



Original Article

Evaluation of upper extremity motor performance and cognitive functions in older adults following cognitive-coordination exercises: Effects of life kinetik training

Shohre Mardasangi Dulabi¹, Maryam Nezakat Alhosseini², Mehdi Rafeie Broujeni², Shahram Lenjannejadian³

1. PhD Student in Motor Learning and Control, Department of Motor Behavior and Sports Management, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

2. Department of Motor Behavior and Sports Management, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

3. Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Received: 29/08/2025, Accepted: 26/10/2025, Published: 22/06/2026

* Corresponding Author: Maryam Nezakat Alhosseini, E-mail: nezakat@spr.ui.ac.ir

How to Cite: Mardasangi Dulabi S., Rafeie Broujeni M., Lenjannejadian S. Evaluation of upper extremity motor performance and cognitive functions in older adults following cognitive-coordination exercises: Effects of life kinetic training. Motor Behavior, 2026; 18(64): 109-134. <https://doi.org/10.22089/mbj.2025.18414.2230>.

Extended Abstract

Background and Purpose

control is influenced by higher-order cognitive processes and plays a vital role in performing complex activities, effective interventions to preserve these capabilities in old age are essential. Structured upper-limb exercises requiring active sensory information processing can effectively activate cortical regions associated with cognition as well as motor areas. The level of cortical activation may vary depending on hand function and activity. This suggests a predictive relationship between cognitive function and upper-limb motor performance—indeed, higher cognitive function appears to correlate with enhanced upper-limb motor performance. Life Kinetik training is a mind-body exercise that integrates three key components—cognitive challenges, motor activities, and visual-perceptual training (particularly peripheral visual perception). Research indicates that such training can improve cognitive functions, especially executive functions, as well as enhance physical abilities. Accordingly, the present study aimed to examine the effects of Life Kinetik



training on upper limb motor function (grip strength, manual dexterity, motor coordination, and arm stability) and executive functions in elderly women.

Methods

This quasi-experimental study employed a pretest-posttest control group design involving 30 elderly women aged over 60 years. The inclusion criteria were: (1) age > 60 years, (2) no history of acute cardiopulmonary diseases, traumatic brain injuries, or orthopedic conditions, (3) absence of severe physical impairments, (4) ability to walk independently without assistive devices, (5) minimum score of 21 on the Mini Mental State Examination, and (6) ability to complete a buttoning test in <25 seconds. Exclusion criteria included unwillingness to continue participation or missing >3 training sessions. Ethical approval (code: IR.UI.REC.1403.142) was obtained from the University of Isfahan Research Ethics Committee, and written informed consent was acquired from all participants. Participants were purposively sampled from the elderly population of Isfahan and randomly allocated to either an experimental group ($n = 15$) or a control group ($n = 15$). The experimental group completed 12 weeks of Life Kinetik training (3 sessions/week, 60 minutes/session). The duration of each session was 60 minutes. The first 15 minutes were dedicated to stretching and breathing exercises. In the next 30 minutes, Life Kinetik exercises were performed using equipment such as balls, napkins, ropes, and rackets, progressing from simple and basic to more complex patterns. Also, a 30-second rest period was considered between each exercise. At the end of the training session, the recovery phase was performed for 15 minutes, focusing on low-intensity stretching movements. The Pegboard, Dynamometer, Finger-to-Nose, Arm Stability, and Tower of London tests were used to measure manual dexterity, grip strength, coordination, arm stability, and executive functions, respectively. Analysis of variance with repeated measures was used to analyze the data.

Results

For grip strength, the within-group effect ($F(1,28) = 19.278$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.408$) and the interaction of time $\times$ group ($F(1,28) = 21.648$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.436$) were significant. Post hoc analysis revealed that the mean grip strength in the experimental group significantly increased after the intervention compared to the control group ($p = 0.050$, mean difference = 3.53). For manual dexterity, the time $\times$ group interaction was significant ($F(1,28) = 18.797$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.404$). Bonferroni post hoc analysis showed significant within-group changes in the experimental group ($p < 0.001$, mean difference = 1.80), and between-group comparison revealed significantly higher scores in the experimental group compared to the control ($p = 0.003$, mean difference = 1.60). In motor coordination, the between-group effect ($F(1,28) = 10.909$, $p = 0.003$, $\eta^2 = 0.280$), time $\times$ group interaction ($F(1,28) = 5.626$, $p = 0.025$, $\eta^2 = 0.167$), and within-group effect ($F(1,28) = 16.085$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.365$) were all significant. Post hoc tests showed that the experimental group significantly outperformed both its own pretest scores and the control group in the posttest ($p < 0.001$, mean difference = 4.93). For arm stability, a significant time $\times$ group interaction was observed for all three wrist stability components. Post hoc analysis indicated that in within-group comparisons, the experimental group demonstrated statistically significant improvements in Yaw-Pitch ($p < 0.001$, mean difference = 6.66), Yaw-Roll ($p = 0.002$, mean difference = 6.57), and Roll-Pitch ($p < 0.001$, mean difference = 6.57), and the mean scores of all three components—Yaw-Pitch, Yaw-Roll, and Roll-Pitch—decreased significantly in the experimental group after performing the exercises. Between-group comparisons demonstrated statistically superior performance in the experimental group in Yaw-Pitch ($p = 0.037$, mean difference = 6.55), Yaw-Roll

($p = 0.041$, mean difference = 6.57), and Roll-Pitch ($p = 0.040$, mean difference = 6.56). For executive functions (Tower of London test), the within-group effect ($F(1,28) = 11.487$, $p = 0.002$, $\eta^2 = 0.291$) and the time $\times$ group interaction ($F(1,28) = 18.699$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.400$) were significant. Post hoc analysis indicated that the mean executive function score in the experimental group significantly increased after the intervention ($p < 0.001$, mean difference = 4.40), and between-group comparison also showed significantly higher scores in the experimental group compared to the control (mean difference = 2.73, $p = 0.046$).

Conclusion

The aim of this study was to investigate the effects of Life Kinetik coordination-cognitive training on upper-limb motor performance and executive functions in older adults. The results demonstrated that eight weeks of Life Kinetik training significantly improved upper-limb motor function in the elderly. These findings align with prior research highlighting the positive effects of dual-task motor-cognitive exercises on motor performance. Life Kinetik exercises incorporate three core components: (1) cognitive tasks, (2) simultaneous multitasking, and (3) motor activities. These exercises combine unconventional movements, concurrent processing of multiple sensory stimuli, and cognitive challenges, which collectively enhance neuromuscular activation and elevate motor control. Furthermore, the eight-week intervention led to measurable improvements in executive functions among participants. This outcome is consistent with studies demonstrating the efficacy of motor-cognitive training in stimulating prefrontal neural networks and enhancing cognitive flexibility. The observed benefits may be attributed to Life Kinetik's role in upregulating brain-derived neurotrophic factor (BDNF). By reinforcing memory processes, boosting metabolic efficiency, and promoting synaptic plasticity, BDNF appears to critically underlie the enhancement of executive functions. From an applied perspective, the present findings indicate that Life Kinetik exercises can be employed as a simple, engaging, and accessible method for the rehabilitation of older adults. Improvements in grip strength and manual dexterity can enhance seniors' independence in activities such as grasping objects, fastening buttons, or writing. Furthermore, the enhancement of executive functions can strengthen decision-making abilities, problem-solving skills, and the management of daily tasks such as medication adherence or financial management. This holds significant practical importance, as the integration of cognitive and motor components in training induces comprehensive adaptations in the nervous system that extend beyond a single domain and may contribute to improved quality of life.

Keywords: Upper Extremity, Motor Performance, Executive Functions, Cognitive-Coordination, Elderly

Article Message

The Life Kinetik coordination-cognitive training model is a non-invasive method that can be implemented in various settings (e.g., clinical centers, home environments) with minimal cost and adverse effects. Therefore, these exercises may represent a promising intervention for enhancing motor and cognitive functions and, ultimately, improving the quality of life in older adults.

Ethical Considerations

The present study was conducted after confirmation and receiving the code of ethics (IR.UI.REC.1403.142) from the Scientific Research Committee of the University of Isfahan.

Authors' Contributions

Conceptualization: The second and third authors

Data Collection: The first author

Data Analysis: The fourth author

Manuscript Writing: The first author

Review and Editing: Second and fourth authors

Responsible for funding: [Not specified in original]

Literature Review: The first, second, and third authors

Project Manager: Second author

Any other Contributions: *[Not specified in original]*

Conflict of Interest

No conflict of interest has been declared by the authors.

Acknowledgments

This article is extracted from a doctoral dissertation. We sincerely thank the elderly women who took part in this study.



ارزیابی تغییرات عملکرد حرکتی اندام فوقانی و کارکردهای شناختی سالمندان پس از انجام تمرینات هماهنگی-شناختی: آثار اجرای تمرینات لایف کینتیک
شهره مرداسنگی دولابی^۱ , مریم نزاکت الحسینی^{۲*} , مهدی رافعی بروجنی^۲ , شهرام لنجان نژادیان^۳

۱. دانشجوی دکتری یادگیری و کنترل حرکتی، گروه رفتار حرکتی و مدیریت ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان،
۲. گروه رفتار حرکتی و مدیریت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۳. گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۰۴، تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

*نویسنده مسئول: مریم نزاکت الحسینی، E-mail: nezakat@spr.ui.ac.ir

How to Cite: Mardasangi Dulabi S., Rafeie Broujeni M., Lenjannejadian S. Evaluation of upper extremity motor performance and cognitive functions in older adults following cognitive-coordination exercises: Effects of life kinetic training. Motor Behavior, 2026; 18(64): 109-134. <https://doi.org/10.22089/mbj.2025.18414.2230>.

