

·临床研究·

下肢康复机器人对帕金森病患者平衡功能影响的研究*

丁文娟¹ 梁成盼¹ 苏 敏^{1,2}

摘要

目的:观察下肢康复机器人训练对帕金森病患者平衡功能的影响。

方法:选择2018年—2019年期间无锡市同仁康复医院住院的帕金森病患者40例,随机分为对照组和下肢康复机器人(G-EO Gait-therapy System,G-EO)治疗组各20例。两组患者接受规范的临床药物治疗及常规的康复训练包括放松训练、关节活动度训练、功能性转移训练共30min,在此基础上,对照组给予治疗师辅助下的步行训练,G-EO组给予G-EO System®下肢机器人辅助的步行训练,均为每天一次,每次30min,每周5天,共治疗8周。于治疗前、治疗4周及8周时分别采用PD评定量表运动部分(Unified Parkinson's disease rating Scale-Ⅲ,UPDRS-Ⅲ)、Berg平衡量表(Berg balance scale,BBS)、活动平衡信心量表(activities-specific balance confidence scale,ABC)、起立行走试验(time up and go test,TUGT)及Tecnobody平衡评估系统对患者进行评估。Tecnobody平衡评估系统测试的指标包括患者平均轨迹误差(average trace error,ATE)值及睁眼、闭眼下的运动轨迹长度、运动面积。

结果:①治疗前两组患者UPDRS-Ⅲ、BBS、ABC、TUGT评分及Tecnobody平衡评估系统测试的结果无显著差异($P>0.05$)。②治疗4周后,两组患者UPDRS-Ⅲ评分均较前降低($P<0.05$),G-EO组BBS、ABC评分均较前提高($P<0.05$),且此三项评分均优于对照组($P<0.05$);Tecnobody平衡评估系统测试的结果显示对照组第4周闭眼测试时的运动轨迹长度和ATE较治疗前无显著性差异($P>0.05$),两组其余几项的评分均较治疗前下降,且G-EO组评分优于对照组($P<0.05$)。③治疗8周后,两组患者的UPDRS-Ⅲ评分均进一步降低,且G-EO组评分低于4周后($P<0.05$),对照组与4周后比较无显著差异。两组的BBS、ABC评分及Tecnobody平衡评估系统测试的指标均较前进一步改善,且均优于第4周($P<0.05$),TUGT评分较治疗前均降低($P<0.05$),此五项评分在G-EO组的结果均优于对照组($P<0.05$)。

结论:具备节律性末端驱动装置的本研究所用下肢康复机器人可以易化帕金森病患者下肢的动作启动。持续性地使用机器人辅助训练能够显著提高帕金森病患者的动静态平衡能力,并且增加患者步行时的自信心。

关键词 下肢康复机器人;帕金森病;平衡功能

中图分类号:R742.5,R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2022)-04-0494-07

Study on the effect of G-EO gait-therapy system on balance function in patients with Parkinson's disease/DING Wenjuan, LIANG Chengpan, SU Min//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2022, 37(4):494—500

Abstract

Objective:To investigate the efficacy of G-EO Gait-therapy System on balance in patients with Parkinson's disease(PD).

Method:Forty patients with PD were randomly divided into G-EO group and control group with 20 cases in each group. All groups received standard medication and 60-min treatment sessions, five days a week, for

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2022.04.010

*基金项目:南京医科大学科技发展基金资助项目(NMUB2019309);国家自然科学基金面上项目(81672244);国家重点研发计划(2017YFC4300);苏州市民生科技关键技术研究项目(SS2019051)

1 苏州大学附属第一医院康复医学科,江苏省苏州市,215006; 2 通讯作者

第一作者简介:丁文娟,女,中级治疗师;收稿日期:2020-04-27

eight consecutive weeks.Both the control group and G-EO group received 30 minutes of conventional physical therapy once daily including relaxation training,range of motion training and transfer exercise.In addition to conventional treatments,the G-EO group received Gait-therapy System rehabilitation therapy 30min/d,whereas the control group received 30 minutes of gait training with the therapists' help 30min/d.Unified Parkinson's Disease Rating Scale- III (UPDRS- III), Berg Balance Scale (BBS), Activities-specific Balance Confidence scale (ABC), Time Up and Go Test(TUGT),and Tecnobody Pro-Kin systems were used to assess the outcome before training, after 4 week-training and 8 week-training.

