字信号处理器、硬线电子器件或者诸如离散元件电路的逻辑电路、诸如 PLD、PLA、FPGA 或者 PAL 的可编程逻辑设备等。分析器 34 可以以软件、硬件或者其组合的形式。在一个实施例中，分析器 34 包括存储在存储器中的由计算设备的相关联的处理器执行的软件指令。可以为存储分析器的存储器或者一分开的存储器的患者数据存储库 24 可以表示任何类型的计算可读介质，诸如，随机存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、磁盘或者磁带、光盘、闪存或者全息存储器。在一个实施例中，存储器 24 包括随机存储器和只读存储器的组合。

[0038] 所确定的呼吸的稳定性度量可以从装置 10 中经由局域网 28 输出至例如，患者记录库 32 或者诸如生命体征显示监测器 38、打印机、报警系统等输出设备。监测器 38 可以靠近患者，例如床边监测器，或者位于生命体征监测站或者监视中心中。事实上，一旦将收集的数据发送并存储到患者记录库 32 中，其可以由网络 28 上具有正当访问权的任何设备使用。例如，如在图 2 中所示，监测器 38 可以显示一组测得参数 40、42、44、46 中的每一个，以及一个或多个时间窗内（这里为 12 和 24 小时）患者呼吸系统的稳定性 / 不稳定性的预测度量 48（示出为呼吸稳定性指数）。任选地，如果度量指示出不稳定性，则触发与监测器 38 链接的报警 50。

[0039] 图 3 示出了用于测量和预测患者呼吸稳定性的示例性方法。方法起始于 S100。

[0040] 在 S102，收集先前患者数据的全集（corpus），并且将其根据该患者是否患有呼吸不稳定性进行分类。

[0041] 在 S104，从患者数据中提取参数值。

[0042] 在 S106，基于参数识别规则，从患者数据中提取的该参数的值具有一些区分（两个）组的能力。因此，可以将该组规则视为针对还未处于呼吸不稳定状态的新患者的患者不稳定性（或者稳定性）的预测。

[0043] 在 S108，将规则存储在模型 36 中。

[0044] 在 S110，输入新的患者数据，并且提取参数值。

[0045] 在 S112，向提取的患者参数值应用一组存储的规则。可以基于选择的时间窗选择该规则。

[0046] 在 S114，基于所应用的规则的结果计算患者稳定性的度量，并且以数据形式输出。

[0047] 在 S116，对于其稳定性度量满足或者超出指示不稳定性的预定阈值的患者，可以向医务人员提供警报，使得能够提供适当的治疗。

[0048] 对于相同的患者，可以以间隔重复步骤 S110-S116，所述间隔例如为至少每四小时一次或者基于半连续，例如每次输入新患者数据时。该方法在 S118 处结束。现在将提供方法的其他细节。

[0049] 通过向先前患者数据的全集应用机器学习算法而建立（S102-S108）模型 36，该患者数据包括随后观察到（在预测时间窗内，例如，2、12 或者 24 小时）的呼吸不稳定情

况下的数据以及不是这种情况下（即，患者被视为是稳定的）的数据。在一个实施例中，使用来自 ICU 患者的回顾性数据来生成两个上述参考数据组：一组出现严重呼吸问题的不稳定患者和一组没有出现这种问题的患者。在另一实施例中，由健康护理提供者或其他经训练的人员基于医学记录对来自 ICU 患者的回顾性数据进行注释，以指示哪些患者出现严重的呼吸问题而哪些没有。

[0050] 机器学习技术从全集中识别哪些参数与呼吸不稳定性的起始最相关联，并且基于这些参数识别为呼吸不稳定性的起始的可预测规则。一般而言，生成一个或多个规则的集合，其采用参数中的至少两个作为变量。在生成规则过程中，可以为参数设置阈值。如将会意识到的，阈值中的一些要求（一个或多个）参数值等于或者低于阈值（例如，在 SpO₂ 的情况下）以满足规则并且患者被分类为不稳定，而其他则要求参数值等于或者大于阈值（例如，在 MAWP、PP 或者 HR 的情况下）以满足规则。

