Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Sep & Oct 2024. Volume 13. Num 4

Research Paper

The Effect of Powerball Training on Hand Tremors and Manual Dexterity of Older Adults With Parkinson's Disease

Mahdiyar Rasi[1], ***Hoda Mozayani**[2], **Amir Hossein Barati2**[2], **Seyed Amir Hasan Habibi**[3]

1. Department of Sport Science, University of Shahid Beheshti Tehran, Tehran, Iran.
2. Department of Health and Sport Rehabilitation, Faculty of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
3. Department of Neurology, Iran University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Rasi M, Mozayani H, Barati AH, Habibi SAM. [The Effect of a Course of Resistance Training on Hand Tremor and Manual Dexterity in People With Parkinson's Disease (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2024; 13(4):720-733. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.4.3068

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.4.3068

ABSTRACT

Background and Aims The most important problems in people with Parkinson's disease (PD) are hand tremors and manual dexterity. The present study aims to evaluate the effect of a Powerball training program on hand tremors and manual dexterity of older people with PD.

Methods In this quasi-experimental study, participants were 40 patients with PD referred to Rasool-e Akram Hospital in Tehran, Iran (mean age= 66.3±4.15 years). They were divided into two groups: Training (n=20) and control (n=20). After taking the pre-test assessments (the resting/postural tremor test and the Purdue pegboard test) for both groups, the training group performed Powerball training based on the defined protocol for 8 weeks, 3 times per week. Then, both groups underwent post-test assessments, and their data were compared and analyzed. The Shapiro–Wilk test was used to test the normality of data. The Wilcoxon test was used for within-group comparisons, and the Mann-Whitney U test was used for between-group comparisons

Results For hand tremors, the data analysis results showed a significant decrease in the frequency of resting tremors in the training group (Z=-3.43). In the control group, no significant difference was observed after 8 weeks. Also, there was no significant difference in the frequency of postural tremor in any group. For manual dexterity, the results showed a significant difference between the training and control groups in all four subtests (preferred hand, non-preferred hand, both hands, and assemblies) (P<0.05).

Conclusion Training with Powerball can be effective in reducing hand tremors at rest and improving the manual dexterity of older patients with PD.

Keywords Powerball, Parkinson's disease, Hand tremor, Manual dexterity

Received: 28 May 2022
Accepted: 11 June 2022
Available Online: 22 Sep 2024

**** Corresponding Author:***
Hoda Mozayyani, Assistant Professor.
Address: Department of Health and Sport Rehabilitation, Faculty of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
Tel: +98 (912) 8087494
E-Mail: hodamoz@gmail.com

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Extended Abstract

Introduction

Parkinson's disease (PD) is one of the most common and destructive diseases in old age. There is no definitive treatment for this disease, and available treatments are mostly used to slow the course and control its symptoms. These patients lose their physical fitness much faster due to muscle weakness and decreased muscle strength, which reduces self-confidence and worsens the patient conditions. Muscle weakness is an important disorder in PD, which has functional consequences. Medications are used to control and reduce tremors in the hand, which is one of the main symptoms of PD.

Few studies have evaluated the effect of exercise on tremors in the hands of PD patients. Since medication therapy has side effects, a better treatment protocol (e.g. exercise) should be used for these patients. In this regard, the current study aims to evaluate the effect of powerball training on hand tremors and manual dexterity in patients with PD.

Materials and Methods

In this quasi-experimental study, participants were 40 patients with PD referred to Rasool-e Akram Hospital in Tehran, Iran (mean age= 66.3±4.15 years). They were divided into two groups: training (n=20) and control (n=20). After taking the pre-test assessments using the unified Parkinson's disease (PD) rating scale (MDS-UPDRS), the resting/postural tremor test and the Purdue pegboard test for both groups, the training group performed Powerball training based on the defined protocol for 8 weeks, 3 times per week. Then, both groups underwent post-test assessments, and their data were compared and analyzed. The Shapiro–Wilk test was used to test the normality of data. The Wilcoxon test was used for within-group comparisons, and the Mann-Whitney U test was used for between-group comparisons.

Results

For hand tremors, the data analysis results showed a significant decrease in the frequency (Hz) of resting tremors in the training group (Z=-3.43). No significant difference was observed in the control group after 8 weeks. Also, there was no significant difference in the frequency of postural tremor in any group.

For manual dexterity, the results of the Wilcoxon test for within-group comparison showed a significant difference between the pretest and post-test scores in the training group in all four subtests (preferred hand, non-preferred hand, both hands, and assemblies). In contrast, no significant difference was found in the control group. For between-group comparison, the results of the Mann-Whitney test showed a significant difference between the training and control groups in all four subtests.

Conclusion

The training using a Powerball is effective in reducing resting tremors in patients with PD, but it has no effect on their postural tremors. In addition, the Powerball training can improve the manual dexterity of PD patients.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles such as obtaining informed consent from the participants, ensuring the confidentiality of their information and respecting their rights to leave the study, were observed in this article. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the Sports Science Research Institute (Code: IR.SSRC.REC.1401.005).

Funding

This study was extracted from the master's thesis of Mahdiyar Rasi at the Department of Health and Sport Rehabilitation, Faculty of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank all seniors who participated in this study for their cooperation.

This Page Intentionally Left Blank

مقاله پژوهشی

تأثیر یک دوره تمرینات مقاومتی بر لرزش و مهارت حرکتی دست افراد مبتلا به بیماری پارکینسون

مهدیار رائی[۱]، *هدی مزینی[۲]، امیرحسین براتی[۲]، سید امیرحسن حبیبی[۳]

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. گروه تندرستی و بازتوانی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. گروه نورولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی‌درمانی ایران، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Rasi M, Mozayani H, Barati AH, Habibi SAM. [The Effect of a Course of Resistance Training on Hand Tremor and Manual Dexterity in People With Parkinson's Disease (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2024; 13(4):720-733. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.4.3068

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.4.3068

چکیده

مقدمه و اهداف مهم‌ترین مشکلات در افراد مبتلا به بیماری پارکینسون، لرزش دست و مهارت دستی است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر یک برنامه تمرینی پاوربال بر لرزش دست و مهارت دستی سالمندان مبتلا به PD انجام شد.

مواد و روش‌ها در این آزمون ۴۰ نفر از بیماران مراجعه‌کننده به بیمارستان رسول اکرم (ص) با میانگین سنی ۴/۱۵±۶۶/۳ در ۲ گروه تمرینات پاوربال (۲۰ نفر) و گروه کنترل (۲۰ نفر) شرکت کردند. پس از گرفتن پیش‌آزمون (لرزش و مهارت حرکتی دست) آزمودنی‌های گروه تمرینات پاوربال به‌مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه به اجرای پروتکل تمرینی خود پرداختند. پس از انجام پروتکل تمرینی، هر دو گروه مورد پس‌آزمون قرار گرفتند و نتایج آن‌ها تجزیه‌وتحلیل شد. برای اندازه‌گیری لرزش دست از اسمارت واچ مدل سونی۳، برای اندازه‌گیری مهارت حرکتی دست از آزمون پوردو پیگبرد، برای بررسی نرمالیتی داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک، برای مقایسه درون‌گروهی از آزمون ویلکاکسون و برای بررسی مقایسه برون‌گروهی از آزمون من ویتنی استفاده شد.

