



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106264573 A

(43)申请公布日 2017.01.04

(21)申请号 201610590775.8

(22)申请日 2016.07.26

(71)申请人 吉林大学

地址 130022 吉林省长春市人民大街5988号

(72)发明人 刘静 任雷 钱志辉 吴佳南
任露泉

(74)专利代理机构 长春市四环专利事务所(普通合伙) 22103

代理人 郭耀辉

(51)Int.Cl.

A61B 5/22(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

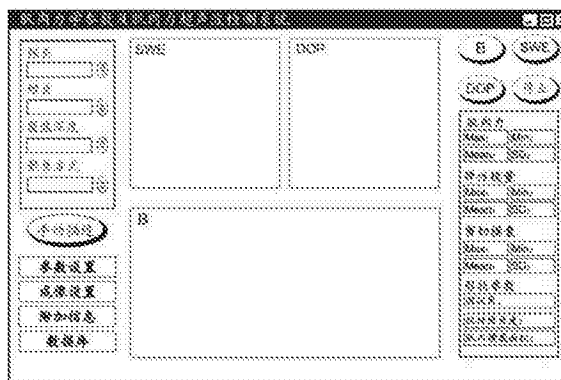
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测装置及方法,其装置由宽频超声探头、多通道超声系统、人机交互系统组成,宽频超声探头通过探头连接器接口与多通道超声系统连接,多通道超声系统通过局域网或USB 3.0接口实现与人机交互系统的通讯;上述装置对在体人或动物的肌肉进行超声波信号采集,即时对检测信号进行智能分析处理,并提取与肌肉力相关的多个特征参数进行分别成像,支持多图模型下追踪描记测量,结合传统B扫描图像,实现对单块肌肉力学性能参数及肌肉力的测量和定量显示,根据肌肉预设阈值预测肌肉健康状态并对应发出报警提示。本发明真正意义上实现了对肌肉力学特性和肌肉力的在体、无创、实时、精确全定量评估。



1.便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测装置,其特征在于:是由宽频超声探头(1)、多通道超声系统(4)、人机交互系统(3)组成,所述的宽频超声探头(1)通过探头连接器接口(2)与多通道超声系统(4)连接,多通道超声系统(4)通过局域网(6)或USB 3.0接口(5)实现与人机交互系统(3)的通讯;

所述的多通道超声系统(4)包括超声发射模块、超声接收模块、超声信号收发控制模块、信号调理模块、通信交互模块,支持128通道并行或多路复用;

所述的人机交互系统(3)包括数据分析和成像模块、检测信息评估及示警模块、数据库存储和管理模块和检测结果回放分析模块。

2.便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测方法,其特征在于:包括以下步骤:

1)完善用户输入模块,在检测之前,需要操作人员输入被检测对象的基本信息,包括:年龄、体重、具体检测部位、有无病史等详细资料;

2)根据检测肌肉所在部位,选择频率合适的探头及聚焦深度,如浅表部位选择高频探头、深层肌肉选取中低频探头,系统自动加载探头参数、信号预处理参数等预设参数;

3)在B扫模式、多普勒模式和剪切波弹性模式下,进行超声波信号采集及特征值提取;

3.1)B扫模式:微调探头角度,使声束与被检测肌肉局部区域保持垂直,通过宽频超声探头(1)发射和接收超声波,由于超声在肌肉中传播时将所有的质点发生相互作用,再加上肌肉不同组织的回声特性存在差异,因此提取回波信号中与肌肉组织结构、力学性能及应力状态等相关的特征参数;

3.2)多普勒模式:运动的物体会使接收的信号频率发生变化,产生频移,并通过产生的频移,计算物体运动的速度,应用此技术,来计算肌肉中血流的速度,计算公式:

$$f_D = f_a - f_b - \frac{2v}{c} f_b \cos\theta$$

其中 f_D 为频移, f_a 为探头发射的超声频率, f_b 为探头接收的超声频率, v 为血流速度, c 为声速, θ 为声束与血管的夹角;

3.3)剪切波弹性模式:多通道超声系统(4)控制宽频超声探头(1)产生连续的聚焦低频声脉冲,以激励肌肉内部产生横向的剪切波,在现有的超声弹性成像基础上,引入组织黏性系数,拟通过弹性成像和合适的流变学模型求解肌肉弹性模量、剪切模量力学性能参数,分析剪切波传播速率与肌肉力学性能参数的定量关系,建立超声在黏弹性组织中生物力学理论模型;