Result:There was no significant difference between G-EO group and control group before the training($P>0.05$). After 4 weeks training,it showed a significant reduction in terms of UPDRS-III score in both groups and an evident increase of BBS and ABC score in the G-EO group($P<0.05$). There was no significant change in the results of Tecnobody Pro-Kin Systems including the distance of the center of mass and average trace error(ATE) when closing eyes in control group($P>0.05$). In contrast,all the scores from Tecnobody Pro-Kin Systems were significantly decreased in the G-EO group. After 8 weeks training, in respect of the UPDRS- III score, each groups were further reduced but the G-EO group had reduced obviously($P<0.05$),while the control group had revealed no significant difference between later 4 week treatment.In respect of BBS,ABC score and all the scores from Tecnobody Pro-Kin Systems,each group showed a remarkable increase after later 4 weeks treatment($P<0.05$). Besides,the TUGT score also suggested a significant decrease in GEO group. In a result,the scores of 5 assessments proved that the G-EO group was distinctly superior to the control group($P<0.05$).

Conclusion: End effector system machines G-EO system device can facilitate lower limb movement in PD patients. This device can also significantly improve patients' balance and the level of confidence while walking.

Author's address Department of Rehabilitation Medicine,The First Affiliated Hospital of Suzhou University, Suzhou,215006

Key word rehabilitation robot; Parkinson's disease;balance

帕金森病(Parkinson's disease,PD)是一种多发于老年人的中枢神经系统变性疾病,以静止性震颤、运动迟缓、强直及姿势不稳为主要特征^[1]。早期的帕金森病患者表现为躯干、四肢姿势的变化,逐步发展至步幅、步长缩短,步速下降,步行节律紊乱等慌张步态的出现。随着病情的加重,患者步行启动困难,尤其是在狭小空间行走、转身或是跨越障碍物时,表现为典型的冻结步态^[2]。中枢神经和周围神经控制障碍导致的平衡功能障碍是PD患者发生跌倒的主要原因之一^[3-4],因此,积极寻求有效的改善帕金森病患者的姿势平衡,减少患者跌倒率的康复干预方法尤为重要。本研究的目的主要是观察意大利Reha Technology公司生产的G-EO System®下肢康复机器人对PD患者平衡功能的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准:①符合英国脑库原发性帕金森病诊断标准^[5],Hoehn-Yahr临床分期2—3期;②MMSE>

23;③愿意配合检查和训练。

排除标准:①严重的运动困难或存在“开关”现象;②前庭功能障碍或者阵发性眩晕;③听力或视力障碍,精神障碍,听理解障碍,严重的认知障碍;评定采用简易精神状态评价量表,文盲<17分,小学文化程度<20分,中学文化程度<24分;④影响步行功能的骨关节活动受限;⑤严重器质性疾病不能耐受训练。所有患者签署知情同意书。

入选对象为2018年1月至2019年12月无锡市同仁康复医院住院的帕金森病患者40例,按照随机数字表分为对照组(20例)和GEO下肢机器人组(20例)。两组患者在年龄、性别、病程等一般资料无显著差异($P>0.05$,见表1)。

1.2 治疗方法

表1 两组患者的一般资料比较

组别	例数	年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	性别(例)		病程 ($\bar{x}\pm s$,年)
			男	女	
对照组	20	71.35±8.56	13	7	6.30±4.27
G-EO组	20	74.05±7.04	12	8	5.95±4.42

两组均给予常规的临床药物治疗和运动训练,在此基础上,对照组给予治疗师辅助步行训练,G-EO组给予G-EO System[®]辅助步行训练。在研究过程中,所有受试者均服用稳定剂量的帕金森病药物,并在服药后1—2.5h内进行测试和训练。共训练8周。

1.2.1 对照组训练方法:对照组接受常规的肢体康复功能训练,每天60min,常规的运动训练不是特异性地针对患者的平衡而设计,主要包括呼吸训练、放松训练、躯干以及下肢主动的关节活动度训练、翻身坐起,坐站等功能性的转移训练30min,以及步行训练30min,每周5天,共治疗8周。