یافته‌ها برای لرزش دست، نتایج تجزیه‌وتحلیل داده‌ها کاهش معنی‌داری در فراوانی لرزش در حالت استراحت در گروه تمرین نشان داد (Z=-۳/۴۳). در گروه کنترل پس از ۸ هفته تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تفاوت معنی‌داری در فراوانی لرزش وضعیتی در هیچ گروهی مشاهده نشد. برای مهارت دستی، نتایج نشان داد بین گروه تمرین و کنترل در هر ۴ خرده‌آزمون (دست ترجیحی، دست غیرمرجح، هر دو دست و مجموعه) تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت تمرین با استفاده از پاوربال می‌تواند در بهبود لرزش دست در حالت استراحت و نیز بهبود مهارت حرکتی دست مؤثر باشد. برای انجام کارهای روزانه، لرزش دست و مهارت حرکتی دست دو فاکتور مهم در افراد مبتلا به بیماری پارکینسون می‌باشد.

کلیدواژه‌ها پاوربال، پارکینسون، لرزش دست، مهارت حرکتی دست

تاریخ دریافت: ۰۷ خرداد ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۲۱ خرداد ۱۴۰۱
تاریخ انتشار: ۰۱ مهر ۱۴۰۳

* **نویسنده مسئول:**
دکتر هدی مزینی
نشانی: تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، گروه تندرستی و بازتوانی ورزشی.
تلفن: ۸۰۸۷۴۹۴ (۹۱۲) ۹۸+
رایانامه: hodamoz@gmail.com

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه و اهداف

پارکینسون[1] پس از آلزایمر شایع‌ترین بیماری مخرب دستگاه عصبی به شمار می‌رود [۱]. در سرشماری که صورت گرفته است نزدیک به ۱/۵ میلیون آمریکایی به پارکینسون مبتلا هستند که میزان برآورد هزینه آن‌ها چیزی بالغ بر ۲۳ میلیارد دلار برآورد شده است [۲]. بیماری پارکینسون اختلال مزمن پیشرونده در مغز است که بر حرکات تأثیر می‌گذارد. این بیماری نتیجه از بین رفتن، ضعیف شدن یا آسیب سلول‌های عصبی تولیدکننده دوپامین در ماده سیاه مغزمیانی است [۳]. با از بین رفتن سلول‌های تولیدکننده دوپامین در مغز میانی، سایر مراکزی که کنترل حرکت بدن را بر عهده دارند، نامنظم کار می‌کنند و درنهایت باعث بروز علائم حرکتی در این بیماران می‌شوند [۴]. لرزش، اختلال در انجام حرکات ظریف دست، مشکل در شروع حرکت[2]، ضعف عضلانی، کندی در شروع حرکت و سختی در حفظ حرکت[3]، سفتی در بازوها، پاها و تنه[4]، ناپایداری قامت، کاهش دامنه حرکات از علائم بیماری پارکینسون می‌باشد [۵، ۶].

لرزش یکی از عواملی است که عملکرد را در بیماران پارکینسون تحت تأثیر قرار می‌دهد. لرزش در این بیماری، ناشی از آسیب به ساختارهای مغزی است که کنترل حرکت را بر عهده دارند. اشکال مختلفی از لرزش در این بیماران وجود دارد: لرزش استراحت[5]، لرزش وضعیتی[6] و لرزش کینتیک[7] [۷]. درحال‌حاضر روش درمان اولیه لرزش در بیماران پارکینسون استفاده از داروهای ضدپارکینسون، مانند لودوپا و جراحی می‌باشد [۸]. نتایج مطالعات گذشته تأثیر مثبت برنامه‌های تمرینی را بر روی لرزش دست بیماران پارکینسون نشان داده‌اند [۹، ۱۰].

مهارت‌های دستی به‌اندازه توانایی راه رفتن و ثبات وضعیتی یا تعادل برای حفظ استقلال فرد و کیفیت فعالیت‌های روزمره زندگی ضروری است [۱۱]. بیماران مبتلابه پارکینسون اغلب حتی در مراحل اولیه بیماری نیز نقص‌هایی در مهارت دست دارند [۱۲، ۱۳]. لرزش دست، سفتی یا کندی حرکت نه‌تنها فعالیت‌های روزمره طبیعی مانند خوردن غذا، نظافت، تایپ و یا نوشتن را مختل می‌کند، بلکه عملکرد دستی را نیز در استفاده از وسایل کمکی مانند عصا و صندلی‌های چرخ‌دار در بیماران پارکینسون دچار اختلال می‌کند [۱۴].

اگرچه درمان با دوپامینرژیک می‌تواند برخی از علائم اصلی پارکینسون مانند لرزش، سفتی یا کندی حرکت را بهبود بخشد، اما مهارت دستی ممکن است کمتر به مداخلات دارویی پاسخ دهد. نشان داده شده است که ورزش درمانی می‌تواند مهارت دستی و عملکرد دست بیماران پارکینسون را افزایش دهد [۱۵، ۱۶]. بااین‌حال، این سؤال باقی می‌ماند که آیا تمرینات ورزشی می‌تواند به‌طور مؤثر و با اطمینان برای بهبود مهارت دست در بیماران مبتلابه پارکینسون استفاده شود [۱۶].

یکی دیگر از علائم بیماری پارکینسون همان‌طورکه در ابتدا عنوان شد ضعف عضلات می‌باشد، ضعف ممکن است نشانه اولیه این بیماری باشد. به‌طور خاص علت ضعف عضلات در این بیماری مشخص نیست و سؤالاتی مانند اینکه آیا منشأ مرکزی یا محیطی دارد و یا یک پدیده ثانویه است، همچنان موردبحث است [۱۷]. ضعف در این بیماران به‌صورت دوطرفه گزارش شده است و با پیشرفت بیماری سرعت آن نیز افزایش می‌یابد [۱۷]. این بیماران به دنبال بروز ضعف عضلانی و کاهش قدرت عضلات، آمادگی جسمانی خود را خیلی سریع‌تر از دست می‌دهند که کاهش اعتمادبه‌نفس و ناهماهنگی ناشی از آن شرایط را برای بیمار درپی خواهد داشت. ضعف عضلات همچنین به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در کندی حرکت شناخته شده است [۱۸].

علاوه‌براین کاهش قدرت عضلانی می‌تواند توانایی افراد را در انجام فعالیت‌هایی که به قدرت نیاز دارند و مرتبط با فعال‌سازی عضلات و سرعت انجام حرکات است به خطر بیندازد [۱۹]. نشان داده شده است که تمرین و فعالیت بدنی می‌تواند باعث بهبود قدرت گرفتن دست در این بیماران شود [۱۰]. همان‌طور که در سطور قبل عنوان شد برنامه‌های تمرینی می‌توانند بر روی علائم بیماری پارکینسون (لرزش، مهارت دستی و قدرت) تأثیرگذار باشند. یکی از ابزار انجام تمرینات مقاومتی پاوربال می‌باشد (تصویر شماره ۱). پاوربال یک دستگاه ژیروسکوپی می‌باشد (ژیروسکوپ دستگاهی است که شامل یک چرخ سریع یا پرتویی چرخان از نور است که برای تشخیص انحراف یک جسم از جهت موردنظر خود استفاده می‌شود) که توسط شرکت نانوثانیه تولید شده است [۲۰، ۲۱]. این وسیله ساده و قابل‌حمل است که می‌توان آن را در خانه یا در مکان‌های مختلف استفاده کرد. پاوربال یک موتور متشکل از روتور (چرخ دنده) با دو درجه آزادی محدودشده است که با حرکت مناسب از ناحیه مچ دست انسان یا ربات فعال می‌شود، با ایجاد حرکات دورانی در مچ دست، چرخ‌دنده شروع به حرکت و چرخش می‌کند [۲۲].

