

Research Paper

Comparison of Two Types of Combined Exercise on Changes in Selected Physical Performance Factors and Body Composition in Patients with Parkinson's Disease

Fatemeh Nejati¹, Nahid Bijeh^{2*}, Mahtab Moazzami³, Ali Shoeibi⁴

1.Ph.D Student, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences ,Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2.Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran .

3.Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences,Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

4.Associate Professor, Department of Neurology, School of Medicine Ghaem Hospital, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Use your device to scan
and read the article online



Citation Nejati F, Bijeh N, Moazzami M, Shoeibi A. [Comparison of Two Types of Combined Exercise on Changes in Selected Physical Performance Factors and Body Composition in Patients with Parkinson's Disease (Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2025; 24(3):292-305. 10.32592/jsmj.24.2.114

 <http://www.doi.org/10.32592/jsmj.24.2.114>

ABSTRACT

Background and Objectives Parkinson's disease is a progressive neurological disorder that leads to weakness and impaired motor function. This study aimed to compare the effects of two types of combined resistance and aerobic training (continuous vs. interval) on selected physical fitness factors and body composition in patients with Parkinson's disease.

Subjects and Methods This quasi-experimental study included 30 patients with Parkinson's disease who were randomly assigned to three groups: resistance + continuous aerobic training, resistance + interval aerobic training, and a control group. Training included resistance exercises (1 set of 8–12 reps at 50–65% of 1-RM) and aerobic training, either continuous (10–17 min cycling at 40–65% heart rate reserve) or interval (2–8 reps in two 30-sec sets at 80–85% HRR with 60-90 sec rest). The intervention consisted of three sessions per week for a total of 8 weeks. Statistical analysis was performed using ANCOVA.

Results Exercise had no significant effect on body weight or BMI ($P > 0.05$). There was a significant improvement in walking speed in the resistance + interval group compared to the control group ($P < 0.005$). Lower limb strength increased in both training groups ($P < 0.001$), with greater gains in the resistance + interval group as opposed to the resistance + continuous group ($P < 0.001$).

Conclusion Combined resistance and aerobic training, particularly when done intermittently, may improve motor performance and muscle strength in patients with Parkinson's disease.

Keywords Parkinson's disease, Combined training, Body composition, Motor performance, Muscle strength

Received: 30 March 2025

Accepted: 10 May 2025

*** Corresponding Author:**

Nahid Bijeh

Address: Department of Exercise Physiology, Faculty Sports Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Tel: +989155072745

E-Mail: bijeh@um.ac.ir

Extended Abstract**Introduction**

Parkinson's disease (PD) is a progressive neurological disorder characterized by the preferential dysfunction and death of dopaminergic neurons in the substantia nigra (1). It is the fastest-growing neurological disorder worldwide in terms of both prevalence and mortality, with a 60% increase in age-standardized prevalence between 1990 and 2021, affecting approximately 11.8 million individuals globally (2). In Iran, the prevalence of PD is comparable to that in other developing Asian countries, although there are significant geographical variations across provinces (3). It is estimated that the global number of PD cases will exceed 12 million by the year 2040 (4). Motor impairments in PD lead to decreased physical activity, muscular weakness, and reduced physical performance (5,6). As the disease progresses, symptoms such as bradykinesia, rigidity, tremor, and postural instability become more pronounced, increasing the risk of falls and reducing social participation (7). Muscular weakness, especially in the lower limbs, may serve as a secondary cause of bradykinesia and is significantly associated with clinical symptoms and the number of falls (8,9,10). Patients with lower muscular strength are reported to be six times more likely to experience recurrent falls compared to those with higher strength levels (11). In addition, muscular dysfunction and sarcopenia are common in PD (12), and approximately 43% of patients experience weight loss within three years (13). Therefore, assessing body composition and muscular function may serve as useful prognostic indicators of PD severity (14). Exercise is proposed as an effective non-pharmacological intervention for improving physical function in PD patients (14,15). Both aerobic and resistance training, at various intensities and durations, have shown beneficial effects (16). Studies suggest that combining resistance and aerobic training with pharmacological treatment may enhance therapeutic response (15). Furthermore, structured combined training has been shown to improve muscular and motor function as well as quality of life in PD patients (9,14,16,17). Therefore, the present study aims to compare the effects of two types of combined training (resistance + interval aerobic and resistance + continuous aerobic) on selected physical fitness components in patients with Parkinson's disease.

Methods

This quasi-experimental study involved 36 Parkinson's disease patients aged 60-75 years, selected via convenience sampling. The sample size was determined using G*Power software. Participants, diagnosed with stages 1 and 2 Parkinson's disease and independent in standing

and walking, were randomly assigned to three groups: two intervention groups receiving exercise and a control group. Participants were excluded if they had recent injuries, illnesses, a history of tobacco or alcohol use, or more than three absences throughout the intervention. All participants provided informed consent. Baseline assessments included anthropometric measurements (height, weight, BMI), gait speed via the Timed Up and Go (TUG) test, and one-repetition maximum (1RM) strength evaluation. Height was measured using a Seca 220 stadiometer, and body composition was analyzed with an InBody 720 device under fasting conditions. The TUG test assessed mobility by timing participants as they rose from a chair, walked three meters, returned, and sat down. For 1RM assessment, participants performed warm-up sets before lifting weights within the 1-10 repetition range. Maximum strength was then calculated using a standard formula. The eight-week training program consisted of thrice-weekly combined sessions lasting approximately 20 minutes each. Resistance training included upper and lower body exercises (e.g., chest press, squats) performed at 50–65% of 1RM, with 8–12 repetitions per set and 60 seconds rest. A 10-minute warm-up preceded exercises. After resistance training, participants engaged in aerobic exercise on stationary bikes, divided into two protocols: continuous and interval training. Continuous aerobic exercise program at an intensity of 40–65% of heart rate reserve was performed for 10–17 minutes of cycling during the training sessions. Interval training included alternating bouts of high intensity (80–85% Heart rate reserve) and active rest. Data normality and variance homogeneity were confirmed via Shapiro-Wilk and Levene's tests. Group comparisons were analyzed using ANCOVA with Bonferroni post hoc tests. Statistical significance was set at $P \leq 0.05$ using SPSS v26.

Results

Analysis of covariance showed no significant effect of the exercise interventions on participants' weight ($F = 1.996$, $P = 0.156$) or body mass index ($F = 1.996$, $P = 0.156$). However, a significant difference was found among the groups in terms of walking speed ($F = 1.996$, $P = 0.156$). Post hoc Bonferroni tests revealed that walking speed improved significantly by 0.73 seconds in the resistance + interval aerobic group compared to controls ($P = 0.005$). The

resistance + continuous aerobic group showed a 0.51-second improvement compared to controls, but this was not statistically significant ($P = 0.069$). Regarding lower limb muscle strength, there was a significant difference between groups ($F = 173.91$, $P < 0.001$). Post hoc analysis indicated that strength increased by 5.63 kg in the resistance + interval group ($P < 0.001$) and by 3.62 kg in the resistance + continuous group ($P < 0.001$) relative to controls. Moreover, the interval group's strength gain was significantly greater by 2 kg compared to the continuous group ($P < 0.001$).