چکیده

کاهش فعالیت روزمره سالمندان باعث تغییرات کاهنده در عملکرد حرکتی اندام‌های فوقانی می‌شود که وابستگی افراد به دیگران را افزایش می‌دهد؛ بنابراین هدف این پژوهش بررسی تأثیر تمرینات هماهنگی-شناختی لایف کینتیک بر عملکرد حرکتی اندام فوقانی و کارکردهای شناختی سالمندان بود. پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود که روی ۳۰ زن سالمند انجام شد. افراد به طور هدفمند انتخاب شده و به صورت تصادفی به دو گروه تمرینات تجربی و کنترل تقسیم شدند. دوره تمرینی دوازده هفته طول کشید و از افراد پیش‌آزمون و پس‌آزمون گرفته شد. از دینامومتر، آزمون پگ‌بورد، انگشت و بینی، پایداری بازو و برج‌لندن، به ترتیب برای اندازه‌گیری قدرت گرفتن، چالاکی دستی، هماهنگی، ثبات بازو و کارکردهای اجرایی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری (۲×۲) انجام شد. نتایج پژوهش نشان داد که اثر متقابل زمان در گروه بر امتیاز قدرت عضلانی، چالاکی دستی، ثبات بازو، هماهنگی حرکتی و کارکردهای اجرایی معنادار بود. نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که در مقایسه درون‌گروهی، میانگین امتیاز در گروه تجربی بعد از انجام تمرینات به طور معناداری بهتر از قبل تمرین بود و در بررسی بین‌گروهی عملکرد در گروه تجربی به طور معناداری بهتر از گروه کنترل بود. به نظر می‌رسد تمرینات لایف کینتیک بتواند به عنوان یک شیوه تمرینی ساده و قابل اجرا با ترکیب فعالیت‌های حرکتی هماهنگ و چالش‌های شناختی، برای بهبود عملکرد حرکتی اندام فوقانی و کارکردهای اجرایی در سالمندان استفاده شود.

واژگان کلیدی: اندام فوقانی، عملکرد حرکتی، کارکردهای اجرایی، هماهنگی-شناختی، سالمندی.



مقدمه

جمعیت افراد شصت سال و بیشتر به طور پیوسته در حال افزایش است و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰، ۲۲ درصد از جمعیت جهان را تشکیل دهد. سالخوردگی جمعیت جهان و مسائل اجتماعی و اقتصادی ناشی از آن به‌عنوان یکی از فراگیرترین چالش‌ها در سال‌های اخیر ظاهر شده است (۱). با افزایش سن، به دلیل کاهش کارکردهای جسمانی، فعالیت‌های روزمره زندگی محدود می‌شود. کاهش فعالیت روزمره سالمندان باعث تغییراتی در عملکرد حرکتی اندام‌های فوقانی می‌شود که وابستگی افراد را به دیگران افزایش می‌دهد و بر کیفیت زندگی تأثیر می‌گذارد. عملکرد حرکتی اندام‌های فوقانی از جمله دست‌ها، در بالاترین سطح شناختی در بین فعالیت‌های بدنی قرار دارد و نقش مهمی در انجام حرکات پیچیده ایفا می‌کند (۲). برای بررسی عملکرد حسی حرکتی بهینه اندام فوقانی، یک یا چند پارامتر در نظر گرفته می‌شود. این پارامترها شامل قدرت گرفتن، چالاکی دستی، هماهنگی حرکتی و ثبات بازو است (۳).

قدرت عضلانی به‌عنوان مقدار نیرویی که یک عضله می‌تواند در برابر مقاومت اعمال کند، تعریف می‌شود. قدرت کافی در اندام فوقانی برای دسترسی، گرفتن و دست‌کاری اشیاء ضروری است (۳). قدرت گرفتن دست به‌عنوان شاخصی از قدرت عضلانی و سلامتی برای بزرگسالان مسن استفاده می‌شود (۴). مطالعات هوبنر^۱ و همکاران (۴) و اوکیف^۲ و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که با افزایش سن، کاهش قدرت گرفتن اتفاق می‌افتد؛ به طوری که با افزایش هر سال، قدرت گرفتن حدود ۰/۴۰ کیلوگرم کاهش می‌یابد. دست، فعال‌ترین و تعاملی‌ترین قسمت از اندام فوقانی است. اصطلاح چالاکی دستی برای توصیف طیف گسترده‌ای از توانایی‌ها و عملکردهای مختلف دست به کار می‌رود (۵). نتایج پژوهش رول^۳ و همکاران نشان داد که افراد سالمند جوان‌تر (۶۰-۶۹ سال) نمره بهتری در آزمون چالاکی دستی پگبورد نسبت به افراد بیشتر از ۸۰ سال کسب کردند. این نتایج تأکید می‌کند چالاکی دستی با افزایش سن کاهش می‌یابد و این پدیده ممکن است بر عملکرد روزمره افراد تأثیر بگذارد. هماهنگی حرکتی پیش‌نیاز اساسی برای عملکرد حرکتی اندام فوقانی است. هماهنگی به‌عنوان ظرفیتی برای اجرای یک حرکت کنترل شده با دقت و سرعت تعریف می‌شود (۶). با گذشت زمان و افزایش سن، نقص حسی حرکتی در افراد مسن افزایش می‌یابد و بیشتر در معرض خطر ناهماهنگی اندام فوقانی قرار می‌گیرند (۷). ثبات بازو یکی دیگر از پارامترهای مهم برای سنجش عملکرد حرکتی اندام فوقانی است. کنترل حرکات ظریف در دست نیازمند توانایی حفظ اندام فوقانی در وضعیت ثابت در برابر گرانش با حداقل حرکت یا نوسان غیرارادی است. این نوع ثبات بازو در انجام فعالیت‌های روزمره مانند دست زدن به کلید چراغ یا چرخاندن کلید برای باز کردن در بسیار اهمیت دارد. اینگرام^۴ و همکاران نشان دادند که در دوران سالمندی، ثبات بازو کاهش می‌یابد (۳).

علاوه بر افت کارکردهای جسمانی که می‌تواند باعث کاهش عملکرد حرکتی اندام فوقانی شود، افت کارکردهای شناختی نیز می‌تواند بر تضعیف عملکرد حرکتی اندام فوقانی نقش داشته باشد. کارکردهای شناختی به طیف گسترده‌ای از توانایی‌های فکری که به کسب، پردازش، ذخیره، و بازیابی اطلاعات درمورد خود و محیط اطراف است، اشاره دارد. کارکردهای اجرایی یکی از مهم‌ترین کارکردهای شناختی هستند که تحت تأثیر فرایند افزایش سن قرار می‌گیرند (۸). این کارکردها توانایی‌های

1Huebner

2O'Keef

3Rule

4Ingram

اصلی شناختی هستند که برای تعامل با محیط در فعالیتهای روزانه لازم است و طیف گسترده‌ای از توانایی‌های شناختی را شامل می‌شوند. به طور خاص، کارکردهای اجرایی با عملکرد حرکتی اندام فوقانی از جمله مهارت‌های حرکتی ظریف (۷)، قدرت گرفتن (۹) و هماهنگی دودستی (۱۰، ۱۱) مرتبط است. مون و جانگ^۱ پژوهشی مروری با هدف بررسی رابطه بین کارکرد شناختی و کارکرد اندام‌های فوقانی در سالمندان انجام دادند. از هشت مطالعه وارد شده در این مرور، هفت مطالعه نشان داد که عملکرد حرکتی اندام فوقانی تحت تأثیر افزایش سن قرار می‌گیرد و کارکرد شناختی سالمندان و بیماران مبتلا به زوال عقل، بر عملکرد حرکتی اندام فوقانی تأثیر می‌گذارد و ارتباط متقابل میان آن‌ها وجود دارد (۲).

نظریه بازنگری شده داربست‌سازی پیری و شناخت بیان می‌کند که با افزایش سن یک‌سری تغییرات ساختاری و عملکردی منفی و مثبت در مغز اتفاق می‌افتد. تغییرات ساختاری منفی مغز مانند کوچک شدن حجم مغز (آتروفی)، نازک شدن قشر مغز، کاهش یکپارچگی ماده سفید (که مانند کابل‌های ارتباطی مغز عمل می‌کند) و کاهش سطح انتقال‌دهنده‌های عصبی مثل دوپامین و تخریب عملکردی مغز شامل تغییرات در الگوی فعالیت مغز است. مثلاً مغز سالمند برای انجام یک کار، نواحی گسترده‌تری را فعال می‌کند که می‌تواند نشانه‌ای از کم‌تخصصی شدن نواحی مغز باشد؛ اما از سوی دیگر تغییرات مثبت یا جبرانی با فرایند افزایش سن اتفاق می‌افتد. مغز برای جبران تخریب‌های ذکر شده، راهکارهایی را به کار می‌گیرد. این راهکارها شبیه به نصب داربست در اطراف یک ساختمان قدیمی هستند تا از فروپاشی آن جلوگیری کنند و به آن اجازه دهند به کار خود ادامه دهد. این داربست‌سازی، شکلی از انعطاف‌پذیری عصبی مثبت است که سعی می‌کند اثرات منفی پیری را خنثی کند. سطح عملکرد شناختی هر فرد در یک مقطع زمانی، حاصل تعادل بین میزان تخریب عصبی و میزان داربست‌سازی جبرانی است. این نظریه بیان می‌کند، غنی‌سازی منابع عصبی که شامل روش‌هایی است که ذخیره مغزی ما را افزایش می‌دهد، مغز را در برابر پیری مقاوم‌تر می‌کند. این عوامل می‌توانند به طور مستقیم بر ساختار و عملکرد مغز تأثیر بگذارند. یکی از مهم‌ترین روش‌های غنی‌سازی، انجام فعالیت بدنی و یادگیری مهارت‌های حرکتی جدید است. ورزش با افزایش انعطاف‌پذیری عصبی، توانایی مغز برای ساختن داربست‌های جبرانی را تقویت می‌کند (۱۳، ۱۲). همچنین نظریه یکپارچگی شناختی-حرکتی بیان می‌کند که پردازش‌های شناختی و حرکتی به طور هم‌زمان و در شبکه‌های عصبی مشترک انجام می‌شود. لایزن و همکاران اظهار کردند، فعالیت بدنی ترکیبی که مستلزم درگیری شناختی است، می‌تواند منجر به افزایش یکپارچگی شبکه‌های عصبی و در نتیجه بهبود عملکرد در هر دو حیطه شود (۱۴). مطالعات سیستماتیک و نظام‌مند نشان داده‌اند که برخلاف تمرینات فقط جسمانی مثلاً تمرینات قدرتی، تمرینات ذهنی-بدنی می‌توانند به طور هم‌زمان بر بدن و مغز بار وارد کنند و آن را به چالش بکشند. این چالش دوگانه دقیقاً همان چیزی است که فرایند داربست‌سازی را تحریک می‌کند (۱۲)؛ بنابراین اگرچه ضعف شناختی و جسمانی در افراد مسن شایع است، تمرینات ذهنی-بدنی در تقویت عملکردهای شناختی و جسمانی و ساخت داربست‌های جبرانی مغز مؤثر هستند (۱۵، ۱۳). در پژوهشی اخیر، تایت^۲ و همکاران نشان دادند که تمرین هم‌زمان وظایف ذهنی-بدنی منجر به بهبود در خورتوجهی در کارکردهای شناختی از جمله شناخت کلی و کارکردهای اجرایی (بازداری، حافظه کاری و انعطاف‌پذیری شناختی)، در مقایسه با تمرین جسمی یا شناختی جداگانه می‌شود (۱۶). تقویت کارکردهای اجرایی، اصلی‌ترین نتیجه داربست‌سازی جبرانی است. وقتی این