1.2.2 G-EO组训练方法:G-EO组除了传统的肢体功能训练30min之外,辅以G-EO System[®]下肢机器人辅助的步行训练30min,每周5天,共治疗8周。

治疗师依据机器人的操作步骤,帮助患者适当减重,设置初始的减重比例为30%,治疗3周后调整为20%。步速的调节范围是1.4—1.8km/h。训练过程中,辅以足底压力视觉反馈。整个治疗过程需要1名治疗师协助完成。

1.3 评定指标

治疗前,治疗后评估两组患者PD评定量表运动部分(Unified Parkinson's Disease Rating scale, UPDRS-Ⅲ)、Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS)、活动平衡信心量表(Activities-Specific Balance Confidence, ABC)、起立行走试验(time up and go test, TUGT)以及利用Tecnobody评估系统测试相应的平衡指标。

1.3.1 PD评定量表运动部分:UPDRS第三部分主要是评估帕金森病患者的运动功能受损程度,分值0—56分,分值越高说明运动功能受损越严重。

1.3.2 Berg平衡量表:评估者对患者完成以下共14项的动作的情况进行记录,包括从坐位站起、无支持站立、无靠背坐、从站立位坐下、转移、无支持闭目站立、双脚并拢站立、站立位时上肢向前伸展、弯腰拣物、转身向后看、转身360°、双脚交替踏凳、前后脚直线站立,单脚站立。评分每项分0—4分,总分56分。

1.3.3 活动平衡信心量表:ABC是由Powell和Myers于1995年颁布的量表^[6],该表是一份平衡自信调查问卷,包括16项日常生活活动,受试者回答完成每项任务而又不会失去平衡的自信心为多少,每项

以0%—100%计分,再计算均分。结果反映了个体对于平衡的信心感知水平。

1.3.4 起立行走试验:该试验能够评估功能性步行能力及预测跌倒风险。要求记录受试者从背靠椅上站起,向前走3m,折返再坐下,臀部刚碰到椅子为止的时间。完成测试所花费的时间和功能性移动能力相关,耗时越短,说明功能性步行能力越好;>13.5s提示有跌倒风险。

1.3.5 Tecnobody平衡测试仪评定:Tecnobody Pro-Kin254P平衡仪(TecnoBody S.r.l. PRO-KIN Systems),主要原理是检测身体重心(center of gravity, COG)和压力中心(center of pressure, COP)的相关参数,用于反映身体的平衡动摇情况和姿势的稳定性^[6-7]。本研究主要是利用该平衡仪系统内置的“静止稳定性评估”和“多轴本体评估”模块进行平衡功能的测试。评价指标包括睁、闭眼情况下身体重心的运动轨迹长度,运动的椭圆面积以及平均轨迹误差(average trace error, ATE)。身体重心运动轨迹长指重心移动轨迹的长度,反映身体重心动摇大小的幅度。运动面积指身体重心动摇产生的运动轨迹所覆盖的面积的大小。ATE是指肢体置于电子倾斜板上沿各个方向作环形连续运动时,监测所描轨迹与理想轨迹间的平均错误率。

$$ATE = (\text{患者踝足控制光标所描记的轨迹长度} - \text{理想轨迹长度}) / \text{理想轨迹长度}$$

上述评价指标分值越低,反映患者身体摆动幅度越小,运动控制与平衡功能越好。

1.4 统计学分析

采用SPSS 22.0软件进行统计学处理,文中计数资料采用 χ^2 检验,计量资料用均数 $\pm$ 标准差表示,若服从正态分布,组间比较采用独立样本 t 检验;若不服从正态分布,则采用秩和检验。而各评分为治疗前、治疗后4周及治疗后8周多个时间点的比较,采用重复测量资料进行分析。取 α 为0.05作为检验水准。

2 结果

2.1 PD评定量表运动部分评分比较

组间效应比较:两组患者治疗前的UPDRS-Ⅲ值无显著性差异($P>0.05$);而治疗4周和8周后G-

EO组与对照组相比评分均存在显著性差异($P<0.05$),见表2。

组内效应比较:对照组治疗第4周及第8周UPDRS-Ⅲ值均较治疗前降低($P<0.05$),但第8周与第4周相比评分无显著性差异($P>0.05$);G-EO组治疗第4周及第8周与治疗前相比均有显著性差异($P<0.05$),且第8周与第4周之间评分存在显著性差异($P<0.05$)。

