



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109561837 A

(43)申请公布日 2019.04.02

(21)申请号 201780048693.3

(22)申请日 2017.08.08

(30)优先权数据

16183158.1 2016.08.08 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.02.02

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/070020 2017.08.08

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/029171 EN 2018.02.15

(71)申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 L·J·辉基布雷格茨

J·H·格利森 H·P·M·施特肯

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

代理人 李光颖 王英

(51)Int.Cl.

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A61B 5/0488(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

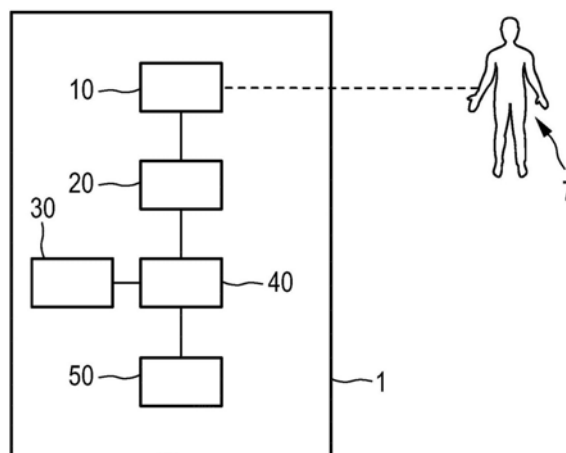
权利要求书2页 说明书20页 附图2页

### (54)发明名称

用于辅助对象的锻炼的系统和方法

### (57)摘要

提供了一种用于辅助对象7的锻炼的系统1、对应的方法和计算机程序。所述系统包括：锻炼状态提供单元10，其用于提供针对锻炼过程或在锻炼过程期间所述对象7的锻炼状态；疲劳水平确定单元20，其用于基于所述对象7的所述锻炼状态来确定所述对象7的疲劳水平；疲劳水平阈值确定单元30，其用于确定针对所述锻炼过程的针对所述对象7的疲劳水平阈值；以及评估单元40，其用于相较于所述疲劳水平阈值来评估所述疲劳水平。本发明提供了一种用于辅助对象7的锻炼的更多功能的系统1并且还还为对象7提供了改进的锻炼辅助。



1. 一种用于辅助对象的锻炼 (7) 的系统, 其中, 所述系统包括:
  - 锻炼状态提供单元 (10), 其用于提供针对锻炼过程或在锻炼过程期间所述对象 (7) 的锻炼状态,
  - 疲劳水平确定单元 (20), 其用于基于所述对象 (7) 的所述锻炼状态来确定所述对象 (7) 的疲劳水平,
  - 疲劳水平阈值确定单元 (30), 其用于确定针对所述锻炼过程的针对所述对象 (7) 的疲劳水平阈值, 以及
  - 评估单元 (40), 其用于相较于所述疲劳水平阈值来评估所述疲劳水平。
2. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述疲劳水平阈值确定单元 (30) 适于基于所述对象 (7) 的锻炼历史、计划的活动和所述对象 (7) 的参数的至少一个来确定所述疲劳水平阈值。
3. 根据权利要求2所述的系统, 其中, 基于所述计划的活动的所述确定包括在未来活动之前的周期化和逐渐减少中的至少一个。
4. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述疲劳水平阈值确定单元适于确定最大疲劳水平阈值和/或最小疲劳水平阈值。
5. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述锻炼状态提供单元 (10) 适于基于至少两个参数来提供所述对象 (7) 的所述锻炼状态, 其中, 所述至少两个参数对应于以下组中的至少两个不同的组:
  - 速度、心率和心率变化性,
  - 跑步动力学,
  - 脚部落地,
  - 姿势, 以及
  - 肌电图相关参数。
6. 根据权利要求5所述的系统, 其中, 对应于所述跑步动力学的组的参数包括地面接触时间、垂直振荡、节奏、步幅长度、步幅间隔、步幅间隔变化性、左右平衡、用于制动的度量、步长、步长间隔和步长间隔变化性。
7. 根据权利要求5所述的系统, 其中, 对应于所述姿势的组的参数包括上身的角度、骨盆旋转和头部取向。
8. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述锻炼状态提供单元 (10) 适于基于脚部落地参数和头部取向参数中的至少一个来提供所述对象 (7) 的所述锻炼状态, 其中, 所述锻炼状态提供单元 (10) 被配置为基于惯性信号来确定脚部落地参数和头部取向参数中的至少一个。
9. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述锻炼状态提供单元 (10) 包括锻炼状态测量单元, 其中, 所述锻炼状态测量单元适于被安装在所述对象的耳内。
10. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述疲劳水平确定单元 (20) 适于基于所述对象的过去锻炼状态来提供所述对象 (7) 的所述疲劳水平。
11. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述疲劳水平确定单元 (20) 适于提供所述对象 (7) 的参考锻炼状态, 并基于所述锻炼状态与所述参考锻炼状态的偏差来提供所述疲劳水平。
12. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述对象 (7) 的所述锻炼状态和所述参考锻炼状

态各自包括至少两个参数的集合,其中,所述疲劳水平确定单元(20)适于基于参考锻炼状态参数集和锻炼状态参数集之中的对应参数的每个集合之间的差的加权和来提供所述疲劳水平。

13.根据权利要求1所述的系统,其中,所述疲劳水平确定单元(20)适于基于环境影响确定所述疲劳水平,并且/或者,所述疲劳水平阈值确定单元(30)适于基于环境影响来确定所述疲劳水平阈值。

14.一种用于辅助对象的锻炼的方法,其中,所述方法包括:

- 由锻炼状态提供单元(10)提供(310)针对锻炼过程或在锻炼过程期间所述对象的锻炼状态,

- 由疲劳水平确定单元(20)基于所述对象的所述锻炼状态来确定(320)所述对象的疲劳水平,

- 由疲劳水平阈值确定单元(30)确定(330)针对所述锻炼过程的针对所述对象的疲劳水平阈值,并且

- 由评估单元(40)相较于所述疲劳水平阈值来评估(340)所述疲劳水平。

15.一种用于辅助对象(7)的锻炼的计算机程序,所述计算机程序包括程序代码单元,当所述计算机程序在根据权利要求1所述的系统(1)上运行时,所述程序代码单元用于使所述系统(1)执行根据权利要求14所述的方法。

## 用于辅助对象的锻炼的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及辅助对象的锻炼的领域。特别地，本发明涉及用于辅助对象的锻炼的系统、方法和计算机程序。本发明可用于改进运动表现，特别是在跑步领域中。然而，应理解，本发明还可以应用于其他领域，并且不必限于上述应用。

### 背景技术

[0002] 虽然锻炼通常被认为是健康的，但是锻炼过度可能对对象有害，例如，它可能导致肌肉疼痛和更长时间的恢复。

[0003] 从W02014/135187A1中已知一种用于根据在身体锻炼期间执行的步态测量来估计对象的生理状态的方法、装置和计算机程序。根据从步态测量获得的步子间隔变化性和步幅间隔变化性中的至少一个来完成生理状态。

[0004] US2010/0137748A1公开了一种身体运动检测部，其用于连续地检测用户活动的频率作为活动水平。由身体运动检测部检测到的活动水平被输出到疲劳检测部以用于基于活动水平来估计用户的疲劳水平。

[0005] US 2016/0030809 A1公开了用于使用具有生物识别传感器的耳机来识别和呈现关于健身周期的信息的系统和方法。可以基于心率变化性(HRV)数据和获知的用户特性来确定与响应于刺激所经历的疲劳相关联的疲劳水平和从这种疲劳的恢复。疲劳和恢复的一个或多个周期可以被识别为(一个或多个)健身周期，每个健身周期包括从与健身相关活动相关联的刺激开始并且前进通过从响应于与健身相关活动相关的刺激而经历的疲劳中恢复的一段时间。关于(一个或多个)健身周期的信息可以以各种方式呈现给用户，包括在与具有生物识别传感器的耳机通信的计算设备的显示器上。

[0006] W02015/069124A1公开了一种锻炼指导系统和一种监视活动过程的方法，包括接收指示在活动过程期间执行的至少一个活动的活动数据，该活动数据包括与在活动过程期间监测的多个参数相关联的多个测量结果；处理器将接收到的测量结果中与参数中的至少两个参数相关联的至少一些接收到的测量结果与存储在有形计算机可读介质上的多组测量结果中的至少一组测量结果进行比较；并且处理器至少部分地基于接收到的测量结果与存储的测量结果之间的比较来生成训练计划。

[0007] GB 2 415 788 A公开了通过测量由活动肌肉产生的肌电图(EMG)信号，测量与锻炼相关的其他参数并根据测量值来计算指示锻炼的至少一个指数(例如经济指数、疲劳指数)来确定锻炼水平或疲劳。其他参数可以包括心电图(ECG)测量结果、身体移动(通过诸如加速度计的惯性传感器测量的)以及诸如天气、海拔和地形的外部条件。该指数允许比较不同时间或不同情况下的锻炼。参数传感器可以被并入到衣物(例如短裤)中。通过显示器向用户提供关于锻炼表现的反馈。

[0008] 然而，尽管估计了对象的生理状态，但是现有技术没有辅助对象进行锻炼。然而，存在将生理状态与锻炼效率相关的期望。

## 发明内容

[0009] 因此,本发明的一个目的是提供一种用于辅助对象的锻炼的系统,该系统具有更多功能。本发明的另一个目的是为对象提供改进的锻炼辅助。

[0010] 在本发明的第一方面,提供了一种用于辅助对象的锻炼的系统。所述系统包括:a) 锻炼状态提供单元,其用于提供针对锻炼过程或在锻炼过程期间所述对象的锻炼状态;b) 疲劳水平确定单元,其用于基于所述对象的所述锻炼状态来确定所述对象的疲劳水平,c) 疲劳水平阈值确定单元,其用于确定针对所述锻炼过程的针对所述对象的疲劳水平阈值,以及d) 评估单元,其用于相较于所述疲劳水平阈值来评估所述疲劳水平。

[0011] 由于评估单元相较于疲劳水平阈值来评估对象的疲劳水平,其中,疲劳水平阈值是针对锻炼过程而确定的,所以能够有效地辅助对象的锻炼。特别地,由于基于对象的疲劳水平的评估结果(其本身基于对象的锻炼状态)是可获得的,所以能够对比针对锻炼过程并且针对特定对象的阈值来评估对象的锻炼状态。更明确地,疲劳水平阈值是可变阈值并且不是固定值或预定值,而是针对特定用户针对特定锻炼过程而确定的。换句话说,对象的锻炼状态(其可以例如指示锻炼结果或成果)被用于确定疲劳水平,然后相对于疲劳水平阈值来评估疲劳水平以用于确定评估结果。因此,可以优先地以改进的方式来辅助锻炼结果或成果。

