



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110974182 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911395515.5

(22)申请日 2019.12.30

(71)申请人 中国科学院合肥物质科学研究院
地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路350号

(72)发明人 李哲茹 杨先军 马祖长 丁增辉
姚志明 高理升 王辉 许杨
曹庆庆 王翔 王彦彩

(74)专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责
任公司 11251

代理人 安丽

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/053(2006.01)

A61B 5/22(2006.01)

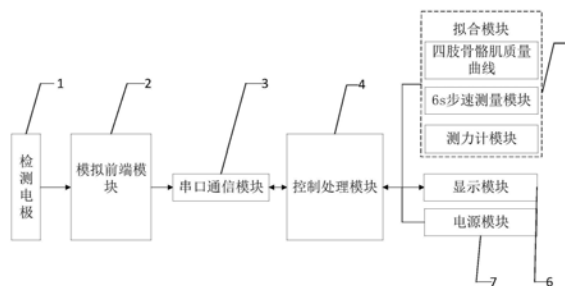
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于生物电阻抗法的肌少症风险评估系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于生物电阻抗法的肌少症风险评估系统,引入相位角的值作为肌少症风险评价指标,包括电极模块、模拟前端模块、电源模块、拟合模块、串口通信模块、MCU控制模块和显示模块。MCU控制模块控制模拟前端产生激励电流完成检测样本生物阻抗信息采集并基于此计算得到相位角。拟合模块通过大样本训练得到肌少症患病风险评价模型和四肢骨骼肌质量曲线,将患有肌少症人群的相位角和四肢骨骼肌质量作为高风险的阈值,健康人群的相位角和四肢骨骼肌质量作为低风险的阈值,具体可分为肌少症患病低风险,肌少症患病中风险和严重肌少症患病高风险。MCU控制模块根据相位角和四肢骨骼肌质量完成肌少症患病风险评估并由显示模块呈现结果。



1. 一种基于生物电阻抗法的肌少症风险评估系统,其特征在于,包括:模拟前端模块、电极模块、MCU控制模块、串口通信、拟合模块、显示模块和电源模块;

电极模块:置于人体四肢末端,并设有与模拟前端模块输入端相连的输出端;

模拟前端模块,通过SPI通信与MCU控制模块进行互联,实现MCU控制模块调制模拟前端模块产生激励电流作用于电极模块,采集处理电极模块输出的电压信号,处理得到人体阻抗信息,结果回传MCU模块处理的双向功能;

MCU控制模块:与模拟前端模块、拟合模块、串口通信模块、显示模块和电源模块互联,控制并协调所有模块完成工作,接收模拟前端传入的人体阻抗信息并通过计算得出相位角数据,相位角能够反映人体细胞活力并与肌力大小和肌肉功能具有高相关性,MCU控制模块接收模拟模块传入的肌少症患病评价体系模型和四肢骨骼肌质量拟合曲线,根据相位角与肌力大小和肌肉功能的相关性完成肌少症患病风险评估结果,并将结果输出到显示模块进行展示;

拟合模块:由四肢骨骼肌质量拟合曲线、6s步速测量模块和测力计模块组成,将不同年龄、性别和健康状况的大样本测量人群的四肢骨骼肌质量基于人体阻值的多元线性回归法进行拟合,得到身高、体重、年龄、性别、人体阻抗信息和骨骼肌质量的关系,6s步速测量、测力数据和骨骼肌质量依据亚洲肌少症患病标准建立肌少症患病模型,根据相位角与肌力大小和肌肉功能的高相关性,将相位角和骨骼肌质量指数作为肌少症风险评价模型主要参数,建立肌少症患病风险评价模型,输出骨骼肌质量曲线和肌少症患病评价模型至MCU控制模块;

串口通信模块:与MCU控制模块互联实现处理数据接外部服务扩展程序的输入端;

电源模块:为整个系统进行供电;

