



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109195508 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 22

(21) 申请号 201780033732.2

(22) 申请日 2017.07.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109195508 A

(43) 申请公布日 2019.01.11

(30) 优先权数据
62/365,815 2016.07.22 US
15/649,438 2017.07.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.11.30

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2017/042221 2017.07.14

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/017425 EN 2018.01.25

(73) 专利权人 爱德华兹生命科学公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 F·艾哈提布 Z·塞

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵志刚 赵蓉民

(51) Int.Cl.
A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/021 (2006.01)
G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/30 (2018.01)

(56) 对比文件
US 2015065826 A1, 2015.03.05
US 2015116333 A1, 2015.04.30
US 2013096402 A1, 2013.04.18
CN 101460092 A, 2009.06.17
WO 2016022989 A2, 2016.02.11

审查员 廖怡芳

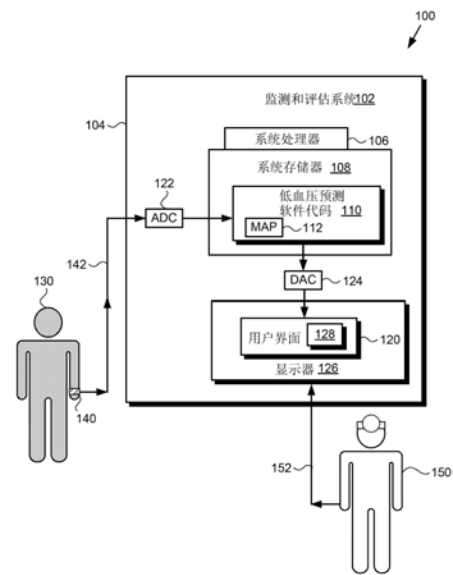
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

平均动脉压 (MAP) 导出的对未来低血压的预测

(57) 摘要

提供了用于执行平均动脉压 (MAP) 导出的对未来低血压的预测的系统和方法。这种系统包括：硬件单元，其包括硬件处理器和系统存储器；存储在系统存储器中的低血压预测软件代码；以及感官警报。硬件处理器被配置为执行低血压预测软件代码以接收活体对象的 MAP 数据，并将 MAP 数据转换为预测活体对象的未来低血压事件的一个或多个参数。硬件处理器还被配置为执行低血压预测软件代码，以基于一个或多个参数中的至少一些参数来确定活体对象的与未来低血压事件的概率对应的风险评分，并且如果活体对象的风险评分满足预定风险标准，则启用感官警报。



1. 一种用于活体对象的监测和评估的系统,所述系统包括:
 - 血液动力学传感器,其被配置为附接至所述活体对象,感测所述活体对象的动脉压,并且基于所述活体对象的所述动脉压生成血液动力学信号;
 - 硬件单元,其包括硬件处理器和系统存储器;
 - 低血压预测软件代码,其存储在所述系统存储器中;
 - 感官警报;
 - 其中,所述硬件处理器被配置为执行所述低血压预测软件代码以:
 - 基于所述血液动力学信号确定所述活体对象的平均动脉压数据即MAP数据;
 - 将所述MAP数据转换为预测所述活体对象的未来低血压事件的至少一个参数;
 - 基于所述至少一个参数的至少一个子集,确定所述活体对象的与所述未来低血压事件的概率对应的风险评分,其中所述风险评分由所述硬件处理器基于MAP确定,并且其中所述风险评分由以下公式确定: $\text{风险评分} = 1 / (1 + e^{-(a * \text{MAP} + b)})$, 其中a和b是数字;以及
 - 如果所述活体对象的所述风险评分满足预定风险标准,则启用所述感官警报。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述硬件处理器被配置为执行所述低血压预测软件代码以确定所述活体对象的所述风险评分,而不与对应于其他活体对象的低血压的数据进行比较。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述硬件处理器还被配置为执行所述低血压预测软件代码以通过经由连接到所述硬件单元的显示器上的用户界面的显示来显示所述活体对象的所述风险评分而启用所述感官警报。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述硬件处理器还被配置为执行所述低血压预测软件代码,以识别所述未来低血压事件的最可能原因。
5. 根据权利要求4所述的系统,其中所述硬件处理器还被配置为执行所述低血压预测软件代码,以推荐用于预防所述未来低血压事件的医学干预。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述血液动力学传感器非侵入性地感测所述活体对象的所述动脉压。
7. 根据权利要求6所述的系统,其中所述血液动力学传感器在所述活体对象的肢端处非侵入性地感测所述活体对象的所述动脉压。
8. 一种其上存储有指令的计算机可读非暂时性介质,当其由硬件处理器执行时,实例化包括以下内容的方法:
 - 接收基于活体对象的感测到的动脉压的血液动力学信号;
 - 基于所述血液动力学信号生成活体对象的平均动脉压数据即MAP数据;
 - 将所述MAP数据转换为预测所述活体对象的未来低血压事件的至少一个参数;
 - 基于所述至少一个参数的至少一个子集,确定所述活体对象的与所述未来低血压事件的概率对应的风险评分,其中所述风险评分由所述硬件处理器基于MAP确定,并且其中所述风险评分由以下公式确定: $\text{风险评分} = 1 / (1 + e^{-(a * \text{MAP} + b)})$, 其中a和b是数字;以及
 - 如果所述活体对象的所述风险评分满足预定风险标准,则启用感官警报。
9. 根据权利要求8所述的计算机可读非暂时性介质,其中确定所述活体对象的所述风险评分是在不与对应于其他活体对象的低血压的数据进行比较的情况下进行的。
10. 根据权利要求8所述的计算机可读非暂时性介质,进一步包括经由用户界面显示所

述活体对象的所述风险评分。

11. 根据权利要求8所述的计算机可读非暂时性介质, 进一步包括识别所述未来低血压事件的最可能原因。

12. 根据权利要求11所述的计算机可读非暂时性介质, 进一步包括推荐用于预防所述未来低血压事件的医学干预。

平均动脉压 (MAP) 导出的对未来低血压的预测

背景技术

[0001] 对于接受手术的患者以及在重症监护病房 (ICU) 接受治疗的急性或重症患者,低血压或低血压症可能是严重医学并发症甚至死亡的预兆。与患者发生低血压相关联的危险是由于低血压本身引起的潜在损伤以及发生低血压可能意味着的许多严重的潜在医学疾病。