ایده ساخت این وسیله از جایی شروع شد که در سال ۱۹۷۳، میشلر وسیله‌ای ژیروسکوپی را در آمریکا ثبت اختراع کرد که بعدها بانام دایناببی[8] توسط چوانگ[9] به بازار تجهیزات ورزشی عرضه شد. چوانگ با اضافه کردن آهنربا و مدار در داخل روتور و تولید جریان الکتریکی برای روشن کردن دیودهای نوری (LED) و اضافه کردن شمارشگری که به‌واسطه فوتوسنسور از

1. Parkinson
2. Akinesia
3. Bradykinesia
4. Rigidity
5. Rest tremor
6. Postural tremor
7. Kinetic tremor
8. Dynabee
9. chuang

نور ایجادشده به‌وسیله دیودهای نوری (LED) استفاده می‌کرد، برای نشان دادن تعداد چرخش روتور استفاده کرد و این وسیله را به‌عنوان یک ابزار ورزشی نام‌گذاری و ثبت کرد.

مطالعات گذشته نشان داده است که ورزش درمانی می‌تواند باعث بهبود لرزش دست و مهارت‌های ظریف دستی شود اما مطالعات زیادی در این زمینه‌های گفته‌شده به‌خصوص لرزش دست صورت نگرفته است. نتایج مطالعه حاضر با مطالعه شریفی‌نژاد و همکاران مطابقت دارد، آن‌ها نشان دادند که ۶ هفته تمرینات استریک باعث بهبود لرزش استراحت بیماران پارکینسون می‌شود. آن‌ها از وزنه‌های تمرینی با وزن‌های مختلف استفاده کردند که با بانداژ وزنه‌ها را به کف دست افراد بستند [۲۳]. تیانگ وان و همکاران گزارش کردند که مهارت‌های ظریف دستی با استفاده از تمرینات ووکینسکی می‌تواند بهبود یابد، برخی از تمرینات استفاده‌شده آن‌ها نیاز به حفظ تعادل دارد [۱۶].

باتوجه‌به محدودیت‌های حرکتی و عملکردی افراد سالمند، استفاده از ابزار و تمرینات ساده با ایمنی بالا و خستگی کم که قابلیت استفاده و انجام راحت آن در خانه بدون نیاز به کمک می‌تواند موردتوجه قرار گیرد.

باتوجه‌به نکات پیش‌گفت و به‌دلیل اینکه پاوربال ابزاری است ساده که در هر موقعیت و مکانی بدون نیاز به کمک می‌توان از آن استفاده کرد، تصمیم گرفتیم تا تأثیر تمرین با استفاده از پاوربال را که ابزاری ساده و قابل‌استفاده در خانه هست را بر روی لرزش دست، مهارت های ظریف دستی بیماران پارکینسون موردبررسی قرار دهیم.

هدف از این تحقیق تأثیر ۸ هفته تمرین با استفاده از پاوربال بر لرزش و مهارت‌های ظریف دستی بیماران پارکینسون می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌آزمایشی بود. جامعه آماری تحقیق حاضر را بیماران مبتلابه پارکینسون مراجعه‌کننده به بیمارستان رسول اکرم (ص) با محدوده سنی ۵۵-۷۵ تشکیل دادند. ۴۰ نفر از بیماران مراجعه‌کننده به بیمارستان رسول اکرم (ص) با استفاده از برآورد حجم نمونه در نرم‌افزار جی‌پاور[10] بنابر معیارهای ورود انتخاب و به‌صورت تصادفی در ۲ گروه تمرینات پاوربال (۲۰) و گروه کنترل (۲۰) تقسیم شدند. همه شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه آگاهانه را ارائه دادند و فرم رضایت‌نامه‌ای را که روش مطالعه را توصیف می‌کرد، امضا کردند. ارزیابی شدت بیماری توسط پزشک متخصص و با استفاده از مقیاس هان و یار[11] که شاخص معتبری برای طبقه‌بندی شدت بیماری پارکینسون است، صورت گرفت [۲۴].

معیارهای ورود به تحقیق، افراد مبتلابه بیماری پارکینسون با محدوده سنی ۵۵-۷۵ سال، حداقل یک اندام با لرزش، نداشتن شکستگی اندام فوقانی در ۶ ماه گذشته، قرار داشتن در مرحله ۱-۳ مقیاس هان و یار، نداشتن اختلالات شناختی و نداشتن پوکی استخوان کمتر از ۲/۵- در مقیاس T-score[12] (این شاخص عبارت است از میزان تراکم استخوان فرد با میزان تراکم استخوان یک فرد سالم بالغ با حداکثر تراکم استخوانی)، همچنین نداشتن آسیب مفصلی در ۶ ماه گذشته بود و معیار خروج شرکت نکردن کامل و مرتب در پروسه تمرینی و عدم رضایت برای ادامه همکاری بود.

داده‌های پیکرشناسی شامل قد، وزن و شاخص توده بدنی و نیز شدت بیماری پارکینسون در رفتارها، فعالیت‌های زندگی روزمره، توانایی‌های حرکتی و سایر عوامل با استفاده از مقیاس درجه‌بندی بیماری‌های پارکینسون از انجمن اختلالات حرکتی (MDS-UPDRS) ارزیابی شدند.

باتوجه‌به اینکه افراد مسن (بیشترِ بیماران پارکینسون) ضعف عضله و قدرت دارند اگر جسم نسبتاً سنگینی بر روی دست آن‌ها قرار داده شود می‌تواند نتایج اندازه‌گیری را تحت تأثیر قرار دهد، ما بر آن شدیم تا با استفاده از اسمارت واچ که وسیله‌ای بسیار سبک‌تر از اسمارت فون‌ها می‌باشد این مورد را پوشش دهیم و از اسمارت واچ استفاده شد که قابلیت اندازه‌گیری لرزش دست را دارد و نتایج آن بسیار قابل‌اعتماد می‌باشد (واحد اندازه‌گیری هرتز می‌باشد) [۲۵]. در این پژوهش برای اندازه‌گیری لرزش دست از ساعت هوشمند مدل smartwatch sony3 و گوشی اندروید جهت جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد (واحد اندازه‌گیری داده‌ها هرتز(Hz) می‌باشد)، اسمارت واچ ها سبک‌تر از گوشی‌های همراه هستند و با قرار دادن آن‌ها بر روی دست افراد امکان تحت تأثیر قرار گرفتن نتایج اندازه‌گیری به‌علت وزن سبک‌تر آن کمتر می‌شود [۲۵، ۲۶].

اندازه‌گیری لرزش استراحت

آزمودنی روی صندلی نشسته و محقق با استفاده از چسب‌های دوطرفه ساعت را در قسمت پشت کف دست آزمودنی می‌چسباند. سپس محقق درحالی‌که دست‌های آزمودنی بر روی دسته صندلی آزادانه حلق‌آویز بود به‌مدت ۲۰ ثانیه داده‌ها را ثبت کرد.

