

帕金森康复辅具设计综述

毛斌, 李怡, 杨旸

(山东建筑大学, 济南 250101)

摘要: **目的** 综述帕金森康复辅具研究进展, 总结帕金森康复辅具现有的问题, 提出未来设计的研究方向。**方法** 基于文献研究法、归纳法梳理帕金森康复辅具国内外研究内容, 归纳现有帕金森康复辅具的种类与优缺点。概括帕金森辅具的分类, 对典型帕金森康复辅具设计案例的概念设计、结构设计、创新设计进行解析。分析虚拟现实技术、体感交互技术、传感技术等关键技术在帕金森康复辅具应用中的可行性与挑战性。**结论** 总结帕金森康复辅具在功能设计、先进技术、产品种类、康复数据可视化等方面存在的问题, 探索其在产品形式、适用范围、康复心理、中医结合方面的发展趋势, 为帕金森康复辅具的研究起到借鉴与促进作用。

关键词: 帕金森; 康复辅具; 案例分析; 关键技术

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)08-0023-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.08.004

Parkinson's Rehabilitation Aid Design

MAO Bin, LI Yi, YANG Yang

(Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China)

ABSTRACT: The work aims to review the research progress of Parkinson's rehabilitation aids, summarize their existing problems and propose the future research direction of the design. The researches on Parkinson's rehabilitation aids at home and abroad were sorted out by means of literature research and induction to summarize the types of existing Parkinson's rehabilitation aids and their advantages and disadvantages. The classification of Parkinson's aids was summarized to analyze the conceptual design, structural design and innovative design of typical Parkinson's rehabilitation aids. The feasibility and challenge of key technologies such as virtual reality technology, somatosensory interaction technology and sensing technology applied in the Parkinson's rehabilitation aids were analyzed. The problems existing in the functional design, advanced technology, product types and rehabilitation data visualization of Parkinson's rehabilitation aids are summarized, and their development trend in product form, scope of application, rehabilitation psychology and combination of traditional Chinese medicine is explored, so as to provide reference for and promote the research on Parkinson's rehabilitation aids.

KEY WORDS: Parkinson; rehabilitation aids; case analysis; key technology

帕金森病是第二大神经退行性疾病, 仅次于阿尔兹海默症^[1]。随着我国人口老龄化和老年人口高龄化现状的加剧, 帕金森病患者的数量不断增加。为了让帕金森患者安度晚年, 科技养老、辅具养老已逐渐成为社会发展的主流^[2]。目前, 帕金森病的致病因素仍不

明确, 可能与环境因素、免疫异常、线粒体功能障碍和氧化应激过度、年龄老化、细胞凋亡等诸多因素有关^[3]。帕金森病的临床症状分为运动性症状和非运动性症状, 运动性症状包括肌僵直、静止性震颤、运动减少和姿势不稳^[4]; 非运动性症状包括认知功能减

收稿日期: 2020-02-13

作者简介: 毛斌(1972—), 男, 山东人, 硕士, 山东建筑大学副教授, 主要研究方向为产品设计、适老化设计、设计文化等。

通信作者: 李怡(1996—), 女, 山东人, 山东建筑大学硕士生, 主攻产品设计、适老化设计。

退、神经精神症状、自主神经功能紊乱、睡眠障碍、感觉障碍等^[5]。疾病后期患者常因平衡障碍、跌倒、冻结步态、吞咽困难和语言障碍等问题,导致生活无法自理,甚至长期卧床,生活质量严重下降^[6]。现有的帕金森治疗方法有药物治疗、手术治疗和康复治疗^[7]。帕金森病康复治疗由多学科协作,目标是在疾病进展情况下最大程度改善患者的生活质量^[8]。传统的帕金森康复治疗是由治疗人员对患者进行肢体训练,通过物理治疗使肌肉力量、柔韧性、平衡功能和耐力达到最佳状态,以延缓相关功能障碍的发生。传统的康复种类少、系统性差,且人工康复成本高、效果不显著。现代的帕金森康复治疗以康复辅助器具作为康复治疗的媒介,节省人力且康复持续时间长,对帕金森病患者的康复有积极影响,因此进行帕金森康复辅具的深入研究。