Conclusion

The exercise interventions in this study did not have a significant effect on body weight or body mass index, which is consistent with previous studies (14,24) and possibly due to the short intervention duration or exercise intensity. However, walking performance improved significantly in the resistance + interval aerobic group, while the resistance + continuous aerobic group showed no significant change. Additionally, muscle strength in the lower limbs increased in both intervention groups, with the interval group gaining significantly greater strength compared to the continuous group. One key mechanism underlying strength gains is improved neuromuscular activation induced by resistance training (14,30,31), alongside increased neurotrophic factors promoted by aerobic exercise, which facilitates effective motor signal transmission (5,29). Combined training also reduces inflammation and enhances mitochondrial function in muscles, contributing to improved muscle strength and motor system efficiency (30,31). High-intensity aerobic exercise, especially interval training, enhances neural processing and motor coordination, and this is the reason why interval protocols yield better improvements in motor function for Parkinson's patients (39-41). This study was limited by the absence of advanced tools such as electromyography (EMG) to assess neuromuscular activity and coordination more precisely. Also, our study did not examine the biochemical pathways involved in muscular adaptation. Future studies could address these gaps to better understand the neurobiological mechanisms underlying strength and functional improvements. In conclusion, combined resistance and aerobic training, particularly using interval patterns, can significantly enhance lower limb strength and walking performance in Parkinson's patients. However, more prolonged and intense interventions may be required to achieve meaningful changes in body composition.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was conducted in accordance with research ethics principles. Before the start of the study, the objectives and methodology were explained to the participants, and written informed consent was obtained. Participants were also assured that their personal information would remain confidential and that the results would be used solely for scientific purposes. The study protocol was approved by the Research Ethics

Committee of Ferdowsi University of Mashhad (Ethics Code: IR.UM.REC.1403.255).

Funding

This article received no financial support.

Author's contributions

Conceptualization and design: Fatemeh Nejati, Nahid Bijeh, Mahtab Moazzami, Ali Shoeibi; Data collection and implementation: Fatemeh Nejati, Nahid Bijeh; Supervision: Nahid Bijeh; Final revision: Fatemeh Nejati.

Conflicts of interest

According to the authors, there is no conflict of interest regarding this article.

Acknowledgements

This study is part of the first author's PhD dissertation, registered at Ferdowsi University of Mashhad under registration number 63404. The authors would like to sincerely thank all individuals who contributed to this research.

مقاله پژوهشی

مقایسه دو نوع تمرین ترکیبی بر تغییرات برخی از فاکتورهای عملکرد جسمانی و ترکیب بدن در بیماران مبتلا به پارکینسون

فاطمه نجاتی^۱، ناهید بیژه^{۲*}، مهتاب معظمی^۳، علی شعیبی^۴

۱. دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲. استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۴. دانشیار، گروه بیماری مغز و اعصاب، دانشکده پزشکی بیمارستان قائم (عج)، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

Use your device to scan and read the article online 	Citation Bayat A, Saki N, Karimi M. [Effect of Cochlear Implant on Central Auditory Development in Children with Congenital Deafness (Persian)]. <i>Jundishapur Scientific Medical Journal</i>. 2025; 24(3):292-305. 10.32592/jsmj.24.2.114  http://www.doi.org/10.32592/jsmj.24.2.114
--	--

چکیده



زمینه و هدف: بیماری پارکینسون یک اختلال عصبی پیشرونده است که موجب ضعف و اختلال در عملکرد حرکتی می‌شود. هدف این مطالعه، مقایسه تأثیر دو نوع تمرین ترکیبی مقاومتی و هوازی (تداومی در برابر تناوبی) بر برخی شاخص‌های آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی در بیماران مبتلا به پارکینسون بود.

روش بررسی: در این مطالعه نیمه تجربی، ۳۰ بیمار مبتلا به پارکینسون به صورت تصادفی در سه گروه شامل تمرین مقاومتی + هوازی تداومی، تمرین مقاومتی + هوازی تناوبی و گروه کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرینی شامل تمرینات مقاومتی (یک ست ۸ تا ۱۲ تکرار با شدت ۵۰ تا ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه) و تمرینات هوازی بود که به صورت تداومی (۱۰ تا ۱۷ دقیقه رکاب‌زدن با شدت ۴۰ تا ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره) یا تناوبی (۲ تا ۸ نوبت در دو ست ۳۰ ثانیه‌ای با شدت ۸۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره با ۶۰ تا ۹۰ ثانیه استراحت بین آن‌ها) انجام شد. مداخلات به مدت ۸ هفته و سه جلسه در هفته اجرا شد. تجزیه و تحلیل آماری با آزمون ANCOVA انجام شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد تمرینات ورزشی تأثیر معناداری بر وزن و شاخص توده بدن نداشتند ($P < 0/05$). بهبود معنادار در سرعت گام برداشتن در گروه مقاومتی + تناوبی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد ($P < 0/05$). قدرت عضلات اندام تحتانی در هر دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل افزایش یافت ($P < 0/001$) و افزایش در گروه مقاومتی + تناوبی بیشتر از گروه مقاومتی + تداومی بود ($P < 0/001$).

نتیجه‌گیری: تمرین ترکیبی مقاومتی و هوازی، به ویژه به صورت تناوبی، می‌تواند موجب بهبود عملکرد حرکتی و قدرت عضلانی در بیماران مبتلا به پارکینسون شود.

کلیدواژه‌ها: بیماری پارکینسون، تمرین ترکیبی، ترکیب بدنی، عملکرد حرکتی، قدرت عضلانی

تاریخ دریافت: ۱۱ فروردین ۱۴۰۴
تاریخ پذیرش: ۲۱ اردیبهشت ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

ناهید بیژه

نشانی: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تلفن: ۰۹۱۵۵۰۷۲۷۴۵

رایانامه: bjeh@um.ac.ir

مقدمه

در شدت‌ها و سیکل‌های مختلف اثراتی را نشان داده اند و تمرینات هوازی و مقاومتی را می‌توان به‌عنوان انواع ورزش برای بیماری پارکینسون توصیه کرد (۱۶). کاروالهو و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که هر دو تمرین قدرتی و هوازی با درمان دارویی ممکن است به بهبود پاسخ به درمان بیماری پارکینسون کمک کنند و باید برای بهبود سلامت جسمی و روانی بیماران تجویز شوند (۱۵). بر اساس مطالعه مروری و فراتحلیل کامبورگ و همکاران تمرینات ورزشی به ویژه تمرینات قدرتی و توانی می‌توانند نقش کلیدی در بهبود عملکرد حرکتی بیماران پارکینسون ایفا کنند (۹). همچنین نتایج تحقیق زیبخی رضایی و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که تمرینات مقاومتی بدون تغییر در ترکیب بدن موجب بهبود عملکرد عضلانی در بیماران مبتلا به پارکینسون می‌شود (۱۴). همچنین تمرینات ترکیبی ساختاریافته به عنوان یک راهکار غیردارویی برای جبران ضعف عضلانی و بهبود کیفیت زندگی بیماران پارکینسون معرفی شده است (۱۶). (۱۷). بنابراین، گنجاندن برنامه های تمرینی هدفمند در پروتکل های درمانی پارکینسون می‌تواند به عنوان یک استراتژی مؤثر برای حفظ استقلال حرکتی و کاهش عوارض ناتوان کننده این بیماری مورد توجه قرار گیرد.