[0002] 就低血压其本身而言,外科患者或重症患者的低血压是严重的医学状况。例如,在手术室 (OR) 设置中,手术期间的低血压与死亡率和器官损伤增加有关联。即使手术期间极短时间的极度低血压也与急性肾损伤和心肌损伤有关联。在重症患者中,紧急插管后经历低血压的患者的院内死亡率可能几乎翻倍。对于手术患者和重症患者,低血压如果不纠正,可能会损害器官灌注,导致不可逆的缺血性损伤、神经功能缺损、心肌病和肾功能损害。

[0003] 除了对手术患者和重症患者本身构成严重风险外,低血压还可能是一种或更多种其他严重潜在医学状况的症状。低血压可作为急性症状的潜在状况的示例包括败血症、心肌梗塞、心律失常、肺栓塞、出血、脱水、过敏反应、对药物的急性反应、血容量不足、心输出量不足和血管舒张性休克。由于其与如此多种严重的医学状况相关,低血压相对常见,并且通常被视为OR和ICU中患者恶化的最初迹象之一。例如,低血压总体上在高达约33%的手术中被发现,并且在高风险手术中高达85%。在ICU患者中,低血压发生在所有患者的约百分之二十四至约百分之八十五,其中百分之八十五的发生率在重症患者中被发现。

[0004] 在OR和ICU设置中针对低血压的常规患者监测可以包括连续或周期性血压测量。然而,无论是连续地还是周期性地执行这种监测,通常仅提供实时评估。结果,外科患者或重症患者中的低血压通常仅在其开始发生后才被检测到,因此在患者进入低血压状态之前不能开始补救措施和干预。如上所述,尽管极度低血压可能会很快就具有潜在的破坏性医学后果,但即使相对轻微的低血压水平也可能预示或促使心脏储备有限的患者心脏骤停。

[0005] 鉴于观察到在OR和ICU设置中发生低血压的频率,以及由于其确实发生时可能导致的严重且有时立即的医学后果,可以在其发生之前预测未来的低血压事件的解决方案,是非常可取的。

发明内容

[0006] 提供了用于执行平均动脉压 (MAP) 导出的对未来低血压的预测的系统和方法,基本上如结合至少一幅附图所示和/或描述的,并且如权利要求中更完整地阐述的。

附图说明

[0007] 图1示出了根据一种实施方式的用于执行平均动脉压 (MAP) 导出的对未来低血压的预测的示例性系统的图;

[0008] 图2A示出了用于非侵入性地检测活体对象的肢端处的动脉压的示例性实施方式;

[0009] 图2B示出了用于执行活体对象的动脉压的微创检测的示例性实施方式;

[0010] 图3示出了示例性系统和计算机可读非暂时性介质,其包括能够执行MAP 导出的

对未来低血压的预测的指令；

[0011] 图4是呈现示例性方法的流程图，其由监测和评估系统使用以执行MAP导出的对未来低血压的预测；以及

[0012] 图5示出了动脉压波形的轨迹，其包括对应于活体对象中未来低血压的概率的示例性标记。

具体实施方式

[0013] 以下描述包含与本公开中的实施方式有关的具体信息。本领域技术人员将认识到，本公开可以以不同于本文具体讨论的方式实施。本申请中的附图及其随附的详细描述仅针对示例性实施方式。除非另有说明，否则附图中的相同或相应的元件可以由相同或相应的附图标记指示。此外，本申请中的附图和说明通常不是按比例，并且不旨在对应于实际的相对尺寸。

[0014] 本申请公开了用于执行平均动脉压（以下称为“MAP”）导出的对未来低血压的预测的系统和方法。通过将活体对象的MAP数据转换为预测活体对象的未来低血压事件的一个或多个参数，本申请公开了一种能够确定与未来低血压事件将发生的概率对应的风险评分的解决方案。另外，通过持续地接收和转换活体对象的MAP数据，本申请公开的解决方案能够实现对活体对象的基本连续的低血压风险监测。此外，通过如果活体对象的风险评分满足预定风险标准则启用感官警报，本申请公开了一种解决方案，其提供对活体对象的未来低血压事件的提前预警，从而有利地使医护人员能够准备及时有效的干预。

[0015] 图1示出了根据一种实施方式的用于执行MAP导出的对未来低血压的预测的示例性系统的图。监测和评估系统102在患者护理环境100内实施，患者护理环境100可以是例如重症监护病房（ICU）或手术室（OR）。如图1所示，除了监测和评估系统102之外，患者护理环境100还包括患者130（以下称为“活体对象130”）以及受过训练以使用监测和评估系统102的医护人员150（以下称为“用户150”）。

[0016] 如图1中进一步所示，监测和评估系统102包括被实现为硬件处理器的系统处理器106以及存储用于处理MAP数据112的低血压预测软件代码110的系统存储器108。监测和评估系统102还包括提供用户界面120的显示器126。如将在下面更详细地讨论的，用户界面120被配置为从用户150接收输入152，并且如果预测活体对象130的未来低血压事件的风险评分满足预定风险标准，则提供感官警报128。图2中还示出了模数转换器122（以下称为“ADC 122”）和数模转换器124（以下称为“DAC 124”），ADC 122和DAC 124由监测和评估系统102使用以处理与活体对象130的低血压风险评分的确定和显示相关联的数据。

[0017] 另外，图1示出了被附接到活体对象130的示例性血液动力学传感器140。应注意，血液动力学传感器140可以是附接到活体对象130的非侵入性或微创传感器。在一个实施方式中，如在图1中所表示的，血液动力学传感器140可以非侵入性地附接在活体对象130的肢端处，例如活体对象130的手腕或手指处。虽然未在图1中明确示出，但在其他实施方式中，血液动力学传感器140可以非侵入性地附接在活体对象130的脚踝或脚趾处。图1还示出了由监测和评估系统102接收的血液动力学信号142，其可以包括对应于活体对象130的动脉压的信号。监测和评估系统102和血液动力学传感器140可以被配置成使得监测和评估系统102可以无线地或通过与血液动力学传感器140有线的连接来接收血液动力学信号142。

[0018] 系统处理器106被配置为执行低血压预测软件代码110以接收活体对象130 的MAP数据112。系统处理器106还被配置为执行低血压预测软件代码110以将MAP数据112转换为预测活体对象130的未来低血压事件的一个或更多个参数。例如,低血压预测软件代码110可以将MAP数据112转换为预测活体对象 130在接下来的大约一到五分钟内或者长至在未来大约三十分钟内发生的低血压事件的一个或更多个参数。

