



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109922719 A

(43)申请公布日 2019.06.21

(21)申请号 201780068486.4

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22)申请日 2017.11.03

代理人 李光颖 王英

(30)优先权数据

16197478.7 2016.11.07 EP

(51)Int.Cl.

A61B 5/0205(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 5/024(2006.01)

2019.05.06

A61B 5/11(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/078248 2017.11.03

A61B 5/22(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2018/083275 EN 2018.05.11

(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 A·G·博诺米 F·萨尔托尔

G·帕皮尼

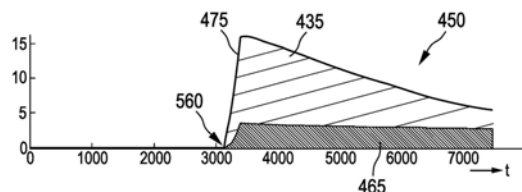
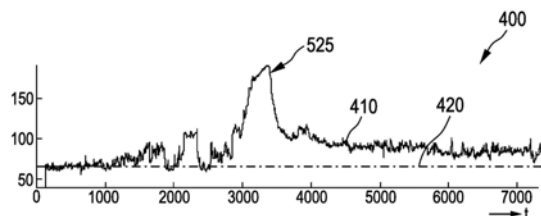
权利要求书2页 说明书15页 附图5页

(54)发明名称

用于量化对象的身体疲劳的系统、方法和计算机程序

(57)摘要

提供了一种用于量化身体疲劳的系统、方法和对应的计算机程序,所述系统包括:生理度量提供单元(20),其用于提供所述对象的生理度量;疲劳指数确定单元(200),其用于确定所述对象的疲劳指数。所述疲劳指数确定单元(200)包括第一疲劳指数确定子单元(210)和第二疲劳指数确定子单元(240),所述第一疲劳指数确定子单元用于基于所述生理度量来确定第一疲劳指数,所述第二疲劳指数确定子单元用于基于所述生理度量来确定第二疲劳指数。所述第一疲劳指数和所述第二疲劳指数具有基于所述生理度量的各自不同的特性。所述系统、方法和对应的计算机程序改善了对对象的身体疲劳的量化。



1. 一种用于量化对象的身体疲劳的系统,其中,所述系统包括:
 - 生理度量提供单元(20),其用于提供所述对象的生理度量,
 - 疲劳指数确定单元(200),其用于确定所述对象的疲劳指数,其中,所述疲劳指数确定单元(200)包括第一疲劳指数确定子单元(210)和第二疲劳指数确定子单元(240),所述第一疲劳指数确定子单元用于基于所述生理度量来确定第一疲劳指数,所述第二疲劳指数确定子单元用于基于所述生理度量来确定第二疲劳指数,并且
 - 其中,所述第一疲劳指数和所述第二疲劳指数具有基于所述生理度量的各自不同的特性。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述生理度量指示所述对象的身体活动的强度。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述第一疲劳指数是指示所述对象的有氧疲劳的有氧疲劳指数,并且所述第二疲劳指数是指示所述对象的无氧疲劳的无氧疲劳指数。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述第一疲劳指数确定子单元(210)包括用于增大所述第一疲劳指数的第一疲劳指数增量子单元(220)和用于减小所述第一疲劳指数的第一疲劳指数减量子单元(230),
 - 其中,所述第二疲劳指数确定子单元(240)包括用于增大所述第二疲劳指数的第二疲劳指数增量子单元(250)和用于减小所述第二疲劳指数的第二疲劳指数减量子单元(260),并且
 - 其中,所述第一疲劳指数减量子单元(230)和所述第二疲劳指数减量子单元(260)被配置为确定具有对所述生理度量的各自不同的依赖性的第一疲劳指数减量和第二疲劳指数减量。
5. 根据权利要求4所述的系统,还包括用于基于所述生理度量来确定加权函数的加权函数确定单元(80),其中,所述加权函数被配置为确定随着由所述生理度量指示的活动强度增大而增大的权重,
 - 其中,所述第二疲劳指数确定子单元(210、240)被配置为基于所述生理度量和所述加权函数来确定所述第二疲劳指数。
6. 根据权利要求4所述的系统,还包括用于提供所述对象的锻炼时间的锻炼计时器提供单元(10),
 - 其中,所述生理度量提供单元(20)被配置为提供与所提供的锻炼时间相对应的所述生理度量。
7. 根据权利要求6所述的系统,还包括用于基于所述生理度量来确定延迟时间的延迟时间确定单元(60),
 - 其中,所述第一疲劳指数增量子单元(220)和所述第二疲劳指数增量子单元(250)中的至少一个被配置为仅在所述锻炼时间超过所述延迟时间的情况下增大所述疲劳指数。
8. 根据权利要求7所述的系统,还包括用于提供表示所述对象的健康的健康参数的健康参数提供单元(90),
 - 其中,所述延迟时间确定单元(60)被配置为基于所述健康参数来确定所述延迟时间,并且额外地或备选地,所述第一疲劳指数减量子单元(230)和所述第二疲劳指数减量子单元(260)中的至少一个被配置为基于所述健康参数来减小所述疲劳指数。
9. 根据权利要求4所述的系统,其中,所述生理度量提供单元(20)包括用于提供所述对

象的心率的心率提供单元(20),所述系统还包括:

- 静息心率提供单元(30),其用于提供所述对象的静息心率,
- 最大心率提供单元(40),其用于提供所述对象的最大心率,以及
- 心率储备确定单元(50),其用于基于所述静息心率和所述最大心率来确定心率储备,其中,所述心率提供单元(20)还被配置为将所述对象的所述心率与所述心率储备成比例地提供为心率储备百分比。

10.根据权利要求9所述的系统,还包括训练冲量变量确定单元(70),所述训练冲量变量确定单元用于基于所述生理度量,特别是基于所述心率和所述心率储备百分比中的至少一个,来确定训练冲量变量,

其中,所述第一疲劳指数增量子单元(220)、所述第一疲劳指数减量子单元(230)、所述第二疲劳指数增量子单元(250)和所述第二疲劳指数减量子单元(260)中的至少一个被配置为分别基于所述训练冲量变量来增大或减小所述疲劳指数。

11.根据权利要求10所述的系统,其中,所述第一疲劳指数减量子单元(230)被配置为确定与所述训练冲量变量的倒数以指数方式成比例的所述第一疲劳指数减量,并且所述第二疲劳指数减量子单元(260)被配置为确定与所述训练冲量变量以指数方式成比例的所述第二疲劳指数减量。

12.根据权利要求10所述的系统,其中,所述训练冲量变量确定单元(70)被配置为基于所述心率储备百分比与所述心率储备百分比的指数的乘积,并且优选还基于取决于所述对象的性别的至少一个常数,来确定所述训练冲量变量。

13.一种用于量化对象的身体疲劳的方法,其中,所述方法包括:

- 提供(620)所述对象的生理度量,
- 确定(630)所述对象的疲劳指数,

其中,所述疲劳指数包括基于所述生理度量的第一疲劳指数和基于所述生理度量的第二疲劳指数,并且

其中,所述第一疲劳指数和所述第二疲劳指数被确定为具有基于所述生理度量的各自不同的特性。

14.一种用于量化对象的身体疲劳的计算机程序,所述计算机程序包括程序代码单元,所述程序代码单元用于当所述计算机程序在根据权利要求1所述的系统(1)上运行时令所述系统执行根据权利要求13所述的方法(600)。

用于量化对象的身体疲劳的系统、方法和计算机程序

技术领域

[0001] 本发明涉及量化对象的身体疲劳的领域。具体地,本发明涉及用于量化对象的身体疲劳的系统、方法和计算机程序。本发明具体应用于改善运动表现,特别是锻炼之后的恢复的领域。然而,应当理解,本发明还可以应用于其他领域,并且不必限于上述申请。

背景技术

[0002] 身体疲劳能够被描述为在锻炼期间和锻炼之后发生的生理现象,这会导致对象的身体表现变差。

[0003] 从US 7192401 B2中已知一种用于确定累积的身体疲劳指数(BFI)的方法,其中,来自对一个或多个信号的测量的一个或多个参数被按顺序获得作为输入,并且这些参数是关于身体活动的强度的信息。BFI具有预定的初始值,并且下一个BFI值总是该BFI值与差值之和。该差值是利用所述参数确定的BFI的向上倾斜分量与任选的向下倾斜分量的组合,并且向上倾斜分量和任选的向下倾斜分量均是利用按预设的生理特性缩放的函数确定的。

[0004] 该方法具有若干缺点,其在各种情况下导致对身体疲劳的量化和估计不能令人满意。例如,已知的方法将低估长期低强度活动(例如,长途步行)的身体疲劳。另外,从身体疲劳的恢复(即,对应指数的降低)可以取决于对应疲劳的起因而不同,例如,与主要因脱水和体温过高产生的疲劳(即,因低强度锻炼引起的疲劳)相比,(例如,导致高浓度乳酸的)高强度锻炼可能显示出不同的恢复轮廓。

[0005] US 2015/0250417 A1公开了一种耐力监测设备,包括:传感器模块,其用于感测生理信号;用户接口,其用于接收生物信息;存储设备,其用于存储所述生物信息和至少一个数学模型;处理模块,其用于运行所述至少一个数学模型以进行以下操作:基于所述生理信号和所述生物信息来估计无氧能量和有氧能量;将所述无氧能量与所述有氧能量组合成耐力水平。

[0006] US 2014/0018945 A1涉及通过使用一个或多个表现监测单元监测表现以便获得表现数据来确定个人的生理表现的生理训练效应,并且,根据该发明的一个方面,使用能够利用所述表现数据的计算单元,使用第三确定方法来确定描述所述表现的第三生理效应的第三训练效应参数,所述第三生理效应是第一生理效应与第二生理效应的组合效应,所述第一生理效应与所述第二生理效应彼此不同并且描述训练的不同生理效应,例如分别描述稳态干扰和累积生理负荷。