[0012] 锻炼过程是指用户执行、已执行或将执行任何类型的锻炼(例如运动)的时间点或时间段。锻炼过程对应于确定疲劳水平和/或疲劳水平阈值的时间点或时间段。该确定可以实时地进行,即在锻炼过程开始时或在锻炼过程期间,在回顾中,即针对先前的锻炼过程,以及在未来,例如,可以针对未来的锻炼过程确定疲劳水平阈值。本发明的概念不限于锻炼过程的概念,并且可以扩展到针对任意时间点的确定,其被称为确定的时间,然而,对于所确定的疲劳水平和疲劳水平阈值,该确定的时间是相同的,以便以有益的方式进行评估。锻炼状态提供单元可以是存储单元,其中,已经存储了对象的锻炼状态,其中,锻炼状态提供单元可以适于提供所存储的对象的锻炼状态。在该实施例中,对锻炼过程的确定的时间指的是先前时间,在其期间已经提供了存储在锻炼状态存储单元中的锻炼状态。然而,锻炼状态提供单元也可以是用于从锻炼状态测量单元接收对象的锻炼状态的接收单元。在该示例中,锻炼过程可以在对象的训练或锻炼期间基本上是实时的。

[0013] 优先地,疲劳水平阈值确定单元确定针对对象的疲劳水平阈值的锻炼过程对应于锻炼状态提供单元提供对象的锻炼状态的锻炼过程。因此,由评估单元进行的评估可以基于对应的锻炼过程,即针对对应的确定的时间。

[0014] 在一个实施例中,锻炼状态提供单元、疲劳水平确定单元、疲劳水平阈值确定单元和评估单元可以被提供在被布置在相同或不同物理设备中的一个或多个处理器中。更具体地,在一个实施例中,锻炼状态提供单元、疲劳水平确定单元、疲劳水平阈值确定单元和评估单元可以一起被提供在单个设备中或在不同的实施例中被分布在多个设备上。

[0015] 在一个实施例中,疲劳水平确定单元、疲劳水平阈值确定单元和评估单元适于以本领域公知的有线或无线方式与锻炼状态提供单元进行通信。在一个实施例中,锻炼状态提供单元、疲劳水平确定单元、疲劳水平阈值确定单元和评估单元中的一个、多个或全部被提供在服务器处,该服务器被布置用于通过适当的通信手段,例如通过因特网来与系统的其余部分进行通信以用于辅助对象的锻炼。

[0016] 优先地,对象的疲劳水平指示在针对锻炼过程或在锻炼过程期间的确定的时间处对象的锻炼状态距在完全恢复的时间处对象的锻炼状态有多远。进一步优先地,疲劳水平可以用于评估对象的训练效果。原则上,尽管疲劳水平在一个示例中可以被用于有效训练的指示,但是锻炼过度,即达到过度疲劳水平,可能对对象有害,可能导致肌肉疼痛和需要长时间恢复。在其他示例中,低疲劳水平可以指示小于期望的疲惫,这也将不会产生有效的训练效果。例如,根据本发明,在锻炼期间锻炼过度的效果可以通过利用疲劳水平阈值来评估疲劳水平而有利地解决。优先地,疲劳水平阈值在该示例中指示在锻炼期间应当由对象实现或不超出的疲劳水平,其中,还预见到疲劳水平阈值的其他示例。

[0017] 进一步优先地,疲劳水平阈值指示优选的疲劳水平,其对对象带来最有效的训练效果。由于评估单元相较于疲劳水平阈值来评估疲劳水平,并且由于疲劳水平阈值优先指示在锻炼期间的相关状况,因此可以以改进的方式辅助对象的锻炼。

[0018] 优先地,评估结果指示疲劳水平与疲劳水平阈值之间的关系,例如疲劳水平是否超过疲劳水平阈值,疲劳水平与疲劳水平阈值之间的相对和/或绝对距离,等等。

[0019] 在一个实施例中,疲劳水平阈值确定单元适于基于对象的锻炼历史、计划的活动和对象的参数中的至少一个来确定疲劳水平阈值。

[0020] 由于疲劳水平阈值确定单元基于对象的锻炼历史、计划的活动和对象的参数中的至少一个来确定疲劳水平阈值,因此疲劳水平阈值不是通用阈值,而是考虑到对象的特定情况。对象的锻炼历史可以表明他/她在前几天锻炼或训练了多少。例如,如果对象在最近经历了高强度锻炼,他/她仍然不会完全康复,因此在随后的锻炼期间将更有可能锻炼过度。在这种情况下,疲劳水平阈值确定单元优选地将疲劳水平阈值确定为低于对象完全恢复的情况。计划的活动可以包括例如高强度锻炼,例如包括在不久的未来的比赛。在这种情况下,由于对象优先面对完全恢复的未来高强度锻炼,例如,可以降低针对所考虑的锻炼过程的疲劳水平阈值,使得从在所考虑的锻炼过程处的锻炼中恢复的时间将变短。对象的参数可以包括对象的疾病状况、对象要服用的药物等。例如,疾病状况可以包括对象昨天或最近过去是否生病,他/她是否睡得好,过去几天期间体重增加,肌肉疼痛等等。但是,此列表并非排他的,在其他实施例中,疲劳水平阈值确定单元可以适于基于备选参数或额外参数来确定疲劳水平阈值。

[0021] 在一个实施例中,基于计划的活动的确定包括在未来活动之前的周期化和逐渐减少中的至少一个。

[0022] 逐渐减少是在备受瞩目的锻炼(例如重要的竞赛)之前的日子里减少锻炼的做法。基本原理是,在逐渐减少的时段内,对象的身体恢复以在未来的活动中释放最佳表现,未来的活动例如为重要的竞赛,例如赛跑。周期化是指低、中、高锻炼强度的时间块,目标是达到最佳状态,通常针对计划的未来活动。用于周期化的时间块通常持续数周。优先地,由于疲劳水平阈值确定单元在未来活动之前考虑周期化和逐渐减少,因此可以针对所考虑的锻炼过程调整疲劳水平阈值,使得可以在未来的确定的时间(即,未来的锻炼过程)处优化对象的表现。该未来的确定的时间优先对应于未来活动的时间。

[0023] 在一个实施例中,疲劳水平阈值确定单元适于确定最大疲劳水平阈值和/或最小疲劳水平阈值。

[0024] 由于疲劳水平阈值确定单元优先确定最大疲劳水平阈值,因此该最大疲劳水平阈

值可以被视为在锻炼期间对象的疲劳水平的上限。因此,该最大疲劳水平阈值可以被视为针对锻炼过程或在锻炼过程期间针对对象的锻炼过度或训练过度的指示。此外,由于疲劳水平阈值确定单元优先确定最小疲劳水平阈值,因此该最小疲劳水平阈值可以被视为一指标,在该指标之下,对象不会或几乎不会经历训练效果。换句话说,在针对锻炼过程或在锻炼过程期间对象的疲劳水平不超过最小疲劳水平阈值之前,将不能注意到或几乎不能注意到任何训练效果。

[0025] 在一个实施例中,疲劳水平阈值可以由用户设置和/或影响。优先地,对象自身或不同的用户,例如教练或医学顾问,可以设定,即任意地定义或影响,即增加或减少由疲劳水平阈值确定单元提供的疲劳水平阈值。在该实施例中,疲劳水平阈值基于用户的设置和/或影响。在一个实施例中,锻炼状态提供单元适于基于至少两个参数来提供对象的锻炼状态,其中,至少两个参数对应于以下组中的至少两个不同的组:i)速度、心率和心率变化性,ii)跑步动力学,iii)脚部落地,iv)姿势,以及v)肌电图(EMG)相关参数。

[0026] 由于至少两个参数对应于至少两个不同的组,因此可以提高所提供的锻炼状态的准确性。此外,由于疲劳水平确定单元基于对象的更准确的锻炼状态来确定疲劳水平,因此疲劳水平确定单元变得更准确。在进一步优选的实施例中,对象的锻炼状态包括对应于上述组中的两个以上组的参数。

[0027] EMG测量由骨骼肌产生的电活动。由骨骼肌产生的电活动与例如肌肉张力有关,因此也提供了可用于与对象的锻炼状态相关的参数。在以下描述中,描述了基于对象的跑步活动的参数。然而,应注意的是,当然除了跑步之外的其他活动也可以预见用于根据本发明的系统。

[0028] 例如,速度参数可以通过诸如GPS系统的定位传感器来确定。然而,在其他实施例中,还可以根据动态参数来推断速度参数,例如由加速度计和/或陀螺仪收集的数据。

[0029] 例如,已知根据对象的电学或光学心率测量结果来确定心率。心率变化性(HRV)根据每个心跳与下一个心跳之间的所谓的搏动间间隔来导出。为了确定HRV,优先采用使用心脏的电信号的胸带式传感器。已经在本领域中讨论的算法仅利用对象的速度、锻炼的持续时间、心率和心率变化性。例如,这种算法的示例在Firstbeat Technologies Ltd.的题为“EPOC based training effect assessment”(出版日期:2005年5月,并且可通过[https://www.firstbeat.com/app/uploads/2015/10/white\\_paper\\_training\\_effect.pdf](https://www.firstbeat.com/app/uploads/2015/10/white_paper_training_effect.pdf)获得)以及“Indirect EPOC prediction method based on heart rate measurement”(出版日期:2005年5月,并且可通过[https://www.firstbeat.com/app/uploads/2015/10/white\\_paper\\_epoc.pdf](https://www.firstbeat.com/app/uploads/2015/10/white_paper_epoc.pdf)获得)的出版物中提供。

[0030] 依赖于速度、持续时间、心率和HRV来提供锻炼状态仅在某些情况下显示是困难的。HRV并不总是可获得的,例如在运动期间,特别是当使用光学心率传感器时,心率和HRV并不总是可靠地可获得的。此外,心率和HRV可能由于与对象的疲劳水平无关的其他因素而改变。例如,如果发生意料不到的或令人惊讶的事件,例如对象被狗或野生动物吓到,则心率将上升并且HRV将下降,而对象没有更疲劳或疲倦。因此,锻炼状态提供单元有利地提供对应于至少两个组的至少两个参数,使得疲劳水平确定可以变得更可靠。

[0031] 在该实施例中,即使提供锻炼状态的参数之一的一个基础传感器将失效,该确定也将是成功的。

[0032] 优先地,一个或多个加速度计可以提供关于跑步动力学和/或姿势的信息。然而,也可以使用不同的传感器(例如,一个或多个陀螺仪)来获得对应于上述组的参数。

[0033] 在一个实施例中,提供对象的鞋中的加速度计和压力传感器以将跑步动力学参数(特别是对对象的节奏)以及脚部落地参数(特别是落地发生的脚上的位置)提供给锻炼状态确定单元。跑步动力学和脚部落地不仅取决于步速,即对象的速度,而且还取决于对象多么疲倦,即对象的疲劳水平。特别地,具有较高疲劳水平的对象通常与处于低疲劳水平的相同对象相比将更多地以他的脚后跟落地。在一个实施例中,对应于跑步动力学组的参数包括地面接触时间、垂直振荡、节奏、步幅长度、步幅间隔、步幅间隔变化性、左右平衡、用于制动的度量、步长、步长间隔和步长间隔变化性。

