Journal of
Sports and Motor Development and Learning
University of Tehran Press
Online ISSN: 2676-4547

The Effect of Contextual Interference on Spatial Accuracy and Motor Reprogramming of Sequential Motor Task in People with Parkinson's Disease

Parvin Mohammadi Farsani[1], Hamidreza Taheri Torbati[2]✉, Mehdi Sohrabi[3], Ali Shoeibi[4]

1. Department of Motor behavior, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran. E-mail: mohammadifarsani@mail.um.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Motor behavior, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail:hamidtaheri@um.ac.ir
3. Department of Motor behavior, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: sohrabi@um.ac.ir
4. Department of Neurology, Faculty of Medical University ,Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. E-mail: shoeibia@mums.ac.ir

Article Info

Article type: Research

Article history:
Received:
30 October 2023
Received in revised form:
6 December 2023
Accepted:
8 January 2024
Published online :
22 September 2024

Keywords:
Practice order,
People with Parkinson's disease,
Reprogramming,
Spatial accuracy.

ABSTRACT

Introduction: The aim of the researches is to create a learning environment that can increase learning. This study aimed to investigate the effect of contextual interference on spatial accuracy and motor reprogramming of the sequential motor task in people with Parkinson's disease.

Methods: The research method is a quasi-experimental type with pre-test post-test research desig. 64 people with Parkinson's disease (mean age = 62.93 ± 3) were selected as available sampling and randomly divided into four equal groups (16 people) including blocked-high similarity/blocked–low similarity/random-high similarity/and random-low similarity. The participants made 180 trials in 12 blocks for three sequential movement tasks. The error of execution of movement patterns was calculated in all phases. In the acquisition stage, the two (contextual interference) × two (sequence similarity) × 11 (blocks) ANOVA with repeated measures of last factor and for the retention stages of the Two (contextual interference) × two (similarity of sequence) × three (stages) with repeated measures of last factor were analyzed, for the transfer and reprogramming test from the two (contextual interference) × two (sequence similarity) ANOVA was used and a significance level of 0.05 was used.

Results: the acquisition phase showed, the blocked- high similarity group had a better performance, and the interactive effect of the group and sequence similarity was not significant in the retention and transfer stages, and in the reprogramming phase, the random-high-similarity group was better**.**

Conclusion: According to the elaborative hypothesis, random practice increases the power of memory representation and forms deeper processing in memory.

Cite this article: Mohammadi Farsani, P., Taheri Torbati, H., Sohrabi, M. & Shoeibi, A. (2024). The Effect of Contextual Interference on Spatial Accuracy and Motor Reprogramming of Sequential Motor Task in People with Parkinson's Disease. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 16 (3), p-p.
DOI: https://doi.org/10.22059/jsmdl.2024.367445.1751

Journal of Sports and Motor Development and Learning by University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0| web site: https://jsmdl.ut.ac.ir/ | Email: jsmdl@ut.ac

© The Author(s). Publisher: University of Tehran Press

In Press

Extended Abstract

Introduction

Motor learning includes several structures such as cortex, cerebellum and basal ganglia. In Parkinson's disease, the degeneration of dopaminergic causes motor programming, motor reprogramming and visual-spatial disorders. some practice protocols have been shown to be particularly useful for enhancing motor skill or improve an individual's capacity to handle novel task demands An example of this combination of performance outcomes in the motor skills literature is illustrated by the contextual interference (CI) effect. Therefore, it seems that the type of practice conditions is effective on motor learning. Therefore, this study investigates the Effect of Contextual Interference on Spatial Accuracy and Motor Reprogramming of Sequential Motor Task in People with Parkinson's Disease.

Methods

The current research method is a quasi-experimental type and research desig is pre-test post-test. 64 people with Parkinson's disease (mean age = 62.93 ± 3) were selected as available sampling and randomly divided into four groups.. 64 people with Parkinson's disease (mean age = 62.93 ± 3) were randomly divided into four equal groups (16 people) including blocked- high similarity/ blocked –low similarity/random-high similarity/ and random-low similarity. The participants made 180 trials in 12 blocks for three sequential movement tasks. 10 minutes later acquisition stage in order to infer learning, the participants entered the immediate retention stage, and then the retention and delayed transfer test was performed after 24 hours. Another delayed retention test (24 hours after the acquisition phase) was performed to measure reprogramming.

Results

The results indicated that in the acquisition stage, the interaction effects of contextual interaction × sequence similarity were significant, $P < 0.05$, and the participants in high similarity group had a better performance compared to low similarity group. In the retention test, the random practice group had better performance compared to the blocked group, $P < 0.05$, and the results of the transfer test showed that the participants in the condition of high similarity compared to the condition of low similarity had better spatial accuracy. Also, in the reprogramming stage, the random group with high similarity had a better performance compared to other groups, and no significant difference was observed between the other groups.

Conclusion

Overall,these results reproduced the classic effect of the practice schedule as a source of interference during acquisition, and that interference caused by random practice negatively affected performance, leading to greater error and lower accuracy for random practice than for patterned practice. In contrast, the benefits of random practice become apparent after the initial practice, possibly due to a more flexible response/control strategy.Since the reconstruction activity in blocked practice may be omitted or minimized relative to random practice. So it can be said that random practice helps to improve the reprogramming process by strengthening the reconstruction process and influencing the central processing.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: The present study was extracted from the doctoral dissertation approved by the research committee of Ferdowsi University of Mashhad.

Funding: The authors received no financial support for the research.

Authors' contribution: All authors have contributed equally to this study.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

Acknowledgments: Thanks to all the participants who helped us in this research.

In Press

رشد و یادگیری حرکتی و ورزشی
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۵۴۷
انتشارات دانشگاه تهران

تأثیر تداخل زمینه‌ای بر دقت فضایی و برنامه‌ریزی مجدد حرکتی تکلیف حرکتی متوالی در افراد مبتلا به پارکینسون

پروین محمدی فارسانی[۱]، حمیدرضا طاهری تربتی[۲]✉، مهدی سهرابی[۳]، علی شعیبی[۴]

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. رایانامه: mohammadifarsani@mail.um.ac.ir

۲. نویسندهٔ مسؤول، گروه رفتار حرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. رایانامه: hamidtaheri@um.ac.ir

۳. گروه رفتار حرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. رایانامه: sohrabi@um.ac.ir

۴. گروه مغز و اعصاب، دانشکدهٔ پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران، رایانامه: shoeibia@mums.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۰۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۸
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/ ۰۷/۱

کلیدواژه‌ها:
آرایش تمرین،
افراد مبتلا به پارکینسون،
برنامه‌ریزی مجدد،
دقت فضایی.

چکیده

مقدمه: از اهداف تحقیقات ایجاد محیط یادگیری است که بتواند یادگیری را افزایش دهد. هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر تداخل زمینه‌ای بر دقت فضایی و برنامه‌ریزی مجدد حرکتی تکلیف حرکتی متوالی در افراد مبتلا به پارکینسون است.

روش پژوهش: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی است و طرح پژوهش پیش‌آزمون – پس‌آزمون است. ۶۴ نفر از افراد مبتلا به پارکینسون (میانگین سنی= ۳ ± ۶۲/۹۳ سال) به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و به طور تصادفی به چهار گروه مساوی (۱۶ نفری) شامل قالبی– تشابه زیاد/ قالبی– تشابه کم/ تصادفی–تشابه بالا/ و تصادفی–تشابه کم تقسیم شدند. شرکت‌کننده‌ها۱۸۰کوشش (۱۲ بلوک ۱۵ کوششی) برای سه تکلیف حرکتی متوالی انجام دادند. خطای اجرای الگوهای حرکتی در همه مراحل محاسبه شد. در مرحلهٔ اکتساب از آزمون تحلیل واریانس مرکب دو (تداخل زمینه‌ای) × دو (تشابه توالی) × ۱۱ (بلوک‌های اکتساب)، مراحل یادداری از تحلیل واریانس دو (تداخل زمینه‌ای) × دو (تشابه توالی) × سه (مرحله)، آزمون انتقال و برنامه ریزی مجدد از طرح تحلیل واریانس دوطرفه دو (تداخل زمینه‌ای) × دو (تشابه توالی) در سطح ۰/۰۵ تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد در مرحلهٔ اکتساب گروه قالبی– تشابه بالا عملکرد بهتری داشتند و اثر تعاملی گروه و تشابه توالی در مراحل یادداری و انتقال معنادار نبود، در مرحلهٔ برنامه‌ریزی مجدد نیز گروه تصادفی – تشابه بالا بهتر بودند.

نتیجه‌گیری: طبق فرضیهٔ بسط تمرین تصادفی قدرت بازنمایی حافظه را افزایش می‌دهد و پردازش عمیق‌تری را در حافظه شکل دهد.

استناد: محمدی فارسانی، پروین؛ طاهری تربتی، حمیدرضا؛ سهرابی، مهدی؛ و شعیبی، علی (۱۴۰۳). تأثیر تداخل زمینه‌ای بر دقت فضایی و برنامه‌ریزی مجدد حرکتی تکلیف حرکتی متوالی در افراد مبتلا به پارکینسون. *نشریهٔ رشد و یادگیری حرکتی ورزشی*، ۱۶(۳)، ص–ص.

DOI: https://doi.org/10.22059/jsmdl.2024.367445.1751

این نشریهٔ علمی رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کریتیو کامنز CC BY-NC 4.0 به نویسندگان واگذار کرده است. تارنما: https://jsmdl.ut.ac.ir | رایانامه : jsmdl@ut.ac.ir

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.