[0007] 从互联网上检索到的2016年5月16日的文章“Modeling Human Performance”(URL:http://fellrnr.com/wiki/Modeling_Human_Performance)描述了多种对训练如何改变表现进行建模的方法,并且这些模型对于优化训练日程(特别是逐渐减少训练)具有一些明显价值。模型假设给定的训练应激(也被称为“训练冲量”或TRIMP(TRaining IMPulse))既具有正面效应又具有负面效应。正面效应被称为“健康”,而负面效应被称为“疲劳”,并且它们被组合以提供“表现”的值。

[0008] 从互联网上检索到的2005年3月19日的文章“TRIMP-Fellrnr.com,Running tips”

(URL:<http://fellrnr.com/wiki/TRIMP>) 描述了测量锻炼的影响的各种方法,并且这些度量通常被称为“训练冲量”或TRIMP (TRaining IMPulse)。TRIMP能够用于对人的表现进行建模以评估随时间的训练效应。

发明内容

[0009] 因此,本发明的一个目的是提供用于量化对象的身体疲劳的改进的系统、方法和对应的计算机程序。

[0010] 在第一方面中,提供了一种用于量化对象的身体疲劳的系统。所述系统包括:生理度量提供单元,其用于提供所述对象的生理度量;疲劳指数确定单元,其用于确定所述对象的疲劳指数,其中,所述疲劳指数确定单元包括第一疲劳指数确定子单元和第二疲劳指数确定子单元,所述第一疲劳指数确定子单元用于基于所述生理度量来确定第一疲劳指数,所述第二疲劳指数确定子单元用于基于所述生理度量来确定第二疲劳指数。所述第一疲劳指数和所述第二疲劳指数具有基于所述生理度量的各自不同的特性。

[0011] 采用两个独立的疲劳指数,即,第一疲劳指数和第二疲劳指数,这两个独立的疲劳指数能够用于描述在不同活动强度(例如,慢跑或冲刺)期间累积的代谢疲劳,并且能够优化不同类型的恢复。

[0012] 由于根据该方面的系统被配置为优选针对相同时间点来确定对象的第一疲劳指数和第二疲劳指数,因此能够基于生理度量来区分因不同原因产生的疲劳。例如,能够区分因高强度锻炼(即,无氧锻炼)产生的疲劳与因有氧锻炼产生的疲劳,并且能够区分影响不同锻炼区域中的身体疲劳的不同因素。因此,对于每种促成因素(例如,脱水、乳酸累积、热累积、血管舒张、肌肉损伤等),能够确定特定的恢复轮廓。因此,根据该方面的系统能够通过帮助避免过度训练、对训练强度设置剂量以及特别是估计恢复时间来得到对运动员的训练计划的改善的管理。

[0013] 虽然疲劳指数能够被确定为第一疲劳指数与第二疲劳指数的组合(例如两个指数之和),但是第一疲劳指数和第二疲劳指数中的每个均能够被有利地单独考虑例如以确定优化恢复轮廓。

[0014] 在实施例中,所述生理度量指示所述对象的身体活动的强度。这样的生理度量包括但不限于对象的心率、呼吸率、呼吸强度、CO₂浓度、体温和血液标记物(例如,乳酸浓度或肌酸酐浓度)。优选地,所述生理度量允许将活动分类为活动类别。

[0015] 在实施例中,所述第一疲劳指数是指示所述对象的有氧疲劳的有氧疲劳指数,并且所述第二疲劳指数是指示所述对象的无氧疲劳的无氧疲劳指数。有氧疲劳指数和无氧疲劳指数能够用于描述在不同活动强度(例如,慢跑或冲刺)期间累积的代谢疲劳并且针对不同类型的恢复来优化相应的疲劳指数。然而,在本发明的该方面中,也能够使用具有基于生理度量的不同特性的第一疲劳指数和第二疲劳指数的其他示例。

[0016] 所述生理度量提供单元能够包括存储单元,在所述存储单元中已经存储了对象的生理度量。然而,生理度量提供单元也能够是用于从测量单元接收生理度量和用于提供接收到的生理测量信号的接收单元。此外,生理度量提供单元也能够是测量单元本身,其中,生理度量提供单元提供测量到的生理度量。

[0017] 在实施例中,所述第一疲劳指数确定子单元包括用于增大所述第一疲劳指数的第

一疲劳指数增量子单元和用于减小所述第一疲劳指数的第一疲劳指数减量子单元。所述第二疲劳指数确定子单元包括用于增大所述第二疲劳指数的第二疲劳指数增量子单元和用于减小所述第二疲劳指数的第二疲劳指数减量子单元。所述第一疲劳指数减量子单元和所述第二疲劳指数减量子单元被配置为确定具有对所述生理度量的各自不同的依赖性的第一疲劳指数减量和第二疲劳指数减量。

[0018] 仅仅举例来说,虽然在高强度(即,无氧)锻炼下乳酸累积可能占主导,但是脱水和体温过高可能是有氧疲劳的主要原因。然而,有氧疲劳和无氧疲劳仅是不同类型的疲劳的两个示例,并且预想到另外的类型。

[0019] 由于第一疲劳指数和第二疲劳指数是由独立的增量子单元和减量子单元确定的,因此能够具体地找到促成不同方面的疲劳(例如,有氧疲劳和无氧疲劳)的不同因素。由于第一疲劳指数和第二疲劳指数具有基于生理度量的不同特性并且由于不同的疲劳主导起因能够与生理度量相关,因此能够应用针对对应的疲劳指数的不同恢复轮廓。更确切地并且举例来说,为了从高乳酸浓度恢复,低强度的锻炼可能是有利的,而从低强度锻炼的恢复时间将受到(甚至低强度的)持续进行的锻炼阻碍。

[0020] 在实施例中,所述系统还包括用于基于所述生理度量来确定加权函数的加权函数确定单元。所述加权函数被配置为确定随着由所述生理度量指示的活动强度增大而增大的权重。所述第二疲劳指数确定子单元被配置为基于所述生理度量和所述加权函数来确定所述第二疲劳指数。

[0021] 优选地,第一疲劳指数增量能够与第二疲劳指数增量相同,但是权重可能不同,即,加权函数确定随着生理度量增大而增大的权重。然而,在其他实施例中,取决于具体实施方式,增量实施方式也可能在第一疲劳指数增量子单元与第二疲劳指数增量子单元之间大不相同。

[0022] 由于加权函数确定随着由生理度量指示的活动强度增大而增大的权重,并且由于第二疲劳指数是基于加权函数而确定的,因此较高强度的活动(例如,无氧活动)由于较高的权重而以较高的因素做出贡献。优选地,仅导致生理度量的值高于阈值的活动对第二疲劳指数有显著贡献。

[0023] 加权函数优选包括sigmoid函数,该函数示出能够适于大致对应于阈值的拐点,该拐点允许对生理度量进行分类。在一个示例中,阈值能够是无氧阈值,无氧阈值能够被设置为例如最大心率的80%。在其他实施例中,还预想到随着生理度量增大而增大的其他加权函数。例如,这样的其他加权函数能够包括阶梯函数等。除了生理测量之外或作为其备选方案,该实施例还能够包括如上所述的健康参数提供单元和训练冲量变量确定单元中的至少一个,并且加权函数能够备选地或额外地取决于健康参数和/或训练冲量变量。

[0024] 在实施例中,所述系统还包括用于提供所述对象的锻炼时间的锻炼计时器提供单元。所述生理度量提供单元被配置为提供与所提供的锻炼时间相对应的所述生理度量。

[0025] 锻炼计时器提供单元优选是用于提供对象的锻炼时间的单元,对象的锻炼时间对应于对象进行活动的时间。例如,活动能够是但不限于对象步行、跑步或参与任何其他身体活动。

[0026] 锻炼计时器提供单元能够包括计时器,所述计时器向系统的其余部分,优选为生理度量提供单元提供指示对象的锻炼时间的计时器信号。

[0027] 优选地,生理度量提供单元和锻炼计时器提供单元基本上实时地(即在对象锻炼期间)提供对象的生理度量和对应的锻炼时间的集合。在另一示例中,在对象的锻炼期间记录对象的生理度量和对应的锻炼时间,并且生理度量提供单元和锻炼计时器提供单元被配置为提供先前记录的生理度量和对应的锻炼时间。优选地,在该实施例中,生理度量(例如,心率)和对应的锻炼时间能够被存储在数据库、表格、列表等中。

[0028] 基于与先前的生理度量和对应的锻炼时间相对应的先前的疲劳指数,优选针对每个提供的锻炼时间来确定第一疲劳指数和第二疲劳指数中的至少一个。能够将先前的生理度量与所提供的生理度量之间的时间差描述为疲劳指数的采样频率。在实施例中,该采样频率是预定义的且是恒定的,然而,在其他实施例中,采样频率也能够被动态地设置和/或取决于生理度量而设置。

[0029] 在实施例中,所述系统还包括用于基于所述生理度量来确定延迟时间的延迟时间确定单元。所述第一疲劳指数增量子单元和所述第二疲劳指数增量子单元中的至少一个被配置为仅在所述锻炼时间超过所述延迟时间的情况下增大所述疲劳指数。

[0030] 由于疲劳指数增量子单元中的至少一个被配置为仅在锻炼时间超过延迟时间的情况下增大相应的疲劳指数,并且由于疲劳指数基于生理度量而增大,因此能够考虑对象的不同锻炼的开始和疲劳的开始。由此,本发明基于以下发现:疲劳的累积并不是从锻炼的开始时开始的。优选地,延迟时间被确定为与感知和经历疲劳所需的时间相对应。优选地,延迟时间确定单元由此基于与对象的活动强度相关的生理度量来确定延迟时间。因此,根据本发明的系统还能够考虑对象的长期低强度活动的生理疲劳。