1Moon & Jung

2Scaffolding Theory of Aging and Cognition

3Tait

سیستم به صورت مستقیم تمرین داده شود، توانایی مغز برای ساخت و استفاده از داربست‌ها افزایش می‌یابد. تمرینات ذهنی-بدنی از دو طریق ذخیره مغزی ما را افزایش می‌دهند: یکی از طریق ورزش بدنی که با بهبود سلامت عروق خونی، افزایش جریان خون مغز و ترشح فاکتورهای نوروتروفیک (BDNF)^۱ که مانند غذای سلول‌های عصبی عمل می‌کنند، ساختار فیزیکی مغز را تقویت می‌کنند و با ایجاد پاسخ هم‌افزایی باعث آنژیوژنز^۲ در قشر و مخچه می‌شوند؛ دوم از طریق تمرین ذهنی که با درگیر کردن مداوم مغز در یادگیری و حل مسئله، شبکه‌های عصبی را غنی و پیچیده‌تر می‌کنند؛ به عنوان مثال، تحقیقات نشان داده‌اند که تمرینات تای چی این پتانسیل را دارد که فرایند جبرانی داربست‌سازی عصبی را که در نظریه داربست‌سازی پیری و شناخت تشریح شده است، تقویت کنند (۱۹-۱۷).

یکی از تمرینات ذهنی-بدنی طراحی شده توسط لوتز^۳، تمرینات لایف کینتیک است (۲۰). تمرینات لایف کینتیک ترکیبی از فعالیت‌های حرکتی هماهنگ، چالش‌های شناختی و آموزش ادراک بصری است (۲۱). این تمرینات بر ترکیب حرکات اندام‌ها از جمله گرفتن، پرتاب کردن، هماهنگی چشم و اندام‌ها و الگوهای پیچیده و متنوعی از حرکات تأکید دارند (۲۲). تنوع حرکات در تمرینات لایف کینتیک بر رشد مغز انسان از طریق افزایش گردش خون به مغز تأثیر می‌گذارد و سلول‌های مغزی را به خصوص در ناحیه هیپوکامپ تحریک می‌کند (۲۳). همچنین سبب نوروپلاستیسته مغز به‌ویژه در نواحی‌ای از مغز می‌شود که مربوط به بینایی، شنوایی و مهارت‌های حرکتی است (۲۴). تمرینات لایف کینتیک به‌عنوان یک برنامه آموزشی هماهنگی-شناختی، فرایند یادگیری را تحریک (۲۵)، هماهنگی سیستم عصبی و اسکلتی-عضلانی را افزایش می‌دهد و منجر به پاسخ حرکتی سریع، دقیق و متعادل می‌شود (۲۶). این تمرینات به‌عنوان ترکیب متنوعی از فعالیت‌های حرکتی هماهنگ، به مغز انسان، به‌ویژه به قسمت قشر مغز، اجازه می‌دهد تا روابط مختلفی را ایجاد کند و سیناپس‌های جدیدی را در مغز تشکیل دهد (۲۷)؛ در نتیجه سبب بهبود کارکردهای شناختی مانند حافظه بلندمدت (۲۳)، توجه (۲۹)، حافظه پویا، یادگیری سریع و باکیفیت (۲۴)، سرعت واکنش (۲۲) و سرعت تصمیم‌گیری (۲۱)، کارکردهای اجرایی (۳۱، ۳۰، ۲۱) و همچنین پارامترهای مختلف فیزیولوژیک (۲۴) و جسمانی مانند هماهنگی (۳۲-۳۳) چابکی (۲۲)، قدرت (۳۴) و تعادل (۲۱) در جمعیت‌های جوان و ورزشکار شود. نتایج معدود تحقیقاتی که از تمرینات لایف کینتیک برای سالمندان استفاده کرده‌اند، نشان می‌دهد این تمرینات می‌توانند سبب بهبود تمرکز و سطح فعالیت بدنی (۳۵)، سرعت پردازش اطلاعات (۳۶) و کاهش ترس از افتادن (۳۷) در این افراد شوند.

به طور خلاصه، کارکردهای شناختی با کارکردهای حرکتی اندام فوقانی مانند مهارت‌های حرکتی ظریف، حرکات متناوب ساعد و هماهنگی دوطرفه، مرتبط دانسته شده‌اند و ضعف در مهارت‌های دستی با افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های زوال عصبی همراه است. علاوه بر این، تغییرات کارکرد حرکتی، به‌ویژه در کارکردهای پیشرفته‌تر اندام فوقانی، با کاهش توانایی انجام فعالیت‌های روزمره در سالمندی مانند دراز کردن دست و گرفتن اشیاء برای انجام کارهایی نظیر آماده‌سازی غذا ارتباط دارند (۳۸). این یافته‌ها اهمیت بررسی روش‌های مداخله‌ای ترکیبی ذهنی-بدنی در سالمندان را نشان می‌دهد. تأثیر این تمرینات بر فعالیت‌های حرکتی اندام تحتانی مانند راه رفتن بیشتر مشخص شده است (۴۱-۳۹)، اما براساس مطالعه محققان، تأثیر این تمرینات بر فعالیت‌های حرکتی اندام فوقانی کمتر مشاهده شده است. از منظر نظریه داربست‌سازی پیری

1 Brain-Derived Neurotrophic Factor

2 Angiogenesis

3 Lutz

و شناخت، ورزش‌های ذهنی-بدنی نه تنها یک فعالیت بدنی، بلکه مداخله غنی‌سازی عصبی‌اند (۱۹-۱۷)؛ لذا ممکن است به دلیل وجود رابطه مشابه بین کارکردهای شناختی و حرکتی اندام فوقانی که بر فعالیت‌های روزمره تأثیر می‌گذارند، به‌ویژه اینکه عملکرد کارکردهای اجرایی هم به کارکرد حرکتی دست‌ها و بازوها (کارکردهای بدنی) و هم به فعالیت‌های عملکردی اندام فوقانی (مانند آماده‌سازی غذا، لباس پوشیدن) مرتبط است و وجود چنین رابطه‌ای با توجه به زیربنای عصبی مشترک این کارکردهای شناختی و حرکتی مورد انتظار، یعنی ارتباط متقابل ساختارهای زیرقشری، مخچه و لوب پیشانی و نقش آن‌ها در حرکات برنامه‌ریزی‌شده و هدفمند (۳۸)، استفاده از تمرینات ذهنی-بدنی بتواند مداخله‌ای مناسب برای ارتقای کارکردهای شناختی و عملکرد حرکتی اندام فوقانی در سالمندان باشد. تمرینات ساختاریافته اندام‌های فوقانی که نیاز به پردازش فعال اطلاعات حسی داشته باشند، می‌توانند باعث فعال‌سازی مؤثر نواحی مرتبط با شناخت و همچنین نواحی حرکتی قشر مغز شوند (۲). روش تمرینی ذهنی-بدنی لایف کینتیک به طور خاص برای به چالش کشیدن مغز با تکالیف غیرمنتظره و چندحسی طراحی شده است. وقتی فرد باید به طور هم‌زمان یک توپ را پرتاب کند و با یک دست دایره بکشد، مغز مجبور می‌شود راه‌های ارتباطی جدید و جایگزینی بین نوروها ایجاد کند. این کار دقیقاً معادل ساخت داربست‌های عصبی جدید است تا مغز بتواند اطلاعات را از مسیرهای جایگزین و کارآمدتری پردازش کند (۲۶، ۲۳).

این روش تمرینی ابتدا برای ورزشکاران طراحی شده بود، اما امروزه دریافته‌اند که تمرینات مذکور برای کودکان، بزرگسالان و حتی سالمندان نیز مفید است و به آن‌ها کمک می‌کند تا در شرایط مختلف، واکنش‌های سریع‌تر و هوشمندانه‌تری داشته باشند (۳۵). امروزه در برخی از کشورهای جهان از این نوع تمرینات استفاده می‌شود؛ با وجود این، هنوز اثرات آن در گروه‌های سنی مختلف به ویژه سالمندان ناشناخته است (۲۵) و مطابق با بررسی‌های نویسندگان، در چند تحقیق محدود تنها اثر این تمرینات بر تمرکز و سطح فعالیت بدنی (۳۵)، سرعت پردازش اطلاعات (۳۶) و کاهش ترس از افتادن (۳۷) در سالمندان بررسی شده است؛ از این‌رو هدف تحقیق حاضر، تعیین اثر تمرینات لایف کینتیک بر عملکرد حرکتی اندام فوقانی و کارکردهای شناختی در سالمندان بود. محققان به دنبال پاسخ به این سؤال بودند: آیا یک دوره تمرینات لایف کینتیک منجر به بهبود عملکرد حرکتی اندام فوقانی (قدرت گرفتن، چالاکی دستی، هماهنگی حرکتی، ثبات بازو) و کارکردهای اجرایی در سالمندان می‌شود؟

