



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111031899 A

(43)申请公布日 2020.04.17

(21)申请号 201880053722.X

(22)申请日 2018.06.26

(30)优先权数据

62/525,967 2017.06.28 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.02.18

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/039581 2018.06.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/005854 EN 2019.01.03

(71)申请人 新泽西州立罗格斯大学

地址 美国新泽西州

(72)发明人 A·J·高 G·M·坎农

(74)专利代理机构 北京汇知杰知识产权代理有限公司 11587

代理人 杨巍 柴春玲

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

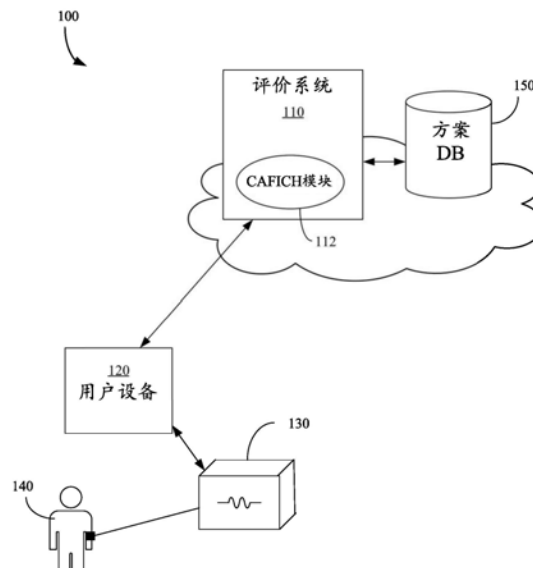
权利要求书3页 说明书14页 附图16页

(54)发明名称

用于心血管健康评估以及个性化健康和健身干预的评价系统

(57)摘要

评价系统生成心血管健康评估分数,该分数代表工作组织流并指示对中心和外周控制机制的依赖性,并用于支持多种个性化的医疗和健康应用程序。可以将一种或多种所述个性化的医疗和健康应用实现为评价系统的一部分,并纳入心血管健康评估。



1. 一种用于个性化健康和健身干预的评价系统,所述系统包括:
 - 一个或多个硬件处理器;
 - 一个或多个存储介质;
 - 健康和健身方案,存储于所述一个或多个存储介质的至少一个上;
 - 应用程序,存储于所述一个或多个存储介质的至少一个上,当由所述一个或多个硬件处理器执行时,所述应用程序指示所述一个或多个硬件处理器至少:
 - 接收代表血液通过受试者的血管床的力的测量的总血驱动力;
 - 接收代表所述受试者的动脉结构僵硬度的僵硬度指数;
 - 接收代表所述受试者的用于组织扩张的低氧驱动力的局部扩张响应;
 - 接收代表所述受试者的血管床收缩的自主收缩指数;
 - 使用所述僵硬度指数、所述局部扩张响应和所述自主收缩指数确定指示所述受试者的血管床中的阻力的值;
 - 通过将所述测量的总血驱动力除以表示所述受试者的血管床中的阻力的值,确定所述受试者的工作组织流;
 - 提供所述工作组织流和所述工作组织流的相对外周控制;以及
 - 响应于接收到期望的健身或健康目标的指示,确定用于所述工作组织流的相对外周控制的期望值或范围;并从存储的健康和健身方案中提供至少一种方案,所述存储的健康和健身方案与基于将所述工作组织流的相对外周控制移至所述工作组织流的相对外周控制的期望值或范围而维持、增加或减少所述工作组织流的相对外周控制相关。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,响应于接收到作为所述期望的健身或健康目标的指示的改善的心血管健康的指示,确定所述受试者的相对外周控制是否在与群体正常的或所述期望的健身或健康目标对应的工作组织流的相对外周控制的适当值或范围之上、之中或之下;
 - 其中,对于指示与适当的工作组织流的值或范围相比所述受试者外周受限的工作组织流,提供增加血管舒张响应的一种或多种方案以来作为所述至少一种方案;以及
 - 其中,对于指示与适当的工作组织流的值或范围相比所述受试者中心受限的工作组织流,提供降低中心受限的基础血管张力的一种或多种方案来作为所述至少一种方案。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述应用程序使用所述僵硬度指数(SI)、所述局部扩张响应(LD)和所述自主收缩指数(AC),通过指示所述一个或多个硬件处理器:
 - 使用CAFICH分数 = $[(LD/AC) + (1/SI)]$ 来计算CAFICH分数,
 - 来指示所述一个或多个硬件处理器以确定指示所述受试者的血管床中的阻力的值,
 - 其中,所述血管床中的阻力与所述CAFICH分数的倒数成比例,其中,所述CAFICH分数用于确定所述相对外周控制。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述应用程序还通过以下方式来指示所述一个或多个硬件处理器以生成所述测量的总血驱动力:
 - 接收所述受试者在安静状态时的心率和血压测量值;
 - 接收所述受试者在负荷状态下的心率和血压测量值;以及
 - 确定相对中心输出与所施加工作负荷的比率。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述应用程序还通过以下方式来指示所述一个或

多个硬件处理器以生成所述僵硬度指数：

确定在外周动脉的脉搏波形的体积描记测量中的收缩峰与反射波之间的时间差；以及用所述受试者的高度除以所述时间差。

6. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述应用程序还指示所述一个或多个硬件处理器通过分析血压计测量中的肱动脉压力波和中心压力波来生成所述僵硬度指数。

7. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述应用程序还通过以下方式指示所述一个或多个硬件处理器以生成所述局部扩张响应：

测量在限制流至组织床之后测量的脉搏波中的收缩峰高度的第一变化；以及

测量在不限制流至组织床的情况下测量的脉搏波中的收缩峰高度的第二变化，其中，所述局部扩张是同一组织床的所述第一变化的测量值与所述第二变化的测量值的比率。

8. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述应用程序还通过以下方式指示所述一个或多个硬件处理器以生成所述自主收缩指数：

测量患者处于安静状态时进行的第一体积描记测量的收缩峰高度与运动后进行的第二体积描记测量的收缩峰高度之间的差。

9. 根据权利要求1所述的系统，还包括指令，所述指令指示处理系统：

响应于接收到与所述测量的总血驱动力、所述僵硬度指数、所述局部扩张响应、或代表所述受试者的血管床收缩的所述自主收缩指数中的至少一个相关联的更新的度量，确定指示所述受试者的血管床中的阻力的更新值；以及确定所述受试者的更新的工作组织流。

10. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述僵硬度指数、所述局部扩张响应和所述自主收缩指数是通过使用脉搏波压力分析而生成的估值。

11. 一种用于生成个性化健康和健身干预的方法，所述方法包括：

确定受试者的工作组织流；以及

确定相对于对于受试者的健康或健身目标而言工作组织流的期望相对外周控制，所述工作组织流的相对外周控制表明所述受试者外周受限的或中心受限的程度；以及

确定对应于将所述受试者的工作组织流的相对外周控制维持在或移动到工作组织流的期望相对外周控制的至少一种干预。

12. 根据权利要求11所述的方法，还包括：

一旦接收到来自跟踪设备的至少一个更新的度量，则确定所述受试者的更新的工作组织流。

13. 根据权利要求12所述的方法，其中，确定所述受试者的工作组织流包括至少使用所述受试者的僵硬度指数 (SI)、局部扩张响应 (LD) 和自主收缩指数 (AC)，以及

其中，确定所述受试者的更新的工作组织流包括：

使用所述至少一个更新的度量来重新生成所述受试者的所述SI、所述LD或所述AC中的至少一个，以生成更新的SI、LD或AC，并使用所述更新的SI、LD或AC和不是由于接收所述更新的度量而重新生成的先前的SI、LD或AC来重新计算工作组织流。

14. 根据权利要求11所述的方法，其中，确定所述受试者的工作组织流包括：将测量的总血驱动力除以表示所述受试者的血管床中的阻力的值。

15. 根据权利要求14所述的方法，还包括：通过以下方式生成所述测量的总血驱动力：

接收所述受试者处于安静状态时的心率和血压测量值；

接收所述受试者在负荷状态下的心率和血压测量值;以及
确定相对中心输出与所施加工作负荷的比率。

16. 根据权利要求14所述的方法,还包括:通过至少使用僵硬指数(SI)、局部扩张响应(LD)和自主收缩指数(AC)来确定指示所述受试者的血管床中的阻力的值。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中,通过至少使用SI、LD和AC来确定指示所述受试者的血管床中的阻力的值包括:

使用CAFICH分数 = $[(LD/AC) + (1/SI)]$ 来计算CAFICH分数,

其中,所述血管床中的阻力与所述CAFICH分数的倒数成比例,其中,所述CAFICH分数用于确定所述相对外周控制。

18. 根据权利要求16所述的方法,其中,所述僵硬指数、所述局部扩张响应和所述自主收缩指数是通过使用脉搏波压力分析而生成的估值。

19. 根据权利要求16所述的方法,还包括:通过以下方式生成所述僵硬指数:

确定在外周动脉的脉搏波形的体积描记测量中的收缩峰与反射波之间的时间差;以及
用所述受试者的高度除以所述时间差。

20. 根据权利要求16所述的方法,还包括:通过分析血压计测量中的肱动脉压力波和中心压力波来生成所述僵硬指数。

21. 根据权利要求16所述的方法,还包括:通过以下方式产生所述局部扩张响应:

测量在限制流至组织床之后测量的脉搏波中的收缩峰高度的第一变化;以及

测量在不限制流至组织床的情况下测量的脉搏波中的收缩峰高度的第二变化,其中,
所述局部扩张是同一组织床的所述第一变化的测量值与所述第二变化的测量值的比率。

22. 根据权利要求16所述的方法,还包括:通过以下方式产生所述自主收缩指数:

测量患者处于安静状态时进行的第一体积描记测量的收缩峰高度与运动后进行的第二体积描记测量的收缩峰高度之间的差。

用于心血管健康评估以及个性化健康和健身干预的评价系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2017年6月28日提交的美国临时专利申请第62/525,967号的权益,其全部内容通过引用并入本文。

背景技术

[0003] 传统的心血管健康筛查依赖于中心心脏功能的度量,即血压、静息心率,并且有时还依赖于负荷测试。对于有外周动脉疾病如糖尿病风险的患者,可以采用多种内皮功能的度量,包括反应性充血测试和脉搏波分析。但是,中心和外周度量通常被独立考虑,并且可能无法全面反映人对包括饮食和其他干预在内的治疗和方案的响应。

发明内容

[0004] 提供了用于心血管健康评估的评价系统,其可以用于定制个性化干预以改善心血管健康。评价系统可以在本地计算机上实现,或者可以实现为支持评价系统作为服务器的服务器。评价系统生成心血管健康评估分数,该分数代表工作组织流并指示对中心和外周控制机制的依赖性,并用于支持多种个性化的医疗和健康应用程序。可以将一种或多种个性化的医疗和健康应用程序实现为评价系统的一部分,并纳入心血管健康评估。

[0005] 存储在评价系统的存储器中的用于执行心血管健康评估的指令可以由评价系统的硬件处理器执行。当由评价系统的硬件处理器执行时,心血管健康评估确定受试者的工作组织流,包括工作组织流的相对外周控制。然后,可以使用工作组织流和工作组织流的相对外周控制来生成针对该受试者的个性化干预。个性化干预是基于关于受试者的外周受限或中心受限的程度以及该受试者的特定目标的工作组织流信息。例如,工作组织流可以直接输出到系统的用户界面和/或用于定制针对受试者的个性化方案,包括营养和/或作为个性化的医疗和健康应用程序的一部分的其他干预。个性化干预不仅可以针对一项评估进行定制,还可以随时间进行重新评估,这些评估可以用于调整和/或生成其他干预。

[0006] 在一种实施方式中,心血管健康评估使用测得的总血驱动力,其代表血液通过受试者的血管床的力;僵硬度指数,其代表受试者的动脉结构的僵硬度;局部扩张响应,其代表受试者的用于组织扩张的低氧驱动力;以及自主收缩指数,其代表受试者的血管床收缩。使用僵硬度指数、局部扩张响应和自主收缩指数,系统在执行用于进行心血管健康评估的指令时,可以确定指示受试者的血管床中的阻力的值,并且然后可以通过将测得的总血驱动力除以表示受试者血管床中的阻力的值,来确定受试者的工作组织流。可以更新用于评估的一个或多个测量值,并用于生成部分重新评估,其可以进一步用于跟踪和/或监测干预。

[0007] 提供本发明内容以简化形式介绍一些构思,这些构思将在下面的具体实施方式中进一步描述。本发明内容既不在确定所要求保护的主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于限制所要求保护的主题的范围。

附图说明

- [0008] 图1示出了示例的操作环境。
- [0009] 图1B示出了示例的跟踪器环境。
- [0010] 图2A至图2D示出了用于执行心血管健康评估的示例过程。
- [0011] 图3显示了样品脉搏波的曲线图。
- [0012] 图4示出了作为个体化的健康或医疗应用程序的一部分的心血管健康评估。
- [0013] 图5A和5B示出了示例的场景的代表性用户界面。
- [0014] 图6A和6B示出了示例的训练场景的代表性用户界面。
- [0015] 图7A和7B示出了示例的训练场景的代表性用户界面。
- [0016] 图8显示了示出可以实现评价系统或与评价系统通信的计算设备的组件的框图。
- [0017] 图9示出了可以将评价系统实现为服务平台的计算系统的框图。
- [0018] 图10示出了在对两个受试者的说明性评价中受试者1的脉搏体积描记术测量。
- [0019] 图11示出了在对两个受试者的说明性评价中受试者2的脉搏体积描记术测量。
- [0020] 图12A示出了使用外周动脉张力信号的内皮功能研究的盒须图。
- [0021] 图12B示出了对根据本文描述的实施方案所产生的充血局部扩张响应的图。
- [0022] 图13A至图13C示出了在所描述的两个受试者的研究期间获取的肱动脉和中心脉搏压力波。
- [0023] 图14A至图14D示出了在所描述的两个受试者的研究中压力输出(外周动脉张力信号)的比较。

具体实施方式

- [0024] 提供了用于心血管健康评估的评价系统,其可以用于定制个性化干预以改善心血管健康。如本文所用,心血管健康是指健康或健身(fitness)。心血管健康对运动表现以及疾病的诊断、治疗和预防很重要。
- [0025] 发现对于患者和运动员而言,真正的问题既不是心脏输出量(中心度量),也不是内皮响应性(外周度量),而是流向工作组织的血液。定向的工作组织血流对于维持营养物质的充足输送和废物的清除至关重要,并且中心机制和外周机制在确定组织血流方面都非常重要。
- [0026] 所描述的系统通过传统的心血管功能的中心和外周度量的组合来确定工作组织血流;并且可以提供一种全新的在生理水平上评估个体是否以及如何如何在血流输送至肌肉/器官方面受到限制。
- [0027] 无法通过其他心血管评估来结合并确定这些中心和外周度量的相对贡献,这可能会导致实施的干预不是最佳的,或者在某些情况下对个体是有害的。具体而言,有许多可以用于改善组织血流的生活方式和药理学方法。许多人认为,这些方法中的任何一种都可以解决受试者的组织血流;但是,对于这些方法中的许多,一些受试者没有响应。所描述的评价系统和技术可以确定这种感知到的“无响应性”的原因,并能够指向更有效的方案。
- [0028] 因此,可以利用所描述的评价系统和技术来做出关于个体将如何响应干预的预测。
- [0029] 例如,如果今天有人要去医生的办公室并被诊断出患有高血压,那么最初的药理