اندازه‌گیری لرزش وضعیتی

بعد از لرزش استراحت در همان روز اندازه‌گیری لرزش وضعیتی نیز صورت گرفت. آزمودنی بر روی صندلی نشسته و درحالی‌که ساعت بر روی دستی که لرزش بیشتر دارد چسبانده شده، دست‌های خود را به جلو خم کرده، به‌طوری‌که موازی با

10. G*Power
11. Hoehn & yahr
12. T-score

تصویر ۱. پاوربال

طب توانبخشی

تصویر ۲. تخته پردوپیگ بورد

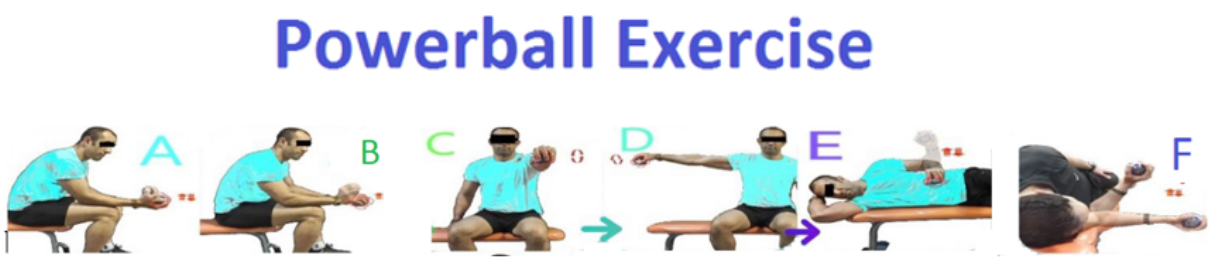
طب توانبخشی

رانهایش است، محقق به‌مدت ۲۰ ثانیه داده‌ها را ثبت می‌کند. داده‌های هر لرزش با کد شرکت‌کنندگان با استفاده از برنامه اکسل ذخیره شد.

برای اندازه‌گیری مهارت‌های ظریف دستی از آزمون پرد و پیگبرد استفاده شد که ۱۴ خرده‌آزمون دارد. پرد و پگبرد ابزاری است که در سال ۱۹۶۸ تیفین آن را طراحی کرده است. این ابزار از دو حفره در سمت راست و چپ که در هریک از آن‌ها ۲۵ میخ قرار دارد و دو حفره مرکزی که حفره سمت چپ دارای ۴۰ واشر و حفره سمت راست دارای ۲۰ کلار می‌باشد، تشکیل‌شده است (تصویر شماره ۲). ابتدا دست غالب و سپس دست مغلوب موردآزمون قرار گرفت. برای آزمون دودستی به‌طور هم‌زمان از هر دودست استفاده می‌شد. فرد با استفاده از هر دودست تلاش می‌کرد میخ‌ها را در هر دو ستون سوراخ‌ها قرار دهد و درآخر برای قسمت مونتاژ به‌صورت متناوب با هر دودست قرار دادن میخ، واشر و کلار انجام می‌شد. برای هر دو آزمون یک دست و دو دست زمان ۳۰ ثانیه و برای مونتاژ ۶۰ ثانیه محاسبه شد. تعداد میخ‌های قرار داده‌شده در سوراخ‌ها برای آزمون یک دستی و تعداد جفت میخ‌های برای آزمون دودستی و نیز در قسمت مونتاژ تعداد اجزای آن (میخ، واشر، کلار و واشر دوم) به‌عنوان نمرات محاسبه شد [۲۷]. این آزمون به‌صورت جداگانه برای همه شرکت‌کنندگان اجرا شد. آزمون پرد و پگبرد قبل و بعد از ۲۴ ساعت از آخرین جلسه تمرین انجام شد.

در پژوهش حاضر یک برنامه تمرین مقاومتی با استفاده از پاوربال طراحی و اجرا شد. دوره تمرینات ۸ هفته و در هر هفته ۳ جلسه و در هر جلسه نیز، تمرین ۳۰ دقیقه در هفته‌های ابتدایی و تا ۴۵ دقیقه در هفته‌های انتهایی به طول انجامید. شدت تمرین با استفاده از پاوربال را تعداد دورها در دقیقه تعیین می‌کند که در هفته‌های اول ۲۰۰۰ دور در هر دقیقه و در هفته‌های پایانی تا ۶۰۰۰ دور در دقیقه با در نظر گرفتن توانایی آزمودنی اجرا شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا قبل از هر جلسه تمرین ۵ دقیقه زمان صرف گرم کردن خصوصاً عضلات بالاتنه و مچ دست کنند. مجموعاً ۶ تمرین به‌ترتیب فلکشن مچ، اکستنشن مچ، ابداکشن بازو، فلکشن بازو، چرخش داخلی بازو، چرخش خارجی بازو، انجام شد که تعداد دست‌ها و میزان تکرار تمرینات باتوجه‌به اصل اضافه‌بار تدریجی تنظیم‌شده و میزان استراحت بین تمرینات و تکرار تمرینات باتوجه‌به نسبت ۲:۱ تنظیم‌شده بود [۲۸]. به‌دلیل نیروی گریز از مرکزی که از موتور پاوربال تولید می‌شود نیاز به مقاومت از طریق انگشتان دست است که این مقاومت باعث تقویت عضلات خم‌کننده مچ دست در کلیه تمرینات با پاوربال می‌شود [۲۲]. برای کنترل شدت و حفظ اثر تمرین از اصل اضافه‌بار استفاده شد، به این منظور از دو روش برای پیاده‌سازی این اصل در طراحی تمرینات استفاده شد:

تمرینات از کمترین تا بیشترین میزان فعالیت درجه‌بندی



طب توانبخشی

تصویر ۳. نحوه انجام تمرینات: A فلکشن مچ دست، B اکستنشن مچ دست، C فلکشن شانه، D ابداکشن شانه، E چرخش خارجی شانه، F چرخش داخلی شانه

جدول ۱. میانگین و انحراف‌معیار مشخصات پیکرشناسی و ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها (n=۲۰)

متغیر	گروه	تعداد/میانگین±انحراف‌معیار	
		تمرین	کنترل
جنسیت	مرد	۱۳	۱۴
	زن	۷	۶
سن		۶۸/۶۵±۳/۳۷	۶۹/۸۰±۲/۸۹
قد (سانتی‌متر)		۱۶۶/۵۰±۶/۲۷	۱۶۷/۶۰±۵/۷۷
وزن (کیلوگرم)		۷۰/۲۰±۱۱/۰۱	۶۹/۵۰±۷/۵۰
مرحله H & Y*	۱	۵	۷
	۲	۸	۶
	۳	۶	۶
	۴	۱	۱

* مقیاس اندازه‌گیری هان و یار

طب توانبخشی

شدند. تمرینات ساده‌تر که عضلات کوچک‌تر را درگیر می‌کنند در هفته‌های ابتدایی و تمرینات پیچیده‌تر که عضلات بزرگ‌تر را فراخوانی می‌کنند در هفته‌های انتهایی قرار گرفتند. به‌دلیل فراخوانی گروه‌های مختلف عضلانی توسط پاوربال نمی‌توان هر یک از تمرینات را تنها به گروه خاصی از عضلات کمربند شانه‌ای و مچ نسبت داد؛ اما به‌منظور دسته‌بندی بهتر جهت برنامه‌ریزی پروتکل تمرینی، این تمرینات به ۶ گروه اصلی تقسیم‌بندی شدند (تصویر شماره ۳):

گروه A: در این گروه عضلات درگیر در فلکشن مچ قرار دارند.

گروه B: در این گروه عضلات درگیر در اکستنشن مچ قرار دارند

گروه C: در این گروه عضلات درگیر در فلکشن شانه قرار دارند.

گروه D: در این گروه عضلات درگیر در ابداکشن شانه قرار دارند.