[0031] 在实施例中,所述系统还包括用于提供表示所述对象的健康的健康参数的健康参数提供单元。

[0032] 在一个实施例中,健康参数提供单元能够提供先前确定的健康参数,例如,被存储在系统本身或远程实体(例如,还存储对象的另外的参数(例如优选为最大心率和静息心率或与生理度量相关的其他参数)的数据库)中的健康参数。然而,在其他实施例中,健康参数提供单元还能够包括用于例如通过对对象执行测量来确定健康参数的健康参数确定单元。在实施例中,健康参数包括对象的最大耗氧量($V_{O2\text{最大}}$)。最大耗氧量能够是每分钟消耗的氧气升数的绝对速率或例如每千克体重每分钟消耗的氧气毫升数的相对速率。特别地,相对速率能够有利地用作表示对象的健康的健康参数,因为相对速率能够容易地在不同对象之间进行比较而不受不同对象的体重的影响。然而,也预想到本领域已知的其他健康参数。例如,能够将问卷(其中对象回答健康相关的问题)的结果当作健康参数。

[0033] 优选地,所述延迟时间确定单元被配置为基于所述健康参数来确定所述延迟时间。由于延迟时间是基于健康参数而确定的,而健康参数本身表示对象的健康,因此延迟时间考虑了对象的健康。更具体地,由于延迟时间考虑了对象的健康,因此能够确定延迟时间对于健康水平较低的对象较短,因为能够假设健康水平较低的对象比健康水平较高的对象更早开始累积身体疲劳。换句话说,健康水平提高的对象在开始锻炼之后能够比健康水平较低的对象更晚地经历身体疲劳的效应。

[0034] 额外地或备选地,所述第一疲劳指数减量子单元和所述第二疲劳指数减量子单元中的至少一个优选被配置为基于所述健康参数来减小所述疲劳指数。基于健康参数,能够假设健康水平较高的对象将经历更有效的身体疲劳的消除。因此,由于疲劳指数减量子单

元基于健康参数来减小疲劳指数,因此能够实现更准确的疲劳指数确定。

[0035] 在实施例中,所述生理度量提供单元包括用于提供所述对象的心率的心率提供单元,并且所述系统还包括:静息心率提供单元,其用于提供所述对象的静息心率;最大心率提供单元,其用于提供所述对象的最大心率;以及心率储备确定单元,其用于基于所述静息心率和所述最大心率来确定心率储备。所述心率提供单元还被配置为将所述对象的所述心率与所述心率储备成比例地提供为心率储备百分比。

[0036] 所述心率提供单元能够包括存储单元,在所述存储单元中已经存储了与对应的锻炼时间相关联的对象的心率。在该实施例中,锻炼计时器提供单元能够提供与心率相关联地存储的锻炼时间。然而,心率提供单元也能够是用于从心率测量单元接收心率信号并用于提供接收到的心率信号的接收单元。此外,心率提供单元也能够是心率测量单元本身,其中,心率提供单元提供测量到的心率信号。

[0037] 能够将静息心率和最大心率与对象和系统相关联地存储在例如系统本身中提供的存储单元上或者与数据库相关联的存储单元上,其中,静息心率提供单元和最大心率提供单元被配置为从数据库接收静息心率和最大心率。然而,在其他实施例中,也能够以不同的方式提供静息心率和最大心率,例如基于对象的锻炼来估计和提供静息心率和最大心率。

[0038] 优选地,所述心率储备被确定为最大心率与静息心率之间的差。然后,心率储备百分比是在所提供的锻炼时间(即,在特定的当前时间点或先前时间点)时对象的心率的比例位置。因此,100%的心率储备百分比优选对应于以最大心率锻炼的对象,其中,0%的心率储备百分比优选对应于处于静息状态(即,对应于静息心率的心率)的对象。

[0039] 优选地,第一疲劳指数增量子单元和第二疲劳指数增量子单元中的至少一个被配置为基于心率储备百分比或从心率储备百分比导出的参数来增大相应的第一疲劳指数或第二疲劳指数。由于疲劳指数增量子单元基于心率储备百分比来增大疲劳指数,因此在确定疲劳指数中使用对象的个体心脏特性并且能够更准确地确定疲劳指数。

[0040] 优选地,第一疲劳指数减量子单元和第二疲劳指数减量子单元中的至少一个被配置为基于心率和心率储备百分比中的至少一个来减小相应的第一疲劳指数或第二疲劳指数。由于疲劳指数减量子单元基于与指示活动强度的锻炼相关参数(例如,基于心率或心率储备百分比)来减小疲劳指数,因此能够准确地估计身体疲劳的消除。

[0041] 在实施例中,所述系统还包括训练冲量变量确定单元,所述训练冲量变量确定单元用于基于所述生理度量,特别是基于所述心率和所述心率储备百分比中的至少一个,来确定训练冲量变量。所述第一疲劳指数增量子单元、所述第一疲劳指数减量子单元、所述第二疲劳指数增量子单元和所述第二疲劳指数减量子单元中的至少一个被配置为分别基于所述训练冲量变量来增大或减小所述疲劳指数。

[0042] 优选地,训练冲量变量是(例如由诸如心率的生理度量表示的)锻炼的实际强度和对象特性的函数。先前已经在Morton,R.H.、Fitz-Clarke,J.R.和Banister,E.W.于1990年发表的文章“Modeling human performance in running”(J Appl Physiol,1985年,第69卷,第3期,第1171-1177页)中描述了训练冲量变量的一个示例。

[0043] 优选地,疲劳指数增量子单元直接将训练冲量变量与先前的疲劳指数相加或者将训练冲量变量与取决于采样频率的值相乘,即,例如,先前生理度量与当前生理度量之间的

时间差。优选地,以恒定频率(例如,每秒)提供生理度量。然而,在其他实施例中,采样频率也能够是不同的或动态的,其例如取决于生理度量本身。

[0044] 在实施例中,所述第一疲劳指数减量量子单元被配置为确定与所述训练冲量变量的倒数以指数方式成比例的所述第一疲劳指数减量,并且所述第二疲劳指数减量量子单元被配置为确定与所述训练冲量变量以指数方式成比例的所述第二疲劳指数减量。

[0045] 由于第一疲劳指数减量被确定为与训练冲量变量的倒数以指数方式成比例,并且由于第二疲劳指数减量被确定为与训练冲量变量以指数方式成比例,因此第一疲劳指数减量和第二疲劳指数减量具有对训练冲量变量的不同依赖性。更具体地,虽然训练冲量变量的增大将会引起第一疲劳指数减少较少,但是训练冲量变量的增大将会引起第二疲劳指数减少较多。因此,在对象继续以中等强度进行锻炼的情况下,第二疲劳指数(其例如对应于占主导的乳酸浓度)将减少。这符合锻炼有助于从肌肉释放乳酸的科学发现。相反,由于第一疲劳指数指示占主导的脱水和体温过高贡献,例如持续进行的活动甚至中等强度活动都不能支持恢复。代替地,为了从高的第一疲劳指数恢复(例如从有氧疲劳恢复),对象休息将是最有效的。

[0046] 在实施例中,所述训练冲量变量确定单元被配置为基于所述心率储备百分比与所述心率储备百分比的指数的乘积来确定所述训练冲量变量。具有这种依赖性的训练冲量变量已经显示出再现疲劳的生理效应。然而,在其他实施例中,不同的和有偏差的功能依赖性也能够被采用于训练冲量变量。

[0047] 在实施例中,所述训练冲量变量确定单元被配置为基于取决于所述对象的性别的至少一个常数来确定所述训练冲量变量。

[0048] 优选地,该常数能够是线性因子,即,与训练冲量变量的其余部分线性相乘。备选地或额外地,该常数能够是指数常数,即,要与心率储备百分比相乘的指数中的常数因子,心率储备百分比的指数是被确定的。

[0049] 有利地,由于采用了取决于对象的性别和考虑了对象特定的心脏相关参数的心率储备百分比的常数,因此能够确定指示对象的训练冲量的个性化变量。

[0050] 在另外的方面中,提供了一种用于量化对象的身体疲劳的系统。所述系统包括:锻炼计时器提供单元,其用于提供所述对象的锻炼时间;生理度量提供单元,其用于提供与所提供的锻炼时间相对应的所述对象的生理度量;疲劳指数确定单元,其用于确定所述对象的疲劳指数;延迟时间确定单元,其用于基于所述生理度量来确定延迟时间。所述疲劳指数确定单元包括用于基于所述生理度量来增大所述疲劳指数的疲劳指数增量量子单元。所述疲劳指数增量量子单元被配置为仅在所述锻炼时间超过所述延迟时间的情况下增大所述疲劳指数。

[0051] 根据该方面的系统能够与上述实施例中的任何进行组合。虽然在该方面中第一疲劳指数和第二疲劳指数不是强制性的并且单个疲劳指数能够是足够的,但是与上述单元中的一个、多个或全部的组合能够得到改善对对象的身体疲劳的量化的组合系统。

[0052] 由于疲劳指数增量量子单元被配置为仅在锻炼时间超过延迟时间的情况下增大疲劳指数,并且由于疲劳指数基于生理度量而增大,因此能够考虑对象的不同的锻炼的开始和疲劳的开始。因此,本发明基于以下发现:疲劳的累积不是从锻炼的开始时开始的。优选地,延迟时间被确定为与感知和经历疲劳所需的时间相对应。优选地,延迟时间确定单元由