2.2 Berg平衡量表评分比较

组间效应比较:两组患者治疗前的Berg评分值无显著性差异($P>0.05$);而治疗4周和8周后G-EO组与对照组相比评分均存在显著性差异($P<0.05$),见表3。

组内效应比较:对照组治疗第4周与治疗前相比无显著性差异($P>0.05$),而第8周较治疗前及第4周相比Berg评分均增加($P<0.05$);G-EO组治疗第4周及第8周与治疗前相比均有显著性差异($P<0.05$),且第8周与第4周之间评分存在显著性差异($P<0.05$)。

2.3 活动平衡信心量表评分比较

组间效应比较:两组患者治疗前的ABC评分无显著性差异($P>0.05$);而治疗4周和8周后G-EO组与对照组相比评分存在显著性差异($P<0.05$),见表4。组内效应比较:对照组治疗第4周与治疗前相比无显著性差异($P>0.05$),而第8周较治疗前及第4周相比ABC评分均增加($P<0.05$);G-EO组治疗第4周及第8周与治疗前相比均有显著性差异($P<0.05$),且第8周与第4周之间评分存在显著性差异($P<0.05$)。

2.4 起立行走试验评分比较

组间效应比较:两组患者第4周与治疗前相比,TUGT值无显著性差异($P>0.05$);而在治疗8周后G-EO组与对照组相比评分存在显著性差异($P<0.05$),见表5。

组内效应比较:对照组治疗第4周与治疗前相比存在显著性差异($P<0.05$),而第8周与第4周相比无差异($P>0.05$);G-EO组治疗第4周及第8周与治疗前相比均有显著性差异($P<0.05$),且第8周与第4周评分之间存在差异($P<0.05$)。

2.5 Tecnobody平衡测试仪测试结果对比分析

组间效应比较:两组患者治疗前的运动轨迹长度、运动面积及ATE值差异均无显著性差异($P>0.05$);治疗4周及8周后,各评分两组组间比较均存在显著差异($P<0.05$),G-EO组优于对照组,见表6。

组内效应比较:对照组,第4周闭眼测试时的运动轨迹长度和ATE值较治疗前无显著性差异($P>0.05$),而其余评分第4周较前均有所降低($P<0.05$),且第8周均较第4周相比各数据评分降低($P<0.05$);G-EO组,治疗第4周及第8周均较治疗前有所改善,有显著性差异($P<0.05$),且第8周较第4周评分降低,平衡能力提高,有显著性差异($P<0.05$)。

3 讨论

保持稳定的身体姿势是人体在不同的环境里完成复杂的运动任务的前提。具备良好平衡控制能力,快速地对外界的干扰作出姿势调整是稳定且高效步行的关键因素^[8-9]。而典型的冻结步态和随意性运动时出现平衡功能障碍是帕金森病患者的主要

表2 两组患者治疗前后UPDRS-Ⅲ量表的评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	治疗8周后
对照组	20	29.05±5.46	26.70±3.88 ^②	26.55±4.05 ^②
G-EO组	20	29.20±6.61	23.90±3.87 ^{①②}	20.95±2.80 ^{①②③}

注:组间比较:与对照组的相同时间点比较① $P<0.05$;组内比较:与治疗前比较,② $P<0.05$;与治疗4周后比较,③ $P<0.05$

表3 两组患者治疗前后Berg平衡量表的评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	治疗8周后
对照组	20	34.35±6.09	35.05±5.15	39.00±5.67 ^{②③}
G-EO组	20	34.10±6.00	39.20±5.21 ^{①②}	42.90±4.91 ^{①②③}

注:组间比较:与对照组的相同时间点比较① $P<0.05$;组内比较:与治疗前比较,② $P<0.05$;与治疗4周后比较,③ $P<0.05$

表4 两组患者治疗前后ABC量表的评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	治疗8周后
对照组	20	55.13±3.37	56.69±3.45	59.05±3.83 ^{②③}
G-EO组	20	54.32±3.22	62.66±3.69 ^{①②}	67.29±4.19 ^{①②③}

注:组间比较:与对照组的相同时间点比较① $P<0.05$;组内比较:与治疗前比较,② $P<0.05$;与治疗4周后比较,③ $P<0.05$

表5 两组患者治疗前后TUGT量表的评定结果($\bar{x}\pm s$,s)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	治疗8周后
对照组	20	14.81±2.02	12.26±1.56 ^②	12.40±2.05 ^②
G-EO组	20	14.56±1.73	12.18±1.26 ^②	9.97±1.24 ^{①②③}