[0019] 系统处理器106还被配置为执行低血压预测软件代码110,以基于由MAP 数据112导出的一个或更多个参数的至少一些(即,至少一个子集)来确定活体对象130的对应于未来低血压事件的概率的风险评分。另外,系统处理器106 被配置为如果活体对象130的风险评分满足预定风险标准,则执行低血压预测软件代码110以启用感官警报128。

[0020] 在各种实施方式中,感官警报128可以被实施为视觉警报、听觉警报和触觉警报中的一个或更多个。例如,当被实施为提供视觉警报时,感官警报128 可以被启用为显示器126上的用户界面120所示的闪烁和/或彩色图形,和/或可以包括通过显示器126上的用户界面120显示风险评分。当被实施以提供听觉警报时,感官警报128可以被启用为任何合适的警告声音,例如警笛或重复音调。此外,当被实施为提供触觉警报时,感官警报128可以使硬件单元104振动或以其他方式将可感知的物理脉冲传递给用户150。

[0021] 注意,活体对象130的风险评分是基于由活体对象130的MAP数据112导出的参数来确定的,MAP数据112又基于从血液动力学传感器140接收的活体对象130的血液动力学信号142来确定。因此,根据本申请所公开的发明构思,监测和评估系统102的硬件处理器106被配置为执行低血压预测软件代码110 以确定活体对象130的风险评分,而不与对应于其他活体对象中的低血压的数据进行比较。换句话说,低血压预测软件代码110基于由MAP数据112导出的参数来确定活体对象130的风险评分,而不参考存储关于除了活体对象130之外的患者的低血压的信息的低血压患者数据库。

[0022] 除了上述功能之外,在一些实施方式中,硬件处理器106可以被配置为执行低血压预测软件代码110以识别活体对象130的未来低血压事件的最可能原因。例如,基于血液动力学信号142中包括的标记,低血压预测软件代码110 可能能够识别不良血管张力、低血容量或降低的心脏收缩性(仅举例几个示例性原因),作为预测的未来低血压事件的最可能原因。进一步地,在一些实施方式中,硬件处理器106可以被配置为执行低血压预测软件代码110以推荐用于预防活体对象130的未来低血压事件的医学干预。关于上述识别的低血压的第一和第二示例原因,如果检测到不良血管张力,可以推荐给予血管收缩剂,如果低血容量被识别为预测的未来低血压事件的最可能原因,则可以推荐给予盐水或全血。在一个实施方式中,系统102可以自动给予医疗干预以预防活体对象130的未来低血压事件。例如,响应于检测到未来低血压事件,系统102可以发送信号,如果检测到不良血管张力,该信号将导致给予血管收缩剂,或者如果低血容量被识别为问题,该信号将导致给予盐水或全血。

[0023] 参考图2A,图2A示出了用于在活体对象的肢端处非侵入地感测动脉压的示例性实施方式。图2A中的患者护理环境200A示出了包括接收活体对象230 的MAP数据212的低血压预测软件代码210的系统202。如图2A进一步所示,在活体对象230的手指232处使用血液动力学传感箍240a非侵入地检测活体对象230的动脉压。图2A中还示出了系统202的ADC 222以及由系统202从血液动力学传感箍240a接收的血液动力学信号242。

[0024] 活体对象230、血液动力学信号242和血液动力学传感箍240a总体上分别对应于图

1中的活体对象130、血液动力学信号142和血液动力学传感器140,并且可以共享归于本申请中的那些对应特征的任何特性。此外,图2A中包括 ADC 222和接收MAP数据212的低血压预测软件代码210的系统202总体上对应于图1中的包括ADC 122和接收MAP数据112的低血压预测软件代码110 的监测和评估系统102,并且可以共享归于本申请中的该对应特征的任何特性。

[0025] 根据图2A中所示的实施方式,血液动力学传感箍240a被设计成在活体对象230的手指232处非侵入地感测活体对象230的动脉压。此外,如图2A所示,血液动力学传感箍240a可以采取适合于活体对象230的长期佩戴的小型、轻便且舒适的血液动力学传感器的形式。应注意,尽管在图2A中,血液动力学传感箍240a被示为手指箍,但在其他实施方式中,血液动力学感测箍240a可以适当地改变以适合作为手腕、脚踝或脚趾箍用于附接于活体对象230。

[0026] 还应注意,当被实施为手指箍时,上述针对血液动力学传感箍240的有利的延长佩戴能力也可归于手腕、脚踝和脚趾箍实施方式。结果,血液动力学传感箍240a可以被配置成在延长的时间段(例如,数分钟或数小时)内提供对活体对象230的动脉压的基本上连续的逐搏(beat-to-beat)监测。

[0027] 继续参见图2B,图2B示出了用于执行活体对象的动脉压的微创检测的示例性实施方式。图2B中的患者护理环境200B示出了包括接收活体对象230的 MAP数据212的低血压预测软件代码210的系统202。如图2B进一步所示,通过微创血液动力学传感器240b检测活体对象230的动脉压。图2B中还示出了系统202的ADC 222以及由系统202从血液动力学传感箍240b接收的血液动力学信号242。

[0028] 应注意,图2B中所示的并且由与图2A中所示的那些相同的附图标记标识的特征分别对应于那些先前描述的特征,并且可以共享归于它们的任何特性。还应注意,血液动力学传感器240b总体上对应于图1中的血液动力学传感器 140,并且可以共享归于本申请中的该相应特征的任何特性。

[0029] 根据图2B中所示的实施方式,血液动力学传感器240b被设计成以微创方式感测活体对象230的动脉压。例如,血液动力学传感器240b可以经由插入到活体对象230的臂中的桡动脉导管附接到活体对象230。替代性地,尽管未在图 2B中明确表示,但在另一实施方式中,血液动力学传感器240b可以通过插入到活体对象230的腿中的股动脉导管附接到活体对象230。如图2A中的非侵入性血液动力学传感箍240a,图2B中的微创血液动力学传感器240b可以被配置成,例如,在延长的时间段(例如数分钟或数小时)内,提供活体对象230的动脉压的基本上连续的逐搏检测。

[0030] 现在转到图3,图3示出了示例性系统和计算机可读非暂时性介质,其包括能够执行MAP导出的对未来低血压的预测的指令。图3中的系统302包括硬件单元304,其包括处理器306、存储器308和显示器326。显示器326可以采用以下形式:液晶显示器(LCD)、发光二极管(LED)显示器、有机发光二极管(OLED)显示器或执行信号到光的物理转换的另一合适的显示器屏。包括具有处理器306和存储器308的硬件单元304的系统302总体上对应于包括具有系统处理器106和系统存储器108的硬件单元104的监测和评估系统102,并且可以共享归于本申请中的该对应特征的任何特性。也就是说,系统302可以被配置为使用显示器326提供用户界面120和/或感官警报128。