In Press

مقدمه

ساختارهایی از مغز مانند کرتکس، مخچه و گانگلیون‌های پایه[1] در یادگیری حرکتی مؤثرند (بلدرون[2] و همکاران، ۲۰۱۵؛ فرون[3] و همکاران، ۲۰۲۳). در بیماران مبتلا به پارکینسون، تغییرات عمیق در فعالیت نورون‌های مدارهای گانگلیون‌های پایه – تالاموسی قشری با از دست دادن دوپامین مرتبط است (گالون[4] و همکاران، ۲۰۱۵). پیش‌بینی می‌شود که فعالیت غیرطبیعی در نورون‌های گانگلیون‌های پایه، زمینه‌ساز مکانیسم علائم پارکینسون باشد (دو[5] و همکاران، ۲۰۱۸). بیان شده است که مشکلات بصری- فضایی در افراد پارکینسونی احتمالاً ناشی از حلقه‌های گانگلیون‌های پایه عملکردی به خطر افتاده است که شامل قشر جداری خلفی است. با توجه به نقش این ناحیه در توانایی‌های فضایی، اختلال گانگلیون پایه ممکن است به‌طور مستقیم بر شناخت فضایی تأثیر بگذارد و کاهش دوپامینرژیک، بر ساختار بینایی محیطی افراد پارکینسونی که ممکن است بر اجرای تکالیفی که به توانایی‌های بصری متکی‌اند، تأثیر بگذارد. بررسی توانایی‌های شناختی مرتبهٔ بالاتر در افراد پارکینسونی اجرای ضعیفی را در تکالیفی که به پردازش بصری – فضایی بستگی دارد، نشان می‌دهد و نشان داده شده است که بیماری پارکینسون تأثیر منفی بر ادراک فضا، توانایی چرخش ذهنی در سه بعد، حل مسئلهٔ بصری- فضایی و حافظهٔ کاری- فضایی می‌گذارد، به‌طوری‌که اجرای معیوب در تکالیف بصری – فضایی در این افراد با سطح عملکرد حرکتی و مشکلات در انجام فعالیت‌های روزمره مرتبط است (دیوید دتر[6] و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین نقص دوپامینرژیکی جسم مخطط سبب ایجاد اختلالات شناختی از جمله اختلال در طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی می‌شود، به‌طوری‌که در افت عملکرد حرکتی که معمولاً در افراد پارکینسونی وجود دارد، مشارکت دارد (دروست[7] و همکاران، ۲۰۱۸). برای مثال در تحقیقی هارینگتون و هالند (۱۹۹۱) گزارش دادند که وقفه‌های بین قطعات حرکتی در افراد پارکینسونی شواهدی از برنامه‌ریزی معیوب است و تولید برنامهٔ حرکتی نسبت به اجرای برنامه مختل شده است. تفسیر آنها بر پایهٔ این فرض بود که بیماران پارکینسونی اجرای اولین قطعهٔ حرکتی را قبل از کامل شدن همهٔ فرایندهای برنامه‌ریزی شروع می‌کنند، بنابراین به‌منظور کامل کردن برنامه‌ریزی، بین قطعه‌های حرکتی وقفه ایجاد می‌شود (هالند[8] و همکاران، ۱۹۹۷). علاوه بر اهمیت برنامه‌ریزی برای اجرای حرکت، در زندگی روزمره با موقعیت‌هایی مواجه می‌شویم که بهتر است ناگهان خودمان را از اجرای یک عمل آماده‌شده باز داریم. کنترل بازدارنده، که به‌عنوان بازداری پاسخ نیز شناخته می‌شود، یک فرایند شناختی – و به‌طور خاص، یک کارکرد اجرایی است – که به فرد اجازه می‌دهد تا تکانه‌ها و پاسخ‌های رفتاری طبیعی، معمولی یا غالب خود را به محرک‌ها (برای مثال پاسخ‌های غالب) مهار کرده و رفتار مناسب‌تری را انتخاب کند که با اهداف آنها سازگار باشد (ایلیو[9] و همکاران، ۲۰۱۵). در این زمان که یک رویداد پیش‌بینی‌ناپذیر رخ می‌دهد، زمان‌های عکس‌العمل دستخوش تغییر می‌شوند، زیرا باید یک پاسخ آماده‌نشده را جایگزین پاسخ از قبل آماده‌شده کنیم. این سوییچ کردن از یک حرکت قابل انتظار به یک حرکت غیرقابل انتظار به عنوان برنامه‌ریزی مجدد نامیده می‌شود. تحقیقات آزمایشگاهی نشان می‌دهد که گانگلیون‌های پایهٔ غنی از دوپامین نقش مهمی در پیش‌بینی خطا و برنامه‌ریزی مجدد دارد و در انسان‌ها گانگلیون‌های پایه تعامل‌های بین ناحیهٔ پیش‌حرکتی مکمل و کرتکس حرکتی را در طول برنامه‌ریزی مجدد میانجی‌گری می‌کند (گالا[10] و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین مطالعات تصویربرداری عصبی نشان داده است که کنترل بازداری به قشر جلوی مغز و گانگلیون‌های پایه بستگی دارد که در افراد مبتلا به پارکینسون تخریب می‌شوند. انعطاف‌پذیری

1. Basal ganglia
2. Baladron
3. Fearon
4. Galvan
5. Du
6. Davidsdottir
7. Deroost
8. Haaland
9. Ilieva
10. Galea

In Press

شناختی[1]، مرتبط با بازداری، نیز در این افراد مختل شده است (سیکیر و اندرسن، ۲۰۲۱). بنابراین این افراد قادر به بازداری پاسخ خود نیستند و نمی‌توانند توجه خود را به محرک‌های مناسب معطوف کنند. شواهدی وجود دارد که افراد پارکینسونی با تمرین مناسب می‌توانند با بهبود انعطاف‌پذیری شناختی، مهارت بازداری را بهبود بخشند (ژو[2] و همکاران، ۲۰۲۲) و تحقیقات زیادی با هدف اینکه چه شرایط تمرینی می‌تواند به بهبود مهارت حرکتی و یادداری طولانی‌مدت منجر شود، انجام گرفته است (چالاوی[3] و همکاران، ۲۰۱۸). به‌طور مثال اولیویر[4] و همکاران (۲۰۱۹) به پیش‌بینی یادگیری توالی حرکتی در افراد مبتلا به پارکینسون پرداختند. نتایج نشان داد که عملکرد افراد در گروه تمرین قالبی در مرحلهٔ اکتساب سریع‌تر بهبود یافت، ولی یادگیری کمتری را در مرحلهٔ یادداری نشان دادند. در تحقیقی دیگر پاولز[5] و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی مبنای عصبی اثر تداخل زمینه‌ای افراد جوان و بزرگسال پرداختند. نتایج نشان داد در هر دو گروه در مرحلهٔ اکتساب، افراد گروه قالبی عملکرد بهتری داشتند و در مرحلهٔ یادداری افراد گروه تصادفی از عملکرد بهتری برخوردار بودند

در زمینهٔ سازماندهی تمرین برای یادگیری مهارت‌های حرکتی، تداخل زمینه‌ای[6] یکی از موضوعاتی است که مورد بحث قرار گرفته است. اصطلاح تداخل زمینه‌ای توسط بتیگ معرفی شد که در نتیجهٔ انجام تکالیف یا مهارت‌های مختلف در چارچوب تمرین ایجاد می‌شود (پاولز[7] و همکاران، ۲۰۱۴) و اولین بار در یادگیری کلامی و سپس در یادگیری حرکتی مشاهده شد (شورن[8]، ۲۰۲۰). در اوایل دهه ۱۹۹۰، تحقیقات تجربی در مورد تأثیر تداخل زمینه‌ای به‌طور گسترده انجام شد که همچنین سود زیادی را به‌همراه داشت (ونگ[9] و همکاران، ۲۰۲۲). جالب‌ترین جنبهٔ اثر تداخل زمینه‌ای، رابطهٔ معکوس است که بین عملکرد در طول تمرین و عملکرد در طول آزمون‌های یادداری مهارت و انتقال مهارت آشکار است. تمرین تداخل زمینه‌ای کم به‌طور معمول عملکرد بهتری در طول تمرین ایجاد می‌کند، درحالی‌که تمرین تداخل زمینه‌ای بالا به عملکرد بهتر در طول آزمون‌های یادداری و انتقال منجر می‌شود (بوسزارد[10] و همکاران، ۲۰۱۷). فرضیه‌هایی که مکانیسم‌های زیربنایی اثر تداخل زمینه‌ای را توضیح می‌دهند شامل فرضیهٔ بازسازی (فراموشی) (پاولز و همکاران، ۲۰۱۸؛ وروی[11] و همکاران، ۲۰۲۲)، فرضیهٔ بسط (پردازش معنادارتر و متمایزتر) (گریسر[12] و همکاران، ۲۰۲۱؛ چونگ [13] و همکاران، ۲۰۱۶)، فرضیهٔ تلاش شناختی[14](لی[15] و همکاران، ۱۹۹۴) و همچنین فرضیهٔ بازداری پس‌گستر (تور[16] و همکاران، ۲۰۱۹) و پردازش ناقص[17] (دیدریکس[18] و همکاران، ۲۰۲۳) است که بر ضعف تمرین قالبی اشاره دارند. همچنین عوامل دیگری که کمتر روی فاکتورهای شناختی تکیه دارد، پیشنهاد می‌کند که تأثیر تداخل زمینه‌ای ناشی از تعامل پویا بین یادگیرنده، محیط و تکلیف پدید می‌آید (اشمیت و لی[19]، ۲۰۱۱). بنابراین یادگیرنده با انواعی از حرکات روبه‌رو می‌شود که کل دامنهٔ راه‌حل‌های ممکن برای تکلیف ویژه را

1. Cognitive flexibility
2. Zhuo
3. Chalavi
4. Olivier
5. Pauwels
6. Contextual interference
7. Pauwels
8. Schorn
9. Wang
10. Buszard
11. Verwey
12. Graser
13. Cheong, Lay, Razman
14. Cognitive effort
15. Lee
16. Thürer
17. Deficient processing
18. Diedrichs
19. Schmidt & Lee

In Press

افزایش می‌دهد (مورنو و اوردونو[1]، ۲۰۱۵). حمایت اصلی از تداخل زمینه‌ای بتیگ بر مفهوم شباهت تکالیف است. نکتهٔ مهم برای چارچوب تداخل زمینه‌ای این است که افزایش شباهت تکالیف در طول کوشش‌های اکتساب به افزایش سطح تداخل زمینه‌ای منجر می‌شود (وود و گینگ[2]، ۱۹۹۱) که در حیطهٔ یادگیری حرکتی به تکالیفی مشابه می‌گویند که زمان‌بندی نسبی یکسانی دارند یا با پارامترهای نزدیک به هم اجرا می‌شوند و تکالیف نامتشابه زمان‌بندی نسبی متفاوتی دارند و با پارامترهای نزدیک به هم اجرا نمی‌شوند (بوتین و بلاندین[3]، ۲۰۱۰). برخی تحقیقات از تشابه تکالیف و برخی پژوهش‌ها هم از تکالیف نامتشابه برای ایجاد اثر تداخل زمینه‌ای حمایت کردند (بیک[4] و همکاران، ۲۰۲۰). با توجه به تحقیقاتی که در زمینهٔ تأثیر میزان تشابه تکلیف بر روی اثر تداخل زمینه‌ای ذکر شد، صرف‌نظر از نتایج متفاوت آنها، به‌نظر می‌رسد هدف تحقیقات ایجاد تداخل زمینه‌ای مناسبی است که اثر آن بتواند یادگیری را افزایش دهد و در این زمینه نوع تکلیف، ویژگی شرکت‌کننده و میزان تمرین می‌تواند مؤثر باشد. چارچوب نقطهٔ چالش پیشنهاد می‌کند که یادگیری حرکتی زمانی بهینه می‌شود که درحالی‌که شرایط مهم تمرین برای بهینه‌سازی یادگیری حرکتی دستکاری می‌شود، یادگیرنده در فرایند یافتن راه‌حل‌های حرکتی به‌طور فعال در حل مسئله مشارکت داشته باشد (پولاک[5] و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین ممکن است افزایش بار شناختی برای افراد پارکینسونی که دارای نقص شناختی‌اند و دارای مشکلاتی در یادگیری توالی حرکتی و همچنین سوییچ کردن تکلیف هستند، منافع یادگیری نداشته باشد. محققان یافته‌های جالبی را ارائه کردند که بر دو نکته تأکید دارد: ۱. افراد مبتلا به پارکینسون به‌دلیل داشتن مدار عصبی ناکارامد قشری–جسم مخطط[6]، نقص‌هایی در خودکاری و تولید حرکات دارند و ۲. افراد مبتلا به پارکینسون حتی در مرحلهٔ خودکار اجرای حرکت نیاز به، به‌کارگیری شبکه‌های توجه دارند. بنابراین، تداخل زمینه‌ای، به‌ویژه در زمینهٔ تمرین تصادفی، می‌تواند درگیری بیشتری در حرکات هدایت‌شدهٔ بیرونی ایجاد کرده و تخصیص منابع توجه را تسهیل کند (نوگیرا[7] و همکاران، ۲۰۲۳). در تحقیقی به بررسی تأثیر تداخل زمینه‌ای بر تسهیل یادگیری حرکتی افراد بزرگسال و افراد پارکینسونی پرداخته شده است. در این تحقیق تکالیف موردنظر تنها به دقت فضایی نیاز داشت و از نظر فضایی با هم متفاوت بودند. آزمون‌های تأخیری فراخوانی آزاد و نشانه‌ای و همچنین آزمون تأخیری انتقال یک روز و یک هفته بعد از مرحلهٔ اکتساب اجرا شد. نتایج حاکی از تأثیر تمرین تصادفی بر یادگیری حرکتی و خطای کمتر در اجرای تکلیف حرکتی بود (سیداوی[8] و همکاران، ۲۰۱۶) در پژوهشی دیگر محققان به پیش‌بینی یادگیری توالی حرکتی یک تکلیف حرکتی وضعیتی در افراد مبتلا به بیماری پارکینسون پرداختند که در آن تکالیف به‌صورت قالبی و تصادفی ارائه می‌شدند. یافته‌ها نشان داد شرکت‌کنندگانی که در طول تمرین سریع‌تر پیشرفت کردند، در مقایسه با شرکت‌کنندگانی که آهسته‌تر پیشرفت کردند، یادگیری کمتری در تکالیف متوالی تکراری نشان دادند (اولیویر[9] و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین محققان به بررسی طرح‌ریزی و اجرای حرکات ساده دانشجویان پرداختند و بیان کردند اگر یک طرح از قبل آماده‌شده باید بازسازی شود تا بتوان یک نیاز زمان‌بندی متفاوت را مورد توجه قرار داد، اجراکننده صرفاً نمی‌تواند با لغو و برنامه‌ریزی مجدد، فقط آن قسمت‌هایی را که باید اصلاح شوند، جایگزین کند. در عوض، اجراکننده باید تمام عناصر زمان‌بندی طرح حرکتی را دوباره برنامه‌ریزی کند. بنابراین، در مورد برنامه‌ریزی مجدد، به‌نظر می‌رسد ایجاد اصلاحات در یک حرکت از قبل طرح‌ریزی‌شده اختلال زیادی در اجرای حرکت مورد نیاز توسط اجراکننده ایجاد می‌کند (رایت[10] و همکاران، ۲۰۰۱). در تحقیق دیگری به بررسی برنامه‌ریزی مجدد حرکتی دانشجویان در شرایط تداخل پایین و بالا پرداخته شد. در این پژوهش از تکالیفی استفاده شد که به فشار دادن کلید در پاسخ به دو محرک هدف با زمان‌های حرکتی