بنابراین بیماری پارکینسون عمدتاً عملکردهای حرکتی مانند سفتی، کندی حرکت و بی‌ثباتی وضعیتی را مختل می‌کند که منجر به کاهش تحرک و افزایش خطر سقوط می‌شود. تمرینات ترکیبی با هدفگیری همزمان چندین جنبه حرکتی شامل تمرینات هوازی، مقاومتی و تعادلی، بهبود قدرت عضلانی، استقامت قلبی-عروقی و کنترل وضعیت بدن را فراهم می‌آورد؛ امری که برای زنان به‌ویژه به دلیل خطرات ناشی از یائسگی اهمیت دارد. این نوع تمرین‌ها همچنین موجب تحریک نوروپلاستیسته و بهبود عملکرد حرکتی و شناختی می‌شوند. افزون بر این، تمرینات ترکیبی به تقویت تاب‌آوری روانی، انگیزه و پایداری به ورزش کمک کرده و از طریق ایجاد ارتباطات اجتماعی، احساس انزوای زنان مبتلا به پارکینسون را کاهش می‌دهد.

باتوجه به مطالب گفته شده پژوهش حاضر با هدف مقایسه دو شیوه تمرین ترکیبی (مقاومتی + تناوبی و مقاومتی + تداومی) بر برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی در مبتلایان به پارکینسون انجام شد.

روش بررسی

در پژوهش نیمه تجربی حاضر به روش نمونه گیری در دسترس ۳۶ بیمار مبتلا به پارکینسون انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار جی پاور تعیین شد. پس از گزینش نهایی، شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی در سه گروه (دو گروه مداخله تمرین و یک گروه کنترل) تقسیم‌بندی شدند.

معیارهای ورود به پژوهش شامل دامنه سنی بین ۶۰ تا ۷۵ سال، سطح ۱

بیماری پارکینسون یک وضعیت عصبی پیشرونده است که با اختلال عملکرد ترجیحی و مرگ نورون‌های دوپامینرژیک در جسم سیاه مشخص می‌شود (۱). گزارش شده است که بیماری پارکینسون سریعترین اختلال عصبی در حال رشد در سراسر جهان از نظر شیوع و مرگ و میر است. افزایش شیوع استاندارد شده براساس سن ۶۰ درصد بین سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ بوده است که منجر به ۱۱٫۸ میلیون مورد بیماری پارکینسون در سراسر جهان شده و اهمیت شناسایی عوامل خطر ساز بیماری پارکینسون در جهان را برجسته می‌کند (۲). شیوع این بیماری در ایران کم و بیش با میزان شیوع گزارش شده بیماری پارکینسون در کشورهای در حال توسعه آسیایی قابل مقایسه می‌باشد. اگرچه باید توجه داشت که شیوع بیماری پارکینسون در استان‌های مختلف ایران تغییرات جغرافیایی قابل توجهی دارد (۳). پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۴۰ شیوع این بیماری در جهان به بیش از ۱۲ میلیون نفر برسد (۴).

مشکلات حرکتی منجر به کاهش سطح فعالیت بدنی و اختلال در قدرت و عملکرد بدنی در بیماران مبتلا به بیماری پارکینسون می‌شود (۵، ۶). بیماران مبتلا به بیماری پارکینسون در فعالیت‌های روزمره زندگی، به ویژه به دلیل ضعف عضلانی، مشکل دارند (۶). با پیشرفت بیماری پارکینسون، علائم حرکتی (مانند برادی‌کینزی، سفتی، لرزش در حالت استراحت و لرزش بی‌ثباتی وضعیتی) بارزتر می‌شوند. این باعث ایجاد محدودیت‌های ثانویه مختلفی مانند کاهش توانایی راه رفتن می‌شود (به عنوان مثال، سرعت، طول گام و آهنگ)، که خطر سقوط را افزایش می‌دهد و مشارکت اجتماعی افراد مبتلا به بیماری پارکینسون را محدود می‌کند (۷). ضعف عضلانی ممکن است منجر به بی‌ثباتی وضعیتی و مشکلات در حرکت شود و می‌تواند یک علت ثانویه برای برادی‌کینزی در بیماران مبتلا به بیماری پارکینسون باشد (۸، ۹). علاوه بر این، قدرت عضلانی اندام تحتانی به طور قابل توجهی با برخی از علائم بالینی و تعداد زمین خوردن‌ها ارتباط دارد (۹، ۱۰)، بیماران مبتلا به بیماری پارکینسون که قدرت عضلانی پایینی دارند، شش برابر بیشتر از افرادی که قدرت عضلانی بالایی دارند، سقوط‌های متعدد را گزارش می‌کنند (۱۱).

کاهش عملکرد عضلانی به همراه سارکوپنیا در بیماری پارکینسون شایع است (۱۲). در همین خصوص گزارش شده است که کاهش قدرت عضلانی ارتباط نزدیکی با شدت بیماری در پارکینسون دارد و ۴۳ درصد این بیماران در طی ۳ سال کاهش وزن نشان می‌دهند (۱۳). بنابراین بررسی ترکیب بدنی و همچنین عملکرد عضلانی می‌تواند به عنوان پیش-آگهی برای شدت بیماری پارکینسون باشد (۱۴).

تمرینات ورزشی به عنوان یک مداخله غیردارویی مؤثر و بسیار امیدوارکننده برای بهبود عملکرد جسمانی برای بیماران مبتلا به پارکینسون پیشنهاد می‌شود (۱۴، ۱۵). هر دو تمرین هوازی و مقاومتی

پروتکل تمرین: برنامه تمرینی نیز شامل تمرینات ترکیبی است به صورت هم زمان به مدت هشت هفته هر هفته سه جلسه به صورت یک روز در میان انجام شد.

تمرین مقاومتی: پروتکل تمرین مقاومتی در تحقیق حاضر حدودا به مدت ۲۰ دقیقه بود؛ هر حرکت شامل یک ست ۸ تا ۱۲ تکراری با بار تمرینی ۵۰ تا ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه و فواصل استراحتی بین ست ها ۶۰ ثانیه اجرا شد. قبل از شروع تمرینات اصلی ۱۰ دقیقه گرم کردن اجرا شد. حرکت بالا تنه شامل حرکات پرس سینه، لت، جلو بازو، پشت بازو، کراچ و چهار حرکت پایین تنه شامل اسکات، جلو ران، پشت ران، ساق پا ایستاده بود (ترتیب تمرین یکی بالا تنه یکی پایین تنه بود) (۲۹).

تمرین هوازی: تمرینات هوازی پس از تمرین قدرتی و با استفاده از دوچرخه ثابت انجام شد، که در دو گروه با پروتکل تمرین متفاوت به صورت تمرینات هوازی تداومی و تناوبی اجرا شد.

تمرین هوازی تداومی: بود. برنامه تمرین هوازی تداومی با شدت ۴۰ تا ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره از ۱۰ تا ۱۷ دقیقه دوچرخه زدن در طول جلسات تمرینی انجام شد (۲۰). (جدول ۲)

تمرین هوازی تناوبی: دارای سه مرحله بود. در مرحله اول که به مدت ۳ الی ۳:۳۰ دقیقه بود، هر شرکت کننده با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب ذخیره روی دوچرخه رکاب می زدند و سپس برنامه اصلی تناوبی با شدت فعالیت ۸۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره در دو ست ۳۰ ثانیه ای و استراحت ۶۰ الی ۹۰ ثانیه ای تکمیل می شد و در انتهای تمرین مجددا مرحله دوم مانند مرحله اول تمرین انجام می شد (۲۱). (جدول ۳)

تجزیه و تحلیل داده ها: برای تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون های آماری توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد و ...) و از آزمون های آماری شاپیرو-ویلک برای نرمال بودن داده ها و آزمون لون برای برابری واریانس ها استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل داده ها از تحلیل کواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از برنامه آماری SPSS نسخه ۲۶ و سطح معنی داری ($P \leq 0.05$) استفاده شد.