[0031] 图3中还示出了计算机可读非暂时性介质314,其具有存储在其上的低血压预测软件代码310。在本申请中使用的表述“计算机可读非暂时性介质”是指向系统302的处理器306提供指令的任何介质,不包括载波或其他暂时信号。因此,计算机可读非暂时性介质可以对应于各种类型的介质,例如,易失性介质和非易失性介质。易失性介质可以包括动态存储器,例如动态随机存取存储器(动态RAM),而非易失性存储器可以包括光学、磁性或静电存储设备。计算机可读非暂时性介质的常见形式包括例如光盘、RAM、可编程只读存储器(PROM)、可擦除PROM(EPROM)和闪存。

[0032] 根据图3中所示的实施方式,计算机可读非暂时性介质314提供低血压预测软件代码310,用于由系统302的处理器306执行。低血压预测软件代码310 在由处理器306执行时实例化对应于图1/图2中的低血压预测软件代码110/210 的低血压预测软件代码,并且能够执行由该对应特征执行并在本申请中描述的所有操作。

[0033] 下面将参考图4和图5进一步描述本发明构思的示例实施方式。图4呈现概述示例性方法的流程图460,该示例性方法由监测和评估系统使用以执行MAP 导出的对未来低血压的预测,而图5示出了动脉压波形的轨迹,包括对应于活体对象中的未来低血压的概率的示例性标记。可以使用上述低血压预测软件代码110/210/310来执行流程图460中概述的方法。

[0034] 流程图460开始于通过由处理器106/306执行的低血压预测软件代码 110/210/310接收活体对象130/230的MAP数据112/212(动作462)。如本文所使用的,表述“MAP数据”是指用于确定活体对象的平均动脉压或MAP的数据,以及由预测标记导出并且能够基于活体对象的MAP预测活体对象中的未来低血压的数据。例如,MAP数据112/212可以从血液动力学信号142/242中提取和/或处理,该血液动力学信号142/242是由系统102/202/302从血液动力学传感器140/240a/240b接收的。

[0035] 在一个实施方式中,例如,血液动力学传感器140/240a/240b可用于在活体对象130/230的肢端处感测活体对象130/230的动脉压,并基于感测的动脉压确定活体对象130/230的中心动脉压。系统102/202/302可以被配置为接收活体对象130/230的所确定的中心动脉压作为血液动力学信号142/242,其在各种实施方式中可以作为模拟信号或数字信号被接收。在其中血液动力学信号142/242作为模拟信号被接收的实施方式中,系统102/202/302利用ADC 122将血液动力学信号142/242转变为包括MAP数据112/212的数字数据。应注意,在其它实施方式中,系统102/202/302可以被配置为基于由血液动力学传感器140/240a/240b 感测的动脉压来确定活体对象130/230的中心动脉压。

[0036] 参考图500,在图5中,MAP数据112/212可包括预测活体对象130/230中的未来低血压并从动脉压波形580导出的各种标记,其可以是例如活体对象 130/230的中心动脉压波形。图500示出了示例性标记582、584、586和588,分别对应于活体对象130/230的心跳的开始、标识收缩上升结束的最大收缩压、标识收缩下降结束的重搏切迹的存在以及心跳的舒张。图500还示出了动脉压波形580的示例性斜率590。注意,斜率590仅是沿动脉压波形580可在多个位置处测量的多个斜率的代表。

[0037] 除了动脉压波形580本身的标记582、584、586和588之外,在这些标记之间的间隔期间的动脉压波形580的行为也可以用作预测活体对象130/240的未来低血压的标记。例如,标记582处的心跳开始与标记584处的最大收缩压之间的间隔标识收缩上升的持续时间

(以下称为“收缩上升582-584”)。动脉压波形580的收缩下降由标记584处的最大收缩压与标记586处的重搏切迹之间的间隔标识(以下称为“收缩下降584-586”)。收缩上升582-584和收缩下降584-586 共同标识整个收缩期(以下称为“收缩期582-586”),而标记586处的重搏切迹与标记588处的舒张之间的间隔标识动脉压波形580的舒张期(以下称为“舒张期586-588”)。

[0038] 还具有潜在诊断意义的是动脉压波形580在从标记584处的最大收缩压到标记588处的舒张(以下称为“间隔584-588”)的间隔中的行为,以及动脉压波形580从标记582处的心跳开始到标记588处的舒张(以下称为“心跳间隔 582-588”)的行为。在以下间隔期间:1)收缩上升582-584,2)收缩下降584-586,3)收缩期582-586,4)舒张期586-588,5)间隔584-588和6)心跳间隔582-588,动脉压波形580的行为可以通过例如测量动脉压波形580的曲线下面的面积和这些间隔中的每个中的动脉压波形580的标准偏差来确定。针对上面的间隔1、2、3、4、5和6(以下称为“间隔1-6”)测量的相应面积和标准偏差可以用作预测活体对象130/240的未来低血压的附加标记。

[0039] 如上所述,MAP数据112/212可以包括标记582、584、586、588和590中的任何一个或全部,以及针对动脉压波形580的间隔1-6测量的相应面积和标准偏差,并且MAP数据112/212可以用于确定MAP本身或者用于能够基于MAP 预测活体对象130/230中的未来低血压。关于MAP本身的确定,如本领域中已知的,MAP可以由以下等式确定:

[0040] $MAP = (CO * SVR) + CVP$ (等式1) 其中CO是心输出量,SVR是体循环血管阻力,并且CVP是中心静脉压。然而,MAP也可以使用收缩压(SP)和舒张压(DP)近似地确定,SP和DP分别对应于最大收缩压584和舒张的压力588。根据这种近似确定,MAP可以表示为:

[0041] $MAP(近似) = DP + 1/3 (SP - DP)$ (等式2)

[0042] 因此,在一个实施方式中,MAP数据112/212可以至少包括对应于标记584 和588的数据,用于生成MAP的近似确定。然而,在其他实施方式中,MAP 数据112/212可以包括从血液动力学信号142/242提取和/或处理的并与活体对象 130/230的心输出量(CO)、体循环血管阻力(SVR)和中心静脉压(CVP)对应的数据。