学响应可能是开出 β -受体阻滞剂。这些药物在群体水平上非常成功;然而,也有人指出,个体之间存在巨大的差异。这种差异中的一些可以归因于在基因上患者基因型与细胞色素 p450 酶和肾上腺素能受体不同导致的药代动力学差异。但是,即使拥有广泛的基因分型,也无法预测个体对治疗的响应。这意味着通常开出的药物起初具有最小的有益作用。能够容易地检测响应性可以避免或减少寻找有效处方的延迟。一个人的血流取决于其遗传因素以及生活方式和环境暴露的影响。一个挑战是,人们需要测量受试者的实际情况,而不是他们的基因预测他们是什么情况或诊断测试将他们的疾病状态定义为什么。例如,在常规检查后被诊断出患有高血压并且具有适当的针对美托洛尔治疗的遗传特征的个体对该药的响应最小,这是由于美托洛尔纠正心输出量(CO)但不影响总外周阻力(TPR),这可能是诊断的原因。通过评估如本文所述的工作组织流(WF)(及其相对外周控制),能够预测治疗的生理结果,并因此能够施用和/或设计更好的疗法。

[0030] 除了预测个体将如何响应于干预之外,所描述的评价系统和技术还可以从积累数据中学习以适应测试群体(例如运动员或心血管患者)。由评价系统计算的以生成工作组织流的相对外周控制(和/或工作组织流本身)的特定方程式(以及任何权重和/或其他变量)可以取决于个体的治疗区域或状态。还可能包括在不同工作负荷下获取的值,以获取有关相对变化(例如,值的增加率,如随工作负荷而变的局部扩张(local dilation))的信息。

[0031] 图1A示出了示例的操作环境。参照图1A,操作环境100可以包括评价系统110、用户设备120和数据收集系统130。在图1A所示的实施方式中,评价系统110可以实现为服务器,该服务器通过网络与用户设备120进行通信以获得关于受试者140的适当数据并输出结果来支持该系统作为服务器。

[0032] 该网络可以是但不限于蜂窝网络(例如无线电话)、点对点拨号连接、卫星网络、互联网、局域网(LAN)、广域网(WAN)、Wi-Fi网络、ad hoc网络或其组合。实际上,该网络可以包括一个或多个连接的网络(例如,多网络环境),其包括公共网络如因特网,和/或专用网络如安全的企业专用网络。如本领域技术人员会理解的,可以经由一个或多个有线或无线接入网络来提供对该网络的访问。

[0033] 评价系统110可以体现为计算系统900,如图9所描述的。在某些情况下,评价系统110可以在本地计算机上实现(例如,在用户设备120上,其可以体现为计算系统800,如图8所描述的)。在一些情况下,评价系统110可以在本地计算机上实现,该计算机可以与医疗器械集成在一起或与医疗器械通信,因此可以将评价系统110视为数据收集系统130的一部分。

[0034] 在许多实施方式中,评价系统110包括一个或多个硬件处理器和一个或多个存储介质。用于执行心血管健康评估的指令可以存储在评价系统110的存储器中(例如,作为CAFICH模块112),并由评价系统110的硬件处理器执行以进行心血管健康评估。CAFICH模块112会产生心血管健康评估分数,该分数代表工作组织流并指示对中心和外周控制机制的依赖性,并且用于支持多种个性化的医疗和健康应用程序。可以将一种或多种个性化的医疗和健康应用程序实现为评价系统110的一部分,并纳入心血管健康评估(例如,CAFICH模块112)。个性化的医疗或健康应用程序可以访问存储在评价系统的存储器中或在远程位置处的健康和健身方案150,以便确定并提供适当的健康和健身方案(或其他干预)。当然,从业者可以确定并开出没有存储在存储器中的适当的健康和健身方案。

[0035] 例如,可以将与受试者的健康相关的信息(例如,从数据收集系统130收集的和/或输入到设备120中的)输入到评价系统110。然后,评价系统可以生成代表受试者140的工作组织流的相对外周控制的健康评估分数。健康评估分数是指示受试者的工作组织流在从心脏受限到血管受限的范围上位于何处以及该流对中心和外周因素的依赖性的值。然后,可以使用心血管健康评估分数来确定用于个体的常规推荐。个性化干预是基于关于受试者的外周受限或中心受限的程度以及该受试者的特定目标的工作组织流信息的。例如,工作组织流可以直接输出到系统的用户界面和/或与工作组织流的相对外周控制一起用于定制针对受试者的个性化方案,包括营养和/或作为个性化的医疗和健康应用程序的一部分的其他干预。

[0036] 除了提供当前的心血管健康评估分数外,还可以长期地跟踪受试者的健康评估分数。

[0037] 评价系统(如评价系统110)所使用的与受试者的健康相关的信息可以包括但不限于总血驱动力测量值、动脉僵硬测量值(来自外周动脉的体积描记测量结果中的收缩峰与反射波之间的时间差,针对个体的体型进行了标准化)、反应性充血指数(和/或局部扩张响应)、自主收缩指数、身高、体重、体脂率、水合水平和基线心率。

[0038] 可以使用多个设备和传感器来执行来自受试者140的心血管功能的中心和外周度量的数据收集。在一些情况下,数据收集系统130是用户设备120的一部分或与用户设备120通信。除了由数据收集系统130收集的传感器测量值之外,体重、年龄和其他生物测定特征或受试者特征或标识符也可以作为数据收集的一部分被收集。该信息可以由用户设备120的用户直接输入,或者可以通过任何合适的方式获得(例如,在许可的情况下,从来自设备120的本地或远程存储的受试者的健康记录获得)。在一些情况下,可以将评价系统的各方面并入执行数据收集的机器中(例如,与医疗器械集成或与医疗器械通信)。实际上,评价系统110、用户设备120和数据收集系统130的特征可以集成至单个机器中。

[0039] 在一些情况下,在并非所有数据都可用的情况下,评价系统仍能够使用假设或估算的测量值进行初步的心血管健康评估。例如,可以通过使用脉搏波压力分析(以及相对于运动的脉搏波压力的变化)来计算或估算僵硬指数、局部扩张响应和自主收缩指数。在一些情况下,所述测量可以由用户在健身房进行,例如,当佩戴健身追踪器或其他可穿戴设备时。

[0040] 在为个体生成至少一个初始CAFICH分数之后,该分数可以在收到至少一个更新的度量后重新评估。例如,所描述的评价系统可以包括应用程序接口(例如,合适的应用程序编程接口(API)),健身追踪器或其他测量设备可以通过该应用程序接口传达更新的测量值,并且在一些情况下,可以具有更新的评估分数(例如,部分再评估分数),由评价系统评价后,提供给个体(直接展示或纳入健身或健康干预)或指定方。

[0041] 图1B示出了示例的跟踪器环境。参考图1B,受试者140可以使用可穿戴设备160来收集数据,以用于由评价系统110进行的常规、周期性、ad hoc、或由用户指定的其他评估。在一些情况下,可穿戴设备160可以包括针对图8的计算设备800描述的一个或多个组件。

[0042] 评价系统110可以使用从可穿戴设备160获得的更新的度量来进行重新评估,并且对于其余度量,评价系统110可以使用先前获得的度量来生成代表受试者140的工作组织流的相对外周控制的健康评估分数。

[0043] 在一些情况下,可穿戴设备160可以支持对可用于更新CAFICH分数的响应的连续评估,而无需运行全套测试。例如,可以通过许多基于手腕或手指的压力设备来测量脉搏压力波。这些设备中的一个或多个可以用于测量脉搏波形和反射缺口率(reflection notch rate)以及收缩的开始。这些参数可以,例如,通过重新计算CAFICH分数,来用于更新工作组织流和工作组织流的相对外周控制。在一些情况下,可以使用贴在受试者颈部的压电电极来测量颈动脉脉搏响应。所述记录可以与手腕测量值结合使用,以计算能够有效地跟踪血流相对速度的增强指数。血流相对速度的计算可以由可穿戴设备160上的一个或多个处理器执行,或者可以由与另一台用于处理的计算设备通信的单独测量装置执行(在可穿戴设备处采集之后进行,或者与可穿戴设备和颈部粘贴设备分开进行)。可以将血流相对速度的测量值合并到工作组织流的确定中,以提供更新的度量,并且在可穿戴设备是例如健身跟踪器时,提供运动响应变量。

[0044] 健身跟踪器或其他跟踪器可以将作为在跟踪器上运行的或与之关联的健身应用程序的一部分(并得到用户许可的)的信息提供回用户/佩戴者。

[0045] 图2A至图2D示出了用于执行心血管健康评估的示例过程。这些过程示出了在生成健康评估分数之前进行的某些前期过程,并且其通常是生成健康评估分数的先决条件。如上所述,评价系统生成代表工作组织流并指示对中心和外周控制机制的依赖性的健康评估分数。可以例如从中心输出、动脉僵硬、用于扩张的低氧驱动力和用于收缩的自主(或中心)驱动力来确定工作组织流。获得这些度量的详细说明如下。

[0046] 参照图2A,中心输出(CO)是可以从简单的生物测定输出(即身高、体重、体脂率、水合水平、基线心率、血压、和血红蛋白饱和度(例如,从脉搏血氧仪获得))中轻松评估的中心度量。使用这些度量,可以根据Fick原理进行评估。例如,测量安静状态时的心率和血压可以得出CO的下限值,而测量在运动或其他负荷状态下的那些相同的参数(以及生物测定参数)则可以评估最大输出。这样,通过在运动负荷测试过程中监视心率,可以计算出相对于所施加的工作负荷的相对CO。因此,接收(201)受试者在安静状态时的心率和血压测量值并接收(202)受试者处于负荷状态下的心率和血压测量值的系统可以确定(203)相对中心输出与所施加的工作负荷的比率,并且输出(204)总血驱动力(TD)。TD代表血液通过受试者的血管床的力。

[0047] 参照图2B,因为个体具有其动脉结构的固有僵硬,所以可以确定动脉僵硬,该固有僵硬由基础平滑肌张力和弹性结构确定。在一种实施方式中,可以使用体积描记器在安静状态时测量该外周度量。简而言之,体积描记器使得能够测量外周动脉中的脉搏波形(参见图3,其显示了样本脉搏波的图)。如图3所示,在该波内有一个收缩峰(a)和随后的一个流动通过动脉系统的反射(b),该反射(b)由血管的物理性质决定。收缩峰(a)与反射波(b)之间的时间差(DT)由动脉僵硬(也受个体体型的影响)确定。因此,接收(211)具有外周动脉中的脉搏波形的体积描记信号的系统可以在识别(212)信号中的收缩峰并且识别(213)信号中的反射波之后,确定(214)收缩峰和反射波之间的时间差,通过将患者的身高除以该时间差来归一化(215)个体的体型(例如身高)的差异值,并输出(216)结果作为僵硬指数(SI)。体积描记器可以使用健身追踪器(例如,具有适当传感器的手表)来实现。此外,如上所述,对受试者进行脉搏波压力分析不仅可以生成SI,还可以提供局部扩张和自主收缩的估值。

[0048] 在另一个实施方式中,可以使用用血压计测量的肱动脉和中心脉搏压力波来生成僵硬度指数。可以评估高度随时间的变化。例如,肱动脉波形可以基于波形在其下降沿上是否存在缺口来反映僵硬度。另外,收缩波的上升沿可以传递信息(例如,基于收缩波开始时的压力升高)。这两个特征都反映在中心压力波中,例如,反映在达到收缩峰的时间长度(例如延迟)中,以及波形是变平还是超射进入舒张期。

[0049] 参照图2C,参考用于扩张的低氧驱动力,有许多因素可以驱动血管扩张。这些因素中的许多因素都来自局部因素。此处的主要机制是内皮释放一氧化氮,以放松平滑肌并允许血管扩张并增加流。这种外周度量的最简单的度量之一是个体增强对内皮介导的血管舒张的局部控制的能力,这被称为反应性充血。因此,该度量也可以称为反应性充血指数(RHI)。RHI是测试的与对照的手臂血管舒张的比率,并且因此在测试中受自主输出和负荷状态的影响。通过限制流至组织床(例如前臂血压袖带阻塞),可以监测局部流。限制释放后流的随之增加完全由局部力驱动。这使得能够使用测试臂幅度的变化作为局部扩张(LD)的度量。

[0050] 因此,如图2C所示,系统可以通过以下方式生成局部扩张反应:在接收(231)限制流至组织床之后测量的脉搏波形信号并识别(232)信号中的收缩峰之后,测量(233)脉搏中收缩峰高度的第一变化;以及,在接收(234)在没有事先限制流至组织床的情况下测量的脉搏波形的信号并识别(235)在该信号中的收缩峰之后,测量(236)收缩峰高度的第二变化;确定(237)第一变化的测量值与第二变化的测量值的比率,并且将该比率输出(238)作为局部扩张LD。前臂压力袖带用于限制血液流动,体积描记测量用于测量局部扩张(LD)响应。如上所述,体积描记可以使用健身追踪器(例如,具有适当传感器的手表)来实现,并且LD的估值由脉搏波压力分析产生。

[0051] 参照图2D,对于自主(或中心)收缩驱动力,自主神经系统试图通过释放诸如肾上腺素等因子来维持面对增加的新陈代谢需求的压力,所述因子会引起平滑肌收缩和减少血流。引起这种收缩的刺激之一是极限量运动。可以再次使用脉搏波分析比较安静状态和运动后的收缩峰高度,以评估这种收缩。(应注意,在此测试中,重要的是要测量的血管床不是工作的血管床)。因此,系统可以通过以下步骤来生成自主收缩指数:接收(241)当受试者处于安静状态时获取的第一体积描记测量,测量(242)第一体积描记的收缩峰高度,接收(243)运动后获取的第二体积描记测量,测量(244)第二体积描记的收缩峰高度,测量(245)第一体积描记的收缩峰高度与运动后获取的第二体积描记测量的收缩峰高度之间的差值,并输出(246)差值作为自动收缩指数(AC)。如所描述的,可以进行体积描记测量以确定AC。可以在脚踏车之后进行测量,以生成患者的自主收缩指数(AC)。如上所述,体积描记可以使用健身追踪器(例如,具有适当传感器的手表)来实现并AC的估值从脉搏波压力分析产生。

[0052] 这些参数可以由用户、医疗专业人员或其他从业人员获得,并通过某种输入机制提供给评价系统。例如,从业人员可以执行患者心血管负荷测试以测量总血驱动力(TD)。在一些情况下,TD的估值或估算值用于生成初步的心血管健康评估,非从业人员可以将其用作筛查以进行进一步评估和/或直接用于医疗保健、营养或健身提供者、或营养或健身方案。