گروه E: در این گروه عضلات درگیر در چرخش داخلی شانه قرار دارند.

گروه F: در این گروه عضلات درگیر در چرخش خارجی شانه قرار دارند.

در هفته اول، تمرینات ساده‌تر تمرینات گروه A و B و C در ۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای انجام شدند و در هفته‌های دوم به بعد برحسب توانایی فرد هر هفته ۱۰ ثانیه به مدت‌زمان هر ست و یا ۱ ست به تکرارها اضافه شد. هر ۲ هفته یک‌بار هم یکی از تمرینات هفته قبل حذف و یک تمرین جدید اضافه می‌شد.

جدول ۲. داده‌های لرزش دست

متغیر		میانگین±انحراف‌معیار		Z*	P*
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
لرزش استراحت (هرتز)	تمرین	۵۸۸/۴۷±۵۳۰/۸۳	۳۳۴/۰۵±۳۸۷/۱۵	-۳/۴۳	۰/۰۰۱
	کنترل	۵۵۴/۱۱±۵۲۰/۲۴	۵۰۶/۹۴±۴۶۲/۲۹	-۲/۷۶	۰/۰۰۶
	P**	۰/۸۷	۰/۱۶		
لرزش وضعیتی (هرتز)	تمرین	۵۹۸/۲۷±۵۲۳/۵۳	۵۹۷/۳۶±۵۲۴/۵۵	-۰/۶۷	۰/۵۰
	کنترل	۵۲۲/۰۹±۴۷۹/۲۷	۵۰۸/۴۰±۴۷۲/۸۵	-۱/۵۶	۰/۱۱
	P**	۰/۸۹	۰/۵۸		

* آزمون ویلکاکسون، ** آزمون من ویتنی

طب توانبخشی

جدول ۳. داده‌های مهارت حرکتی دست

متغیر		میانگین±انحراف‌معیار		Z*	P**
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
دست برتر ***	تمرین	۹/۲۵±۱/۱۱	۱۰/۹۰±۱/۰۷	-۴/۰۷	۰/۰۰۰
	کنترل	۹/۴۰±۱/۲۳	۹/۶۵±۱/۳۰	-۲/۲۳	۰/۰۰۰
	P**	۰/۶۴۲	۰/۶۴۲		
دست غیر برتر ***	تمرین	۹/۰۵±۰/۹۴	۱۰/۱۰±۰/۹۶	-۴/۳۷	۰/۰۰۰
	کنترل	۹/۲۰±۱/۱۰	۹/۱۵±۱/۰۸	-۱/۰۰	۰/۰۰۱
	P**	۰/۶۰۳	۰/۰۰۵		
دودست ****	تمرین	۶/۶۵±۱/۲۶	۷/۸۵±۱/۳۰	-۴/۱۷	۰/۰۲۵
	کنترل	۶/۳۰±۰/۹۷	۶/۲۵±۱/۰۱	-۱/۰۰	۰/۳۱۷
	P**	۰/۳۲۸	۰/۰۰۰		
مونتاژ *****	تمرین	۱۵/۱۵±۴/۶۱	۱۷/۷۰±۵/۰۲	-۳/۲۸	۰/۳۱۷
	کنترل	۱۴/۵۵±۴/۰۱	۱۴/۶۵±۴/۰۸	-۱/۰۰	۰/۳۱۷
	P**	۰/۵۸۱	۰/۰۲۳		

* آزمون ویلکاکسون،** آزمون من ویتنی،*** واحد اندازه‌گیری این متغیر تعداد دفعات قرار دادن میخ‌ها در ۳۰ ثانیه می‌باشد.
**** واحد اندازه‌گیری این متغیر تعداد دفعات قرار دادن جفت میخ‌ها در ۳۰ ثانیه می‌باشد.
***** واحد اندازه‌گیری این متغیر تعداد دفعات قرار دادن اجزای آن (میخ، واشر، کلار و واشر دوم) در ۶۰ ثانیه می‌باشد.

طب توانبخشی

زمان

زمان انجام هر تمرین در هفته اول و دوم ۳۰ ثانیه، هفته سوم و چهارم ۳۰ تا ۴۵ ثانیه، هفته پنجم تا هشتم ۳۰ تا ۶۰ ثانیه بود. تمرینات به‌صورت انجام نوسان در یک مسیر رفت و برگشتی بود. آزمودنی بین ست‌ها حداقل ۱ دقیقه و بین دو تمرین مختلف حداقل ۲ دقیقه استراحت می‌کرد.

نوع تمرینات انتخاب‌شده در این پروتکل از نوع تمرینات مقاومتی هستند که توسط پاوربال انجام داده شد. پیش از انجام تمرینات به هر فرد اجازه داده شد تا به‌مدت ۵ دقیقه گرم کرده و با پاوربال آشنایی پیدا کند. وضعیت اجرای تک‌تک این تمرینات در (جدول شماره ۱) (پیوست شماره ۱) ارائه شده است. هر تمرین در هر دو دست تکرار شدند.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی مربوط به مشخصات پیکرشناسی آزمودنی‌ها که شامل قد، وزن، سن می‌باشد. ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ نشان داده‌شده است. پس از جمع‌آوری داده‌ها برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک[13] با فرض (P>۰/۰۵) استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد داده‌های لرزش دست و مهارت دستی نرمال نیستند و فرض نرمال بودن داده‌ها تأیید نشد؛ بنابراین از آزمون‌های ناپارامتریک برای تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد. از آزمون ویلکاکسون[14] برای مقایسه تفاوت درون‌گروهی و از آزمون من‌یو ویتنی[15] برای مقایسه بین گروهی برای داده‌ها استفاده شد. اختلاف معنی‌دار آماری نیز در سطح (P=۰/۰۵) تعیین شد.

نتایج تجزیه‌وتحلیل داده‌ها برای لرزش دست در حالت استراحت، تفاوت معنی‌داری را بین گروه تمرین و گروه کنترل پس از ۸ هفته تمرین با استفاده از پاوربال نشان نداد. با این تفاوت که کاهش قابل‌توجهی در میانگین لرزش دست در حالت استراحت در گروه مداخله پس از انجام تمرینات مشاهده شد (z=-۳/۴۳) در مقابل تفاوت خاصی در میانگین گروه کنترل پس از ۸ هفته تمرین مشاهده نشد (z=-۲/۷۶). در لرزش وضعیتی تغییر قابل‌توجهی در هیچ‌کدام از گروه‌ها مشاهده نشد و تفاوت بین گروه‌ها نیز معنی‌دار نبود (جدول شماره ۲).

در آزمون مهارت دستی نتایج آزمون ویلکاکسون برای مقایسه تفاوت درون‌گروهی نشان داد داده‌های مهارت حرکتی دست در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه تمرین در هر سه خرده‌آزمون دارای تفاوت معنی‌داری هست اما در گروه کنترل فقط در

13. Shapiro-Wilk Test

14. Wilcoxon signed-rank test
15. Mann-Whitney

خرده‌آزمون یک‌دست تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول شماره ۳). همچنین نتایج آزمون من ویتنی برای مقایسه تفاوت بین گروهی نشان داد داده‌های مهارت دستی در گروه تمرین و کنترل در هر چهار خرده‌آزمون دارای تفاوت معنی‌داری است (جدول شماره ۳).

بحث

این مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین با استفاده از پاوربال بر لرزش و مهارت حرکتی دست افراد مبتلابه پارکینسون انجام‌شده است.