帕金森康复治疗辅助器具通过训练步态、步幅、步速、平衡能力,不断提高核心肌群力量,改善姿势不稳症状,增强患者自理能力,降低跌倒风险。心理的整体活动会影响到康复训练的情况^[9],通过辅具治

疗有利于患者提升康复体验感,增强患者及其家庭的康复信心,从而提升患者的康复效果。

1 帕金森康复辅具分类

针对症状的差异,帕金森康复辅具可分为运动性康复辅具和非运动性康复辅具。针对步态康复类型可分为动静平衡仪、助行器、步态康复训练仪、足部矫正鞋、虚拟现实训练系统、康复训练机器人。针对饮食康复类型可分为防抖勺、助食勺、助食筷、辅助喂食机器人。针对认知康复类型可分为注意力训练游戏、运动训练系统、高压氧舱。

帕金森康复辅具产品见图1(图片摘自 <http://www.fj333.org>)。

2 国内外研究现状

2.1 国外研究现状

理论研究表明,个性化的运动训练能够改善帕金森病的运动症状,Giovanni Abbruzzese 等人^[10]提出了



图1 帕金森康复辅具产品
Fig.1 Product picture of Parkinson's rehabilitation aids

帕金森病的康复方案应该“以目标为基础”,同时要确定康复实践的强度、特异性和复杂性,并且康复应针对个体患者的特征进行方案定制。Paolo Borrone^[11]认为除震颤外,有针对性的体力行为可以改进帕金森病患者所有显著的运动症状。其中跑步机训练可以改善帕金森病患者的平衡能力,舞蹈训练因其社会性和愉快性,对情绪和心理会产生有益影响。研究者将虚拟现实技术引入帕金森病康复治疗,Pazzaglia 等人^[12]通过对照实验得出虚拟现实康复作为一种新的非常规康复手段,能够集合认知和运动任务,在平衡改善、步态改善、手臂功能和心理方面有更大的康复优势。Ioannis Theoklitos Paraskevopoulos 等人^[13]为帕金森病患者提出了一套运动康复游戏的设计准则,设计准则对游戏趣味性、活动强度、参与度、使用效果对比、叙事性、感官使用、以患者为主导、接受度等方面进行规范。另外,还提出了多种方法完善帕金森康复治疗手段,Grazia Palamara 等人^[14]发现,水生疗法加上陆基康复治疗,可以为患者平衡功能障碍治疗的持久性作出贡献,水生疗法的长期康复效应可能取决于水的物理特性。Daniele Caligiore 等人^[15]的研究表明,动作观察疗法或长期运动康复计划可对帕金森病患者的运动产生积极影响,并对运动能力恢复有一定的益处。Davide Ferrazzoli 等人^[16]对帕金森康复认知训练对运动训练的影响进行了研究,认知训练对运动训练有着至关重要的作用,持续集中注意力能够有效完成目标运动行为。在产品方面,Google 的 Lift Lab 公司生产的 Liftware Steady 防抖勺,补偿帕金森病患者手部震颤,帮助进食。之后,该公司又生产了二代产品 Liftware Level 防抖勺,确保勺子在水平和垂直方向都实现防抖效果。Valeria Dibilio 等人^[17]的初步研究表明,基于执行功能训练的计算机辅助设计方案,可以改善帕金森病患者步态冻结的症状。2001年日本 Secom 公司研发出了帮助残疾人或者失能老年人吃饭的机器人 My Spoon,它采用的是机械触摸式的人机交互方式,有标准颌动、加强脚动和手动开关三种操控方式^[18]。美国的 Design 公司发明的 Obi 喂食机器人,通过机械臂和操作按钮完成喂食。美国大湖公司的 Kinesia 系列产品采用病人佩戴 MEMS 传感器模块,监测帕金森病静止性震颤和运动迟缓的程度。

国外在帕金森病的康复研究中针对治疗手段的研究较为广泛,并引入虚拟现实技术、传感器技术等,探究不同方法对帕金森病康复治疗的作用,如水生疗法、动作观察疗法、舞蹈训练疗法、认知训练疗法等。医疗方面的研究多于辅具设计方面的研究,在产品方面主要进行饮食辅具防抖勺、可穿戴设备的研究。