[0053] 从业人员还可以进行体积描记测量以确定患者的动脉僵硬度。该测量确定DT,该DT基于收缩峰和反射波之间的时间差。将DT归一化以得出僵硬度指数(“SI”) = (高度/DT)。

[0054] 图4示出了作为个体化的健康或医疗应用程序的一部分的心血管健康评估。如图4所示,评价系统400可以接收根据任何合适的过程(包括上面图2A-2D所述的过程)生成的TD、SI、LD和AC。评价系统400至少使用受试者的生物测定信息,包括心率、血压、身高、体重和体脂率;以及自动收缩指数(AC),以产生工作组织流。

[0055] 评价系统400可以实现为如图1A或1B的评价系统110的任何实施方式所描述的那样。另外,尽管具体描述了TD、SI、LD和AC,但是可以采取其他度量并将其用于增强或改进所描述的算法。

[0056] 在评价系统400处,TD、SI、LD和AC用于生成工作组织流(WF),其可以作为系统400的输出提供。例如,评价系统可以计算 $WF = (TD * [(LD/AC) + 1/SI]) / \text{比例因子} (\text{ScaleFactor})$,其中比例因子可以基于个体。

[0057] 系统400可以通过以下步骤来产生WF:使用僵硬指数(SI)、局部扩张响应(LD)和自主收缩指数(AC)确定指示受试者的血管床中的阻力的值;然后将测得的总血驱动力(TD)除以指示受试者血管床中的阻力的值来确定受试者的工作组织流。在一些情况下,例如涉及如图1B所述的跟踪器,响应于接收到与TD、SI、LD、或AC中的至少一个相关联的更新的度量(例如,来自跟踪器),系统可以确定指示受试者的血管床中的阻力的更新值;并因此确定受试者的更新的工作组织流。

[0058] 在一个实施方案中,首先生成CAFICH分数(401)。简单来说,CAFICH分数 $= (LD/AC) + (1/SI)$ 。当然,如上所述,可以使用其他度量来增强或改进该算法。CAFICH分数的产生可以评估向工作组织供应血液(工作组织流或WF)的能力。血管床中的阻力与CAFICH分数的倒数成正比。由于可以将WF计算为 $[TD / (\text{血管床中的阻力})]$,因此可以通过 $WF = (TD / \text{CAFICH}) / \text{比例因子}$ 来生成(402)WF。

[0059] 如上所述,WF可以由系统400输出。WF可以作为WF值(例如,每单位时间的体积)提供,以及或者作为替代,以指示WF的相对外周控制的形式(在图中表示为CAFICH,WF)提供。WF,特别是WF的相对外周控制,可以作为带有某种视觉指示的输出提供给评价系统400的用户,和/或可以提供用于获得个性化干预,例如,通过纳入心血管健康评估的医疗或健康应用程序。医疗或健康应用程序可以使用户能够指出期望的健身或健康目标,并且然后使用那些期望的健身或健康目标来从例如存储了方案数据库410(或用于方案/干预信息的其他数据结构)的存储资源中确定干预411。

[0060] 在说明性示例中,响应于接收到期望的健身或健康目标的指示,系统(例如系统400)可以确定(420)用于工作组织流的相对外周控制的期望值或范围(WF_D)。系统(例如系统400)可以确定(430)WF和WF_D之间的关系,使用该关系来确定至少一种适当的干预411,然后从所存储的健康和健身方案410中提供至少一种干预411作为输出。例如,该确定可以包括从WF(特别是工作组织流的相对外周控制)确定外周WF=中心WF、外周WF<中心WF、还是外周WF>中心WF;然后将结果与用于方案设计的期望结果进行比较。

[0061] 可以基于将工作组织流的相对外周控制移动到工作组织流的相对外周控制的期望值或范围中,来选择至少一种干预411以增加或减少工作组织流的相对外周控制。在一些情况下,除了调整WF的相对外周控制之外,还可能需要改善整体的WF。另外,即使工作组织流的相对外周控制处于工作组织流的相对外周控制的期望值或范围处或在所述期望值或范围内,仍可以提供干预411,因为可能需要确定保持WF的相对外周控制的方案。

[0062] 例如,响应于接收到改善的心血管健康的指示作为期望的健身或健康目标的指示,系统可以确定总 workflow 以及总工作组织流在中心或外周水平受到限制的程度。可以生成对应于CAFICH的相对外周控制的值或范围,并将其与群体正常的和期望的健身或健康目标进行比较。如果发现与期望的外周控制流的值或范围相比受试者是外周受限的,则该系统可以提供增加血管舒张响应的一种或多种干预作为至少一种方案。当确定与期望的流的值或范围相比 workflow 是中心受限的时,该系统可以提供降低中心受制的基础血管张力的一种或多种方案作为至少一种方案。

[0063] 工作组织流限制运动表现,并且还决定功能程度和心血管疾病患者的心血管事件的可能性。在运动员中,主要需要肌肉群中的工作组织是例如骑行者、溜冰者、跑步者或划船者的腿。在心血管疾病患者中,直接的工作组织通常是冠状动脉,其无法被直接测量,但可以通过外周组织进行近似测量。本发明的技术包括外周度量,因为它是TD的重要组成部分。因此,该算法的输出之一是工作组织流(WF)。

[0064] 通过在安静状态时和极限量运动测试后进行的脉搏波分析来测量并计算的LD、AC和SI的简单度量,可以有效评估个体在特定血管床上可以实现的最大血流变化。与CO度量结合使用时,可以评估心血管系统的外周和中心组成的相对重要性。了解这些相对贡献对于确定改善心血管健康的适当方法是非常有价值的。了解针对组织的WF以及相对外周控制水平,可以评估个体对负荷的响应程度。对于患有严重血管疾病的患者而言,负荷可能与走路一样简单。而对于诸如曲棍球运动员的运动员而言,负荷可能与冰冻时间一样复杂。

[0065] 在各种实施方式中,该算法可以扩展为包括可以用于评估不同组织中和不同工作负荷下的WF的动态响应元件。使用CAFICH分数可以评估该限制所在的位置,并且因此可以优化训练/康复治疗,从而允许最大程度地改善功能。

[0066] 其他参数可以合并到CAFICH分数中。例如,存在可以从脉搏波分析中获得的可以提高算法的概率(例如,可以用作AC推论的缺口比)的其他度量。

[0067] 图5A和5B示出了用于示例的场景的代表性用户界面。参照图5A,在评价系统的图形用户界面500中,用户可以经由一个或多个输入字段510提供信息。在一些情况下,有关受试者的信息可以存储在文件中。评价系统的图形用户界面500可以提供使文件能够被上传到评价系统的功能(例如,上传文件命令520)。例如,可以输入各种测试的结果和/或可以将脉搏波形提供给评价系统进行分析。此外,受试者的体重、身高和其他信息可以通过字段或作为文件的一部分输入。

[0068] 在接收到适当的信息之后,评价系统可以为受试者生成工作组织流;并提供代表相对外周控制的值以显示给用户,如图5B所示。参照图5B,在图形用户界面550中示出了受试者A545的结果540,反映了在特定日期555中受试者545的工作组织流的相对外周控制。在该示例中,结果540显示在绘图线上,以图形方式表示工作组织流的相对外周控制在0到100的范围中的位置,其中0表示完全的中心/心脏受限,而100表示完全的外周受限)。可以单独提供该结果540。然而,当结合期望的目标和总 workflow 来考虑时,可以很好地理解其重要性。例如,在健身场景中,受试者可以期望提高其跑马拉松比赛的能力,或者受试者可以期望提高其举重的力量。

[0069] 图6A和6B示出了用于示例的训练场景的代表性用户界面。参照图6A和6B,在受试者期望提高其跑马拉松比赛的能力的情况下,该目标可以由用户输入到评价系统(例如,经

由输入字段510,如图5A所述的)。该评价系统可以获取或可以访问有关工作组织流和相对外周控制的范围的数据,这些数据反映了实现受试者准备马拉松比赛的目标的适当范围。如图6A所示,图形用户界面600可以显示用于实现受试者的目标610的相对外周控制值的“良好”范围605。可以看出,受试者A的相对外周控制值540在期望范围605之外。结果,如图6B所示,评价系统可以生成一种或多种个性化干预620并将其提供给用户。在该示例中,针对受试者A545的个性化干预620包括膳食补充剂、关于体重的指令和关于厌氧性有氧运动(anaerobic cardio)的指令。

[0070] 图7A和7B示出了用于示例的训练场景的代表性用户界面。参照图7A和7B,在受试者期望改善其力量提升能力的表现的情况下,该目标可以由用户输入到评价系统(例如,经由输入字段510,如图5A所述的)。该评价系统可以获取或可以访问有关工作组织流和相对外周控制的范围的数据,这些数据反映了实现受试者改善其举重的目标的适当范围。如图7A所示,图形用户界面700可以显示用于实现受试者的目标710的相对外周控制值的“良好”范围705。可以看出,受试者B745的相对外周控制740在期望范围705内。结果,评价系统可以基于在良好范围705内逐步改善受试者的工作组织流和相对外周控制或者仅将受试者的工作组织流维持在范围705内来生成一种或多种个性化干预720。如图7B所示,可以提供个性化干预720。在该示例中,针对受试者B 745的个性化干预720包括膳食补充剂、关于体重的指令以及关于营养计划的指令。

[0071] 如将图6A和6B与图7A和7B进行比较时所看到的,受试者的一组相似的工作组织流可以具有不同的个性化干预,这取决于受试者的目标和表现出的外周控制的相对程度(由于用于实现这些目标的理想工作组织流)。

[0072] 除了说明相对于建议的“良好”范围的受试者的当前工作组织流外,评价系统还可以用于跟踪受试者随时间推移的工作组织流,以及根据受试者的工作组织流行进的方向(相对于既定目标)自动调整建议的干预。此外,评价的某些特征可以实时地长期进行(例如,以一定间隔进行测量以重新评价和/或调整建议的干预)。

[0073] 在一些情况下,可以获得基线心血管健康评估,然后通过使用可穿戴设备或其他移动设备,可以评估一个或多个个体的输入变量,并且可以计算与工作负荷实时关联的相对表现值。

[0074] 在一些情况下,所描述的评价系统的各个方面可以与健身追踪器集成(例如,可在移动电话和/或可穿戴设备例如来自Fitbit, Inc.的FITBIT或三星智能手表或Apple Watch上使用)。

[0075] 除了在此说明的健康和健身场景之外,所描述的评价系统可以适用于军事和/或安全和/或紧急救援人员。例如,该评价系统可以用于对人员进行评估,以确定支持需要以最佳表现进行工作的个体的干预。评价系统可以用于预测在某些场景下可能表现最佳的个体,并提供实时评估。可以通过传感器或能够持续捕获系统需要的信息的设备或衣物的修饰物来获取生理测量值,以生成实时评估。

[0076] 图8示出了可以实现评价系统或与评价系统通信的计算设备的组件的框图。计算设备800可以代表具有用户界面的任何个人计算机或计算组件。例如,计算设备800可以但不限于台式机、笔记本或膝上型计算机、平板电脑、智能电话、可穿戴计算设备(例如,手表、眼镜、纺织品)、或医疗器械的计算组件。

[0077] 计算设备800包括至少一个硬件处理器805,其根据存储在存储系统815中的操作系统808的指令和一个或多个应用程序810来处理数据。所述一个或多个应用程序810可以包括由评价系统和/或与评价系统通信并呈现如图5A、5B、6A、6B、7A和7B所示的用户界面的医疗或健康应用程序和/或软件所执行的某些方面。在一些情况下,应用程序810可以包括用于某些医疗器械的程序。

[0078] 存储系统815可以包括可由至少一个硬件处理器805读取并且能够存储包括操作系统808和一个或多个应用程序810的软件的任何计算机可读存储介质。存储系统815可以包括以用于存储信息的任何方法或技术实现的易失性和非易失性、可移除和不可移除的介质。存储介质的示例包括随机存取存储器、只读存储器、磁盘、光盘、CD、DVD、闪存、磁带、录音带、磁盘存储设备、或其他磁存储设备、或其他任何合适的非暂时性存储介质。

[0079] 计算设备800还可以包括用户界面系统830,其可以包括使得用户与系统800之间能够通信的输入/输出(I/O)设备和组件。用户界面系统830可以包括输入设备,例如鼠标、触控板、键盘、麦克风和其他类型的输入设备,以及它们的相关联的能够接收用户输入的处理元件。用户界面系统830还可以包括输出设备,例如显示器、扬声器、触觉设备和其他类型的输出设备。

[0080] 可以以多种方式在显示器上示出视觉输出,呈现图形用户界面元件、文本、图像、视频、通知、虚拟按钮、虚拟键盘、或能够以视觉形式示出的任何其他类型的信息。

[0081] 计算设备800还可以包括通信接口835,其可以包括能够通过一个或多个通信网络(未示出)与其他计算系统进行通信的通信连接和设备。一起使得系统间能够通信的连接和设备的示例可以包括网络接口卡、天线、功率放大器、RF电路、收发器和其他通信电路。连接和设备可以通过通信介质(例如金属、玻璃、空气或任何其他合适的通信介质)进行通信,以与其他计算系统或系统网络交换通信。

[0082] 应当理解,实现计算设备800的任何计算设备可以具有更多或更少的特征或功能,并且不限于本文描述的配置。

[0083] 图9示出了可以将评价系统实现为服务平台的计算系统的框图。参照图9,系统900可以在单个计算设备中实现,或者分布在合作执行程序指令的多个计算设备或子系统之间。系统900可以包括一个或多个刀片式服务器设备、独立服务器设备、个人计算机、路由器、集线器、交换机、网桥、防火墙设备、入侵检测设备、大型计算机、网络附加存储设备、以及其他类型的计算设备。可以根据任何合适的计算机架构(例如对称多处理(SMP)架构或非一致内存访问(NUMA)架构)来配置系统硬件。

[0084] 系统900可以包括处理系统905,其可以包括一个或多个硬件处理器和/或从存储系统920中检索并执行软件910的其他电路,该软件910包括用于执行评价系统过程915的软件。处理系统905可以在单个处理设备内实现,但是也可以分布在合作执行程序指令的多个处理设备或子系统之间。

[0085] 处理系统905的示例包括通用型中央处理单元、图形处理单元、应用程序专用处理器、以及逻辑设备、以及任何其他类型的处理设备、其组合或变化方案。所述一个或多个处理设备可以包括多处理器或多核处理器,并且可以根据一个或多个合适的指令集进行操作,这些指令集包括但不限于精简指令集计算(RISC)指令集、复杂指令集计算(CISC)指令集、或其组合。在一些实施方案中,代替通用的CPU或除通用的CPU之外,可以包括一个或多