注:组间比较:与对照组的相同时间点比较① $P<0.05$;组内比较:与治疗前比较,② $P<0.05$;与治疗4周后比较,③ $P<0.05$

表6 两组患者治疗前后运动轨迹长度、面积及ATE的比较 (x±s)

组别	运动轨迹长度(mm)		运动面积(mm ²)		平均轨迹误差(ATE)
	睁眼	闭眼	睁眼	闭眼	
对照组(n=20)					
治疗前	802.9±81.54	986.40±99.74	1239.95±136.74	1979.55±199.01	56.75±6.78
治疗4周后	687.3±79.84 ^②	945.90±93.10 ^②	1058.65±147.16 ^②	1655.45±217.32 ^②	55.3±9.33
治疗8周后	497.4±72.23 ^{②③}	664.1±96.81 ^{②③}	750.2±140.26 ^{②③}	1258.85±225.49 ^{②③}	51.25±7.34 ^{②③}
G-EO组(n=20)					
治疗前	830.0±104.39	1024.2±92.09	1213.3±214.97	1888.7±188.21	58.6±7.91
治疗4周后	584.40±74.71 ^{①②}	709.4±87.11 ^{①②}	898.95±161.69 ^{①②}	1277.4±202.87 ^{①②}	49.1±6.78 ^{①②}
治疗8周后	440.45±76.44 ^{①②③}	531.15±65.57 ^{①②③}	645.4±118.47 ^{①②③}	925.65±127.65 ^{①②③}	43.4±6.30 ^{①②③}

注:组间比较:与对照组的相同时间点比较①P<0.05;组内比较:与治疗前比较,②P<0.05;与治疗4周后比较,③P<0.05

特点,也是其继发性跌倒的重要原因。研究发现,平衡障碍导致PD患者跌倒的发生率为38%—73%,13%患者跌倒频率为每周1次^[10],反复的跌倒的经历引起患者独立活动的自信心下降,功能性步行和外出社交活动受限。研究证实,积极的康复干预措施对于PD患者的步行速度和平衡能力可以产生显著的临床效果,并具有长期效应^[11]。下肢康复机器人给予患者多方面的感觉刺激和连续性的治疗^[12],是一种具有高强度性和可重复性的康复辅助手段。临床上已经证实下肢康复机器人在辅助卒中、脊髓损伤和多发性硬化等神经功能障碍患者的步态训练中取得较好的治疗效果^[13—23],且下肢康复机器人能有效减轻物理治疗师的工作负荷,节省人力。Galli和Sale^[24—25]等的研究也发现,机器人步态训练(robot-assisted gait training,RGT)安全可行、无不良反应、患者容易接受,将康复机器人应用于PD患者的康复训练中,可达到较为可观的治疗效果。

本研究采用的G-EO System[®]下肢康复机器人是Reha Technology公司设计和制造,具备智能减重系统(body weight support,BWS)、重心质量运动系统(center of mass motion system,COMM)和三维踝关节驱动系统。它的特点是适当帮助患者减重,控制骨盆,由双曲柄和摇臂齿轮驱动末端踝关节,启动相对闭链的平地或上下楼梯的运动。根据不同患者功能水平个体化地设置运动的水平和垂直方向的重心运动轨迹和被动、助力或主动运动模式^[26]。显示屏上的足底压力视觉反馈系统辅助患者调整重心,增强其步行运动策略的学习能力^[27]。G-EO System[®]的Adaptive Mode的训练强度更接近平板上的步行强度,在适当的减重条件下,患者更容易得到接近正常的生理步行功能的训练^[28]。帕金森病患者通