2.2 国内研究现状

我国帕金森康复训练系统的发展起步较晚,随着我国老龄化加剧,帕金森群体逐渐得到重视。在医学研究方面,首先将针灸治疗融入到康复治疗中,取得

了显著成效:盛刚等人^[19]研究了针刺治疗对帕金森病的临床疗效,得出了针刺治疗帕金森病可改善患者的运动功能,效果显著;袁盈^[20]运用“颅底七穴”针灸法治疗可以明显改善患者的震颤、僵直症状,且远程疗效显著;王璇璇等人^[21]的研究证实,采用常例药物联合督脉温针灸对帕金森病患者进行治疗,可明显改善其运动能力、嗅觉能力。其次探究运动康复训练对帕金森康复的积极作用:王霞^[22]通过探讨帕金森病患者的康复和护理方法认为,帕金森病患者重视康复护理,增加肢体训练、运动训练,如打太极、慢跑等可以加快康复进程;黄豪^[23]将太极“五功六法”应用于早期的帕金森辅助治疗与实证研究中,对促进帕金森病患者基体的自稳态调节、平衡能力和运动能力起到了辅助治疗作用,而且能提高患者的心理水平和社会适应能力;陈淑芳等人^[24]通过客观分析帕金森病患者静态和动态足底压力分布,更有利于对患者进行针对性的康复运动训练。足底压力分布表明帕金森病患者重心左右漂移明显,康复训练时调整重心后再加强运动训练会达到事半功倍的效果。针对足底压力矫正方面,刘燕平等^[25]对四十例帕金森患者展开了十周的 Lokomat 下肢机器人步态锻炼体系训练,治疗后证实了利用下肢机器人进行康复训练比常规康复训练有更明显效果。崔立玲等人^[26]将 Valpar 训练系统结合常规治疗进行对照实验,表明 Valpar 训练系统的训练效果更明显,不仅可以改善帕金森病的运动性症状,而且可以改善认知障碍、感觉障碍等非运动性症状,进而提高患者的生活质量。产品设计方面,上海理工大学对智能饮食机器人进行了交互方式的创新,机器人利用视觉交互系统捕捉用户眨眼睛的动作,即可完成喂食命令;北京达福康辅助器具技术有限公司生产出适合帕金森病患者使用的助食筷、助食勺、助食叉;深圳市臻络科技有限公司推出的睿餐智能防抖勺,利用无人机的传感器姿态监测和解算技术,帮助帕金森病患者缓解进食时手抖的情况。

国内在帕金森病康复研究中,引入中医治疗的优势,在康复过程中引入针灸等中国特色治疗方法来创新康复方法,但是没有将特色治疗方法应用于辅具产品设计。在运动训练方面进行较多的研究,利用足底压力分布、下肢机器人、太极疗法等方法,查明帕金森病姿势不稳的原因,积极探究改善帕金森病平衡能力、运动能力、社会适应能力的方法。

3 帕金森康复辅助器具设计案例

3.1 动静态平衡仪

动静态平衡仪是通过训练神经肌肉和视觉灵敏度改善患者的平衡性、稳定性、协调性的辅具,主要针对提高核心肌肉力量、肌肉灵活性和肢体运动范围。动静态平衡仪的适用症状范围广,不是专门对帕

金森病症状进行康复的辅具。其中,动静态平衡仪由显示屏、足部活动区域、扶手与安全支撑带组成;足部活动区域下的可变气压气囊系统可使活动区域通过改变气压实现改变重心的功能,进而训练平衡能力;同时,气囊系统内设有倾斜传感器,可追踪到360°水平方向和20°垂直方向的运动水平,可评估跌倒风险;触摸显示屏可提供静态游戏和虚拟现实3D游戏,使训练更加人性化,增加了用户的积极性反馈,减少了重复运动带给用户的厌倦感。

现有动静态平衡仪的创新点在于操作台与使用台一体化,使用者可以独立使用支配机器。与传统平衡训练不同,动静态平衡仪训练方式多样化,可以利用足部活动区域的气囊系统和虚拟互动游戏进行针对训练,但动静态平衡仪适用于帕金森病患者的功能有限,设备成本较高,不适宜居家康复使用。而且与虚拟现实技术结合的游戏大多适用于运动症状的康复,没有充分考虑适用于认知康复的虚拟游戏。