باتوجه‌به اینکه یک مطالعه سیستماتیک اظهار کرد که هیچ نتیجه‌ای درمورد فواید درمان‌های پیراپزشکی وجود ندارد، تمایل به روشن شدن اثربخشی ورزش بر روی بیماران پارکینسون آغاز شد [۲۹]. این شروع باعث شد شواهد قابل‌توجهی بر اثربخشی ورزش بر روی علائم حرکتی بیماران پارکینسون و نیز به‌عنوان بخشی ضروری در مدیریت این بیماری توسط مطالعات قوی به وجود آید. مطالعات محدودی بر اثربخشی ورزش بر لرزش دست بیماران پارکینسون وجود دارد. هیچ مطالعه‌ای بر اثربخشی تمرین با استفاده از پاوربال بر روی لرزش دست بیماران پارکینسون صورت نگرفته است. امکان فعالیت بدنی در مکانیسم‌های مرکزی به‌واسطه نوروپلاستی در پارکینسون از طریق تغییر انتقال عصبی دوپامینرژیک و گلوتاماترژیک در مدل‌های حیوانی با آسیب گانگلیون پایه موردبحث قرارگرفته است [۳]. این فعالیت‌های بدنی نه‌تنها می‌تواند باعث کند شدن، متوقف شدن و معکوس شدن تغییرات به‌ویژه در مراحل اولیه PD شود بلکه این قابلیت را دارد که عملکردهای حرکتی را در موارد پیشرفته‌تر بازیابی کند که به نظر می‌رسد قابل‌گسترش برای دست‌ها باشد.

لرزش ایجادشده در دستگاه پاوربال درصورتی‌که برای مدت‌زمان مشخصی و طی چند روز اعمال شود، می‌تواند باعث ایجاد تغییرات پایدار در هماهنگی حسی–حرکتی شود [۳۰]. همچنین مطالعات داوطلبانه قبلی افراد سالم نشان می‌دهد که تمرین‌های استنریک و کانسنتریک شبکه‌های حسی‌حرکتی مختلف را فعال می‌کنند، به همین دلیل منطقی است که این‌طور فکر کنیم این بهبود لرزش بیماران پارکینسون در حالت استراحت با استفاده از پاوربال که باعث انتقال نیروی لرزشی به عضلات و همچنین تحت تأثیر قرار دادن آن‌ها هم به‌صورت استنریک و هم کانسنتریک می‌شود، می‌تواند ناشی از حرکت ویژه فعال باشد که تصدیقی برای اثرات احتمالی نوروپلاستیک است. این بهبود لرزش از طریق مراکز تأثیرگذار بر تمرین که مسئول لرزش استراحت مانند گانگلیون پایه و تالاموس هستند قابل‌توضیح است؛ البته این مفهوم باید با تحقیقات مناسب تبیین شود.

نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه شریفی‌نژاد و همکاران مطابقت دارد، آن‌ها نشان دادند ۶ هفته تمرینات استنریک باعث بهبود لرزش استراحت بیماران پارکینسون می‌شود [۲۳]. در مقابل برایانت و همکاران به این نتیجه رسیدند که تمرینات مقاومتی دست اثری بر نوشتن و لرزش دست ضروری بیماران پارکینسون ندارد، آن‌ها توضیح دادند مکانیسم‌های اصلی لرزش که بر دست‌خط در بیماران پارکینسون تأثیر می‌گذارد ممکن است با استفاده از ورزش بهبود نیابد [۱۸]. اختلاف نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر را می‌توان با این واقعیت توضیح داد که ما اثر مثبت ورزش بر لرزش «استراحت» را پیدا کردیم که مشابه لرزش دست هنگام نوشتن نیست.

مطالعه ما تغییراتی را در لرزش وضعیتی بیماران پارکینسون نشان نداد. ازآنجاکه لرزش پاسچرال، لرزش معمولی پارکینسون نیست، می‌توان انتظار داشت مکانیسم‌هایی غیر از آن‌هایی که در بیماران پارکینسون دخیل هستند، مسئول باشند. همچنین، اختلافات بین گروه‌ها بعد از مداخله معنی‌دار نبود، این می‌تواند به‌دلیل افزایش فعالیت بدنی باشد که گروه کنترل ممکن است در طول مطالعه، علی‌رغم دستورالعمل‌های گفته‌شده داشته باشد.

می‌توان اذعان کرد که شایع‌ترین مشکل بیماران پارکینسون علاوه‌بر لرزش دست، عدم هماهنگی در حرکات ظریف و نیز کاهش قدرت گرفتن دست می‌باشد که مشکلات مختلفی ازجمله ناهماهنگی حرکتی به‌خصوص در حرکات ظریف مثل بستن بند کفش‌ها، سوزن نخ کردن، نوشتن، گرفتن اجسام با دست برای انجام کارهای روزمره و غیره را درپی خواهد داشت؛ تحقیقات به‌کرات نشان داده‌اند که این موارد در مقایسه با سالمندان سالم و بی‌تحرک در این بیماران بسیار بیشتر است.

مهارت دستی در افراد مبتلابه بیماری پارکینسون تحت تأثیر قرار می‌گیرد. افرادی که مبتلابه این بیماری تشخیص داده‌شده‌اند در انجام فعالیت‌های ظریف دست و نیز فعالیت‌های روزانه دچار مشکل شده‌اند [۳۱]. فعالیت بدنی در مکانیسم‌های مرکزی از طریق نوروپلاستی در پارکینسون از طریق تغییر انتقال عصبی دوپامینرژیک و گلوتاماترژیک در مدل‌های حیوانی با آسیب گانگلیون پایه موردبحث قرار گرفته است. علاوه‌براین ضعف عضلانی با کاهش عملکرد حرکتی همراه است که این خود یکی دیگر از دلایل کاهش عملکرد در افراد مبتلابه پارکینسون است [۳]. فعالیت‌های بدنی نه‌تنها می‌تواند باعث کند شدن، متوقف شدن و معکوس شدن تغییرات به‌ویژه در مراحل اولیه پارکینسون شود، بلکه این قابلیت را دارد که عملکردهای حرکتی را در موارد پیشرفته‌تر بازیابی کند که به نظر می‌رسد قابل‌گسترش برای دست‌ها باشد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد مهارت حرکتی پس از ۶ جلسه تمرین به‌طور قابل‌توجهی بهبود یافت؛ این نتایج با پژوهش تیانگ وان و همکاران که بهبود مهارت حرکتی دست با استفاده از تمرینات ووکینسکی را گزارش دادند و متئوس توست و همکاران

که نشان دادند یک جلسه تمرین ۴۵ دقیقه‌ای انگشتان می‌تواند مهارت حرکتی دست را در بیماران پارکینسون بهبود بخشد همسان است [۱۶، ۳۲].

آشبون و همکاران در تحقیقی به بررسی هماهنگی کل بدن در افراد مبتلابه پارکینسون پرداختند و نشان دادند تمرینات با رویکرد هماهنگی بر هماهنگی کل بدن در افراد پارکینسون اثر می‌گذارد [۳۳]. پاوربال ابزاری است که عضلات را هم به‌صورت انقباضات کانسنتریک، اکسنتریک و هم به‌صورت ویبریشن تحت تأثیر قرار می‌دهد. لرزش ایجادشده در دستگاه پاوربال و انتقال این نیرو به دست، سبب تحریک دوک‌های عضلانی و درنتیجه تحریک اعصاب گاما، موجب کاهش آستانه تحریک‌پذیری عضله، فعالیت مداوم تارها و درنهایت افزایش قدرت و استقامت عضلانی می‌شود که این امر باعث بهبود عملکرد می‌شود، درصورتی‌که تحریک لرزشی برای مدت‌زمان مشخصی و طی چند روز اعمال شود، می‌تواند باعث ایجاد تغییرات پایدار در هماهنگی حسی‌حرکتی شود.