显示模块:与MCU控制模块互联,显示模块将人体身高、体重、年龄和性别输入信息输出至MCU模块,并接收MCU控制模块出的肌少症评价结果并显示。

2. 根据权利要求1所述基于生物电阻抗法的肌少症风险评估系统,其特征在于:所述拟合模块依据包含健康与患病的真实大样本人群测力数据、6米步速数据、身高、体重、年龄、性别和四肢骨骼肌质量数据,测力数据、6米步速数据和骨骼肌质量依据亚洲肌少症患病标准得到肌少症患病模型,根据身高、体重、年龄、性别和四肢骨骼肌质量数据并运用多元线性回归拟合算法得到四肢骨骼肌质量曲线,根据相位角与肌力大小和肌肉功能的高相关性进行分析并建立以相位角和骨骼质量肌为主要参数的肌少症患病风险评价模型。

3. 根据权利要求1所述基于生物电阻抗法的肌少症风险评估系统,其特征在于:所述模拟前端模块有两个独立的信号链,通过模拟前端模块内部产生一个进入人体的正弦电流来测量人体阻抗信息,并根据阻抗信息计算能够得到相位角。

4. 根据权利要求1所述基于生物电阻抗法的肌少症风险评估系统,其特征在于:所述MCU控制模块通过人体阻抗信息计算得到相位角,通过身高、年龄、性别和体重参数得到四肢骨骼肌质量,结合肌少症患病风险评价得到结果。

一种基于生物电阻抗法的肌少症风险评估系统

技术领域

[0001] 本发明肌少症风险评估系统,特别涉及一种基于生物电阻抗法的肌少症风险评估系统。

背景技术

[0002] 肌肉骨骼系统在保持体位、完成运动、保护重要内脏器官及机体体内环境稳态等方面发挥着重要的作用。人体骨骼肌质量和肌肉力量下降到一定程度则出现肌少症,也标志着人体“由盛转衰”的一个关键性节点,对人有着很大的危险和伤害。

[0003] 目前,肌少症的诊断在国际或者国内都没有一个统一的标准。欧美以及其它国家肌肉减少症的流行诊断方法并不适用于亚洲人群群体。根据亚洲人群的特点,亚洲主流的肌少症患病评估通过肌力的大小、肌肉质量大小以及肌肉的功能这三个方面来对人体进行肌少症诊断。肌力的大小常用测力计测量结果表达,肌肉功能常用6米步速测量结果表达,肌肉质量大小需要专用设备仪器测量得到。但是,测力计和6米步速易测量但耗时较长,肌肉质量大小测量仪器价格较高普及度较低,但是可以基于电阻抗运用多元线性回归拟合法计算得到。

发明内容

[0004] 本发明的技术问题:克服现有技术的不足,提供一种基于生物电阻抗法的肌少症评估系统,基于人体相位角与肌力大小和肌肉功能的高度相关性,引入相位角参数作为肌少症风险评估标准,实现人体肌少症风险的快速评价。

[0005] 本发明的技术方案是:

[0006] 一种基于生物电阻抗法的肌少症风险评估系统,包括:模拟前端模块、电极模块、MCU控制模块、串口通信、拟合模块、显示模块和电源模块;

[0007] 电极模块:置于人体四肢末端,并设有与模拟前端模块输入端相连的输出端;

[0008] 模拟前端模块,采用TI公司生产的AFE4300芯片,通过SPI通信与MCU控制模块进行互联,实现MCU控制模块调制模拟前端模块产生激励电流作用于电极模块,采集处理电极模块输出的电压信号,处理得到人体阻抗信息,结果回传MCU模块处理的双向功能;

[0009] MCU控制模块:以单片机为核心组成,与模拟前端模块、拟合模块、串口通信模块、显示模块和电源模块互联,控制并协调所有模块完成工作,接收模拟前端传入的人体阻抗信息并通过计算得出相位角数据,相位角能够反映人体细胞活力并与肌力大小和肌肉功能具有高相关性,MCU控制模块接收模拟模块传入的肌少症患病风险评价模型和四肢骨骼肌质量拟合曲线,根据相位角与显示模块传入的身高、体重、年龄和性别等多元参数完成肌少症患病风险评估,并将评估结果输出到显示模块进行展示;