۲ پارکینسون (تشخیص بالینی)، عدم نیاز به وابستگی به ایستادن و راه رفتن، نداشتن فعالیت ورزش منظم طی ۶ ماه اخیر، نداشتن سابقه مصرف دخانیات و نوشیدنی های الکلی، نداشتن ضایعات شدید دژنراتیو (بی حسی در اندام ها) بود. شرایط خروج از مطالعه شامل هرگونه آسیب یا بیماری در طول دوره پژوهش، بیش از ۳ غیبت در طول پژوهش و عدم تمایل برای ادامه پژوهش بود. پس از علاقمندی بیماران پارکینسون برای شرکت در پژوهش، فرم رضایت نامه آگاهانه شرکت در پژوهش به هر یک از آن ها داده شد و پس از مطالعه، از آن ها خواسته شد که فرم را امضا کنند. سپس ارزیابی شاخص های تن سنجی (قد، وزن و شاخص توده بدن) و ارزیابی سرعت گام برداشتن انجام شد. پس از آن به آموزش تمرین با وزنه و ارزیابی یک تکرار بیشینه، طبق برنامه زمانبندی شده یک تکرار بیشینه اندازه گیری شد.

ارزیابی شاخص توده بدن: قد آزمودنی ها بدون کفش به صورت کاملاً صاف و کشیده روی دستگاه قد سنج مارک سکا مدل ۲۲۰ ساخت کشور آلمان با حساسیت ۰/۰۱ متر در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه فردوسی اندازه گیری شد (۱۸). شاخص های ترکیب بدن با استفاده از دستگاه ترکیب بدن ساخت شرکت In Body 720 محصول کشور کره جنوبی اندازه گیری شد که در وضعیت ناشتایی و در نوبت صبح و محدوده زمانی ۸ تا ۹ انجام شد.

ارزیابی سرعت گام برداشتن (TUG): آزمون TUG به طور مکرر در افراد مسن استفاده می شود و زمان بلند شدن آزمودنی ها از روی صندلی و طی مسیر سه متری و برگشتن و نشستن روی صندلی ثبت شد (۳۰).

ارزیابی یک تکرار بیشینه: ابتدا آزمودنی با انتخاب وزنه های بسیار سبک خود را گرم کرده و سپس طبق برآورد خود آزمودنی وزنه های انتخاب کرده که می تواند حداقل یکبار و حداکثر ۱۰ بار آن را به صورت کامل و صحیح انجام دهد. با جای گذاری مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول قدرت بیشینه هر آزمودنی به دست آمد (۱۹).

$$1RM = \frac{\text{وزنه جابه جاشده (kg)}}{[1.0278 - (\text{تعداد تکرار} * 0.0278)]}$$

جدول ۱. برنامه تمرین مقاومتی

هفته	تعداد جلسات	ست	تکرار (تعداد)	شدت (یک تکرار بیشینه)
۱	۳	۱	۸	%۵۰
۲	۳	۱	۱۰	%۵۰
۳	۳	۱	۱۲	%۵۰
۴	۳	۱	۸	%۶۰
۵	۳	۱	۱۰	%۶۰
۶	۳	۱	۱۲	%۶۰
۷	۳	۱	۸	%۶۵
۸	۳	۱	۱۰	%۶۵

جدول ۲. برنامه تمرین هوازی تداومی

تمرین	شدت تمرین	زمان تمرین
هفته اول	۴۰ درصد	۱۰
هفته دوم	۴۰ درصد	۱۳
هفته سوم	۵۰ درصد	۱۴
هفته چهارم	۵۰ درصد	۱۵
هفته پنجم	۶۰ درصد	۱۱
هفته ششم	۶۰ درصد	۱۳
هفته هفتم	۶۵ درصد	۱۵
هفته هشتم	۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره	۱۷ دقیقه

جدول ۳. برنامه تمرین هوازی تناوبی

هفته	مرحله اول	مرحله اصلی	مرحله دوم	زمان تمرین
هفته اول	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره ۲ ست ۳۰ ثانیه ای (۶۰ ثانیه استراحت)	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۹
هفته دوم	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره ۳ ست ۳۰ ثانیه ای (۶۰ ثانیه استراحت)	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۱۲
هفته سوم	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره ۴ ست ۳۰ ثانیه ای (۶۰ ثانیه استراحت)	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۱۲
هفته چهارم	۴۰ درصد ۳:۳۰ دقیقه	۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره ۵ ست ۳۰ ثانیه ای (۶۰ ثانیه استراحت)	۴۰ درصد ۳:۳۰ دقیقه	۱۳:۳۰
هفته پنجم	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره ۲ ست ۳۰ ثانیه ای (۹۰ ثانیه استراحت)	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۱۰
هفته ششم	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره ۳ ست ۳۰ ثانیه ای (۹۰ ثانیه استراحت)	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۱۲
هفته هفتم	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۸۵ درصد ۴ ست ۳۰ ثانیه ای (۹۰ ثانیه استراحت)	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۱۴
هفته هشتم	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره ۵ ست ۳۰ ثانیه ای (۹۰ ثانیه استراحت)	۴۰ درصد ۳ دقیقه	۱۶

یافته‌ها

به گروه کنترل بهبود یافت با این حال این تغییرات معنی دار نبود ($P = ۰/۰۶۹$).

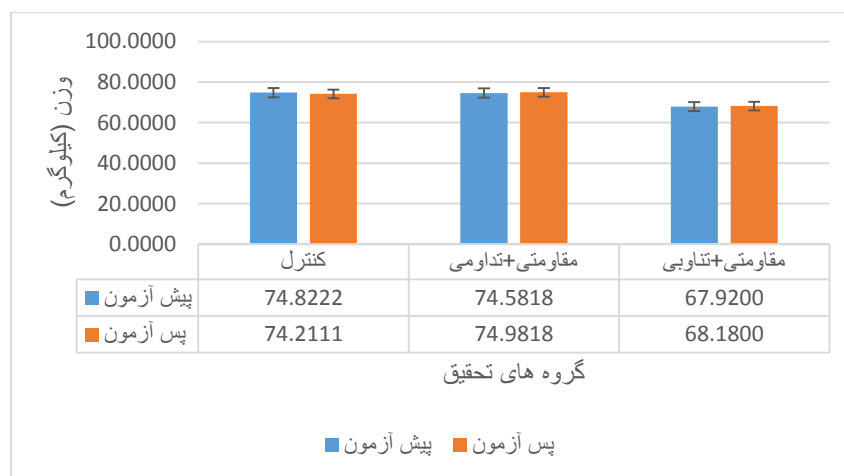
در بررسی اثر مداخلات بر قدرت عضلات اندام تحتانی آزمودنی‌ها تفاوت معنی داری بین گروه‌های تحقیق مشاهده شد ($P < ۰/۰۰۱$): $F = ۹۱/۱۷۳$. در بررسی‌های بیشتر نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که افزایش قدرت پایین تنه به میزان $۵/۶۳$ کیلوگرم در گروه مقاومتی+تناوبی ($P < ۰/۰۰۱$) و به میزان $۳/۶۲$ کیلوگرم در گروه مقاومتی+تداومی ($P < ۰/۰۰۱$) نسبت به گروه کنترل افزایش یافته است. همچنین افزایش قدرت عضلات پایین تنه در گروه مقاومتی+تناوبی به میزان ۲ کیلوگرم نسبت به گروه مقاومتی+تداومی بیشتر بود ($P < ۰/۰۰۱$) (نمودار ۴).