3.2 防抖勺

帕金森病出现的静止性震颤症状会影响患者的手部活动能力,使患者的日常饮食动作无法正常完成,对患者的生活和心理都有不利影响。防抖勺针对帕金森病患者的饮食障碍进行设计,国内国外都有防抖勺设计案例。Google的Lift Labs生物科技公司推出的“Liftware Steady”防抖勺,内部设有加速度传感器,能够实时监控勺子的抖动情况,通过电机的反向运动抵消抖动振幅,实现防抖效果。我国臻络科技公

司推出的睿餐智能防抖勺,通过传感器捕捉运动姿态,餐勺内高速度伺服控制系统能实时矫正手部抖动,让勺面始终保持水平,辅助患者正常进食。与此同时,传感器记录的数据还可供临床使用,医生可以看到用药前后上肢的量化反应数据^[27]。防抖勺康复辅助系统包括使用手柄部件、勺盖部件和勺头、叉头部件。智睿防抖勺二代产品TC20,将勺柄与勺盖的锁扣连接方式改为采用一体化设计,防止滋生细菌,保证使用的安全与便捷。防抖勺是专门针对帕金森患者震颤症状设计的辅助饮食器具,针对性强,但其本身存在局限性。不是所有帕金森患者都适用防抖勺,只有震颤幅度在一定范围内才能达到防震颤效果。

总之,在当今的辅具市场,帕金森康复综合类辅具功能不健全,缺少认知康复的功能。帕金森康复专门类辅具多是辅助饮食的产品,针对恢复肢体能力的专门类辅具较少,可选择性不多。大多针对症状康复的设备较为笨重,成本较高,康复范围只能局限于公共康复训练中心,居家使用辅具康复的可能性较低。

3.3 其他典型辅助器具

帕金森康复辅助器具案例分析见表1。

4 帕金森康复辅助器具关键技术分析

4.1 虚拟现实技术

虚拟现实技术主要以信息技术为核心,可将人们的视觉、听觉以及触觉等融为一体,构成沉浸交互式

表1 帕金森康复辅助器具案例分析
Tab.1 Case analysis of Parkinson's rehabilitation aids

设计案例	分类	优点	缺点
防抖勺 助食勺、助食筷 辅助喂食机器人	助食类	使用自主性强 使用自由度高	适用人群局限 价格高
助行器	下肢训练类 步态训练类	适用范围广 价格适中	娱乐性差 安全保障弱 需要有陪护人员
动静态平衡仪	平衡训练类	互动娱乐体验 针对性训练	使用区域局限 使用流程较复杂
康复训练机器人	运动训练类	效果明显	价格高 使用区域局限
虚拟现实训练系统	下肢训练类 步态训练类	互动体验强 有数据分析	使用效果不确定
高压氧舱	康养类 保健类	提早预防帕金森	使用依赖性 使用区域局限 价格高
注意力训练游戏	注意力训练	提升认知 增强注意力	需要有陪护人员

的虚拟环境,为用户带来更加真实的体验感^[28]。其特有的优势,交互性、沉浸性、想象性可以明显提高帕金森病患者康复的主动性及持续性,有助于改善患者的运动功能^[29]。老年康复的机理涉及到重复、反馈和动机三个关键环节^[30]。传统的人工康复治疗成本高、机械劳动强度高、环境结合性弱,通过虚拟现实技术可以模拟多种真实环境,从患者的实际情况出发,制定个性化虚拟训练方案。上述方案,不仅对患者的临床症状有所改善,而且还有效调动了患者的注意能力、反应能力和思维能力。虚拟现实康复训练系统能够将认知训练与运动训练相结合,及时捕捉分析患者的训练信息,为患者的训练方案提供更大的发展空间。但虚拟现实技术也存在一定缺陷,构建虚拟现实训练系统,三维图形技术要求高度真实,但生成精确的三维模型十分复杂,形成沉浸感模式要求更高,随着技术水平的不断提高,研究的不断深入,相信虚拟现实技术能更广泛地应用于康复医学学科研究管理中^[31]。