[0010] 拟合模块:由四肢骨骼肌质量拟合曲线、6s步速测量模块和测力计模块组成,将不同年龄、性别和健康状况的大样本测量人群的四肢骨骼肌质量基于人体阻值的多元线性回归法进行拟合,得到身高、体重、年龄、性别、人体阻抗信息和骨骼肌质量的关系曲线,6s步

速测量、测力数据和四肢骨骼肌质量依据亚洲肌少症患病标准进行肌少症患病模型,依据相位角与肌力大小和肌肉功能的高相关性建立以相位角和骨骼肌质量为主要参数的肌少症患病风险评价模型,并将肌少症风险模型和四肢骨骼肌质量曲线送至MCU控制模块;

[0011] 串口通信模块:与MCU控制模块互联实现处理数据接外部服务扩展程序的输入端;

[0012] 电源模块:主要包括充电电池、充电接口和充电电路,为整个系统进行供电;

[0013] 显示模块:与MCU控制模块互联,显示模块将人体身高、体重、年龄和性别等输入信息输出至MCU模块,并接收MCU控制模块出的肌少症评价结果并显示。

[0014] 所述拟合模块依据包含健康与患病的真实大样本人群测力数据、6米步速数据、身高、体重、年龄、性别和四肢骨骼肌质量数据,测力、6米步速数据依据亚洲肌少症患病标准得到肌少症患病模型,根据身高、体重、年龄、性别和四肢骨骼肌质量数据并运用多元线性回归拟合算法得到四肢骨骼肌质量曲线,根据患病模型分析是否患病跟骨骼质量肌和相位角的相关性,并建立肌少症风险评估模型。

[0015] 所述模拟前端模块有两个独立的信号链,通过芯片内部产生一个进入人体的正弦电流来测量人体阻抗信息,通过计算获得人体相位角数据。

[0016] 所述MCU控制模块通过阻抗信息计算得到相位角,根据身高、年龄、性别和体重参数与四肢骨骼肌质量曲线计算得到四肢骨骼肌质量,结合肌少症患病风险评估模型得到风险评估结果。

[0017] 本发明与现有技术相比具有的有益效果在于:

[0018] 本发明使用生物电阻抗法对肌少症风险进行评价,根据相位角与肌力大小和肌肉功能的相关性引入相位角作为评价指标之一是一种全新的创举,与常用评价体系相比,相位角指标的引入能够更加方便快速的进行肌少症风险评估。

附图说明

[0019] 图1为本发明的结构组成框图;

[0020] 图2为本发明的系统工作流程图;

[0021] 图3为本发明前期验证相位角与肌力大小和肌肉功能相关性实验图,上图是:相位角与肌力大小相关性实验图;下图是:相位角与肌力大小和肌肉功能相关性实验图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图及实施例对本发明进行详细说明。

[0023] 如图1所示,本发明的结构组成示意图,检测电极1放置于人体四肢末端、模拟前端模块2、串口通信模块3、MCU控制模块4、拟合模块5、显示模块6和电源模块7,该系统通过MCU控制模块4控制模拟前端模块2产生激励电流作用于检测电极1,模拟前端2解析由检测电极1回传的测量电压信号,通过IQ乘法解调得到人体阻抗信息,IQ解调的输入信号 $V(t)$ 表示为 $V(t) = A|Z|\sin(\omega_0 t + \theta)$,其中A为信号幅度,Z为待测生物电阻抗模值, θ 为相位, ω_0 为角频率,t为时间,IQ解调的参考信号 $V_r(t)$ 由同一时钟频率信号经过DDS/DAC转换而成,与产生的激励电流信号相位及频率相同表示为 $V_r(t) = \sin(\omega_0 t)$,参考信号信号直接控制了同相路径上的开关,并在 90° 延迟后控制正交路径上的开关,这种切换的结果就是将同相位I路径上的开关,并在 90° 延迟后控制正交(Q)路径上的开关,这种切换的结果就是将乘以一个

从-1到1的方波信号。经过乘法器之后,得到的输出电压 $V_{mI}(t)$ 表示为

$V_{mI}(t) = \frac{A|Z|}{2}[\cos\theta - \cos(2\omega_0t + \theta)]$,与输入信号 $V(t)$ 经过乘法器之后,得到的输出电压为:

$V_{mQ}(t) = \frac{A|Z|}{2}[\cos(\theta) - \cos(2\omega_0t + \theta)]$,然后将得到的信号经过一个截止频率小于 2ω 的低通

滤波器,则将高频的信号全部滤除,只剩下直流分量,用 V_{out1} 代表I通道所得到的直流分量,

而 V_{out2} 代表的是Q通道所得到的直流分量,则可得到 $V_{out1}(t) = \frac{A|Z|}{2}\cos\theta = K|Z|\cos(\theta)$ 和

$V_{out2}(t) = \frac{A|Z|}{2}\sin(\theta) = K|Z|\sin(\theta)$,MCU控制模块4根据通过计算 $V_{out1}(t)$ 与 $V_{out2}(t)$ 之比的反

切值得到生物阻抗的相角 $\theta = \arctan \frac{V_{out2}}{V_{out1}}$ 和阻抗模值 $Z = \frac{1}{K} \sqrt{(V_{out1})^2 + (V_{out2})^2}$ 。拟合模块5

根据包含肌少症患病不同程度人群和健康人群的大样本集合,运用多元线性回归拟合算法得到四肢骨骼肌质量曲线,基于体重、年龄、性别、以及身高(Ht)等参数建立骨骼肌含量(SM)的模型:

$$[0024] \quad SM = a_0 + a_1 \times \frac{Ht}{Z_{\text{左上肢}}} + a_2 \times \frac{Ht}{Z_{\text{右上肢}}} + a_3 \times \frac{Ht}{Z_{\text{左下肢}}} + a_4 \times \frac{Ht}{Z_{\text{右下肢}}} + a_5 \times weight + a_6 \times age,$$

[0025] 其中,weight代表的是体重(kg),age代表的是年龄(岁),Ht则代表的是身高(cm),而 $Z_{\text{左上肢}}$ 、 $Z_{\text{右上肢}}$ 、 $Z_{\text{左下肢}}$ 、 $Z_{\text{右下肢}}$ 分别为所测得的人体的左上肢阻抗、右上肢阻抗、左下肢阻抗和右下肢阻抗,通过过最小二乘法进行训练得到 a_0 、 a_1 ... a_6 的权重值,进而得到质量骨骼肌曲线。拟合模块5收集6秒步速测量结果、测力计结果,根据6秒步速和测力结果建立肌少症患病模型,相对于亚洲肌少症的诊断标准,男性握力低于26N标准且6m步速低于0.8m/s标准和女性握力低于18N标准和6m步速低于0.8m/s的认为患有肌少症。拟合模块5根据肌少症患病模型结果,根据相位角与肌力大小和肌肉功能的相关性(图3给出),将相位角和骨骼肌质量指数作为肌少症风险评价模型主要参数,根据前期样本数据分析(图3的分析)建立肌少症风险评价模型,男性四肢骨骼肌质量指数 $>9\text{kg}/\text{m}^2$,相位角 $>6.9^\circ$ 认为低风险, $7.0\text{kg}/\text{m}^2 <$ 四肢骨骼肌质量指数 $\leq 9\text{kg}/\text{m}^2$ 或 $5.0^\circ <$ 相位角的值 $\leq 6.9^\circ$ 认为中风险,四肢骨骼肌质量指数 $\leq 7.0\text{kg}/\text{m}^2$ 且相位角的值 $\leq 5.0^\circ$ 认为高风险;女性四肢骨骼肌质量指数 $>7\text{kg}/\text{m}^2$,相位角 $>5^\circ$ 认为低风险, $5.7\text{kg}/\text{m}^2 <$ 四肢骨骼肌质量指数 $\leq 7\text{kg}/\text{m}^2$ 或 $4.6^\circ <$ 相位角的值 $\leq 5.8^\circ$ 认为中风险,四肢骨骼肌质量指数 $\leq 5.7\text{kg}/\text{m}^2$ 且相位角的值 $\leq 4.6^\circ$ 认为高风险。MCU控制模块根据拟合模块送入的风险评价模型和质量骨骼肌曲线,结合显示模块6送入的身高、体重、年龄、性别和计算所得相位角得到评价结果,风险评价结果送至显示模块6进行显示。