常存在起步困难,利用这种节律性末端驱动装置的机器人可以易化帕金森病患者下肢的动作启动。基于中枢神经系统可塑性和功能重组理论,大量重复性、有目的的减重步行训练也能够改善平衡,有助于步态的自动化和步速的提高^[29—31]。Vaugoyeau^[32]等对帕金森病患者和受试者进行缓慢的振动模式测试,结果显示本体感觉障碍是姿势定向障碍的一个重要因素。Bekkers^[33]也发现同对照组相比,有冻结步态的PD患者在感知运动带的速度差异方面可能有困难。PD患者失去平衡更易跌倒的原因一方面是由于踝位置觉的减退,身体失平衡时踝策略实施困难,另一方面可能是因为患者足底的压力感受器敏感性降低,腿部伸肌活动减少,身体负重能力下降^[34]。治疗帕金森病的平衡及步行功能缺损的药物是有限的^[35],越来越多的证据支持运动疗法的重要作用^[11,36]。G-EO System[®]下肢康复机器人辅助训练的闭链运动增加了对敏感性下降的下肢抗重力本体感受器的刺激。中枢神经系统结合外在的视觉反馈系统的补充,调动机体的姿势调控系统,最终通过有效输出外周的躯干及下肢肌肉的协调收缩,实现身体的平衡及稳定状态^[37—38]。有过一次跌倒史的帕金森病患者中,60%有害怕再次跌倒的心理,其中41%—43%的患者还会因为害怕,会进一步减少日常的活动参与^[39]。平衡能力的改善会增强PD患者维持自身不跌倒的信心即跌倒自我效能的提高^[40]。

本研究结果显示,治疗4周后G-EO组UPDRS-Ⅲ、BBS、ABC评分均较治疗前改善;治疗8周后,G-EO组的所有指标与治疗前、治疗4周后对比有显著性差异(P<0.05),且与对照组相比较,所有指标的评分均具有优势(P<0.05)。提示与常规的治疗师辅助步行训练相比,持续性地G-EO System[®]下肢康复机

机器人训练在提高PD患者的动静态平衡能力,增加患者步行时的自信心上更有优势。同时Tecnobody平衡评估系统精确的量化评估结果也显示,治疗4周及8周后,各评分两组组间比较均存在差异($P<0.05$),且G-EO组优于对照组。第4周对照组去除了视觉干扰的闭眼测试得到的结果是运动轨迹长度和ATE值较治疗前无显著性差异($P>0.05$),而同一时间节点G-EO组评估的各个参数较治疗前均有改善,表明相比于对照组,G-EO组PD患者的平衡功能提高得更快。Tecnobody平衡评估系统是通过定量分析人体重心的移动轨迹,准确记录并计算出患者的动静态平衡能力。该系统已经成功地用于康复评估及治疗^[41-42],其较高的信度与效度也得到了证实^[43]。王惠娟等^[44]研究发现Tecnobody PK254P平衡康复评定系统检测与Berg量表具有相关性,尤其是动态平衡评定的各个指标与Berg量表均呈良好的负相关。

4周及8周后,两组的UPDRS-Ⅲ评估结果与治疗之前对比均有降低($P<0.05$),说明两组积极的物理治疗都能在一定程度上改善帕金森病患者的运动症状。对照组第4周与第8周之间该指标评分无显著性差异($P>0.05$),提示4周后对照组在改善帕金森病患者的综合运动功能的疗效逐渐变缓,G-EO组的疗效则表现出明显的优势。TUGT的评估结果反映了患者执行多重任务能力,包括下肢动作的启动和终止步态,坐站转移和转身。在治疗4周后,G-EO组与对照组的TUGT评估结果相比并没有显著的差异,而8周后G-EO组评分优于对照组,再者,Tecnobody平衡评估系统得到的第8周较第4周ATE的评分进一步降低($P<0.05$),说明随着治疗时间的延长,机器人在提高帕金森病患者实用性步行中的动态平衡,提高步速方面更具优势。

综上所述,节律性末端驱动装置的G-EO System[®]下肢康复机器人可以易化帕金森病患者下肢的动作启动,并且能够显著提高患者的动静态平衡能力和步行时的自信心。总之,G-EO System[®]下肢康复机器人的步行训练可以有效改善帕金森病患者的平衡功能,提高步行的安全性。本研究的局限性为未观察其长期疗效的维持,需增加进一步的随访。