[0034] 在该实施例中,地面接触时间被理解为在每步期间对象的脚部停留在地面上的时间量的度量。垂直振荡是一种度量,例如借助于加速度计,其指示对象在垂直方向上的运动。优先地,节奏识别每分钟的步数,即每分钟对象的脚部接触地面的频率。步长是从一只脚的初始接触到另一只脚的下一次初始接触的距离,其中,步幅长度是从一只脚的初始接触到同一只脚的下一次初始接触的距离。步幅/步长间隔是指两个连续步幅/步长之间的时间距离,步幅间隔变化性和步长间隔变化性分别是指步幅间隔和步长间隔的变化性。在该实施例中,制动涉及水平速度的变化,例如根据水平加速度计导出,并且指示对象在每步上经历的速度的降低。左右平衡可以是指与对象的对称移动的任何偏差,例如步长、地面接触时间或制动的差异;可能的量化是右脚的步长减去左脚的步长、两者的比率、等等。

[0035] 在一个实施例中,对应于姿势的组的参数包括上身的角度、骨盆旋转和头部取向。

[0036] 例如,上身的角度可以通过附接到对象的上身的传感器来确定。优先地,骨盆旋转指示对象的骨盆在三个轴上移动的量,三个轴为:倾斜轴,即向前/向后移动;下降轴,即上下移动;以及旋转轴,即左右移动。优先地,头部取向包括头部相对于颈部和/或身体弯曲或转动的角度。

[0037] 在一个实施例中,锻炼状态提供单元适于基于脚部落地参数和头部取向参数中的至少一个来提供对象的锻炼状态,其中,锻炼状态提供单元被配置为基于惯性信号来确定脚部落地参数和头部取向参数中的至少一个。

[0038] 惯性信号优先地涉及惯性信号源自的惯性传感器的运动的状态的变化。优先地,运动的状态包括速度、方向和/或角动量。惯性信号优先地包括加速度计信号和陀螺仪信号中的至少一个。

[0039] 优先地,可以利用加速度计来确定对象的脚部落地,因为以脚后跟落地可以比以脚前部落地产生更多的冲击和更多的制动。进一步优先地,诸如加速度计信号或陀螺仪信号的惯性信号源自对象的头部上的位置,例如来自安装在对象的耳内的传感器,使得可以准确地确定头部取向。

[0040] 在一个实施例中,锻炼状态提供单元包括锻炼状态测量单元。锻炼状态测量单元可以优选地包括用于测量对象的锻炼状态的一个或多个参数的一个或多个传感器。

[0041] 在一个实施例中,锻炼状态测量单元包括适于被安装在对象的耳内的耳内传感器。优选地,锻炼状态测量单元包括光学心率(OHR)传感器,其中,OHR传感器适于被安装在对象的耳内。进一步优选地,锻炼状态测量单元在该实施例中包括用于测量对象的运动的加速度计。额外的运动信号可以有利地被用于改善OHR信号和/或导出额外的参数,例如跑



步动力学参数或甚至对象的头部的取向中的至少一个。头部的取向,例如被表示为头部角度,可以给出疲劳的指示,因为一些跑步者在他们感到疲倦时向后弯曲他们的颈部,而其他人在他们感到疲倦时开始更多地向下看。

[0042] 在一个实施例中,锻炼状态测量单元包括OHR传感器,其被包括在腕戴式设备(例如手表)内。优选地,在该实施例中,锻炼状态测量单元包括用于被安装到对象的上腿部的贴片。优选地,贴片包括用于测量对象的跑步动力学的加速度计和用于测量腿部肌肉疲劳的EMG传感器。

[0043] 在一个实施例中,锻炼状态测量单元包括GPS传感器,例如被包括在运动手表或智能电话中的GPS传感器,其中,GPS传感器适于获得对象的速度。在其他实施例中,额外地或备选地,锻炼状态测量单元包括用于确定对象的速度计的加速度计。优选地,在锻炼状态测量单元包括GPS传感器的情况下,GPS传感器提供关于位置的额外信息,该额外信息可以被用于确定对象是在平坦表面上、上坡还是下坡跑步或移动,或者甚至额外的环境信息,例如天气信息,可以在该实施例中由锻炼状态提供单元确定。在一个实施例中,运动手表或智能电话上的额外传感器,例如用于测量风和海拔高度变化的气压传感器和用于测量温度的温度计,可以是锻炼状态测量单元的元件,并提供与对象的锻炼状态相关的数据。

[0044] 在一个实施例中,锻炼状态测量单元包括胸带,胸带包括用于导出跑步动力学、姿势和速度的加速度计,以及用于测量心率和心率变化性(HRV)的电极。在该实施例中,来自胸带的数字优选地可以通过有线或无线方式发送到其余单元,其余单元例如被实施在对象的运动手表、智能眼镜或智能电话中。

[0045] 在一个实施例中,锻炼状态测量单元包括夹子,该夹子包含用于确定跑步动力学和/或姿势的加速度计。优选地,夹子被布置为一直被附接到对象的身体上的相同位置,以便允许良好地获知跑步动力学和姿势。优选地,夹子适于被附接到对象的衣服,例如短裤。

[0046] 在一个实施例中,锻炼状态测量单元包括用于测量对象的脚部落地的一个或多个压力传感器。额外地或备选地,可以利用加速度计来确定对象的脚部落地,因为以脚后跟落地可以比以脚前部落地产生更大的冲击和更多的制动。

[0047] 在一个实施例中,疲劳水平确定单元适于基于对象的过去锻炼状态来提供对象的疲劳水平。

[0048] 例如,对象的过去锻炼状态可以被存储在系统本身上,或者在另一个实施例中,可以被存储在远程计算机上,远程计算机例如经由因特网连接到系统的服务器。优选地,疲劳水平确定单元适于经由合适的通信手段从服务器接收对象的过去锻炼状态。优先地,疲劳水平确定单元适于利用机器学习算法来处理对象的过去锻炼状态,使得疲劳水平确定单元从过去锻炼状态中学习以确定疲劳水平。除了源自对象的真实锻炼数据的过去锻炼状态之外,疲劳水平确定单元还可以适于使该确定基于对象的锻炼状态,对象的锻炼状态以手动形式(诸如由对象自身输入)被提供给系统。

[0049] 在一个实施例中,疲劳水平确定单元适于提供对象的参考锻炼状态并基于锻炼状态与参考锻炼状态的偏差来提供疲劳水平。

[0050] 由于疲劳水平确定单元提供对象的参考锻炼状态,其中,参考锻炼状态优先对应于处于完全恢复状态中的对象的锻炼状态,锻炼状态的偏差与对象的疲劳水平相关,因为如果对象将被解决,则锻炼状态将等于参考锻炼状态。在一个实施例中,参考锻炼状态是根

据对象的过去锻炼状态来导出的,例如优先地通过机器学习。在其他实施例中,参考锻炼状态可以由例如对象手动提供。

[0051] 在一个实施例中,对象的锻炼状态和参考锻炼状态各自包括至少两个参数的集合,其中,疲劳水平确定单元适于基于参考锻炼状态参数集和锻炼状态参数集之中的对应参数的每个集合之间的差异的加权和来提供疲劳水平。

[0052] 在该实施例中,所有参数优选地是数值或者可以用数值表示。有利地,由于差的加权和被用于基于对应参数中的每个来确定疲劳水平,因此可以考虑相应参数对对象的疲劳水平的相对影响。优选地,较高疲劳水平指示对象较疲劳或疲倦。因此,相应参数的影响越大,对应的加权因子将越高。

[0053] 在一些实施例中,在参考锻炼状态包括多个参数的情况下,锻炼状态缺少被包括在参考锻炼状态中的参数中的一个或多个参数。例如,用于测量关于对象的相应参数的传感器与对象没有良好接触,或者由于其他原因而未提供信息,例如用于速度确定的GPS传感器的GPS连接缺失。在这些实施例中,可以给予缺少锻炼状态的相应一个或多个参数零加权因子。在该示例中,总体疲劳水平将低于考虑所有参数时的总体疲劳水平,因为加权和由较少的项组成。在备选实施例中,其余参数的加权因子可以适于补偿缺少的参数,使得由疲劳水平确定单元基于具有缺失参数的锻炼状态提供的疲劳水平对应于由疲劳水平确定单元基于具有完整参数集的锻炼状态提供的疲劳水平。

[0054] 在一个实施例中,疲劳水平确定单元适于为对象提供多个参考锻炼状态。例如,对象的多个参考锻炼状态全部可以基于针对锻炼状态的特定参数(例如,对象的速度)的不同值。在该实施例中,可以针对不同的速度(例如每小时10千米、每小时11千米等等)提供针对对象的多个参考锻炼状态。然而,在其他示例中,不同的参数也可以用于不同的参考锻炼状态。优先地,为了适应中间参数,可以执行参考锻炼状态中的两个或更多个参考锻炼状态之间的插值。

[0055] 在一个实施例中,可以通过从过去锻炼状态的机器学习来学习加权因子。在另一个实施例中,加权因子可以由对象或另一用户手动设置。

[0056] 在一个实施例中,疲劳水平确定单元适于基于环境影响来确定疲劳水平,并且/或者,疲劳水平阈值确定单元适于基于环境影响来确定疲劳水平阈值。

[0057] 有利地,由于疲劳水平和/或疲劳水平阈值是基于环境影响来确定的,因此可以更准确地确定疲劳水平和/或疲劳水平阈值,因为在确定中不考虑不指示对象的疲劳水平的影响。环境影响包括风、倾斜度、海拔高度和温度,并且在一个实施例中,从环境测量单元(例如由对象佩戴的传感器)导出,或者在另一实施例中,额外地或备选地由环境参数提供单元提供,其中,当已知对象的位置时,环境参数提供单元从云中的数据提供环境影响数据。有利地利用环境因素与对象的锻炼状态之间的相关性,例如,在一个实施例中,其可以从其他对象的经验得知或者从文献中导出,或者在另一个实施例中,从对象对某些环境参数的反应中获知。在第一备选方案中,疲劳水平确定单元利用这些相关性来增大或减小疲劳水平,这取决于环境影响是有利的,例如,顺风或下坡跑步,还是不利的,例如顶风、柔软地面或向上跑。在备选方案中,疲劳水平阈值确定单元可以基于所识别的锻炼状态与环境影响之间的相关性来调整疲劳水平阈值,例如在对象执行上坡跑步的情况下增大疲劳水平阈值,等等。然而,这些对环境影响的调整当然不受限制,并且技术人员可以预见到基于环

境影响的其他调整。

[0058] 在一个实施例中,该系统还包括用于向用户通知对疲劳水平的评估的用户通知单元。

[0059] 优选地,用户通知单元适于向用户通知评估的结果。例如,用户通知单元可以向用户通知评估结果,以使用户评估对象的训练效果。应当注意,用户可以是对象,即考虑其锻炼状态的人,或者是不同的人,例如教练和/或医生。