4.2 体感交互技术

体感交互技术是一种不需要借助任何复杂的控制器,可直接通过肢体动作与周边数字设备装置和环境,实现身临其境的互动、随心所欲的操控的智能技术,通常需要运动追踪、手势识别、运动捕捉、面部表情识别等一系列技术的支撑^[32]。体感交互技术已显露出它在电子娱乐、互动教育、医疗辅助、机械视觉等实际应用中的巨大潜力^[33]。体感交互技术是在帕金森康复治疗中体现用户交互性、代替人工治疗的关键技术之一,体感交互技术的发展能够让居家康复训练成为可能。帕金森康复辅具产品中的体感交互技术要以满足帕金森使用者的需求为前提,把老年心理学、设计学、美学等学科与医学进行结合,为帕金森康复辅具设计提供思路,减少操作步骤的冗杂性与记忆的复杂性。但是,体感交互技术要考虑老年人的接受程度,在技术运用的安全性、易用性、实用性等方面也具有挑战性。

4.3 传感技术

随着科学技术的进步,传感器极大地促进了康复医学领域的发展。康复工程的目的是充分利用现代科学技术手段克服由于各种原因造成的患者功能障碍,使其尽可能最大限度地恢复或代替原有功能,所以将先进的传感器技术应用于康复工程中,是康复工程技术人员、康复治疗师共同努力的方向^[34]。传感技术在运动性症状康复中可提供压力数据、肌群力量数据、位移数据等,压力传感器位于使用者脚板上,感应传送步态压力数据;肌电传感器,位于大腿和小腿上,分析患者在训练中的肌肉力量;位移传感器,方便患者完成与辅具之间的位移交互。除了上述传感器,生物传感器能够获取患者的血压、体温等数据,是帕金

森康复设备传感技术的发展方向,也为帕金森康复辅具的多功能提供了更大可能。

5 帕金森康复辅具设计的问题与发展趋势

5.1 帕金森康复辅具的问题

帕金森康复辅具设计的研究仍处在探索阶段,从梳理帕金森康复辅具的研究内容,分析得到的问题有以下四个。(1)康复辅具缺乏与现有先进技术的结合,没有充分利用先进科学技术实现认知康复与运动康复结合的治疗方法。(2)目前帕金森康复研究形成的医学理论成果较为丰富,但是康复辅具种类少,缺少能够完全代替人工的系统性辅具设备,帕金森康复服务流程缺乏系统性、规范性。(3)现有综合类康复辅具中适用于帕金森病的功能较少,综合类辅具产品的功能相融性差,且大部分不适合居家使用。(4)康复患者心理重视程度不够,现有康复辅具的康复数据未可视化,康复效果不直观,不利于康复方案的个性化定制,影响患者树立康复信心。

5.2 帕金森康复辅具的发展趋势

未来趋势概括为以下五个。(1)康复辅具在帕金森病患者的康复过程中将发挥更大的作用,辅具的开发将充分利用虚拟现实技术、人工智能、体感交互技术,以目标为基础,提高康复的效果和安全性。(2)帕金森康复治疗中的医学理论成果,可以为康复辅具设计提供强有力的理论支撑,将医学研究成果与产品设计、服务设计相结合,为帕金森康复辅具设计由单一产品向多样产品过渡提供可能。(3)综合类辅具产品功能更加人性化,针对性辅具产品的覆盖范围更加广泛。综合类帕金森康复辅具的设计的发展会呈现一机多用,多功能好用的趋势。康复辅具的使用范围趋于家庭化,使得居家康复成为可能。(4)患者及其家属的心理逐步受到更多重视,王秋惠等人在研究康复机器人时提到,使康复机器人具备情感化特征,让患者获得心情愉快的体验,是未来康复机器人发展的挑战及趋势^[35]。因此心理学将成为帕金森辅具设计时关注的重点,更好地为之后个性化方案的制定提供有力依据。以患者的康复表现症状、接受程度、恢复能力为依据,制定康复辅具个性化方案,从而提升患者的康复满意度。(5)从舞蹈、太极等非常规的康复手段,提炼未来帕金森康复辅具设计的方向,基于舞蹈训练对帕金森的有利影响,将其转化为有舞蹈训练功能的可穿戴设备。通过仿舞蹈训练的可穿戴设备,带动患者完成舞蹈训练的肢体动作,实现辅具设备帮助完成舞蹈康复训练的效果。中医针灸是帕金森中医康复治疗的方法之一,以针灸原理为基础,结合人工智能、大数据和人机交互技术研发自助康复针灸仪,机器自主学习针灸,自主帮助帕金森病患者完成针灸康复治疗。

