



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114366564 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 19

(21) 申请号 202210071637.4

A63B 23/16 (2006.01)

(22) 申请日 2022.01.21

(71) 申请人 法罗适(上海)医疗技术有限公司
地址 200120 上海市浦东新区中国(上海)
自由贸易试验区临港新片区洲德路
1588号3幢3层303室

(72) 发明人 伍森 郑豪杰 毛锦铭 周士杰
张伦 王兵

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务
所(特殊普通合伙) 11463
代理人 程晓

(51) Int. Cl.

A61H 1/02 (2006.01)

A61N 5/067 (2006.01)

A63B 21/008 (2006.01)

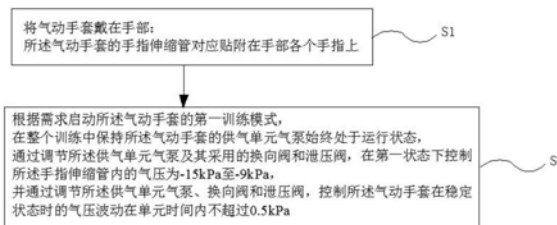
权利要求书2页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

一种手部康复训练方法和手部康复训练系统

(57) 摘要

本发明属于康复医疗技术领域,具体涉及一种手部康复训练方法和手部康复训练系统,该训练方法包括:S1、将气动手套戴在手上;S2、根据需求启动第一训练模式,在整个训练中保持气动手套的供气单元气泵始终处于运行状态,在第一状态下控制手指伸缩管内的气压为-15kPa至-9kPa,并控制气动手套在稳定状态时的气压波动在单元时间内不超过0.5kPa。该训练系统包括:气动手套,控制模块,用于执行手部康复训练方法。本发明充分考虑了手指痉挛、温度不足、供血不足、僵硬等症状发生的原因,气动手套各部件在训练中可能出现的情况,以及手指舒适性等,最大可能地减少了上述各种情况对手部运行状态的判断信号的影响,显著提高控制精度。



1. 一种手部康复训练方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、将气动手套戴在手部;所述气动手套的手指伸缩管对应贴附在手部各个手指上;

S2、根据需求启动所述气动手套的第一训练模式,在整个训练中保持所述气动手套的供气单元气泵始终处于运行状态,通过调节所述供气单元气泵及其采用的换向阀和泄压阀,在第一状态下控制所述手指伸缩管内的气压为-15kPa至-9kPa,并通过调节所述供气单元气泵、换向阀和泄压阀,控制所述气动手套在稳定状态时的气压波动在单元时间内不超过0.5kPa。

2. 根据权利要求1所述的手部康复训练方法,其特征在于,S2步骤中,所述单元时间为3S以内。

3. 根据权利要求1所述的手部康复训练方法,其特征在于,所述第一训练模式包括随动模式、抗阻模式。

4. 根据权利要求3所述的手部康复训练方法,其特征在于,所述手部康复训练方法还包括:

S3、实时检测所述手指伸缩管内的气压,基于所检测的气压与前一时刻稳定状态时的气压之间的差值,判断手部运动趋势;并根据所述运动趋势控制所述气动手套提供助力或阻力。

5. 根据权利要求4所述的手部康复训练方法,其特征在于,S3步骤中,所述基于所检测的气压与前一时刻稳定状态时的气压之间的差值,判断手部运动趋势;并根据所述运动趋势控制所述气动手套提供助力或阻力,包括:

在所述第一训练模式为随动模式,需要所述气动手套提供助力时,

当所述差值在1-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的伸直趋势,关闭泄压阀、换向阀,使所述供气单元气泵从所述手指伸缩管内吸气,加速手指伸直运行;当所述差值在-1kPa至-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的握拳趋势,关闭泄压阀,打开换向阀,使所述供气单元气泵向所述手指伸缩管内供气,加速手指握拳运行;

在所述第一训练模式为抗阻模式,需要所述气动手套提供阻力时,

当所述差值在1-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的伸直趋势,关闭泄压阀、打开换向阀,使所述供气单元气泵向所述手指伸缩管内供气,增大手指伸直运行的阻力;当所述差值在-1kPa至-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的握拳趋势,关闭泄压阀,关闭换向阀,使所述供气单元气泵从所述手指伸缩管内吸气,增大手指握拳运行的阻力。

6. 根据权利要求4或5所述的手部康复训练方法,其特征在于,S3步骤还包括:

在所述气动手套提供助力的过程中,控制所述气动手套的供气速率 $\geq 20\text{kPa/s}$,控制所述气动手套的吸气速率 $\geq 20\text{kPa/s}$;

在所述气动手套提供阻力的过程中,控制所述气动手套的供气速率为10-20kPa/s,控制所述气动手套的吸气速率为10-20kPa/s。

7. 根据权利要求1所述的手部康复训练方法,其特征在于,所述手部康复训练方法还包括:

S4、在整个训练中,当手部屈曲运动时间达到相应设定值时,通过调节所述供气单元气泵、换向阀和泄压阀,使气动手套处于所述第一状态,同时保持所述气动手套的供气单元气泵始终处于运行状态,以便于所述气动手套对手部进行下一步控制;所述下一步控制包括