此基于生理度量来确定延迟时间,该生理度量与对象的活动强度相关。因此,根据本发明的系统还能够考虑对象的长期低强度活动的生理疲劳。

[0053] 在实施例中,所述疲劳指数确定单元还包括用于基于所述心率和所述心率储备百分比中的至少一个来减小所述疲劳指数的疲劳指数减量单元。由于疲劳指数减量单元基于指示活动强度的锻炼相关参数(例如,心率或心率储备百分比)来减小疲劳指数,因此能够准确地估计身体疲劳的消除。

[0054] 在实施例中,所述系统还包括用于基于所述心率和所述心率储备百分比中的至少一个来确定训练冲量变量的训练冲量变量确定单元。所述疲劳指数减量单元被配置为基于所述训练冲量变量来减小所述疲劳指数。

[0055] 由于疲劳指数基于训练冲量变量而减小,因此针对疲劳指数的减小能够考虑锻炼类型和相对强度以及对对象生理的影响。优选地,训练冲量变量确定单元能够与上面讨论的训练冲量变量确定单元的一个、多个或所有具体实施例进行组合。

[0056] 在实施例中,所述系统还包括健康参数提供单元和训练冲量变量确定单元。所述疲劳指数减量单元被配置为基于所述训练冲量变量和所述健康参数两者来减小所述疲劳指数。在该实施例中,组合了上述两个实施例的优点。因此,优选地,更准确地确定疲劳指数。优选地,健康参数提供单元和训练冲量变量确定单元两者都能够与上述实施例中的任何进行组合。

[0057] 在实施例中,所述疲劳指数减量单元被配置为基于指数衰减函数来减小所述疲劳指数。

[0058] 在该实施例中,指数衰减函数被称为具有负指数的指数函数。换句话说,指数衰减函数得到0至1之间的值。优选地,将紧跟在前面的锻炼时间的疲劳指数与指数衰减因子相乘,以便减小针对当前锻炼时间的疲劳指数。优选地,指数衰减函数包括取决于以下项中的至少一个作为指数的函数:表示对象的健康的健康参数、训练冲量变量、心率或心率储备百分比。

[0059] 在实施例中,所述系统还包括用于基于所述心率来确定加权函数的加权函数确定单元。加权函数被配置为确定随着心率增大而增大的权重。疲劳指数确定单元包括有氧疲劳指数确定子单元和无氧疲劳指数确定子单元。有氧疲劳指数确定子单元被配置为基于心率来确定对象的有氧疲劳指数。无氧疲劳指数确定子单元被配置为基于心率和加权函数来确定对象的无氧疲劳指数。疲劳指数确定单元被配置为将疲劳指数确定为有氧疲劳指数与无氧疲劳指数的组合。

[0060] 在实施例中,所述系统还包括用于基于所述心率和所述心率储备百分比中的至少一个来确定训练冲量变量的训练冲量变量确定单元。有氧疲劳指数减量单元被配置为确定与训练冲量变量的倒数以指数方式成比例的有氧疲劳指数减量。无氧疲劳指数减量单元被配置为确定与训练冲量变量以指数方式成比例的无氧疲劳指数减量。

[0061] 训练冲量变量确定单元能够优选被提供为上述有利实施例中的任一个。

[0062] 在一个实施例中,疲劳指数确定单元、延迟时间确定单元和疲劳指数增量单元能够被提供在被布置在相同或不同的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,能够将疲劳指数确定单元、延迟时间确定单元和疲劳指数增量单元与锻炼计时器提供单元和/或生理度量提供单元一起提供在单个设备中;或者在不同的实施例中,

能够将疲劳指数确定单元、延迟时间确定单元和疲劳指数增量子单元分布在多个设备上。

[0063] 在实施例中,延迟时间确定单元、疲劳指数确定单元和/或疲劳指数增量子单元适于以有线或无线方式以及在本领域中已知的方式与锻炼计时器提供单元和/或生理度量提供单元通信。

[0064] 在实施例中,锻炼计时器提供单元、生理度量提供单元、疲劳指数确定单元、延迟时间确定单元和疲劳指数增量子单元中的一个、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(例如经由互联网)与用于量化身体疲劳的系统的其余部分通信。

[0065] 在实施例中,用于量化身体疲劳的系统允许基于对象的生理度量来对身体疲劳进行非干扰性量化。

[0066] 在实施例中,所述系统的单元中的一个或多个被提供有腕戴式设备,例如,手表。在该实施例中,心率提供单元优选包括心率传感器,例如,基于光体积描记的光学心率传感器。然而,应当理解,也可以预想到所述系统的其他实施例,例如作为网络应用的实施方式。

[0067] 在另外的方面中,提供了一种用于量化对象的身体疲劳的方法。所述方法包括提供所述对象的生理度量并确定所述对象的疲劳指数。所述疲劳指数包括基于所述生理度量的第一疲劳指数和基于所述生理度量的第二疲劳指数。所述第一疲劳指数和所述第二疲劳指数被确定为具有基于所述生理度量的各自不同的特性。

[0068] 在另外的方面中,提供了一种用于量化对象的身体疲劳的方法。所述方法包括:提供所述对象的锻炼时间,提供与所提供的锻炼时间相对应的所述对象的心率,确定所述对象的疲劳指数,基于所述心率来确定延迟时间,并且基于所述心率来增大所述疲劳指数,其中,仅在所述锻炼时间超过所述延迟时间的情况下增大所述疲劳指数。

[0069] 在另外的方面中,提供了一种用于量化对象的身体疲劳的计算机程序。所述计算机程序包括程序代码单元,所述程序代码单元用于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令所述系统执行根据权利要求14所述的方法。

[0070] 应当理解,根据权利要求1所述的系统、根据权利要求14所述的方法和根据权利要求15所述的计算机程序具有相似和/或相同的优选实施例,特别是与从属权利要求中所限定的那些相似和/或相同的优选实施例。

[0071] 还应当理解,本发明的所有方面既单独地又组合地提供了对现有技术的改进。还应当理解,本发明的优选实施例也能够是从属权利要求或以上实施例与一个或多个方面的各自的独立权利要求的任何组合。

[0072] 参考下文描述的实施例,本发明的这些方面和其他方面将是明显的并且得到阐明。

附图说明

[0073] 在以下附图中:

[0074] 图1示意性且示例性地示出了用于量化对象的身体疲劳的系统的实施例,

[0075] 图2示意性且示例性地示出了用于量化对象的身体疲劳的系统的另一实施例,

[0076] 图3示意性且示例性地示出了在根据图2的系统中实施的流程图,

[0077] 图4A和图4B示意性且示例性地示出了在第一锻炼期间系统的行为,

[0078] 图5A和图5B示意性且示例性地示出了在第二锻炼期间系统的行为,并且

[0079] 图6示出了示例性地图示用于图1或图2所示的用于量化对象的身体疲劳的系统的用于量化对象的身体疲劳的方法的实施例的流程图。

具体实施方式

[0080] 图1示意性且示例性地示出了用于量化对象的身体疲劳的系统1的实施例。系统1包括锻炼计时器提供单元10、心率提供单元20、静息心率提供单元30、最大心率提供单元40、心率储备(HRR)确定单元50、延迟时间确定单元60、训练冲量变量确定单元70、健康参数提供单元90以及疲劳指数确定单元100。疲劳指数确定单元100包括疲劳指数增量子单元120和疲劳指数减量子单元130。

[0081] 锻炼计时器提供单元10提供计时器信号,该计时器信号指示对象锻炼的时间。在该示例中,每当对象开始新的锻炼或活动时,计时器信号就被重置并提供指示自锻炼和/或活动的开始以来的逝去时间的信号。锻炼计时器提供单元10能够基本上实时地(即,在对象的锻炼期间)或者基于先前记录和存储的数据集(包括在对象的锻炼期间多个连续时间点的计时器数据)来提供锻炼计时器信号。

[0082] 心率提供单元20提供与锻炼计时器提供单元10提供锻炼时间的的时间点相对应的心率。与锻炼计时器提供单元10一样,心率提供单元20因此能够基本上实时地提供心率,其中,心率提供单元20能够包括用于确定和/或测量对象的心率的任何合适的单元。在另一示例中,心率提供单元20提供与对应的锻炼时间相关联地存储的先前记录和存储的心率的心率。心率提供单元20是生理度量提供单元的示例,其中,在其他示例中,也能够类似地提供其他生理度量。换句话说,虽然使用心率作为生理度量来描述以下示例,但是在其他示例中类似地能够使用呼吸率、血压、体温、血液标记物或其他生理度量或其他生理度量。

[0083] 静息心率提供单元30、最大心率提供单元40和健康参数提供单元90分别提供对象的静息心率、最大心率和健康参数。静息心率、最大心率和健康参数全部都能够被存储在合适的存储单元(例如,本地或远程数据库)上,被接收作为来自对象的输入或者基于合适的测量进行确定。例如,静息心率能够基于在对象静息时由心率提供单元20提供的心率来确定。作为另一示例,最大心率能够根据在一个或多个锻炼过程期间由心率提供单元20确定的最高心率来确定。健康参数优选包括最大摄氧量($V_{O2\max}$),其能够由用户输入或者利用本领域已知的测量装置来确定。在不同的示例中,健康参数也能够是基于对象对问卷的回答的健康水平等级。然而,当然也预想到健康参数的另外的示例。

[0084] 总之,静息心率、最大心率和健康参数都能够被提供为来自对象的输入,与对象的概况一起存储,例如与系统1本身一起存储或者被存储在服务器处,由静息心率提供单元30、最大心率提供单元40和健康参数提供单元90本身确定,或者这三种备选方案的任意组合。

[0085] HRR确定单元50基于静息心率和最大心率来确定心率储备,例如将心率储备确定为最大心率与静息心率之间的差。心率储备是针对特定对象的相对活动强度的可靠指标。因此,心率储备适用于确定取决于锻炼的强度的身体疲劳。