جدول ۱، مربوط به مشخصات دموگرافی آزمودنی‌ها می‌باشد. نتایج آزمون تحلیل کواریانس نشان داد که تمرینات ورزشی اثر معنی‌داری بر وزن ($F = ۱/۹۹۶$; $P = ۰/۱۵۶$) و شاخص توده بدن ($F = ۱/۹۹۶$; $P = ۰/۱۵۶$) آزمودنی‌ها در هیچ یک از گروه‌های تحقیق نداشت (نمودار ۱ و ۲).

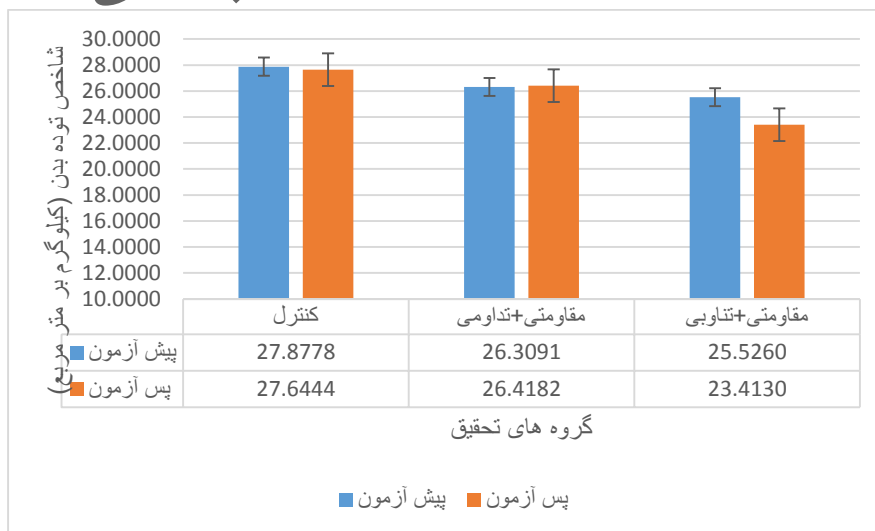
در بررسی اثر مداخلات بر عملکرد راه رفتن آزمودنی‌ها، تفاوت معنی داری در آزمون سرعت گام برداشتن بین گروه‌های تحقیق مشاهده شد ($F = ۱/۹۹۶$; $P = ۰/۱۵۶$). در بررسی‌های بیشتر آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بهبود سرعت گام برداشتن در گروه مقاومتی+تناوبی به میزان $۰/۷۳$ ثانیه نسبت به گروه کنترل معنی دار شد ($P = ۰/۰۰۵$). در گروه مقاومتی+تداومی اگرچه سرعت گام برداشتن به میزان $۰/۵۱$ ثانیه نسبت

جدول ۱: مشخصات دموگرافی آزمودنی‌ها

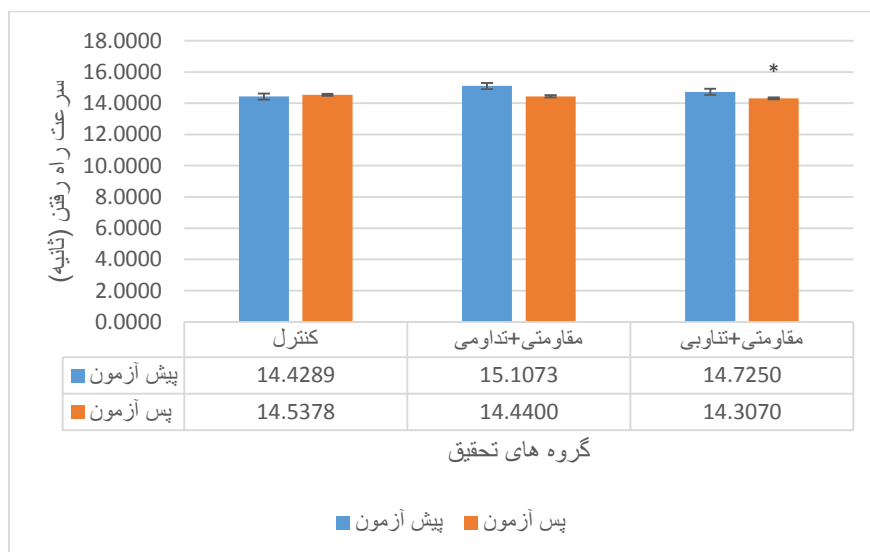
گروه	تمرین مقاومتی+تداومی	تمرین مقاومتی+تناوبی	کنترل
سن	$۶۶/۷۸ \pm ۵/۶۱$	$۶۷/۸۲ \pm ۳/۶۶$	$۶۴/۴۰ \pm ۵/۳۰$
قد	$۱۶۴/۳۳ \pm ۸/۶۰$	$۱۶۵/۵۵ \pm ۸/۲۸$	$۱۶۳/۹۰ \pm ۶/۸۹$
وزن	$۷۴/۸۲ \pm ۱۲/۹۴$	$۷۴/۵۸ \pm ۱۳/۶۴$	$۶۷/۹۲ \pm ۸/۹۴$
شاخص توده بدن	$۲۷/۸۸ \pm ۵/۲۶$	$۲۶/۳۱ \pm ۴/۱۸$	$۲۵/۵۳ \pm ۳/۹۶$