4)结合超声信号分析、力学测试等多种技术,分析不同肌肉力的超声波信号特征,探索肌肉力学性能参数、其他超声特征参数与肌肉力之间的量化关系,构建肌肉力超声定量评估数学模型;

5)人机交互系统(3)中的图像处理模块根据内置算法,对多个能够表征肌肉力的特征参数进行成像,并对检测图像进行自动图像增强、单块肌肉边缘智能检测等一系列处理,允许针对单块肌肉边缘进行人工微调,并支持多图模型下追踪描记测量,完成对单块肌肉力学性能参数及肌肉力的测量和定量显示;

6)人机交互系统(3)中的示警模块将肌肉检测值与预设阈值进行比较,判断肌肉健康状况并对应发出报警提示,实现肌肉力学性能参数及肌肉力的自动化、智能化定量评估;

7)所述的检测信息的数据库存储和管理模块可以将检测过程中采集的超声回波信号、

肌肉检测结果(静态图像、动态图像及肌肉力等)与检测预设信息(用户信息、检测参数等)进行关联自动存储,同时可以生成打印报表;

8)所述的检测结果回放分析模块可以方便操作人员后期对整个检测过程进行回顾性深入分析,并且回放图像均可以进行重新的定量测量。

便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生物力学领域,特别涉及一种便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测装置及方法。

背景技术

[0002] 肌肉是生物体完成各种动作的动力来源,运动过程中肌肉力的动力学特性是生物力学研究的主要内容之一。对肌肉力定量评估的深入研究有助于扩展生物力学的研究范畴,促进仿生机械设计、生物医学、竞技体育等学科的发展,但是由于肌肉的冗余性、个体差异性、多样性以及活体实验的局限性,使得开展生物体肌肉力定量评估的研究工作十分困难,特别是单块肌肉力的量化更是生物力学领域亟需解决的问题之一。

[0003] 目前,生物体肌肉力可以通过直接测量和无损检测两种方法获得,直接测量属于有创测量,由于伦理学等原因,这种方法很难在活体大样本研究中使用,更不可能在临床上使用,因此,近年来许多学者开始致力于肌肉力的无损检测技术的研究,目前比较常用的是表面肌电信号检测,但利用表面肌电信号对肌肉力评估也存在很多的局限性,这是由于表面肌电信号是众多肌肉运动单元在收缩过程中产生的动作电位的叠加,它很难精确地得到单块肌肉力对应的肌电信号,再加表面肌电信号属于一种微弱的生物电信号,在采集的过程中容易受到外界噪声的干扰,使得本来微弱的生物电信号难以识别,导致检测的精度大打折扣,虽然国内外学者为提高肌肉力评估精度也做了很多尝试,但精确性和实用性还不够理想。由上述的分析可知,目前仍然没有简便可靠的方法对个人肌肉力量进行定量评估,亟需通过新的研究途径解决肌肉力定量评估的问题。

[0004] 超声波检测是一种实时、高分辨力、检测速度快的无损检测方法,从问世以来,就备受各国学者关注。它不但可以直观地显示肌肉纤维长度、肌肉厚度、羽状角等静态的肌肉形态结构参数,而且可以记录肌肉拉伸、收缩等动态的状态变化。再加上超声波检测具有操作简单、价格低廉、安全性能好等优点,近年来发展迅速并在肌肉状态评估上得到重要的应用。

[0005] 2013年,中国科学院深圳先进技术研究院的陈星、樊建平等在发明专利CN 103584884 B中发明了一种肌力评估方法及装置、肌肉康复训练跟踪评估方法及系统,采用图像采集、图像预处理、提取运动场,从所述运动场中提取一个量化的指标,计算并拟合得出肌肉运动幅度曲线,作为肌力评估的参照标准。然而,该发明采用连续超声图像测量肌肉的运动幅度,为肌力评估和康复训练跟踪提供一个参照标准,并未对肌肉力学性能参数及肌肉力做出定量的评估。2015年,首都医科大学附属北京天坛医院杜丽娟、何文等在发明专利CN 104622511 A中公布了一种利用超声波检测骨骼肌机械力学参数的装置及超声波检测方法,发明装置包括高帧频二维超声仪,浅表线阵探头,手腕沙袋,计时器,斑点追踪技术后期处理软件;所述超声仪与浅表线阵探头相连接,所述手腕沙袋安装在浅表线阵探头上以增加所述探头的重量,所述超声仪记录的影像信息导出经所述斑点追踪技术后期处理软件计算得到骨骼肌的应变、应变率,该发明所提供的装置能够定量地获取肌肉的应变、