[0051] 例如，一种类型的规则可以仅包括参数中的第一个，并且为该参数指定相对挑战性的阈值，该阈值使规则满足并且患者被预测为不稳定的，例如，在指定的时间窗内。另一类型的规则可以包括至少两个参数（其中一个可以为第一参数）。对于这种类型的规则，必须满足参数中的每个的阈值以使规则满足，例如，患者被视为不稳定。一般地，在这些参数中的一个为第一参数时，其阈值可以比在第一类型的规则（当第一参数是唯一的参数时）时具有更小的挑战性。例如，可以要求 MAWP 在第一类型的规则中高于 17 而在第二类型的规则中高于 12.6。也预期其他规则，其中，参数之间的关系（例如比率）必须达到一阈值以使规则得到满足。

[0052] 在一个实施例中，必须满足来自该组规则中的至少一个规则，以将患者确定为不稳定（或者稳定）。在其他实施例中，必须满足多于一个的规则。在一些实施例中，患者稳定性度量可以为连续变量指数而非二元度量（稳定 / 不稳定）。在该实施例中，可以考虑一个或多个规则。可选地，一个或多个规则可以为两个或更多个参数的加权函数，其中，权重考虑了参数的相对重要性。

[0053] 另外地或者可选地，患者稳定性度量可以基于在不同时间采集的两组或者更多组参数值。例如，通过在预定时期内一个或多个参数值的阈值变化而满足一个或多个规则。

[0054] 规则可以根据预测时间窗而变化，因此，模型 36 可以具有针对多个时间窗中的每个的不同规则组。例如，阈值可以取决于时间窗而不同。另外，规则可以根据患者类型而变化，例如机械通气与非机械通气，或者根据年龄、性别、医学状况或者其他因素。相应地，这些因素中的每个可用于生成可应用于该类患者的不同组规则。

[0055] 例如，在一个实例中，所有使用呼吸机的患者基于其是否经受呼吸不稳定性而被划分为两组，该呼吸不稳定性由在维持时期内的低 PF 比率（例如，< 300）指示。使用机器学习技术来发掘将使用所识别的变量正确地分类来自两个数据集的患者。已经发现，某些所测量的参数易于在这两组中进行区分：平均气道压力（以 mm Hg 表示的 MAWP）、平台压力（以 mm Hg 表示的 PP）、峰值吸气压力（以 mm Hg 表示的 PIP）、动态肺 / 胸顺应性（以 mL/cmH₂O 表示的 C_{动态}）、静态呼吸顺应性（C_{静态}）、呼吸率（以呼吸 / 分钟表示的 RR）、由脉搏血氧仪测量的外周氧气饱和度（以 % 氧合表示的 SpO₂）以及心率（以心跳 / 分钟表示的 HR）。利用这些参数，使用机器学习技术来生成用于将患者分类为针对气体交换折衷的不稳定或者稳定的算法。以下为所发掘的一个规则的示例：

[0056] MAWP > 17 → 不稳定

[0057] MAWP > 12.6 并且 SpO₂ ≤ 97 并且 HR > 86.5 → 不稳定

[0058] PP > 23.8 并且 HR > 90.5 并且 SpO₂ ≤ 97.5 → 不稳定

[0059] 否则 → 稳定

[0060] 在这一示例中,存在用于识别呼吸不稳定患者的三个规则以及第四个、缺省稳定规则。注意到在该示例中,尽管向机械学习算法提供针对八个特征(候选参数)的数据,但是该规则组仅使用它们中的四个。发现列表中的其他特征对于该组患者而言是无用的。如将会意识到的,参数不限于以上所列的那些。例如,可以单独地使用这些参数中的两个或者三个,或者与其他参数结合使用。除了基于呼吸机读数和所监测数据的变量以外,其他可能的变量可能基于实验室数据(WBC)、手动输入(净体液平衡)、辐射成像(用于体积估计)以及手术史。同样,如先前所提示的,尽管分类算法的以上示例是规则组的形式,但是能够通过以下方法将这些规则变换成单个连续指数(而非二元警报):将二元阈值变换成从0到1变化的连续函数,并且使用标准模糊逻辑算子将这些连续函数进行组合。

[0061] 示例性实施例适合在用于为气体交换折衷的患者提供预测性警报的ICU中使用。然而,其可以以其他方式进行应用。可以为在气体交换折衷类别内的问题子集生成警报,例如,ALI和ARDS。在其他实施例中,可以应用这里描述的方法来生成总患者敏锐度(acuity)度量的呼吸分量。或者在ICU中或ICU以外,将该方法用于使用高分辨率数据。

[0062] 在一个实施例中,分析由监测系统10提供的数据以回顾性地确定医务人员是如何对某些度量做出反应以及干预是如何影响患者结果的。管理员能够评估医务人员管理患者呼吸不稳定性的表现如何,并且相应地修改规则或者时间窗。