[0086] 延迟时间确定单元60确定延迟时间,在此之后疲劳的累积开始。潜在的发现是,疲劳累积不是从锻炼的开始时开始的,而是在取决于活动强度的延迟之后开始的,等等。例

如,如果对象正在行走或跑步,则开始疲劳所需的时间是不同的。疲劳指数增量子单元120被配置为仅在对象锻炼的时间长于由延迟时间确定单元60确定的延迟时增大疲劳指数,即,累积疲劳。

[0087] 在示例中,延迟能够被计算为:

$$[0088] \quad \text{延迟} = A \times \text{Fitness} \times \frac{HR_{\max} - HR(t)}{HR(t) - HR_{\text{静息}}}$$

[0089] 在该示例中,A是常数,其能够例如根据经验测量来确定。Fitness优选能够是由健康参数提供单元90提供的健康参数。 HR_{\max} 能够是由最大心率提供单元40提供的最大心率,并且 $HR_{\text{静息}}$ 能够是由静息心率提供单元30提供的静息心率。 $HR(t)$ 对应于由心率提供单元20针对由锻炼计时器提供单元10提供的特定锻炼时间t提供的心率。

[0090] 上述公式当然只是确定延迟的一个示例。在该示例中,在当前心率等于最大心率的情况下延迟被确定为零,即,在非常强烈的活动的情况下将假设没有延迟。相反,在当前心率 $HR(t)$ 接近静息心率的情况下,延迟时间增大到无穷大,即,在心率与静息心率没有差别的情况下,即,在对象处于静息的情况下,假设没有疲劳。

[0091] 疲劳指数由疲劳指数确定单元100确定,其中,对疲劳指数的两个独立操作由疲劳指数增量子单元120(即,疲劳指数被增大)和疲劳指数减量子单元130(即,疲劳指数被减小)来执行。

[0092] 这种增大和减小疲劳的一般原则得到对象能够处于的五种可能状态。首先,对象能够处于不活动的、非疲劳的状态,例如,在其之前没有任何疲劳活动的久坐不动的时段。这样的活动的示例能够是在桌子上工作。第二状态能够是其中对象正在进行活动的非疲劳活动(例如,低速行走或骑自行车)的非疲劳状态。在第一状态和第二状态中,对象的疲劳指数为零并且疲劳不会增大。

[0093] 第三状态是活动的疲劳状态,其中,对象可能疲劳也可能不疲劳,例如对象可能进行剧烈的活动,例如,跑步、慢跑和有氧训练过程。在这种状态下,疲劳将随着取决于活动强度和对象的健康增大速率而增大。

[0094] 在第四状态中,对象能够处于不活动的疲劳状态,即,疲劳锻炼后的久坐不动的时段,例如对象能够在跑步之后坐下或者在比赛期间进行中场休息。在这种状态下,疲劳将减小,而减小速率则取决于对象的健康。

[0095] 最后,在第五状态中,对象能够在疲劳状态下进行活动的非疲劳活动,即,对象在疲劳锻炼(诸如间歇的训练过程)之后执行非疲劳活动。在这种状态下,疲劳将随着取决于活动强度和对象健康的减小速率而减小。

[0096] 取决于对象的状态,疲劳指数增量子单元120增大疲劳指数并且/或者疲劳指数减量子单元130相应地减小疲劳指数。

[0097] 在该示例中,疲劳指数增量子单元120基于由训练冲量变量确定单元70确定的训练冲量变量来增大疲劳指数。如前所述,疲劳指数增量子单元120被配置为仅在锻炼时间超过所确定的延迟时间的情况下增大疲劳指数。训练冲量变量确定单元70被配置为确定训练冲量变量(TRIMP),其指示对象以由心率提供单元20提供的心率进行锻炼的训练强度。在一个示例中,训练冲量变量确定单元70能够使用以下公式来确定训练冲量变量:

$$[0098] \quad TRIMP(t) = HR_{res}(t) \times k \times e^{b \times HR_{res}(t)}$$

[0099] $HR_{res}(t)$ 优选是由HRR确定单元50确定的心率储备, k 和 b 是取决于对象的性别的两个常数。在其他示例中, 数学公式当然能够是不同的。

[0100] 疲劳指数增量子单元120能够接收在每个时刻计算的训练冲量变量, 并且直接利用所确定的训练冲量变量(例如, 针对特定时间 t 的TRIMP值)来增大先前的疲劳指数。在其他示例中, 训练冲量变量能够在被添加到先前疲劳指数之前与取决于采样频率的常数相乘。在数学上, 这种关系能够被表达为:

$$[0101] \quad FI(t) \cong FI(t-1) + TRIMP(t)$$

[0102] 疲劳指数减量子单元130在该示例中根据以下公式来减小疲劳指数:

$$[0103] \quad FI(t) = FI(t-1) \times Decr[\%]$$

[0104] 在一个示例中, 对于锻炼期间的所有时段, 确定减量项(Decr[%]), 但是在对象仍然处于活动的疲劳状态的情况下, 由疲劳指数增量子单元120用增量项覆盖减量项。在其他示例中, 疲劳指数减量子单元130能够被配置为仅在锻炼时间低于所确定的延迟时间和/或锻炼结束的情况下确定减量贡献。在所有情况下, 仅在累积项变为零或接近零的情况下, 由疲劳指数减量子单元130确定的减量项变得普遍。减量项取决于该示例中的训练冲量变量, 以便考虑被动恢复和主动恢复两者, 并且优选还考虑对象的健康。在一个示例中, 减量项在功能上对应于指数衰减函数。

[0105] 图2示意性且示例性地示出了用于量化对象的身体疲劳的系统1的另一实施例。如图2所示的系统1基本上对应于如图1所示的系统1, 其中, 额外地提供了加权函数确定单元80。代替疲劳指数确定单元100, 提供了疲劳指数确定单元200。

[0106] 疲劳指数确定单元200包括有氧疲劳指数确定子单元210、无氧疲劳指数确定子单元240和疲劳指数组合子单元270。有氧疲劳指数确定子单元210和无氧疲劳指数确定子单元240中的每个分别包括增量子单元220、250和减量子单元230、260。在该示例中, 确定两个疲劳指数(即, 有氧疲劳指数和无氧疲劳指数)以更准确地描述对象的疲劳指数。由有氧疲劳指数确定子单元210确定的有氧疲劳指数描述了主要在有氧阶段期间的疲劳累积, 并且由无氧疲劳指数确定子单元240确定的无氧疲劳指数描述了在无氧阶段主要在有氧疲劳指数之上的疲劳累积。

[0107] 有氧疲劳指数与无氧疲劳指数之间的这种区别的潜在发现在于, 锻炼的类型和这样的锻炼的相对强度是用于确定得到的疲劳的基本方面, 其中, 例如, 在用力高于无氧阈值的情况下, 来自高强度锻炼的疲劳会导致占主导的乳酸累积, 并且由较低强度的锻炼引起的疲劳会导致包括脱水和体温过高的不同的生理现象。

[0108] 由于分别针对高强度锻炼和低强度锻炼确定了不同的疲劳起源, 因此针对对应的疲劳指数能够应用不同的恢复轮廓。更确切地说, 为了从高乳酸浓度恢复, 低强度的锻炼能够是有利的, 而从低强度锻炼(即, 高有氧疲劳指数)的恢复时间将受到(甚至低强度的)持续进行的锻炼阻碍。有氧疲劳指数和无氧疲劳指数仅是第一疲劳指数和第二疲劳指数的两个示例, 并且在其他示例中, 能够采用取决于生理度量的特性的其他疲劳指数。

[0109] 因此, 有氧疲劳指数减量子单元230优先考虑有氧疲劳指数的特定恢复轮廓, 因为高心率和/或高训练冲量变量导致较低的减量贡献。例如, 跑步锻炼之后步行将增大有氧疲

劳指数的恢复时间。相反,无氧疲劳指数减量子单元260将确定对无氧疲劳指数的减小贡献,使得较高的心率和/或训练冲量变量将在某种程度上导致更大的减小。仅仅举例来说,跑步之后步行将减小无氧疲劳指数的恢复时间,因为柔和的锻炼能够例如帮助从肌肉中溶解乳酸。

[0110] 仅仅举例来说,有氧疲劳指数 (LE) 和无氧疲劳指数 (HE) 的减小贡献能够利用下面的公式来确定,其中,当然也能够预想到不同的公式:

$$[0111] \quad \text{减小}_{LE} = e^{-\frac{Fitness}{\tau_{LE} \times TRIMP}}$$

$$[0112] \quad \text{减小}_{HE} = e^{-\frac{Fitness \times TRIMP}{\tau_{LE}}}$$

[0113] τ_{LE} 和 τ_{HE} 优选表示先前时间与当前时间之间的时间差,即,两个连续提供的心率之间的差或心率的采样频率。

[0114] 有氧疲劳指数增量子单元220基本上以与参考图1讨论的疲劳指数增量子单元120相同的方式操作。无氧疲劳指数增量子单元250能够依赖于与有氧疲劳指数增量子单元220相同的训练冲量变量,并且利用由加权函数确定单元80提供的加权函数对训练冲量变量进行加权,其中,加权函数仅在锻炼强度高并且因此属于无氧范围的情况下提供显著的权重。换句话说,由加权函数确定单元80确定的加权函数不显著地贡献,直到达到拐点或阈值,超过该拐点或阈值后,预期无氧疲劳的显著贡献和累积。在一个示例中,加权函数确定单元80能够基于sigmoid函数来确定加权函数,其中,sigmoid的拐点能够被定义为在例如对象可实现的训练冲量变量的最大值的80%的范围内。然而,在其他示例中,还预想到不同的函数,这些不同的函数满足将更多的权重放在更高锻炼强度的(即,无氧)锻炼上的要求,例如,阶梯函数、等等。