[0060] 例如,在系统旨在用作过度锻炼指示器的情况下,用户通知单元可以适于在评估的疲劳水平超过疲劳水平阈值的情况下通知对象。在该实施例中,用户可以是在稍后阶段监测潜在锻炼数据的用户,或者可以是在使用系统时的对象本身,诸如在锻炼期间的对象。优先地,在确定的时间基本上是实时的情况下,即,在进行锻炼时对象随身携带用于辅助锻炼的系统,用户通知单元在达到疲劳水平阈值时通知用户,使得对象可以停止锻炼以实现最有益的锻炼效果,而不会遭受长期恢复或肌肉疼痛等问题。然而,在其他实施例中,用户通知单元还可以适于以不同的评估结果通知用户,例如,从疲劳水平到疲劳水平阈值的距离或者尚未达到疲劳水平阈值。

[0061] 在一个实施例中,用户通知单元包括显示器,其中,通知在视觉上完成。例如,显示器被提供有腕戴式手表设备,被集成到智能眼镜中或者用对象的便携式移动电话的显示器来实施。例如,通知可以包括视觉警告,例如特定颜色,或者可以根据评估结果不存在。在其他实施例中,还可以预见到除了视觉通知之外的其他通知,例如声学、振动等。

[0062] 在一个实施例中,该系统包括用于向用户通知对疲劳水平的评估的用户通知单元,其中,用户通知单元包括适于被安装在对象的耳内的声学通知单元。

[0063] 在该实施例中,有利地可以实施声学通知和传感器的组合,例如用于确定对象的锻炼状态的参数。在一个实施例中,声学通知单元适于通过声音通知用户,其中,信息在不同的位置处被提供给用户,例如以视觉方式在屏幕上,例如在对象的手表或电话显示器上,或者,在稍后分析的情况下,在用户正在观看的屏幕上。然而,在其他实施例中,声学通知单元本身可以适于通过语音提供通知,例如使用语音合成器。

[0064] 在另一方面中,提供了一种用于辅助对象的锻炼的方法。该方法包括:a)由锻炼状态提供单元提供针对锻炼过程或在锻炼过程期间的对象的锻炼状态,b)由疲劳水平确定单元基于对象的锻炼状态来确定对象的疲劳水平,c)由疲劳水平阈值确定单元确定针对锻炼过程的针对对象的疲劳水平阈值,并且d)由评估单元相较于疲劳水平阈值来评估疲劳水平。

[0065] 在另一方面中,提供了一种用于辅助对象的锻炼的计算机程序。所述计算机程序包括程序代码单元,当所述计算机程序在根据权利要求1所述的系统上运行时,所述程序代码单元用于使所述系统执行根据权利要求14所述的方法。

[0066] 应当理解,权利要求1的系统、权利要求14的方法和权利要求15的计算机程序具有类似和/或相同的优选实施例,特别是如从属权利要求中所限定的。

[0067] 应当理解,本发明的优选实施例也可以是从属权利要求或上述实施例与相应独立权利要求的任何组合。

[0068] 参考下文描述的实施例,本发明的这些和其他方面将变得显而易见并得以阐明。

## 附图说明

[0069] 在以下图中：

[0070] 图1示意性且示例性地示出了用于辅助对象的锻炼的系统的实施例，

[0071] 图2示意性且示例性地示出了随时间记录的锻炼状态的分析，并且

[0072] 图3示出了示例性地示出对于图1中示出的用于辅助对象的锻炼的系统用于辅助对象的锻炼的方法的实施例的流程图。

## 具体实施方式

[0073] 图1示意性且示例性地示出了用于辅助对象7的锻炼的系统1。系统1包括：锻炼状态提供单元10，其用于提供在确定的时间处对象7的锻炼状态；疲劳水平确定单元20，其用于基于对象7的锻炼状态来确定对象的疲劳水平；疲劳水平阈值确定单元30，其用于确定在确定的时间处针对对象的疲劳水平阈值；评估单元40，其用于相较于疲劳水平阈值来评估疲劳水平；以及用户通知单元50，其用于向用户通知对疲劳水平的评估。确定的时间在本专利申请的上下文中对应于锻炼过程，其是对象在过去锻炼的、当前基本上实时锻炼的或计划在未来锻炼的锻炼过程。

[0074] 在该示例中，系统1被包括在一个设备内，该设备优选地被附接到例如对象7的手腕。在该示例中，由于系统1可以被附接到对象7的手腕，因此由用户通知单元50通知的用户是对象7自身。

[0075] 在该示例中，锻炼状态提供单元10适于在对象7正在锻炼时基本上实时地提供对象的锻炼状态。为此目的，锻炼状态提供单元10是锻炼状态测量单元，其适于测量对象7的至少一个锻炼状态相关参数。例如，在该示例中，锻炼状态提供单元10包括光学心率 (OHR) 传感器，其要被集成在用于播放音乐的耳塞等中。OHR可以基于光学测量结果来确定对象的心率。

[0076] 在该示例中，锻炼状态提供单元10还包括至少一个加速度计，该加速度计能附接到对象7的手腕、耳塞、胸带或鞋中的至少一个。由于加速度计被提供并且在该示例中紧挨着OHR传感器附接，所以可以从信号中滤除锻炼引起的噪声，以便获得对象7的正确心率。这进一步适用于将光学心率传感器附接到手腕而不是在该示例中描述的耳塞的备选示例。同时，加速度计适于给出对象7的额外运动特征，例如，对象7的步频，在跑步的背景下被称为节奏。通常，加速度计可以提供关于姿势的信息，该信息从加速度计在其被定位的位置处的取向导出，活动的类型，例如，区分跑步和骑脚踏车等，并且在跑步的示例中，跑步动力学，例如地面接触时间、垂直振荡、节奏、步幅长度和左右平衡。根据优选的参数，加速度计的位置可以被选择为一个或另一个。更进一步地，加速度计可以被用于获得关于制动参数的信息，即导致对象7对于每步经历的速度的降低的水平速度的变化，以及骨盆旋转参数。

[0077] 在其他示例中，锻炼状态提供单元10可以提供额外的或备选的传感器，其包括陀螺仪、磁力计和气压计。该列表当然不限于上面给出的示例，并且在其他示例中可以提供备选的或额外的传感器。例如，压力传感器可以被提供在对象7的鞋中，以确定对于每步落地发生在脚部上的何处。此外，在其他示例中，可以提供EMG传感器，其测量由骨骼肌产生的电活动。由骨骼肌产生的电活动与肌肉紧张和肌肉疲劳有关，因此也提供了用于确定对象7的锻炼状态的参数。

[0078] 疲劳水平确定单元20基于锻炼状态来确定疲劳水平。特别地,在该示例中,疲劳水平确定单元20基于定义由锻炼状态提供单元10提供的锻炼状态的所有参数来确定疲劳水平。被包括在锻炼状态中的不同参数的不同趋势可以指示更高或更低的疲劳水平。众所周知,跑步动力学参数取决于对象7的步速;当跑步者试图跑得更快时,他的节奏和步幅长度将增加,并且地面接触时间和垂直振荡将减小。此外,例如,脚部落地可以更趋向于脚前部。然而,与处于完全恢复状态中的相同对象7相比,在较高疲劳水平的情况下,相同对象7将具有较慢的节奏、较小的步幅长度、较大的地面接触时间,并且将更多地脚后跟上落地。通过并入被包括在锻炼状态中的多个参数,疲劳水平确定单元20比仅考虑其自身所采用的心率和/或步速更准确地确定疲劳水平。

[0079] 在另外的示例中,还可以考虑其他情况,例如环境情况,诸如倾斜度、风、温度等。此外,对象7本身也可以影响锻炼状态参数中的一些,例如通过主动说话等来增加心率。有利地,可以考虑所有这些情况,并且可以评估它们对跑步参数、脚部落地、身体姿势的影响以及它们与心率和步速的关系,以用于更准确地确定疲劳水平。

[0080] 由于疲劳水平确定单元20基于由锻炼状态提供单元10提供的锻炼状态的多个参数来确定疲劳水平,因此与现有技术中已知的疲劳水平确定单元相比,即使HRV不可获得,例如,如果对象7没有佩戴胸带,或者如果心率(变化性)或速度测量关闭,例如,由于与皮肤的不良接触或不良的速度测量连接,例如GPS连接不良,也可以可靠地确定疲劳水平。

[0081] 疲劳水平阈值确定单元30确定针对在确定的时间处设定的锻炼过程(例如,在图1的示例中,基本上针对当前时刻)的针对对象7的疲劳水平阈值。由疲劳水平阈值确定单元30对疲劳水平阈值的确定将在下面进一步详细描述。

[0082] 对象7的疲劳水平阈值和疲劳水平被提供给评估单元40,该评估单元相较于疲劳水平阈值来评估疲劳水平。在该示例中,疲劳水平和疲劳水平阈值两者都被提供为可以容易地与彼此进行比较的数值。然而,在其他示例中,疲劳水平阈值和疲劳水平也可以是不同的度量,使得评估可以更复杂。

[0083] 在评估单元40评估例如临界情况(诸如疲劳水平超过疲劳水平阈值)并因此指示对象7的过度锻炼的情况下,评估的结果被提供给用户通知单元50并且可以向用户通知对疲劳水平的评估。在该示例中,可以向对象7提供警告,例如,以停止锻炼。在一个示例中,该警告可以通过声音来执行,例如口头语言、嘟嘟声等,或者以视觉方式来执行。在该示例中,可以使用耳塞或在腕戴式设备处可见的或集成在对象的眼镜中的视觉指示来警告对象7。在该示例中,当评估结果指示对象7的非显著疲劳水平时,可以不存在由用户通知单元50提供的通知。此外,不仅可以由用户通知单元50通知临界疲劳水平,例如,在疲劳水平接近疲劳水平阈值的情况下,用户通知单元50可以向对象7通知不同的通知,例如不同的声学或视觉通知。在疲劳水平接近疲劳水平阈值的情况下,即在该示例中对象7应当停止他或她的锻炼的状态,可以在例如腕戴式设备上提供具有不同颜色的标志。然而,如前所述,也预见到基于评估结果的其他形式的通知。

[0084] 以下特定示例描述了用于利用过度锻炼指示器的特定示例更详细地辅助对象7的锻炼的系统1。更具体地,尽管以下示例性描述特别涉及跑步,但是在其他示例中,它还可以用于其他运动或其他应用,例如不包括运动的医学恢复应用。

[0085] 在该示例中,锻炼状态提供单元10可以例如从包含OHR传感器的运动手表以及加

速度计和/或GPS传感器收集针对对象7的心率、速度和持续时间的数据。加速度计和/或GPS可以从连接到胸带(用于心率和可选的HRV)的运动手表获得,或者从连接到使用GPS的电话的心率传感器获得。因此,在这些示例中,系统1并且特别是锻炼状态提供单元10可以被包括在锻炼手表或电话中和/或由单独的单元实施或被实施为计算机代码单元。以下描述不依赖于HRV。在使用OHR传感器代替胸带时尤其可以是如此。然而,以下示例同样可以利用HRV的额外信息来实施。

