

• 发明与专利 •

一种腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置的设计

朱璐¹ 陈娟² 何婷婷³ 顾加祥⁴苏北人民医院¹ 急诊创伤中心,² 教育培训处,³ 中医科,⁴ 手足外科, 江苏扬州 225001

通信作者: 陈娟, Email: chenjuanmr@126.com

【摘要】 腹部带蒂皮瓣修复术后由于患肢长期处于被动固定位置,引起患肢关节自主活动受限,患者容易出现肌肉酸痛、肩肘关节僵硬,导致断蒂后肩关节和肘关节的活动度变小,伴有活动疼痛等;同时,固定不牢靠还会引起皮瓣撕脱。为此,江苏省苏北人民医院医务人员设计了一种腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置,并获得了国家发明专利(专利号:ZL 2017 1 0053343.8)。腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置由结构执行部分、电气控制部分及条形气囊组成。结构执行部分主要用来提供条形气囊的结构空间,以及支撑上臂、前臂和手部。条形气囊分为多小气囊,电气控制部分通过电机带动偏心轮进而压迫相应段的小气囊,并通过各小气囊的压强增加鼓胀,从而给手臂进行按摩。该腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置是一种既能抬高固定患肢,又能协助患者进行患肢功能锻炼的装置,使用便捷,在使用过程中患者安全舒适,在休息状态时具有良好的肩肘抬高固定功能,避免腹部皮瓣的撕脱,同时还能保护腋窝皮肤,在功能锻炼的同时还能协助患肢进行适度按摩、肩肘的前屈和后伸、上臂内收及外展等康复训练,值得在临床工作中推广使用。

【关键词】 腹部带蒂皮瓣修复术; 上肢抬高锻炼装置; 专利设计

基金项目: 国家发明专利(ZL 2017 1 0053343.8); 江苏省中医药科技发展计划项目(MS2021078)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.04.022

Design of an upper limb lifting exercise device after abdominal pedicle flap repairZhu Lu¹, Chen Juan², He Tingting³, Gu Jiaxiang⁴

¹Emergency Trauma Center, ²Department of Education and Training, ³Department of Traditional Chinese Medicine, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou 225001, Jiangsu, China; ⁴Department of Hand and Foot Surgery, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou 225001, Jiangsu, China

Corresponding author: Chen Juan, Email: chenjuanmr@126.com

【Abstract】 After the repair of abdominal pedicle skin flap, the affected limb is in a passive fixed position for a long time, which leads to limited autonomous movement of the affected limb joints. Patients are prone to muscle soreness and stiffness of the shoulder and elbow joints, resulting in reduced mobility of the shoulder and elbow joints after the pedicle is severed, accompanied by pain in movement. At the same time, unstable fixation can also cause skin flap detachment. Therefore, the medical staff of Northern Jiangsu People's Hospital designed a device for upper limb lifting and exercising after abdominal pedicle flap repair surgery, and obtained a National Invention Patent of China (ZL 2017 1 0053343.8). The postoperative upper limb lifting exercise device for abdominal pedicle flap repair is composed of a structural execution part, an electrical control part, and a strip airbag. The structural execution part is mainly used to provide structural space for the strip airbag, as well as support the upper arm, forearm, and hand. The strip airbags are divided into multiple small airbags, and the electrical control part drives the eccentric wheel through a motor to compress the small airbag of the corresponding section. The pressure of each small airbag increases the swelling, thereby massaging the arm. The abdominal pedicle skin flap repair postoperative upper limb lifting exercise device is a device that can not only lift and fix the affected limb, but also assist patients in functional exercise of the affected limb. It is convenient to use, safe and comfortable for patients during use, and has good shoulder and elbow lifting and fixation function when at rest, avoiding the tearing of the abdominal skin flap. At the same time, it can also protect the skin of the armpit. During functional exercise, it can assist the affected limb in moderate massage, forward bending and backward extension of the shoulder and elbow rehabilitation training such as upper arm adduction and abduction is worth promoting and using in clinical work.