[0115] 在一个示例中,能够使用以下公式将确定有氧疲劳指数 (FILE) 和无氧疲劳指数 (FIHE) 的效应的函数在数学上表达为:

$$[0116] \quad FILE(t) \cong FILE(t-1) + TRIMP(t)$$

$$[0117] \quad FIHE(t) \cong FIHE(t-1) + TRIMP(t) \times Sigm(TRIMP(t))$$

[0118] 当然,在其他示例中,本领域技术人员也能够实施不同的数学关系。

[0119] 疲劳指数组合子单元270最终将有氧疲劳指数与无氧疲劳指数组合成全局疲劳指数。在一个基本示例中,疲劳指数组合子单元270能够将有氧疲劳指数与无氧疲劳指数加在一起,其中,在不同的示例中预想到其他形式的组合。备选地或额外地,系统1还能够直接且独立地提供由有氧疲劳指数确定子单元210确定的有氧疲劳指数和由无氧疲劳指数确定单元240确定的无氧疲劳指数。全局疲劳指数以及单独地有氧疲劳指数和无氧疲劳指数能够通过帮助避免过度训练、对训练强度设置剂量和估计恢复时间来帮助管理精英运动员和休闲运动员的训练计划。

[0120] 应当注意,并非所有参考图2描述的单元对于根据本发明的系统都是强制性的。例如,有利的系统能够采用多个疲劳指数而不需要延迟时间确定单元60,然而另外的优点则基于组合。

[0121] 图3示意性且示例性地示出了三种状态系统300的实施方式的流程图,该图示出了参考图2描述的系统1的示例性操作。系统1的三种状态是开始状态、增大状态和减小状态,

这三种状态能够从如上所述的对象能够处于的五种可能状态导出。示例性地描述流程图300以参考先前时间点确定在当前时间点处的全局疲劳指数。先前时间点优选是但不限于紧跟在当前时间点之前的时间点,例如,早一个时间步长。还如上所述,能够在稍晚阶段预先记录和分析或者能够在锻炼期间基本上实时地处理要针对其确定全局疲劳指数的整个锻炼。

[0122] 在步骤305处,基于输入302来确定当前延迟时间,其中,输入例如包括与当前锻炼时间相对应的心率、当前锻炼时间、诸如最大摄氧量的健康参数、静息心率、最大心率。备选的和/或额外的参数当然也能够被提供为输入302以在步骤305中确定延迟函数。根据所确定的延迟时间305,在连接310中判定当前锻炼时间是否大于延迟时间并且仅在当前锻炼时间长于延迟时间的情况下,在步骤315中激活开关并且确定疲劳指数的增大。

[0123] 步骤315中的疲劳指数增大基于输入312来确定,该输入包括例如针对当前时间点的HRR百分比。如上面详细描述,例如,因此能够基于输入312中包括的训练冲量变量来确定步骤315中的疲劳指数增大。

[0124] 在步骤320处,将在步骤315中确定的增量与先前有氧疲劳指数317(即,在紧跟在前面的时间点处的有氧疲劳指数)(其在步骤325中已经减小)相加。

[0125] 在步骤325中,基于输入322相应地减小先前有氧疲劳指数317,该输入包括例如在当前时间处的HRR百分比和健康参数。

[0126] 因此,在步骤320处,已经减小的紧跟在前面的有氧疲劳指数与在步骤315中确定的增量相加,以在步骤335中获得在当前时间处的有氧疲劳指数。

[0127] 另外,在步骤315中确定的增大的疲劳指数在步骤345中经受加权校正,其中,加权校正考虑活动的强度并且在无氧区域中进行锻炼的情况下利用较高的权重对所确定的疲劳指数增量进行加权。换句话说,在步骤345中,确定无氧疲劳指数的增大。为此,处理包括例如在当前时间处的心率储备百分比的输入342。

[0128] 在步骤350中,将在步骤345中确定的无氧疲劳指数增量与在步骤355中已经减小的先前无氧疲劳指数347相加。在步骤355中以与步骤325中相同的方式对有氧疲劳指数实施减小,并且采用例如还包括在当前时间处的心率储备百分比和健康参数的输入352。在步骤350中进行相加之后,在步骤365中确定无氧疲劳指数。最后,能够在步骤370中将针对当前时间点的有氧疲劳指数与无氧疲劳指数进行相加,以在步骤375处获得在当前时间点处的全局疲劳指数。

[0129] 图4A和图4B示意性且示例性地示出了对象的一个锻炼过程。在相应的水平轴上指示例如以秒为单位的锻炼的时间。

[0130] 图4A示出了曲线图400,其中,随着在水平轴上的时间,在垂直轴上示出在锻炼期间对象的心率410。作为参考,提供静息心率420。能够看出,对象的心率相当低,直到时间点425,在此之后,心率在相当长的持续时间内保持较高水平。

[0131] 在图4B中,在图4A所示的相同时间间隔内绘制有氧疲劳指数435、无氧疲劳指数465和全局疲劳指数475的发展。能够看出,由于延迟时间的影响,疲劳在位置460处开始发生,该位置晚于点425,在该点处对象开始以增大的强度进行锻炼。还能够看出,由于对象的锻炼处于相当低的强度,因此全局疲劳指数475基本上对应于有氧疲劳指数435,而没有发展出显著的无氧疲劳465。

[0132] 图5A和图5B以与图4A和图4B所示的方式相同的方式示出了对象的另外的锻炼,其中,对象在图5A和图5B的示例中进行高强度锻炼。当将图5A和图5B与图4A和图4B进行比较时,能够看到本发明的两个效应。在图5A中的时间点525处,对象开始进行高强度锻炼。与图4A和图4B相比,高强度活动的开始与疲劳的累积之间的时间差(即,延迟时间)缩短。换句话说,更高的强度导致更短的延迟时间。因此,在图5B中,疲劳累积已经在用560指示的时间点处开始。接下来,由于高强度锻炼,能够检测到无氧疲劳指数465的显著贡献。如上所述,能够单独分析无氧疲劳指数465和有氧疲劳指数435并实施对应的恢复轮廓。

[0133] 图6示出了示例性地图示用于图1和图2中示例性地示出的用于量化对象的身体疲劳的系统1的用于量化对象的身体疲劳的方法600的实施例的流程图。

[0134] 在步骤610中,提供对象的锻炼时间,即,提供锻炼的开始之后的时间。在一个示例中,锻炼时间由锻炼计时器提供单元10提供。

[0135] 在步骤620中,例如借助于心率提供单元20提供与步骤610中提供的锻炼时间相对应的对象的心率作为生理度量的示例。

[0136] 在步骤630中,确定对象的疲劳指数。在一个示例中,疲劳指数能够是先前确定的疲劳指数,例如与紧跟在前面的时间点相对应的疲劳指数。例如,能够根据上述原理任性地减小所确定的疲劳指数。在一个示例中,在步骤630中确定有氧疲劳指数和无氧疲劳指数作为第一疲劳指数和第二疲劳指数的示例,其中,这两个指数具有基于生理度量的各自不同的特性。

[0137] 在步骤640中,基于在步骤620中提供的心率来确定延迟时间。在一个示例中,延迟时间由延迟时间确定单元60提供。

[0138] 在步骤650中,例如借助于疲劳指数增量子单元120、有氧疲劳指数增量子单元220和/或无氧疲劳指数增量子单元250,基于心率来增大疲劳指数。在且仅在步骤610中提供的锻炼时间超过在步骤640中确定的延迟时间的情况下增大疲劳指数。换句话说,首先比较锻炼时间是否超过延迟时间,然后在步骤650中基于该比较的结果来增大在步骤630中确定的疲劳指数。因此,长期低强度活动也能够得到可靠的疲劳指数。

[0139] 应当注意,上述示例是参考心率作为生理度量来描述的。然而,在其他示例中,也能够采用其他生理度量提供单元来代替心率提供单元20。此外,虽然有氧疲劳指数确定子单元和无氧疲劳指数确定子单元被描述为第一疲劳指数确定子单元和第二疲劳指数确定子单元的示例,但是也预想到例如取决于生理度量的其他特性的不同的第一疲劳指数和第二疲劳指数。

[0140] 在一个示例中,锻炼计时器提供单元10、心脏提供单元20、静息心率提供单元30、最大心率提供单元40、心率储备确定单元50、延迟时间确定单元60、训练冲量变量确定单元70、加权函数确定单元80、健康参数提供单元90、包括疲劳指数增量子单元120和疲劳指数减量子单元130的疲劳指数确定单元100、包括有氧疲劳指数确定子单元210、有氧疲劳指数增量子单元220、有氧疲劳指数减量子单元230、无氧疲劳指数确定子单元240、无氧疲劳指数增量子单元250、无氧疲劳指数减量子单元260和疲劳指数组合子单元270的疲劳指数确定单元200能够被实施在运动手表和/或运动跟踪应用上,例如,它们能够被安装在移动电话上。然而,在其他示例中,前面提到的单元和/或子单元中的一个、多个或全部能够被实施在服务器上,并且例如通过使用移动电话、便携式计算机设备和/或固定式计算机设备经由

网络接口来访问。在该示例中,由锻炼计时器提供单元10、心率提供单元20、静息心率提供单元30、最大心率提供单元40和健康参数提供单元90提供的数据能够被存储在服务器上的数据库中。

[0141] 计算机程序可以被存储/被分布在合适的介质上,例如与其他硬件一起或作为其他硬件的部分供应的光学存储介质或固态介质,但是也可以被以其他形式分布,例如经由互联网或其他有线或无线的电信系统。

[0142] 本领域技术人员通过研究附图、说明书以及随附权利要求书,在实践请求保护的发明时能够理解并实现对所公开的实施例的其他变型。

[0143] 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。

[0144] 单个单元或设备可以实现在权利要求中记载的若干项的功能。虽然某些措施被记载在互不相同的从属权利要求中,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。