روش پژوهش

مطالعه حاضر از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با دو گروه تجربی و کنترل بود. برای تعیین حجم نمونه موردنیاز، از نرم‌افزار جی‌پاور^۱ نسخه ۳،۱،۹،۲ و آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر با اثر متقابل درون‌گروهی-برون‌گروهی استفاده شد (۴۲). با در نظر گرفتن دو گروه آزمایشی، دو نوبت اندازه‌گیری (پیش‌آزمون و پس‌آزمون)، اندازه اثر $f=0/3$ (متوسط براساس تعریف کوهن)، سطح معناداری $0/05$ ($\alpha=0/05$)، توان آزمون $80/0$ درصد ($1-\beta=0/1-80$)، ضریب همبستگی بین اندازه‌گیری‌های مکرر $0/5$ و ضریب اصلاح ناهم‌کروی $\epsilon=1$ ، حجم نمونه موردنیاز ۲۴ نفر برآورد شد (۴۳). با توجه به احتمال ریزش، تعداد شرکت‌کنندگان به ۳۰ نفر (۱۵ نفر در هر گروه) افزایش یافت تا توان آماری مطلوب حفظ شود. انتخاب اندازه اثر $f=0/3$ براساس شواهد پیشین انجام شد. مرور نظام‌مند لایوت^۲ و همکاران نشان داد که تمرین‌های ورزشی در سالمندان موجب بهبود قدرت گرفتن دست با اندازه اثر استاندارد (فاصله اطمینان $0/44$ -۰)

1G*Power

2Labott

۰/۱۳، $f=0/28$) شدند که یک اثر متوسط محسوب می‌شود. همچنین برون^۱ و همکاران گزارش کردند که تمرینات ورزشی در سالمندان سالم معمولاً اثراتی در محدوده ۰/۲ تا ۰/۳۵ بر کارکردهای اجرایی ایجاد می‌کنند. در مطالعه لی^۲ و همکاران نیز مداخله ترکیبی تمرینات مهارت حرکتی و فعالیتهای شناختی در سالمندان مبتلا به آلزایمر باعث بهبود در خورتوجه شاخص‌های شناختی و فعالیتهای روزمره با اندازه اثر بزرگ شد؛ بر این اساس در مطالعه حاضر، اندازه اثر متوسط ($f=0/3$)، به صورت محافظه‌کارانه در نظر گرفته شد.

معیارهای ورود آزمودنی‌ها به تحقیق عبارت بودند از: سن بیشتر از شصت سال، نداشتن سابقه بیماری قلبی-ریوی حاد، صدمات مغزی و ارتوپدیک، نداشتن اختلالات شدید جسمانی، توانایی راه رفتن مستقل و استفاده نکردن از عصا، کسب حداقل نمره ۲۱ در آزمون کوتاه وضعیت ذهنی (MMSE)^۳ و توانایی انجام آزمون بستن دکمه^۴ در کمتر از ۲۵ ثانیه (۳). همچنین معیارهای خروج از تحقیق شامل تمایل نداشتن به ادامه همکاری برای شرکت در جلسات و داشتن بیش از سه جلسه غیبت بود.

براساس نتایج، سالمندان در گروه تجربی با میانگین سنی ۶۷/۶۰ (انحراف معیار=۲/۷۷) و گروه کنترل با میانگین سنی ۶۷/۰۰ (انحراف معیار=۴/۵۵) بودند. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که بین نمرات سن، قد، وزن، امتیاز آزمون کوتاه وضعیت شناختی، آزمون بستن دکمه و شاخص توده بدنی تفاوت معناداری بین دو گروه وجود نداشت (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌های دو گروه کنترل و تجربی

Table 1- Comparison of age, height, weight, and BMI in the two control and experimental groups

متغیر Variable	انحراف استاندارد $\pm$ میانگین Mean $\pm$ Std. Deviation	مقدار P/ملاک آزمون a P-value
سن Age	گروه کنترل Control group 4.55 $\pm$ 67.00	P=0.666
	گروه تجربی Experimental group 2.77 $\pm$ 67.60	t=0.436
قد Height	گروه کنترل Control group 6.05 $\pm$ 156.23	P=0.722
	گروه تجربی Experimental group 5.64 $\pm$ 155.46	t=0.359

1Brown

2Lee

3Mini Mental State Examination

4Buttoning Test

وزن Weight	گروه کنترل Control group	7.62±72.93	P=0.937
	گروه تجربی Experimental group	10.37±73.20	t=0.080
شاخص توده بدنی BMI	گروه کنترل Control group	3.66±29.98	P=0.864
	گروه تجربی Experimental group	3.41±30.20	t=1.73

به منظور جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش از دینامومتر^۱ دستی، آزمون‌های پگ‌بورد^۲، انگشت و بینی^۳، پایداری بازو^۴، برج‌لندن^۵، کوتاه وضعیت ذهنی و بستن دکمه، به ترتیب برای اندازه‌گیری قدرت گرفتن، چالاکی دستی، هماهنگی، ثبات بازو، کارکردهای اجرایی، نبود اختلال شناختی و معیار عملی برای اطمینان از داشتن حداقل توانایی عملکردی استفاده شد. برای ارزیابی قدرت دست برتر از دستگاه دینامومتر دستی، استفاده شد. شرکت‌کنندگان در وضعیت نشسته قرار می‌گرفتند و دینامومتر را در حالی که بازو در کنار بدن و آرنج در زاویه ۹۰ درجه قرار داشت، با حداکثر توان به مدت ۲ تا ۳ ثانیه فشار می‌دادند. بهترین امتیاز از سه تلاش (برحسب کیلوگرم) به عنوان نمره آزمون ثبت شد. برای کاهش خستگی، ۳۰ ثانیه استراحت میان تلاش‌ها در نظر گرفته شد (۳). پایایی این دستگاه برای دست راست ۰/۸۲ و برای دست چپ ۰/۹۳ گزارش شده است (۴۴، ۶). چالاکی دستی با استفاده از آزمون پگ‌بورد اندازه‌گیری شد (۴۵). این آزمون شامل یک تخته با ۲۵ سوراخ و میخ‌های فلزی کوچک بود. شرکت‌کننده باید در مدت زمان ۳۰ ثانیه، میخ‌ها را در سریع‌ترین زمان ممکن در سوراخ‌های تخته قرار می‌داد. امتیاز این آزمون براساس تعداد میخ‌هایی بود که در مدت زمان مشخص شده جاگذاری می‌شدند. اعتبار این آزمون با ضریب همبستگی درون طبقه‌ای بین ۰/۶۶ تا ۰/۹۰ گزارش شده است (۶). هماهنگی حرکتی با آزمون انگشت و بینی اندازه‌گیری شد (۴۶). در این آزمون، شرکت‌کنندگان باید در مدت زمان ۲۰ ثانیه، با بیشترین سرعت ممکن، به طور متناوب نوک بینی خود و یک هدف افقی به قطر ۲ سانتی‌متر را که در فاصله ۴۵ سانتی‌متری قرار داشت، لمس می‌کردند. هدف براساس قد شرکت‌کننده روی یک محور عمودی تنظیم می‌شد. تعداد تکرارها ثبت می‌شد و در صورتی که هدف به طور مستقیم لمس نمی‌شد، شرکت‌کننده باید قبل از بازگشت به بینی، انگشت خود را برای لمس صحیح هدف حرکت می‌داد. نمره بیشتر نشان‌دهنده عملکرد بهتر بود. پایایی این آزمون ۰/۹۱ و ۰/۹۲ گزارش شده است (۶).

1Dynamomete

2Pegboard Purdu

3Finger-nose Test

4Arm Stability Test

5Tower of London Test

از آزمون پایداری بازو برای ثبت توانایی ثابت نگه داشتن بازو استفاده شد که در این آزمون از مقدار نوسانات بازو به عنوان معیاری از پایداری بازو استفاده شد (۳). شرکت کننده باید در حالی که وزنه کوچک ۲۵۰ گرمی را در دست داشت، بازوی خود را مستقیم و موازی با زمین نگه می داشت. به او توضیح داده می شد که بازوی خود را تا حد امکان ثابت و بی حرکت به مدت ۳۰ ثانیه نگه دارد. داده های شتاب سنج وژیروسکوپ^۱ که نمایانگر شتاب و چرخش جسم در فضا بودند، توسط یک سیستم آنالیز حرکت اپکس^۲ مبتنی بر سنسورهای اینرسی^۳ (IMU) که به مچ دست متصل شده بود، ثبت شدند. این سیستم توانایی محاسبه و ارائه کواترنیون^۴ یا کمیت های چهارگانه مختلطی را داشت که برای ثبت جهت گیری و چرخش جسم در فضای سه بعدی، کارآمدتر و دقیق تر از سایر روش ها است. با استفاده از کد نوشته شده در نرم افزار کدنویسی متلب^۵، داده های خام ابتدا توسط فیلتر پایین گذر باترورث^۶ مرتبه ۴ با فرکانس قطع ۲۵ هرتز فیلتر شد. سپس از این کواترنیون ها برای محاسبه جهت گیری و چرخش سه بعدی بازو حول راستاهای قدامی-خلفی، میانی-جانبی و عمودی استفاده شد. این چرخش ها در علم آناتومی انسان به ترتیب با پرونیشن/ سوپینیشن، فلکشن/ اکستنشن و ابداکشن/ ادداکشن افقی شناخته شده اند و در علوم مکانیک به ترتیب رول^۷ (غلت)، پیچ^۸ (گام) و یاو^۹ (انحراف) نامیده شده اند. پس از محاسبه این سه چرخش، نمودارهای دوجه دوی این چرخش ها شامل پیچ-یو و پیچ-رول و یو-رول ارزیابی شد و مسیر حرکت بازو، بر حسب درجه، به عنوان معیاری برای ثبات بازو محاسبه شد؛ یعنی فرد توانسته بود روی بازو کنترل داشته باشد و بازو را بی حرکت نگه دارد.

برای ارزیابی کارکردهای اجرایی، از آزمون برج لندن استفاده شد. این آزمون شامل حرکت دادن مهره های رنگی (سبز، آبی، قرمز) و قرار دادن آن ها در جای مناسب با حداقل حرکات ممکن برای تکمیل یک الگوی خاص بود. این آزمون برنامه ریزی و سازمان دهی را اندازه گیری می کرد که اعتبار آن ۰/۷۹ گزارش شد (۴۷).