نمودار ۱. تغییرات وزن آزمودنی‌ها

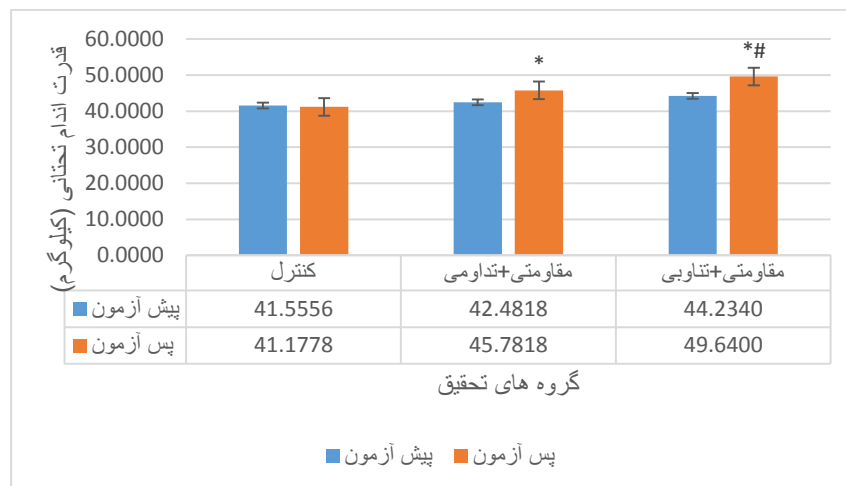


نمودار ۲. تغییرات شاخص توده بدن آزمودنی ها



نمودار ۳. تغییرات سرعت گام برداشتن آزمودنی ها

*تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل



نمودار ۴. تغییرات قدرت پایین تنه آزمودنی ها

*تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل

**تفاوت معنی دار نسبت به گروه مقاومتی+تداومی

بحث

هدف از این پژوهش، بررسی اثر دو نوع تمرین ترکیبی (مقاومتی+هوازی تداومی و مقاومتی+هوازی تناوبی) بر ترکیب بدنی، عملکرد راه رفتن و قدرت عضلات اندام تحتانی شرکت کنندگان بود. وزن و ترکیب بدن با افزایش سن تغییر می کند، که به طور کلی منجر به کاهش وزن بدن، توده عضلانی بدون چربی و چربی زیر جلدی می شود، اما چربی داخل عضلانی و احشایی افزایش می یابد. کاهش وزن ناخواسته همراه با کاهش شاخص توده بدن در بیماران پارکینسون رایج است که به دلیل عوامل متعددی از جمله تغییرات در مصرف انرژی، اختلال در تنظیم هورمونستاتیک و اختلال عملکرد دستگاه گوارش است (۲۲). اگر چه تمرینات ورزشی بخصوص تمرینات مقاومتی برای بهبود ترکیب بدن بیماران پارکینسون پیشنهاد می شود (۲۳). نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات ورزشی به کاررفته تأثیر معناداری بر وزن بدن و شاخص توده بدن نداشت. زیبایی رضایی و همکاران (۲۰۲۲) نیز پس از دوره مداخله تمرین مقاومتی دایره ای تفاوت معنی داری در وزن آزمودنی ها گزارش نکردند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد (۱۴). پیکاک و همکاران (۲۰۱۶) نیز پس از یک پروتکل هشت هفته ای تمرین شامل تمرینات هوازی و مقاومتی تفاوت معنی داری در وزن بدن بیماران پارکینسون گزارش نکردند (۲۴). این نتایج می تواند به دلایل مختلفی مانند مدت زمان مداخله، شدت تمرین، یا ویژگی های اولیه شرکت کنندگان نسبت داده شود.

در بررسی اثر مداخلات بر عملکرد راه رفتن، سرعت گام برداشتن در گروه مقاومتی+تناوبی نسبت به کنترل به طور معنی داری بهبود یافت (بهبود ۰/۷۱ ثانیه ای)، اما در گروه مقاومتی+تداومی این بهبود ۰/۵۱ ثانیه ای معنی دار نبود.

ماک و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش کردند که برنامه شش ماهه پیاده روی سریع و تعادل موجب بهبود عملکرد راه رفتن و ظرفیت راه رفتن در افراد مبتلا به بیماری پارکینسون خفیف تا متوسط می شود (۲۵). تغییرپذیری راه رفتن، نوسانات گام به گام در راه رفتن، یک ویژگی قابل سنجش راه رفتن است که با بیماری، علاوه بر اثرات مداخلات درمانی و توانبخشی، تغییر می کند (۲۶). یکی از مکانیسم های مرتبط با بهبود عملکرد راه رفتن در بیماران پارکینسون کاهش ضعف عضلانی ناشی از بیماری پارکینسون می باشد (۲۷)؛ که می تواند تحت تأثیر سازگاری های عصبی عضلانی ناشی از تمرینات منظم بهبود یابد (۵، ۲۸). بر اساس مطالعات انجام شده، تمرینات ورزشی می توانند با ایجاد سازگاری های مرکزی (مربوط به سیستم عصبی) و محیطی (مربوط به عضلات و سیستم عصبی-عضلانی) به بهبود قدرت و عملکرد حرکتی راه رفتن در بیماران پارکینسون کمک کنند (۵، ۲۹).

تفاوت معنی داری در قدرت عضلات اندام تحتانی بین گروه ها مشاهده شد، به طوری که گروه مقاومتی+تناوبی افزایش ۵/۶۳ کیلوگرمی و گروه مقاومتی+تداومی افزایش ۳/۶۲ کیلوگرمی نسبت به کنترل داشتند. همچنین قدرت گروه تناوبی ۲ کیلوگرم بیشتر از گروه تداومی بود که این تفاوت نیز معنی دار بود. یکی از مکانیسم های مؤثر در افزایش قدرت عضلانی بیماران مبتلا به پارکینسون در پاسخ به تمرینات ترکیبی، بهبود فعال سازی نوروموسکولار است. تمرینات مقاومتی موجب افزایش ریکروتمنت و هماهنگی واحدهای حرکتی می شوند (۳۰، ۳۱)، در حالی که تمرینات هوازی با بهبود جریان خون مغزی و افزایش فاکتورهای نوروتروفیک مانند BDNF و IGF-1، محیط عصبی مناسبی برای انتقال مؤثر پیام های حرکتی فراهم می آورند (۳۲-۳۴). از سوی دیگر، تمرینات ترکیبی با کاهش سطح سیتوکین های

جندی شاپور

درک دقیق‌تر فرآیندهای زیستی ایجادکننده بهبود عملکرد عضلانی به‌شمار می‌رود. افزودن این نوع اندازه‌گیری‌ها در مطالعات آینده می‌تواند به روشن‌تر شدن نقش مکانیسم‌های عصبی و مولکولی در بهبود قدرت و عملکرد راه رفتن بیماران پارکینسون کمک کند.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، به‌نظر می‌رسد تمرین ترکیبی مقاومتی همراه با تمرین هوازی، به‌ویژه به شکل تناوبی، می‌تواند باعث بهبود معنادار عملکرد راه رفتن و قدرت عضلات اندام تحتانی شود، در حالی که تأثیر مشخصی بر وزن بدن، شاخص توده بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی نداشت. این یافته‌ها نشان می‌دهند که در برنامه‌ریزی تمرین برای ارتقاء عملکرد جسمانی، تمرینات ترکیبی مقاومتی و هوازی با الگوی تناوبی نسبت به الگوی تداومی می‌تواند مؤثرتر باشد. با این حال، برای ایجاد تغییرات قابل توجه در ترکیب بدنی، به نظر می‌رسد که مداخلات طولانی‌تر، کنترل تغذیه‌ای و شدت بالاتر تمرینات مورد نیاز باشد. همچنین، پژوهش‌های آینده می‌توانند با استفاده از نمونه‌های بزرگ‌تر، بررسی متغیرهای روان‌شناختی و بیوشیمیایی، درک دقیق‌تری از مکانیسم‌های مؤثر بر پاسخ تمرینی ارائه دهند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش با رعایت اصول اخلاقی پژوهش انجام شد. قبل از شروع مطالعه، اهداف و روش اجرای پژوهش برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از آنان اخذ گردید. همچنین به شرکت‌کنندگان اطمینان داده شد که اطلاعات شخصی آنان محرمانه باقی خواهد ماند و نتایج تحقیق صرفاً برای اهداف علمی استفاده می‌شود. پروتکل مطالعه توسط کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد (کد اخلاق: IR.UM.REC.1403.255) مورد تأیید قرار گرفت.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد

مشارکت نویسندگان

طراحی مقاله و ایده: فاطمه نجاتی، ناهید بیژه، مهتاب معظمی، علی شعبی؛ اجرای پژوهش و گردآوری داده‌ها: فاطمه نجاتی، ناهید بیژه؛ نظارت

