

基于激光针灸技术的老年膝关节康复仪的设计研究

范琳, 贺严毅

(燕山大学艺术与设计的学院, 河北 秦皇岛 066001)

摘要 在国内老龄化进程加快的趋势下, 目前市场上的老年人膝关节康复产品不能满足老年人需求, 文章旨在研究更适合老年人的康复治疗方式, 提升老年人在使用膝关节康复类产品中的用户体验。首先, 对现有的膝关节康复产品进行调研分析, 并且进行分类归纳, 具体分析后确定出产品设计方向; 其次, 根据老年人使用康复产品的环境, 发掘更适合老年人使用的流程和交互方式; 最后, 将技术与康复产品相结合, 满足老年人更多的治疗需求。

关键词 激光针灸; 康复治疗; 用户分析; 产品研究

中图分类号: TH77

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)02-0010-03

随着社会上老年人群体年龄的增加, 膝盖损伤导致脆弱和膝关节疾病的事件显著增加。老年症状严重的患者在手术后, 并不是所有的功能都能得到恢复, 康复仍然至关重要。在加剧老龄化的过程中, 如何解决老年人关节康复及养护是社会各界面临的一个重要问题。

文章介绍利用激光针灸和人机交互技术开发出的老年膝关节康复仪, 帮助患者恢复功能障碍、平衡行走和其他运动功能。利用激光针灸技术的膝关节康复仪主要包括减轻疼痛、组织再生、减少炎症和促进生物功能。患者可以自主选择进行时长、治疗项目及强度等相关参数, 并进行实时交互和控制, 实现不同关节的功能恢复。

1 膝关节康复背景及需求

1.1 膝关节康复研究

我国在康复医学方面仍处于起步阶段。膝关节手术后, 绝大多数患者都会出现不一样的功用障碍。现在只有少量几家综合医院有康复科、骨科病院有康复科或康复中心^[1]。这些医院都是在原有基础上改建而成的, 没有从根本上改变医疗模式和治疗手段, 也没有建立专门的康复治疗团队, 更没有设置独立的门诊病房或康复病区。即使建立了科室和病区, 也仅仅是对已经存在较严重功能障碍的患者进行治疗和功能恢复训练。

在国外有相关资金和技术支持康复机器的发展,

在1990年全球大约五十多个研究中心, 主要分布在英国、美国、欧洲等地。美国的Prospect公司研制的Pepper, 可以帮助患者完成日常生活所需的动作, 其设计是基于计算机辅助。目前全世界有二十多家公司在进行研究, 并且在不断地进步和发展。

发达国家通过个人医疗保险的完整链条, 从治愈、复健到回归正常生活都在医疗保险的服务范围内。如表1所示, 我国的康复服务体系相对于发达国家水平落后, 从设备、设施、供需、环境等方面仍未及发达国家。

1.2 膝关节康复需求

康复仪可提供用户多种模式进行治疗膝关节, 由患者依据自身情况进行。同时, 还能为用户提供定制化的个性化方案, 可以帮助病人进行有效的活动控制。在应用中, 康复仪器符合体积小、重量轻、适合人体等特点, 能够满足患者的基本需求, 减少大型仪器的消耗, 在未来有望代替人工进行康复治疗。我国针对现有仪器应该改进的地方包括: 对于患者来说, 目前尽可能地满足独立操作、智能化主动选择; 对于患者家庭来说, 主要是尽量减少耗资、更加有效的治疗方案与后期持续康养。

2 目标用户现状及分析

2.1 目标用户群体

在老龄化形势的影响下, 60岁左右的老年人和每天需要维护膝关节的人将是膝关节问题的主要人群。

★基金项目: 2022年河北省燕山大学创新训练项目《老年膝关节康复辅助仪的设计与开发》(项目编号: CXXL2022641)。

表 1 国内外康复医疗体系对比

国内 / 外	服务环境	使用方式	操作难度	康复手段
国内传统体系	医院、家庭	基本为共用	较高	设备为辅, 医师为主
国外目前体系	医院、家庭、 养老机构 (社区)	独立使用为主, 共用为辅	较高	设备为主, 医师为辅

国内一部分是沿用国外产品进行设计, 但国内外老年人体型差异大, 长此以往, 对老年人的康复会造成影响。

2.2 研究对象分析

根据前期对于康复用户人群的定位与分析, 分别对康复医护人员和康复患者进行访谈。

(1) 康复医护人员访谈内容包括: 中医针灸主要在术后哪个阶段使用; 大部分医师对膝关节使用针灸进行治疗的态度; 当下康复仪的运作方式; 相关康复仪的治疗过程; 对于针灸治疗的需求和期望等。(2) 康复患者访谈内容包括: 复健的治疗过程与病痛; 使用针灸治疗时的心理状态; 是否需要专业人员陪同; 对针灸治疗的期望和需求等^[2]。