برای اطمینان از نبود اختلال شناختی از آزمون کوتاه وضعیت ذهنی به عنوان بخشی از روند تشخیص بیماری دمانس و زوال عقلی استفاده شد. این آزمون، ارزیابی مبتنی بر کاغذ با حداکثر ۳۰ امتیاز بود که نمرات کمتر، نشان دهنده مشکلات شناختی شدیدتر بود. آزمون کوتاه وضعیت شناختی برآوردی کلی از وضعیت شناختی افراد بیشتر از ۱۸ سال فراهم می کند (۴۸). فروغان و همکاران با مطالعه روی ۱۰۱ سالمند بالای ۶۰ سال، نقطه برش را ۲۱ تعیین کردند. روایی و پایایی این پرسش نامه در سالمندان به ترتیب ۹۷ و ۸۱ صدم گزارش شده است (۴۸). همچنین در این پژوهش از آزمون بستن دکمه به عنوان معیار عملی برای اطمینان از داشتن حداقل توانایی عملکردی اندام فوقانی استفاده شد (۳). به شرکت کننده در حالی که ایستاده بود، دستور داده می شد دکمه های یک پیراهن آستین بلند را ببندد. زمان لازم برای بستن چهار دکمه (به جز دکمه های گردنبند و آستین) که قطر آن ۶ میلی متر بود به عنوان نمره شرکت کننده ثبت شد (۴۹).

1 Gyroscope

2 Motion Analysis System (APEX)

3 Inertial Measurement Unit

4 Quaternion

5 MATLAB

6 Butterworth Low-Pass Filter

7 Roll

8 Pitch

9 Yaw

پس از انتخاب موضوع پژوهش و دریافت کد اخلاق از کمیته علمی پژوهشی دانشگاه اصفهان (IR.UI.REC. ۱۴۰۳، ۱۴۲) و رضایت‌نامه کتبی از سالمندان، از شرکت‌کنندگان پیش‌آزمون گرفته شد. این ارزیابی‌ها توسط نویسنده اول مقاله که مربی مداخله نیز بود، انجام پذیرفت. سپس افراد گروه تجربی، در یک دوره تمرینی دوماهه تمرینات هماهنگی-شناختی لایف کینتیک به صورت گروهی (سه جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه) و افراد گروه کنترل به صورت فعال در تمرینات ساده کششی و نرمشی شرکت کردند. جلسات با نظارت و آموزش نویسنده اول (از اعضای تیم تحقیق) و با کمک دو دانشجوی کارشناسی‌ارشد تربیت بدنی به‌عنوان کمک‌مربی برگزار شد. پس از اتمام دوره برای همه شرکت‌کنندگان، مجدد توسط همان فرد آزمون‌گیر، پس‌آزمون انجام شد. هر جلسه تمرین به مدت ۶۰ دقیقه بود. ۱۵ دقیقه اول شامل تمرینات کششی و تنفسی، ۳۰ دقیقه بعدی تمرینات لایف کینتیک و درنهایت مرحله سرد کردن به مدت ۱۵ دقیقه با تمرکز بر حرکات کششی انجام شد. شدت مداخله و پیشرفت تمرینات مطابق با اصول استاندارد لایف کینتیک و بر مبنای ایجاد چالش شناختی مداوم کنترل شد؛ بدین صورت که هر حرکت تا حصول حدود ۶۰ درصد یادگیری ادامه می‌یافت و سپس با افزودن تدریجی ابزار و ادغام اندام‌ها، به حرکات پیچیده‌تر تغییر می‌کرد. تمرینات لایف کینتیک با استفاده از وسایلی مانند توپ، روبان، راکت و حلقه از الگوهای ساده و ابتدایی تا الگوهای تمرینی پیچیده‌تر اجرا شد (۲۵) برخی از تمرینات عبارت بودند از ۱- پرتاب دستمال به بالا و دریافت هم‌زمان با دو دست؛ ۲- رها کردن دستمال و دریافت هم‌زمان با دو دست؛ ۳- پرتاب یک در میان دستمال‌ها به بالا و گرفتن آن؛ ۴- پرتاب توپ به بالا و دریافت هم‌زمان با دو دست؛ ۵- رها کردن توپ و دریافت هم‌زمان با دو دست؛ ۶- رها کردن توپ و دریافت با چرخش هم‌زمان دستمال با دست دیگر؛ ۷- رها کردن و دریافت توپ با دست‌های موازی، به صورت ضربدر؛ ۸- پرتاب و دریافت توپ برای نفر مقابل و چرخاندن دستمال با دست دیگر (۲۵). ساختار برنامه تمرینی بر سه حوزه اصلی تمرکز داشت: اول کنترل حرکتی بدن که این بخش از تمرینات لایف کینتیک بر بهبود مهارت‌های حرکتی از طریق سه مؤلفه اصلی (تغییر سریع حرکات، اجرای زنجیره‌ای از حرکات پیوسته، اجرای روان و نرم حرکات) تمرکز داشت؛ دوم، ارتقای سیستم بینایی (تقویت درک بصری، بهبود واکنش به محرک‌های دیداری، افزایش تمرکز و توجه بصری) و سوم، توانایی‌های شناختی (تقویت حافظه و یادگیری، بهبود تصمیم‌گیری و حل مسئله، افزایش سرعت پردازش اطلاعات) (۳۵).

برای مقایسه تأثیر مداخله بین دو گروه از طرح تحقیق تحلیل واریانس ۲ (گروه: تمرینات لایف کینتیک و کنترل) $2 \times$ (زمان: پیش‌آزمون و پس‌آزمون) استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد. مقایسه‌های دوتایی با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی انجام شد. پیش‌فرض‌های لازم برای انجام آزمون تحلیل واریانس شامل نرمال بودن توزیع خطای مدل آنالیز واریانس، همگنی واریانس خطا و همگنی ماتریس واریانس کوواریانس در داده‌های تمامی متغیرها تأیید شد.

نتایج

در این بخش یافته‌های پژوهش ارائه می‌شود.

جدول ۲- نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری در بررسی اثر گروه و زمان اندازه‌گیری بر امتیاز قدرت عضلانی، چالاکی دستی، ثبات بازو، هماهنگی و کارکردهای اجرایی

Table 2- The results of the repeated measures analysis of variance examining the effects of group (between-subjects factor) and time of measurement (within-subjects factor) on the scores of muscle strength, manual dexterity, arm stability, coordination, and executive functions

Results of ANOVA with repeated measures					متغیر	
معناداری	اندازه اثر	درجات	درجات	آماره	منبع تغییر	Variable
P	η^2	آزادی ۲	آزادی ۱	F	Source	
		Df2	Df1			
0.496	0.017	28	1	0.477	گروه آزمایشی Experimental group	بین گروهی Between-groups
<0.001	0.408	28	1	19.278	زمان اندازه‌گیری Time	درون گروهی Within-groups
					زمان*گروه Time*Group	
<0.001	0.436	28	1	21.648		
0.495	0.017	28	1	0.478	گروه آزمایشی Experimental group	بین گروهی Between-groups
0.105	0.091	28	1	2.807	زمان اندازه‌گیری Time	درون گروهی Within-groups
<0.001	0.404	28	1	18.979	زمان*گروه Time*Group	
0.451	0.020	28	1	0.583	گروه آزمایشی Experimental group	بین گروهی Between-groups