[0086] 根据心率和速度数据,获知针对处于完全恢复状态中的对象的心率与速度之间的相关性,完全恢复状态例如不是靠近对象7可能已经疲倦的训练或比赛事件结束的健壮状况。疲劳水平确定单元20采用这些获知的状况,用于基于获知的相关性来确定疲劳水平。例如,针对特定对象7获知的相关性可以是,在正常环境情况下,每心跳覆盖的距离总是接近1.9米,其中,例如,这对于在800米与10千米之间的间隔同样成立。换句话说,对象7可以相当容易地,即以每分钟140次心跳的心率,在3分46秒内跑步1公里。相同的对象7将以每分钟190次心跳的心率在比赛中跑1公里并且仅需要2分46秒。优选地,疲劳水平确定单元20适于随时间改变获知的相关性,即在周的时间尺度上,例如,当对象7体形变化或体重增加时。与获知的相关性的相当大的偏差是较高疲劳水平的一个指示,即达到过度锻炼状态的指示。对于上面的示例,如果相同的对象7以每分钟180次心跳跑1公里间隔并且花费3分15秒而不是预测的2分55秒,则对象7可能处于高疲劳水平。然而,仅基于心率与速度之间的相关性的疲劳水平确定并不总是非常准确的,因为外部因素也可以影响心率。例如,如果对象7热情地与跑步同伴交谈、被狗吓到等,则他的心率增加,而对象7的疲劳水平仍然可能非常低,使得疲劳水平确定单元20不应当确定高疲劳水平。出于这个原因,疲劳水平确定单元20仅将该相关性考虑为某个加权因子,例如,作为确定过度锻炼的算法的一部分。优选地,在心率传感器由于不良皮肤接触或低血液灌注而未给出数据或给出无效数据的情况下,由疲劳水平确定单元20针对在过度锻炼指示器系统中使用的心率与速度关系相关性所使用的加权因子应当减少到零。

[0087] 在该示例中,可以通过耳塞或麦克风中的加速度计来确定对象7的谈话,并且对应的参数可以被提供作为通过锻炼状态提供单元10的对象的锻炼状态的一部分。然而,说话和狗吓到仅仅是可能具有许多原因的心率升高的示例,并且根据本发明的用于辅助对象7的锻炼的系统1的实现旨在应对任何原因。出于这个原因,锻炼状态提供单元10包括用于提供对象的锻炼状态的额外参数,例如,骨骼肌输出,诸如跑步动力学、姿势、脚部落地和电肌肉信号中的一个或多个。

[0088] 如以上已经详细描述,跑步动力学、姿势、脚部落地和电肌肉信号可以由锻炼状态提供单元10使用或包括上述传感器中的任何传感器来确定。然而,还可以使用诸如相机的额外传感器来分析跑步动力学、姿势和脚部落地。例如,在一个示例中,可以在400米的跑道周围放置若干相机。

[0089] 经历疲劳水平升高的大多数对象7将表现出节奏下降、步长减少、地面接触时间增加、髌部下垂、上身向前的倾斜增加、左右之间的差异更明显以及较低中值频率和较高幅度的EMG信号,并且脚部落地更趋向于脚后跟,同时特定心率保持不变。在该示例中,这些特性或相关性中的一个、多个或全部被整合在通过疲劳水平确定单元20对疲劳水平的确定中。疲劳水平确定单元20优选地适于,除了使用骨骼肌输出与疲劳水平之间的一般关系之

外,还获知对象特定的关系。例如,如果对象7针对大量的训练或锻炼在接近结束时获得与他的速度相比相对较高的心率,同时经历上身倾斜从0度(即完全垂直)到10度(即,向前弯曲)的变化,则在10度左右的身体倾斜度可以被用作重要方面,即在疲劳水平确定中可以被赋予高加权因子。除了该自动获知之外或作为其备选,疲劳水平确定单元20还可以适于在针对获知过程的每次训练之后获得经历的疲劳的指示,其可以由对象输入。

[0090] 对于不同的对象7,当他们感到疲倦时,节奏可能变得更加不规律。此外,这种相关性可以通过疲劳水平确定单元20来获知。因此,在疲劳水平确定单元20已经确定了这种个体相关性(即,对于特定对象7)的情况下,当他/她感到疲倦时,节奏变得更加不规律,这可以成为疲劳水平确定的输入参数之一。

[0091] 在一个示例中,诸如风、倾斜度、海拔高度和温度的环境因素也由疲劳水平确定单元20考虑。风、倾斜度、海拔高度和温度可以从对象7佩戴的额外传感器导出,或者可以从锻炼状态提供单元10或疲劳水平确定单元20或系统1的专用单元接收的数据中导出,例如,从诸如云的远程服务器,其经由有线或无线连接(例如WiFi或移动数据连接)被发送到系统1。优选地,当对象7的位置已知时,云中的数据指示天气和地理。

[0092] 可以考虑环境状况与对象7的锻炼状态的其他参数(例如跑步速度降低/增加)之间的一般关系,即许多对象上的平均值,其例如从系统1的其他用户导出或从文献导出,而与这些已知关系的偏差,例如来自背部的风而没有增加每次心跳所覆盖的距离,可以指示对象7的疲劳水平增加,因此给出过度锻炼的状态的指示。备选地或额外地,疲劳水平确定单元20可以获知在对象健壮时与对象疲劳时对象7对某些环境状况的响应。

[0093] 如上所述,比如风和倾斜等环境因素不仅影响速度与心率之间的因果关系,而且,例如,对于许多对象而言,与在平坦表面上跑步相比,上坡跑步可以将脚部落地改变为更趋向于脚前部,减少步幅长度,增加他们的地面接触时间,并且上身更向前弯曲。疲劳水平确定单元20适于将这些变化与由于增加的疲劳水平引起的类似变化区分开。因此,疲劳水平确定单元20适于检测对象7何时在上坡跑步,例如通过使用可以测量海拔高度上升的气压传感器,或者通过使用来自GPS或移动电话网络的位置信息并将其与该地区的地理信息组合。例如,对于上坡跑步以及同样对于下坡跑步,疲劳水平确定单元20可以获知对象7的常见跑步动力学、脚部落地、姿势和心率与速度的相关性。与这种常见的且获知的行为的偏差优选地被用作过度锻炼状态的指示,即导致对象7的更高的确定的疲劳水平。在一个示例中,可以通过疲劳水平确定单元20甚至根据倾斜率来确定对象特定的上坡跑步相关性。

[0094] 在对象7仅偶尔上坡跑步或出于其他原因,例如对象7最近开始使用根据本发明的系统1的情况下,可能发生缺少与对象7在上坡跑步时比较的学习的数据,其中,对象7可以与类似对象的上坡跑步数据相比,即在平坦表面上具有与当前使用系统1的对象7类似的跑步行为的对象,甚至更优选地,这些类似对象也具有相当的体重。同样地,这也适用于不同的环境参数,例如下坡跑步或在强劲的顶风或顺风的情况下跑步。此外,对象7正在跑步的道路的表面也可能对对象的疲劳水平产生影响,因为例如在沙地或非常柔软的地面上跑步可能会产生与常见跑步动力学的偏差,即使对象7还没有感到疲倦。指示特定道路或轨道的表面状况的数据可以例如与从云接收的地图数据等相关联。同样在这方面,可以从云中获取类似对象的数据,或者数据可以包括来自文献的已知关系,其被编程到疲劳水平确定单元20中。



[0095] 已经描述了影响疲劳水平确定单元20的疲劳水平确定的许多因素,现在将更详细地描述如何评估该确定的疲劳水平以辅助对象7进行锻炼。在这方面,首先更详细地描述由疲劳水平阈值确定单元30对疲劳水平阈值的确定。一般来说,针对对象7的疲劳水平阈值背后的思想是,在一些情况下,具有需要长时间的恢复期的艰苦锻炼并不总是有益的,而是相反训练中达到的疲劳水平应当根据不同训练而变化。由疲劳水平阈值确定单元30确定的针对对象的疲劳水平阈值可以基于来自互联网的输入或从互联网上传以用于每次训练。例如,对于每次训练,可以提供最大或最小允许疲劳水平。例如,存在用于引导休闲跑步者进行他们的第一次马拉松比赛的一般训练计划。这些给出每周或每天应当跑步的距离。可以想象,未来这样的时间表也可以包含疲劳阈值。

[0096] 如上面简要说明的,用户通知单元50可以适于通知用户或对象7,如在该示例中,在对象超过最大允许疲劳水平(即最大疲劳水平阈值)的情况下。该评估由评估单元40执行。应当说明的是,备选地或额外地,疲劳水平阈值确定单元30还可以提供最小疲劳水平阈值,其中,在对象7远离最大允许疲劳水平或仍低于最小允许疲劳水平的情况下,对象7或任何用户得到用户通知单元50通知。在该示例中,用户通知单元50可以例如鼓励对象7走得更快。特别地,疲劳水平阈值确定单元30可以针对不同的确定的时间(即,对象7的不同锻炼或训练过程)确定不同的疲劳水平阈值。

[0097] 除了用户定义或基于用户输入之外,由疲劳水平阈值确定单元30确定的疲劳水平阈值可以例如取决于过去几天的训练负荷,即将到来的几天的安排的训练负荷,即将到来的比赛,周期化和/或如疾病的个人情况。换句话说,由疲劳水平阈值确定单元30确定的疲劳水平阈值取决于在上几个小时或几天期间针对对象7发生的设定目标和/或锻炼。如上所述,目标的示例是比赛、正常训练、轻松训练等。对象7在他/她在之前或之后的日子里或甚至同一天进行或计划了强化训练或比赛的情况下将选择轻松训练。在该示例中,疲劳水平阈值将相对低,并且评估单元40将例如相对早地指示对象接近过度锻炼的状态。对比之下,对象7还可以选择比赛,其中,疲劳水平阈值确定单元30将确定非常高的疲劳水平阈值,使得用户通知单元50不发出任何警告等,直到对象7接近危害他/她的健康的疲劳水平。

[0098] 除了用户指示针对即将进行的训练的最大允许疲劳水平阈值之外或作为其备选,疲劳水平阈值确定单元30可以基于例如在前几天期间的运动或根据其存储的数据和/或根据经由云接收的数据等预期即将到来的几天即将进行的运动来自动地确定疲劳水平阈值。例如,在疲劳水平阈值确定单元30确定前一天的非常强化训练的情况下,疲劳水平阈值将被设置为相对较低的值,使得评估单元40将在相对较低的疲劳水平的情况下评估对象7已经处于过度锻炼状态中。更进一步地,疲劳水平阈值可以基于通过对象的手动输入给出的完整计划的周期性来确定。例如,该输入可以被输入到远程计算机上,并且系统1可以从云或任何其他传输单元获取该输入。利用该输入,在对象7处于高训练负荷时间块的情况下,疲劳水平阈值将被疲劳水平阈值确定单元30确定为高于在轻训练负荷时间块期间的疲劳水平阈值。