6 结语

目前帕金森康复辅助器具的研究仍处在探索阶段, 帕金森康复辅具设计在康复方式创新、方案定制等方面有着巨大的发展空间。未来帕金森康复辅具设计要以用户为中心, 将医学研究作为依据, 以先进技术作为支撑, 探索功能设计, 强化康复服务创新。希望本文能对扩大帕金森康复辅具市场, 完善帕金森康复辅具行业标准, 更新产业生产模式, 挖掘产业价值起到积极作用。

参考文献:

- [1] SINGER C, REICH S G. Parkinson Disease[J]. *Clinics in Geriatric Medicine*, 2020(2): 13-14.
- [2] 李辉, 刘琦, 李剑. 基于形态体验的老年康复辅具设计[J]. *包装工程*, 2018, 39(20): 152-158.
LI Hui, LIU Qi, LI Jian. Design of Rehabilitation Aids for the Elderly Based on Form Experience[J]. *Packaging Engineering*, 2018, 39 (20): 152-158.
- [3] 王会奇, 方伯言, 刘翠, 等. 帕金森康复治疗研究进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2018, 7(24): 763-766.
WANG Hui-qi, FANG Bo-yan, LIU Cui, et al. Research Progress of Parkinson's Rehabilitation Treatment[J]. *Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice*, 2018, 7(24): 763-766.
- [4] 郑秀琴, 于苏文, 陈升东, 等. 高频重复经颅磁刺激对帕金森病患者情绪障碍及 P300 电位的影响[J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2013, 13(2): 149-152.
ZHENG Xiu-qin, YU Su-wen, CHEN Sheng-dong, et al. Effects of High Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Mood Disorders and P300 Potential in Patients with Parkinson's Disease [J]. *Chinese Journal of modern neurology*, 2013, 13 (2): 149-152.
- [5] 谢荣, 朱慧艳, 李珂, 等. 帕金森病康复评定及治疗进展[J]. *华西医学*, 2019, 34(5): 578-560.
XIE Rong, ZHU Hui-yan, LI Ke, et al. Progress in Rehabilitation Assessment and Treatment of Parkinson's Disease[J]. *Huaxi Medicine*, 2019, 34(5): 578-560.
- [6] 刘疏影, 陈彪. 帕金森病流行现状[J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2016, 16(2): 98-101.
LIU Shu-ying, CHEN Biao. Prevalence of Parkinson's Disease[J]. *China Journal of Modern Neurological Diseases*, 2016, 16(2): 98-101.
- [7] 尚晓静. 头皮针对帕金森病患者中枢神经影响的 fMRI 研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2010.
SHANG Xiao-jing. fMRI of Scalp on Central Nervous System in Patients with Parkinson's Disease[D]. Guangzhou: Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, 2010.
- [8] 张路, 刘颖, 王含. 帕金森病康复进展[J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2017, 17(5): 328-333.
ZHANG Lu, LIU Ying, WANG Han. Progress in Rehabilitation of Parkinson's Disease[J]. *Chinese Journal of Modern Neurological Diseases*, 2017, 17(5): 328-333.
- [9] 刘佳蕾, 刘子建. 具身认知视角下膝关节康复机的情感化设计研究[J]. *包装工程*, 2019, 40(22): 203-218.
LIU Jia-lei, LIU Zi-jian. Emotional Design of Knee Rehabilitation Machine from the Perspective of Body Cognition[J]. *Packaging Engineering*, 2019, 40(22): 203-218.