参考文献

- [1] 黄豪,张文召,杨朴,等. 太极拳对早期帕金森病平衡能力和运动能力的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(3): 281—282.
- [2] 袁立伟,王健. 帕金森患者的步态特征[J]. 中国康复医学杂志, 2010, 25(6):100—102.
- [3] Bryant MS, Rintala DH, Hou JG, et al. Influence of fear of falling on gait and balance in Parkinson's disease[J]. Disability and rehabilitation, 2014, 36(9):744—748.
- [4] 钱佳佳,王磊,曹震宇. 核心力量联合平衡训练对老年人动态平衡的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(5):479—482.
- [5] Hughes AJ, Daniel SE, Kilford L, et al. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinicopathological study of 100 cases[J]. Journal of neurology neurosurgery and psychiatry, 1992, 55(3):181—184.
- [6] Cancela Carral, José M, Ayán, Carlos, Sturzing L, et al. Relationship between body mass index and static and dynamic balance in active and inactive older adults[J]. Journal of Geriatric Physical Therapy, 2018, 42(4):E85—E90.
- [7] Taglietti M, Dela Bela LF, Dias JM, et al. Postural sway, balance confidence, and fear of falling in women with knee osteoarthritis in comparison to matched controls[J]. PM&R, 2017, 9(8):774—780.
- [8] Powell LE, Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale[J]. Journals of Gerontology, 1995, 50A(1):M28—M34.
- [9] Dietz V, Colombo G. Influence of body load on the gait pattern in Parkinson's disease[J]. Movement Disorders, 1998, 13(2):255—261.
- [10] Roller WC, Glatt S, Vetere-Overfield B, et al. Falls and Parkinson's Disease[J]. Clinical Neuropharmacology, 1989, 12(2):98—105.
- [11] Tomlinson CL, Patel S, Meek C, et al. Physiotherapy versus placebo or no intervention in Parkinson's disease[J]. Cochrane database of systematic reviews(Online), 2012, 7(8): CD002817.
- [12] Mehrholz J, Thomas S, Werner C, et al. Electromechanical-assisted training for walking after stroke: a major update of the evidence[J]. Stroke, 2017, 48(8):e188—e189.
- [13] Sale P, Franceschini M, Waldner A, et al. Use of the robot assisted gait therapy in rehabilitation of patients with stroke and spinal cord injury[J]. European Journal of Physical & Rehabilitation Medicine, 2012, 48(1):111.
- [14] Semprini R, Sale P, Foti C, et al. Gait impairment in neurological disorders: a new technological approach[J]. Functional neurology, 2009, 24(4):179—183.
- [15] Mehrholz J, Pohl M. Electromechanical-assisted gait training after stroke: a systematic review comparing end-effector and exoskeleton devices[J]. Journal of Rehabilitation Medicine. 2012, 44(3):193—199.
- [16] Spenko M, Yu H, Dubowsky S. Robotic personal aids for