总之, 专业的针灸治疗需要医护或医师的专业操作, 而另外一部分设备可由患者自主使用。患者大多认为专业的医护人员开销较大, 所以大多数主要以依靠家属为主。而对于针灸治疗, 患者期望率较高, 也较为信任。

3 康复仪器分类及针灸研究现状

3.1 康复仪器分类

1. 下肢驱动式。下肢驱动的膝关节术后康复设备是指依靠患者下肢驱动的装置, 一般未安装驱动器。由德国 Thera 公司研制 CAMOped 下肢训练器^[3], 依靠健康的下肢带动患者进行康复运动, CAMOped 用途广泛, 并且体积小重量轻。但该设备不能有效地对关节功能恢复较差的患者进行康复训练, 训练效果较差。限制于持久性的问题下, 更需要一种新型可穿戴式、易于操作和维护的装置来帮助老年患者在术后进行康复训练。研究发现, 下肢运动锻炼有助于减轻疼痛和促进恢复。在某种程度上对肌肉萎缩的患者来说, 促进恢复功能非常重要^[4]。

2. 驱动机构式。驱动机构式实现了下肢康复功能的主动化、个性化, 在运动过程中实现关节主动活动和被动运动平衡, 并根据用户的运动模式调整康复训练策略和参数。LiteStepper 可以通过自主学习并自适应地学习用户的运动模式, 并通过主动化反馈, 根据数据不断调整机器的训练策略和方法, 实现患者与机器“零距离”交互。且 LiteStepper 只需要一位治疗师来操作, 提高了康复的效率。对于患者而言, 将根据患

者的实际情况提供智能化训练, 从而达到更佳康复效果。

3. 外骨骼式。外骨骼式是能够辅助患者进行肢体运动功能的恢复, 同时也能提供外部支持。主要有两种形式: 一种是由外部传感器来控制, 另一种是由患者自身直接控制。市场上有不少以此为原型研发的相关产品, 按照理念可分为 CPM 康复设备和仿生外骨骼设备。目前, CPM 康复这项技术在临床上非常有用, 特点是在延长的被动运动过程中, 针对下肢患者的运动, 评估患者的功能康复^[5]。我国台湾大学将“CAM”与“CPM”相结合, 为下肢及腰部康复训练提供辅助。CAM 检查后, 患者的生活和动作恢复正常。同时, CPM 和 CAM 的结合也在治疗方面发挥了积极作用。

4. 多运动轨迹式。相关研究人员等人开发了一种基于传统运动轨迹和改进后的运动学模型的新型 CPM, 只有当系统从患者的主动或被动角度切换到极端角度时, CPM 才能更好地发挥作用。研究人员使用一种工具来理解传统动作, 并使用更好的模型以各种方式训练下肢和躯干。

3.2 研究现状

激光针灸, 最早在 2000 年由格拉茨大学和帕德伯恩大学发展起来的, 是许多欧洲诊所的中心疗法。针灸光纤的直径为 500 微米, 用于治疗人们的针灸, 把能量传导到穴位, 通过积累吸收、传输和释放能量。随着社会的发展, 人们对于健康越来越重视, 但疾病总会困扰着患者, 中国传统医学中的针灸疗法不仅可以恢复患者的健康, 还可以使疾病最终得到根治。

4 康复辅助仪设计方案及说明

4.1 设计方案

结合用户反馈以及技术结构量化考量, 对产品的具体方向需求逐渐准确, 更多地将落实于设计产品的功能、形态、结构、人机要素上。

传统的中医针灸治疗方法是以中医的理论为基础, 而现代激光针灸技术, 使用现代化科学技术, 通过光、热、电、机械能和其他形式的能量用作刺激手段, 以在神经反射、神经内分泌和神经调节的作用下实现协调治疗, 同时也将仪器所具备的性能及人性化的设计理念在老年人群中普及。膝关节康复仪采用智能技

术与先进材料结合,以人体工程学理论为基础,同时采用先进的传感技术与无线技术,使用者能够根据膝关节的状况进行训练,达到康复膝关节的目的。

4.2 设计说明

1. 产品造型说明。从外观方面对产品的可用性和易用性进行分析,并总结相关设计经验。在实现产品功能的过程中,考虑到结构安全、所有操作人员及功能、使用者是否方便使用。经调研,市场上治疗类医疗器械都以功能为核心,缺少外观设计。而膝关节仪器类面向市场销售在同类产品群体中要体现出不同的设计意图,简洁以及轻量化是外观设计的重点,以此进行灵感挖掘。