个数字信号处理器 (DSP) 作为系统的计算机硬件的一部分。

[0086] 存储系统920可以包括可由处理系统905读取并能够存储软件910的任何计算机可读存储介质。存储系统920可以包括以用于存储信息的任何方法或技术实现的易失性和非易失性、可移除和不可移除的介质。存储介质的示例包括随机存取存储器、只读存储器、磁盘、光盘、CD、DVD、闪存、磁带、录音带、磁盘存储设备或其他磁存储设备、或其他任何合适的存储介质。在一些情况下,存储系统920可以包括托管在硬件系统上的虚拟存储器。在任何情况下,存储系统920的存储介质都不是瞬时传播的信号或载波。

[0087] 存储系统920可以实现为单个存储设备,但是也可以在相对于彼此共置或分布的多个存储设备或子系统之间来实现。存储系统920可以包括能够与处理系统905通信的附加元件,例如控制器。

[0088] 系统900可以包括通信接口925,其提供使得系统900和其他计算系统之间能够通过通信网络或网络集合或无线地进行通信的通信连接和设备。

[0089] 系统900还可以包括存储干预方案的存储资源930或与之通信。

[0090] 替代地或另外地,本文描述的功能、方法和过程可以至少部分地由一个或多个硬件模块(或逻辑组件)实现。例如,硬件模块可以包括但不限于专用集成电路(ASIC)芯片、现场可编程门阵列(FPGA)、片上系统(SoC)系统、复杂的可编程逻辑设备(CPLD)、以及其他已知或之后开发的可编程逻辑设备。激活硬件模块后,硬件模块将执行硬件模块中包含的功能、方法和过程。

[0091] 实施方案可以实现为计算机过程、计算系统、或制品,如计算机程序产品或计算机可读存储介质。本文描述的某些方法和过程可以实现为可以存储在一个或多个存储介质上的软件、代码和/或数据。本发明的某些实施方案预期使用计算机系统形式的机器,其中的一组指令被执行时可以使系统执行以上讨论的方法中的任何一个或多个。某些计算机程序产品可以是一个或多个计算机可读存储介质,其可由计算机系统读取并且编码用于执行计算机过程的指令的计算机程序。

[0092] 作为示例而非限制(除下面的明确免责声明),计算机可读存储介质可以包括在任何用于存储信息(如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据)的方法或技术中实现的易失性和非易失性存储器、可移除和不可移除介质。计算机可读存储介质的示例包括易失性存储器,例如随机存取存储器(RAM、DRAM、SRAM);非易失性存储器,例如闪存、多种只读存储器(ROM、PROM、EPROM、EEPROM)、相变存储器、磁和铁磁/铁电存储器(MRAM、FeRAM)、以及磁和光存储设备(硬盘驱动器、磁带、CD、DVD)。如本文所使用,术语“存储介质”在任何情况下都不由瞬时载波或传播信号组成。

[0093] 从以下实施例和实例研究中可以更好地理解本发明及其许多优点。以下实施例说明了所描述技术用于确定神经发育问题的有效性。当然,它们决不以任何方式限制本发明。可以相对于本发明进行许多改变和修改。

[0094] 实施例:两名年轻男性的评估

[0095] 受试者1—“外周为主”:尼克,23岁,静息心律为60,血压为98/56。他的身高为5英尺4英寸,体重为121磅,由此给出他的BMI为20.66。图10显示了对尼克响应于血管闭塞(在箭头处起始和停止)的脉冲体积描记术测量。他的平均静息脉搏波幅度(PWA)为378,其中在充血负荷下扩张的最大增幅为1.509。然而,他的控制响应是1.295,这意味着他的RHI只有

1.48 (<1.6)。根据尼克的RHI分数,人们会认为他是一个内皮功能差的人。

[0096] 受试者2—“中心为主”:罗伯特,24岁,静息心律为57,血压为141/66。他的身高为6英尺,体重为190磅,由此给出他的BMI为25.74。图11显示了对罗伯特响应于血管闭塞(在箭头处起始和停止)的脉冲体积描记术测量。他的平均静息脉搏波幅度(PWA)为525,其中在充血负荷下扩张的最大增幅为1.673。然而,他的控制响应是0.856,这意味着他的RHI是2.36 (>1.6)。根据罗伯特的RHI分数,人们会将他归类为内皮功能良好的人。

[0097] 表1

[0098]

因子	尼克	罗伯特
安静时		
总血流 (Q)	4L/min	5.26L/min
压力差 (ΔP)	42	75
相对阻力 ($Q/\Delta P$)	0.095	0.07
PWA	378	525
相对流 (R_x PWA)	35.9	36.8
极限量运动时		
总血流 (Q)	5.7	7.5
压力差 (ΔP)	80	120
相对阻力 ($Q/\Delta P$)	0.071	0.0625
PWA	567	840
相对流 (R_x PWA)	40.25	52.5

[0099] 尼克比罗伯特瘦一些,并且安静状态时的心血管需求比罗伯特低。但是,在进行充血测试时,他的血管响应看起来很差,因为在非优势臂中测量的RHI仅为1.48。另一方面,罗伯特的RHI为2.36,因此具有强烈的血管响应。但是,他们另一只手臂(用作内部对照)的响应的更仔细检查表明自主收缩是如何促进该响应的。尼克和罗伯特两者的局部扩张响应均接近1.5,但尼克的对照臂的血管舒张增加,而罗伯特则收缩。正是这种差异将它们定义为外周为主和中心为主,因为中心的自主机制正在驱使罗伯特的对照臂的血管收缩。极限量运动进一步夸大这些差异,其中尼克的较高水平的血管张力会导致CO的相对增加(57%,相比罗伯特的40%),但相对流的较小的差异变化(4.3,相比罗伯特的15.7)。因此,尼克在运动期间的CO最高,但血管响应性有限。使用CAFICH会发现尼克的相对外周控制值较差。

[0100] 这个实施例表明,为了改善心血管健康,尼克需要提高其血管扩张响应(通过适当的运动和饮食)。罗伯特则相反,他的局限性是CO,这需要一种完全不同的训练/饮食方案来得到改善。这两个个体都是年轻且相对健康的,但是如果没有这种一致的方法,人们会无法理解他们对心血管健康的限制所在。尽管这在普通群体中可能不存在问题,但对于运动员和心血管健康受损的个体来说都会具有重要意义。

[0101] 实施例:内皮功能研究

[0102] 在具有响应性脉管系统的受试者中,使用外周动脉张力信号进行内皮功能测量(用于确定响应性充血指数(RHI))可能具有挑战性。对特定多态性对内皮功能的作用进行了研究。招募了22名大学年龄的学生,并检查了他们对甜菜汁(硝酸盐的来源)的响应。使用RHI(使用外周动脉张力信号生成的)作为基线参数,平均值为 1.68 ± 0.355 ,其中22名受试

者中的10名的分数低于用于确定心血管健康的1.6。此外,当给受试者服用已知的血管扩张剂(甜菜汁形式的口服硝酸盐)时,变化很小。服用甜菜后的平均RHI为 1.71 ± 0.391 。图12A示出了使用外周动脉张力信号的内皮功能研究的盒须图。参照图12A,盒须图显示缺乏响应性和使用外周动脉张力信号产生的RHI的不良的预后值。使用来自这些实验的原始数据,使用源自充血后脉搏幅度的最大变化的LD度量来重新计算充血响应(参见例如针对图2C描述的方法)。

[0103] 图12B示出了对根据本文描述的实施方案所产生的充血的局部扩张响应的图。研究了对口服硝酸盐的响应,以提供使用LD度量的有效性的度量。在这项研究中,甜菜存在时的平均LD为2.17,而对照组(Gatorade®)只有1.56,此外,在22名受试者中,有17名的血管响应有改善。这些数据支持使用LD作为青年人的内皮功能的度量。

[0104] 实施例:使用血压计的僵硬指数

[0105] 如以上关于进行心血管健康评估的方法所述,脉搏波分析可以用于估算血管僵硬(僵硬指数)并作为比例因子的一部分(例如,对于工作组织流)。为了说明这种度量的有效性,使用了SunTech Medical, Inc.的Oscar 2™血压计来测量两个受试者的肱动脉和中心脉搏压力波。图13A-13C示出了在所述研究期间获取的肱动脉和中心脉搏压力波。参照图13A,示出了健康受试者的肱动脉波形和中心脉搏压力波。在健康受试者中,某些特征很容易观察到。在肱动脉波形中,可以观察到用于计算僵硬指数的缺口。还可以看到在收缩波的开始处压力急剧上升。这些特征反映在中心压力波中,其中在约200ms处可见收缩峰,并且在该波变平处有一个明显进入舒张期的入口。

[0106] 图13B和13C示出了在使用甜菜作为治疗剂进行干预之前和之后年龄与健康受试者相匹配的高血压受试者。参照图13B,由于血管的明显僵硬,反射缺口几乎看不见。肱动脉波中进入收缩期延迟,并且没有明显的进入舒张期。在中心波中,这些特性反映在延迟的在约270ms处的收缩峰和进入波形无法变平的舒张期的超射。有趣的是,如图13C所示,当该受试者摄入甜菜汁的血管扩张剂时,波形显示出可测量的改善。收缩期的开始以肱动脉的形式恢复,并且缺口再次清晰可见。中心波峰也恢复至约200ms,并且血压也整体降低。中心波形中仍有一些至舒张期的超射,表明并非所有反应性都得到了恢复。这些数据证明了在CAFICH分数的计算中包括脉搏波分析的敏感性。

[0107] 实施例:自主收缩和局部扩张

[0108] 对LD的测量是通过应用自主收缩(AC)刺激进行评估的。Itamar Medical Ltd.的EndoPAT™诊断设备用于比较两个受试者。一名受试者患有高血压,并且几乎没有自主控制能力,因为其脉管系统已被最大程度地激活。另一受试者的血压正常(提供对照)。图14A至图14D示出了在所描述的两个受试者的研究中压力输出(外周动脉张力信号)的比较。图14A和14B分别示出了活动前和活动后的血压正常的受试者;图14C和14D分别示出了活动前和活动后的患有高血压的受试者。这些图显示了从EndoPAT™诊断设备输出的压力,指示搏动量以及由此得到的血管舒张或收缩。图14A和14C是在受试者处于安静状态时获得的,14B和14D是受试者在脚踏车上进行极限量运动负荷测试后立即获得的。

[0109] 有趣的是,对于使用外周动脉张力信号的RHI,血压正常的受试者功能较弱(1.48),而高血压的受试者具有良好的功能(1.68),然而,图14C和14D中缺乏LD响应是明显的,而对照受试者具有良好的LD响应。最显著的是,对照受试者响应于运动的搏动量减少了

50%，表现出强烈的AC响应。而高血压受试者的基线搏动量无变化，表明缺乏AC响应。这些数据表明，LD和AC的组合可以用于评估血管控制和响应性。

[0110] 尽管已经用特定于结构特征和/或动作的语言描述了主题，但是应该理解，所附权利要求书中定义的主题不必限于上述特定特征或动作。而是，以上描述的特定特征和动作被公开为实现权利要求的实施方案，并且其他等效的特征和动作旨在包括在权利要求的范围内。此外，应当理解，本文描述的实施例和实施实施方案仅用于说明目的，并且鉴于将对本领域技术人员建议其的各种修改或改变，这些修改或改变也旨在包括在本申请的范围之内。