[0026] 如图2所示为本发明的系统工作流程图,模拟前端芯片以TI公司生产的AFE4300为基础开发,初始化完成首先进行体重测量,然后调整外部的输入时钟频率作为模拟前端模块的系统时钟,分别产生频率为8kHz、16kHz、32kHz、64kHz、128kHz以及256kHz的激励电流信号,再选择相对应的接入激励电流的通道将激励电流通过电极施加在待测生物体上,电极将采集到的电压幅值和相位通过配置好的电压通道回传至前端模拟模块并进行IQ解调(乘法解调),解调后数据由MCU控制模块处理和计算得到相位角数据,MCU控制模块将显示模块回传的测试者体重、年龄、性别和身高信息代入拟合模块回传的四肢骨骼肌质量拟合

曲线,得到测试者的骨骼肌质量数据,根据拟合模块回传的肌少症患病风险评价模型,完成肌少症患病风险的评估,并将评估结果输出值显示模块进行展示。

[0027] 如图3所示为本发明前期验证相位角与肌力大小和肌肉功能相关性实验图。选取200位受试者进行相位角的测试,其中包括50名男性老年人,50名女性老年人以及50名年轻男性和50名年轻女性。其中,年轻男性的相位角的测量值为 $(6.82 \pm 0.78)^{\circ}$, $\max:7.93^{\circ}$, $\min:5.300$;年轻女性的相位角的测量值是 $(5.97 \pm 0.82)^{\circ}$, $\max:7.34^{\circ}$, $\min:4.92^{\circ}$;老年男性的相位角测量值是 $(5.66 \pm 0.65)^{\circ}$, $\max:6.960$, $\min:4.620$;老年女性相位角测量值为 $(5.02 \pm 0.50)^{\circ}$, $\max:6.05^{\circ}$, $\min:4.18^{\circ}$ 。被测者测量得到的相位角的值 and 肌少症的诊断标准进行对比,和握力大小以及6m平均步速的值呈正相关,在显著度为0.01的情况下,相位角的值与握力的相关系数达到了0.73,与6m平均速度的相关系数达到了0.78,因此将相位角作为诊断肌少症风险评价系统的指标之一。

[0028] 本发明未详细阐述部分属于本领域公知技术。

[0029] 以上通过具体的实施例详细的描述了本发明,但本领域技术人员应该明白,本发明并不局限于以上所述实施例,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何领域,等同替换等,均应包含在本发明的保护范围之内。

[0030] 提供以上实施例仅仅是为了描述本发明的目的,而并非要限制本发明的范围。本发明的范围由所附权利要求限定。不脱离本发明的精神和原理而做出的各种等同替换和修改,均应涵盖在本发明的范围之内。