چالاکی دستی

Manual dexterity

ثبات بازو

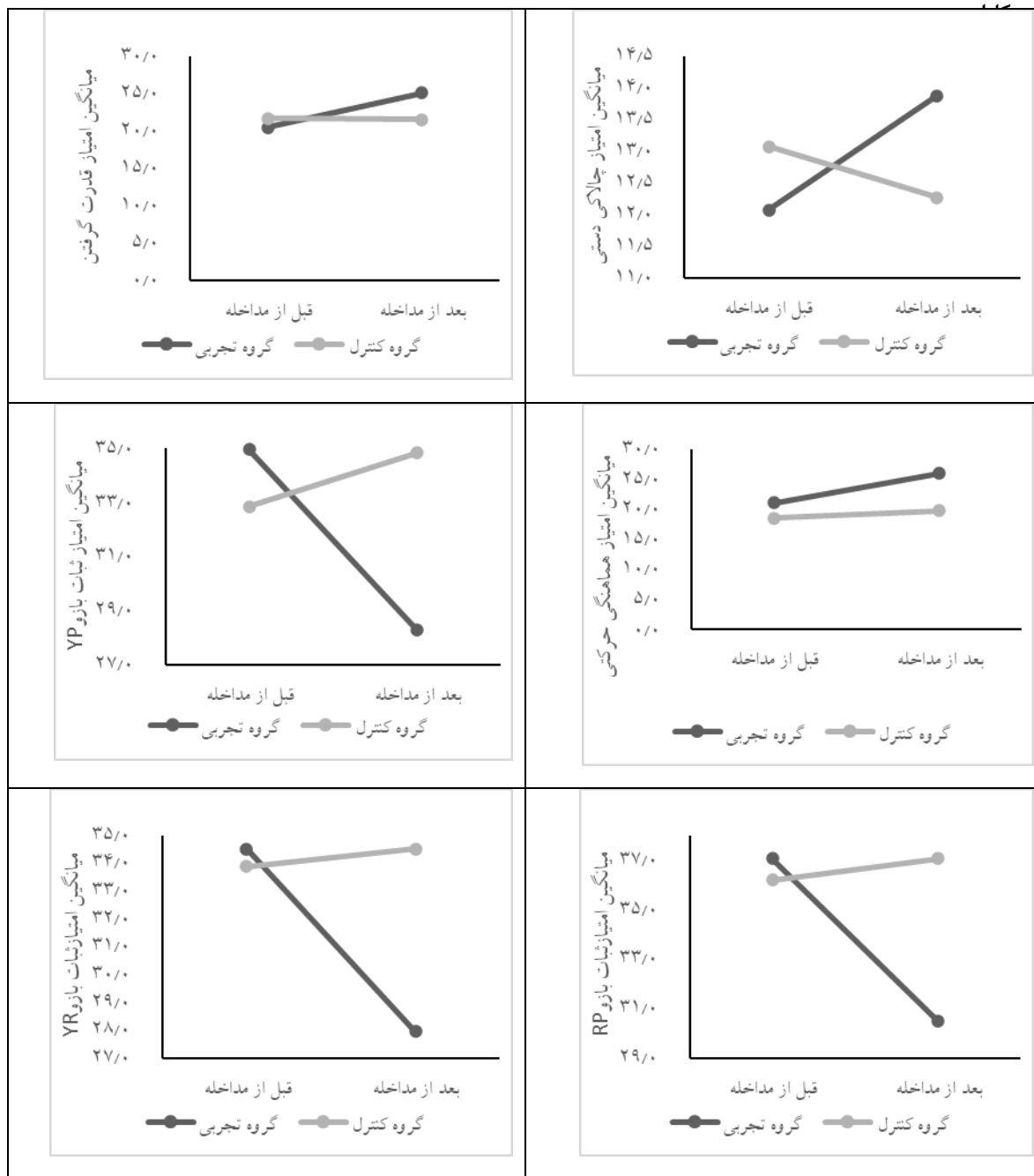
Arm

رفتار حرکتی، تابستان ۱۴۰۵، دوره ۱۸، شماره ۶۴

مرداســــــــــــــننگی و					۱۲۳		stability (YP)
0.016	0.190	28	1	6.582	زمان اندازه گیری	Within- درون گروهی	
<0.001	0.448	28	1	22.715	زمان*گروه	Time*Group	
0.306	0.037	28	1	1.089	گروه آزمایشی	Between-گروهی	ثبات بازو
0.038	0.145	28	1	4.753	زمان اندازه گیری	Within- درون گروهی	Arm stability (YR)
0.013	0.201	28	1	7.052	زمان*گروه	Time*Group	
0.328	0.034	28	1	0.991	گروه آزمایشی	Between-گروهی	ثبات بازو
0.016	0.190	28	1	6.587	زمان اندازه گیری	Within- درون گروهی	Arm stability (RP)
0.002	0.286	28	1	11.238	زمان*گروه	Time*Group	
0.003	0.280	28	1	10.909	گروه آزمایشی	Between-گروهی	هماهنگی
<0.001	0.365	28	1	16.085	زمان اندازه گیری	Within- درون گروهی	Motor coordination
0.025	0.167	28	1	5.626	زمان*گروه	Time*Group	
0.807	0.002	28	1	0.061	گروه آزمایشی	Between-گروهی	کارکردهای اجرایی
					Experimental group		Executive

functions					
درون گروهی			زمان اندازه گیری		
Within-groups			Time		
			زمان*گروه		
			Time*Group		
0.002	0.291	28	1	11.487	
<0.001	0.400	28	1	18.699	

مطابق با جدول (۲)، نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری، در امتیاز قدرت عضلانی، اثر متقابل زمان $\times$ گروه معنادار مشاهده شد. براساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در مقایسه درون گروهی، تغییرات در امتیاز قدرت گرفتن (قبل و بعد از تمرین) معنادار بود (اختلاف میانگین = $4/60$ ، $P < 0/001$)؛ به طوری که میانگین امتیاز قدرت گرفتن گروه تجربی به طور معناداری بیشتر از قبل تمرین بود و در مقایسه بین گروهی، میانگین امتیاز در گروه تجربی به طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود (اختلاف میانگین = $3/53$ ، $P = 0/050$). در امتیاز چالاکی دستی، اثر متقابل زمان $\times$ گروه معنادار بود. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در مقایسه درون گروهی نشان داد، تغییرات در امتیاز چالاکی دستی (قبل و بعد از تمرین) معنادار بود (اختلاف میانگین = $1/80$ ، $P < 0/001$) و میانگین امتیاز چالاکی دستی گروه تجربی به طور معناداری بیشتر از قبل تمرین بود و در مقایسه بین گروهی، میانگین امتیاز در گروه تجربی به طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود (اختلاف میانگین = $1/60$ ، $P = 0/003$). در امتیاز ثبات بازو، اثر متقابل زمان $\times$ گروه در سه مؤلفه معنادار مشاهده شد. براساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی، در مقایسه درون گروهی، تغییرات امتیاز گروه تجربی در هر سه مؤلفه حرکت چپ و راست و چرخش مچ دست (YR) (اختلاف میانگین = $6/57$ ، $P = 0/002$)، چپ و راست و بالا و پایین مچ دست (YP) (اختلاف میانگین = $6/66$ ، $P < 0/001$) و در حرکت چرخش و بالا و پایین مچ دست (RP) (اختلاف میانگین = $6/57$ ، $P < 0/001$) معنادار بود؛ به گونه‌ای که میانگین امتیاز هر سه مؤلفه پس از انجام تمرینات در گروه تجربی به طور معناداری کاهش یافت. در مقایسه بین گروهی نیز پس از تمرین، میانگین امتیاز حرکت چپ و راست و چرخش مچ دست (YR) در گروه تجربی به طور معناداری کمتر از گروه کنترل بود (اختلاف میانگین = $6/57$ ، $P = 0/041$). همین روند در حرکت چپ و راست و بالا و پایین مچ دست (YP) (اختلاف میانگین = $6/55$ ، $P = 0/037$) و حرکت چرخش و بالا و پایین مچ دست (RP) (اختلاف میانگین = $6/56$ ، $P = 0/040$) نیز مشاهده شد. در امتیاز هماهنگی حرکتی اثر متقابل زمان $\times$ گروه معنادار مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در مقایسه درون گروهی نشان داد که تغییرات در امتیاز هماهنگی حرکتی (قبل و بعد از تمرین) معنادار بود (اختلاف میانگین = $4/93$ ، $P < 0/001$) و میانگین امتیاز هماهنگی حرکتی گروه تجربی به طور معناداری بیشتر از قبل تمرین بود و در مقایسه بین گروهی میانگین امتیاز در گروه تجربی به طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود (اختلاف میانگین = $6/200$ ، $P < 0/001$). در متغیر کارکردهای اجرایی، اثر متقابل زمان $\times$ گروه امتیاز کل آزمون برج لندن معنادار مشاهده شد. براساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در مقایسه درون گروهی، تغییرات در امتیاز کل آزمون برج لندن (قبل و بعد از تمرین) معنادار بود (اختلاف میانگین = $4/40$ ، $P < 0/001$)؛ به طوری که میانگین امتیاز در گروه تجربی بعد از انجام تمرینات به طور معناداری بیشتر از قبل تمرین بود و در مقایسه بین گروهی، میانگین امتیاز در گروه تجربی به طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود (اختلاف میانگین = $2/73$ ، $P = 0/046$) (شکل ۱).





شکل ۱- میانگین امتیاز قدرت گرفتن، چالاکی دستی، هماهنگی حرکتی، ثبات بازو و کارکردهای اجرایی طی دو مرحله اندازه‌گیری در دو گروه تجربی و کنترل

Figure 1- Average scores of grip strength, manual dexterity, motor coordination, arm stability, and executive functions during two measurement stages in the experimental and control groups

بحث و نتیجه‌گیری

کاهش فعالیت روزمره سالمندان باعث تغییراتی در عملکرد حرکتی اندام‌های فوقانی می‌شود که بر کیفیت زندگی تأثیر می‌گذارد. علاوه بر افت کارکردهای جسمانی، افت کارکردهای شناختی نیز می‌تواند بر تضعیف عملکرد حرکتی اندام فوقانی نقش داشته باشد؛ لذا هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرینات هماهنگی-شناختی لایف کینتیک بر عملکرد حرکتی اندام فوقانی و کارکردهای اجرایی در سالمندان بود. یافته‌های پژوهش نشان داد که انجام این تمرینات طی هشت هفته باعث بهبود در قدرت گرفتن دست، چالاکی دستی، هماهنگی، ثبات بازو و کارکردهای اجرایی شد. این نتایج اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا افت توانایی‌های حرکتی اندام‌های فوقانی و کارکردهای شناختی از مهم‌ترین چالش‌های سالمندی است که می‌تواند استقلال فرد در فعالیتهای روزمره را کاهش دهد (۲). یافته‌های حاضر با نتایج تحقیقات پیشین که اثر تمرینات لایف کینتیک را بر فاکتورهای جسمانی (۲۲)، هماهنگی چشم و دست (۳۳، ۳۲)، قدرت عضلانی (۵۰، ۳۴)، کارکردهای اجرایی (۳۱، ۳۰، ۲۱)، چالاکی دستی و ثبات بازو (۲۸، ۲۷) در جمعیت‌های ورزشکار و جوان و شرایط جسمانی افراد سالمند (۳۵) بررسی کرده‌اند، همسوست. تمایز پژوهش حاضر آن است که تمرکز خود را به طور اختصاصی بر اندام فوقانی و آن هم در جمعیت سالمند قرار داده است؛ حوزه‌ای که در مقایسه با تمرکز سنتی بر تعادل و اندام تحتانی، کمتر مدنظر قرار گرفته است.

یافته حاضر مبنی بر بهبود معنادار قدرت گرفتن دست در گروه تمرینات لایف کینتیک، با یافته‌های مطالعات پیشین در زمینه اثر تمرینات لایف کینتیک بر قدرت عضلانی در جمعیت‌های جوان و ورزشکار هم‌راستا است (۵۰، ۳۴). شباهت‌هایی با تحقیقات گذشته وجود دارد، اما تفاوت اصلی پژوهش حاضر در بررسی قدرت عضلانی در اندام فوقانی و نیز در جمعیت

همکاران سالمند است که طبق مطالعه محققان، تحقیق مشابهی در این خصوص مشاهده نشد. تفسیر ما از این یافته آن است که ممکن است افزایش قدرت ناشی از بهبود کارایی عصبی باشد؛ همان طور که پژوهش پیشین نیز نشان داده است، تمرینات لایف کینتیک می‌توانند تراکم سیناپسی در قشر حرکتی را افزایش دهند و کارایی سیستم عصبی محیطی را بهبود بخشند (۲۷). فرض می‌کنیم که مطابق تحقیقات گذشته، درگیری مکرر و هم‌زمان سیستم‌های شناختی و حرکتی در حین تمرینات لایف کینتیک، به کارگیری واحدهای حرکتی بیشتری را به دنبال داشته است و از این طریق قدرت عملکردی دست را بهبود بخشیده باشد. این بهبود عصبی-عضلانی که فراتر از هایپرتروفی ساده عضلانی است، می‌تواند تأثیر عمقی‌تری بر استقلال عملکردی سالمندان داشته باشد؛ چراکه انجام فعالیت‌های روزمره مانند حمل کیف یا چرخاندن کلید، بیش از آنکه به حداکثر قدرت مطلق نیاز داشته باشد، به کنترل و هماهنگی عصبی-عضلانی وابسته است (۲۸).