همچنین مطالعات داوطلبانه قبلی افراد سالم نشان می‌دهد که تمرین‌های استریک و کانسنتریک شبکه‌های حسی‌حرکتی مختلف را فعال می‌کنند. به همین دلیل منطقی است که فکر کنیم این بهبود مهارت دستی بیماران پارکینسون با استفاده از پاوربال که باعث انتقال نیروی لرزشی به عضلات و همچنین تحت تأثیر قرار دادن آن‌ها هم به‌صورت استریک و هم کانسنتریک می‌شود، می‌تواند ناشی از حرکت ویژه فعال باشد که تصدیقی برای اثرات احتمالی نوروپلاستیک است.

نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که تمرین با استفاده از پاوربال می‌تواند در بهبود مهارت دستی و قدرت دست افراد مبتلابه بیماری پارکینسون مفید باشد؛ بنابراین پژوهشگران این تحقیق استفاده از پاوربال را برای کمک به بهبود مهارت دستی و قدرت دست بیماران پارکینسون به پزشکان و متخصصین پیشنهاد می‌کنند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پژوهشگاه علوم ورزشی صادره از کمیته ملی اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.SSRC.REC.1401.005 دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه آقای مهدیار راثی در گروه تندرستی و بازتوانی ورزشی دانشگاه شهید بهشتی می‌باشد و هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از تمام کسانی که در این پژوهش به هر نحوی همکاری داشتند تشکر می‌کنند.

References

[1] Dibble LE, Hale TF, Marcus RL, Droge J, Gerber JP, LaStayo PC. High-intensity resistance training amplifies muscle hypertrophy and functional gains in persons with Parkinson's disease. Movement Disorders. 2006; 21(9):1444-52. [DOI:10.1002/mds.20997] [PMID]

[2] Fregni F, Boggio PS, Mansur CG, Wagner T, Ferreira MJ, Lima MC, et al. Transcranial direct current stimulation of the unaffected hemisphere in stroke patients. Neuroreport. 2005; 16(14):1551-5. [DOI:10.1097/01.wnr.0000177010.44602.5e] [PMID]

[3] Argue J. Parkinson's disease & the art of moving. Oakland: New Harbinger Publications; 2000. [Link]

[4] Tadibi V, Yusefi B, Taheri HR, Masud A, Taherzadeh J. Impact of a physical therapy regimen on motor function in people with parkinson disease. World Journal of Sport Sciences. 2008; 1(1):48-53. [Link]

[5] Niazmand K, Tonn K, Kalaras A, Fietzek UM, Mehrkens JH, Lueth TC. Quantitative evaluation of Parkinson's disease using sensor based smart glove. Paper presented in: 2011 24th International Symposium on Computer-Based Medical Systems. 30 June 2011; Bristol, UK. [DOI:10.1109/CBMS.2011.5999113]

[6] Hirsch MA, Farley BG. Exercise and neuroplasticity in persons living with Parkinson's disease. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine. 2009; 45(2):215-29. [PMID]

[7] Hess CW, Pullman SL. Tremor: Clinical phenomenology and assessment techniques. Tremor and Other Hyperkinetic Movements. 2012; 2:tre-02-65-365-1. [DOI:10.7916/D8WM1C41] [PMID]

[8] Toulotte C, Thevenon A, Watelain E, Fabre C. Identification of healthy elderly fallers and non-fallers by gait analysis under dual-task conditions. Clinical Rehabilitation. 2006; 20(3):269-76. [DOI:10.1191/0269215506cr929oa] [PMID]

[9] Ridgel AL, Peacock CA, Fickes EJ, Kim CH. Active-assisted cycling improves tremor and bradykinesia in Parkinson's disease. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2012; 93(11):2049-54. [DOI:10.1016/j.apmr.2012.05.015] [PMID]

[10] Ridgel AL, Muller MD, Kim CH, Fickes EJ, Mera TO. Acute effects of passive leg cycling on upper extremity tremor and bradykinesia in Parkinson's disease. The Physician and Sportsmedicine. 2011; 39(3):83-93. [DOI:10.3810/psm.2011.09.1924] [PMID]

[11] Foster ER. Instrumental activities of daily living performance among people with Parkinson's disease without dementia. The American Journal of Occupational Therapy. 2014; 68(3):353-62. [DOI:10.5014/ajot.2014.010330] [PMID]

[12] Foki T, Vanbellingen T, Lungu C, Pirker W, Bohlhalter S, Nyffeler T, et al. Limb-kinetic apraxia affects activities of daily living in Parkinson's disease: A multi-center study. European Journal of Neurology. 2016; 23(8):1301-7. [DOI:10.1111/ene.13021] [PMID]

[13] Kandaswamy D, MuthuKumar M, Alexander M, Prabhu K, S MG, Krothapalli SB. Quantitative assessment of hand dysfunction in patients with early parkinson's disease and focal hand dystonia. Journal of Movement Disorders. 2018; 11(1):35-44. [DOI:10.14802/jmd.17046] [PMID]

[14] Choi YI, Song CS, Chun BY. Activities of daily living and manual hand dexterity in persons with idiopathic parkinson disease. Journal of Physical Therapy Science. 2017; 29(3):457-60. [DOI:10.1589/jpts.29.457] [PMID]

[15] Vanbellingen T, Nyffeler T, Nigg J, Janssens J, Hoppe J, Nef T, et al. Home based training for dexterity in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. Parkinsonism & Related Disorders. 2017; 41:92-8. [DOI:10.1016/j.parkreldis.2017.05.021] [PMID]

[16] Wang T, Xiao G, Li Z, Jie K, Shen M, Jiang Y, et al. Wuqinxi Exercise Improves Hand Dexterity in Patients with Parkinson's Disease. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine. 2020; 2020:8352176. [DOI:10.1155/2020/8352176] [PMID]

[17] Cano-de-la-Cuerda R, Pérez-de-Heredia M, Miangolarra-Page JC, Muñoz-Hellín E, Fernández-de-Las-Peñas C. Is there muscular weakness in Parkinson's disease? American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2010; 89(1):70-6. [DOI:10.1097/PHM.0b013e3181a9ed9b] [PMID]

[18] Bryant MS, Workman CD, Jamal F, Meng H, Jackson GR. Feasibility study: Effect of hand resistance exercise on handwriting in Parkinson's disease and essential tremor. Journal of Hand Therapy. 2018; 31(1):29-34. [DOI:10.1016/j.jht.2017.01.002] [PMID]

[19] Hoffman DS, Strick PL. Step-tracking movements of the wrist. III. Influence of changes in load on patterns of muscle activity. The Journal of Neuroscience. 1993; 13(12):5212-27. [DOI:10.1523/JNEUROSCI.13-12-05212.1993] [PMID]

[20] Gulick DW, O'Reilly OM. On the dynamics of the dynabee. The Journal of Applied Mechanics. 2000; 67(2):321-5. [DOI:10.1115/1.1304914]