应变率等参数,并未对肌肉力学性能参数及肌肉力做出定量的评估。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于解决现有技术存在的上述问题,而提供一种便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测装置及方法,本发明具有便携可靠、检测指标全面、通用性好等优点,真正意义上实现了对肌肉力学特性和肌肉力的在体、无创、实时、精确全定量评估。

[0007] 本发明之便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测装置是由宽频超声探头、多通道超声系统、人机交互系统组成,所述的宽频超声探头通过探头连接器接口与多通道超声系统连接,多通道超声系统通过局域网或USB 3.0接口实现与人机交互系统的通讯;

[0008] 所述的多通道超声系统包括超声发射模块、超声接收模块、超声信号收发控制模块、信号调理模块和通信交互模块,由数块电路板高度集成,支持128通道并行或多路复用,且可以通过局域网或USB 3.0接口实现与人机交互系统的高速通讯;

[0009] 所述的人机交互系统包括数据分析和成像模块、检测信息评估及示警模块、数据库存储和管理模块和检测结果回放分析模块;

[0010] 所述的宽频超声探头同时支持基波、谐波和剪切波弹性成像,无需频繁更换,一把宽频超声探头就可以实现多把宽频超声探头同时检测的要求,为提取与肌肉力相关的多个特征参数,提供便利的检测条件;

[0011] 所述的多通道超声系统结构紧凑、小巧轻便,支持局域网或USB 3.0接口通信,避免了传统PCI接口冗长的线缆,使整体超声波无损定量评估装置更加轻巧便携。

[0012] 本发明之便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测方法如下:

[0013] 1)完善用户输入模块,在检测之前,需要操作人员输入被检测对象的基本信息,包括:年龄、体重、具体检测部位、有无病史等详细资料;

[0014] 2)根据检测肌肉所在部位,选择频率合适的探头及聚焦深度,如浅表部位选择高频探头、深层肌肉选取中低频探头,系统自动加载探头参数、信号预处理参数等预设参数;

[0015] 3)在B扫模式、多普勒模式和剪切波弹性模式下,进行超声波信号采集及特征值提取;

[0016] 3.1)B扫模式:微调探头角度,使声束与被检测肌肉局部区域保持垂直,通过宽频超声探头发射和接收超声波,由于超声在肌肉中传播时将所有的质点发生相互作用,再加上肌肉不同组织的回声特性存在差异,因此提取回波信号中与肌肉组织结构、力学性能及应力状态等相关的特征参数;

[0017] 3.2)多普勒模式:运动的物体会使接收的信号频率发生变化,产生频移,并通过产生的频移,计算物体运动的速度,应用此技术,来计算肌肉中血流的速度,计算公式:

$$[0018] \quad f_D = f_a - f_b - \frac{2v}{c} f_b \cos \theta$$

[0019] 其中 f_D 为频移, f_a 为探头发射的超声频率, f_b 为探头接收的超声频率, v 为血流速度, c 为声速, θ 为声束与血管的夹角;

[0020] 3.3)剪切波弹性模式:多通道超声系统控制宽频超声探头产生连续的聚焦低频声脉冲,以激励肌肉内部产生横向的剪切波,在现有的超声弹性成像基础上,引入组织黏性系数,拟通过弹性成像和合适的流变学模型求解肌肉弹性模量、剪切模量力学性能参数,分析

剪切波传播速率与肌肉力学性能参数(弹性模量、剪切模量)的定量关系,建立超声在黏弹性组织中生物力学理论模型;

[0021] 4)结合超声信号分析、力学测试等多种技术,分析不同肌肉力的超声波信号特征,探索肌肉力学性能参数、其他超声特征参数与肌肉力之间的量化关系,构建肌肉力超声定量评估数学模型;

[0022] 5)人机交互系统中的图像处理模块根据内置算法,对多个能够表征肌肉力的特征参数进行成像,并对检测图像进行自动图像增强、单块肌肉边缘智能检测等一系列处理,允许针对单块肌肉边缘进行人工微调,并支持多图模型下追踪描记测量,完成对单块肌肉力学性能参数及肌肉力的测量和定量显示;

[0023] 6)人机交互系统中的示警模块将肌肉检测值与预设阈值进行比较,判断肌肉健康状态并对应发出报警提示,实现肌肉力学性能参数及肌肉力的自动化、智能化定量评估;