进入第一训练模式或第二训练模式；

所述第二训练模式包括：五指被动训练、五指镜像训练、分指被动训练、分指镜像训练、游戏训练、功能训练。

8. 根据权利要求1所述的手部康复训练方法，其特征在于，所述手部康复训练方法还包括：

S5、当手部训练总时间达到相应设定值时，停止训练，并控制所述气动手套进行完全泄压，使气动手套处于非工作的初始状态。

9. 根据权利要求1所述的手部康复训练方法，其特征在于，S1步骤中，所述气动手套的外展收缩管位于相邻两个手指之间；且所述手部康复训练方法还包括：

S2步骤中，在所述第一状态下，控制所述外展收缩管内的气压比所述手指伸缩管内气压低1-5kPa。

10. 根据权利要求1所述的手部康复训练方法，其特征在于，所述手部康复训练方法还包括：

S2步骤中，在训练前，对所述气动手套的手指关节部位进行加热，以对手指进行加热缓刺激，使手指处于舒适温度状态。

11. 一种手部康复训练系统，其特征在于，包括：

气动手套，包括手套本体，设置在该手套本体上的手指伸缩管和可选的外展收缩管，供气单元，气路连接盒以及连通管线；

控制模块，其与所述气动手套连接，用于执行权利要求1-10中任意一项所述的手部康复训练方法。

12. 根据权利要求11所述的手部康复训练系统，其特征在于，还包括：

弱激光管，其包括至少一个红外激光二极管；其设置在所述气动手套的手指关节部位，用于对手指进行加热缓刺激；

红外激光驱动模块，其与所述弱激光管连接，用于驱动所述弱激光管加热。

一种手部康复训练方法和手部康复训练系统

技术领域

[0001] 本发明属于康复医疗技术领域,具体涉及一种手部康复训练方法和手部康复训练系统。

背景技术

[0002] 中风,中医病名,有外风和内风之分,外风因感受外邪(风邪)所致,在《伤寒论》名曰中风(亦称桂枝汤证);内风属内伤病证,又称脑卒中,卒中等。现代一般称中风,多指内伤病证的类中风,多因气血逆乱、脑脉痹阻或血溢于脑所致。以突然昏仆、半身不遂、肢体麻木、舌蹇不语,口舌歪斜,偏身麻木等为主要表现的疾病。并具有起病急、变化快,如风邪善行数变特点的疾病。

[0003] 卒中患者的患侧手,在发生卒中后,手部变僵硬,痉挛。近年来,康复医学的发展很快,康复治疗技术日益完善,逐渐形成了比较完整的治疗体系,但仍有一些顽固性问题困扰着康复从业人员,其中痉挛是目前世界上公认的康复过程中最棘手的难题之一。肌痉挛是上运动神经元损伤后脊髓反射活动增高引起的以速度依赖性的牵张反射为特征的肌肉张力异常,严重影响了患者的运动功能和日常生活活动能力。肌痉挛可见于不同的上运动神经元损伤病中,其中脑卒中后痉挛的发病率在3个月和1年以上时分别估计为19%和38%。脑卒中患者一旦开始进入痉挛期,那么就很容易出现较高的肌张力,进而引发姿势异常,活动受限等问题。

[0004] 据研究报道,脑卒中后的慢性功能障碍多表现在手部,如手部屈肌的萎缩和挛缩,肌无力和手指的主动伸展无力等。手指放开物体困难,不仅是由于手指伸展的损伤,也可能因为持续手指屈肌活动过度或不能及时终止手指屈肌肌肉活动等。临床研究同时也证明,当痉挛发生在肢体上时,肢体远端肌肉比近端肌肉增加的更严重。尽早并且持续的牵伸痉挛的肌肉,会使肌肉张力下降。

[0005] 随着科技的发展,已经有一些用于手指关节康复训练的装置,其中气动手套应用较为广泛。气动手套是通过仿生气动人工肌肉驱使或阻抗手指活动,改善手指痉挛、麻痹、瘫痪等症状,改善关节活动度、关节手肿和疼痛,增加手肌力,有效帮助手康复;同时还可以作用于脑部神经,促进脑部损伤的康复,恢复手指触觉感知力。

[0006] 现有技术1:提供了一种手指关节康复训练装置,包括控制部、数据采集部、气路系统和穿戴训练部,所述穿戴训练部上设有气动伸缩组件,所述数据采集部用于采集第一手部的动作信息,并将所述动作信息传递给所述控制部,所述动作信息包括手部按压信息;所述控制部根据所述动作信息控制所述气路系统向所述气动伸缩组件充气或抽气,使所述穿戴训练部在屈曲工况和伸展工况之间变化,以实现第二手部的镜像训练;所述手部按压信息采集简单方便,便于第一手部实现屈曲工况和伸展工况,通过所述第一手部的工况来调节所述第二手部的工况,能够对所述穿戴训练部进行更好的调节,满足不同的手部训练强度要求,达到更好的训练效果。