- [10] GIOVANNI A, ROBERTA M, LAURA A, et al. Rehabilitation for Parkinson's Disease: Current Outlook and Future Challenges[J]. *Parkinsonism & Related Disorders*, 2016, 22(1): 60-64.
- [11] BOORRIONE P, TRANCHITAE, SANSONEP, et al. Effects of Physical Activity in Parkinson's Disease: a New Tool for Rehabilitation[J]. *World Journal of Methodology*, 2014, 4(3): 133-143.
- [12] PAZZAGLIA C, IMBIMBO I, TRANCHITA E, et al. Comparison of Virtual Reality Rehabilitation and Conventional Rehabilitation in Parkinson's Disease: a Randomized Controlledtrial[J]. *Physiotherapy Volume*, 2020, 106(3): 36-42.
- [13] IOANNIS T P, EMMANUEL T, CATHY C, et al. Design Guidelines for Developing Customised Serious Games for Parkinson's Disease Rehabilitation Using Bespoke Game Sensors[J]. *Entertainment Computing*, 2014, 4(5): 413-424.
- [14] GRAZIA P, FRANCESCO G, ROBERTO M, et al. Land Plus Aquatic Therapy Versus Alone for the Treatment of Balance Dysfunction Rehabilitation Land-Based Disease: a Randomized Controlled Study with 6-Month Follow-Up[J]. *Parkinson in Rehabilitation*, 2017, 98(6): 1077-1085. *Archives of Physical Medicine and*
- [15] DANIELE C, MAGDA M, GIANFRANCO S, et al. Action Observation Disease: a Systematic Parkinson's in Rehabilitation and Motor Imagery for Review and an Integrative Hypothesis[J]. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2017, 1(72): 210-222.
- [16] DAVIDE F, PAOLA O, GRAZIELLA M, et al. Basal Ganglia and Beyond: the Interplay between Motor and Cognitive Aspects in Parkinson's Disease Rehabilitation[J]. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2018, 90(7): 294-308.
- [17] VALERIA D, ALESSANDRA N, GIOVANNI M, et al. Computer-assisted Cognitive Rehabilitation on Freezing of Gait in Parkinson's Disease: a Pilot Study[J]. *Neuroscience Letters*, 2017, 654(7): 38-41.
- [18] 张祥, 喻洪流, 雷毅, 等. 国内外饮食护理机器人的发展状况研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2015(6): 627-630.
ZHANG Xiang, YU Hong-liu, LEI Yi, et al. Development Status of Diet Nursing Robots at Home and Abroad[J]. *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine Impurities*, 2015(6): 627-630.
- [19] 盛刚, 郭珍. 针刺治疗帕金森病 38 例[J]. *西方中医药杂志*, 2018(10): 108-110.
SHENG Gang, GUO Zhen. Acupuncture for 38 Cases of