1. Moreno & Ordoño
2. Wood & Ging
3. Boutin & Blandin
4. Beik
5. Pollock
6. corticostriatal
7. Nogueiraa
8. Sidaway
9. Olivier
10. Wright

In Press

متفاوت نیاز داشت. نتایج نشان داد زمانی‌که افراد به تغییر نیازهای زمان‌بندی نسبی حرکت از قبل طرح‌ریزی‌شده نیاز داشته باشند (برنامه‌ریزی مجدد)، افراد گروه تمرین تصادفی اختلال کمتری نشان می‌دهند (رایت[1] و همکاران، ۲۰۰۵). پس نتایج مربوط به برنامه‌ریزی مجدد نشان می‌دهد که تمرین تصادفی برای عدم پیاده‌سازی ویژگی‌های زمان‌بندی از پیش طراحی‌شده قبل از اجرای حرکت ظرفیت برتری را توسعه می‌دهد. بنابراین ممکن است تمرین تصادفی از طریق هدف قرار دادن پردازش مرکزی و بهبود برنامه‌ریزی مجدد به تسهیل یادگیری مهارت حرکتی متوالی در افراد منجر شود و در نتیجه بتوانیم از تمرین تصادفی برای تسهیل این فرایند شناختی در افراد پارکینسونی استفاده کنیم. با توجه به اهمیت برنامه‌ریزی مجدد حرکتی و دقت فضایی در افراد مبتلا به پارکینسون برای اجرای مهارت‌های حرکتی و مهارت‌های روزمره، و با توجه به تحقیقات اندک، بنابراین ضروری است که بتوانیم با یک برنامهٔ تمرینی مهارت حرکتی این افراد را بهبود بخشیم. بنابراین تحقیق حاضر به بررسی تأثیر تداخل زمینه‌ای بر دقت فضایی و برنامه‌ریزی مجدد حرکتی تکلیف حرکتی متوالی در افراد مبتلا به پارکینسون می‌پردازد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی است و طرح پژوهش شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون است. این پژوهش به لحاظ اجرا کاربردی است.

شرکت‌کنندگان

جامعهٔ آماری تحقیق حاضر تمامی بیماران پارکینسون مرد مشهد مراجعه‌کننده به بیمارستان امام رضا (ع) بودند. برای تعیین حجم نمونهٔ موردنظر بر اساس نرم‌افزار جی‌پاور (G*Power۳,۱,۹,۲) با در نظر گرفتن مقدار آلفای ۰/۰۵، مقدار بتای ۰/۸۵ و اندازهٔ اثر ۰/۱۹ و آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی و بین‌گروهی (کانگ، ۲۰۲۱)، ۶۴ بیمار مبتلا به پارکینسون (میانگین سنی= ۳ ± ۶۲/۹۳ سال) به‌طور تصادفی به چهار گروه مساوی (۱۶ نفری) شامل قالبی–تشابه زیاد/ قالبی– تشابه کم/ تصادفی–تشابه بالا/ و تصادفی– تشابه کم تقسیم شدند. معیارهای ورود به تحقیق بدین‌صورت بود: آزمودنی‌ها دارای دید طبیعی یا اصلاح‌شده (چارت اسلن) بودند، آزمودنی‌ها بدون آسیب اندام فوقانی، جراحی یا درد حداقل در شش ماه قبل از شرکت در این تحقیق بودند، آزمودنی‌ها در انجام تکالیف مبتدی بودند. همچنین از مقیاس هوئن–یار برای تعیین مرحلهٔ بیماری استفاده شد. در این پژوهش افراد دارای مقیاس یک و دو مورد پذیرش قرار گرفتند.علاوه بر آن از مقیاس یکپارچهٔ درجه‌بندی بیماری پارکینسون استفاده شد که در تعیین پایایی داخلی پرسشنامه، سیدیان و همکاران ضریب آلفای کرونباخ برای کل آزمون را ۰/۸۱ گزارش دادند و نقطهٔ برش ۲۲ در جهت افتراق افراد مبتلا به دمانس کارایی دارد (مازیار و همکاران، ۲۰۰۷). به‌منظور ارزیابی وضعیت شناختی افراد از آزمون کوتاه ذهنی استاندارد استفاده گردید و افرادی که نمرهٔ آزمون کوتاه ذهنی استانداردشدهٔ کمتر از ۲۴ داشتند نیز از تحقیق حذف شدند (سیداوی و همکاران، ۲۰۱۶). این مقیاس‌ها توسط پزشک متخصص مغز و اعصاب ارزیابی شد. این پژوهش مورد تصویب کارگروه/کمیتهٔ اخلاق پژوهش دانشگاه فردوسی مشهد با کد مصوب اخلاق IR.UM.REC.1400.117 قرار گرفته است.

ابزار

۱. پرسشنامهٔ دست برتری ادینبورگ پرسشنامه‌ای ۱۰ ماده‌ای است که دست ترجیحی برای برخی فعالیت‌ها مثل مسواک زدن، قیچی کردن و... را می‌سنجد. همسانی درونی این آزمون از طریق همبستگی خرده‌مقیاس‌های آزمون با نمرهٔ کل سنجش و دامنهٔ همبستگی بین ۰/۹۸ – ۰/۸۳ محاسبه شد. آلفای کرونباخ پرسشنامه ۰/۹۷ و همبستگی دو نیمهٔ آن ۰/۹۲ گزارش شده است (علی‌پور، ۲۰۱۴) که در این پژوهش از افراد راست‌دست استفاده شد.

۲. آزمون کوتاه ذهنی استانداردشده به‌منظور غربالگری زوال عقلی در سال ۱۹۷۵ توسط مارشال فولستین ابداع شد، که دارای ۱۷سؤال است که فولشتاین آنها را از بین آزمون‌های قبلی موجود انتخاب کرده است. معیار انتخاب، ارزیابی حوزه‌های مختلف اعمال شناختی و نیز– به گفتهٔ فولشتاین– قابلیت به‌خاطر سپردن و عدم نیاز به وسایل و تجهیزات بوده است. اعمال شناختی که در این آزمون ارزیابی می

In Press

شوند عبارت‌اند از: ۱. جهت‌گیری، که با پنج پرسش در مورد زمان و پنج پرسش در مورد مکان سنجیده می‌شود؛ ۲. یادآوری، که در ارزیابی آن سه کلمه به فرد گفته می‌شود و او باید آنها را تکرار کند؛ ۳. توجه و محاسبه، که در ارزیابی آن فرد باید از عدد ۱۰۰ به‌طور متوالی ۷ عدد کم کند یا یک کلمه را معکوس بیان کند؛ ۴. حافظۀ اخیر، از فرد می‌خواهیم سه کلمه قبلی را تکرار کند؛ ۵. عملکردهای مختلف زبانی: فرد باید نام یک ساعت و مداد را بگوید. یک جمله را باید تکرار کند. باید یک دستور سه‌مرحله‌ای را اجرا کند. به‌طور مثال این جمله را بخواند و اجرا کند: «چشم‌هایت را ببند» و یک جملۀ کامل بنویسد؛ ۶. تفکر فضایی، از بیمار می‌خواهیم دو پنج‌ضلعی متقاطع را کپی کند. پاسخ به هر پرسش، صحیح یا نادرست بوده، امتیاز کلی بر اساس تعداد پاسخ‌های صحیح محاسبه می‌شود. این پرسشنامه دارای ۲۰ سؤال و کل امتیاز حاصل از آن ۳۰ امتیاز است. سیدیان و همکاران پایایی آزمون را ۰/۸۱ گزارش دادند (سیدیان و همکاران، ۲۰۰۷).

۳. چون تکلیف آزمایشگاهی نیاز به حافظۀ کوتاه‌مدت برای پاسخ‌های سازماندهی‌شده بر اساس ویژگی فضایی دارد، به این منظور از تکالیف بلوک‌های کرسی استفاده شد که یکی از تکالیفی است که حافظۀ دیداری- فضایی را اندازه می‌گیرد. شکل اولیۀ بلوک‌های کرسی شامل نه مکعب است که به‌صورت نامنظم بر روی یک تخته در اندازۀ ۲۳×۲۸ سانتی‌متر چیده شده بودند. یک آیتم به شرکت‌کننده ارائه می‌شود، به این صورت که آزمونگر به‌صورت متوالی به یک‌سری از نه‌مکعبی که روی تخته است، اشاره می‌کند و شرکت‌کننده باید همان توالی حرکات را تکرار کند. این فراخنای مستقیم می‌تواند حافظۀ کوتاه‌مدت دیداری- فضایی را ارزیابی کند. با زیاد شدن تعداد مکعب‌ها و با افزایش پیچیدگی ترتیب آنها، آیتم‌ها مشکل‌تر خواهند شد. برای سنجش حافظۀ فعال دیداری- فضایی، از شرکت‌کننده خواسته می‌شود که برعکس توالی عناصری را که توسط آزمونگر نشان داده شده است، نشان دهد؛ به این معنا که عنصر آخر به‌عنوان عنصر اول توالی و عنصر اول آن به‌عنوان عنصر آخر در نظر گرفته شود. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که این تکلیف، ابزار مناسبی برای سنجش مؤلفۀ‌دیداری - فضایی حافظۀ فعال و کوتاه‌مدت است (آقابابایی و امیری، ۲۰۱۵). این تکلیف از مجموعه آزمون‌های وینا[1] است و آزمون معتبر عصب‌شناختی است و به‌صورت اصلی توسط مؤسسۀ شوفرید اتریش توسعه داده شده است. در این پژوهش از نسخۀ فارسی و مشابه‌سازی‌شده استفاده شد و برای روایی آن از نظر متخصصان رفتار حرکتی استفاده شد. همچنین بر اساس یک آزمون پایلوت، ضریب پایایی آزمون – بازآزمون در یک نمونۀ کوچک ۳۰ نفری با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون در دو مرحلۀ آزمون (با فاصلۀ یک هفته) ۰/۸۷ به‌دست آمد. نمرۀ این تکلیف برابر است با آخرین توالی که ترتیب ارائۀ آن به درستی تشخیص داده شود.