【Key words】 Abdominal pedicle flap repair; Upper limb lifting exercise device; Patented design

Fund program: National Invention Patent of China (ZL 2017 1 0053343.8); Jiangsu Provincial Traditional Chinese Medicine Science and Technology Development Planning Project (MS2021078)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.04.022

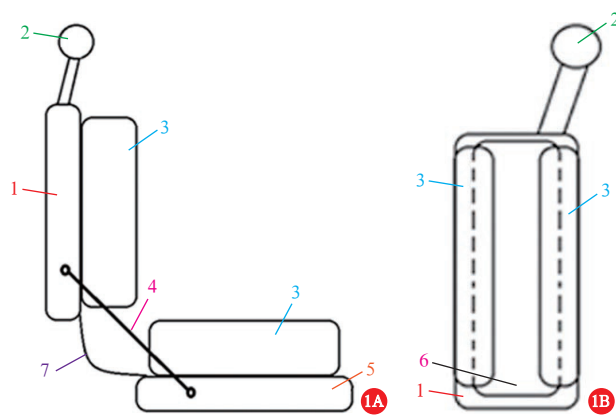
随着显微外科技术不断发展,手、前臂皮肤软组织缺损的修复方法越来越多,腹部带蒂皮瓣修复术因操作容易、存活率高而被广泛应用,但术后上肢需被体位固定3周^[1]。一般术后3周去除腹部带蒂皮瓣,期间为防止皮瓣撕脱,需

要用绷带或胸带将患者手术侧的前臂和手固定在腹部,以限制其活动。在固定过程中,大多数患者在椎弓根切除后容易出现肩关节和肌肉酸痛、肩关节活动度降低、关节功能障碍等。非固定早期阶段的彻底康复锻炼对于预防大多数患者

术后肩关节功能障碍不可或缺。卧床 3 个月后,大多数患者无法选用躺椅或升降垫来抬起患肢,目前还缺乏一种既能抬高患肢又能兼顾功能锻炼的控制装置。针对上述情况,本院医务人员设计了一种适合大多数患者的腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置,并获得了国家发明专利(专利号:ZL 2017 1 0053343.8),报告如下。

1 腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置的基本结构

腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置主要由上臂基座(图 1-1)、腋下球囊(图 1-2)、条形气囊(图 1-3)、扣带(图 1-4)、前臂基座(图 1-5)、基座内侧的充气抬高气垫(图 1-6)和连接棉布(图 1-7)组成,包括结构执行部分、电气控制部分及条形气囊。



注: 1 为上臂基座, 2 为腋下球囊, 3 为条形气囊, 4 为扣带, 5 为前臂基座, 6 为充气抬高气垫, 7 为连接棉布

图 1 腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置整体结构(A)及上臂支撑单元局部结构(B)示意图

1.1 结构执行部分: 上臂基座下端与前臂基座后端以棉布连接,同时设有转运限位装置,以避免前臂旋转;基座两侧均设有条形气囊,与基座内侧的充气抬高气垫形成 U 形凹槽,分别与人体的上臂和前臂贴合。上臂基座顶端设有腋下气囊;上臂基座与前臂基座两侧的条形气囊均由独立的多段气囊组成,每个独立气囊的压力可由电气控制部分单独控制。

1.2 电气控制部分(图 2): 整个控制系统电源由控制器、功率器件和人机交互单元供电。供气压力借助通气管路连接到上臂基座与前臂基座的条形气囊和腋下气囊,管路上连接有电控气阀;控制器借助其相应的可控信号输出端连接至功率器件的直接输入控制回路;功率器件的输出端与电控气阀的输入端连接,并与电源构成输出控制回路。控制器也可借助计算机网络控制电路直接与上位嵌入式工控机连接,逐步形成上

肢提升运动管理系统的计算机硬件部分。前臂基座和上臂基座的条形气囊及腋下气囊内均连接独立的压力传感器,传感器的输出信号被收集到控制器中,从而控制对患者手臂施加的压力,以及通过控制腋下气囊的压力来调节上臂与躯干的角度。另外,腋下气囊的压力还能够直接连接充气球囊,手动调节气压。在条形气囊表面上设有“S”形加热元件,以增加加热面积,同时可适应气囊表面变化。上臂基座与前臂基座连接的基本结构为平纹细布,二者间的转动限位装置是两组扣带,可分别卡扣在上臂基座下端和前臂基座后端。前臂底座与上臂底座内侧均设有充气抬高气垫,可连接手动充气球囊或电气管路,以便调整 U 形槽内的空间,使患者处于舒适、安全的状态。

1.3 条形气囊的制作方法(图 3): 前臂基座和上臂基座的条形气囊由多个独立的小气囊组成,每个小气囊的底部安装有独立的异步电机,异步电机的定子绕组与传动结构连接。电机定子中心线与小气囊相互间的直线距离不固定,传动结构的突出部分与小气囊接触。异步电机控制开关的直接信号接收输入端与电控器对应的直接信号接收输入端连接。这些小气囊放置在可移动的箱式空间中。可移动箱式空间的顶部是开放的,侧壁是刚性的,传动结构设置在底部,小气囊设置在顶部。可移动箱式空间可用硬质材料制成,小气囊完全被水粉涂料覆盖,狭小的气囊容纳空间因传动结构的转动而发生变化。异步电机可选配步进电机驱动器,借助传动结构压缩小气囊对手臂进行按摩。

