



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109330583 A

(43)申请公布日 2019.02.15

(21)申请号 201811006516.1

(22)申请日 2018.08.31

(71)申请人 苏州心生智能科技有限公司

地址 215000 江苏省苏州市常熟市辛庄大道4号

(72)发明人 郑明 李星辰 吴伟 徐学春
彭继湘

(51)Int.Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/0245(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A63B 71/06(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

基于心电信号检测运动后过氧消耗的检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于心电信号检测运动后过氧消耗的检测方法,包括如下步骤:通过亲肤导电纤维信号采集单元采集人体心电信号;将上述心电信号处理为心电数据,获得心率次数HR;根据HR计算氧消耗量 VO_2 ;应用供需微分方程测定过氧消耗EPOC。本发明有益效果为:测量方便准确。

1. 基于心电信号检测运动后过氧消耗的检测方法,其特征在于,包括如下步骤:
通过亲肤导电纤维信号采集单元采集人体心电信号;
将上述心电信号处理为心电数据,获得心率次数HR;
根据HR计算氧消耗量 V_{O_2} ;
根据HR(reserve),即HR(max)与HR(rest)之差,和 V_{O_2} (reserve),即 V_{O_2} (max)与 V_{O_2} (rest)之差,计算 V_{O_2} (max)百分数;
应用供需微分方程测定过氧消耗EPOC。

2. 根据权利要求1所述的基于心电信号检测运动后过氧消耗的检测方法,其特征在于,供需微分方程为:

$$EPOC(t+1) = EPOC(t) + a * e^{b * V} - c * e^{d * (1-V)} * EPOC(t)$$

其中,

V为 V_{O_2} (max)百分数;

EPOC(0)=0(初始化);

a, b, c和d为经验参数;采取基于循环神经网络的深度学习算法进行动态修正;a, b, c和d的先验模型的初值依据经验参数进行设定;

e为自然对数底数;

t为时间。

基于心电信号检测运动后过氧消耗的检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及基于心电信号检测运动后过氧消耗的检测方法。

背景技术

[0002] 在运动与体能的测定领域中,测评与追踪测定运动后过氧消耗(EPOC),可以为使用者和其教练提供有关心肺功能、个人训练效果及训练恢复计划优化参考的重要数据。EPOC是指可以测量出的运动后的摄氧速率增量,经常是在运动后大于等于个人最大摄氧量($VO_2 \max$)的50-60%。产生EPOC的主要原因是,运动时明显破坏了体内的摄氧速率与耗氧速率的平衡,因此需要增加运动过后的摄氧速率,以将身体从新恢复到静息时的平衡状态。经过现有的研究结果发现,EPOC与运动强度、持续时间、运动类型和个人体能水平这四个因素相关。现有研究已经表明,EPOC与运动强度和运动持续时间呈线性关系。此外,相对于经常训练的人,未经训练的人具有更慢的EPOC恢复时间。在剧烈运动期间,当身体无法借助于其有氧反应产生的能量以维持当前运动强度时,无氧反应产生的能量就为身体提供额外的能量,同时也会产生乳酸盐的副产物。由于移除乳酸的过程是发生在EPOC期间的,因此EPOC与乳酸盐的量变曲线相关。

[0003] 目前,基于心率、速度、肌电等信号监控的可穿戴设备给人们的日常生活和体能锻炼提供了很好的监控和指导作用,但是随着可穿戴设备的日益发展以及人们对生活质量提升的追求,人们不仅仅满足于对自身心率、心电、肌电等生理数据的监测,更对基于这些初级生理指标推算出来的高级生理指标,如EPOC(运动后过氧消耗)等有较强的需求,以做出更加适合自己的合理的运动计划。基于心电信号的初级生理指标和其衍生的高级生理指标,已经开展了广泛的研究。

发明内容

[0004] 本发明提供一种基于心电信号检测运动后过氧消耗的检测方法,包括如下步骤:

通过信号亲肤导电纤维采集单元采集人体心电信号;

将上述心电信号处理为心电数据,获得心率次数HR;

根据HR计算氧消耗量 VO_2 ;

根据HR(reserve),即HR(max)与HR(rest)之差,和 VO_2 (reserve),即 VO_2 (max)与 VO_2 (rest)之差,计算 VO_2 (max)百分数;

应用供需微分方程测定过氧消耗EPOC。

[0005] 优选地,

供需微分方程为:

$$EPOC(t+1) = EPOC(t) + a * e^{b * V} - c * e^{d * (1-V)} * EPOC(t)$$

其中,

V为 VO_2 (max)百分数;

EPOC(0)=0(初始化);

a, b, c和d为经验参数;采取基于循环神经网络的深度学习算法进行动态修正;a, b, c和d的先验模型的初值依据经验参数进行设定;

e为自然对数底数;

t为时间。

[0006] 根据下面方程可递推计算得出EPOC,

$$dEPOC / dt = a * e^{b * V} - c * e^{d * (1 - V)} * EPOC$$

初始值, EPOC (0) = 0;

$$EPOC (t + 1) = EPOC (t) + a * e^{b * V} - c * e^{d * (1 - V)} * EPOC (t)$$

现有用于测定EPOC的装置所需的辅助设备较多,并不适用于可穿戴设备,使用者很难携带全套装备进行自由的运动,尤其是户外的剧烈运动以及需要多个器材协同的运动场景,装备的复杂性十分影响使用和测试。并且,现有的算法多是从多个传感器采集的信号综合运算的,计算量和传输量较大,并不适合小型可穿戴设备。