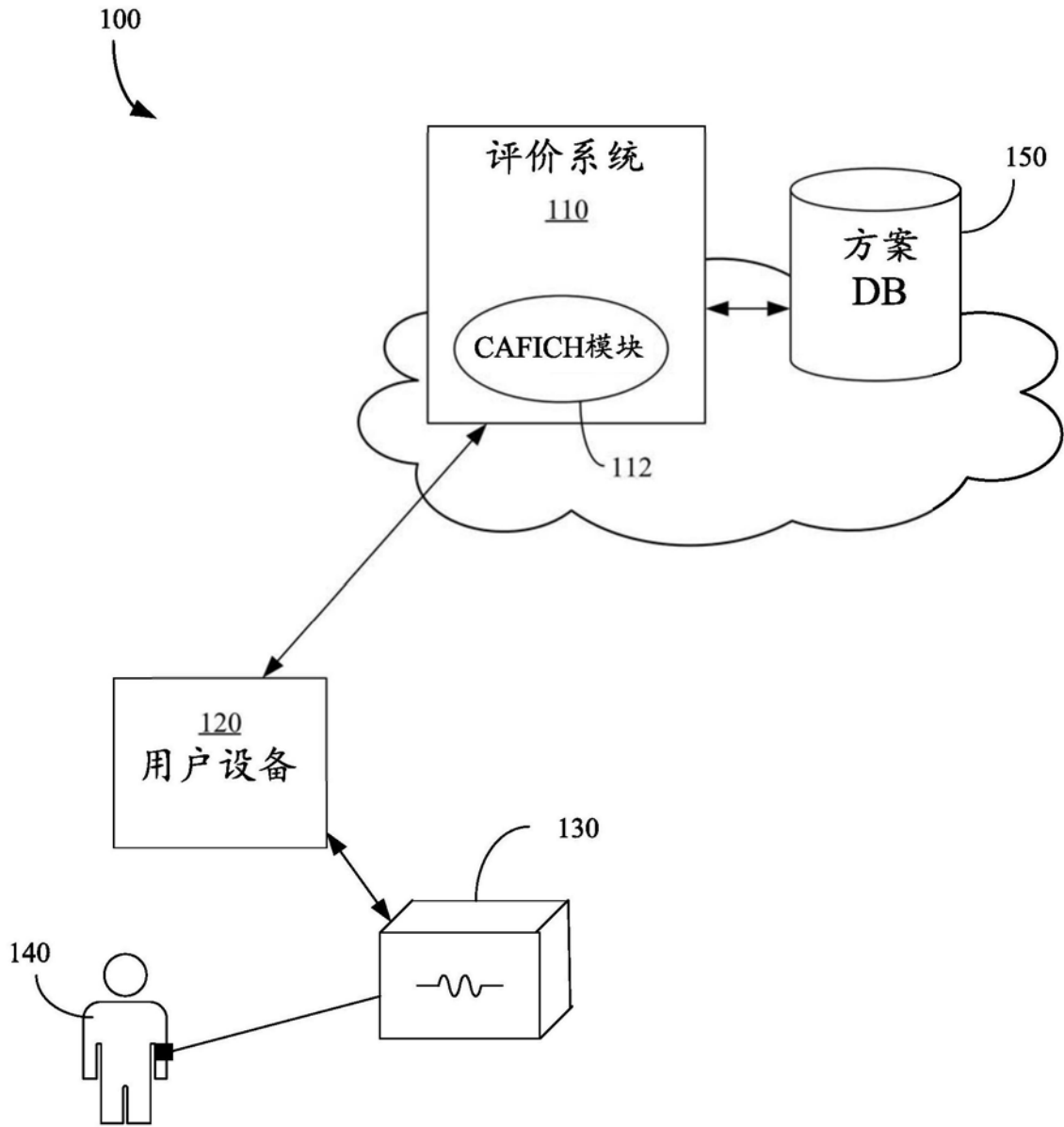


图1A

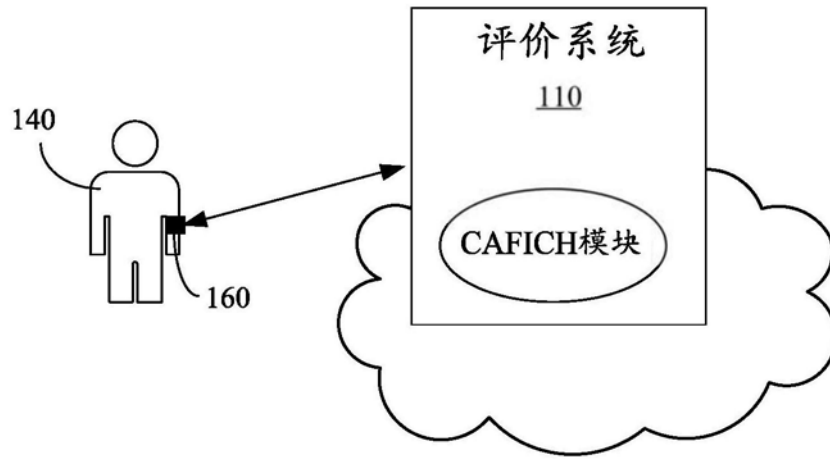


图1B

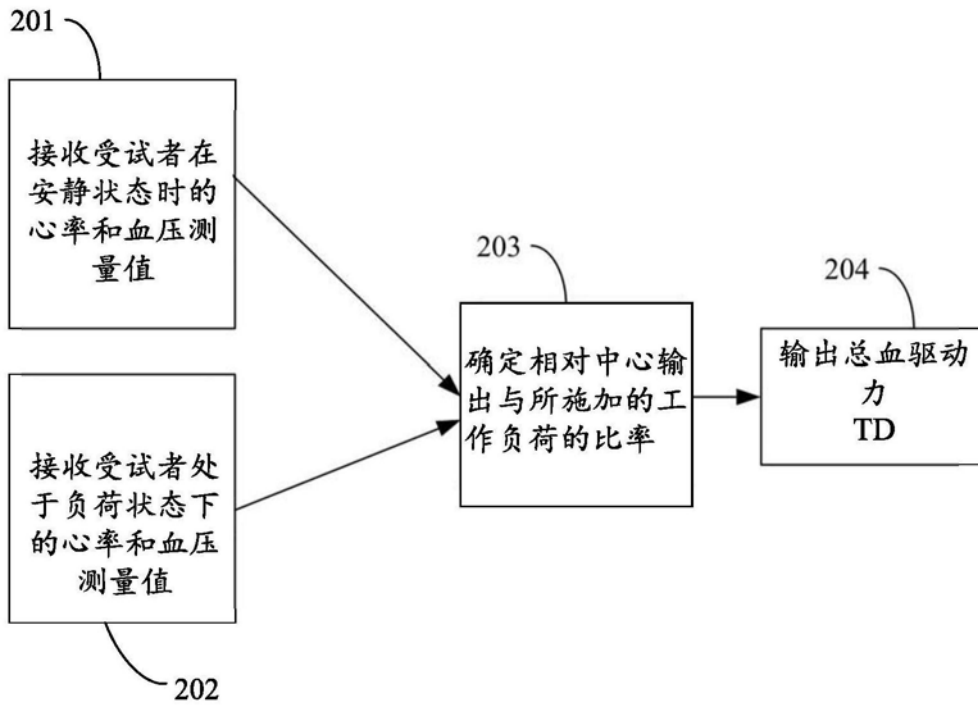


图2A

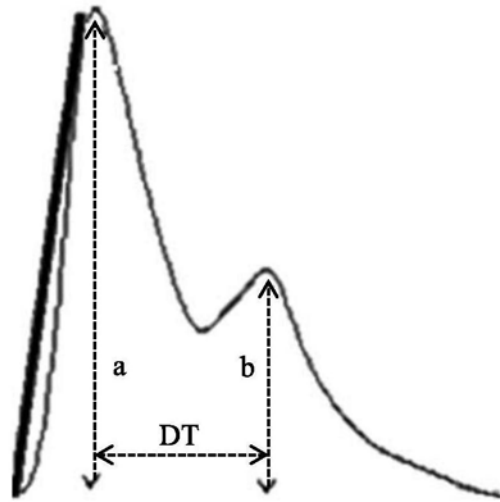


图3

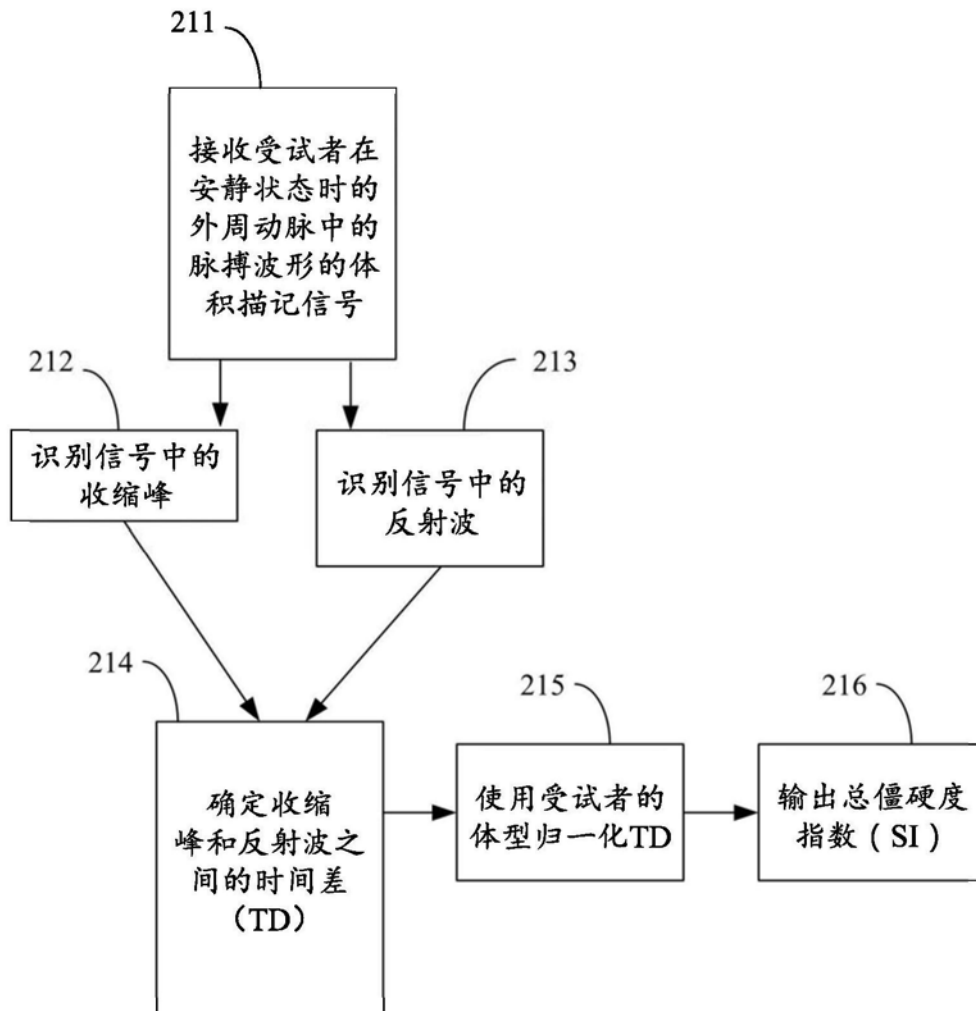


图2B

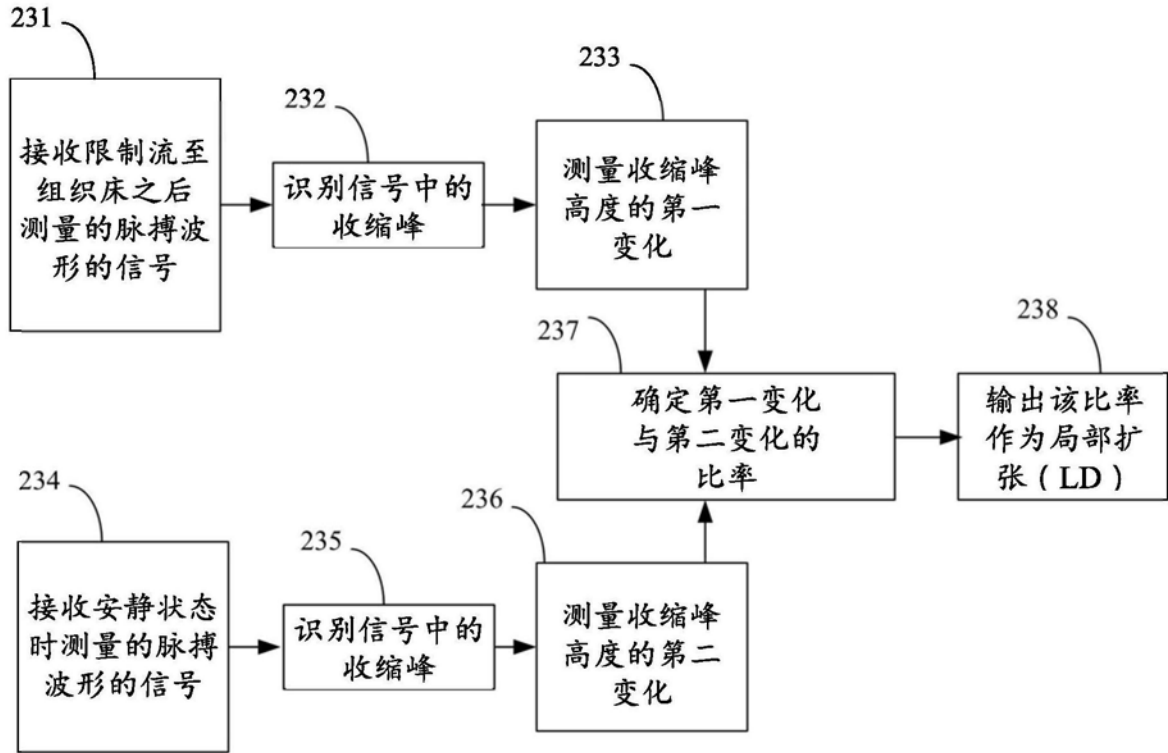


图2C

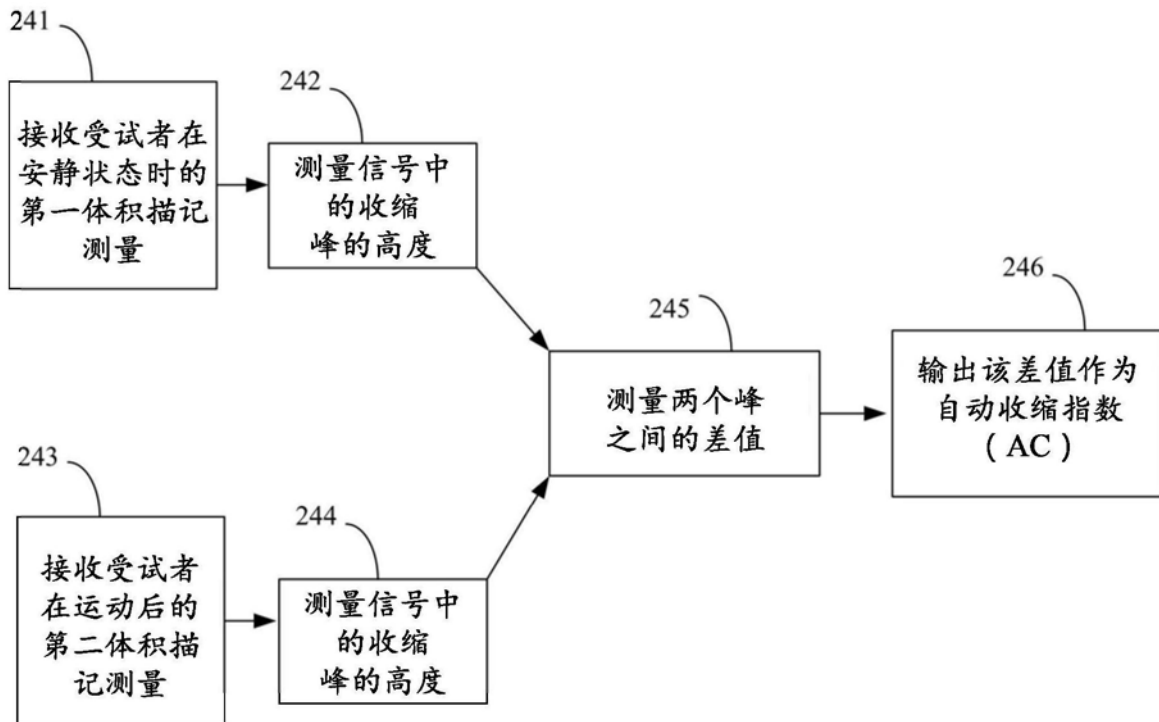


图2D

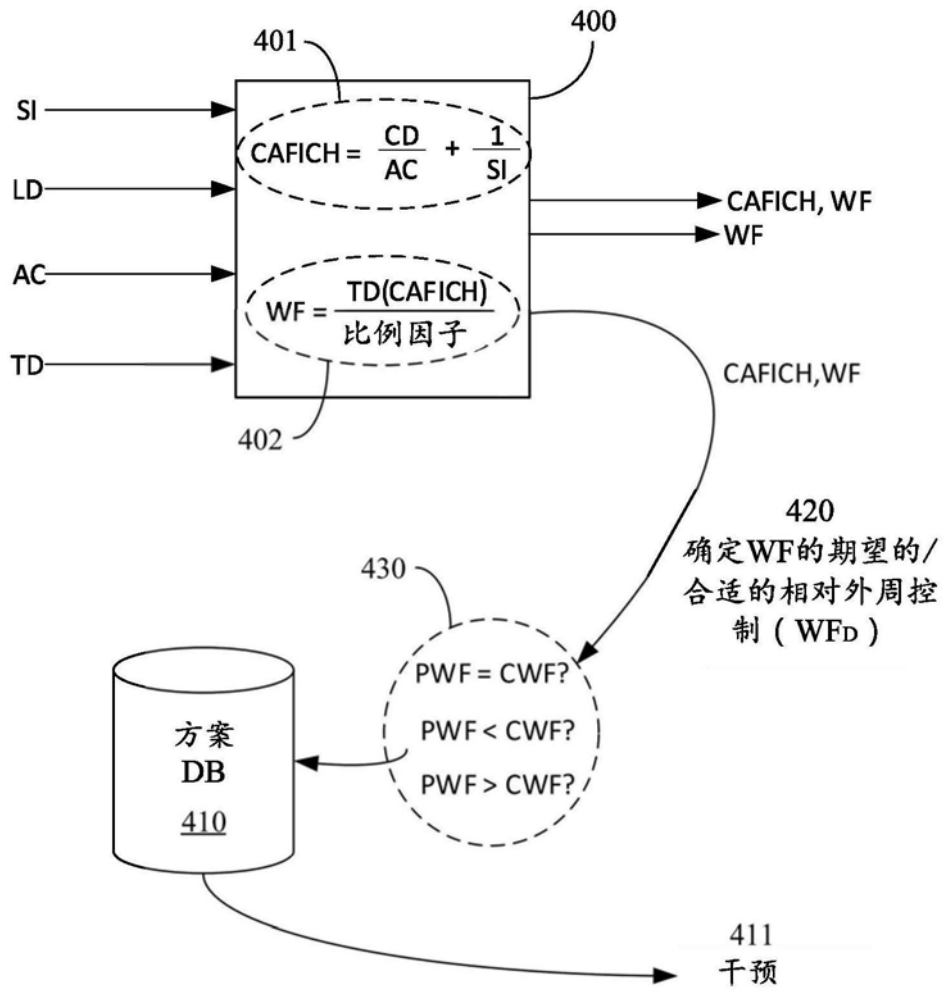


图4

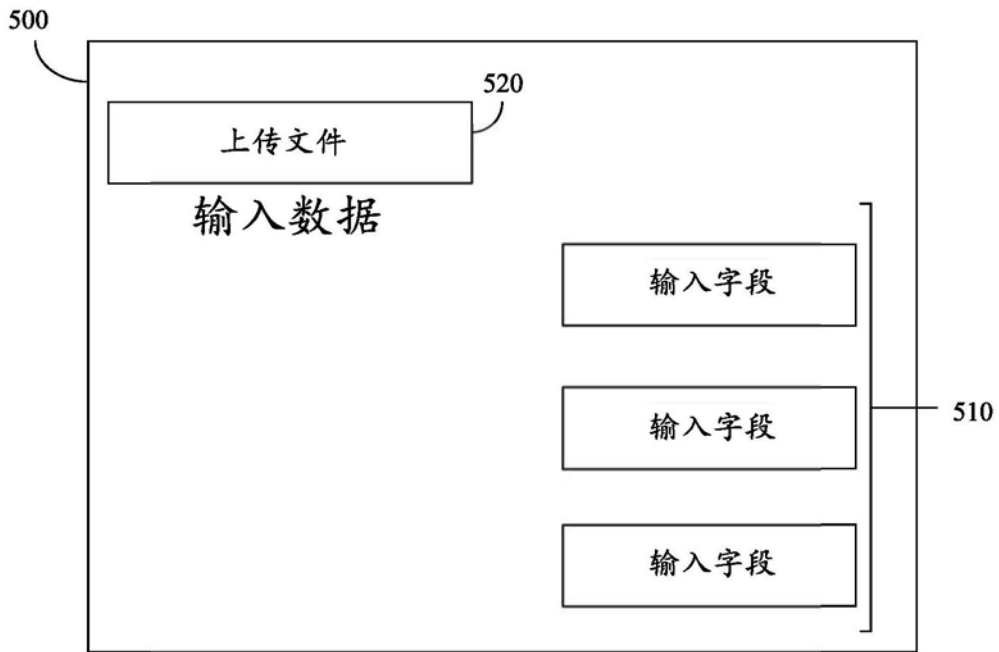


图5A

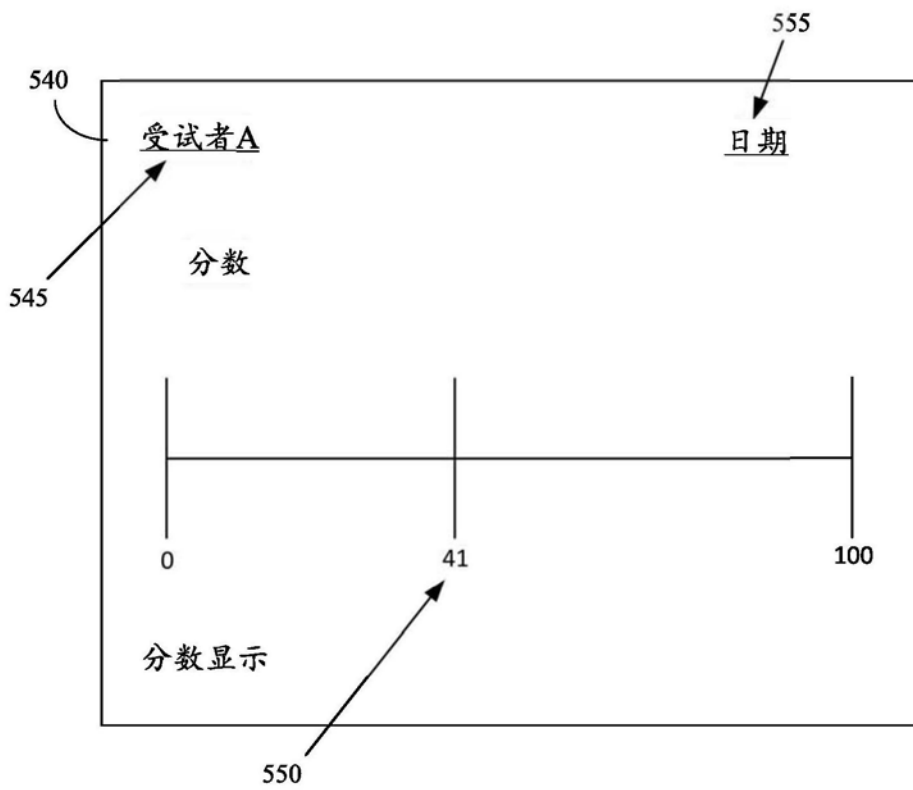