[0063] 图3中示出的方法可以以能够在计算机上运行的计算机程序产品实施。计算机程序产品可以为可控程序记录于其上的有形的计算机可读记录介质,例如,磁盘、硬盘,或者可以为可传输载波,其中,可控程序表现为数据信号。计算机可读介质的常见形式包括,例如,软盘、软磁盘、硬盘、磁带或者任何其他磁性存储介质、CD-ROM、DVD或者任何其他光学介质、RAM、PROM、EPROM、FLASH-EPROM,或者其他存储芯片或者盒式磁带、传输介质,诸如声波或者光波,例如那些在无线电波和红外数据通信中生成的等,或者任何其他计算机可读和使用的介质。

[0064] 示例性方法可以在以下中的一个或多个中实施:通用计算机、(一种或多种)专用计算机、经编程的微处理器或者微控制器和外围集成电路元件、ASIC或者其他集成电路、数字信号处理器、硬线电子器件或者诸如离散元件电路的逻辑电路、诸如PLD、PLA、FPGA或者PAL的可编程逻辑设备等。一般地,能够实施有限状态机并且继而能够实施图3中所示的流程图的任何设备都能够用于实施用于预测呼吸稳定性的方法。

[0065] 已经参考优选实施例描述了本发明。在阅读和理解前述详细描述的基础上可以对其他方面进行修改和变化。只要所述修改和变化落在所附权利要求或其等价物的范围内,意在将本发明解释为包括所有这些修改和变化。