[0024] 7)所述的检测信息的数据库存储和管理模块可以将检测过程中采集的超声回波信号、肌肉检测结果(静态图像、动态图像及肌肉力等)与检测预设信息(用户信息、检测参数等)进行关联自动存储,同时可以生成打印报表;

[0025] 8)所述的检测结果回放分析模块可以方便操作人员后期对整个检测过程进行回顾性深入分析,并且回放图像均可以进行重新的定量测量。

[0026] 本发明的有益效果:

[0027] 1、本超声波检测装置整体结构简单紧凑、便携可靠,可以实现对生物肌肉力学特性和肌肉力的在体、无创、实时、定量评估;

[0028] 2、剪切波弹性成像通过声辐射脉冲在肌肉内部产生剪切波,直接获得组织真实的弹性模量、剪切模量值,而非通过按压探头,获得组织相对力学性能参数;

[0029] 3、提取与肌肉力相关的多个特征参数进行成像检测,支持多图模型下追踪描记测量,结合传统B扫描图像,实现对单块肌肉力学性能参数及肌肉力的测量和定量显示,具有检测精度高、检测指标全面、通用性好等优点;

[0030] 4、人机交互系统集成多个智能处理模块,实现了从信号采集到后续检测结果的信息化管理的自动化、智能化,更加适合在临床检测中应用,性价比高。

附图说明

[0031] 图1是本发明宽频超声探头的局部结构示意图。

[0032] 图2是本发明人机交互系统的局部结构示意图。

[0033] 图3是本发明的检测界面结果示意图。

[0034] 图4是本发明的用户输入模块界面示意图。

[0035] 图5是本发明多通道超声系统的局部结构示意图。

[0036] 其中:1-宽频超声探头;2-探头连接器接口;3-人机交互系统;4-多通道超声系统;5-USB 3.0接口;6-局域网。

具体实施方式

[0037] 请参阅图1、图2、图3、图4和图5所示,本发明之便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测装置是由宽频超声探头1、多通道超声系统4、人机交互系统3组成,所述的宽频超

声探头1通过探头连接器接口2与多通道超声系统4连接,多通道超声系统(4)通过局域网(6)或USB 3.0接口(5)实现与人机交互系统(3)的通讯;

[0038] 所述的多通道超声系统4包括超声发射模块、超声接收模块、超声信号收发控制模块、信号调理模块和通信交互模块,由数块电路板高度集成,支持128通道并行或多路复用,且可以通过局域网6或USB 3.0接口5实现与人机交互系统3的高速通讯;

[0039] 所述的人机交互系统3包括数据分析和成像模块、检测信息评估及示警模块、数据库存储和管理模块和检测结果回放分析模块;

[0040] 所述的宽频超声探头1同时支持基波、谐波和剪切波弹性成像,无需频繁更换,一把宽频超声探头就可以实现多把宽频超声探头同时检测的要求,为提取与肌肉力相关的多个特征参数,提供便利的检测条件;

[0041] 所述的多通道超声系统4结构紧凑、小巧轻便,支持局域网6或USB 3.0接口5通信,避免了传统PCI接口冗长的线缆,使整体超声波无损定量评估装置更加轻巧便携。

[0042] 本发明之便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测方法如下:

[0043] 1)完善用户输入模块,在检测之前,需要操作人员输入被检测对象的基本信息,包括:年龄、体重、具体检测部位、有无病史等详细资料;

[0044] 2)根据检测肌肉所在部位,选择频率合适的探头及聚焦深度,如浅表部位选择高频探头、深层肌肉选取中低频探头,系统自动加载探头参数、信号预处理参数等预设参数;

[0045] 3)在B扫模式、多普勒模式和剪切波弹性模式下,进行超声波信号采集及特征值提取;

[0046] 3.1)B扫模式:微调探头角度,使声束与被检测肌肉局部区域保持垂直,通过宽频超声探头1发射和接收超声波,由于超声在肌肉中传播时将所有的质点发生相互作用,再加上肌肉不同组织的回声特性存在差异,因此提取回波信号中与肌肉组织结构、力学性能及应力状态等相关的特征参数;

[0047] 3.2)多普勒模式:运动的物体会使接收的信号频率发生变化,产生频移,并通过产生的频移,计算物体运动的速度,应用此技术,来计算肌肉中血流的速度,计算公式:

[0048]
$$f_D = f_a - f_b - \frac{2v}{c} f_b \cos \theta$$

[0049] 其中 f_D 为频移, f_a 为探头发射的超声频率, f_b 为探头接收的超声频率, v 为血流速度, c 为声速, θ 为声束与血管的夹角;

[0050] 3.3)剪切波弹性模式:多通道超声系统4控制宽频超声探头1产生连续的聚焦低频声脉冲,以激励肌肉内部产生横向的剪切波,在现有的超声弹性成像基础上,引入组织黏性系数,拟通过弹性成像和合适的流变学模型求解肌肉弹性模量、剪切模量力学性能参数,分析剪切波传播速率与肌肉力学性能参数(弹性模量、剪切模量)的定量关系,建立超声在黏弹性组织中生物力学理论模型;

[0051] 4)结合超声信号分析、力学测试等多种技术,分析不同肌肉力的超声波信号特征,探索肌肉力学性能参数、其他超声特征参数与肌肉力之间的量化关系,构建肌肉力超声定量评估数学模型;

[0052] 5)人机交互系统3中的图像处理模块根据内置算法,对多个能够表征肌肉力的特征参数进行成像,并对检测图像进行自动图像增强、单块肌肉边缘智能检测等一系列处理,

允许针对单块肌肉边缘进行人工微调,并支持多图模型下追踪描记测量,完成对单块肌肉力学性能参数及肌肉力的测量和定量显示;

[0053] 6)人机交互系统3中的示警模块将肌肉检测值与预设阈值进行比较,判断肌肉健康状态并对应发出报警提示,实现肌肉力学性能参数及肌肉力的自动化、智能化定量评估;

[0054] 7)所述的检测信息的数据库存储和管理模块可以将检测过程中采集的超声回波信号、肌肉检测结果(静态图像、动态图像及肌肉力等)与检测预设信息(用户信息、检测参数等)进行关联自动存储,同时可以生成打印报表;