1.4 制作注意事项

1.4.1 结构执行部分: 上臂底座和前臂底座可选用硬质海绵,以进一步提升稳定性和安全性,并便于最终消毒,也可在高强度软海绵外包装 PVC 防水材料。基底内侧的充气抬高气垫能够满足大多数患者的不同需求。充气球囊可结合

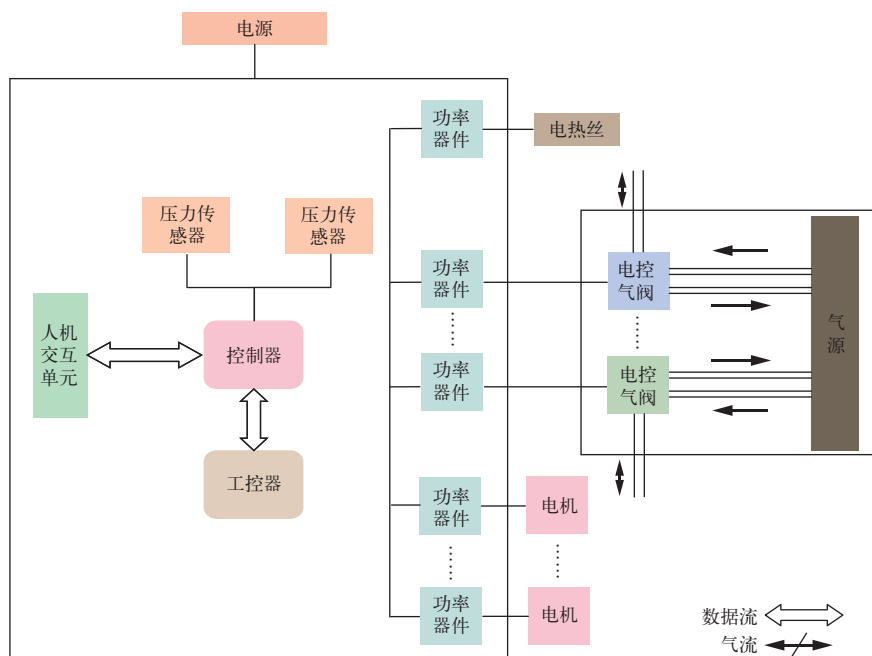
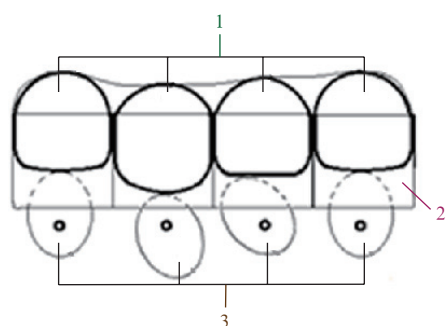


图 2 腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置电气控制部分原理示意图



注: 1 为独立小气囊, 2 为箱式空间, 3 为电机带动的偏心轮

图 3 腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置条形气囊结构原理图

患者的个体需求, 调节气垫的充气量, 以调节患肢抬升高度。柔软的 U 形槽不仅能达到良好的按摩效果, 而且能予以加热。U 形槽环绕患肢, 可借助间歇性近端和远端充气, 促进整个上肢的血液循环, 预防血栓形成。另外, 为了满足患肢保暖的需要, U 形槽内安装了温度可调的加热元件, 可将充气按摩池的温度控制在 35 ~ 37 ℃。

上臂基座与前臂基座构成肘关节角度调节装置, 可根据患者需要调节患肢屈曲角度。除此之外, 腋下气囊能够借助充气 and 放气来辅助肩关节完成内收及外展锻炼; 而且, 气囊外包裹的柔软纱布能够吸收机体分泌的油脂和汗液, 以保持腋下皮肤清洁干燥。充气气囊、腋下气球和其他小气囊都选用橡胶材料制成。

1.4.2 电气控制部分: 电气控制部分选用中间继电器或实际功率管等功率器件。这些器件得以借助小电压和电流控制环路 (被认为是输入控制环路) 接收控制信号, 并借助内部电源的输出电流控制环路 (被认为是输出控制环路) 安装驱动器。电控制气阀选用电磁感应气阀, 借助电磁开关驱动三通阀 / 阀盘 (与继电器的基本工作原理相同), 使气孔在 3 个状态之间切换, 即气孔与进气通道连通、气孔与出风通道连通及正常状态下气孔关闭。供气压力采取空气压缩 + 储气罐的形式供应二氧化碳气体。储气罐采取二氧化碳气体控制电路连接出气口和进气口。当储气罐的大气压力下降时, 空气压缩机可及时补充。监护仪电源采用适配器将交流电转换为三相交流电, 或者使用蓄电池。人机交互单元包含液晶显示器、键盘及多点触控等设备。