انتهاهی و بهبود عملکرد میتوکندریال عضلات، زمینه را برای بهبود عملکرد عضلانی فراهم می‌کنند (۱۶، ۳۵). در واقع، ترکیب این دو نوع تمرین می‌تواند با افزایش سیناپتوتوز و نوروپلاستیسیته، کارایی سیستم حرکتی را ارتقا دهد (۱۴، ۳۶)؛ موضوعی که در بیماری پارکینسون، به دلیل افت عملکرد دوپامینی و اختلال در مدارهای حرکتی بسیار اهمیت دارد (۳۷) مطالعه چن و همکاران نیز نشان داد که تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی در بیماران پارکینسون مرحله اولیه باعث بهبود قابل توجه‌تری در علائم حرکتی، تعادل، سرعت پردازش شناختی و ظرفیت هوازی نسبت به تمرین هوازی تنها شد. این نتایج نشان می‌دهد که برنامه‌های تمرینی جامع می‌توانند کارایی بیشتری در بهبود عملکرد جسمی و شناختی این بیماران داشته باشند (۳۸). ورزش هوازی می‌تواند باعث بهبود راه رفتن (سرعت راه رفتن و طول گام)، تحرک و قدرت عضلانی اندام تحتانی در افراد مبتلا به بیماری خفیف تا متوسط در مراحل خفیف تا متوسط شود (۳۳). کاهش قدرت عضلانی یکی از عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد راه رفتن در افراد مسن بالای ۶۰ سال و بیماران مبتلا به پارکینسون است (۲۷، ۲۸). می‌توان علت تفاوت در تغییرات قدرت و سرعت راه رفتن در دو گروه مداخله را به تفاوت در تمرینات هوازی تداومی و تناوبی نسبت داد. بهبود پردازش اطلاعات پس از ورزش هوازی، نشان می‌دهد که ورزش با شدت بالا اجرای حرکت و پردازش عصبی را بهبود می‌بخشد (۳۹). این یافته با نتایج پژوهش‌های پیشین هم‌راستا است که نشان داده‌اند تمرینات تناوبی می‌توانند باعث بهبود توان عصبی-عضلانی، هماهنگی حرکتی و عملکرد حرکتی در مدت‌زمان نسبتاً کوتاه شوند (۴۰، ۴۱). هرچند گروه مقاومتی+تداومی نیز بهبود در سرعت گام برداشتن نشان داد، این تغییر از لحاظ آماری معنادار نبود، که می‌تواند نشان‌دهنده کارایی بیشتر مدل تمرینی تناوبی در بهبود پارامترهای حرکتی باشد. با این حال تحقیق کاتیا و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند که هر دو روش تمرینی HIIT و تمرین تداومی با شدت متوسط باعث افزایش ظرفیت هوازی و بهبود علائم حرکتی و خستگی در بیماران پارکینسون می‌شوند. اگرچه تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در بیشتر شاخص‌ها مشاهده نشد، HIIT تمایل به ایجاد افزایش بزرگ‌تر در ظرفیت هوازی و بهبود استقامت عضلات زانو داشت. این نتایج نشان می‌دهد که تمرینات HIIT می‌تواند گزینه مؤثری برای ارتقاء توان قلبی-عروقی و کاهش خستگی در این بیماران باشد (۴۰). به نظر می‌رسد که استفاده از شدت‌های بالاتر در تمرینات هوازی به دلیل فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی و سازگاری‌های متابولیک، می‌تواند باعث ایجاد سازگاری‌های بیشتری در جهت افزایش قدرت عضلانی و بهبود عملکرد راه رفتن بیماران پارکینسون شود.

یکی از محدودیت‌های این مطالعه، عدم استفاده از روش‌های پیشرفته ابزار دقیق مانند الکترومیوگرافی (EMG) برای ارزیابی دقیق‌تر فعالیت نوروموسکولار و هماهنگی واحدهای حرکتی در پاسخ به تمرینات بود. استفاده از EMG می‌توانست بینش عمیق‌تری نسبت به مکانیسم‌های عصبی-عضلانی مؤثر بر افزایش قدرت عضلانی فراهم کند. همچنین، مطالعه به بررسی سیگنالینگ‌های مولکولی و مسیرهای بیوشیمیایی دخیل در سازگاری عضلات به تمرینات مقاومتی و هوازی نپرداخت؛ این موضوع محدودیتی در

بر روند اجرای پژوهش: ناهید بیژه؛ اصلاحات نسخه نهایی؛ فاطمه نجاتی.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر حاصل رساله دکتری نویسنده اول است که در دانشگاه فردوسی مشهد به شماره ۶۳۴۰۴ ثبت شده است. نویسندگان از تمامی کسانی که در انجام این تحقیق همکاری کردند، تشکر و قدردانی میکنند.