۴. ابزار مورد استفاده اجرای تکلیف دارای دو بخش سخت‌افزار و نرم‌افزار است که بخش سخت‌افزاری آن با توجه به دستگاه مورد استفاده در پژوهش سیداوی و همکاران ساخته شد. برای روایی دستگاه از نظر متخصصان رفتار حرکتی استفاده شد و بر اساس یک آزمون پایلوت، ضریب پایایی آزمون – بازآزمون در یک نمونۀ کوچک ۳۰ نفری با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون در دو مرحلۀ آزمون (با فاصلۀ یک هفته) بالاتر از ۰/۸۳، قابل قبول گزارش شد.

بخش سخت‌افزاری آن از یک تختۀ چوبی با ابعاد ۲/۵×۳۵×۳۰ سانتی‌متر که دارای نه سوراخ با قطر ۱/۳ سانتی‌متر بود و با آرایش ۷/۵×۷/۵ (سانتی‌متر) از همدیگر فاصله دارند، استفاده شد (سیداوی و همکاران، ۲۰۱۶). علاوه بر آن محقق سنسورهای نوری را به این دستگاه اضافه کرد. به‌طوری‌که هر سوراخ دارای دو سنسور نوری است که با روشن شدن آن، از طریق قرار دادن میخ چوبی در سوراخ، اطلاعات از طریق کابل USB به لپ‌تاپ (DELL F10P) ارسال می‌شد. بخش نرم‌افزاری شامل برنامه‌نویسی مورد نیاز برای اجرای پژوهش حاضر توسط مهندسان کامپیوتر (گرایش برنامه‌نویسی) انجام شد.

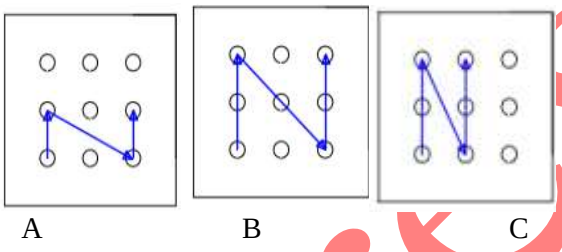
روند اجرای پژوهش

ابتدا شرکت‌کنندگان داوطلبانه به مطب دکتر مغز و اعصاب مراجعه کردند و در اتاقی که برای آنها تعبیه شده بود، به تکمیل برگۀ رضایت نامه پرداختند و به آنها اطمینان داده شد که اطلاعات به‌صورت محرمانه نگهداری می‌شوند. پس از آن شیوۀ اجرای تکلیف به آنها توضیح

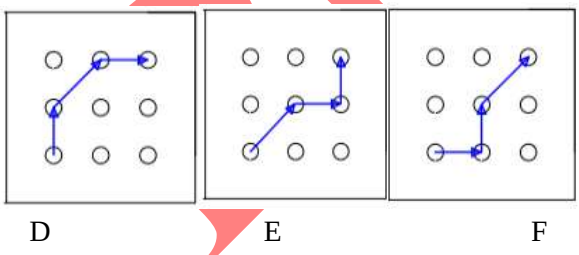
[1]. Vienna Test System

In Press

داده شد. در ادامه به شرکت‌کننده‌ها گفته شد که توالی‌های موردنظر را که هریک با یک حرف (که در این پژوهش کد تکلیف یا محرک هدف نام دارند) از یکدیگر متمایز می‌شوند، به خاطر بسپارند. قبل از شروع مرحلهٔ اکتساب، شرکت‌کننده‌ها دو کوشش برای هر کدام از سه الگوی حرکتی انجام دادند و اگر شرکت‌کننده‌ها در این مرحله سؤالی داشتند، به آنها پاسخ داده می‌شد. تکالیف حرکتی متوالی دارای سه جزء بودند که در شکل یا اندازه متفاوت بودند. در شکل ۱ سه الگوی حرکتی که برای شرایط تشابه بالا به شکل حرف N و متفاوت در اندازه و تنظیمات فضایی طراحی شد و در شکل ۲، سه الگوی حرکتی دیگر متشکل از الگوهایی با تشابه کم که تنظیمات فضایی برای این الگوها استفاده نمی‌شود و هر کدام از این الگوها باید دارای مسافت مشابهی باشند، نشان داده شده است. همهٔ شکل‌ها توسط نرم‌افزار اتوکد (نسخهٔ ۲۰۲۲) رسم شده است.



شکل ۱. سه الگوی حرکتی برای شرایط تشابه بالا



شکل ۲. سه الگوی حرکتی برای شرایط تشابه پایین

شماتیکی از هر الگو روی صفحهٔ نمایشگری که حدود ۷۱ سانتی‌متر از شرکت‌کننده فاصله دارد، نمایش داده شد. برای شروع هر کوشش، شرکت‌کننده‌ها با شروع محرک هدف، میخ چوبی را که با دست غالب درون سوراخ نگه داشته بودند، برداشتند و بر اساس نوع محرک هدف میخ چوبی را درون سوراخ‌های تخته قرار دادند.

در هر کوشش، یک علامت ثابت (+) در مرکز صفحه به مدت ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه ظاهر می‌شود (جنینگز[1]، ۱۹۹۵). بعد از این مدت زمان، این علامت ناپدید شده و کد تکلیف یا محرک هدف ظاهر می‌شود. به‌طور مثال (A) و به مدت چهار ثانیه در صفحه باقی می‌ماند. سپس صفحه به مدت یک ثانیه سفید شد، پس از آن یک نقطه ثابت متشکل از دو ستاره در مرکز صفحه برای یک دورهٔ تصادفی ۵۰۰-۲۰۰۰ میلی‌ثانیه نمایش داده شد. در پایان پیش‌دوره، ستاره‌ها با یک کد تکلیف به‌طور مثال (A) جایگزین شدند که در این مرحله از آزمایش، همان کد تکلیفی بود که در مرحلهٔ اولیه آزمایش ارائه شده بود. ارائهٔ این کد تکلیف به‌عنوان سیگنال ضروری در نظر گرفته شد و به شرکت‌کنندگان اطلاع داده شد که باید شروع و تکمیل کنند (رایت و همکاران، ۲۰۰۵). کد هدف در صفحه باقی می‌ماند تا زمانی‌که شرکت‌کننده میخ چوبی را طبق محرک هدف در سوراخ‌ها قرار دهد.

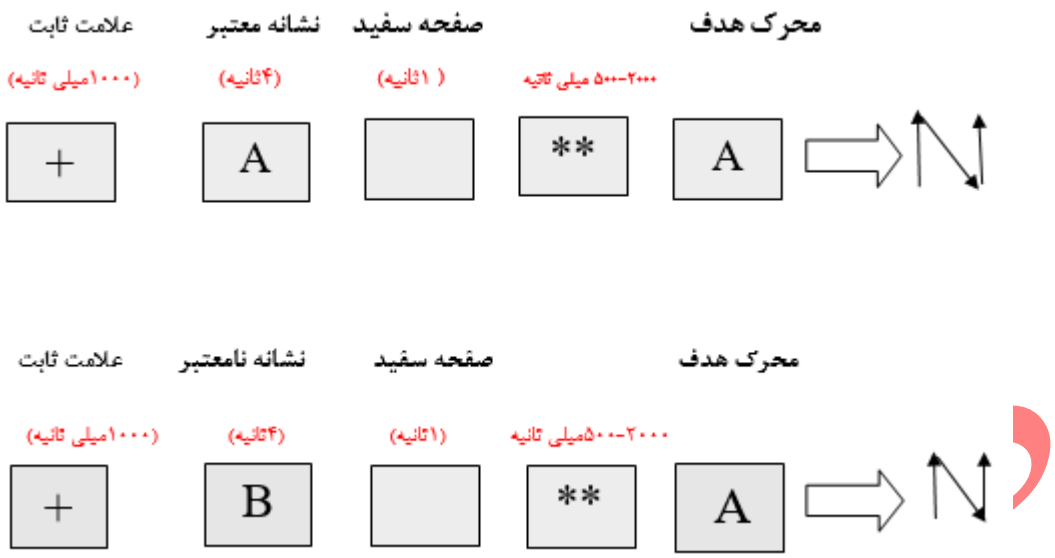
[1]. Jennings

دستورالعمل‌ها تأکید داشتند که هر الگوی حرکتی با دقت و سرعت ممکن انجام شود. سپس شرکت‌کننده‌ها ۱۸۰ کوشش در مرحلهٔ اکتساب انجام دادند (۶۰ کوشش برای هر الگوی حرکتی). شرکت‌کننده‌ها در شرایط تمرین قالبی ۶۰ کوشش را برای یک الگوی حرکتی، پیش از اینکه الگوی حرکتی بعدی به نمایش گذاشته شود، در قالب چهار بلوک ۱۵ کوششی انجام دادند که بین هر بلوک سه دقیقه استراحت داده شد. ترتیب توالی الگوهای حرکتی در شرایط قالبی به‌طور تصادفی تعیین شد و برای همهٔ افراد گروه قالبی این ترتیب توالی یکسان است. در گروه تصادفی همهٔ ۱۸۰کوشش شرایط تمرین تصادفی در یک توالی پیش‌بینی‌ناپذیر ارائه شد و در قالب ۱۲ بلوک ۱۵ کوششی انجام دادند که بین هر بلوک سه دقیقه استراحت داده شد. بلوک اول در همهٔ گروه‌ها به‌دلیل اینکه تفاوت بین گروه‌ها معنادار نبود (اندازه‌گیری از طریق تحلیل واریانس)، به‌عنوان پیش آزمون در نظر گرفته شد (اولیویر و همکاران، ۲۰۱۹). در پایان هر کوشش، آگاهی از نتیجه برای زمان حرکت و تعداد خطای ناشی از تفاوت بین تکلیف حرکتی هدف و پاسخ شرکت‌کننده روی صفحهٔ نمایشگر به مدت شش ثانیه نمایش داده می‌شود و پس از بازخوردها، کوشش بعدی آغاز می‌شود. خطاها به این صورت است که اگر شرکت‌کننده اجرای توالی را پیش از شروع محرک هدف انجام دهد، یک پیام خطا به مدت ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه ظاهر می‌شود. زمانی‌که شرکت‌کننده پیش از شروع محرک شروع به اجرای تکلیف کند، یک کوشش اشتباه ثبت می‌شود و کوشش دوباره تکرار شد. کوشش‌های اشتباه برای شرکت‌کننده‌ها در شرایط قالبی در پایان اکتساب هر تکلیف تکرار می‌شود و برای شرایط تصادفی در پایان مرحلهٔ اکتساب تکرار می‌شود. اگر شرکت‌کننده میخ چوبی را بر اساس الگوی محرک هدف قرار ندهد، تعداد خطا ثبت می‌شود. به‌طور مثال اگر محرک هدف حرف A باشد و شرکت‌کننده دو جزء از الگوی حرکتی را به‌درستی اجرا نکند، تعداد خطا دو محاسبه می‌شود.

مسافت کلی حرکت دست برای الگوهایی که به تنظیمات فضایی نیاز ندارند، یکسان است. پس از مرحلهٔ اکتساب به‌منظور استنتاج یادگیری، شرکت‌کننده‌ها در آزمون یادداری درگیر شدند. پس از ۱۰ دقیقه شرکت‌کننده‌ها وارد مرحلهٔ یادداری فوری شدند. آزمون یادداری و انتقال تأخیری نیز پس از ۲۴ ساعت اجرا شد. آزمون یادداری تأخیری همانند آزمون یادداری فوری بود، ولی آزمون انتقال، طوری طراحی شد که تکلیف حرکتی جدیدی (با چرخاندن ۹۰ درجه‌ای الگو خلاف جهت عقربهٔ ساعت) اجرا شد. در این بخش بر خلاف مرحلهٔ اکتساب از هیچ نوع بازخوردی استفاده نشد.