[0055] 8)所述的检测结果回放分析模块可以方便操作人员后期对整个检测过程进行回顾性深入分析,并且回放图像均可以进行重新的定量测量。

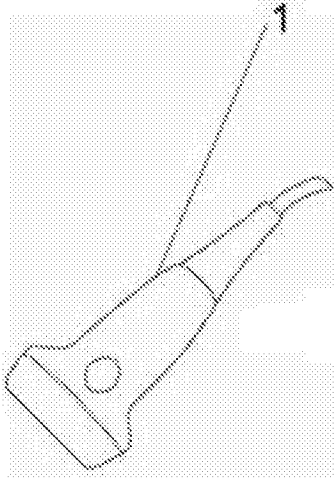


图1

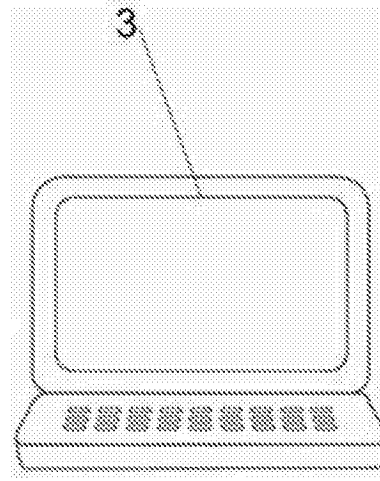


图2

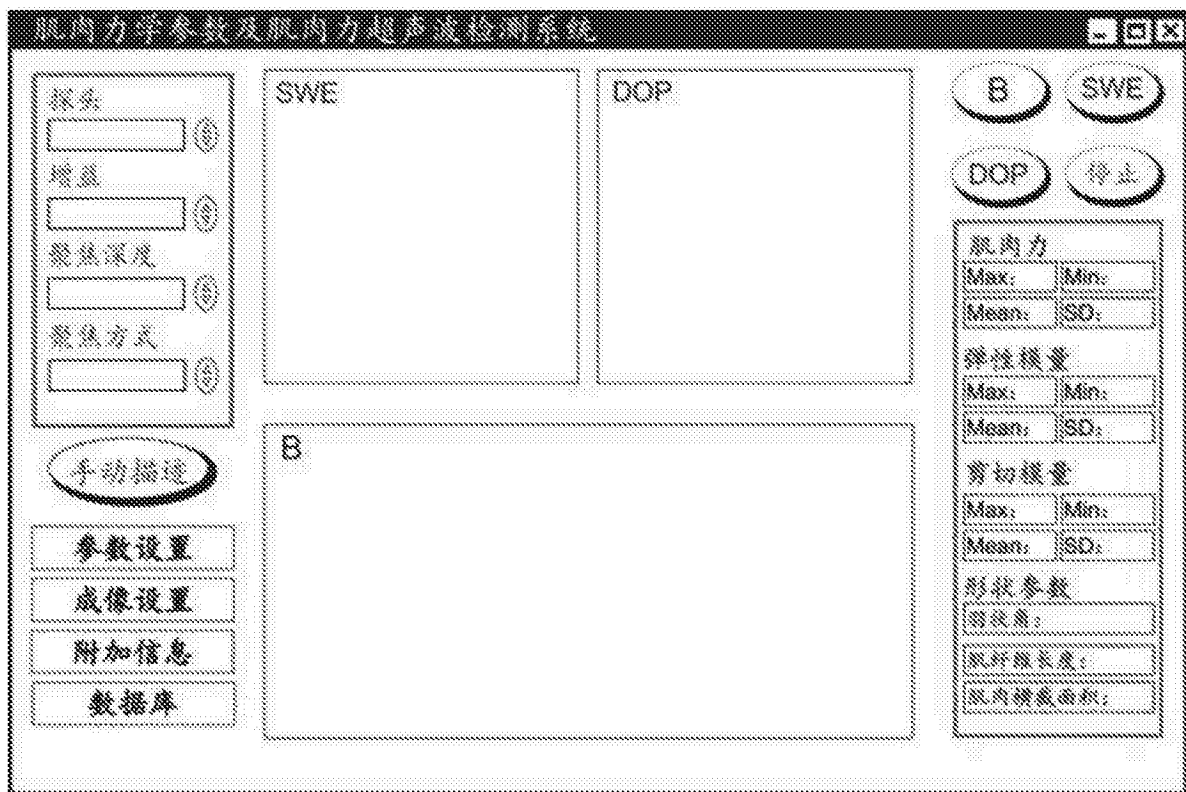


图3

附加信息设置

检测对象信息

姓名		性别		民族	
年龄		身高		体重	

相关病史

系统性疾病、代谢性、内分泌疾病	
手术病史	
妊娠	

操作者信息

姓名		工号	
----	----------------------	----	----------------------

确定 取消

图4

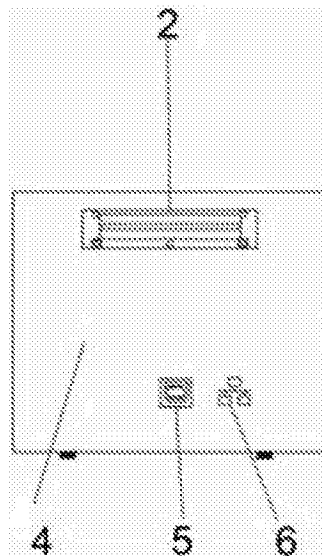


图5

专利名称(译)	便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测装置及方法		
公开(公告)号	CN106264573A	公开(公告)日	2017-01-04
申请号	CN201610590775.8	申请日	2016-07-26
[标]申请(专利权)人(译)	吉林大学		
申请(专利权)人(译)	吉林大学		
当前申请(专利权)人(译)	吉林大学		
[标]发明人	刘静 任雷 钱志辉 吴佳南 任露泉		
发明人	刘静 任雷 钱志辉 吴佳南 任露泉		
IPC分类号	A61B5/22 A61B5/00 A61B8/08		
CPC分类号	A61B5/224 A61B5/4519 A61B8/08		
代理人(译)	郭耀辉		
其他公开文献	CN106264573B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种便携式肌肉力学参数及肌肉力在体超声检测装置及方法，其装置由宽频超声探头、多通道超声系统、人机交互系统组成，宽频超声探头通过探头连接器接口与多通道超声系统连接，多通道超声系统通过局域网或USB 3.0接口实现与人机交互系统的通讯；上述装置对在体人或动物的肌肉进行超声波信号采集，即时对检测信号进行智能分析处理，并提取与肌肉力相关的多个特征参数进行分别成像，支持多图模型下追踪描记测量，结合传统B扫描图像，实现对单块肌肉力学性能参数及肌肉力的测量和定量显示，根据肌肉预设阈值预测肌肉健康状态并对应发出报警提示。本发明真正意义上实现了对肌肉力学特性和肌肉力的在体、无创、实时、精确全定量评估。