[0007] 现有技术2:提供了一种用于患者手部助力训练的方法和装置,装置包括气动手

套、控制部、通断开关、气压检测单元、输出口和气压装置,还包括通断开关,所述通断开关与所述输出口连接以控制所述气动手套与外部大气的通断,所述通断开关还与所述控制部电连接。通过通断开关使得气动手套内部的气压与外部的大气压处于导通状态,从而降低气动手套内部的气压变化速度,在对患者手部进行训练的时候起到保护作用。所述气动手套处于自然弯曲状态时,所述气动手套内部的气压与外部大气的气压保持一致。其通过检测患者的手部动作来辅助患者进行助力训练,提高患者主动参与性,以提高患者康复训练的效果。

[0008] 然而,现有技术的气动手套以及训练方法,在实际使用中,患者发生手指痉挛等症时,会影响气动手套的控制,例如非预期启动或非预期运行,无法有效根据手部实际情况进行及时调整,影响患者体验,气动手套的控制精度有待进一步提高。

发明内容

[0009] 本发明的目的是为了克服现有技术存在的上述缺陷,提供一种手部康复训练方法和手部康复训练系统,该手部康复训练方法能够提升训练系统的控制精度。

[0010] 为了实现上述目的,第一方面,本发明提供了一种手部康复训练方法,包括以下步骤:

[0011] S1、将气动手套戴在手部;所述气动手套的手指伸缩管对应贴附在手部各个手指上;

[0012] S2、根据需求启动所述气动手套的第一训练模式,在整个训练中保持所述气动手套的供气单元气泵始终处于运行状态,通过调节所述供气单元气泵及其采用的换向阀和泄压阀,在第一状态下控制所述手指伸缩管内的气压为-15kPa至-9kPa,并通过调节所述供气单元气泵、换向阀和泄压阀,控制所述气动手套在稳定状态时的气压波动在单元时间内不超过0.5kPa。

[0013] 在一些优选实施方式中,S2步骤中,所述单元时间为3S以内。

[0014] 在一些优选实施方式中,所述第一训练模式包括随动模式、抗阻模式。

[0015] 在一些优选实施方式中,所述手部康复训练方法还包括:

[0016] S3、实时检测所述手指伸缩管内的气压,基于所检测的气压与前一时刻稳定状态时的气压之间的差值,判断手部运动趋势;并根据所述运动趋势控制所述气动手套提供助力或阻力。

[0017] 在一些优选实施方式中,S3步骤中,所述基于所检测的气压与前一时刻稳定状态时的气压之间的差值,判断手部运动趋势;并根据所述运动趋势控制所述气动手套提供助力或阻力,包括:

[0018] 在所述第一训练模式为随动模式,需要所述气动手套提供助力时,

[0019] 当所述差值在1-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的伸直趋势,关闭泄压阀、换向阀,使所述供气单元气泵从所述手指伸缩管内吸气,加速手指伸直运行;当所述差值在-1kPa至-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的握拳趋势,关闭泄压阀,打开换向阀,使所述供气单元气泵向所述手指伸缩管内供气,加速手指握拳运行;

[0020] 在所述第一训练模式为抗阻模式,需要所述气动手套提供阻力时,

[0021] 当所述差值在1-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的伸直趋势,关闭泄压阀、打

开换向阀,使所述供气单元气泵向所述手指伸缩管内供气,增大手指伸直运行的阻力;当所述差值在-1kPa至-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的握拳趋势,关闭泄压阀,关闭换向阀,使所述供气单元气泵从所述手指伸缩管内吸气,增大手指握拳运行的阻力。

[0022] 在一些优选实施方式中,S3步骤还包括:

[0023] 在所述气动手套提供助力的过程中,控制所述气动手套的供气速率 $\geq 20\text{kPa/s}$,控制所述气动手套的吸气速率 $\geq 20\text{kPa/s}$;

[0024] 在所述气动手套提供阻力的过程中,控制所述气动手套的供气速率为10-20kPa/s,控制所述气动手套的吸气速率为10-20kPa/s。

[0025] 在一些优选实施方式中,所述手部康复训练方法还包括:

[0026] S4、在整个训练中,当手部屈曲运动时间达到相应设定值时,通过调节所述供气单元气泵、换向阀和泄压阀,使气动手套处于所述第一状态,同时保持所述气动手套的供气单元气泵始终处于运行状态,以便于所述气动手套对手部进行下一步控制;所述下一步控制包括进入第一训练模式或第二训练模式;

[0027] 所述第二训练模式包括:五指被动训练、五指镜像训练、分指被动训练、分指镜像训练、游戏训练、功能训练。

[0028] 在一些优选实施方式中,所述手部康复训练方法还包括:

[0029] S5、当手部训练总时间达到相应设定值时,停止训练,并控制所述气动手套进行完全泄压,使气动手套处于非工作的初始状态。

[0030] 在一些优选实施方式中,S1步骤中,所述气动手套的外展收缩管位于相邻两个手指之间;且所述手部康复训练方法还包括:

[0031] S2步骤中,在所述第一状态下,控制所述外展收缩管内的气压比所述手指伸缩管内气压低1-5kPa。

[0032] 在一些优选实施方式中,所述手部康复训练方法还包括:

[0033] S2步骤中,在训练前,对所述气动手套的手指关节部位进行加热,以对手指进行加热缓刺激,使手指处于舒适温度状态。

[0034] 第二方面,本发明还提供一种手部康复训练系统,包括:

[0035] 气动手套,包括手套本体,设置在该手套本体上的手指伸缩管和可选的外展收缩管,供气单元,气路连接盒以及连通管线;

[0036] 控制模块,其与所述气动手套连接,用于执行第一方面所述的手部康复训练方法。

[0037] 在一些优选实施方式中,所述训练系统还包括:

[0038] 弱激光管,其包括至少一个红外激光二极管;其设置在所述气动手套的手指关节部位,用于对手指进行加热缓刺激;

[0039] 红外激光驱动模块,其与所述弱激光管连接,用于驱动所述弱激光管加热。

[0040] 本发明的发明人在研究过程中发现,影响气动手套的控制及控制精度的情况主要为以下几种:

[0041] (1) 由于气动手套的随动、抗阻模式开始信号需要根据手指的运行状态,进而判断手的运行趋势进行屈伸的助力或阻抗,而当手部的无法自主的运行,尤其是当痉挛发生在肢体上时,肢体远端肌肉比近端肌肉增加的更严重,即手的痉挛严重等问题,气动手套使用会给手部带来损伤,手的痉挛发生将严重影响气动手套的控制过程;

[0042] (2) 手指在弯曲状态中过度拉伸,会造成手指紧绷感,从而造成不适等问题;

[0043] (3) 非预期的手部微小活动,对手套内压力影响带来的对手部运行状态的判断信号的影响,会影响手套控制精度;

[0044] (4) 传统供气单元气泵训练过程中主要是通过关闭供气单元气泵后再通过压力传感器变化来判断手部的运动趋势,再打开供气单元气泵来带动手部进行屈曲运动。在实际过程中需要不停的打开和关闭供气单元气泵部件,这种方法对供气单元气泵启动过于频繁,电机在每启动一次部件就要经一次的电流冲击,这种冲击电流对电机的负作用非常大,并大降低了部件的使用寿命。此外,供气单元气泵开启关闭时气体供应是非定量的,也会加剧气动手套压缩管内气压波动,有对手部增加额外刺激及造成误判的可能,且不利于手套气体供应的精确控制;

[0045] (5) 手套无气体状态下,患侧手的手套穿戴不到位,以及手指过度弯曲,手套气体输送管路可能会存在扭转、折弯等现象,导致气体运行不畅,充入气体可能会发送气压偏差,被误识别为手部趋势信号,从而导致系统非预期的启动。基于此,发明人进一步研究,提出本发明。

[0046] 本发明通过上述技术方案,能够减少手部痉挛的发生,能减少过度拉伸、非预期的微小活动、穿戴不到位、过度弯曲、气压大幅波动等情况对气动手套的非预期运行的影响,从而显著提高控制精度。具体的,本发明通过在整个训练中保持所述气动手套的供气单元的气泵始终处于运行状态,且控制手套处于第一状态,且气压在上述特定值,并控制第一状态时在一定单元时间内的气压波动,能够避免在整个训练中出现较大的气压波动,并限定气压以及气压波动在较适宜的范围,能够调节控制手指伸缩管内气压波动在较小范围内,形成动态稳定的手指伸缩管内气压,从而减少非预期的手部微小活动等情况对气动手套内压力的影响,进而减少了手指不可预期活动等运动对手部运行状态的判断信号的影响,提高气动手套对手部实际情况的准确反应及控制,同时提高了气动手套的供气单元的气泵使用寿命;解决了手指伸缩管内气压过低,手指伸缩管过度伸直,造成弯曲状态中手指过度拉伸而造成手指紧绷感造成不适等问题。

[0047] 其中,本发明特别的通过在第一状态下控制所述手指伸缩管内的气压为-15kPa至-9kPa,并在不同训练模式下切换时进入各训练模式时始终保持在第一状态,能够使气动手套的手指伸缩管中减少一定气体,气动手套整体上收缩,进而气动手套维持一定形状,尤其是五根手指上的收缩管维持小程度的预伸直状态(较大程度小于工作时屈伸动作中伸直状态的状态为预伸直状态),减少手指的弯曲,减少对手部的刺激,从而整体上气动手套可提供对手部尤其是手指的伸直维持力,从而使气动手套整体上形成由气管支撑的软性的定型手套,减少手的弯曲程度,使手部放松,降低手部的痉挛发生的可能,进而也减少了手指不可预期活动以及活动幅度等对手运行状态的判断信号的影响,避免手指拉伸造成手指紧绷感造成不适等问题,提高了控制的精度。