2 腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置的使用方法

腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置可用于固定患者上肢, 并允许计算机控制结构执行部分进行运动。管理系统软件涵盖恢复系统服务器和 1 个或多个用于腹部带蒂皮瓣修复术后肘关节屈曲练习的控制装置。前臂基座和上臂基座的条形气囊被分成 n 个独立的段, 在电气控制部分的控制下, n 段气囊 U 形槽中依次循环地膨胀和收缩, 每个独立气囊由完全膨胀至完全回缩再至完全膨胀的工作频率介于最大耗氧量心率 (heart rate, HR) 的 1/5 ~ 1/2, 且不超过 40 次 / min。每个独立气囊在完全膨胀状态下压力为 11 ~ 12 kPa。气囊的抗压强度和工作频率要与人体自身 HR 保

持特定关系, 以促进体内的血液循环。在电气控制部分, HR 和压力采集装置的输出端分别与控制器输入端连接。压力采集装置涵盖 $2n$ 个压力传感器, 用于直接采集上臂与前臂各段气囊的压力。

3 优点

腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置具有加热功能, 可以通过电脑终端程序来控制与患肢接触部位的温度, 并保持在 35 ~ 37 ℃, 从而起到保温的效果。肩肘关节的充气装置通过从远端到近端依次进行充气, 以刺激肢体的血液循环和淋巴回流, 从而缓解患肢水肿, 并减少上肢血栓的发生。同时, 该装置可有效提高被固定肩肘关节的高度, 从而避免皮瓣撕脱, 并可通过整体高度调节来辅助肩肘的前屈和后伸锻炼。通过腋下气囊装置的膨胀和收缩可帮助肩关节实现被动的内收和外展, 同时可维持腋下皮肤干燥清洁, 以提高患者的舒适度。

4 结论

腹部带蒂皮瓣修复手术后, 大多数患者需要被长时间束缚, 以防止皮瓣扭转、折叠和撕脱^[2], 长期被动体位造成术后早期功能锻炼困难^[3]。肉芽组织能够对肌肉和骨骼功能形成有益的效果^[4]。一般来说, 大多数患者在皮瓣植入期间因担心患侧肩肘关节活动造成伤口裂开而保持固定体位, 造成肩肘关节功能障碍, 使恢复速度减慢, 给患者的正常生活带来困难^[5]。随着时间的推移, 材料科学与工程不断发展, 国产医疗器械进步的步伐日渐加速, 患者对设备安全性和稳定性的需求逐渐提升, 对治疗效果及舒适度等方面的需求也日益增加^[2]。为此, 本院医护人员设计了腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置, 不仅可有效提升肩、肘关节, 还能改善肩关节功能并辅助患者进行康复训练, 避免肩关节功能障碍等并发症, 以及因长期姿势固定而造成的关节僵硬。

综上所述, 腹部带蒂皮瓣修复术后上肢抬高锻炼装置使用方便、安全, 使用过程中, 患者舒适度、配合度较高, 提高了工作效率及基础护理质量^[6], 值得临床推广使用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 王德明, 温宝磊, 费圣强, 等. 加速康复外科联合综合康复治疗在防治腹部带蒂皮瓣修复术后继发冻结肩中的应用 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2022, 15 (2): 105-110. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2022.02.05.
- [2] 朱琳怡, 傅育红, 毛雷音, 等. 序贯康复护理在腹部带蒂皮瓣修复手部软组织缺损中的应用 [J]. 上海护理, 2021, 21 (8): 1-5. DOI: 10.3969/j.issn.1009-8399.2021.08.001.
- [3] 刘小俊, 赵瑞, 刘云峰, 等. 腹部带蒂皮瓣在上肢皮肤软组织缺损修复中的应用 [J]. 中国美容整形外科杂志, 2021, 32 (7): 415-417, 430. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7040.2021.07.010.
- [4] 辛泽昌, 冯清波, 杜岩, 等. 一种新型抗菌镇痛医用敷料的设计和应用 [J]. 中华危重病急救医学, 2020, 32 (4): 502-503. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200129-00144.
- [5] 盖玉宁, 郑喜灿, 张兰兰. 腹部带蒂皮瓣修复术后围手术期康复护理 [J]. 实用手外科杂志, 2019, 33 (3): 352-353. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2722.2019.03.033.
- [6] 冯清波, 顾加祥, 刘宏君. 一种新型骨科换药架的设计与应用 [J]. 中华现代护理杂志, 2020, 26 (24): 3267. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2020.24.101.

(收稿日期: 2022-08-29)

(责任编辑: 孙茜 邸美仙)