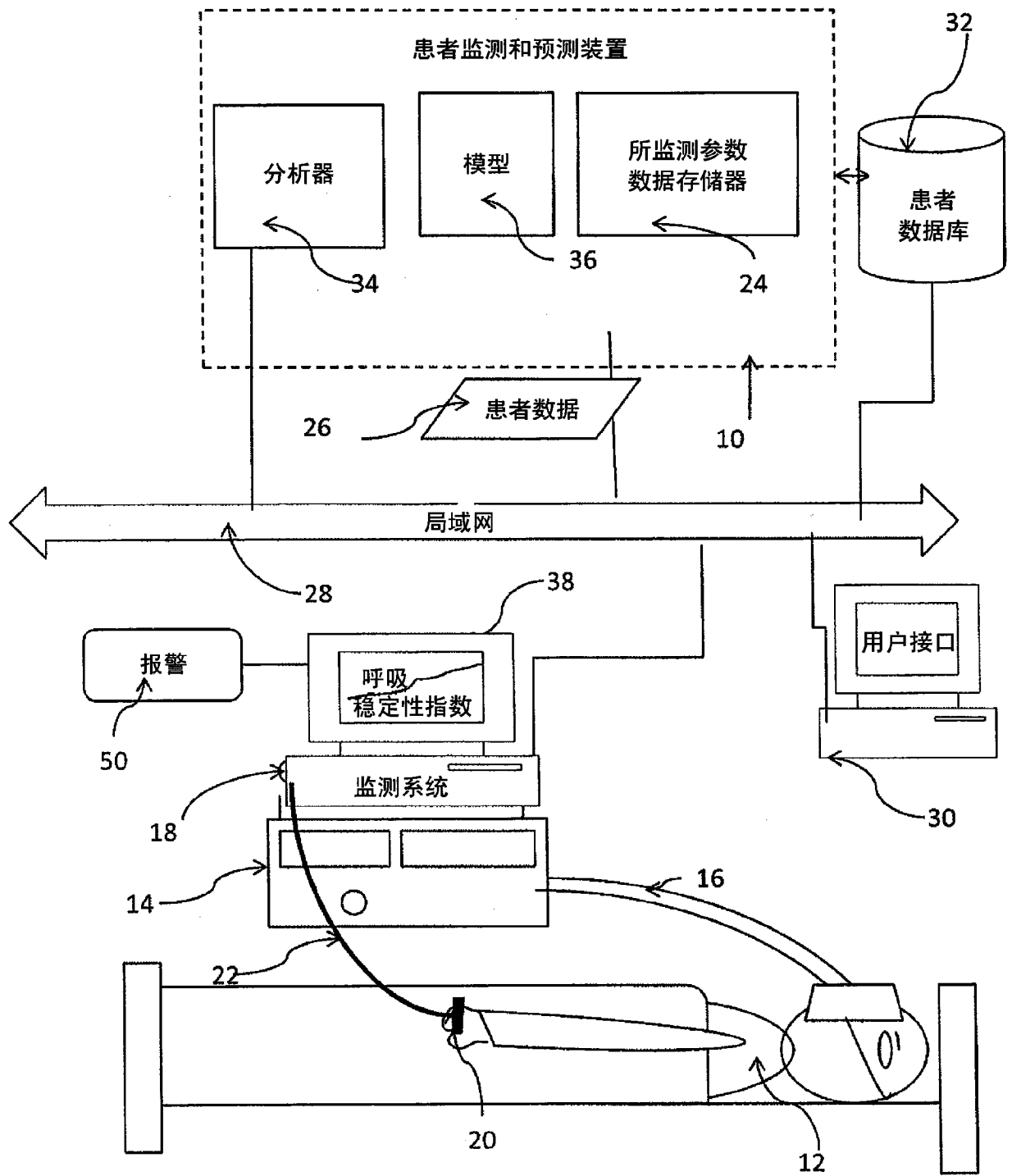


图 1

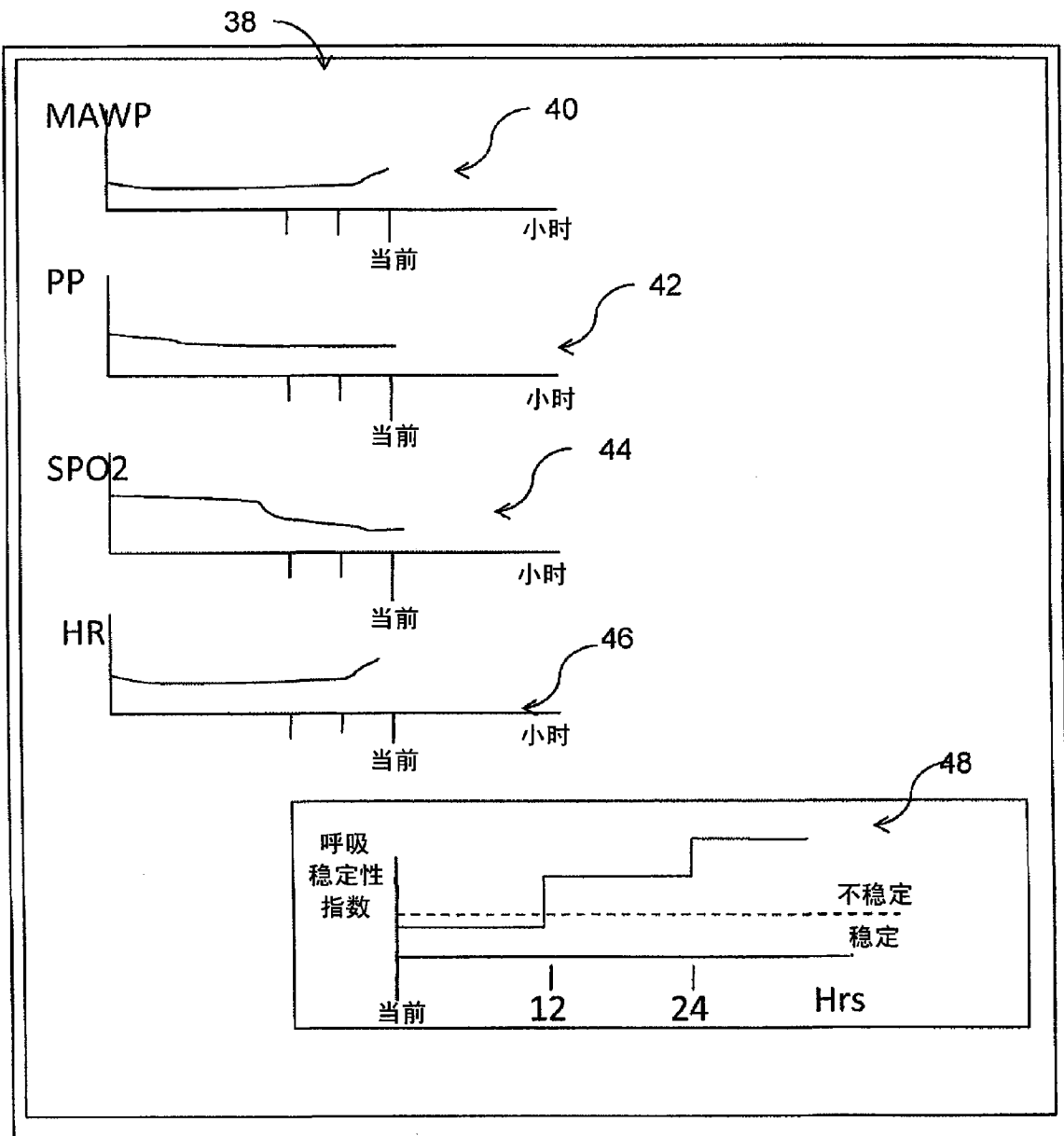