[0043] 流程图460继续,其中通过由处理器106/306执行的低血压预测软件代码 110/210/310将MAP数据112/212转换为预测活体对象130/230的未来低血压事件的至少一个参数(动作464)。例如,在一个实施方式中,MAP本身可以是足以预测活体对象130/230的未来低血压事件的单个参数。具体地,在一个实施方式中,可以通过以下等式基于MAP预测活体对象130/230的未来低血压事件:

[0044] 风险评分(Risk Score) $= 1 / (1 + e^{-((a * MAP) + b)})$ (等式3) 其中风险评分对应于活体对象130/230的未来低血压事件的概率,并且“a”、MAP本身和“b”是预测这种低血压事件的参数。注意,在一些实施方式中,参数“a”和“b”可以是预定和固定的,而在其他实施方式中,“a”和“b”可以是根据具体情况确定的变量并且可以由MAP数据112/212的转换(如动作464 所执行的)来获得。

[0045] 流程图460继续,其中通过由处理器106/306执行的低血压预测软件代码 110/210/310确定活体对象130/230的风险评分,例如,上述风险评分(动作466)。如上所述,可以使用等式3来确定活体对象130/230的风险评分。在一些实施方式中,风险评分可以表示为

如等式3所示的分数。然而,在一些实施方式中,风险评分可以转换为介于0%和100%之间的百分数风险评分。

[0046] 需要强调的是,活体对象130/230的风险评分是基于由活体对象130/230的 MAP数据112/212导出的参数而确定的,而MAP数据112/212又是基于从血液动力学传感器140/240a/240b接收的活体对象130/230的血液动力学信号142/242 而确定的。因此,根据本申请公开的发明构思,硬件处理器106/306被配置为执行低血压预测软件代码110/210/310以确定活体对象130/230的风险评分,而不与对应于其他活体对象的低血压的数据进行比较。也就是说,低血压预测软件代码110/210/310基于由MAP数据112/212导出的参数来确定活体对象130/230 的风险评分,而不参考存储关于除活体对象130/230之外的患者的低血压的信息的低血压患者数据库。

[0047] 如果活体对象130/230的风险评分满足预定风险标准,则流程图460可以结束于通过由处理器106/306执行的低血压预测软件代码110/210/310来启用感官警报128(动作468)。如图1所示,例如,低血压预测软件代码110/210/310可以被配置为向显示器126/326上的用户界面120提供输出,以用于显示活体对象 130/230的风险评分和/或用于启用感官警报128。如图1中进一步所示,在一些实施方式中,可使用DAC 124处理低血压预测软件代码110/210/310的输出以将数字信号转变为模拟信号以经由用户界面120呈现。

[0048] 预定风险标准可以基于风险评分的值、在一定时间间隔内的风险评分的趋势或两者。例如,在风险评分被表示为百分零和百分一百之间的百分比的情况下,如果风险评分超过阈值,例如,百分之八十五,则可能导致感官警报128 被立即启用。替代性地或另外地,如果风险评分在整个预定时间段内超过预定阈值,则较低风险评分可以导致感官警报128被启用。

[0049] 因此,例如,虽然百分之八十五的风险评分可以导致感官警报128被立即启用,但百分之八十的风险评分可能导致在该水平几秒钟之后感官警报128被启用,例如十到三十秒,其中风险评分连续在例如百分之八十到百分之八十五之间。通过类推,如果更低的风险评分连续维持一分钟或更多分钟,则该风险评分可以导致感官警报128被启用。在又一实施方式中,如果风险评分在预定时间段内满足或超过预定值预定次数,则风险评分可以导致感官警报128被启用。例如,在五分钟内间隔内风险评分超过百分之七十五三次可以导致感官警报 128被启用。

[0050] 如上参考图1所述,感官警报128可以被实施为视觉警报、听觉警报和触觉警报中的一个或更多个。例如,当被实施为提供视觉警报时,感官警报128 可以被启用为由显示器126上的用户界面120所示的闪烁和/或彩色图形,和/或可以包括经由显示器126/326上的用户界面120显示风险评分。当被实施为提供听觉警报时,感官警报128可以被启用为任何合适的警告声音,例如警笛或重复音调。此外,当被实施为提供触觉警报时,感官警报128可以使硬件单元 104/304振动或以其他方式将可感知的物理脉冲传递给用户150。

[0051] 尽管不包括在流程图460概述的动作中,但是在一些实施方式中,本方法可以包括通过由处理器106/306执行的低血压预测软件代码110/210/310来识别活体对象130/230的未来低血压事件的最可能原因。例如,并且如上所述,基于血液动力学信号142中包括的标记,低血压预测软件代码110/210/310可以用于识别不良血管张力、低血容量或降低的心脏收缩性(仅举例几个示例性原因,) 作为预测的未来低血压事件的最可能原因。

[0052] 另外,在一些实施方式中,本方法可以包括通过由处理器106/306执行的低血压预测软件代码110/210/310来推荐用于预防活体对象130/230的未来低血压事件的医学干预。例如,关于不良血管张力或血容量低,如果检测到不良血管张力,可以推荐给予血管收缩剂,如果低血容量被识别为预测的未来低血压事件的最可能原因,则可以推荐给予盐水或全血。

[0053] 因此,通过将活体对象的MAP数据转换为预测活体对象的未来低血压事件的一个或多个参数,本申请公开了一种能够确定与未来低血压事件将发生的概率对应的风险评分的解决方案。另外,通过持续地接收和转换活体对象的MAP 数据,本申请公开的解决方案能够实现对活体对象的基本连续的低血压风险监测。此外,通过如果活体对象的风险评分满足预定风险标准则启用感官警报,本申请公开了一种解决方案,其为活体对象提供未来低血压事件的早期预警,从而有利地使医护人员能够准备及时并且有效的干预。

[0054] 从以上描述中可以明显看出,在不脱离这些概念的范围的情况下,可以使用各种技术用于实施本申请中描述的概念。此外,虽然已经具体参考某些实施方式描述了概念,但是本领域普通技术人员将认识到,在不脱离这些概念的范围的情况下,可以在形式和细节上进行改变。这样,所描述的实施方式在所有方面都被认为是说明性的而非限制性的。还应当理解,本申请不限于本文描述的特定实施方式,相反,在不脱离本公开的范围的情况下,许多重新布置、修改和替换是可能的。