产品 CMF 要素包括:(1)色彩方面。膝关节康复工具的产品颜色应包括健康、科技,从而引导患者更明确地操作和使用,建立良好的复健心态。(2)材料方面。板材、工厂碳纤维、塑料工程 ABS、亚克力等多种材料,充分考虑材料性能和性价比,选择最佳材料。(3)表面处理方面。在表面处理中常见的工艺有喷砂、抛光、电镀等。产品的表面处理也会影响产品的后续使用效果,引导用户在视觉和触觉上区分和使用产品。

2. 产品功能说明。(1)穴位针灸功能。刺激人体特殊穴位,达到通经活络、调整膝关节处的机能。(2)基本 CPM 功能。腿部固定、结构舒适、卧姿坐姿均可使用和易穿戴、角度锁定。(3)交互功能。系统状态与灯光呈现,语音提示。(4)数据呈现。数据及时间可视化、疗程智能提醒、数据实时记录。(5)辅助功能。镇痛消肿、制定专业治疗流程。

将五类功能划分为三层:基本功能为用户现拥有的功能,也是产品的要素;中期功能是康复后进行规范提升,一般应优于标准;专业功能则由家属或医护辅助进行,设置专属于该患者的个人治疗方式。

4.3 设计定位

1. 目标用户定位。膝关节康复仪面向膝关节及周围有损伤或术后治疗的位于复健时期的患者。

2. 产品造型定位。设计的康复仪的整体造型将以简洁风格为主,在保证便捷性和安全性的基础上进行优化。

3. 产品功能定位。在针对膝关节及周围有损伤或术后治疗的复健时期的患者进行被动治疗来帮助患者,实现直观监测、智能提醒、佩戴舒适等功能。

5 总结与展望

5.1 课题主要研究成果

在理论分析的基础上,根据膝关节运动和康复的特点和需求,设计一款结合激光针灸的康复治疗的膝

关节康复仪器。文章主要研究内容有:(1)通过对膝关节康复的调研分析,揭示了在设计流程中的用户研究缺失,明确了用户的痛点。(2)提出产品开发设计流程。通过对膝关节康复产品使用者进行分类来指导用户研究,将用户需求和设计需求进行设计要素的转化,到最终的设计决策与实施。(3)通过产品造型设计、交互体验设计、模型设计,都落实到产品。完成膝关节康复仪产品的开发过程。

5.2 发展趋势及展望

康复和康养领域的改善和发挥可以更好地帮助患者。为了提高训练的效果,激光针灸膝关节康复仪须突破以下关键技术^[6]。(1)智能化控制技术。现有激光针灸有两种主要方法,针刺和激光照射。现有的康复设备智能化水平较低,部分设备操作复杂,需要专门人员负责,限制了激光针灸技术的推广及应用。提高康复设备智能化水平的主要目标是实现人机交互界面的简易性、安全有效的控制策略、数据处理的智能化水平和康复评价的可靠性。(2)复合康复辅助治疗。康复医学为针灸的应用和发展提供了新的机会,在进行正常膝关节治疗的同时,加入针灸治疗刺激穴位,共同达到康复的目的。(3)适应性与特征性。要提高膝关节运动的自适应能力,在膝关节固有的生理特征下,仪器要有较高度度的仿生化,对下肢和膝关节模型和仿真,增强对膝关节本身的适应性。其次,需要提高机构适应不同个体的生理特征的自适应能力,满足个性化康复的需求。提高康复设备的特征能力将促进自适应技术在医疗康复中的应用。

参考文献:

- [1] 肖贺婷,覃浩杰,李永斌.基于自然交互的老年人康复训练产品设计研究[J].工业设计,2022(06):152.
- [2] 陈星,徐娟,刘颖,等.不同时期分阶段膝关节康复训练对全膝关节置换术患者的影响[J].齐鲁护理杂志,2022(02):23-24.
- [3] 姚玉峰,杨运动,郭军龙,等.膝关节术后康复训练机器人研究综述[J].机械工程学报,2021(03):7-9,11-12.
- [4] 刘敬东,金莲洁.面向老年人的户外健身器材适老化设计研究[J].工业设计,2022(09):78.
- [5] 林博文.CPM 膝关节康复器联合双侧下肢功能锻炼在单侧髌骨骨折术后患者中的应用效果[J].医疗装备,2022(07):56.
- [6] 同[3].