[0048] 总之,本发明提供的手部康复训练方法和训练系统,充分考虑了手指痉挛、温度不足、供血不足、僵硬等症状发生的原因,手指在训练过程中可能出现的各种情况(例如过度拉伸、非预期的手部微小活动),气动手套各部件在训练中可能出现的各种不利情况(例如气泵不断开启和关闭引起的气压大幅波动,气体输送管可能出现的扭转、折弯等现象),气压在各种情况下的波动情况,以及手指舒适性,最大可能地减少了上述各种情况对手部运

行状态的判断信号的影响,显著提高控制精度。

附图说明

[0049] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0050] 图1是本发明手部康复训练方法的流程图。

[0051] 图2是气动手套的一种实施方式的结构示意图。

[0052] 附图标记说明

[0053] 1-气路连接盒,2-手套本体,3-手指收缩管固定架,4-手指收缩管,5-外展收缩管。

具体实施方式

[0054] 在本发明中,在未作相反说明的情况下,使用的方位词如“上、下、左、右”通常是指结合附图和实际应用中所示的方位理解,“内、外”是指部件的轮廓的内、外,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0055] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0056] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0057] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0058] 在本文中所披露的范围的端点和任何值都不限于该精确的范围或值,这些范围或值应当理解为包含接近这些范围或值的值。对于数值范围来说,各个范围的端点值之间、各个范围的端点值和单独的点值之间,以及单独的点值之间可以彼此组合而得到一个或多个新的数值范围,这些数值范围应被视为在本文中具体公开。

[0059] 本领域中,手部康复训练的方法一般包括:使用时,在手指上戴上气动手套,进入气动手套主界面,点击训练模式,例如点击助力训练模式,当患者的手有意识地握拳和伸展时,手套会自动朝那个方向运动,当计时达到总时长时训练结束。然而,其通常会出现非预期启动或非预期运行,控制精度有待进一步提高,手部可能受到不良刺激有发生痉挛的可能,需要尽可能减少不良刺激。

[0060] 对此,第一方面,本发明提供了一种手部康复训练方法,如图1所示,包括以下步

骤:

[0061] S1、将气动手套戴在手部;所述气动手套的手指伸缩管对应贴附在手部各个手指上;

[0062] S2、根据需求启动所述气动手套的第一训练模式,在整个训练中保持所述气动手套的供气单元气泵始终处于运行状态,通过调节所述供气单元气泵及其采用的换向阀和泄压阀,在第一状态下控制所述手指伸缩管内的气压为-15kPa至-9kPa,并通过调节所述供气单元气泵、换向阀和泄压阀,控制所述气动手套在稳定状态时的气压波动在单元时间内不超过0.5kPa。

[0063] 可以理解的是,在每个手指关节部位均对应一个手指伸缩管。向手指伸缩管内供气或吸气来控制其屈伸或屈曲。所述气泵、换向阀和泄压阀用于控调节所述供气或吸气以及气压值。

[0064] 本发明中,所述“-15kPa至-9kPa”是指处于一定的负压状态,即相对于标准大气压小为负,大于标准大气压则为正。

[0065] 本发明所述第一状态是指,在整个训练过程中,在非屈伸和伸展以及屈曲工作状态以外的稳定状态,包括初始状态、以及训练模式切换前的等待状态等;也即指小程度的预伸直状态(较大程度小于工作时屈伸动作中伸直状态的状态为预伸直状态)。

[0066] 本发明中,稳定状态是指在一定的连续时间内,气压出现较小波动的状态。相对应的,若气压出现突变,则此时为手指进行屈曲、屈伸以及伸展的状态。

[0067] 所述“在第一状态下控制所述手指伸缩管内的气压为-15kPa至-9kPa,并通过调节所述供气单元气泵、换向阀和泄压阀,控制所述气动手套在稳定状态时的气压波动在单元时间内不超过0.5kPa”是指,在第一状态下,-15kPa至-9kPa的气压会维持一定时间,也即单位时间,在该单位时间内会存在较小的波动。

[0068] 本领域技术人员可以根据实际需求选择所述单元时间的具体值。在一些优选实施方式中,S2步骤中,所述单元时间为3S以内,可选为1S、2S、3S等。

[0069] 本发明所述气动手套的结构可以为多种,现有的任意结构的气动手套均可以用于本发明。在一些具体实施方式中,如图2所示,所述气动手套包括:手套本体2、多个手指收缩管4、可选的外展收缩管5、手指收缩管固定架3、供气单元、主控单元以及连通管线,多个手指收缩管4分别设置在手指关节处,并通过所述手指收缩管固定架3进行固定并连通,所述外展收缩管5设置在除大拇指外的相邻两个手指之间,并通过所述手指收缩管固定架3进行连通,对于每个手指上的相应收缩管均连通对应一个连通管道以与所述供气单元连通,所述供气单元包括气泵、气路连接盒1、换向阀、泄压阀,以对相应伸缩管分别进行吸气或供气;所述主控单元用于控制供气单元吸气或供气。所述气泵的具体种类,本领域技术人员可以根据需求选择,例如可以为无刷电机。在一种具体实施方式中,所述无刷电机具有为气动手套提供最大气压为150kPa,最小气压为-90kPa的工作气压的输出能力。