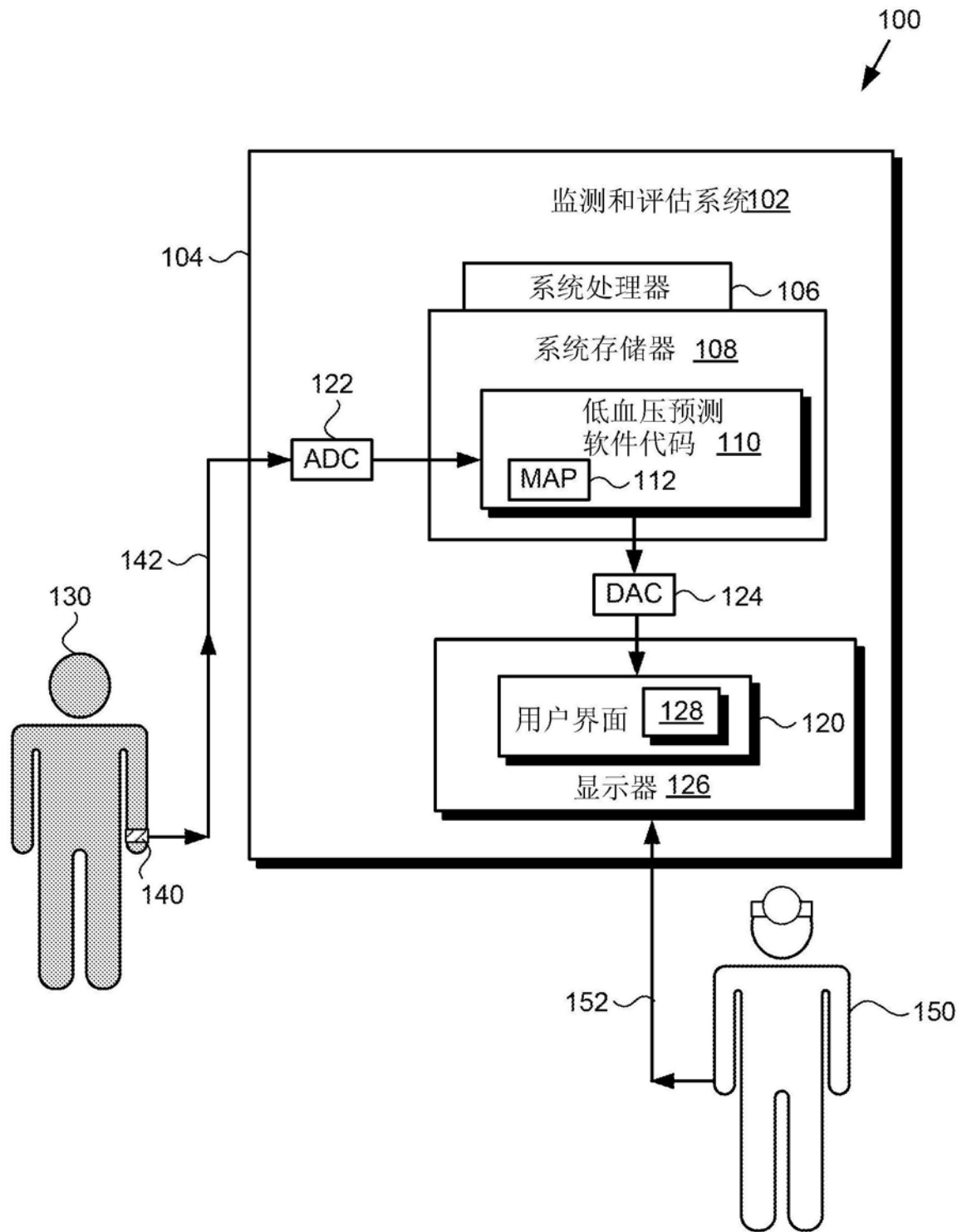


图1

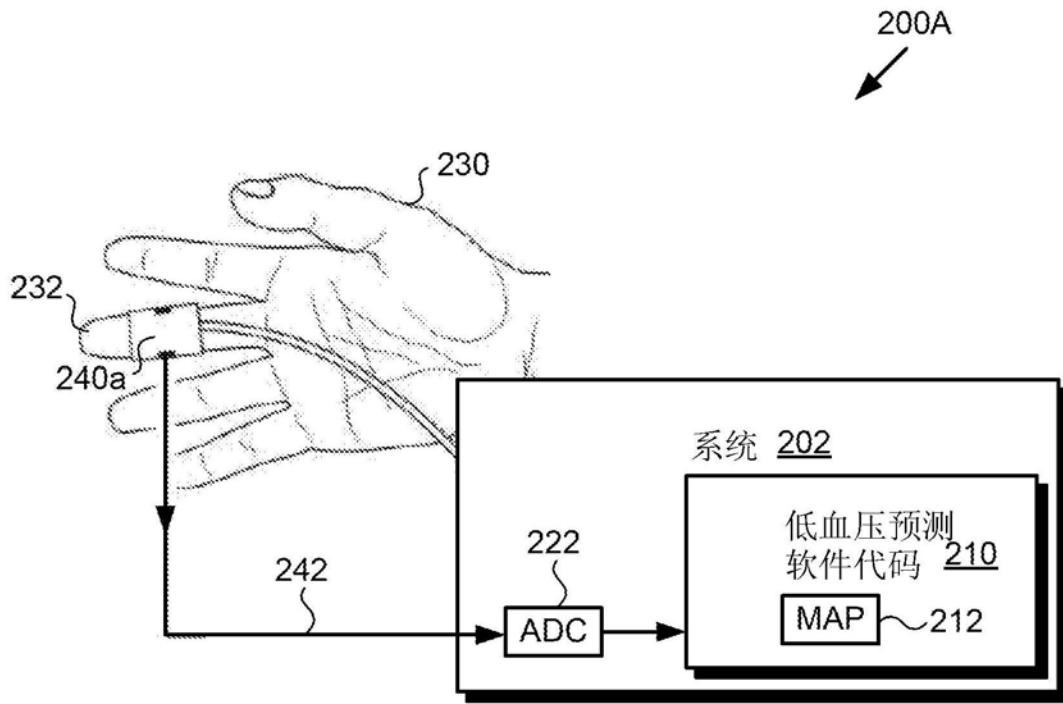


图2A