[0007] 本发明主要通过皮肤表面电极,使用无痛、无创口的方法采集使用者的心电信号,并将心电信号处理为心电数据,并根据心电数据计算出运动后过氧消耗数据,为用户的运动、锻炼、学习和生活等活动提供一定的指导。

[0008] 传统测量过氧消耗(EPOC)的方法主要通过呼吸机检测法、间接量热法以及抽血测定等,这些方法很难用在日常的训练上。本发明将信号采集单元的皮肤表面电极内嵌于服装上,在用户日常训练中,本发明可以实时测定使用者的心率,并计算出运动后过氧消耗数据。随着传统的有氧运动减脂方法的淘汰,高强度循环训练方法(HIIT)的兴起,过氧消耗量是评估高强度循环训练方法的训练效果的一种有效手段,能够有效的评估出该训练的运动减脂效果,这是传统的心率呼吸等指标难以完成的。本发明能够测定运动后过氧消耗数据,可以与人体生理学模型挂钩,获得例如激素水平变化、身体组成变化以及其他生理波动或者生理行为等其他额外生理参数。

[0009] 本发明主要依靠可穿戴的皮肤表面电极采集心电信号,并采用算法计算运动后过氧消耗(EPOC),避免了传统的间接量热法、抽血测量法等昂贵、不舒适、侵入体内的问题。

[0010] 本发明将信号采集单元的皮肤表面电极内嵌于服装上,皮肤表面电极是在服装中进行心电信号采集的贴点,皮肤表面电极对心电信号采集质量、服装舒适性、服装使用寿命等都有着重大影响。

[0011] 目前医用的一次性纺纱石墨采集电极,存在皮肤亲和性差、使用寿命短、不易反复使用、与服装集成难度大等问题。

[0012] 本发明对亲肤导电纤维进行了特别优化,使亲肤导电纤维具有导电性能好、皮肤亲和性好、耐氧化、耐磨、耐水洗、耐老化、使用寿命长等特性,适于制成柔性织物。

[0013] 本发明所用的皮肤表面电极,是由上述亲肤导电纤维制成的柔性织物,其具有和服装面料近乎相同的柔软手感,对皮肤无刺激,嵌入衣服面料之中,穿着舒适,可作为心电信号采集的贴点。

[0014] 本发明有益效果为:测量方便准确。

具体实施方式

[0015] 下面结合实施例,对本发明的具体实施方式作进一步描述。以下实施例仅用于更

加清楚地说明本发明的技术方案,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0016] 本发明具体实施的技术方案是:

一种基于心电信号检测运动后过氧消耗的检测方法,包括如下步骤:

通过信号亲肤导电纤维采集单元采集人体心电信号;

将上述心电信号处理为心电数据,获得心率次数HR;

根据HR计算氧消耗量 V_{O_2} ;

根据HR(reserve),即HR(max)与HR(rest)之差,和 V_{O_2} (reserve),即 V_{O_2} (max)与 V_{O_2} (rest)之差,计算 V_{O_2} (max)百分数;

应用供需微分方程测定过氧消耗EPOC。

[0017] 优选地,

供需微分方程为:

$$EPOC(t+1) = EPOC(t) + a * e^{b * V} - c * e^{d * (1-V)} * EPOC(t)$$

其中,

V为 V_{O_2} (max)百分数;

EPOC(0)=0(初始化);

a, b, c和d为经验参数;采取基于循环神经网络的深度学习算法进行动态修正;a, b, c和d的先验模型的初值依据经验参数进行设定;

e为自然对数底数;

t为时间。

[0018] 根据下面方程可递推计算得出EPOC,

$$dEPOC / dt = a * e^{b * V} - c * e^{d * (1-V)} * EPOC$$

初始值, EPOC(0)=0;

$$EPOC(t+1) = EPOC(t) + a * e^{b * V} - c * e^{d * (1-V)} * EPOC(t)$$

以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

专利名称(译)	基于心电信号检测运动后过氧消耗的检测方法		
公开(公告)号	CN109330583A	公开(公告)日	2019-02-15
申请号	CN201811006516.1	申请日	2018-08-31
[标]发明人	李星辰 吴伟 徐学春 彭继湘		
发明人	郑明 李星辰 吴伟 徐学春 彭继湘		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/0245 A61B5/00 A63B71/06		
CPC分类号	A61B5/0402 A61B5/0245 A61B5/04012 A61B5/7264 A61B5/7271 A63B71/0619 A63B2230/04 A63B2230/75		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于心电信号检测运动后过氧消耗的检测方法，包括如下步骤：通过亲肤导电纤维信号采集单元采集人体心电信号；将上述心电信号处理为心电数据，获得心率次数HR；根据HR计算氧消耗量VO₂；应用供需微分方程测定过氧消耗EPOC。本发明有益效果为：测量方便准确。