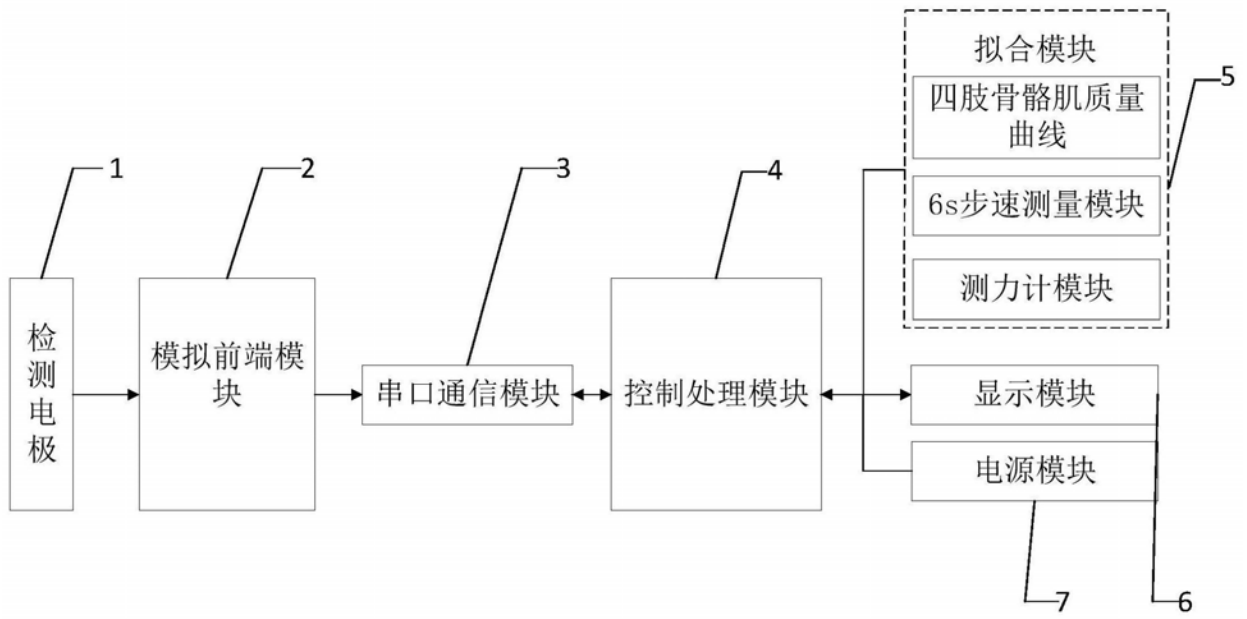


图1

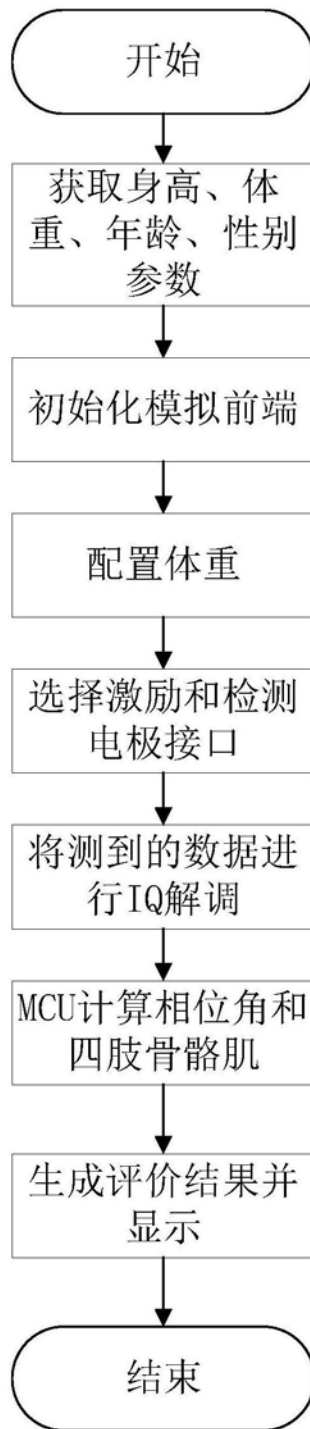


图2

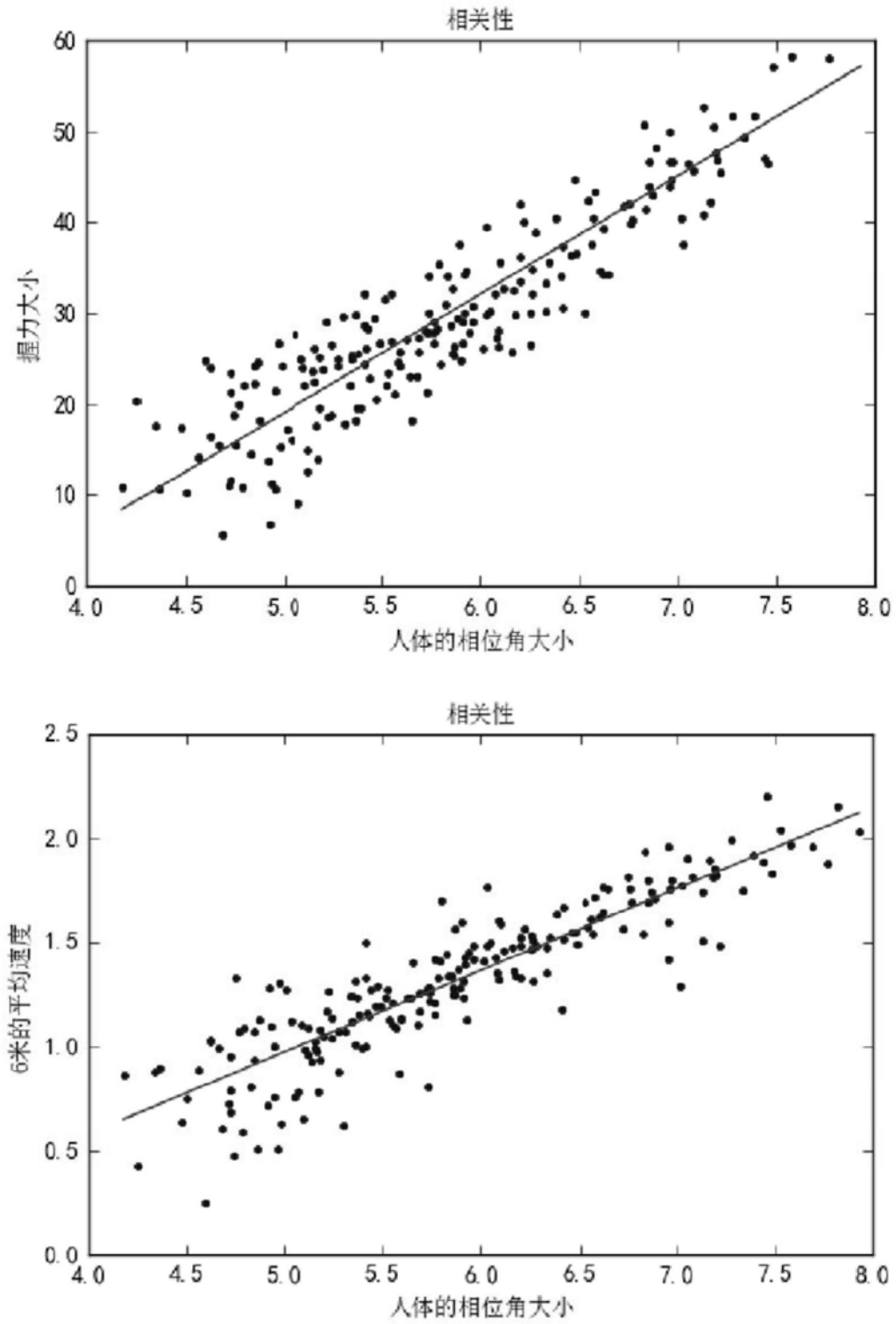


图3

专利名称(译)	一种基于生物电阻抗法的肌少症风险评估系统		
公开(公告)号	CN110974182A	公开(公告)日	2020-04-10
申请号	CN201911395515.5	申请日	2019-12-30
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院合肥物质科学研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院合肥物质科学研究院		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院合肥物质科学研究院		
[标]发明人	李哲茹 杨先军 马祖长 丁增辉 姚志明 高理升 王辉 许杨 曹庆庆 王翔 王彦彩		
发明人	李哲茹 杨先军 马祖长 丁增辉 姚志明 高理升 王辉 许杨 曹庆庆 王翔 王彦彩		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/053 A61B5/22		
CPC分类号	A61B5/053 A61B5/224 A61B5/4519		
代理人(译)	安丽		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于生物电阻抗法的肌少症风险评估系统，引入相位角的值作为肌少症风险评价指标，包括电极模块、模拟前端模块、电源模块、拟合模块、串口通信模块、MCU控制模块和显示模块。MCU控制模块控制模拟前端产生激励电流完成检测样本生物阻抗信息采集并基于此计算得到相位角。拟合模块通过大样本训练得到肌少症患病风险评价模型和四肢骨骼肌质量曲线，将患有肌少症人群的相位角和四肢骨骼肌质量作为高风险的阈值，健康人群的相位角和四肢骨骼肌质量作为低风险的阈值，具体可分为肌少症患病低风险，肌少症患病中风险和严重肌少症患病高风险。MCU控制模块根据相位角和四肢骨骼肌质量完成肌少症患病风险评估并由显示模块呈现结果。