图5B

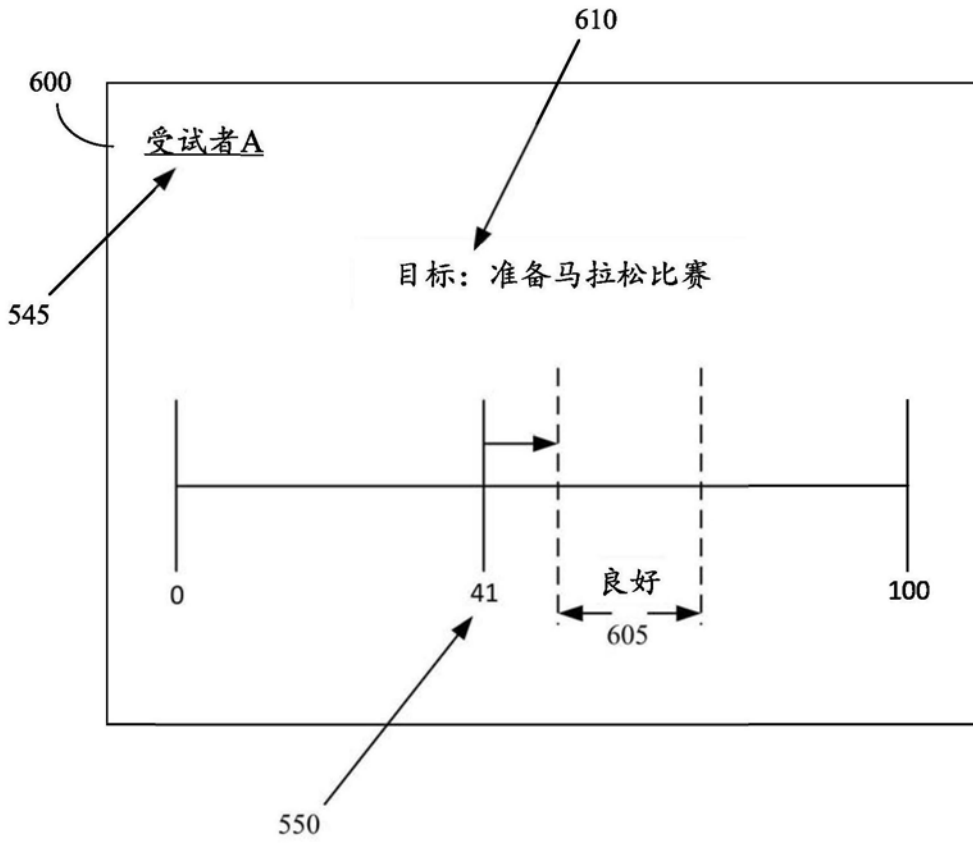


图6A

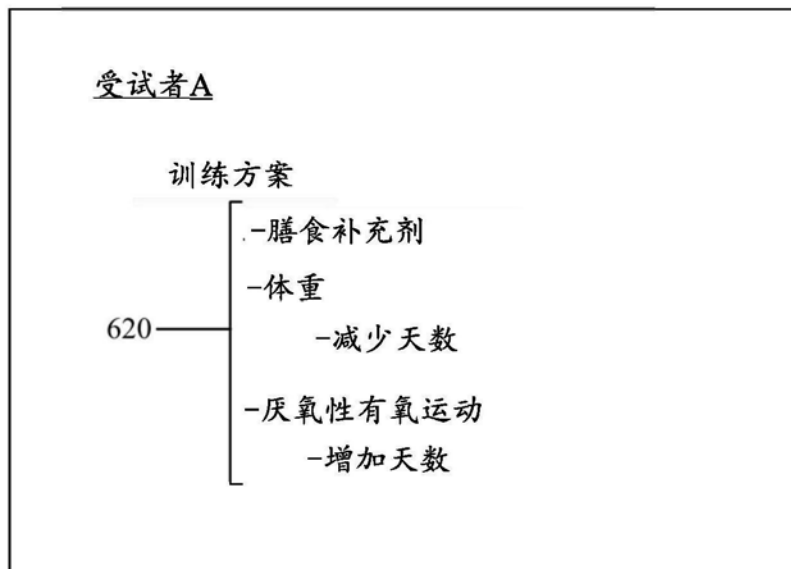


图6B

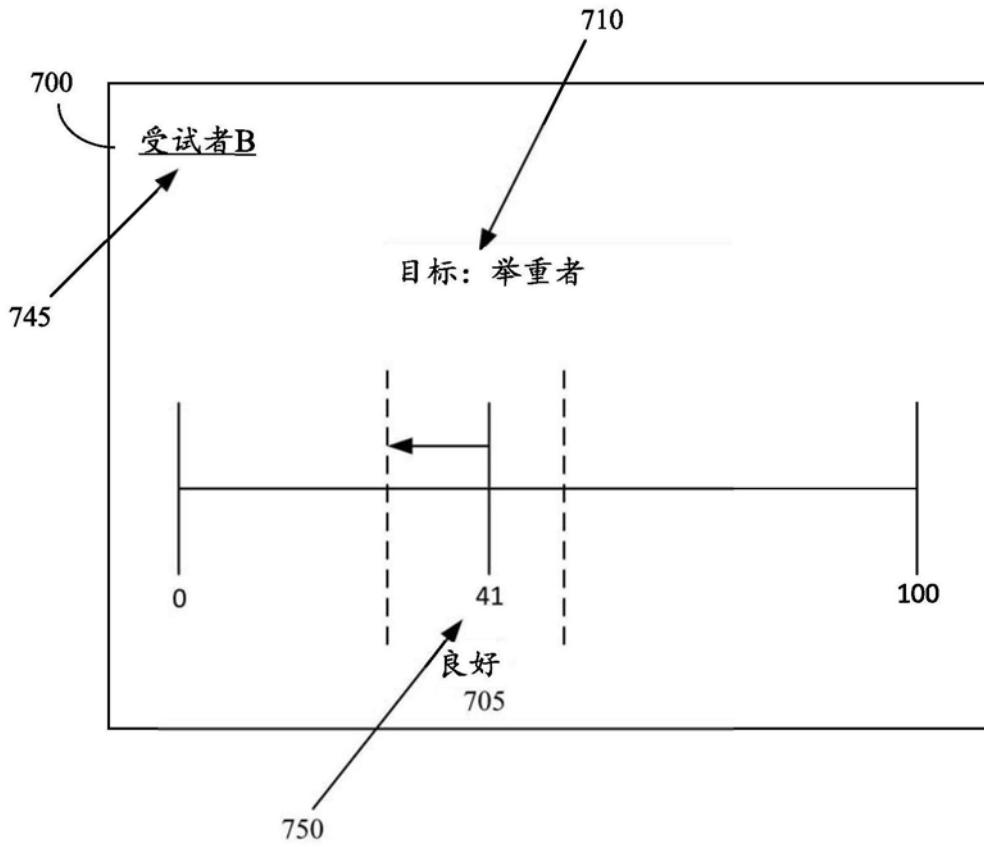


图7A

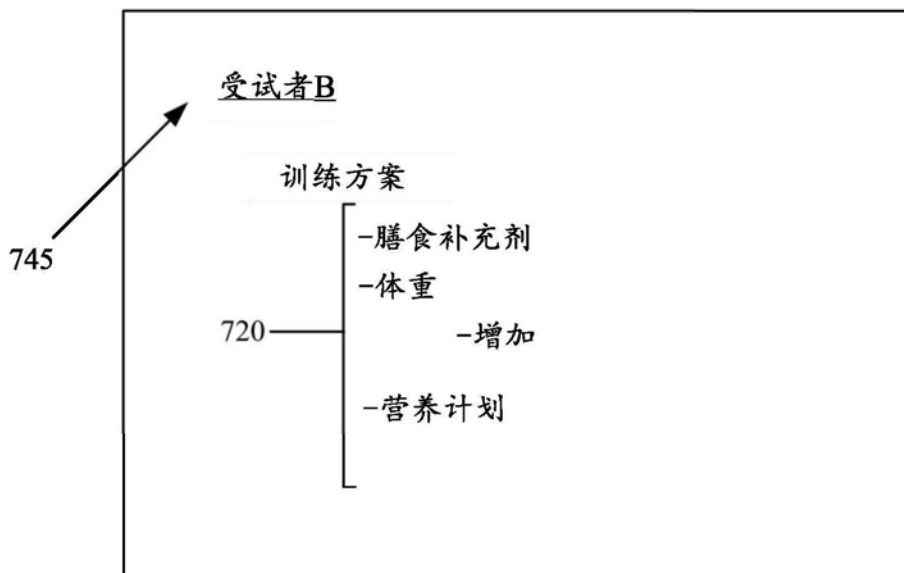


图7B

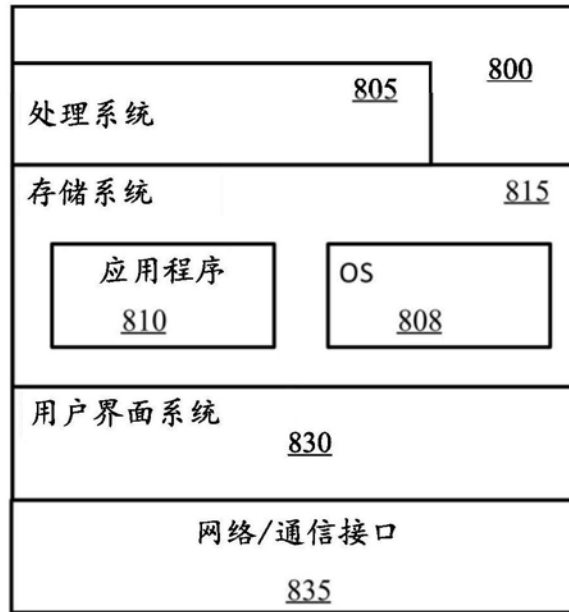


图8

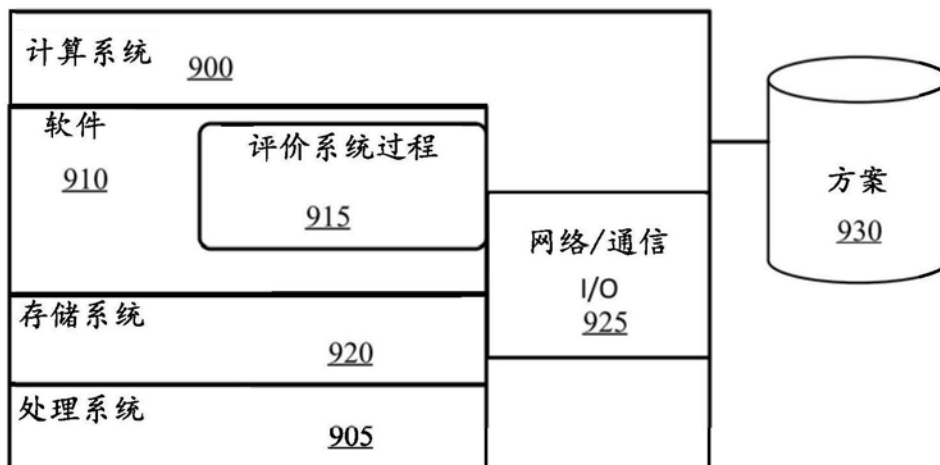


图9

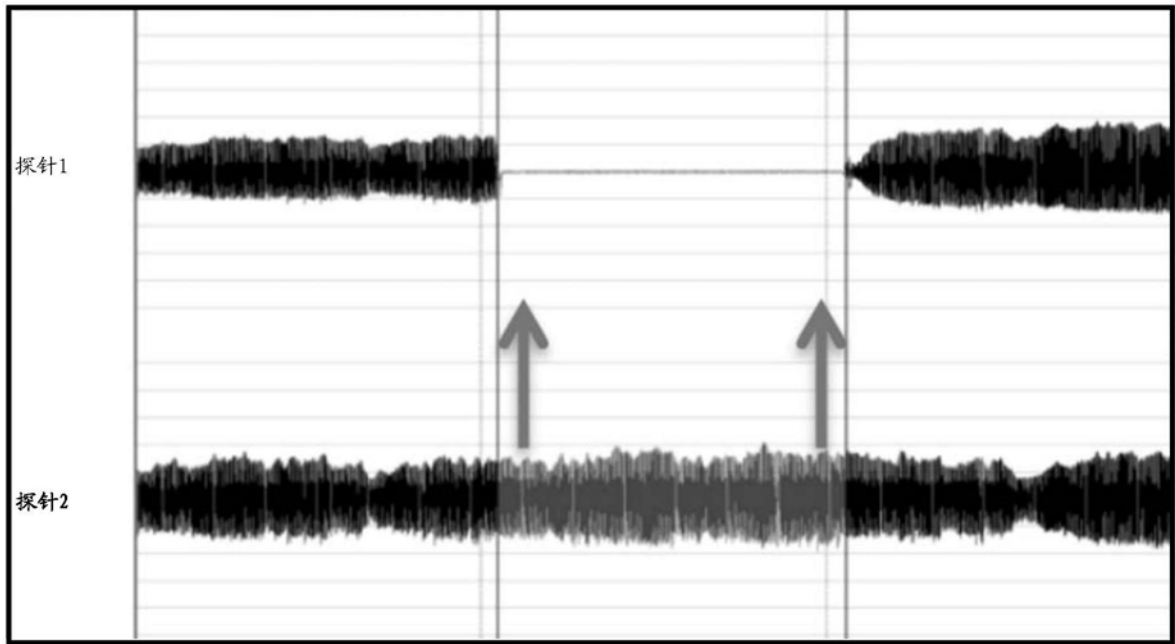


图10

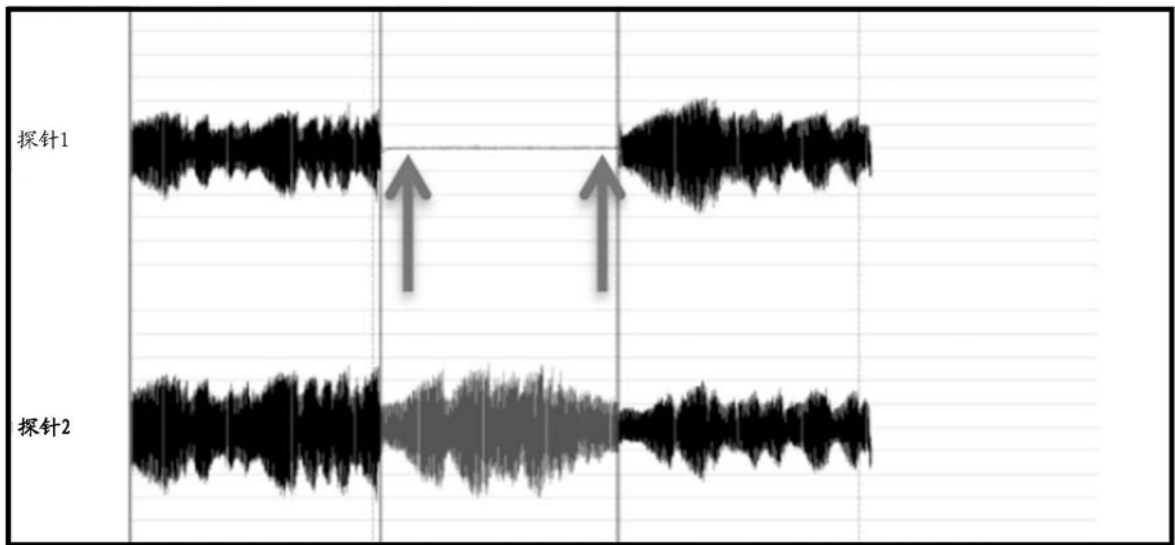


图11

响应于口服硝酸盐的RHI

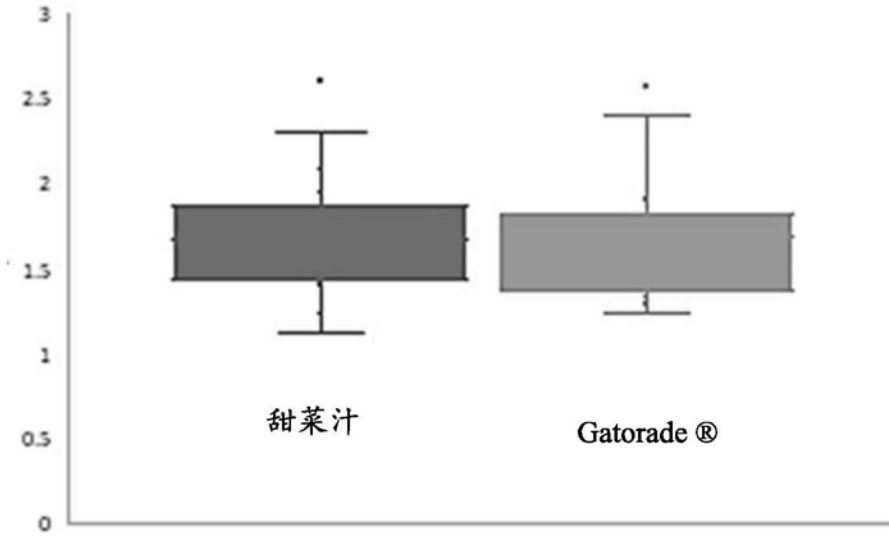


图12A