یافته این مطالعه که نشان‌دهنده بهبود چالاکی دستی و حرکات ظریف پس از مداخله لایف کینتیک بود، از یافته‌های مطالعاتی همچون پژوهش‌های دمارکا^۱ و همکاران (۲۷) و ویجایا^۲ و همکاران (۲۸) که بر نقش تمرینات چندبعدی در بهبود کنترل دست و افزایش استقلال سالمندان در انجام کارهای روزانه تأکید داشتند، حمایت می‌کند. براساس مطالعه محققان، پژوهشی مشاهده نشد که به بررسی اثر تمرینات لایف کینتیک بر چالاکی دستی و مهارت‌های حرکتی ظریف در سالمندان پرداخته باشد. تمایز تحقیق حاضر، استفاده از تکالیف حرکتی غیرتکراری و پیش‌بینی‌ناپذیر بود که نیازمند سازگاری عصبی پویاتر و سریع‌تری نسبت به تمرینات حرکتی ظریف سنتی است. برطبق پیشینه موجود، به نظر می‌رسد این تمرینات با تحریک مسیرهای عصبی-عضلانی و افزایش سیناپتوژنز در نواحی مرتبط با کنترل حرکتی و مخچه بتوانند موجب افزایش توانایی پردازش حسی-حرکتی و بهبود مهارت‌های دستی در سالمندان شده باشند (۲۲). تفسیر ما این است که احتمال دارد علاوه بر تحریک مسیرهای عصبی-عضلانی و بهینه سازی پردازش حسی-حرکتی، بهبود چالاکی دستی ناشی از بهبود قدرت عضلانی اندام فوقانی (از یافته‌های تحقیق حاضر) بوده باشد. این امر در نهایت منجر به کنترل دقیق‌تر حرکات انگشتان و تطبیق پویای نیروی گرفتن با اجسام مختلف می‌شود. بهبود این مهارت‌ها به طور مستقیم بر استقلال فرد تأثیر می‌گذارد و توانایی او را در انجام فعالیت‌های حیاتی روزمره مانند استفاده از کارت بانکی، بستن دکمه‌ها یا مصرف داروها به شکل محسوسی ارتقا می‌دهد.

نتایج مربوط به بهبود معنادار هماهنگی چشم و دست در این مطالعه، با یافته‌های تحقیقات پیشین مبنی بر تأثیر مثبت تمرینات لایف کینتیک بر بهبود هماهنگی در جمعیت‌های جوان (۳۲)، هم‌راستا است. براساس جستجوی محققان، تحقیقی یافت نشد که به بررسی اثر تمرینات لایف کینتیک بر هماهنگی چشم و دست سالمندان پرداخته باشد. فرایند هماهنگی چشم و دست به صورت بسیار ساختاریافته پیش می‌رود. این فرایند شامل موقعیت‌یابی اولیه هدف، توجه متمرکز به آن، تشخیص ادراکی موقعیت فضایی آن، پردازش شناختی، توسعه طرح‌ریزی برای دستیابی و در نهایت فعال‌سازی عضلات اندام برای انجام حرکت است (۸). با توجه به این توالی پیچیده، توجه و تمرکز نقش حیاتی در هماهنگی موفق چشم و دست ایفا

1Demirakca

2Wijaya

می‌کنند. در مطالعات پیشین، اثر سودمند تمرینات لایف کینتیک بر بهبود توجه و تمرکز در جمعیت‌های جوان (۵۱، ۲۸) و سالمند (۳۵) تأیید شده است. علاوه بر افزایش توجه و تمرکز، این تمرینات به طور یکپارچه جنبه‌های حرکتی و شناختی را ترکیب می‌کنند و با ایجاد تغییرات در اتصال عملکردی نواحی مغزی مرتبط با کنترل حرکت، زمینه لازم برای بهبود هماهنگی چشم و دست، تعادل و هماهنگی کلی حرکتی را فراهم می‌آورند. یکی از حوزه‌های اصلی اثرگذاری تمرینات لایف کینتیک، سیستم بینایی است. تقویت درک بصری، بهبود واکنش به محرک‌های دیداری، تطابق بینایی، افزایش تمرکز و توجه بصری به همراه تغییر سریع بین حرکات مختلف، ترکیبی از زنجیره حرکات مانند پرتاب توپ، چرخش بدن و تغییر دست می‌تواند سبب ارتقای هماهنگی شود و از آسیب‌های ناشی از حرکات ناهماهنگ جلوگیری کند (۳۵). تفسیر ما حاکی از آن است که این بهبود ممکن است ناشی از تقویت اتصال عملکردی بین شبکه‌های بینایی، توجهی و حرکتی مغز باشد؛ زیرا اجرای این تمرینات نیازمند هوشیاری کامل و درگیری کل قشر بینایی است؛ چراکه فرد باید به طور مرتب اشیاء متحرک را مدیریت کند و به محرک‌های مختلف بصری پاسخ دهد (۲۷). به نظر می‌رسد، تمرینات لایف کینتیک با شبیه‌سازی شرایط چندوظیفگی، باعث افزایش سرعت پردازش محرک‌های بینایی و انتقال سریع‌تر دستورات از مغز به عضلات شده باشد (۲۷). بهبود این شاخص، نه تنها در عملکرد ورزشی، بلکه در موقعیت‌های پرخطری مانند رد شدن از خیابان یا جلوگیری از برخورد با اشیاء در خانه که نیازمند عکس‌العمل سریع و هماهنگ است، برای سالمندان حیاتی محسوب می‌شود.

مشاهده بهبود ثبات بازو در گروه تمرینی، با یافته‌های مطالعاتی که بر نقش تمرینات لایف کینتیک بر پلاستیسیته مغز از طریق افزایش اتصال عملکردی (۲۷) و هماهنگی چشم و دست (۲۸) تأکید دارند، هم‌راستا است. برطبق مطالعه محققان، تحقیقی مشاهده نشد که به بررسی اثر تمرینات لایف کینتیک بر ثبات بازو در افراد سالمند پرداخته باشد. ممکن است ماهیت چندبعدی تمرینات لایف کینتیک که شامل تمرینات ایزومتریک برای حفظ وضعیت ثابت مفصل، حرکات دینامیک چندسطحی با تغییر زاویه و بار متنوع و فعالیت‌های همراه با محرک‌های بینایی و حسی، باعث تقویت عضلات اطراف مفصل بازو و هماهنگی بهتر بین مغز و عضله شده باشد. براساس پیشینه موجود، این تمرین‌ها گیرنده‌های حسی عمقی را حساس‌تر و شبکه‌های عصبی را فعال‌تر می‌کنند؛ بنابراین ممکن است بتوانند نوسانات غیرارادی بازو را کاهش و پایداری آن را افزایش دهند. علاوه بر این، تمرینات با تکرار مداوم و تغییر سطح دشواری، توان بازوی سالمندان را در تحمل بارهای سبک تا متوسط بالا می‌برند و واکنش سریع‌تر عضلات را در برابر تغییر ناگهانی موقعیت بهبود می‌دهند. تفسیر ما از این یافته، تمرکز بر بهبود عملکرد سیستم حسی-عمقی و کاهش نوسانات عصبی است. می‌توان فرض کرد که انجام حرکات متنوع با حفظ وضعیت ثابت مفصل (مانند نگه داشتن وضعیتی خاص هم‌زمان با حل یک مسئله شناختی)، به طور مستقیم باعث افزایش حساسیت گیرنده‌های عمقی و ارسال اطلاعات دقیق‌تری از وضعیت مفصل به مغز شده است. این امر به نوبه خود، منجر به فعال‌سازی بهینه‌تر و زمان‌بندی شده‌تر واحدهای حرکتی برای حفظ پایداری می‌شود (۲۷). بهبود ثبات بازو، کیفیت زندگی را از طریق تسهیل فعالیت‌های دقیق‌تری مانند نوشتن، نگه‌داشتن بی‌لرزه یک فنجان چای یا کار با تلفن همراه بهبود می‌بخشد و همچنین عامل پیشگیرانه مهمی در برابر زمین خوردن ناشی از بی‌ثباتی بازو محسوب می‌شود (۲۸).