آزمون یادداری تأخیری دیگری (۲۴ ساعت بعد از مرحلهٔ اکتساب) به‌منظور سنجش برنامه‌ریزی مجدد به‌عمل آمد. در این آزمون دو بلوک کوششی ارائه شد که ۷۵ درصد کوشش‌ها (۲۲کوشش)، دارای نشانه معتبر بودند یعنی اطلاعات پیش‌بینی کننده صحیح، راجع به محرک هدف می‌داد و به آن شرایط معتبر گفته می‌شد و در ۲۵ درصد باقی‌مانده (هشت کوشش) نشانه گمراه کننده ارائه می‌شد به این معنی که اطلاعات پیش‌کننده نادرستی، راجع به محرک هدف می‌داد و به آن شرایط نامعتبر گفته می‌شد (رایت و همکاران، ۲۰۰۵). اطلاعات دقت فضایی برای آزمون‌گر ثبت شد. در شکل ۳ نشان داده شده است.

In Press



شکل ۳. آزمون یادداری برنامه‌ریزی مجدد

روش آماری

پیش‌فرض‌های آماری مانند پیش‌فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک و آزمون لوین به‌ترتیب بررسی شد. در تمامی موارد نتایج نشان‌دهندهٔ تأیید این پیش‌فرض‌ها بود (P>۰/۰۵). در بررسی مرحلهٔ اکتساب از آزمون تحلیل واریانس مرکب در طرح دو (تداخل زمینه‌ای) × دو (تشابه توالی: مشابه، نامشابه) × ۱۱(بلوک‌های اکتساب) که در عامل آخر (بلوک‌های اکتساب) دارای اندازه‌های تکراری است، استفاده شد. همچنین از آزمون تحلیل واریانس مرکب در طرح دو (تداخل زمینه‌ای) × دو (تشابه توالی: مشابه، نامشابه) × سه (مراحل: پیش‌آزمون، یادداری فوری و تأخیری) تحلیل شد که در عامل آخر (مراحل) دارای اندازه‌های تکراری است. داده‌های مربوط به آزمون انتقال و برنامه‌ریزی مجدد با استفاده از طرح تحلیل واریانس دوطرفه با دو (تداخل زمینه‌ای) ×دو (تشابه توالی: مشابه، نامشابه) تحلیل شد. در مقایسهٔ زوجی گروه‌ها در مراحل پیش‌آزمون، یادداری فوری و تأخیری و آزمون انتقال تأخیری از آزمون تعقیبی بنفرونی و برای پیدا کردن محل اختلاف گروه‌ها در مراحل یادداری فوری و تأخیری از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. از مجذور اتا (η^2) به‌عنوان سنجشی از اندازهٔ اثر متغیرهای مستقل استفاده شد، به‌طوری‌که نسبت تغییرات کلی متغیر وابسته را که به‌دلیل دستکاری متغیر مستقل اتفاق افتاده را در دامنه‌ای از صفر تا یک ارزیابی می‌کند. برای محاسبات و تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌های خام از نرم‌افزار اس پی اس اس نسخهٔ ۲۶ و نرم‌افزار اکسل نسخهٔ ۲۰۱۹ استفاده شد. همچنین سطح معناداری در تمام روش‌های آماری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

یافته‌های پژوهش

آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان به تفکیک گروه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

متغیر / گروه	سن	حافظهٔ کاری (روبه جلو)	حافظهٔ کاری (روبه عقب)	آزمون کوتاه ذهنی استانداردشده	مقیاس یکپارچهٔ درجه‌بندی بیماری پارکینسون	مقیاس هوین و یار

مسدود تشابه بالا	۶۴/۲۵±۲/۷۹	۳/۶۲±۰/۵	۲/۶۲±۰/۵	۲۶/۸۱±۰/۹۸	۲۰/۷۵±۱/۸۴	۱/۸۷±۱/۶۴
مسدود تشابه پایین	۶۱/۳۷±۲/۴۱	۳/۵۶±۰/۵۱	۲/۵±۰/۵۱	۲۶/۸۷±۱/۰۲	۱۹/۹۳±۱/۲۸	۱/۶۷±۰/۴۷
تصادفی تشابه بالا	۶۲/۲۵±۲/۳۱	۳/۵۶±۰/۵۱	۲/۵±۰/۵۲	۲۶/۷۵±۱/۱۸	۱۹/۶۸±۱/۱۹	۱/۳۶±۰/۵
تصادفی تشابه پایین	۶۳/۸۷±۲/۷۲	۶۲±۰/۵	۲/۷۵±۰/۴۴	۲۷/۰۶±۱/۰۶	۲۰/۱۸±۱/۹۹	۱/۷۵±۰/۴۵

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌ها

از آزمون‌های پارامتری، پیش‌فرض آماری مانند پیش‌فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگونی واریانس‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک و آزمون لوین به‌ترتیب بررسی شد. در تمامی موارد نتایج نشان‌دهندهٔ تأیید این پیش‌فرض‌ها بود (P>۰/۰۵). نتایج آزمون شاپیروویلک نشان داد مقدار سطح معنی در گروه‌ها در همهٔ مراحل بیشتر ۰/۰۵ است، بنابراین داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردار بودند. در ادامه به دلیل رعایت این پیش‌فرض در بررسی فرضیه‌ها از آمار پارامتریک تحلیل واریانس مرکب استفاده شد. یکی دیگر از پیش‌فرض‌های مهم تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری آزمون کرویت موخلی است برای بررسی تفاوت واریانس بین گروه‌ها از آزمون کرویت موخلی استفاده شد. بدین‌ترتیب هر زمان فرض برابری واریانس رد شد در گزارش‌ها از تصحیح یا اپسیلن گرینهاوس گیسر استفاده شد. در تمامی موارد فرض کرویت یا تجانس واریانس‌ها تأیید شد (P >۰/۰۵). در این تحقیق به بررسی نتایج تداخل زمینه‌ای و شباهت تکلیف بر برنامه‌ریزی مجدد و دقت فضایی یک تکلیف حرکتی متوالی در افراد پارکینسون پرداخته شد. در همهٔ مراحل ابتدا پیش‌فرض، همگنی (تجانس) واریانس گروه‌ها با استفاده از آزمون لوین بررسی شد، که آماره F در بررسی همگنی واریانس خطاها در گروه‌های آزمایشی معناداری نیست (P >۰/۰۵). ازاین‌رو واریانس خطاها در گروه‌های مورد بررسی برابرند؛ بنابراین، شرط برابری واریانس بین‌گروهی نیز تأیید شده است. سپس داده‌های مرحلهٔ اکتساب با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مرکب در طرح دو (تداخل زمینه‌ای) × دو (تشابه توالی: مشابه، نامشابه) × یازده (بلوک اکتساب) تحلیل شد که در عامل آخر (بلوک) دارای اندازه‌های تکراری است. برای مرحلهٔ یادداری فوری و تأخیری از آزمون تحلیل واریانس مرکب در طرح دو (تداخل زمینه‌ای) × دو (تشابه توالی: مشابه، نامشابه) × سه (مراحل: پیش‌آزمون، یادداری فوری و تأخیری) استفاده شد که در عامل آخر (مراحل) دارای اندازه‌های تکراری است. داده‌های مربوط به آزمون انتقال با استفاده از طرح تحلیل واریانس دوطرفه در طرح دو (تداخل زمینه‌ای) × دو (تشابه توالی: مشابه، نامشابه) تحلیل شد. داده‌های مربوط به برنامه‌ریزی مجدد نیز با استفاده از طرح تحلیل واریانس دوطرفه با طرح دو (تداخل زمینه‌ای) × دو (تشابه توالی: مشابه، نامشابه) تحلیل شد. نتایج تحلیل واریانس مرکب دقت فضایی در مرحلهٔ اکتساب در جدول ۲، مراحل یادداری در جدول ۳، تحلیل واریانس دوطرفه مرحلهٔ انتقال تأخیری در جدول ۴ و مرحلهٔ برنامه‌ریزی مجدد در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۲. نتایج تحلیل واریانس مرکب دقت فضایی در مرحلهٔ اکتساب

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	ارزش P	مجذور اتا
بلوک اکتساب	۴/۴۸۱	/۶۰۰ ۱۰	/۴۴۸.	۱۲/۶۳۰	۰/۰۰۱	۰/۱۷۴
تداخل زمینه‌ای	۵/۰۶۱	۱/۶۰	۵/۰۶۱	۱۴۴/۹۷۰	۰/۰۰۱	۰/۷۰۷
تشابه توالی	۳/۱۳۱	۱/۶۰	۳/۱۳۱	۸۹/۶۹۱	۰/۰۰۱	۰/۵۹۹
بلوک اکتساب × تداخل زمینه‌ای	۰/۳۹۷	/۶۰۰ ۱۰	۰/۰۴۰	۱/۱۲۰	۰/۳۴۵	۰/۰۱۸
بلوک اکتساب × تشابه توالی	۰/۵۰۱	/۶۰۰	۰/۰۵	۱/۴۱۱	۰/۱۷۱	۰/۰۲۳

In Press

		۱۰				
تداخل زمینه‌ای × تشابه توالی	۰/۴۲۸	/۶۰۰ ۱۰	۰/۴۲۸	۱۲/۲۴۸	۰/۰۰۱	۰/۱۷۰
بلوک اکتساب × تداخل زمینه‌ای × تشابه توالی	۰/۴۱۶	/۶۰۰ ۱۰	۰/۰۴۲	۱/۱۷۲	۰/۳۰۷	۰/۰۱۹

نتایج تحلیل واریانس مرکب در جدول ۱ نشان داد، تأثیرات اصلی بلوک اکتساب، گروه و تشابه توالی و همچنین تأثیرات تعاملی تداخل زمینه‌ای × تشابه توالی معنادار است. برای بررسی اثر اصلی بلوک آزمون تعقیبی بونفرونی اجرا شد، نتایج نشان داد که دو گروه از جلسهٔ اول تا جلسهٔ آخر به لحاظ دقت فضایی پیشرفت معنی‌داری کرده‌اند، P<۰/۰۵. همچنین نتایج آزمون تعقیبی در بررسی تداخل زمینه‌ای نشان داد که شرکت‌کنندگان گروه قالبی در مقایسه با گروه تصادفی از دقت فضایی بهتری در مرحلهٔ اکتساب برخوردار بودند، P<۰/۰۵. در بررسی اثر تشابه توالی تمرین با استفاده آزمون تعقیبی نتایج نشان داد که شرکت‌کنندگان در شرایط توالی با میزان مشابهت بالا با میانگین (M=۰/۴۰۲، SD =۰/۰۱۰) در مقایسه با شرایط با میزان شباهت پایین (M=۰/۵۳۶، SD =۰/۱۰) از عملکرد بهتری برخوردار بودند. همچنین در تفکیک تأثیرات تعاملی تداخل زمینه‌ای × تشابه توالی تمرین، آزمون تعقیبی اجرا شد. نتایج نشان داد که گروه قالبی در شرایط تشابه توالی بالا در مقایسه با گروه تصادفی (مشابهت بالا و پایین) و گروه قالبی با مشابهت پایین از دقت و عملکرد بهتری برخوردار بودند (P<۰/۰۵).