[21] Seabra E, da Silva LF, Flores P, Machado J, Vu MH, Martins M, et al. Mechatronic medical device for wrist rehabilitation. Paper presented in: 2013 11th IEEE International Conference on Industrial Informatics; 2013 July 29; Bochum, Germany. [DOI:10.1109/INDIN.2013.6622905]

[22] Petrič T, Curk B, Cafuta P, Žlajpah L. Modelling of the robotic Powerball®: A nonholonomic, underactuated and variable structure-type system. Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems. 2010. 16(4):327-46. [DOI:10.1080/13873954.2010.484237]

[23] Kadkhodaie M, Sharifnezhad A, Ebadi S, Marzban S, Habibi SA, Ghaffari A, et al. Effect of eccentric-based rehabilitation on hand tremor intensity in Parkinson disease. Neurological Sciences. 2020; 41(3):637-43. [DOI:10.1007/s10072-019-04106-9] [PMID]

[24] Schwarz J, Odin P, Buhmann C, Csoti I, Jost W, Wüllner U, et al. Depression in Parkinson's disease. Journal of Neurology. 2011; 258(Suppl 2):S336-8. [DOI:10.1007/s00415-011-6048-3] [PMID]

[25] Contreras R, Huerta M, Sagbay G, LLumiguano C, Bravo M, Bermeo A. Tremors quantification in parkinson patients using smartwatches. Paper presented at: 2016 IEEE Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM). 14 October 2016; Guayaquil, Ecuador. [DOI:10.1109/ETCM.2016.7750866]

[26] López-Blanco R, Velasco MA, Méndez-Guerrero A, Romero JP, Del Castillo MD, Serrano JI, et al. Essential tremor quantification based on the combined use of a smartphone and a smartwatch: The NetMD study. Journal of Neuroscience Methods. 2018; 303:95-102. [DOI:10.1016/j.jneumeth.2018.02.015] [PMID]

[27] Mehdizadeh H, Taghizadeh G, Ashayeri H. 2.232 test-retest reliability of the purdue pegboard in drug on and off-phase for persons with parkinson's disease. Parkinsonism and Related Disorders. 2012; 18(Supplement 2):S122-3. [DOI:10.1016/S1353-8020(11)70556-9]

[28] Babaei-Mobarakeh M, Letafatkar A, Barati AH, Khosrokiani Z. Effects of eight-week "gyroscopic device" mediated resistance training exercise on participants with impingement syndrome or tennis elbow. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2018; 22(4):1013-1021. [DOI:10.1016/j.jbmt.2017.12.002] [PMID]

[29] Deane KH, Ellis-Hill C, Jones D, Whurr R, Ben-Shlomo Y, Playford ED, et al. Systematic review of paramedical therapies for Parkinson's disease. Movement Disorders. 2002; 17(5):984-91. [DOI:10.1002/mds.10197] [PMID]

[30] Casale R, Ring H, Rainoldi A. High frequency vibration conditioning stimulation centrally reduces myoelectrical manifestation of fatigue in healthy subjects. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2009; 19(5):998-1004. [DOI:10.1016/j.jelekin.2008.08.002] [PMID]

[31] Dos Santos A, Pegollo F, Alencar R, Avanzi R, Pompeu JE. A new tool for assessment and balance training of patients with Parkinson's disease based on low cost comercial Wii balance board. In: Movement Disorders 2012 Jun 1 (Vol. 27, pp. S301-S301). 111 RIVER ST, HOBOKEN 07030-5774, NJ USA: WILEY-BLACKWELL. [Link]

[32] Mateos-Toset S, Cabrera-Martos I, Torres-Sánchez I, Ortiz-Rubio A, González-Jiménez E, Valenza MC. Effects of a single hand-exercise session on manual dexterity and strength in persons with parkinson disease: A randomized controlled trial. PM & R. 2016; 8(2):115-22. [DOI:10.1016/j.pmrj.2015.06.004] [PMID]

[33] Ashburn A, Kampshoff C, Burnett M, Stack E, Pickering RM, Verheyden G. Sequence and onset of whole-body coordination when turning in response to a visual trigger: Comparing people with Parkinson's disease and healthy adults. Gait & Posture. 2014; 39(1):278-83. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2013.07.128] [PMID]

پیوست ۱. پروتکل تمرینات

هفته	نوع گروه	تمرین (زمان×ست)	نام تمرین	استراحت بین ست‌ها	استراحت بین تمرین‌ها	وضعیت اجرا
	A	تمرین ۱: (۳×۳۰)	فلکشن مچ	۶۰	۱۲۰	نشسته روی میز
۱	B	تمرین ۲: (۳×۳۰)	اکستنشن مچ	۶۰	۱۲۰	نشسته روی میز
	C	تمرین ۳: (۳×۳۰)	فلکشن شانه	۶۰	۱۲۰	نشسته روی میز
	A	تمرین ۱: (۴×۳۰)	فلکشن مچ	۶۰	۱۲۰	نشسته روی میز
۲	B	تمرین ۲: (۴×۳۰)	اکستنشن مچ	۶۰	۱۲۰	نشسته روی میز
	C	تمرین ۳: (۴×۳۰)	فلکشن شانه	۶۰	۱۲۰	نشسته روی میز
	B	تمرین ۱: (۴×۴۵)	اکستنشن مچ	۹۰	۱۸۰	نشسته روی میز
۳	C	تمرین ۲: (۴×۴۵)	فلکشن شانه	۹۰	۱۸۰	نشسته روی میز
	D	تمرین ۳: (۳×۳۰)	ابداکشن شانه	۶۰	۱۲۰	نشسته روی میز
	B	تمرین ۱: (۵×۴۵)	اکستنشن مچ	۹۰	۱۸۰	نشسته روی میز
۴	C	تمرین ۲: (۵×۴۵)	فلکشن شانه	۹۰	۱۸۰	نشسته روی میز
	D	تمرین ۳: (۳×۴۵)	ابداکشن شانه	۶۰	۱۲۰	نشسته روی میز
	C	تمرین ۱: (۵×۶۰)	فلکشن شانه	۱۲۰	۲۴۰	نشسته روی میز
۵	D	تمرین ۲: (۵×۴۵)	ابداکشن شانه	۹۰	۱۸۰	نشسته روی میز
	E	تمرین ۳: (۴×۳۰)	چرخش داخلی	۹۰	۱۸۰	خوابیده به پهلو
	C	تمرین ۱: (۵×۶۰)	فلکشن شانه	۱۲۰	۲۴۰	نشسته روی میز
۶	D	تمرین ۲: (۵×۶۰)	ابداکشن شانه	۱۲۰	۲۴۰	نشسته روی میز
	E	تمرین ۳: (۴×۳۰)	چرخش داخلی	۹۰	۱۸۰	خوابیده به پهلو
	D	تمرین ۱: (۶×۶۰)	فلکشن شانه	۱۲۰	۲۴۰	نشسته روی میز
۷	E	تمرین ۲: (۵×۶۰)	ابداکشن شانه	۱۲۰	۲۴۰	نشسته روی میز
	F	تمرین ۳: (۴×۴۵)	چرخش خارجی	۱۲۰	۲۴۰	خوابیده به پهلو
	D	تمرین ۱: (۶×۶۰)	فلکشن شانه	۱۲۰	۲۴۰	نشسته روی میز
۸	E	تمرین ۲: (۶×۶۰)	ابداکشن شانه	۱۲۰	۲۴۰	نشسته روی میز
	F	تمرین ۳: (۵×۳۰)	چرخش خارجی	۱۲۰	۲۴۰	خوابیده به پهلو

طب توانبخشی