[0070] 所述气动手套可以具有多种训练模式,例如:五指被动训练、五指镜像训练、分指被动训练、分指镜像训练、助力训练、抗阻训练、游戏训练、功能训练。针对偏瘫患者,可利用健侧手控制患侧手,独立完成康复运动。

[0071] 在一些优选实施方式中,所述第一训练模式包括随动模式(也称助力模式)、抗阻模式。

[0072] 发明人进一步研究发现,通过控制所述手指伸缩管内的气压为-15kPa至-9kPa后,能够减少手部非预期动作以及气动手套本身非预期变形带来的气压非预期变化的影响,但是,由于气动手套的各伸缩管内本身存在一定压力以及调节换向阀和泄压阀的阀门开度比例,会使管内气压波动维持在一定范围内,造成对手部动作的敏感度降低,因为气压调节原因,手部运行程度需要超出换向阀和泄压阀的阀门开度调控范围后才能检测获得手部运行趋势判断信号。对此,在一些优选实施方式中,所述手部康复训练方法还包括:S3、实时检测所述手指伸缩管内的气压,基于所检测的气压与前一时刻稳定状态时的气压之间的差值,判断手部运动趋势;并根据所述运动趋势控制所述气动手套提供助力或阻力。

[0073] 在上述优选实施方式中,通过实时检测当前管内气压,并获得使得气压突变时的差值,根据该差值所在范围来判断手部运动趋势,能够进一步降低气动手套的各伸缩管内本身存在一定压力以及调节换向阀和泄压阀的阀门开度比例的影响,提高对手部动作的敏感度,从而更利于准确判断手指实际的运动趋势,进一步提高控制精度。

[0074] 进一步的,发明人还发现,所述差值还可能受手部非预期运动短时造成波动,以及受调节换向阀和泄压阀的阀门开度等影响,会短时出现超出管内气压波动最大值0.5kPa等情形。为此,在一些优选实施方式中,S3步骤中,所述基于所检测的气压与前一时刻稳定状态时的气压之间的差值,判断手部运动趋势;并根据所述运动趋势控制所述气动手套提供助力或阻力,包括:

[0075] 在所述第一训练模式为随动模式,需要所述气动手套提供助力时,

[0076] 当所述差值在1-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的伸直趋势,关闭泄压阀、换向阀,使所述供气单元气泵从所述手指伸缩管内吸气,加速手指伸直运行;当所述差值在-1kPa至-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的握拳趋势,关闭泄压阀,打开换向阀,使所述供气单元气泵向所述手指伸缩管内供气,加速手指握拳运行;

[0077] 在所述第一训练模式为抗阻模式,需要所述气动手套提供阻力时,

[0078] 当所述差值在1-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的伸直趋势,关闭泄压阀、打开换向阀,使所述供气单元气泵向所述手指伸缩管内供气,增大手指伸直运行的阻力;当所述差值在-1kPa至-2kPa,且持续至少2s时,判断是手指的握拳趋势,关闭泄压阀,关闭换向阀,使所述供气单元气泵从所述手指伸缩管内吸气,增大手指握拳运行的阻力。

[0079] 在上述优选实施方式中,本发明将所述差值控制在一定范围,且超出0.5kPa适当范围,并持续一定时间,能避免上述短时间波动情形,避免与动态微调气压范围接近时造成误判,准确反映出手部运行趋势,进一步提高气动手套的运行精度。

[0080] 进一步的,发明人还发现,气动手套内气压变化速率不适宜,有对手部过度刺激的风险,会增大手部痉挛的可能。对此,在一些优选实施方式中,S3步骤还包括:

[0081] 在所述气动手套提供助力的过程中,控制所述气动手套的供气速率 $\geq 20\text{kPa/s}$,控制所述气动手套的吸气速率 $\geq 20\text{kPa/s}$;

[0082] 在所述气动手套提供阻力的过程中,控制所述气动手套的供气速率为10-20kPa/s,控制所述气动手套的吸气速率为10-20kPa/s。

[0083] 上述优选实施方式,相比直接从气动手套内无气状态等情形快速调整气动手套内气压的大气压变化速率的控制过程,气动手套内气压变化速率适当降低,能够减少手部痉挛的可能,使气动手套运行更为稳定,也减少手部非预期运动的影响,减少手部运动趋势误

判的可能,进一步提高了调整精度。

[0084] 在所述气动手套提供助力的过程中,本领域技术人员可以根据需求,进一步优化所述气动手套的供气速率和/或吸气速率。

[0085] 在一些优选实施方式中,所述手部康复训练方法还包括:

[0086] S4、在整个训练中,当手部屈曲运动时间达到相应设定值时,通过调节所述供气单元气泵、换向阀和泄压阀,使气动手套处于所述第一状态,同时保持所述气动手套的供气单元气泵始终处于运行状态,以便于所述气动手套对手部进行下一步控制;所述下一步控制包括进入第一训练模式或第二训练模式。