[0099] 接下来,将更详细地描述由疲劳水平确定单元20对疲劳水平的确定的示例。在该示例中,疲劳水平确定单元20实施基于由锻炼状态提供单元10提供的对象的锻炼状态的上述参数中的两个或更多个参数来计算疲劳水平的公式。通过评估单元40将公式的输出与疲劳水平阈值进行比较,并且根据评估结果,用户通知单元50通知用户或者不通知用户。在下



面的示例中,对应于允许的高疲劳水平的疲劳水平阈值可以等于数值50,而当仅仅非常低的疲劳水平将被允许时,阈值可以等于数值10。然而,在其他实施方式或示例中,这些数值当然可以是不同的。此外,在其他示例中,还可以实施除数值之外的不同分类方案。

[0100] 在该示例中,当对象7休息(即尚未感到疲倦)时,该公式考虑针对特定对象7的若干参数的学习的值,其中,下标“r”将用于所寻址的这些学习的参数值。被包括在对象的锻炼状态中的不同参数的数量将被称为N。在下面的针对休息(即尚未感到疲倦)的对象7的学习的数据的表中,提供了九个参数,即速度(sp)、心率(HR)、节奏(ca)、左右平衡(lrb)、脚部落地(fl)、上身角度(uba)、骨盆旋转(pr)、EMG频率(Ef)和EMG幅度(Ea),使得N=9。

[0101]

| 速度<br>(km/h) | 心率<br>(bpm) | 节奏<br>(bmp) | 左右平<br>衡 | 脚部落地 | 上身<br>角度<br>(°) | 骨盆旋<br>转 (°) | EMG 频<br>率 (Hz) | EMG 幅<br>度 (V) |
|--------------|-------------|-------------|----------|------|-----------------|--------------|-----------------|----------------|
| 10           | 115         | 160         | 1.0      | 脚后跟  | 5               | 20           | 160             | 1.1            |
| 11           | 118         | 165         | 1.0      | 脚后跟  | 5               | 20           | 160             | 1.3            |
| 12           | 120         | 170         | 1.0      | 脚后跟  | 5               | 18           | 160             | 1.5            |
| 13           | 130         | 175         | 1.0      | 脚后跟  | 5               | 16           | 160             | 1.7            |
| 14           | 140         | 180         | 1.0      | 脚中部  | 5               | 16           | 160             | 1.9            |
| 15           | 150         | 180         | 0.9      | 脚中部  | 5               | 16           | 160             | 2.2            |
| 16           | 160         | 182         | 0.9      | 脚中部  | 5               | 16           | 160             | 2.4            |
| 17           | 170         | 184         | 0.9      | 脚中部  | 5               | 18           | 160             | 2.6            |
| 18           | 180         | 185         | 0.9      | 脚前部  | 5               | 18           | 160             | 2.9            |
| 19           | 196         | 186         | 0.8      | 脚前部  | 5               | 20           | 160             | 3.1            |

[0102] 在该示例中,左右平衡是左脚的地面接触时间与右脚的地面接触时间之间的比率。在其他实施例中,左右平衡还可以例如指的是右脚与左脚之间的步长差异或者与左和右的平衡或不平衡相关的不同参数。上身角度是相对于垂直方向的角度,并且骨盆旋转是围绕垂直轴线的角度。在该示例中,EMG频率是中值频率。

[0103] 针对通过疲劳水平确定单元20确定疲劳水平的算法所使用的测量参数被称为“P”,并且 $P_i$  (其中, $i=1 \dots N$ ) 被用于分别指代每个参数。在该示例中, $P_1=sp, P_2=HR, P_3=ca, P_4=lrb, P_5=fl, P_6=uba, P_7=pr, P_8=Ef$ , 且 $P_9=Ea$ 。现在定义函数f, 其将疲劳水平给出为:

$$[0104] \quad f = \sum_{i=2}^N \left( \pm 1 \cdot w_i \left( P_{i\_Pl=c} - P_{i\_r\_Pl=c} \right) \right)$$

[0105] 其是正负1乘以参数相关加权因子 $w_i$ 乘以针对 $P_i$ 的某个值c的 $P_i$ 与其休息值之差的求和( $i=2 \dots N$ )。在优选实施例中, $P_1$ 是速度。然后, $P_{i\_Pl=c}$  ( $i=2 \dots N$ ) 是在该时刻对象正在

跑步的速度下的测量参数的值,并且 $P_{i\_r\_Pl=c}$ 是针对他将休息的情况的这些值。当 $P_i$ 比 $P_{i\_r}$ 的值较高暗示较高的疲劳水平(例如示例是心率和EMG幅度)时使用+1(在求和符号后面),而当 $P_i$ 比 $P_{i\_r}$ 的值较低暗示较高的疲劳水平(例如节奏和EMG中值频率)时使用-1。当然,没有值的参数应当被映射到一个值。例如,脚后跟落地可以得到值2,脚中部落地可以得到值1,而脚前部落地可以得到值0。作为示例我们使用示例,在某个时刻对象以15km/h的速度跑步,心率为170bpm,节奏为175bpm,左右平衡为0.8,脚后跟落地,上身角度为 $10^\circ$ ,骨盆旋转 $20^\circ$ ,EMG中值频率为140Hz,EMG幅度为3.1V,而他在15km/h时的正常(休息)值分别为150bpm,180bpm,0.9,脚中部, $5^\circ$ , $16^\circ$ ,160Hz和2.2V。此外,假设由系统使用的加权因子分别为 $1.0\text{bpm}^{-1}$ , $2.0\text{bpm}^{-1}$ ,15.0,10.0, $1.0/^\circ$ , $1.5/^\circ$ , $0.7\text{Hz}^{-1}$ 和 $5.0\text{V}^{-1}$ 。然后,这将给出f的值:

$$[0106] \quad f = 1.0 \cdot (170-150) - 2.0 \cdot (175-180) - 15.0 \cdot (0.8-0.9) + 10.0 \cdot (2-1) + 1.0 \cdot (10-5) + 1.5 \cdot (20-16) - 0.7 \cdot (140-160) + 5.0 \cdot (3.1-2.2) = 71.$$

[0107] 由于这高于上述作为针对“允许的高疲劳水平”的阈值的阈值50,所以然后用户通知单元50可以通知对象他应当停止,即使在锻炼期间将允许高疲劳水平。例如,当f超过50时,他会收到警告。如果将阈值设置为10(允许的非常低的疲劳水平),则与正常(休息)值相比,对于参数2至9中的非常小的变化将出现警告。在这种情况下,如果只有心率比正常情况增加10bpm,即使所有其他参数仍然正常(即与休息情况相同),也会出现警告。

[0108] 加权因子 $w_i$ 可以是系统的常数,或者它们可以是个性化的,例如,取决于对象在跑步时的经验和/或甚至在时间上缓慢发展(即,在数周或数月的时间段内缓慢变化,例如因为跑步者变得习惯于跑步)。这样做的原因是,当一个人之前从未跑过步并且他开始跑步时,他的上身角度(以及类似可能的其他参数)在训练期间可能会有很大变化,而这可能只是因为他试图找出最好的跑步方式,而不是与感到疲倦有关。因此,在这种情况下,上身角度的加权因子应当低。接下来,加权因子将取决于运动的类型;对于骑自行车而言,加权因子将与跑步不同。此外,其他参数可以用于不同的运动和/或用于不同的应用,例如医学应用。

[0109] 这种方法还给出即使数据缺失(例如由于传感器与皮肤接触不良或数据到系统的流传输受到阻碍)也仍然具有起作用的过度锻炼指示器的可能性,如将在接下来的两个部分中解释的。假设缺少参数 $P_2$ 。因此,在上面的示例中,心率将会缺失。例如,这是可能由于当使用光学心率传感器时胸带的皮肤接触不良或由于皮肤的血液灌注不良而发生的事情。由于缺少这些数据,将缺少与公式f中的该参数对应的项。系统可以仅仅将此项设置为零。由于现在公式由较少(非零)项构成,因此阈值也应当减小。例如,虽然最初“允许的高疲劳水平”对应于阈值50,但是当心率数据缺失时,这可以被调整为40。

[0110] 在这种情况下,疲劳水平阈值确定单元30适于基于减少的参数量来减小疲劳水平阈值。在另一示例中,疲劳水平阈值确定单元30可以维持之前的疲劳水平阈值,并且疲劳水平确定单元20可以相应地调整或缩放疲劳水平,换句话说,由疲劳水平确定单元20确定的疲劳水平40可以被缩放以对应50的值,这将在所有参数将已经被考虑的情况下的疲劳水平。

[0111] 假设现在缺少参数 $P_1$ 。在前面的示例中,基于针对速度15km/h的查找参数,将测量的参数与休息状态下的那些参数进行比较。在速度信息缺失的情况下,例如由于GPS信号缺失,另一个参数应当接管速度信息的角色,基于该角色来查找其余参数。

[0112] 针对 $P_1$ 的最佳选择是(针对特定对象)随速度变化但几乎不受疲劳影响的参数(至少对于该特定对象而言)。例如,上面指示的表显示速度越高,EMG幅度( $E_a$ )变得越高,并且在19km/h的速度下, $E_a$ 几乎是10km/h时 $E_a$ 的三倍。现在假设相对于此,对于该特定对象,由于疲劳导致的 $E_a$ 的变化很小。例如,在15km/h的速度下,当人非常疲倦时, $E_a$ 为2.4V,而对于休息状态, $E_a$ 为2.2V,同样,在其他速度下, $E_a$ 在人疲倦与休息状态时相比的差异也相对较小。这将是承担 $P_1$ 的角色的合适参数。然后 $f$ 中该参数的项消失,因此阈值水平也应当降低,如前一段所述的。

[0113] 可以在有良好速度测量结果的时间期间学习无论什么样的起 $P_1$ 作用的最佳参数。在这些时段期间,填充如上面提供的表,并且还学习疲劳对参数的影响。在其他示例中,该表当然可以包括额外的和/或备选的参数。当速度变得不可用时,代替用 $i=2 \dots N$ 的其他参数 $P_i$ 之一来替代 $P_1$ (速度)的角色,也可以用另一个参数 $P_0$ 替代 $P_1$ 的角色。例如,腕部的加速度的大小(在一秒或几秒内积分)可以用作针对速度的替代。此外,如果此其他参数在很大程度上取决于速度但几乎不随着疲劳水平的增加而变化,则此方法尤其有效。在这种情况下,可以保留原始公式和阈值水平(现在只有 $P_1=c$ 被 $P_0=c_2$ 替换,其中 $c_2$ 是 $P_0$ 的值,其对应于在对象跑步期间 $P_0$ 的当前值。系统可以已经直接学习了 $P_0$ 与 $P_i$ 之间的相关性,其中, $i=2 \dots N$ ,或者它可以使用 $P_0$ 与 $P_1$ 之间的关系以及 $P_1$ 与 $P_i$ 之间的关系( $i=2 \dots N$ )。注意,很多运动手表包含加速度计,因此手腕的加速度的大小(在一秒或几秒内积分)可能是针对 $P_0$ 的良好选择,因为它可以容易被测得,并且对于大多数对象,它与速度有明显的相关性。