图 2

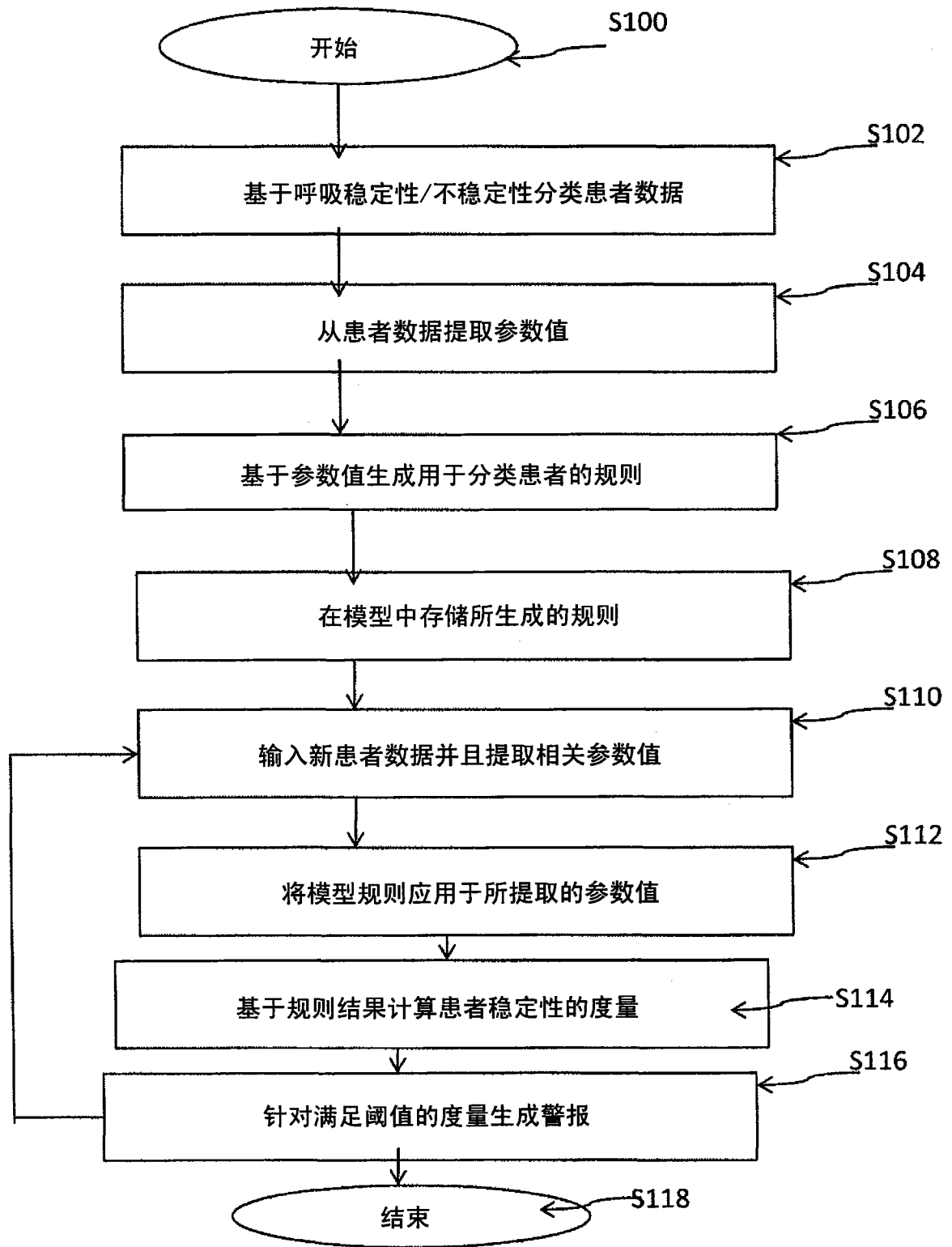


图 3