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس مرکب دقت فضایی در مراحل یادداری

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	ارزش P	مجذور اتا
مراحل	۷/۲۵۹	۲/۱۲۰	۳/۶۳۰	۱۸۹۵/۵۰۶	۰/۰۰۱	۰/۹۶۹
تداخل زمینه‌ای	۰/۰۰۲	۱/۶۰	۰/۰۰۲	۰/۱۱۴	۰/۷۳۶	۰/۰۰۲
تشابه توالی	۰/۰۱۷	۱/۶۰	۰/۰۱۷	۱۰/۶۱۴	۰/۰۰۲	۰/۱۵۰
مراحل × تداخل زمینه‌ای	۰/۰۴۶	۲/۱۲۰	۰/۰۲۳	۱۱/۹۲۱	۰/۰۰۱	۰/۱۶۶
مراحل × تشابه توالی	۰/۰۰۳	۲/۱۲۰	۰/۰۰۲	۰/۸۴۵	۰/۴۳۲	۰/۰۱۴
گروه × تشابه توالی	۲/۵۵۲	۱/۶۰	۲/۵۵۲	۰/۰۱۶	۰/۹۰۱	۰/۰۰۱
مراحل × تداخل زمینه‌ای × تشابه توالی	۰/۰۰۳	۲/۱۲۰	۰/۰۰۲	۰/۸۱۷	۰/۴۴۴	۰/۰۱۳

یافته‌های جدول ۲ نشان می‌دهد، تأثیرات اصلی مراحل تمرین، تشابه توالی و همچنین اثرات تعاملی مراحل × تداخل زمینه‌ای معنادارند. برای بررسی اثر اصلی مراحل آزمون تعقیبی بنفرونی اجرا شد نتایج نشان داد که دو گروه از پیش آزمون به مراحل یادداری فوری و تأخیری پیشرفت معناداری داشته‌اند (دقت بهتر) (P<۰/۰۵). در بررسی اثر تشابه توالی تمرین با استفاده آزمون تعقیبی نتایج نشان داد که شرکت‌کنندگان در شرایط توالی با میزان مشابهت بالا در مقایسه با شرایط با میزان شباهت پایین از عملکرد بهتری برخوردار بودند. همچنین در تفکیک اثرات تعاملی مراحل × تداخل زمینه‌ای آزمون تعقیبی LSD اجرا شد. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که در پیش‌آزمون بین دو گروه تفاوت معناداری وجود نداشت (P>۰/۰۵)، اما در آزمون یادداری فوری و تأخیری تفاوت معناداری بین دو گروه وجود داشت، به‌طوری‌که در هر دو مرحله شرکت‌کنندگان گروه تمرین تصادفی در مقایسه با گروه قالبی از عملکرد بهتری برخوردار بودند (P<۰/۰۵).

جدول ۴. نتایج تحلیل واریانس دوطرفهٔ دقت فضایی مرحلهٔ انتقال

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	ارزش P	مجذور اتا
تداخل زمینه‌ای	۰/۵۷۲	۱/۶۰	۰/۵۷۲	۱۴۲/۹۶	۰/۰۰۱	۰/۷۰۴

In Press

تشابه توالی	۰/۲۵۴	۱/۶۰	۰/۲۵۴	۶۳/۴۳۶	۰/۰۰۱	۰/۵۱۴
تداخل زمینه‌ای × تشابه توالی	۰/۰۱۲	۱۰/۶۰۰	۰/۰۱۲	۳/۰۹۴	۰/۰۸۴	۰/۰۴۹

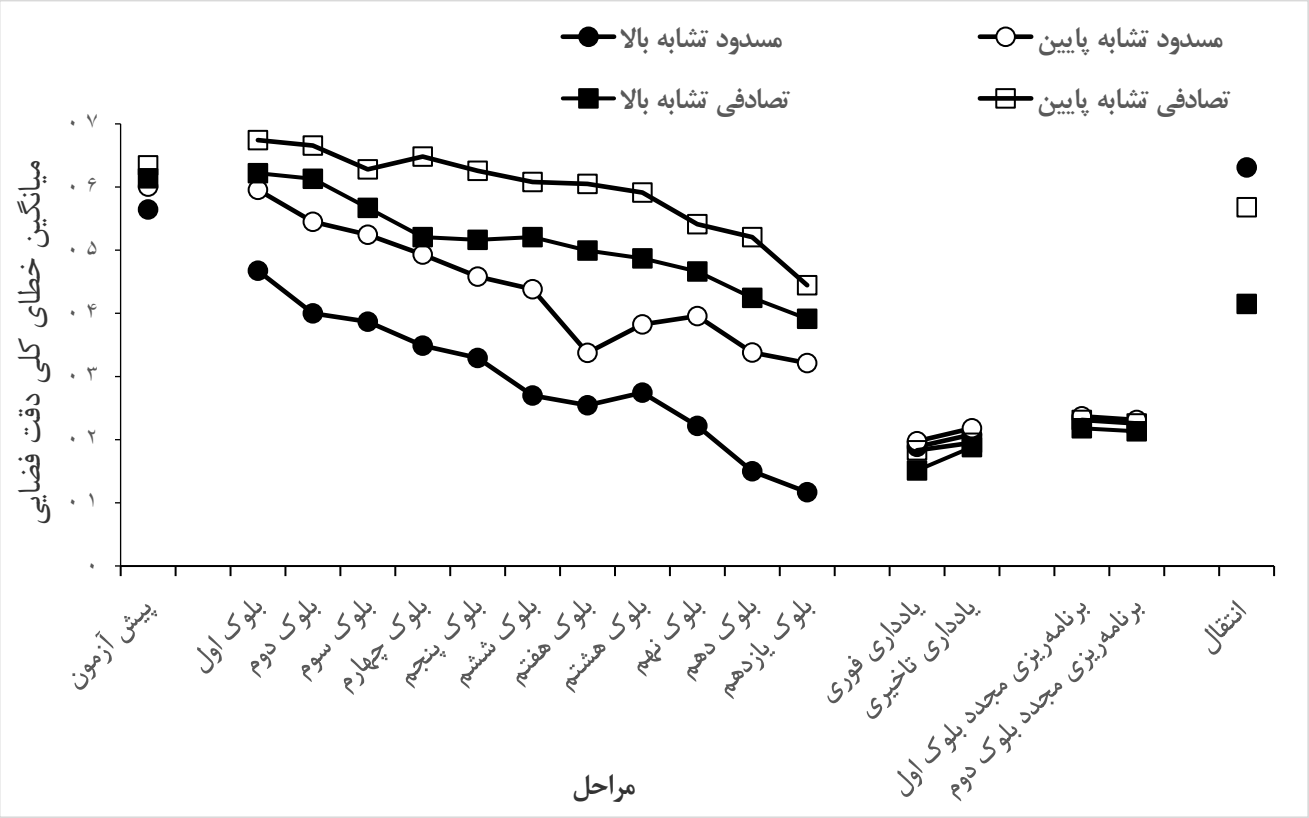
یافته‌های جدول ۳ نشان می‌دهد، در مرحلهٔ انتقال تأثیرات اصلی گروه و تشابه توالی معنادار است، اما اثر تعاملی تداخل زمینه‌ای × تشابه توالی معنادار نیست. ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت که بین شیوه‌های مختلف آرایش تمرین قالبی و تصادفی بر دقت فضایی (خطای کلی) در انتقال به یک تکلیف جدید تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج آزمون تعقیبی LSD در بررسی اثر اصلی تداخل زمینه‌ای نشان داد که بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود دارد (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که گروه تصادفی در مقایسه با سایر گروه‌ها از دقت فضایی بهتری برخوردار بود. همچنین در بررسی اثر اصلی تشابه توالی، نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که شرکت‌کنندگان در شرایط تشابه با بالا با میانگین (M=۰/۵۲۳، SD =۰/۱۲۷) در مقایسه با شرایط تشابه پایین (M=۰/۶۴۹، SD =۰/۱۰۲) از دقت فضایی بهتری در شرایط جدید انتقال برخوردار بودند.

جدول ۵. نتایج تحلیل واریانس دوطرفه دقت فضایی مرحلهٔ برنامه‌ریزی مجدد

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	ارزش P	مجذور اتا
بلوک	۰/۰۰۱	۲،۱۲۰	۰/۰۰۱	۱/۷۵۲	۰/۱۹۱	۰/۰۲۸
تداخل زمینه‌ای	۰/۰۰۴	۱،۶۰	۰/۰۰۴	۵/۳۷۴	۰/۰۲۴	۰/۰۸۲
تشابه توالی	۰/۰۰۲	۱،۶۰	۰/۰۰۲	۲/۹۰۶	۰/۰۹۳	۰/۰۴۶
بلوک × تداخل زمینه‌ای	۱/۲۵۰	۲،۱۲۰	۱/۲۵۰	۰/۰۱۹	۰/۸۹۰	۰/۰۰۱
بلوک × تشابه توالی	۳/۱۲۵	۱،۶۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۹۴۵	۰/۰۰۱
تداخل زمینه‌ای × تشابه توالی	۰/۰۰۱	۱،۶۰	۰/۰۰۱	۱/۱۹۰	۰/۲۸۰	۰/۰۱۹
بلوک × تداخل زمینه‌ای × تشابه توالی	۱/۲۵۰	۲،۱۲۰	۱/۲۵۰	۰/۰۱۹	۰/۸۹۰	۰/۰۰۱

یافته‌های جدول ۴ نشان می‌دهد، در مرحلهٔ برنامه‌ریزی مجدد تأثیرات اصلی تداخل زمینه‌ای معنادار است، همچنین تأثیرات تعاملی تداخل زمینه‌ای×تشابه توالی معنادار بود. ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت که بین شیوه‌های مختلف آرایش تمرین قالبی و تصادفی بر دقت فضایی در شرایط برنامه‌ریزی مجدد در مرحله یادداری تأخیری تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی در بررسی اثر اصلی گروه نشان داد که بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود دارد (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که نتایج آزمون تعقیبی نشان داد، که گروه تصادفی با تشابه توالی بالا در مقایسه با سایر گروه‌ها از عملکرد بهتری برخوردار بود و بین بقیهٔ گروه‌ها تفاوت معناداری مشاهده نشد، P>۰/۰۵. مقایسهٔ میانگین امتیازات گروه‌ها در مراحل مختلف در شکل ۴ نشان داده شده است.

In Press



شکل ۴. میانگین امتیازات گروه‌ها در مراحل پیش‌آزمون، بلوک‌های اکتساب، یادداری فوری و تأخیری، برنامه‌ریزی مجدد و انتقال

بحث و نتیجه‌گیری

بر خلاف پژوهش‌های قبلی که مهارت‌ها از نظر اهداف مکانی و زمانی متفاوت بودند (نوگیرا و همکاران، ۲۰۲۳)، هدف اصلی اجرای پژوهش حاضر بررسی تأثیر افزایش تداخل زمینه‌ای بر دقت فضایی و برنامه‌ریزی مجدد حرکتی افراد مبتلا به پارکینسون بود، به‌طوری که فقط با توجه به بعد فضایی از یکدیگر متمایز بودند، که مطابق با پیشنهاد ناشی از چارچوب نقطهٔ چالش است که پیشنهاد می‌کند تعامل بین شرایط تمرین (مسدود و تصادفی) و توانایی فردی (در این پژوهش افراد پارکینسونی) بر یادگیری حرکتی تأثیر می‌گذارد (نوگیرا و همکاران، ۲۰۲۳) همان‌طورکه نتایج نشان داد در مرحلهٔ اکتساب گروه قالبی در شرایط مشابهت بالا و مشابهت پایین در مقایسه با گروه تصادفی (مشابهت بالا و پایین) از دقت فضایی بهتری برخوردار بودند. این نتایج تأثیر کلاسیک برنامهٔ تمرین را به‌عنوان منبع تداخل در حین اکتساب بازتولید کرد و تداخل ایجادشده توسط تمرین تصادفی بر عملکرد تأثیر منفی گذاشت و به خطای بیشتر و دقت کمتر برای تمرین تصادفی نسبت به تمرین قالبی منجر شد. یافته‌های ما برای مرحلهٔ اکتساب نشان داد که تجربه تکلیف‌های بسیار مشابه در زمینهٔ تصادفی به ضعیف‌ترین عملکرد در اکتساب منجر نشد و به‌طور خاص، شرکت‌کنندگان در مواجهه با افزایش بسط بین تکالیف، فعالیت شناختی را افزایش ندادند، اگرچه این نتیجه با یافته‌های وود و گینگ (۱۹۹۱) مطابقت دارد، اما بر خلاف پیشنهاد بتیگ است که بیان کرد تداخل با افزایش مشابهت تکالیف و یا با آرایش تمرینی تصادفی به‌دلیل افزایش بسط بین تکالیف افزایش می‌یابد (بوتین و بلاندین، ۲۰۱۰). بنابراین، با استفاده از نظریهٔ بار شناختی، به‌عنوان یک پس‌زمینهٔ نظری که بیان می‌کند حافظهٔ کاری

ظرفیت محدودی برای پردازش اطلاعات دارد (اسولر[1] و همکاران، ۲۰۱۹)، تجربهٔ یک برنامهٔ تصادفی در شرایط اجرای الگوهایی با تشابه پایین، بار شناختی بهینه‌ای را ایجاد نمی‌کند، به‌طوری‌که سیستم پردازش اطلاعات سرکوب می‌شود و عملکرد تنزل می‌یابد. بنابراین می‌توان تصور کرد که فرایندهای بین تکلیفی اضافی مورد نیاز در طول تمرین تصادفی در شرایط پارامترهای غیرمشابه می‌تواند برای یادگیری بعدی مضر باشد، زیرا حالت افزایش‌یافتهٔ فرایندهای شناختی درگیر در طول آموزش ممکن است از مقدار محدود ظرفیت پردازشی افراد پارکینسونی فراتر رفته باشد.