[0114] 如上所述,代替或除了确定最大允许疲劳水平阈值之外,可以设定最小要求的疲劳水平阈值。对象或其他用户(例如他的教练)可以在系统中插入对象应当进行艰苦训练。这将对应用于 $f$ 值高于他或他的教练在系统中插入时仅需要少量疲劳时的值,例如,第一种情况可以对应 $f$ 的阈值为25,后者则为5。系统可以不断显示已达到或尚未达到最低要求的疲劳水平,或者其可以在还没有达到疲劳水平的情况下在一定时间之后发出警告,以鼓励对象更加努力训练。特别是当系统知道训练将持续多长时间(例如1小时的目标或花费大约1小时的路线)时,它可以在适当的时间发出警告(例如,在还没有达到最低要求的疲劳水平的情况下在45分钟之后)。

[0115] 在备选实施例中,代替如上面提供的示例中的查找表,可以使用函数来关联不同的参数,例如心率、速度、跑步动力学参数、姿势、脚部落地、EMG信号等,其被包括在由锻炼状态提供单元10提供的对象的锻炼状态中。例如,可以假设速度与心率之间或任何两个参数之间的线性关系,并且由对象7产生的数据可以被拟合以找到用户特定参数,例如线性关系中的斜率和偏移等。

[0116] 在其他示例中,可以提供多于一个的查找表(如上面给出的表),用于确定对象的疲劳水平,例如,基于环境状况。更具体地,可以提供用于上坡跑步的单独的查找表,更优选地甚至是用于不同上坡斜率的多个单独的查找表。然而,也可以考虑备选的或额外的环境参数来构建额外的查找表,例如下坡跑步等。如上所述,如果对象7仅偶尔在山上跑步或刚刚开始使用系统1,则疲劳水平确定单元20可以适于将对象7与类似对象的上/下坡跑步数据进行比较。类似对象是在平坦平面上具有与当前使用系统1的对象7类似的跑步行为的对象,并且优选地还具有与对象7的体重相当的体重。

[0117] 图2示意性地且示例性地示出了数据,其中,可以看到训练中的锻炼过度,即对象7

的高疲劳水平。在该示例中,图2示出了用户界面的输出200,例如作为web应用等提供的,用户(例如对象7)可以基于此来进一步分析由锻炼状态提供单元10提供的数据,并且,例如,还基于所提供的锻炼状态来确定疲劳水平。示例性输出200包括三个数据表示210、220和230。数据表示210指示对象随时间的步速,数据表示220指示对象的心率随时间的变化,并且数据表示230指示对象随时间的跑步节奏。所有三个数据表示210、220和230对应于从0到大约1小时40分钟的相同时间间隔。在该示例中,在数据表示210的垂直轴上,以每英里的分钟数表示步速212。步速212的较低值指示跑步较快。例如在点214中接近每英里0:0分钟的步速可能源自测量误差,因为对象7在跑步时不可能接近这些速度。

[0118] 在数据表示220中,指示对象7的心率222,其中,垂直轴显示心率在每分钟60和180次心跳(bpm)之间。

[0119] 最后,数据表示230指示对象的跑步节奏232,其中,垂直轴以0到250的每分钟步数指示对象的跑步节奏。在前17分钟中,在三个数据表示210、220和230中用202指示的时间区域,对象7正在进行热身跑步。从17分钟到60分钟,对象7正在进行锻炼,其被指示为区域204。在锻炼204之后,在1小时和1:30小时之间,对象7正在进行间隔计划206,然后在用208指示的时间区域期间以冷却跑步完成训练。间隔计划206包括三次1000米快跑211、200米慢跑212、300米快跑213和500米慢跑214。在第三次重复1000米快跑间隔中,其被圈上并且在所有三个数据表示210、220和230中被标记为231,可以看出,尽管具有与第一次快跑和第二次快跑1000米间隔211相同的速度,但是对象的7心率更高并且节奏越来越下降。这是疲劳的征兆,应当通知对象并在该时间停止间隔计划以最大限度地退出训练并防止最终在训练结束后有相当长的恢复时间。

[0120] 在该示例中,由于对象7多次以相同种类的间隔跑步,因此可以使用相同训练的先前间隔的数据来比较和估计疲劳水平以达到或超过疲劳水平阈值。在训练期间对象7不进行重复的情况下,在该训练内没有可获得的良好参考,并且疲劳水平确定单元20应当使用诸如来自先前训练的历史数据。此外,在该示例中,跑步训练经常包含一部分锻炼,在这个示例中,时间204在17分钟到1小时之间。系统1适于通过例如加速度计来区分这些锻炼部分与跑步,因为在用于检测过度锻炼的学习过程中,即用于确定疲劳水平时,不应考虑这些时段。更具体地,在这些锻炼时段期间,对象7有意地改变运动和运动动力学、姿势、脚部落地等。

[0121] 在其他示例中,在用于确定疲劳水平的学习过程中不应考虑的其他状况(诸如环境状况和/或移动)可以包括由于偶尔非常寒冷的一天而非常湿滑的道路,或者例如在有許多松散的石头、沙子或小石头的非常不规则表面上跑步。在这些情况下,疲劳水平确定单元20适于将这些情形从学习中排除。

[0122] 在一个示例中,系统1可以包括用户输入单元,例如按钮,例如物理按钮或在手表或电话的屏幕上显示的按钮,或者可以在锻炼期间或之后致动的不同输入单元以使算法从疲劳水平确定中排除该时段。再次致动这些输入单元可以导致疲劳水平确定单元20再次重新开始数据收集和算法。

[0123] 在另一示例中,系统1检测到异常行为,并且用户通知单元50向用户通知该意外行为并且询问用户是否要考虑这种异常行为,例如通过语音或显示器上的相应的消息。然后,用户或对象7可以按“是”或“否”,或者可以以其他方式作出反应,例如通过语音回答。

[0124] 在另一个示例中,可以避免不寻常的情形在稍后的学习过程中被使用,例如当对象在他的计算机上查看所捕获的跑步数据时,例如通过web应用,其中,图形用户界面可以产生输出200,如上面参考图2示例性地示出和讨论的那样。然后,对象7可以选择他/她正在进行锻炼或在光滑或不规则的表面上或在非正常情况或环境状况下跑步的情形,以告诉系统这些情形不应被考虑用于学习以用于对疲劳水平的确定。

[0125] 进一步优选地,在一个示例中,可以进一步利用异常行为的自动检测,例如通过向对象7询问这种异常行为的来源,其中,对象7具有作为响应选择的选项,其中,选项包括例如“锻炼”、“滑路/不规则道路”、“强顶风”、“强顺风”、“上坡跑步”、“下坡跑步”、“其他忽略”或“其他考虑”。因此,可以补偿对针对环境状况的传感器的缺乏。更进一步地,可以更详细地分类这些选项,或者可以在其他示例中提供其他参数或选项。此询问也可以在对象7的锻炼期间发生,即,当对象7正在跑步时,或者在稍后阶段,在对象7或不同的用户分析他/她之前已经记录的数据时,例如,通过图2中示例性地示出的计算机应用。

[0126] 图3示意性且示例性地示出了用于辅助对象的锻炼的方法300的流程图。该方法包括提供310在确定的时间处对象的锻炼状态,基于对象的锻炼状态来确定320对象的疲劳水平,确定330在确定的时间处针对对象的疲劳水平阈值,并且相较于疲劳水平阈值来评估340疲劳水平。此外,方法300可选地包括向对象通知350对疲劳水平的评估。

[0127] 在一个示例中,在评估单元适于确定疲劳水平是否超过疲劳水平阈值的情况下,用于辅助对象7的锻炼的系统1可以被称为过度锻炼指示器。优选地,根据本发明的过度锻炼指示器使用关于对象是否正在进行比赛或训练的输入,并且进一步优选地,以及何时下一个锻炼训练被计划和/或对象的计划的周期化时段。进一步优选地,可以考虑在最近几天期间的锻炼强度水平。

[0128] 在下文中,将给出两个示例以进一步阐明本发明的益处。出于示例而非限制的目的,将使用的是:疲劳水平阈值可以在0和50之间变化,其中,50是非常高的疲劳水平的限额,而10是仅低疲劳水平的限额。

[0129] 示例1:假设用户在几周内一直非常努力地锻炼。现在是时候让他的身体休息一下,以便从过去几周内的锻炼恢复健康。因此,对于他将在本周进行的锻炼过程,疲劳水平阈值被设定为10,而在过去几周内的锻炼过程中,疲劳水平阈值在40到50之间波动。

[0130] 示例2:假设用户计划在未来几天内努力锻炼。对于他周日的训练过程疲劳水平阈值被设定为40,对于星期二的训练过程被设定为50,对于周三训练过程被设定为45。然而,在周二的训练过程之后,用户生病了。周三他仍感觉不舒服。他可以通过向属于系统的应用提供用户输入来让系统知道他感觉不舒服,或者系统甚至可以测量他的状态不好,例如通过测量升高的静息心率。响应于该用户输入或测量值,系统将周三的疲劳水平阈值降低到10,因为用户不应在周三进行努力的训练,因为之后他不会从他的病中恢复。

[0131] 由疲劳水平阈值确定单元确定的疲劳水平阈值可以基于在锻炼过程之前的(一周或多)周中已经设定的阈值以及基于例如在同一天或甚至在锻炼过程中实时地对这些阈值的调整。

[0132] 优选地,过度锻炼指示器然后可以学习对象的健壮水平和跑步方式。

[0133] 进一步优选地,可以使用耳内传感器来测量用于确定对象的锻炼状态的所有所需参数,并且还通过耳朵给出音频反馈。

[0134] 优选地,过度锻炼指示器考虑来自诸如风、海拔高度、温度和倾斜度的环境因素的影响,以确定针对对象的疲劳水平和/或疲劳水平阈值。

[0135] 优选地,除了或替代使用经典参数(即速度、持续时间、心率和/或HRV),过度锻炼指示器还使用骨骼肌的输出变化。优选地,骨骼肌的输出可以是跑步动力学、脚部落地、姿势、肌肉紧张、肌肉疲劳或可以从EMG信号中的特征导出的其他度量中的一个或多个。

[0136] 尽管前面的段落已经被特别描述为好像它们被定制于跑步、过度锻炼指示器和用于辅助对象7的锻炼的更一般的系统1,但是本申请不限于跑步并且类似地适用于其他体育运动,例如游泳等。此外,已经描述了携带系统1的对象的特定示例,在其他示例中,还描述了用户与对象不同的应用。例如,系统1可以应用于足球比赛以确定作为这种情况下的对象的足球运动员是否应当休息。在该示例中,例如,可以向作为用户的足球教练提供评估结果,以确定是否要交换比赛期间场上的队员。可能的应用范围当然不受限制,并且上述仅是预见到的应用的非常窄的范围。

[0137] 尽管通常已将加速度计描述为用于确定对象的运动信号的单元,但是也可预见到不同种类的运动传感器。例如,代替加速度计或作为加速度计的备选,在本发明的实施例中也可以采用其他类型的惯性传感器,例如包括陀螺仪的传感器。