[0087] 其中,所述第二训练模式包括:五指被动训练、五指镜像训练、分指被动训练、分指镜像训练、游戏训练、功能训练。

[0088] 在本发明的上述优选方案中,一方面,使训练过程中供气单元气泵处于一直运行状态,避免了开闭气泵对设备的损害,延长了使用寿命,同时提高了气体供应的可控性,减少了气动手套伸缩管内气压波动,减少手套运动趋势误判的可能,提高手套气体供应的精确控制。另一方面,使得在不同模式切换时,气动手套始终处于第一状态,切换模式时气动手套整体上形成由气管支撑的软性的定型手套,减少手的弯曲程度,使手部放松,降低手部的痉挛的可能,减少气动手套气体输送管路可能会存在扭转、折弯等现象,导致气体运行不畅,充入气体可能会发生气压偏差,此外,在将第一训练模式切换为第二训练模式时,气压偏差会被误识别为手部趋势信号,从而导致系统不预期的启动等问题,通过上述优选方案可避免该问题的发生。而且,还能再切换模式过程中减少手的不可预期的活动以及活动幅度,进而也减少了手指不可预期活动等运动对手运行状态的判断信号的影响,提高了控制的精度。

[0089] 本发明中,当训练完成时,可以停止气动手套运行。

[0090] 在一些优选实施方式中,所述手部康复训练方法还包括:

[0091] S5、当手部训练总时间达到相应设定值时,停止训练,并控制所述气动手套进行完全泄压,使气动手套处于非工作的初始状态,也即气动手套关机。

[0092] 在一些优选实施方式中,S1步骤中,所述气动手套可以包括外展伸缩管,所述气动手套的外展收缩管位于相邻两个手指之间,如图2所示。在给外展收缩管充气能使手指之间外展,向其吸气能使各手指并拢。

[0093] 本领域技术人员可以根据需求调节所述外展收缩管内的气压。优选地,控制所述外展收缩管内的气压低于所述手指伸缩管内气压。该优选方案下,训练过程中供气单元气泵处于一直运行状态时,各手指并拢更为紧密,进一步减少手指痉挛发生的可能,各手指相互依靠,也可进一步减少手指的非预期运动。

[0094] 更优选地,所述手部康复训练方法还包括:S2步骤中,在所述第一状态下,控制所述外展收缩管内的气压比所述手指伸缩管内气压低1-5kPa。

[0095] 在本发明上述控制外展收缩管内的气压的优选方案中,通过将外展收缩管气压稳定在上述范围,相比手指伸缩管具有更低的压力,可实现各手指并拢更为紧密,最大程度地减少发生手指痉挛的可能,减少手指的非预期运动,也进一步实现了手指运行趋势误判降低,提高控制精度。

[0096] 进一步的,发明人还研究发现,手部温度随季节不同,温度不同,供血不足,而在冬

季、寒冷环境下或供血不足等情况下,均会使手弯曲加剧,僵硬,发生痉挛可能性增大。本发明通过控制在整个训练过程中供气单元气泵处于一直运行状态,使得五根手指上的手指伸缩管维持小程度的预伸直状态(较大程度小于工作时屈伸动作中伸直状态的状态为预伸直状态),减少手指的弯曲时,若手指温度过低,过于僵硬,也存在无法实现手指弯曲状态调整的可能。对此,在一些优选实施方式中,所述手部康复训练方法还包括:S2步骤中,在训练前,对所述气动手套的手指关节部位进行加热,以对手指进行加热缓刺激,使手指处于舒适温度状态。

[0097] 在上述优选实施方式中,对手指关节部位进行加热,对手进行缓刺激,使其处于放松状态,可避免手指过于僵硬的损伤可能,更为安全,更为舒适,进一步减少手部痉挛发生的可能,提高手部屈伸可控性,手套运行中不会产生额外的对手部的刺激。

[0098] 本领域技术人员可以根据实际需求选择加热的温度,一般地,使手部加热到37℃左右,然后停止加热。

[0099] 第二方面,本发明还提供一种手部康复训练系统,包括:

[0100] 气动手套,包括手套本体,设置在该手套本体上的手指伸缩管和可选的外展收缩管,供气单元,气路连接盒以及连通管线;

[0101] 控制模块,其与所述气动手套连接,用于执行第一方面所述的手部康复训练方法。

[0102] 在本发明中,所述气动手套上还可以设置常规的操作按键及其配件,例如:气动手套上还含有训练时长的加减按钮,包括屈曲时长和伸展时长;还含有左手和右手两个训练对象按钮;还可以含有低和强的强度按钮,当选了强时,手套气压力度会提高;还可以含有屈伸,伸展,屈曲三个选项,屈伸和伸展以及屈曲只能选中一个,这个选项决定了训练模式的触发方式;还可以含有低,中,高三个助力精度按钮,这个选项决定了助力出发的灵敏度。

[0103] 本发明中,优选地,所述训练系统还包括加热件,用于对手指关节部位进行加热。

[0104] 在一些优选实施方式中,所述训练系统还包括:

[0105] 弱激光管,其包括至少一个红外激光二极管;其设置在所述气动手套的手指关节部位,用于对手指进行加热缓刺激;