- Parkinson's Disease[J]. Western Journal of Traditional Chinese Medicine, 2018(10): 108-110.
- [20] 袁盈. “颅底七穴”治疗帕金森病的临床疗效评价研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2013.
YUAN Ying. Evaluation of Clinical Efficacy of “Seven Points of Skull Base” in the Treatment of Parkinson's Disease[D]. Beijing: China Academy of Chinese Medical Sciences, 2013.
- [21] 王璇璇, 张克飞. 督脉温针灸疗法对帕金森病患者运动功能和嗅觉障碍的疗效影响[J]. 中西医结合心血管病杂志, 2019, 3(7): 160.
WANG Xuan-xuan, ZHANG Ke-fei. Effect of Dumai Wen Acupuncture Therapy on Motor Function and Olfactory Disorder in Patients with Parkinson's Disease[J]. Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine on Cardiovascular Disease, 2019, 3(7): 160.
- [22] 王霞. 帕金森病人的康复和护理方法及其效果探讨[J]. 中外女性健康研究, 2015(21): 5-6.
WANG Xia. Rehabilitation and Nursing Methods of Parkinson's Patients and Their Effects[J]. Chinese and Foreign Women's Health Research, 2015(21): 5-6.
- [23] 黄豪. 将太极拳“五功六法”应用于早期帕金森辅助治疗的理论与实证研究[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2015.
HUANG Hao. Theoretical and Empirical Research on Applying Taijiquan “Five Skills and Six Methods” to Early Parkinson's Adjuvant Therapy[D]. Shijiazhuang: Hebei Normal University, 2015.
- [24] 陈淑芳, 毛王璐, 李咏雪, 等. 足底压力分布在帕金森病患者运动训练中的应用[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(10): 986-989.
CHEN Shu-fang, MAO Wang-rong, LI Yong-xue, et al. Application of Plantar Pressure Distribution in Exercise Training for Patients with Parkinson's Disease[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2015, 30(10): 986-989.
- [25] 刘燕平, 陈美云. Lokomat 下肢康复机器人对改善帕金森病患者步行能力的疗效研究[J]. 中国康复, 2017, 32(1): 30-32.
LIU Yan-ping, CHEN Mei-yun. Therapeutic Effect of Lokomat Lower Limb Rehabilitation Robot on Improving Walking Ability in Patients with Parkinson's Disease[J]. China Rehabilitation, 2017, 32(1): 30-32.
- [26] 崔立玲, 于洋, 王玥, 等. Valpar 训练系统对帕金森病患者的疗效[J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24(7): 767-772.
CUI Li-ling, YU Yang, WANG Yue, et al. Efficacy of Valpar Training System in Patients with Parkinson's Disease[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice, 2018, 24(7): 767-772.
- [27] LI Emma. 睿餐智能防抖勺[J]. 设计, 2018(24): 58-63.
LI Emma. Smart Meal Anti-Shake Spoon[J]. Design, 2018(24): 58-63.
- [28] 高鹏. 虚拟现实技术及其应用[J]. 计算机技术应用, 2019(11): 128-129.
GAO Peng. Virtual Reality Technology and Its Application[J]. Application of Computer Technology, 2019(11): 128-129.
- [29] 冯浩, 李翠云, 刘稼雨, 等. 虚拟现实技术在帕金森病康复中的研究进展[J]. 中国现代医生, 2018, 22(57): 165-167.
FENG Hao, LI Cui-yun, LIU Jia-yu, et al. Research Progress of Virtual Reality Technology in the Rehabilitation of Parkinson's Disease[J]. China Modern Doctor, 2018, 22(57): 165-167.
- [30] 张丽, 瓮长水. 虚拟现实技术在老年康复医学中的应用研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2012, 18(1): 44-46.
ZHANG Li, WENG Chang-shui. Application of Virtual Reality Technology in Geriatric Rehabilitation[J]. Chinese Rehabilitation Theory and Practice, 2012, 18(1): 44-46.
- [31] 张通, 李冰洁, 金玲. 虚拟现实技术在康复医学教育中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 7(21): 861-864.
ZHANG Tong, LI Bing-jie, JIN Ling. Application of Virtual Reality Technology in Rehabilitation Medical Education[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice, 2017, 7(21): 861-864.
- [32] 张金成. 体感交互技术发展现状及展望[J]. 软件导刊, 2016, 6(15): 115-116.
ZHANG Jin-cheng. Development Status and Prospect of Somatosensory Interaction Technology[J]. Software Guide, 2016, 6(15): 115-116.
- [33] 翟言, 黄心渊, 赵国英. 基于体感交互技术的虚拟展示系统[J]. 电视技术, 2013, 37(21): 16-20.
ZHAI Yan, HUANG Xin-yuan, ZHAO Guo-ying. Virtual Display System Based on Somatosensory Interactive Technology[J]. TV Technology, 2013, 37(21): 16-20.
- [34] 邱继文, 夏青, 房钰鑫, 等. 传感器在康复医学中的应用现状研究[J]. 康复学报, 2017, 27(3): 61-65.
QIU Ji-wen, XIA Qing, FANG Yu-xin, et al. Application of Sensors in Rehabilitation Medicine[J]. Journal of Rehabilitation, 2017, 27(3): 61-65.
- [35] 王秋惠, 魏玉坤, 刘力蒙. 康复机器人研究与应用进展[J]. 包装工程, 2018, 39(18): 83-89.
WANG Qiu-hui, WEI Yu-kun, LIU Li-meng. Research and Application Progress of Rehabilitation Robot[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(18): 83-89.