- mobility and monitoring for the elderly[J]. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 2006, 14(3):344—351.
- [17] Lee H, Patterson T, Ahn J, et al. Static ankle impedance in stroke and multiple sclerosis: a feasibility study[C]. Conference proceedings; Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2011:8523—8526.
- [18] Lee H, Ho P, Rastgaar MA, et al. Multivariable static ankle mechanical impedance with relaxed muscles[J]. Journal of Biomechanics, 2011, 44(10):1901—1908.
- [19] Roy A, Krebs HI, Bever CT, et al. Measurement of passive ankle stiffness in subjects with chronic hemiparesis using a novel ankle robot[J]. Journal of Neurophysiology, 2011, 105(5):2132—2149.
- [20] Forrester LW, Roy A, Krebs HI, et al. Ankle training with a robotic device improves hemiparetic gait after a stroke[J]. Neurorehabilitation and Neural Repair, 2011, 25(4):369—377.
- [21] 丁文娟, 郑蒙蒙, 梁成盼, 等. 一种下肢康复机器人对脑卒中亚急性期偏瘫患者步行功能的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(10):929—932.
- [22] Bruni MF, Melegani C, De Cola MC, et al. What does best evidence tell us about robotic gait rehabilitation in stroke patients: a systematic review and meta-analysis[J]. Journal of Clinical Neuroscience, 2018, 48(7):11—17.
- [23] Mazzoleni S, Focacci A, Franceschini M, et al. Robot-assisted end-effector-based gait training in chronic stroke patients: a multicentric uncontrolled observational retrospective clinical study[J]. Neurorehabilitation, 2017, 40(4):1—10.
- [24] Manuela G. Robot-assisted gait training versus treadmill training in patients with Parkinson's disease: a kinematic evaluation with gait profile score[J]. Functional Neurology, 2016, 31(3):163.
- [25] Sale P, De Pandis MF, Le PD, et al. Robot-assisted walking training for individuals with Parkinson's disease: a pilot randomized controlled trial[J]. BMC Neurology, 2013, 13(1):1—7.
- [26] Hesse S, Waldner A, Tomelleri C, et al. Innovative gait robot for the repetitive practice of floor walking and stair climbing up and down in stroke patients[J]. Journal of Neuro Engineering & Rehabilitation, 2010, 7(1):30.
- [27] van den Heuvel MR, van Wegen EE, de Goede CJ, et al. The effects of augmented visual feedback during balance training in Parkinson's disease: study design of a randomized clinical trial[J]. BMC Neurology, 2013, 13(1):137.
- [28] Tomelleri C, Waldner A, Werner C, et al. Adaptive locomotor training on an end-effector gait robot: evaluation of the ground reaction forces in different training conditions[C]. IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics.
- [29] Aprilea I, Iacovelli C, Goffredo M, et al. Efficacy of end-effector robot-assisted gait training in subacute stroke patients: Clinical and gait outcomes from a pilot bi-centre study[J]. Neurorehabilitation, 2019, 45(2):201—212.
- [30] Toole T, Maitland CG, Warren E, et al. The effects of loading and unloading treadmill walking on balance, gait, fall risk and daily function in Parkinsonism[J]. Neurorehabilitation, 2005, 20(4):307—322.
- [31] 王斌, 王静. 减重步行训练在国内的应用进展[J]. 中国康复医学杂志, 2010, 25(8):815—818.
- [32] Vaugoyeau M, Viel S, Assaiante C, et al. Impaired vertical postural control and proprioceptive integration deficits in Parkinson's disease[J]. Neuroscience, 2007, 146(2):852—863.
- [33] Bekkers EMJ, Hoogkamer W, Bengelvoord A, et al. Freezing-related perception deficits of asymmetrical walking in Parkinson's disease[J]. Neuroscience, 2017, 364:122—129.
- [34] Dietz V, Duysens J. Significance of load receptor input during locomotion: a review[J]. Gait & Posture, 2000, 11(2):102—110.
- [35] Vu TC, Nutt JG, Holford NH. Progression of motor and nonmotor features of Parkinson's disease and their response to treatment[J]. British Journal of Clinical Pharmacology, 2012, 74(2):267—283.
- [36] Abbruzzese G, Marchese R, Avanzino L, et al. Rehabilitation for Parkinson's disease: current outlook and future challenges[J]. Parkinsonism & Related Disorders, 2016, 22(Suppl 1):S60—S64.
- [37] 廖亮华, 江兴妹, 罗林坡, 等. 强化躯干肌训练对偏瘫患者平衡及步行能力的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29(8):540—542.
- [38] Klamroth S, Steib S, Devan S, et al. Effects of exercise therapy on postural instability in Parkinson disease: a meta-analysis[J]. Journal of Neurologic Physical Therapy, 2016, 40(1):3—14.
- [39] 陈婷婷, 董晓梅, 王声湧. 老年人跌倒后心理障碍及其影响因素分析[J]. 中华流行病学杂志, 2010, 31(10):1098—1102.
- [40] 唐浪娟, 岳丽春, 刘聪香, 等. 奥塔戈运动对帕金森出院患者害怕跌倒心理及平衡能力的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(12):1383—1385.
- [41] Cattaneo D, Jonsdottir J. Sensory impairments in quiet standing in subjects with multiple sclerosis[J]. Multiple Sclerosis, 2009, 15(1):59—67.
- [42] Cortesi M, Cattaneo D, Jonsdottir J. Effect of kinesio taping on standing balance in subjects with multiple sclerosis: A pilot study[J]. Neurorehabilitation, 2011, 28(4):365—372.
- [43] 王盛, 杨菊, 朱奕, 等. 平衡反馈训练用于脑损伤偏瘫患者静态平衡测试的信度与效度研究[J]. 中国康复医学杂志, 2011, 26(11):1035—1038.
- [44] 王惠娟, 张盛全, 刘夏, 等. 动态平衡仪与 Berg 量表用于评定偏瘫患者平衡功能的相关性分析[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(4):339—343.