References

- [1] Coukos R, Krainc D. Key genes and convergent pathogenic mechanisms in Parkinson disease. *Nature Reviews Neuroscience*. 2024;25(6):393-413.
- [2] Tan W, Pan Z, He J, Wu T, Wu F, Xu Y, et al. Traditional Chinese exercises for the treatment of neuropsychiatric symptoms in Parkinson's Disease: A systematic review and meta-analysis. *Complementary Therapies in Medicine*. 2025:103134.
- [3] Hosseinzadeh A, Baneshi MR, Sedighi B, Kermanchi J, Haghdoust AA. Estimation of Parkinson's Disease Prevalence and Its Geographical Variation in Iran. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2021;31(200):113-24.
- [4] Dorsey ER, Sherer T, Okun MS, Bloem BR. The emerging evidence of the Parkinson pandemic. *Journal of Parkinson's disease*. 2018;8(s1):S3-S8.
- [5] Martignon C, Ruzzante F, Giuriato G, Laginestra FG, Pedrinolla A, Di Vico IA, et al. The key role of physical activity against the neuromuscular deterioration in patients with Parkinson's disease. *Acta Physiologica*. 2021;231(4):e13630.
- [6] Kim J-Y, Byeon J-Y, Yang H-i, Oh J, Lee J-H, Choi M-K, et al. Neuromuscular characteristics and physical function in participants with parkinson's disease. *Exercise Science*. 2021;30(3):318-26.
- [7] Nascimento LR, Boening A, Rocha RJ, do Carmo WA, Ada L. Walking training with auditory cueing improves walking speed more than walking training alone in ambulatory people with Parkinson's disease: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 2024.
- [8] Guerra A, Colella D, Giangrosso M, Cannavacciuolo A, Paparella G, Fabbrini G, et al. Driving motor cortex oscillations modulates bradykinesia in Parkinson's disease. *Brain*. 2022;145(1):224-36.
- [9] Gamborg M, Hvid LG, Thue C, Johansson S, Franzén E, Dalgas U, et al. Muscle strength and power in people with Parkinson disease: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2023;47(1):3-15.
- [10] Camicioli R, Morris ME, Pieruccini-Faria F, Montero-Odasso M, Son S, Buzaglo D, et al. Prevention of falls in Parkinson's disease: guidelines and gaps. *Movement disorders clinical practice*. 2023;10(10):1459-69.
- [11] Allen NE, Sherrington C, Canning C, Fung V. Reduced muscle power is associated with slower walking velocity and falls in people with Parkinson's disease. *Parkinsonism & related disorders*. 2010;16(4):261-4.
- [12] Vetrano DL, Pisciotta MS, Laudisio A, Monaco MRL, Onder G, Brandi V, et al. Sarcopenia in Parkinson disease: comparison of different criteria and association with disease severity. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2018;19(6):523-7.
- [13] Yong VW, Tan YJ, Ng Y-D, Choo XY, Sugumaran K, Chinna K, et al. Progressive and accelerated weight and body fat loss in Parkinson's disease: A three-year prospective longitudinal study. *Parkinsonism & related disorders*. 2020;77:28-35.
- [14] Zabihi Rezaei Z, Motamedi P, Ghalavand A. The effect of circuit resistance training on body composition and physical function in patients with Parkinson's disease. *Journal of Jiroft University of Medical Sciences*. 2022;9(2):949-57.
- [15] Carvalho A, Barbirato D, Araujo N, Martins JV, Cavalcanti JLS, Santos TM, et al. Comparison of strength training, aerobic training, and additional physical therapy as supplementary treatments for Parkinson's disease: pilot study. *Clinical interventions in aging*. 2015:183-91.
- [16] Zhou X, Zhao P, Guo X, Wang J, Wang R. Effectiveness of aerobic and resistance training on the motor symptoms in Parkinson's disease: systematic review and network meta-analysis. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2022;14:935176.
- [17] Santo Silva Costa CdE, Chaves LF, Sousa TM, Ramos Prado RC, Yukio Asano R, Gaspar Novais TM, et al. Effects of a Dynamic Combined Training Method on Autonomic Cardiac Control in Patients with Parkinson's Disease. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2019;22.(*)
- [18] Eston R, Reilly T. *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data: volume two: physiology*: Routledge; 2013.
- [19] Hiscock DJ, Dawson B, Peeling P. Perceived exertion responses to changing resistance training programming variables. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(6):1564-9.
- [20] Gonçalves R, Motta-Santos D, Szmuchrowski L, Couto B, Soares YM, Damasceno VdO, et al. Combined training is not superior to strength and aerobic training to mitigate cardiovascular risk in adult healthy men. *Biology of Sport*. 2022;39(3):727-34.
- [21] Choi H-y, Cho K-H, Jin C, Lee J, Kim T-H, Jung W-S, et al. Exercise Therapies for Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Parkinson's Disease*. 2020;2020(1):2565320.
- [22] Tan AH, Hew YC, Lim S-Y, Ramli NM, Kamaruzzaman SB, Tan MP, et al. Altered body composition, sarcopenia, frailty, and their clinico-biological correlates, in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*. 2018;56:58-64.
- [23] de Oliveira MPB, Lobato DFM, Smaili SM, Carvalho C, Borges JBC. Effect of aerobic exercise on functional capacity and quality of life in individuals with Parkinson's disease: a systematic review of randomized controlled trials. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2021;95:104422.

- [24] Peacock C, Sanders G, Wilson K, Fickes-Ryan E, Corbett D, Ridgel A. Effects of an exercise intervention on body composition in older adult males diagnosed with Parkinson's disease: A brief report. *Physiother Rehabil.* 2016;1(102):2.
- [25] Mak MK, Wong-Yu IS. Six-month community-based brisk walking and balance exercise alleviates motor symptoms and promotes functions in people with Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Journal of Parkinson's Disease.* 2021;11(3):1431-41.
- [26] Chu EC-P, Wong AY-L. Mitigating gait decline in a woman with Parkinson's disease: a case report. *Journal of medical cases.* 2022;13(3):140.
- [27] Yokote A, Hayashi Y, Yanamoto S, Fujioka S, Higa K, Tsuboi Y. Leg muscle strength correlates with gait performance in advanced Parkinson disease. *Internal Medicine.* 2022;61(5):633-8.
- [28] Stotz A, Hamacher D, Zech A. Relationship between muscle strength and gait parameters in healthy older women and men. *International journal of environmental research and public health.* 2023;20(7):5. 367
- [29] Chang C-M, Tsai C-H, Lu M-K, Tseng H-C, Lu G, Liu B-L, et al. The neuromuscular responses in patients with Parkinson's disease under different conditions during whole-body vibration training. *BMC Complementary Medicine and Therapies.* 2022;22:1-9.
- [30] Amaral Felipe KMD, Yamada PdA, Meneghetti T, Faganello-Navega FR. Influence of strength and power training on the rate of force development, peak force and functional mobility in elderly people with Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Frontiers in Neurology.* 2025;16:1465848.
- [31] de Oliveira MPB, Dos Reis LM, Pereira ND. Effect of resistance exercise on body structure and function, activity, and participation in individuals with Parkinson disease: a systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2021;102(10):1998-2011.
- [32] Dana A, Fallah Z, Moradi J, Ghalavand A. The effect of cognitive and aerobic training on cognitive and motor function, and brain-derived neurotrophic factors in elderly men. *Journal of Sports and Motor Development and Learning.* 2019;10(4):537-52.
- [33] Soke F, Kocer B, Fidan I, Keskinoglu P, Guclu-Gunduz A. Effects of task-oriented training combined with aerobic training on serum BDNF, GDNF, IGF-1, VEGF, TNF- α , and IL-1 β levels in people with Parkinson's disease: a randomized controlled study. *Experimental Gerontology.* 2021;150:111384.
- [34] Kaagman DG, van Wegen EE, Cignetti N, Rothermel E, Vanbellingen T, Hirsch MA. Effects and mechanisms of exercise on brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels and clinical outcomes in people with parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Brain Sciences.* 2024;14(3):194.
- [35] Tuon T, Souza PS, Santos MF, Pereira FT, Pedroso GS, Luciano TF, et al. Physical training regulates mitochondrial parameters and neuroinflammatory mechanisms in an experimental model of Parkinson's disease. *Oxidative medicine and cellular longevity.* 2015;2015(1):261809.
- [36] Mitchell AK, Bliss RR, Church FC. Exercise, Neuroprotective Exerkines, and Parkinson's Disease: A Narrative Review. *Biomolecules.* 2024;14(10):1241.
- [37] Hirsch MA, Dalgas U, van Wegen EE. Exercise and neuroplasticity in Parkinson disease. *Frontiers Media SA;* 2025. p. 1587715.
- [38] Chen Y, Chen Y. The impact of combined aerobic and resistance exercise on the prognosis of early Parkinson's disease patients. *Technology and Health Care.* 2025;33(1):205-14.
- [39] Rosenfeldt AB, Koop MM, Fernandez HH, Alberts JL. High intensity aerobic exercise improves information processing and motor performance in individuals with Parkinson's disease. *Experimental Brain Research.* 2021;239:777-86.
- [40] Kathia MM, Duplea S-G, Bommarito JC, Hinks A, Leake E, Shannon J, et al. High-intensity interval versus moderate-intensity continuous cycling training in Parkinson's disease: a randomized trial. *Journal of Applied Physiology.* 2024;137(3):603-15.
- [41] Sena IGD, Costa AVd, Santos IKd, Araújo DPd, Gomes FTdS, Cavalcanti JRLdP, et al. Feasibility and effect of high-intensity training on the progression of motor symptoms in adult individuals with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2023;18(11):e0293357.

Authors retain the copyright and full publishing rights.

Published by [ahvaz jundishapur university of medical science](https://jundishapur.ahvaz.ac.ir/).

This article is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