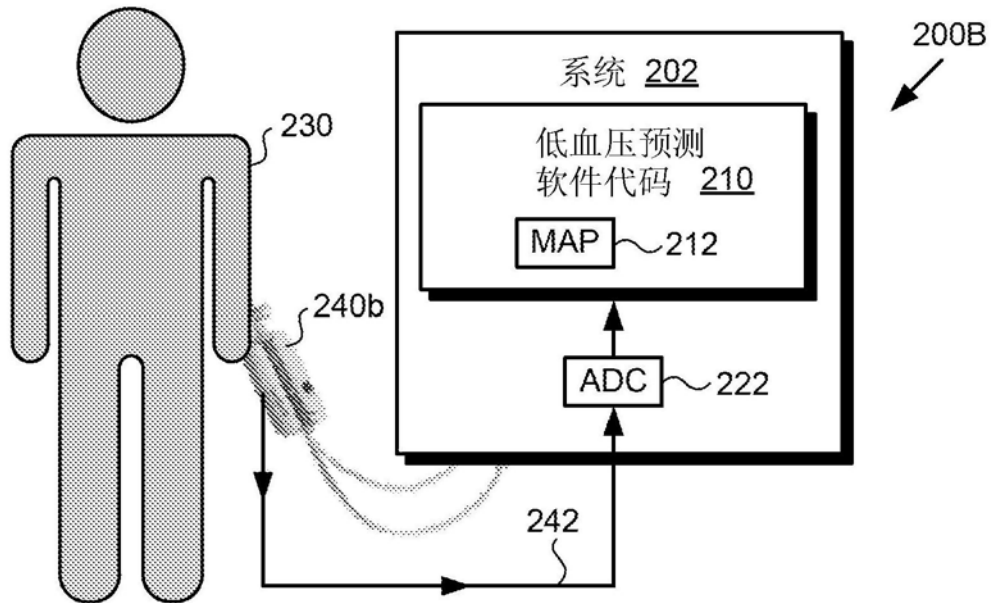


图2B

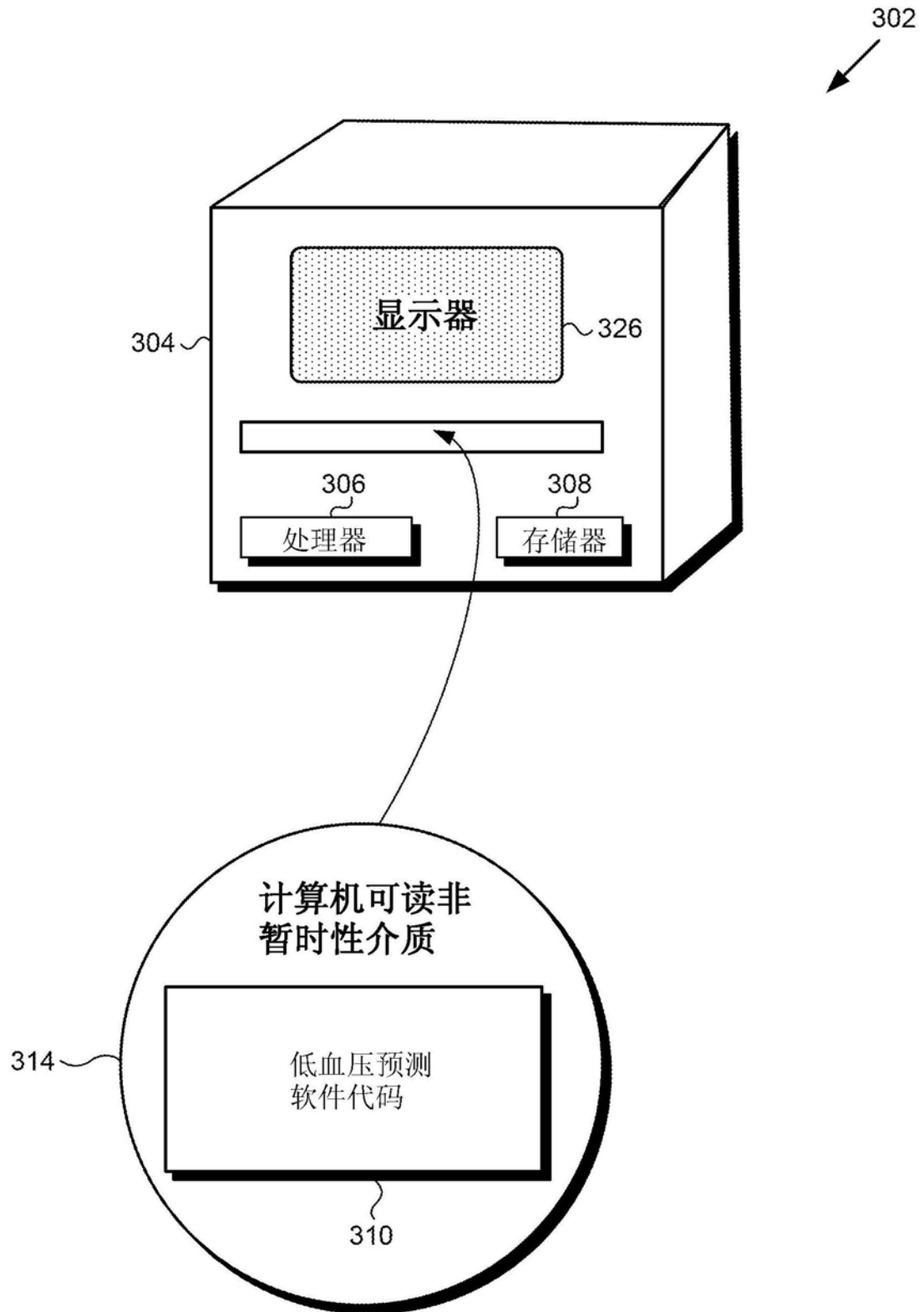