甜菜汁对反应性充血的作用

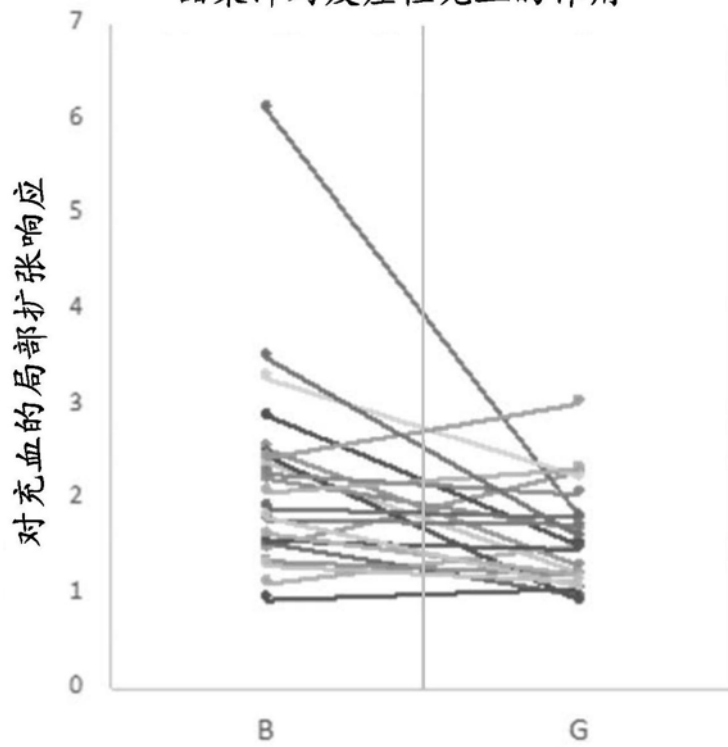


图12B

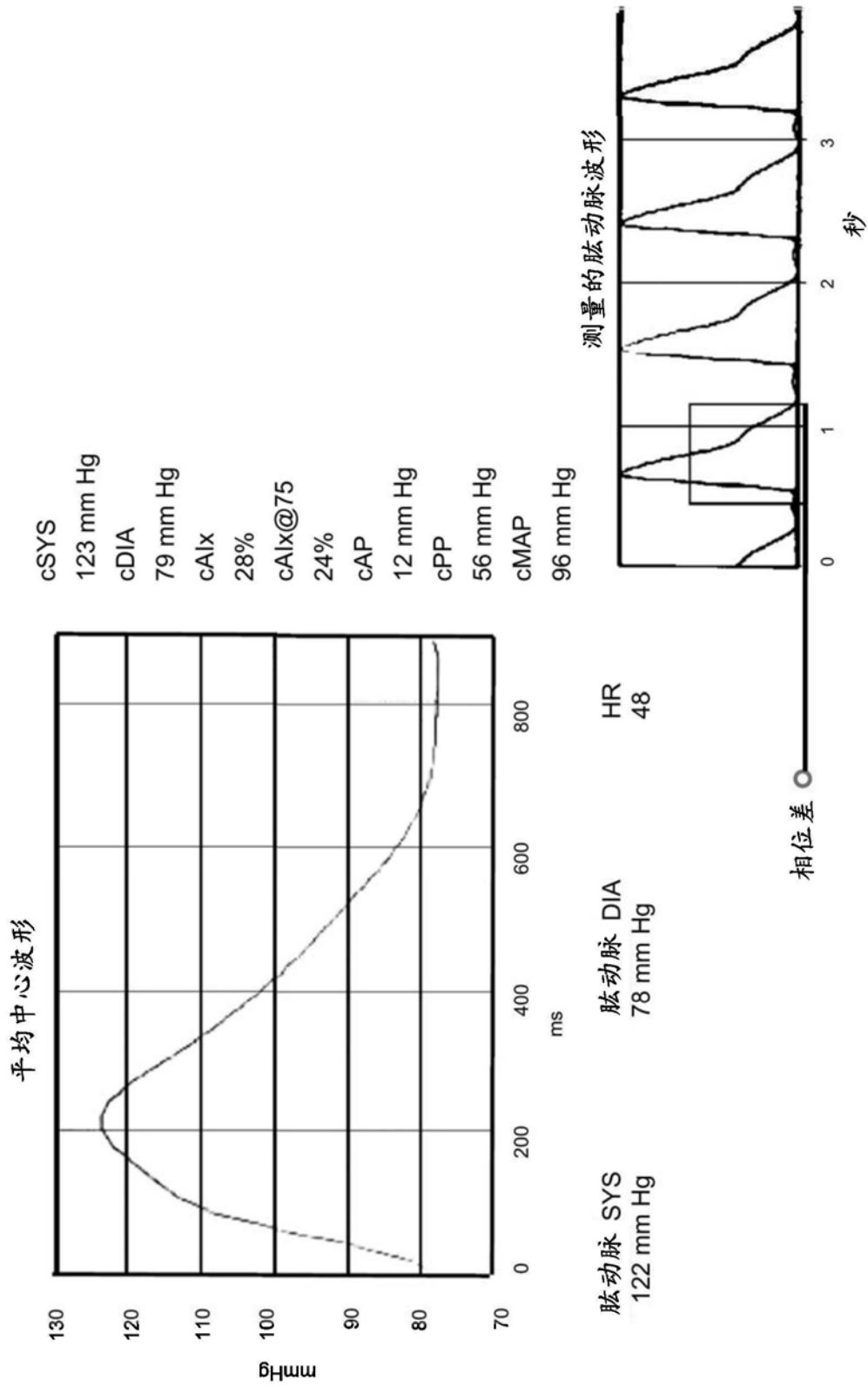


图13A

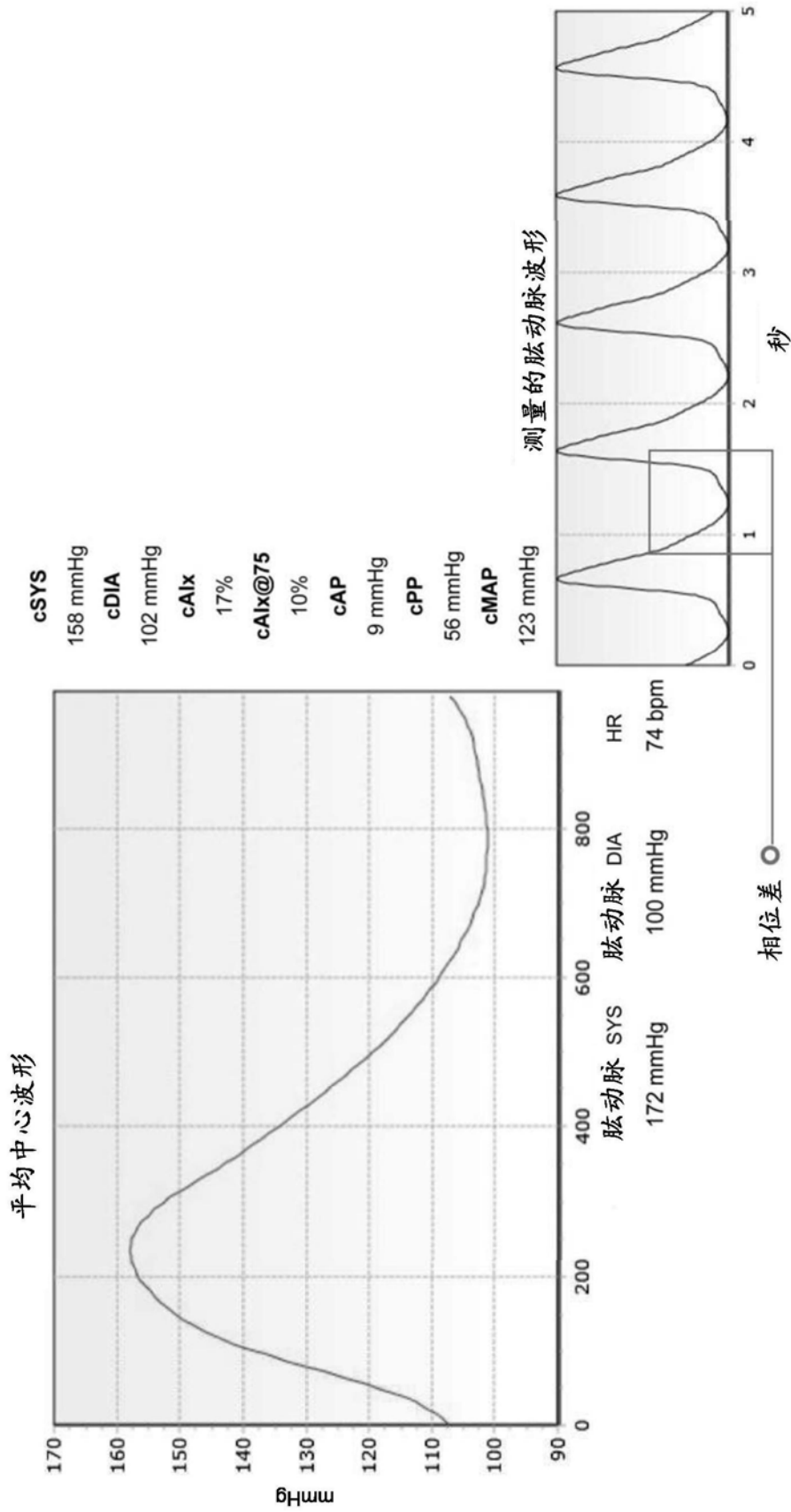


图13B

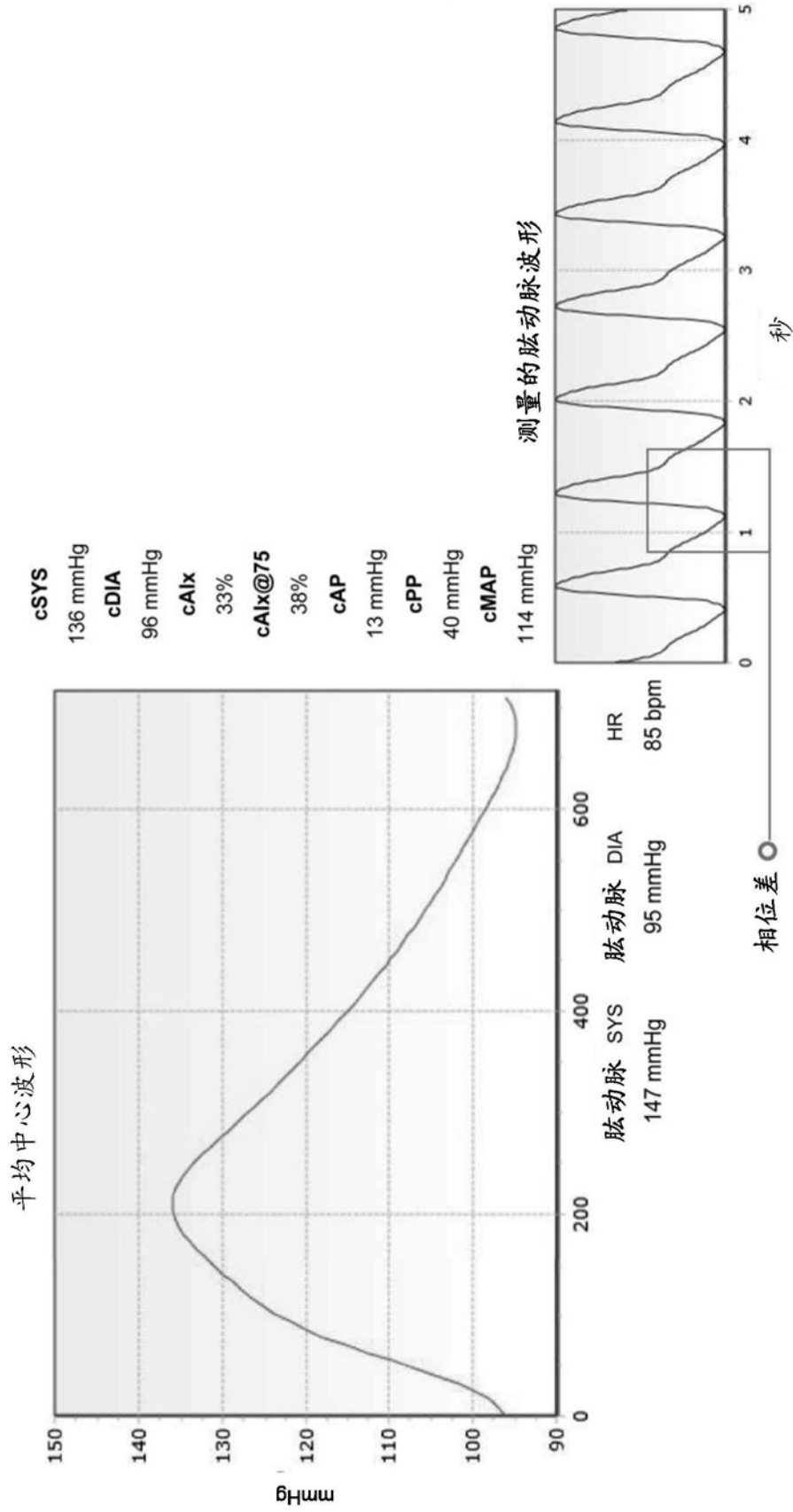


图13C

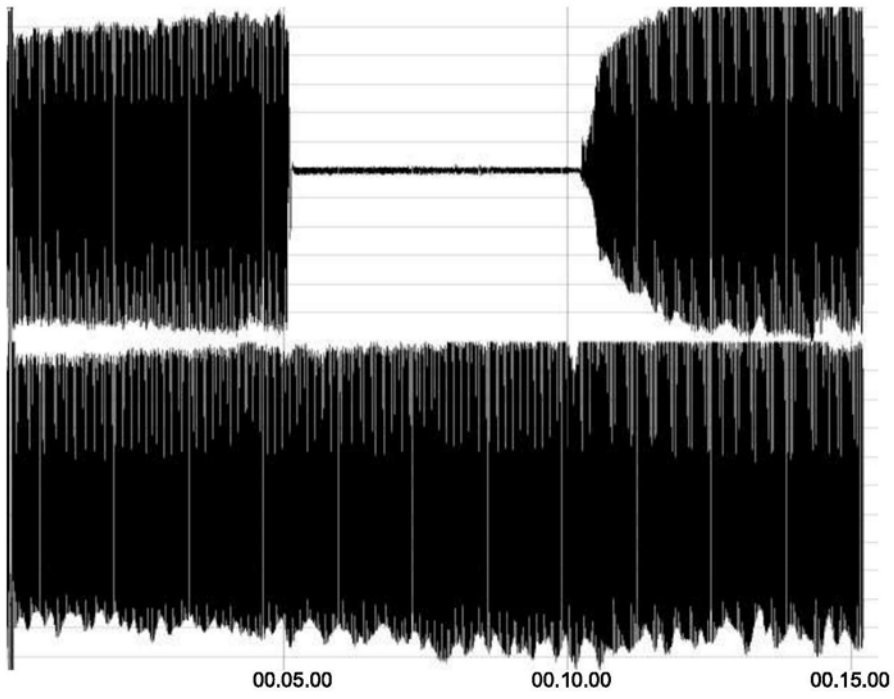


图14A

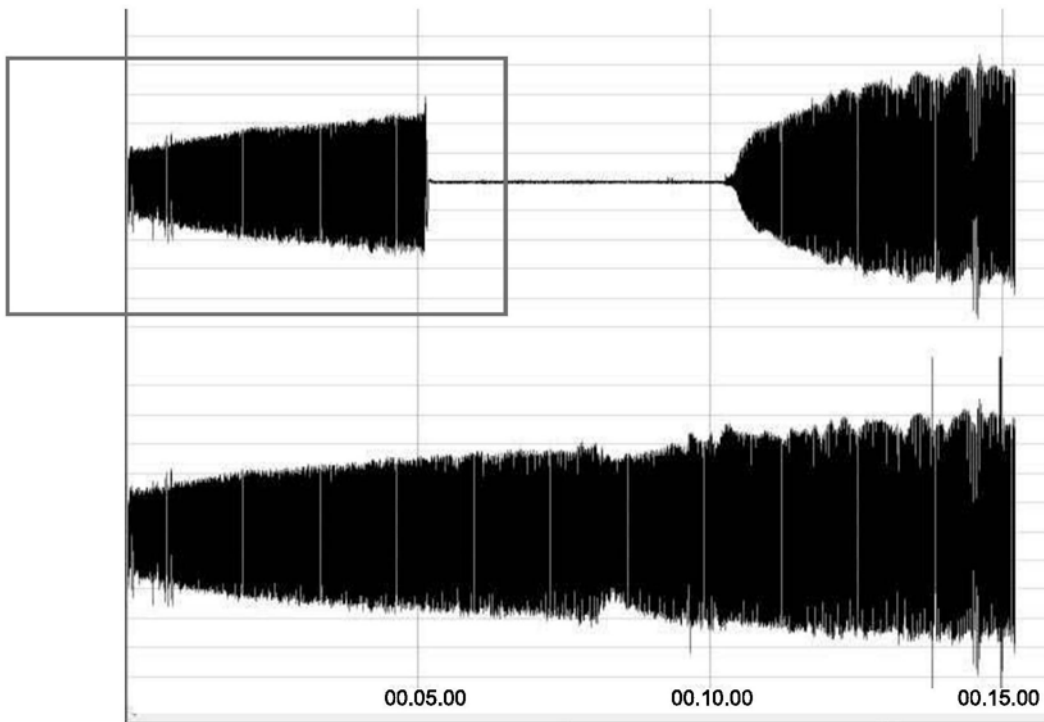


图14B

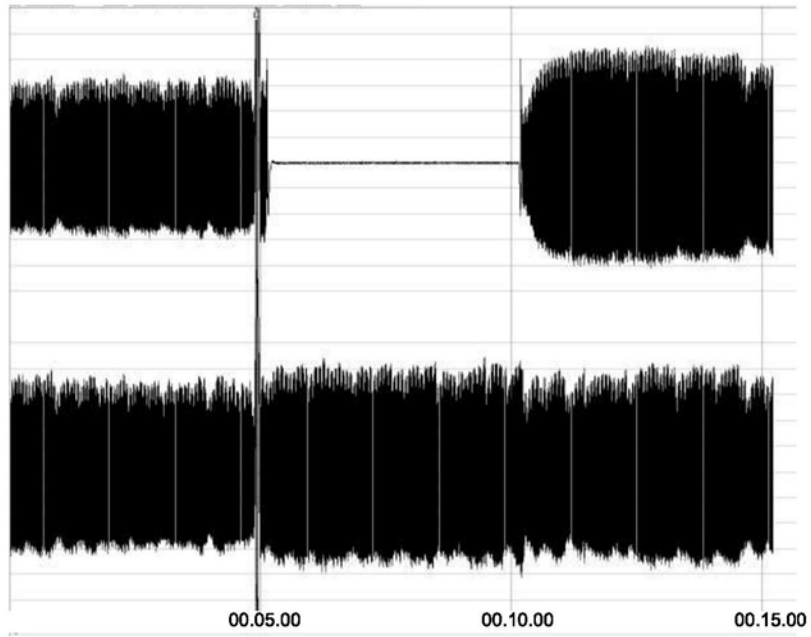


图14C

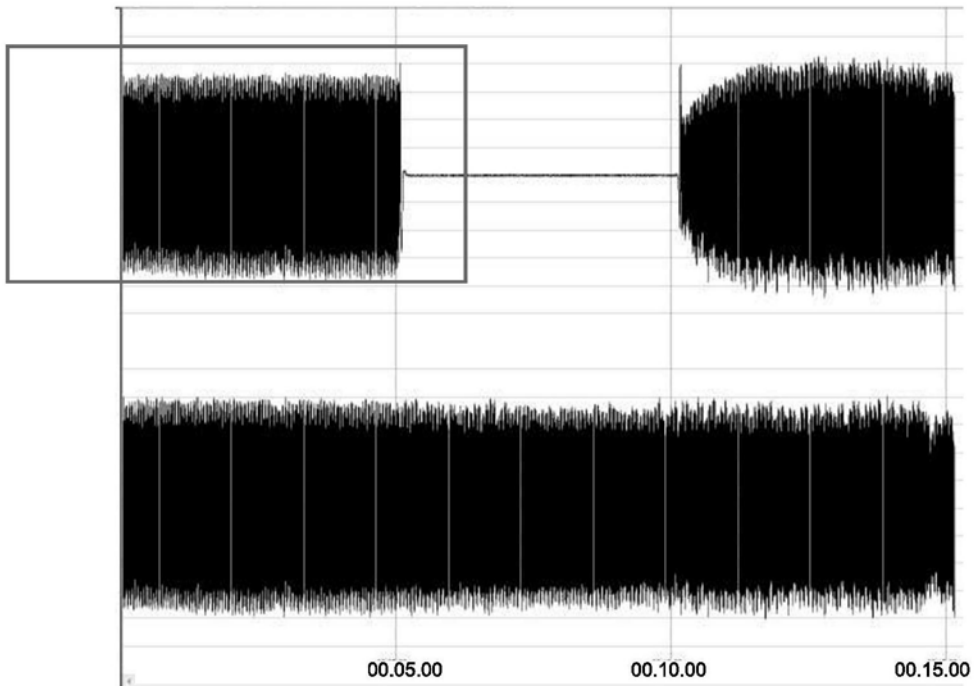


图14D

专利名称(译)	用于心血管健康评估以及个性化健康和健身干预的评价系统		
公开(公告)号	CN111031899A	公开(公告)日	2020-04-17
申请号	CN201880053722.X	申请日	2018-06-26
发明人	A·J·高 G·M·坎农		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02007 A61B5/02028 A61B5/026 A61B5/029 A61B5/00 A61B5/0205 A61B5/02108 A61B5/02233 A61B5/024 A61B5/02416 A61B5/4035 A61B5/486 A61B5/4884		
代理人(译)	杨巍 柴春玲		
优先权	62/525967 2017-06-28 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

评价系统生成心血管健康评估分数，该分数代表工作组织流并指示对中心和外周控制机制的依赖性，并用于支持多种个性化的医疗和健康应用程序。可以将一种或多种所述个性化的医疗和健康应用实现为评价系统的一部分，并纳入心血管健康评估。