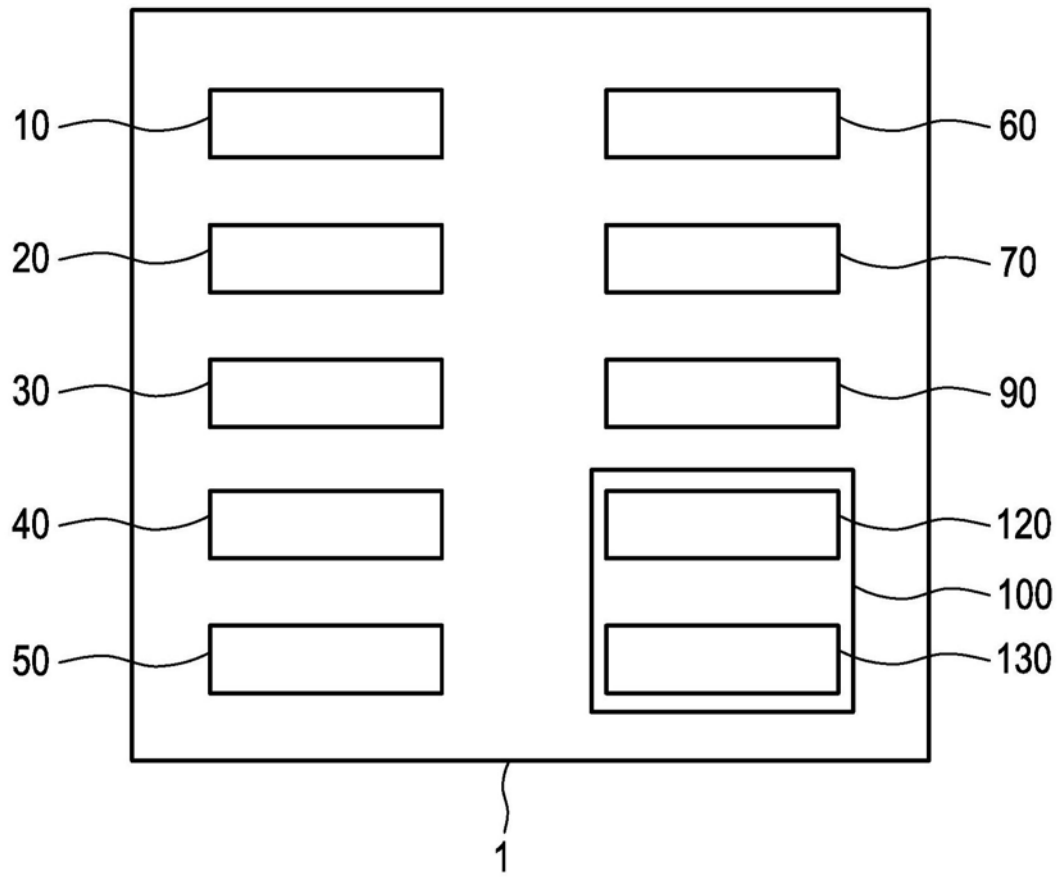


图1

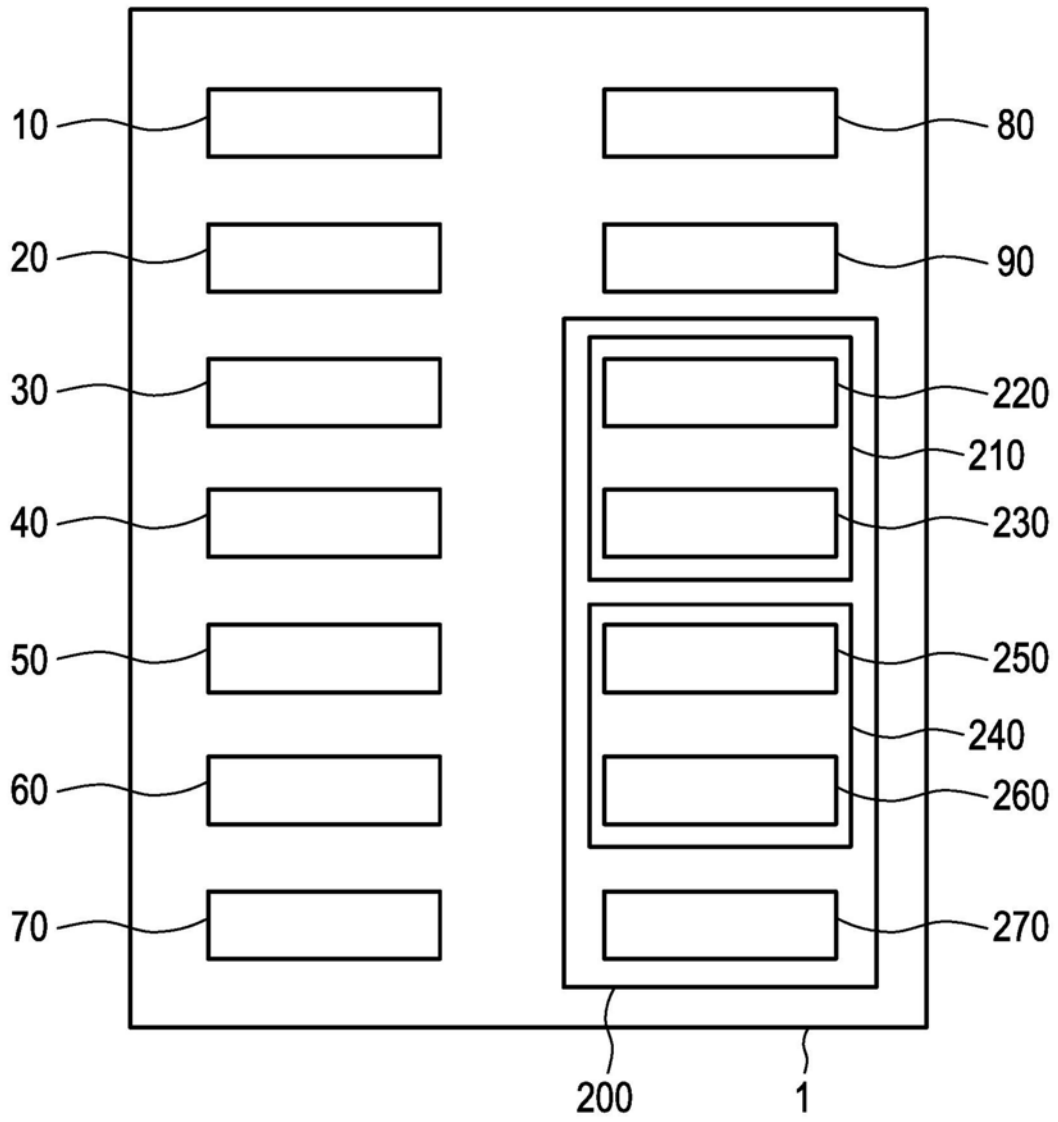


图2

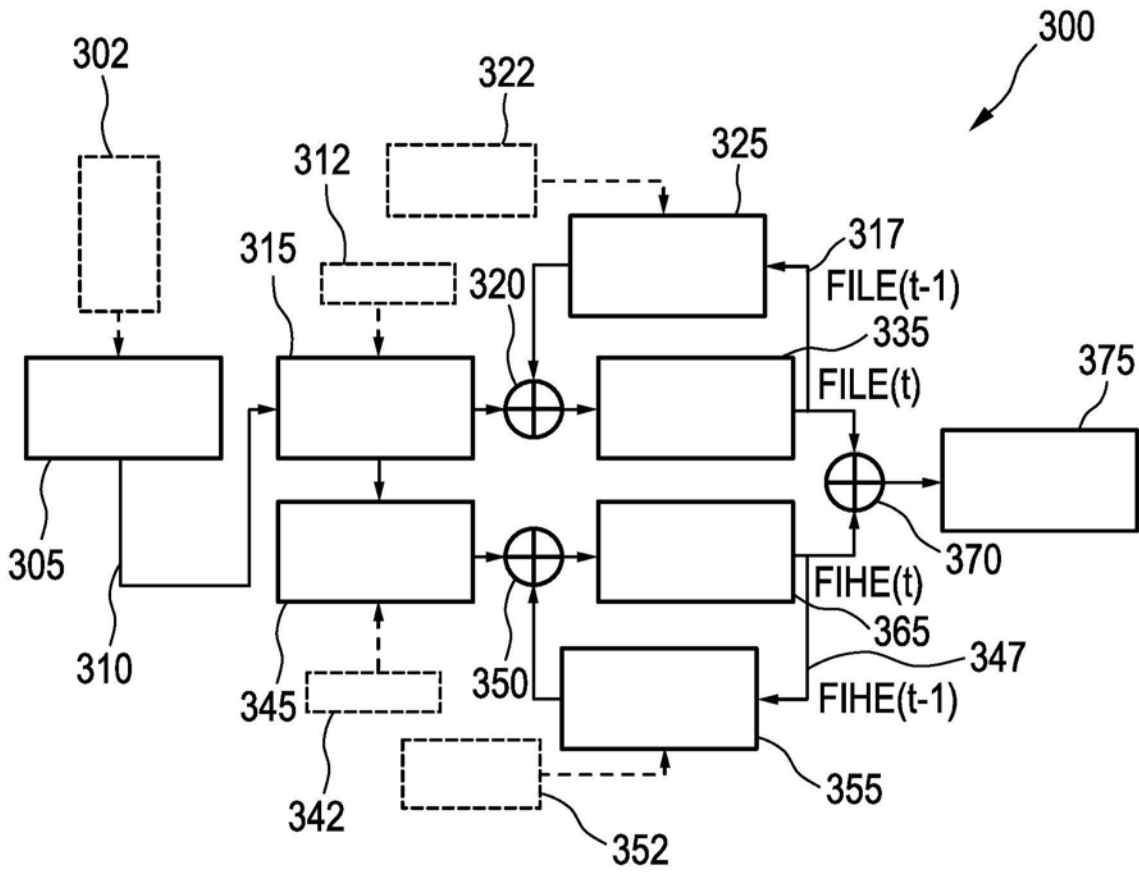


图3

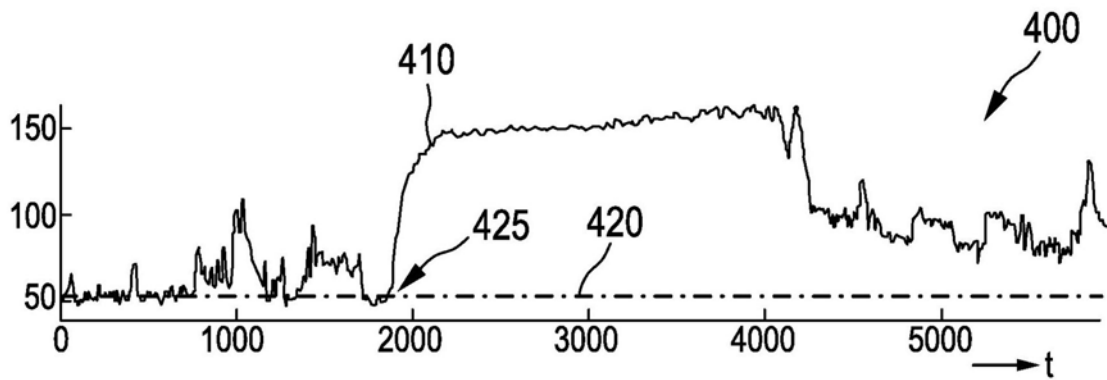


图4A

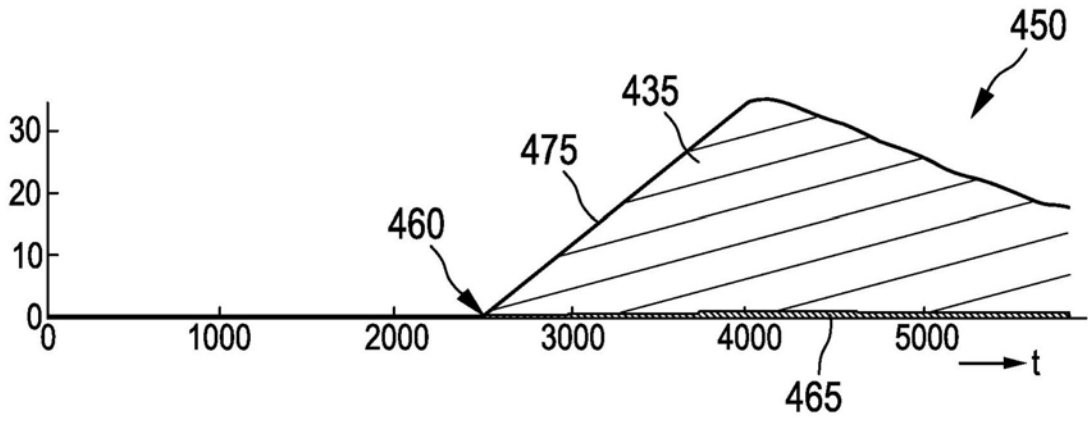


图4B

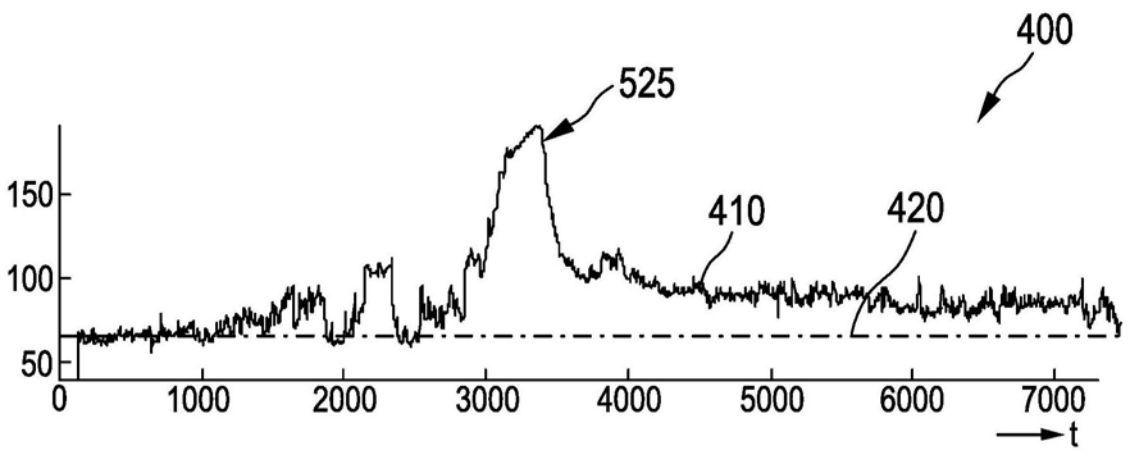


图5A

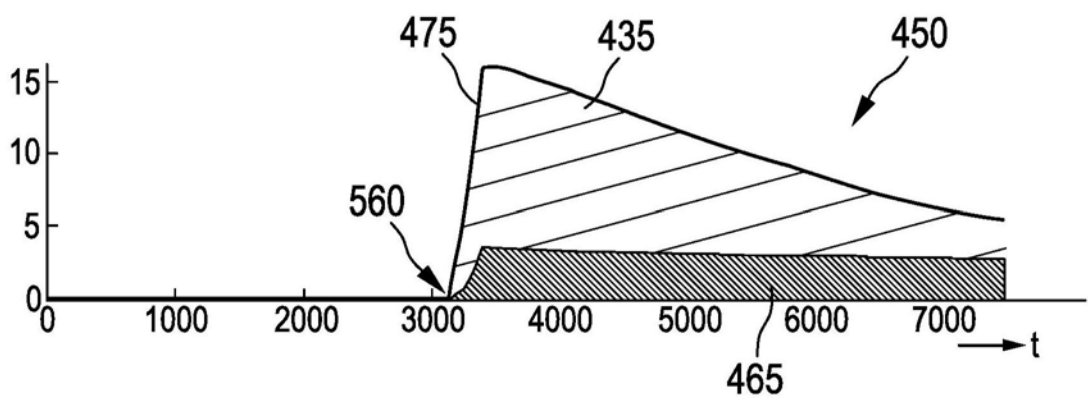


图5B

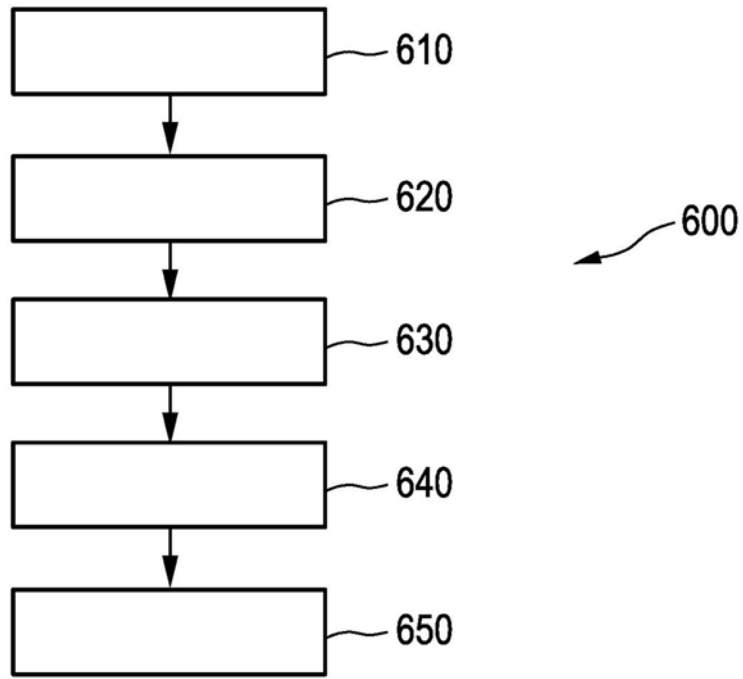


图6

专利名称(译)	用于量化对象的身体疲劳的系统、方法和计算机程序		
公开(公告)号	CN109922719A	公开(公告)日	2019-06-21
申请号	CN201780068486.4	申请日	2017-11-03
[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	AG博诺米 F萨尔托尔 G帕皮尼		
发明人	A·G·博诺米 F·萨尔托尔 G·帕皮尼		
IPC分类号	A61B5/0205 A61B5/024 A61B5/11 A61B5/22 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0205 A61B5/02438 A61B5/1118 A61B5/222 A61B5/4866 A61B2503/10 A61B2505/09 A61B5/02405 A61B5/165 G06F3/015 G06F2203/011		
代理人(译)	李光颖 王英		
优先权	2016197478 2016-11-07 EP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供了一种用于量化身体疲劳的系统、方法和对应的计算机程序，所述系统包括：生理度量提供单元(20)，其用于提供所述对象的生理度量；疲劳指数确定单元(200)，其用于确定所述对象的疲劳指数。所述疲劳指数确定单元(200)包括第一疲劳指数确定子单元(210)和第二疲劳指数确定子单元(240)，所述第一疲劳指数确定子单元用于基于所述生理度量来确定第一疲劳指数，所述第二疲劳指数确定子单元用于基于所述生理度量来确定第二疲劳指数。所述第一疲劳指数和所述第二疲劳指数具有基于所述生理度量的各自不同的特性。所述系统、方法和对应的计算机程序改善了对对象的身体疲劳的量化。