图3

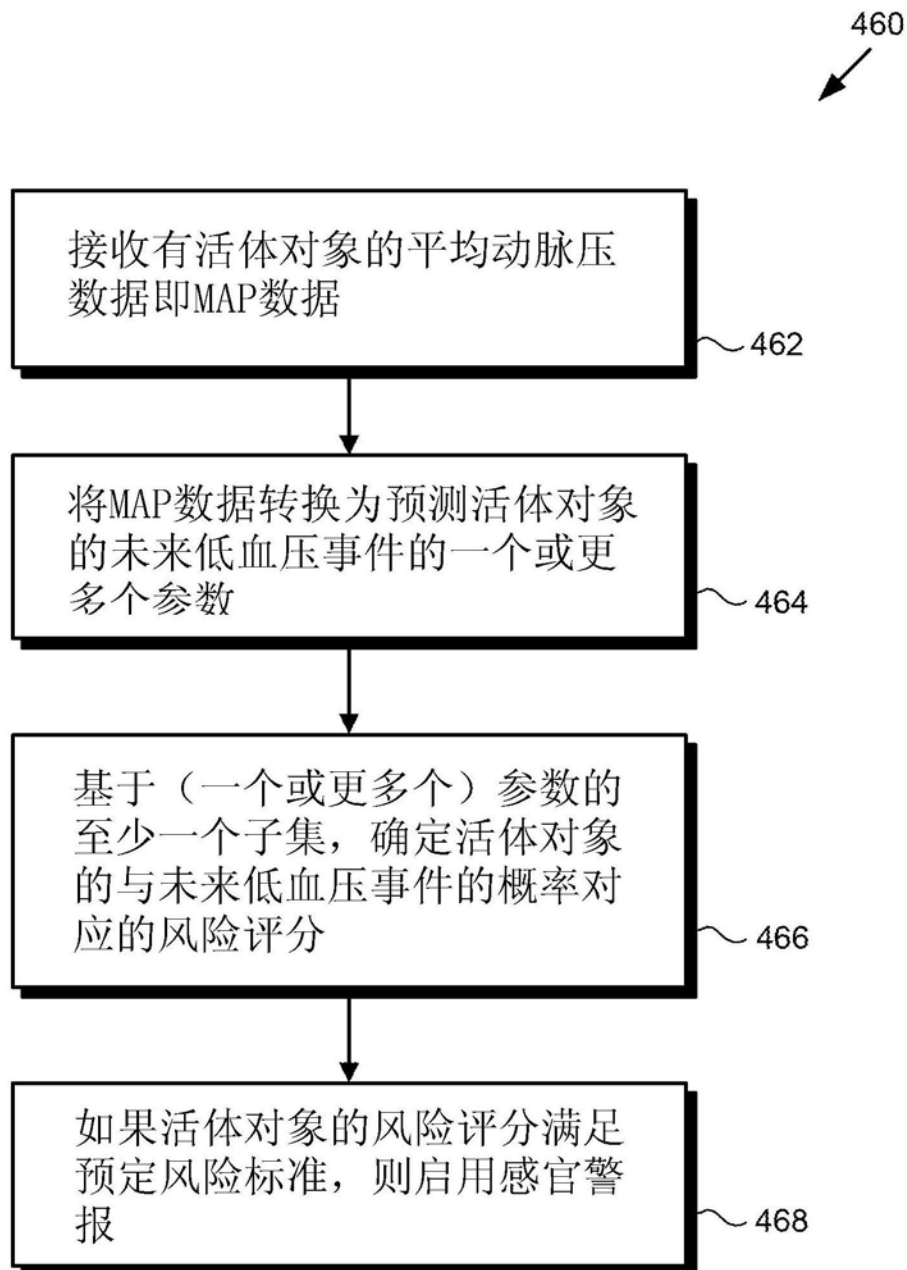


图4

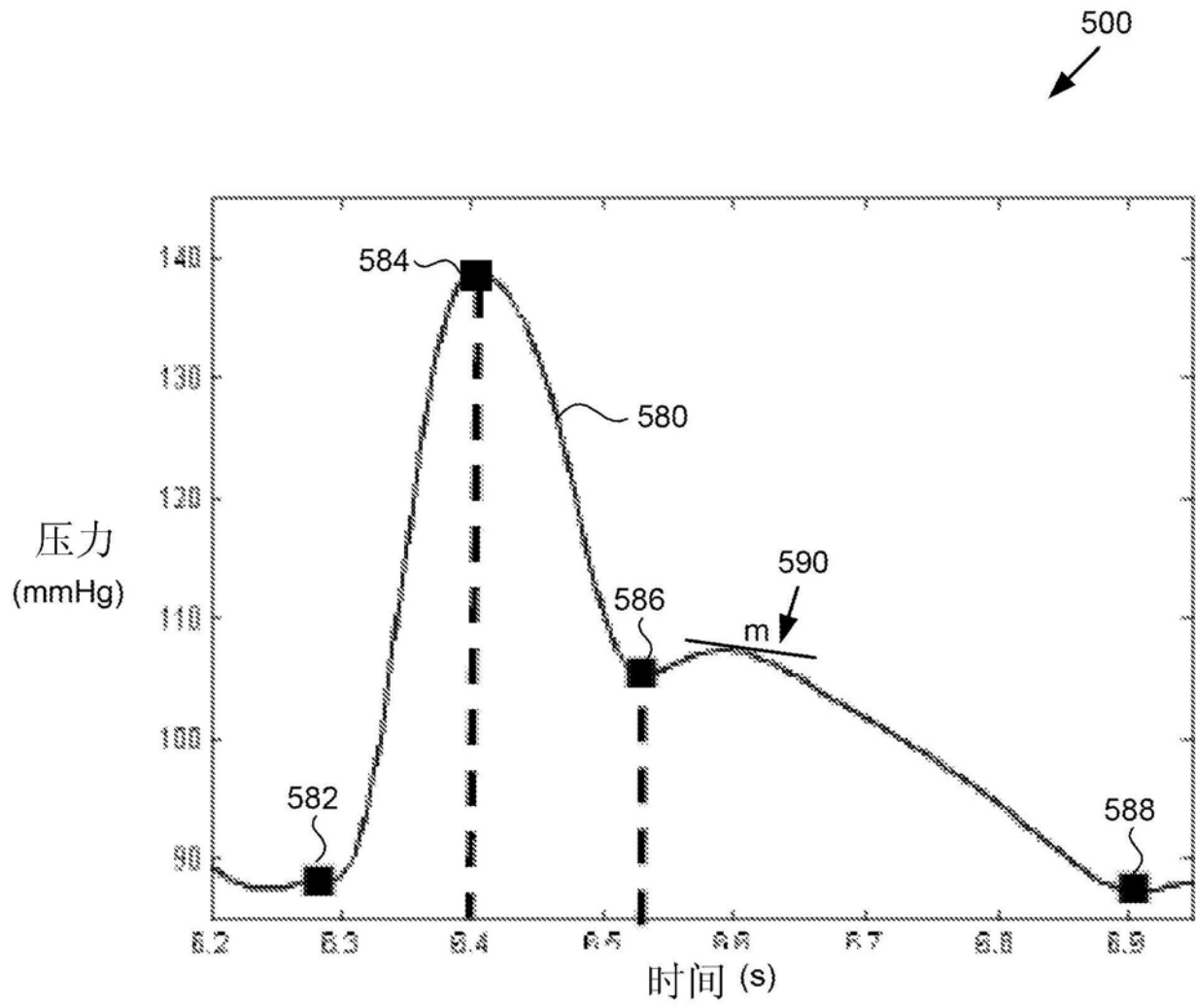


图5