[0106] 红外激光驱动模块,其与所述弱激光管连接,用于驱动所述弱激光管加热。

[0107] 在上述优选实施方式中,在训练前调节弱激光强度,对手进行缓刺激,使手部加热到37度左右,关闭弱激光功能。

[0108] 更优选地,所述弱激光管为650纳米的弱激光管阵列。该优选方案下,通过650纳米的弱激光管阵列加热手指关节,650纳米的弱激光管阵列加热手不会产生灼烧等可能,更安全,更舒适。

[0109] 本发明提供的手部康复训练系统,充分考虑了手指痉挛、温度不足、供血不足、僵硬等症状发生的原因,手指在训练过程中可能出现的各种情况(例如过度拉伸、非预期的手部微小活动),气动手套各部件在训练中可能出现的各种不利情况(例如气泵不断开启和关闭引起的气压大幅波动,气体输送管可能出现的扭转、折弯等现象),气压在各种情况下的波动情况,以及手指舒适性,最大可能地减少了上述各种情况对手部运行状态的判断信号的影响,显著提高控制精度。

[0110] 本发明提供的手部康复训练系统主要应用于手功能障碍康复,克服了现有刚体式手部外骨骼体积大、重量重、穿戴不舒适等的局限。

[0111] 以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于此。在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种简单变型,包括各个技术特征以任何其它合适方式进行组合,这些简单变型和组合同样应当视为本发明所公开的内容,均属于本发明的保护范围。

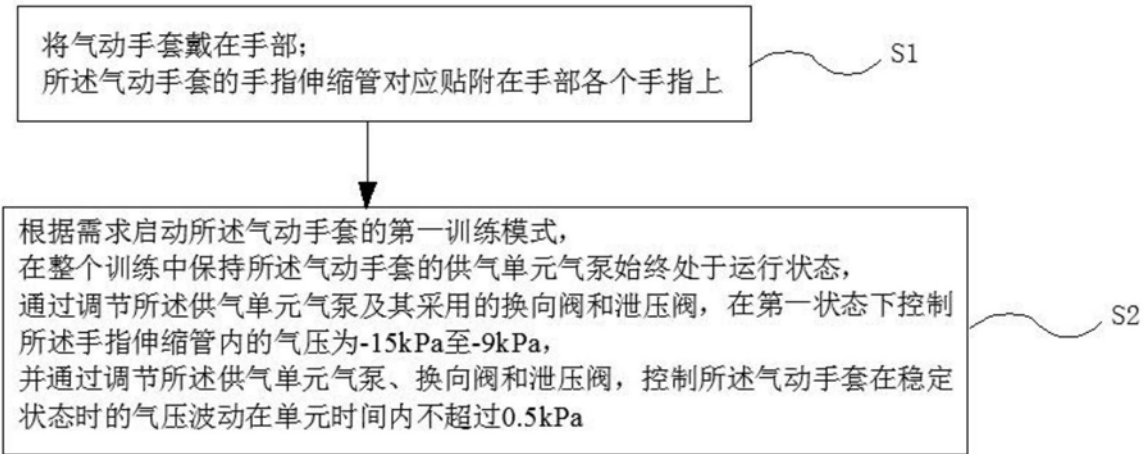


图1

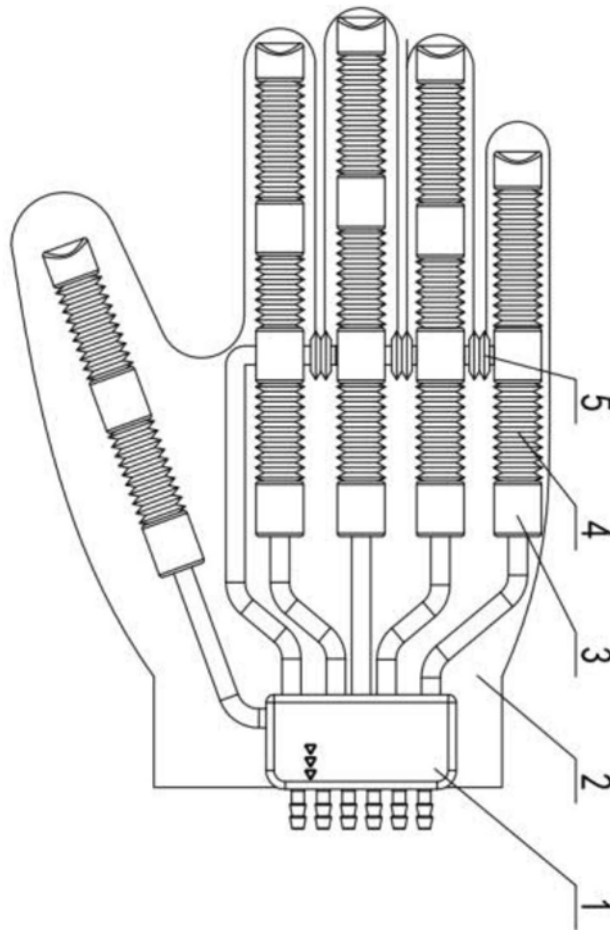


图2