[0138] 总之,本发明的一个关键优点在于用于给出疲劳警告的阈值是可变的;更具体地:疲劳水平阈值是可变的。例如,当用户第二天要参加比赛时,他今天不应感到疲倦,因此系统将警告他在非常低的疲劳水平下停止。另一方面,当下一个重要比赛将在一个月后进行并且因此用户现在处于繁重的训练期间时,系统仅在用户已经处于非常高的疲劳水平时警告停止训练。因此,本发明包括疲劳水平阈值确定单元。该疲劳水平阈值确定单元优选地基于对象的锻炼历史、计划的活动(考虑周期化或逐渐减少)和参数中的至少一个来确定哪个应当是针对例如警告的阈值。

[0139] 通过研究附图、说明书和所附权利要求书,本领域技术人员在实践所要求保护的发明时可以理解和实现所公开实施例的其他变型。

[0140] 在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,并且词语“一”或“一个”不排除多个。

[0141] 单个单元或设备可以实现权利要求中记载的若干项的功能。在相互不同的从属权利要求中陈述某些措施的仅有事实并不表示这些措施的组合不能用于获益。

[0142] 在一个示例中,锻炼状态提供单元10、疲劳水平确定单元20、疲劳水平阈值确定单元30和评估单元40可以被实施在运动手表和/或可以被安装在例如移动电话上的运动跟踪应用上。然而,在其他示例中,锻炼状态提供单元10、疲劳水平确定单元20、疲劳水平阈值确定单元30和评估单元40中的一个、多个或全部可以被实施在服务器上并且例如经由web接口使用移动电话或便携式或固定式计算机设备来访问。在该示例中,由锻炼状态提供单元10提供的数据可以被存储在服务器上的数据库中。优选地,系统1允许两者的组合,使得可以使用在锻炼时可以访问的锻炼状态提供单元10、疲劳水平确定单元20、疲劳水平阈值确定单元30和评估单元40来实时评估对象7的锻炼,并且系统1可以用于评估对象7或不同用户在稍后阶段的锻炼,例如通过web应用访问系统1。

[0143] 计算机程序可以存储/分布在合适的介质上,例如光学存储介质或固态介质,与其他硬件一起提供或作为其他硬件的一部分提供,但也可以以其他形式分发,例如通过因特

网或其他有线或无线电信系统。

[0144] 权利要求中的任何附图标记不应被解释为对范围的限制。

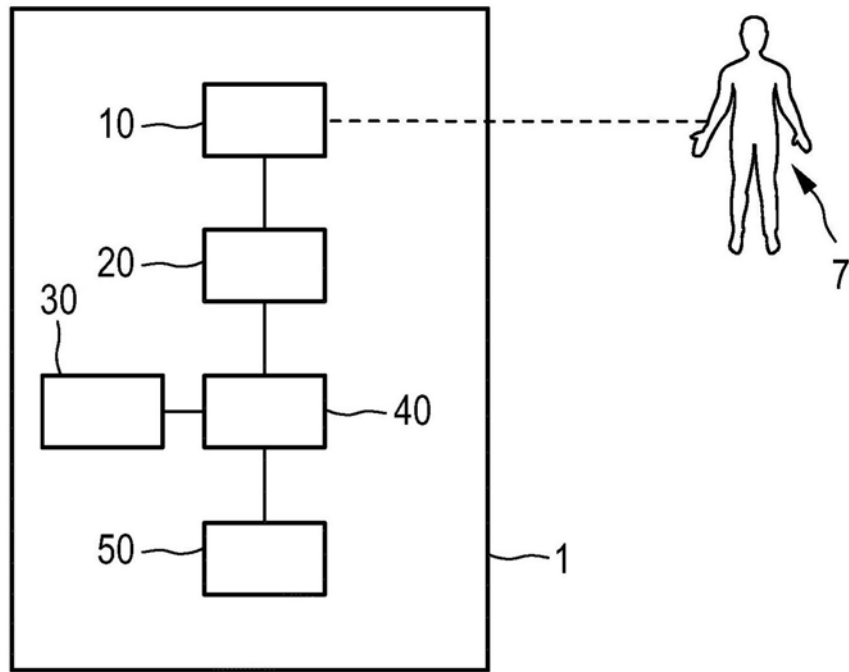


图1

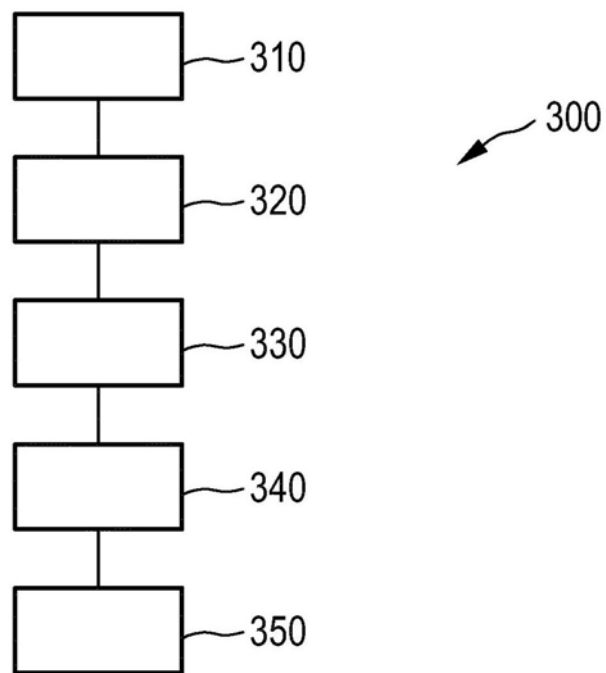


图3



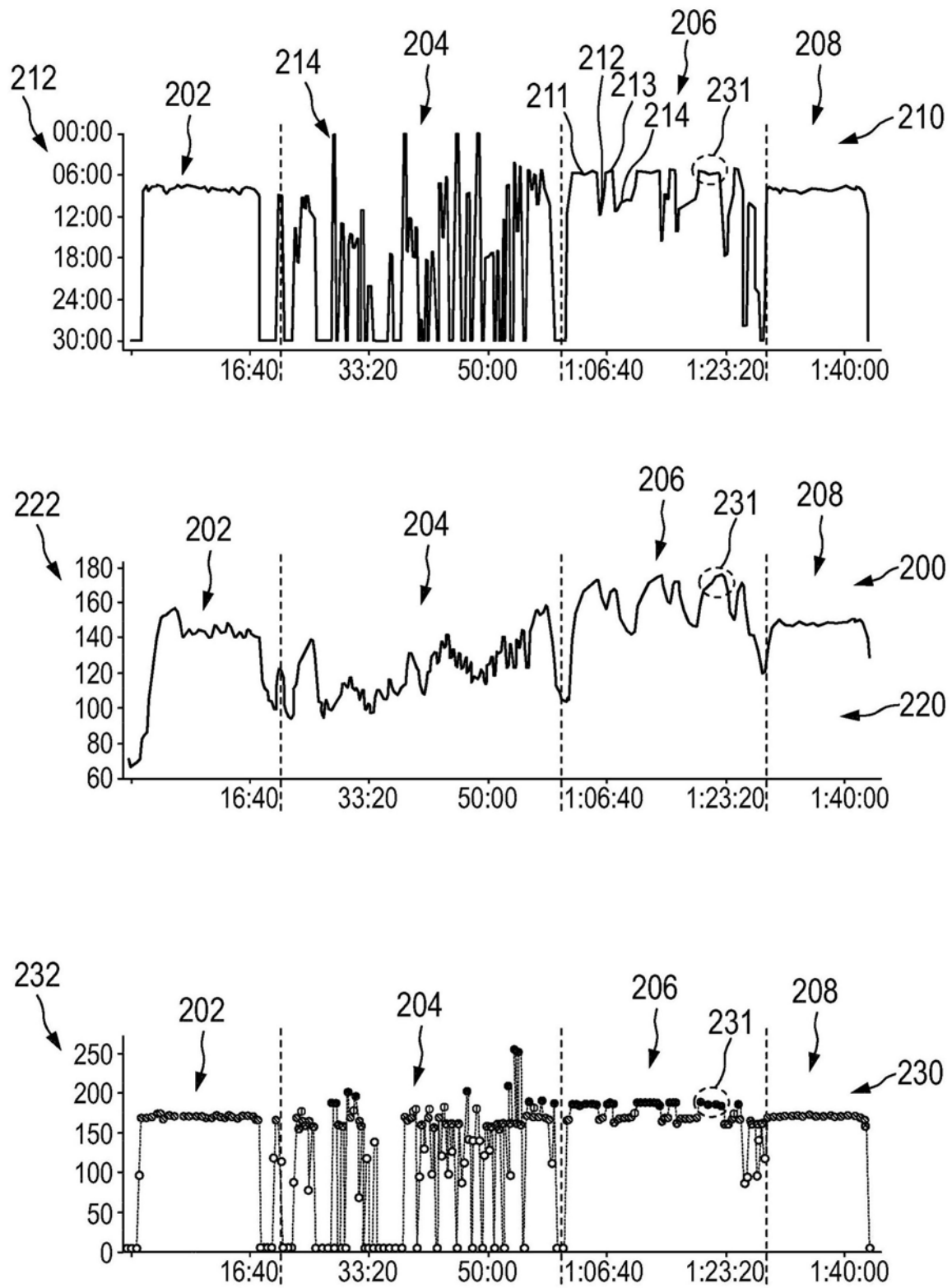


图2

|                |                                                   |         |            |
|----------------|---------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 用于辅助对象的锻炼的系统和方法                                   |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN109561837A</a>                      | 公开(公告)日 | 2019-04-02 |
| 申请号            | CN201780048693.3                                  | 申请日     | 2017-08-08 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 皇家飞利浦电子股份有限公司                                     |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 皇家飞利浦有限公司                                         |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 皇家飞利浦有限公司                                         |         |            |
| [标]发明人         | LJ辉基布雷格茨<br>JH格利森<br>HPM施特肯                       |         |            |
| 发明人            | L·J·辉基布雷格茨<br>J·H·格利森<br>H·P·M·施特肯                |         |            |
| IPC分类号         | A61B5/0205 A61B5/024 A61B5/11 A61B5/0488 A61B5/00 |         |            |
| 代理人(译)         | 李光颖<br>王英                                         |         |            |
| 优先权            | 2016183158 2016-08-08 EP                          |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>    |         |            |

#### 摘要(译)

提供了一种用于辅助对象7的锻炼的系统1、对应的方法和计算机程序。所述系统包括：锻炼状态提供单元10，其用于提供针对锻炼过程或在锻炼过程期间所述对象7的锻炼状态；疲劳水平确定单元20，其用于基于所述对象7的所述锻炼状态来确定所述对象7的疲劳水平；疲劳水平阈值确定单元30，其用于确定针对所述锻炼过程的针对所述对象7的疲劳水平阈值；以及评估单元40，其用于相较于所述疲劳水平阈值来评估所述疲劳水平。本发明提供了一种用于辅助对象7的锻炼的更多功能的系统1并且还对象7提供了改进的锻炼辅助。