در مراحل یادداری در بررسی اثر تشابه توالی نتایج نشان داد که دقت عملکرد در گروه تکالیف با میزان مشابهت بالا در مقایسه با تکالیف با میزان مشابهت پایین بهتر بود و شرکت‌کنندگان گروه تمرین تصادفی در مقایسه با گروه قالبی از عملکرد بهتری برخوردار بود. همچنین در مرحلهٔ انتقال نشان داده شد که شرکت‌کنندگان در شرایط تشابه با بالا در مقایسه با شرایط تشابه پایین از خطای کمتر و عملکرد بهتری در شرایط جدید انتقال برخوردار بودند. با این حال، تا حدودی تعجب‌آور، یک نتیجهٔ غیرمنتظره از نبود تفاوت تصادفی- قالبی در شرایط پارامترهای تشابه پایین و بالا بود. یافته‌های ما شواهدی را اثبات می‌کند فرایندهای بازسازی که از طریق برنامه تصادفی و قالبی ایجاد شده‌اند، به‌خودی‌خود برای بهبود اجرای یادداری کافی نیستند و نتایج نشان داد تا زمانی که مقادیر کافی از کوشش‌های اکتساب اجرا شود، ممکن است مزایای برنامه‌ریزی تصادفی نسبت به قالبی به‌وجود نیاید. در تحقیقی شی و همکاران (۱۹۹۰) نشان دادند که گروه تمرین قالبی پس از انجام تنها ۵۰ کوشش از گروه تمرین تصادفی در آزمون یادداری بهتر عمل کردند. با این حال، پس از تمرین طولانی‌مدت (۴۰۰ کوشش)، گروه تمرین تصادفی عملکرد بهتری نسبت به گروه تمرین قالبی نشان دادند. تغییر ساختار تمرین برای افزایش تداخل زمینه‌ای می‌تواند یادداری را بهبود دهد، و نتایج مزایای تمرین قالبی در اوایل مرحلهٔ اکتساب را نشان داد. در مقابل، مزایای تمرین تصادفی پس از تمرین آشکار می‌شود، که احتمالاً به‌دلیل این است که تمرین تصادفی سبب ایجاد استراتژی پاسخ و کنترل انعطاف‌پذیر[2] نسبت به تمرین قالبی می‌شود (نوگیرا و همکاران، ۲۰۲۳). بنابراین تمرین تصادفی می‌تواند یادداری را تسهیل کند. این نشان می‌دهد که ممکن است یک حد بالایی در میزان بسط بین تکلیفی وجود داشته باشد که باید برای مقدار معینی از تمرین برای افزایش یادگیری اطلاق شود. از طرف دیگر با توجه به برتری تمرین تصادفی بر تمرین قالبی، فرضیهٔ پردازش ناقص که به ضعف تمرین قالبی اشاره می‌کند، بیان می‌کند که تکرارهای تمرین قالبی به کاهش توجه و کاهش مرور در ارائه‌های بعدی منجر می‌شود، درحالی‌که تمرین تصادفی اجازهٔ عادت کردن را نمی‌دهد و در نتیجه یادداری بهتری ایجاد می‌کند. مهم‌تر از همه، فرضیهٔ فراموشی- بازسازی ادعا می‌کند که هر بار که یک ارائهٔ جدید در تمرین تصادفی رخ می‌دهد، طرح‌های حرکتی فراخوانی می‌شوند (بازسازی می‌شوند) زیرا فراموش شده‌اند. این پردازش در طول تمرین تصادفی در تضاد مستقیم با پردازشی است که در طول تمرین مسدود شده رخ می‌دهد، جایی که همان طرح حرکتی ممکن است در بافر حافظهٔ حرکتی حفظ شود، و از نیاز به یادآوری و بازسازی کامل اجتناب شود. که اعتقاد بر این است یادآوری‌های مکرر برنامه‌های حرکتی در طول تمرین تصادفی است که یادگیری حرکتی و یادداری مهارت را با ایجاد بازنمایی حافظه قوی‌تر افزایش می‌دهد (دایدریچ[3] و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین یافته‌های تحقیق اولیویر و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که در یک محیط بالینی، بهبود آهستهٔ عملکرد در طول تمرین نباید به‌عنوان پیش‌بینی منفی یادگیری در نظر گرفته شود، علاوه بر این، بهبود سریع در طول تمرین ممکن است منعکس‌کنندهٔ یک سطح چالش نامناسب باشد و باید به درمانگران پیشنهاد کرد که برای بهینه‌سازی یادگیری حرکتی، دشواری تکلیف را افزایش دهند.

از یافته‌های دیگر این پژوهش این بود که در مرحلهٔ برنامه‌ریزی مجدد گروه تصادفی با تشابه توالی بالا در مقایسه با سایر گروه‌ها از عملکرد بهتری برخوردار بود. فرضیهٔ بازسازی بیان می‌کند که افرادی که در معرض تمرین تصادفی قرار می‌گیرند، مجبور می‌شوند آمادگی حرکتی گسترده‌تری نسبت به افراد تمرین قالبی‌شده انجام دهند. این بازتولید فعال در مقابل به‌خاطر آوردن غیرفعال یک طرح حرکتی نه‌تنها بهبود پالایش عملیات شناختی درون کوششی را پیشرفت می‌دهد، بلکه قدرت حافظه را تسهیل می‌کند. برای مثال در

[1]. Sweller
[2]. Flexible response/control strategy
[3]. Diedrichs

In Press

تحقیقی، شرکت‌کنندگان حرکات متوالی از فشار دادن کلید را تمرین کردند که ترتیب فضایی و نسبی مشابهی داشتند، اما ساختار زمان بندی با توجه به مدت زمان مطلق آنها متفاوت بود (ایمینک و رایت، ۲۰۰۱). یافته‌های این تحقیق حاکی از حافظهٔ انعطاف‌پذیرتر برای زمان‌بندی مطلق پس از تمرین تصادفی بود و با استفاده از نظریهٔ طرحواره به‌عنوان مبنای نظری (اشمیت، ۱۹۷۵، ۱۹۸۵)، آنها پیشنهاد کردند که بهبود عملکرد حافظه در نتیجهٔ تمرین تصادفی به سمت ویژگی‌های پارامتری ساختار سطحی و ظاهری حرکت متمرکز می‌شود (ایمینک و رایت، ۲۰۰۱). از طرفی همان‌طورکه بیان شد زمانی‌که یک طرح از قبل آماده‌شده باید بازسازی شود تا بتوان نیازهای زمانی متفاوتی را مورد توجه قرار دهد، یک مجری نمی‌تواند صرفاً با لغو و برنامه‌ریزی مجدد، تنها بخش‌هایی را جایگزین کند که باید اصلاح شوند. در عوض، مجری باید همهٔ عناصر زمان‌بندی طرح حرکتی را دوباره برنامه‌ریزی کند و با توجه به اینکه فرض اصلی کارایی تمرین تصادفی این است که تمرین تصادفی نیاز به پردازش بیشتر در هر کوشش دارد، زیرا اطلاعات مربوط به طرح عمل برای کوشش فعلی در نتیجه تمرین حرکات مداخله‌ای فراموش شده است (جاکوبی، ۱۹۸۷). بنابراین، برای هر کوشش تمرینی، یادگیرنده باید به‌طور فعال پیش از اجرای حرکت آتی، یک طرح عمل را بازسازی کند. در مورد تمرین قالبی‌شده، یک طرح عمل که برای یک کوشش بعدی مناسب است، هنوز در حافظهٔ کاری باقی می‌ماند. بنابراین، فعالیت بازسازی در تمرین قالبی‌شده ممکن است نسبت به تمرین تصادفی کنار گذاشته شود یا به حداقل برسد. پس می‌توان گفت که تمرین تصادفی با تقویت فرایند بازسازی و اثرگذاری بر پردازش مرکزی به بهبود فرایند برنامه‌ریزی مجدد از طریق کاهش خطا و افزایش دقت عملکرد در افراد پارکینسونی کمک کند. علاوه بر این، در ارتباط با بازداری پاسخ برخی تحقیقات نشان داده‌اند که تجربهٔ تمرین، کنترل بازداری را بهبود می‌بخشد (ونگ و همکاران، ۲۰۲۲)، همچنین برخی تمرینات مانند تمرینات ورزشی هوازی فرایندهای مرتبط با کنترل بازداری را ارتقا می‌دهد (اسمیت[1] و همکاران، ۲۰۱۰).

تمرینات ورزشی می‌تواند انتقال عصبی دوپامین را بهبود بخشد و جریان خون مغزی موضعی را از طریق تنظیم نوروپلاستیسیته در جسم مخطط قشری افزایش دهد. چنین تغییراتی ممکن است به تقویت عقده‌های قاعده‌ای پایه و مدارهای عصبی قشر تالاموس منجر شود که در نهایت ممکن است به بهبود رفتارهای حرکتی، غیر حرکتی و شناختی در افراد مبتلا به پارکینسون منجر شود (فیورلی[2] و همکاران، ۲۰۱۹) و از آنجایی که از دست دادن دوپامین در جسم مخطط فرونتال با نقص شناختی همراه است، ناحیهٔ فرونتال یک ناحیه رفلکس مهم برای کنترل بازداری پاسخ در نظر گرفته می‌شود (ونگ و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین ممکن است تمرین تصادفی نوعی از تمریناتی باشد که سبب تغییر اتصالات قشر مغز و تقویت کنترل بازداری پاسخ شود.

در نهایت بر اساس محدودیت‌های پژوهش مانند جامعهٔ آماری محدود، در نظر نگرفتن مبنای عصبی اثر تداخل زمینه‌ای در مراحل اکتساب و یادگیری تکلیف حرکتی، همچنین عدم دستکاری میزان بازخورد و میزان کوشش‌ها، به‌نظر می‌رسد به‌منظور افزایش اعتبار هرچه بیشتر پژوهش حاضر، مطالعات آینده جامعهٔ آماری گسترده‌تری را در نظر بگیرند و از دستگاه نوار مغزی[3] به‌منظور بررسی دقیق مبنای عصبی اثر تداخل زمینه‌ای روی افراد مبتلا به پارکینسون استفاده کنند و همچنین با دستکاری میزان بازخورد و میزان کوشش‌ها به بررسی عمیق‌تر این اثر بپردازند.

تقدیر و تشکر

از تمامی مشارکت‌کنندگان در پژوهش کمال قدردانی را داریم.

References

Aghababaei, S, & Amiri, Sh. (2015). Visual-Spatial Component of Working Memory and Short-Term Memory in Students with Learning Disorders and in Normal Students. *Journal of Cognitive Psychology, Vol. 2, No.(4),1-9.* https://doi.org/ 20.1001.1.23455780.1393.2.4.1.0 (In Persian)

[1]. Smith
[2]. Fiorelli
[3]. Electroencephalography

In Press

Alipoor, A, Akbari, A, Imanifar, H, & Zaremkar, A. (2014). Effects of handedness, sex and age on the perception of time. *Cognitive Psychology Quarterly*, 2(2), 18-26. https://doi.org/ 20.1001.1.23455780.1393.2.2.3.8 (In Persian)

Sedian Maziar, Falah Mehtab, Norouzian Maryam, Nejat Sahrnaz, Delavar Ali, & Qasemzadeh Habib Elah.(2007). Preparing and determining the validity of the Persian version of the short mental state test. *Scientific Journal of the Medical Organization of the Islamic Republic of Iran*, 25(4), 1386 408-414. (In Persian)

Baladron, J, Vitay, J, Fietzek, T, & Hamker, Fred H. (2023). The contribution of the basal ganglia and cerebellum to motor learning: A neuro-computational approach. *PLoS computational biology*, *19*(4), 1-29.https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1011024

Beik, M, Taheri, Hamidrez, Saberi Kakhki, A, & Ghoshuni, M. (2020). Neural mechanisms of the contextual interference effect and parameter similarity on motor learning in older adults: an EEG study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *12*, 1-14. https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00173

Boutin, A, & Blandin, Y. (2010). On the cognitive processes underlying contextual interference: Contributions of practice schedule, task similarity and amount of practice. *Human movement science*, *29*(6), 910-920. https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.07.011

Buszard, T, Reid, M, Krause, L, Kovalchik, S, & Farrow, D. (2017). Quantifying contextual interference and its effect on skill transfer in skilled youth tennis players. *Frontiers in psychology*, *8*, 1-13. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01931

Chalavi, S, Pauwels, L, Heise, K-F, Zivariadab, H, Maes, C, Puts, N AJ,... Swinnen, S P. (2018). The neurochemical basis of the contextual interference effect. *Neurobiology of aging*, *66*, 85-96. https://doi.org/ 10.1016/j.neurobiolaging. 2018.02.014

Cheong, JPG, Lay, B, & Razman, R. (2016). Investigating the contextual interference effect using combination sports skills in open and closed skill environments. *Journal of sports science & medicine*, *15*(1), 167

Davidsdottir, S, Cronin-Golomb, A, & Lee, A. (2005). Visual and spatial symptoms in Parkinson's disease. *Vision research*, *45*(10), 1285-1296 . https://doi.org/10.1016/j.visres.2004.11.006

Deroost, N, Baetens, K, Jochen, V, & Kerckhofs, E. (2018). Anodal tDCS of the primary motor cortex and motor sequence learning in a large sample of patients with Parkinsons disease. *Neuropsychiatry*, *8*(1), 35-46.

Diedrichs, V A, Lundine, J P, Blackett, D S, Durfee, A Z, Pan, X Jeff, & Harnish, S M. (2023). A randomized crossover single-case series comparing blocked versus random treatment for anomia. *Neuropsychological Rehabilitation*, *33*(5), 821-848. https://doi.org/10.1080/09602011.2022.2050411

Du, G, Zhuang, P, Hallett, M, Zhang, Y-Q, Li, J-Y, & Li, Y-J. (2018). Properties of oscillatory neuronal activity in the basal ganglia and thalamus in patients with Parkinson's disease. *Translational neurodegeneration*, *7*(1), 1-13.

Fearon, C, Newman, L, Quinlivan, B, Butler, J, Lynch, T, & Reilly, R. (2015). INVESTIGATION OF MOTOR LEARNING IN PARKINSON'S DISEASE USING AN ACTION ACQUISITION TASK BMJ Publishing Group Ltd.86(11):.1-12 .http:// doi.org/10.1136/jnnp-2015-312379.175

Fiorelli, C. M., Ciolac, E. G., Simieli, L., Silva, F. A., Fernandes, B., Christofoletti, G., & Barbieri, F. A. (2019). Differential acute effect of high-intensity interval or continuous moderate exercise on cognition in individuals with Parkinson's disease. *Journal of Physical Activity and Health*, *16*(2), 157-164. http:// doi.org/ 10.1123/jpah.2018-0189

In Press

Galea, J. M., Bestmann, S., Beigi, M., Jahanshahi, M., & Rothwell, J. C. (2012). Action reprogramming in Parkinson's disease: response to prediction error is modulated by levels of dopamine. *J Neurosci*, *32*(2), 542-550. http:// doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3621-11.2012

Galvan, A Devergnas, A, & Wichmann, Th. (2015). Alterations in neuronal activity in basal ganglia-thalamocortical circuits in the parkinsonian state. *Frontiers in neuroanatomy*, 9, 5.1-21 http:// doi.org/10.3389/fnana.2015.00005

Graser, J V, Bastiaenen, C HG, Gut, A, Keller, U & van Hedel, H JA. (2021). Contextual interference in children with brain lesions: a pilot study investigating blocked vs. random practice order of an upper limb robotic exergame. *Pilot and Feasibility Studies*, *7*(1), 1-16 http:// doi.org/10.1186/s40814-021-00866-4

Haaland, K Y, Harrington, D L, O'Brien, Sh, & Hermanowicz, N. (1997). Cognitive–motor learning in Parkinson's disease. *Neuropsychology*, *11*(2), 180-186. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0894-4105.11.2.180

Ilieva, I. P., Hook, C. J., & Farah, M. J. (2015). Prescription stimulants' effects on healthy inhibitory control, working memory, and episodic memory: a meta-analysis. Journal of cognitive neuroscience, 27(6), 1069-1089. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00776

Immink, M A, & Wright, D L. (2001). Motor programming during practice conditions high and low in contextual interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *27*(2), 423-437.https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-1523.27.2.423

Jacoby, L L. (1978). On interpreting the effects of repetition: Solving a problem versus remembering a solution. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, *17*(6), 649-667. https://doi.org/10.1016/S0022-5371(78)90393-6

Jennings, P J. (1995). Evidence of incomplete motor programming in Parkinson's disease. *Journal of Motor Behavior*, *27*(4), 310-324.https://doi.org/10.1080/00222895.1995.9941720

Kang, Hyu. (2021). Sample size determination and power analysis using the G* Power software. *Journal of educational evaluation for health professions*, *18*.

Lee, T. D., Swinnen, S. P., & Serrien, D. J. (1994). Cognitive effort and motor learning. *Quest*, *46*(3), 328-344. https://doi.org/10.1080/00336297.1994.10484130

Moreno, F. J., & Ordoño, E. M. (2014). Variability and practice load in motor learning.[Variabilidad y carga de práctica en el aprendizaje motor]. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte.11*(39), 62-78. https://doi.org/10.5232/ricyde

Nogueiraa, N d H M, Lagea, G M, Scalzoc, P L, de Paula Ferreiraa, B, Mattedib, R Sth H, Meirab, Paula Aa,. de Assis, S E S. (2023). Contextual interference on the motor learning of individuals with Parkinson's disease: a review study.

Olivier, G. N., Paul, S. S., Lohse, K. R., Walter, C. S., Schaefer, S. Y., & Dibble, L. E. (2019). Predicting motor sequence learning in people with Parkinson disease. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, *43*(1), 33-41. https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000251

Pauwels, L., Swinnen, S. P., & Beets, I. A. (2014). Contextual interference in complex bimanual skill learning leads to better skill persistence. *PLoS One*, *9*(6), e100906. https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0100906

Pauwels, L, Chalavi, S, Gooijers, J, Maes, C, Albouy, G, Sunaert, S, & Swinnen, S P. (2018). Challenge to promote change: the neural basis of the contextual interference effect in young and older adults. *Journal of Neuroscience*, *38*(13), 3333-3345. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI

Pollock, C L, Boyd, L A, Hunt, M A, & Garland, S J (2014). Use of the challenge point framework to guide motor learning of stepping reactions for improved balance control in people with stroke: a case series. *Physical therapy*, *94*(4), 562-570. https://doi.org/10.2522/ptj.20130046

In Press

Schorn, J M. (2020). *Contextual Interference Effect in Motor Skill Learning: An Empirical and Computational Investigation.* Paper presented at the Proceedings of the Annual Conference of the Cognitive Science Society.2043-2049

Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological review*, *82*(4), 225.

Schmidt, R. A. (1985). The 1984 CH McCloy research lecture: The search for invariance in skilled movement behavior. *Research quarterly for exercise and sport*, *56*(2), 188-200.

Schmidt, R. A., & Lee, T. (2011). Motor control and learning: A behavioral emphasis. Champaign, IL: Human Kinetics.

Seydian, M, Falah, M, Nowruzian, N, , Nejat, S, Delavar, A, &, Qasim Zadeh Habib, E. (2007). Preparing and validating the Persian version of the Short Test of Mental Status. *Scientific Journal of Medical Organization of the Islamic Republic of Iran*, *4*, 408-414.

Sidaway, B., Ala, B., Baughman, K., Glidden, J., Cowie, S., Peabody, A.,... & Wright, D. L. (2016). Contextual interference can facilitate motor learning in older adults and in individuals with Parkinson's Disease. *Journal of motor behavior*, *48*(6), 509-518.

Siquier, A, & Andrés, P. (2021). Cognitive and behavioral inhibition deficits in Parkinson's disease: The hayling test as a reliable marker. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *12*, ,1-13. https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.621603

Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Hoffman, B. M., Cooper, H., Strauman, T. A., Welsh-Bohmer, K.,... & Sherwood, A. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosomatic medicine*, *72*(3), 239. https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e3181d14633

Sweller, J, van Merriënboer, J JG, & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational psychology review*, *31*, 261-292.

Thürer, B, Gedemer, S, Focke, A, & Stein, Th. (2019). Contextual interference effect is independent of retroactive inhibition but variable practice is not always beneficial. *Frontiers in human neuroscience*, *13*, 165. 1-9.https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00165

Verwey, W B, Wright, D L, & Immink, M A. (2022). A multi-representation approach to the contextual interference effect: effects of sequence length and practice. *Psychological research*, *86*(4), 1310-1331.https://doi.org/10.1007/s00426-021-01543-0

Wang, X, Abdullah, B, & Samsudin, Sh. (2022). The Effect Of Contextual Interference On Motor Learning Among Healthy Adolescents: A Systematic Review. *Journal of Positive School Psychology*, *6*(7), 4545-4580.

Wood, CA, & Ging, C A. (1991). The role of interference and task similarity on the acquisition, retention, and transfer of simple motor skills. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *62*(1), 18-26 https://doi.org/10.1080/02701367.1991.10607514

Wright, D. L., Magnuson, C. E., & Black, C. B. (2005). Programming and reprogramming sequence timing following high and low contextual interference practice. *Res Q Exerc Sport*, *76*(3), 258-266. https://doi.org/10.1080/02701367.2005.10599297

Wright, D L, Black, Ch, Park, J-H, & Shea, Ch H. (2001). Planning and executing simple movements: Contributions of relative-time and overall-duration specification. *Journal of motor behavior*, *33*(3), 273-285. https://10.1080/00222890109601913

Zhuo, W, Lundquist, A J, Donahue, E K, Guo, Yumei, Ph, Derek, P, Giselle M, Holschneider, D P. (2022). A mind in motion: Exercise improves cognitive flexibility, impulsivity and alters dopamine receptor gene expression in a Parkinsonian rat model. *Current Research in Neurobiology*, *3*, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.crneur.2022.100039

In Press