همکاران همسو با یافته‌های مطالعات پیشین که اثر تمرینات لایف کینتیک را بر کارکردهای اجرایی در جمعیت جوان (۳۱، ۳۰، ۲۱) نشان داده‌اند، نتایج این پژوهش نیز بهبود درخورتوجه در کارکردهای اجرایی سالمندان پس از انجام تمرینات لایف کینتیک را تأیید کرد. یافته تحقیق حاضر هم‌راستا با تحقیقات گذشته‌ای است که اثر تمرینات لایف کینتیک را بر دیگر کارکردهای شناختی از جمله حافظه بلندمدت و تمرکز (۳۶، ۳۵)، توجه (۲۹)، حافظه پویا، یادگیری سریع و باکیفیت (۲۴)، سرعت واکنش (۲۲)، سرعت تصمیم‌گیری (۲۱)، بازیابی سریع اطلاعات از حافظه بلندمدت، تقویت مهارت حل مسئله (۳۵) و سرعت پردازش اطلاعات (۳۶) در جمعیت ورزشکار و جوان گزارش کرده‌اند. بر اساس بررسی‌های محققان، تحقیقی مشاهده نشد که به مطالعه اثر تمرینات مذکور بر کارکردهای اجرایی در سالمندان پرداخته باشد. نقطه قوت و تفاوت مطالعه حاضر این است که به‌جای تمرین مجزای مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی یعنی حافظه، توجه یا بازداری پاسخ، این کارکردها را در بستری پویا و یک تکلیف حرکتی-شناختی یکپارچه هدف قرار داد که به واقعیت عملکردی سالمندان بسیار نزدیک‌تر است. به طور خاص، تصور می‌شود تمرینات لایف کینتیک بیشترین تأثیر را بر مهارت‌های شناختی داشته باشند؛ زیرا استفاده هم‌زمان از هر دو طرف بدن در این تمرینات، هر دو نیمکره مغز را به طور هم‌زمان درگیر می‌کند. همچنین تنوع مداوم در حرکات، مغز را وادار می‌کند تا به محرک‌های جدید پاسخ‌های جدیدی دهد (۲۰). این تمرینات تا حد کمال تمرین نمی‌شوند؛ بلکه پس از چند دقیقه یا زمانی که عملکرد به حدود ۶۰ درصد می‌رسد، تغییر می‌کنند. این رویکرد علاوه بر جلوگیری از خستگی و ناامیدی، به‌منظور تحریک مغز برای سازگاری مداوم با چالش‌های جدید و ناآشنا طراحی شده است (۲۷)؛ بنابراین مطابق با نظریه بازنگری‌شده داربست‌سازی پیری و شناخت، ممکن است تمرینات لایف کینتیک با افزایش انعطاف‌پذیری عصبی، توانایی مغز برای ساختن داربست‌های جبرانی را تقویت کنند (۱۳). به نظر می‌رسد، این بهبودها تنها ناشی از تمرین خود کارکردهای اجرایی نیست؛ بلکه حاصل تقویت ارتباطات عصبی در شبکه‌های مغزی گسترده‌تر، به‌ویژه شبکه‌های آهیانه ای قدامی است. مطابق پیشینه موجود استدلال می‌کنیم که چالش هم‌زمان پردازش اطلاعات (شناخت) و اجرای حرکت، ممکن است منجر به افزایش انعطاف‌پذیری شناختی و تقویت مهارت بازداری شود (۲۷). این احتمال وجود دارد که این تمرینات با افزایش سطح فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز، زمینه را برای تقویت فرایندهای حافظه، افزایش متابولیسم و بهبود پلاستیسیته سیناپسی فراهم کند که نقش مهمی در ارتقای کارکردهای اجرایی ایفا می‌کند (۲۳، ۲۲). ارتقای کارکردهای اجرایی به معنای بهبود توانایی برنامه‌ریزی برای فعالیت‌های روزمره، تصمیم‌گیری‌های مطمئن‌تر و مدیریت چندکاره به طور مؤثرتر است که همگی از ارکان اصلی حفظ استقلال و کیفیت زندگی در دوره سالمندی به شمار می‌روند.

درنهایت یافته‌های حاضر مبنی بر بهبود هم‌زمان عملکرد حرکتی اندام فوقانی و کارکردهای اجرایی پس از تمرینات لایف کینتیک، با نظریه یکپارچگی شناختی-حرکتی قابل توضیح است. این نظریه بیان می‌کند که پردازش‌های شناختی و حرکتی به‌طور هم‌زمان و در شبکه‌های عصبی مشترک انجام می‌شوند. لایزمن و همکاران به طور جامع استدلال کردند، فرایندهای حرکتی و شناختی در مغز از اساس درهم تنیده‌اند و احتمالاً ریشه‌های تکاملی مشترکی دارند (۱۴). به نظر می‌رسد ماهیت تمرینات لایف کینتیک که به صورت یکپارچه، چالش‌های حرکتی (مانند انجام حرکات غیرمعمول و چندوظیفگی حرکتی) و چالش‌های شناختی (مانند تصمیم‌گیری سریع و پردازش محرک‌های حسی) را ترکیب می‌کند، به طور هم‌زمان شبکه‌های

عصبی مرتبط با هر دو حیطه را فعال می‌سازد (۲۷). براساس این چارچوب نظری، فرض می‌کنیم که بهبود مشاهده‌شده صرفاً ناشی از سازگاری‌های محیطی-عضلانی نبوده است، بلکه ممکن است حاصل بهینه‌سازی اتصالات عملکردی در شبکه‌های مغزی باشد. این استنباط با شواهد ارائه‌شده توسط لایزمن و همکاران (۱۴) همسوست که نشان دادند، فعالیت بدنی ترکیبی که مستلزم درگیری شناختی است، می‌تواند منجر به افزایش یکپارچگی شبکه‌های عصبی و در نتیجه بهبود عملکرد در هر دو حیطه شود؛ بنابراین اگرچه مطالعات پیشین بهبودهای مجزایی را گزارش کرده‌اند، نوآوری و ارزش مطالعه حاضر در بررسی هم‌زمان این دو حیطه در جمعیت سالمند و استفاده از یک پروتکل تمرینی یکپارچه است که به طور مستقیم براساس اصول عصبی-زیستی شناخته‌شده، طراحی شده است. این پژوهش شواهد عملی بیشتری دال بر درستی نظریه یکپارچگی شناختی-حرکتی فراهم می‌کند (۱۴).

از نظر تفسیر کاربردی، نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تمرینات لایف کینتیک می‌توانند به‌عنوان روشی ساده، جذاب و دردسترس برای توان‌بخشی سالمندان به‌کار روند. بهبود قدرت گرفتن و مهارت‌های دستی می‌تواند به افزایش استقلال سالمندان در فعالیت‌هایی چون گرفتن اشیاء، بستن دکمه‌ها یا نوشتن کمک کند. همچنین ارتقای کارکردهای اجرایی می‌تواند توانایی تصمیم‌گیری، حل مسئله و مدیریت امور روزمره مانند استفاده از دارو یا مدیریت مالی را تقویت کند. این موضوع از دیدگاه عملی اهمیت زیادی دارد؛ زیرا ترکیب مؤلفه‌های شناختی و حرکتی در تمرینات، سازگاری‌های گسترده‌ای در سیستم عصبی ایجاد می‌کند که فراتر از حیطه‌ای خاص است و می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی منجر شود.

این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه بود که باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرند: نخست، اندازه نمونه نسبتاً کوچک بود که تعمیم‌پذیری نتایج را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ دوم، نبود گروه‌های مقایسه‌ای با انواع دیگر تمرینات (مانند تمرینات مقاومتی یا هوازی) می‌تواند مقایسه مستقیم اثربخشی روش‌ها را دشوار کند؛ سوم، از آنجاکه از روش‌های تصویربرداری عصبی (مانند fMRI^۱) استفاده نشد، مکانیسم‌های عصبی مطرح‌شده در این بحث، براساس استنباط از مطالعات پیشین است و اندازه‌گیری مستقیم محسوب نمی‌شود؛ چهارم، تمرکز صرف بر سالمندان سالم بود؛ بنابراین نتایج لزوماً به سالمندان دارای بیماری‌های عصبی یا حرکتی تعمیم‌پذیر نیست. افزون بر این، نبود دوره پیگیری، ارزیابی ماندگاری اثرات این تمرینات را ناممکن کرده است.

درمجموع، یافته‌های این پژوهش نشان داد که تمرینات هماهنگی-شناختی لایف کینتیک تأثیر مثبت و معناداری بر بهبود عملکرد حرکتی اندام فوقانی و کارکردهای اجرایی سالمندان دارند. این تمرینات با ایجاد ترکیب منحصربه‌فردی از فعالیت‌های حرکتی و شناختی، باعث درگیری هم‌زمان چندین ناحیه مغزی و ایجاد مسیرهای عصبی جدید می‌شوند. بهبود قدرت گرفتن، مهارت‌های دستی، ثبات بازو و کارکردهای اجرایی نه‌تنها می‌تواند استقلال فردی سالمندان را افزایش دهد، بلکه نقش مهمی در ارتقای کیفیت زندگی آنان نیز دارد. با توجه به این نتایج، توصیه می‌شود تمرینات لایف کینتیک به‌عنوان رویکردی نوین در برنامه‌های توان‌بخشی و ارتقای سلامت سالمندان مدنظر قرار گیرد. همچنین براساس محدودیت‌های ذکرشده، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر، پیگیری‌های طولانی‌مدت و به‌کارگیری

¹Functional Magnetic Resonance Imaging

روش‌های پیشرفته مانند fMRI، مکانیسم‌های دقیق‌تری از اثرگذاری این تمرینات را بررسی کنند و مقایسه‌ای بین تمرینات مختلف (شناختی، مقاومتی، هوازی) انجام دهند.

پیام مقاله

مدل تمرینی هماهنگی-شناختی لایف کینتیک روشی غیرتهاجمی است که قابلیت اجرا در محیط‌های مختلف (مراکز درمانی، منزل)، با کمترین هزینه و عوارض را دارد؛ بنابراین ممکن است، این تمرینات گزینه‌ای امیدوارکننده برای بهبود کارکردهای حرکتی و شناختی و در نهایت کیفیت زندگی سالمندان باشد.

ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر پس از تأیید و دریافت کداخلاق ([IR.UI.REC.1403.142](https://doi.org/10.22683/TSNR.2016.5.2.023)) از کمیته علمی پژوهشی دانشگاه اصفهان انجام شده است.

مشارکت نویسندگان

ایده‌پردازی: نویسندگان دوم و سوم

جمع‌آوری داده‌ها: نویسنده اول

تحلیل داده‌ها: نویسنده چهارم

نوشتن مقاله: نویسنده اول

بازبینی و ویرایش: نویسندگان دوم و چهارم

مرور ادبیات: نویسندگان اول، دوم و سوم

مدیر پروژه: نویسنده دوم

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، هیچ‌گونه تعارض منافع وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از رساله دکتری است. از مدیریت و کارکنان محترم مؤسسه خیریه محمدامین اصفهان و سالمندان عزیزی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Dunsky A, Unger L, Carasso R, Fox O. The effect of a single session of balance and coordination training on cognitive function in older adults. *Applied Sciences*. 2023;13:3598. <https://doi.org/10.3390/app13063598>
2. Moon M-S, Jung M-Y. A systematic review on the association between cognitive function and upper extremity function in the elderly. *Therapeutic Science for Rehabilitation*. 2016;5(2):23-33. <https://doi.org/10.22683/TSNR.2016.5.2.023>

3. Ingram L. The upper limb physiological profile assessment: quantifying upper limb sensory and motor impairment across the adult lifespan and disease: UNSW Sydney; 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218553>
4. Huebner M, Lawrence F, Lusa L. Sex differences in age-associated rate of decline in grip strength when engaging in vigorous physical activity. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(17). <https://doi.org/10.3390/ijerph191711009>
5. Martin JA, Ramsay J, Hughes C, Peters DM, Edwards MG. Age and grip strength predict hand dexterity in adults. PloS one. 2015;10(2):e0117598. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117598>
6. Gagnon C, Mathieu J, Desrosiers J. Standardized finger-nose test validity for coordination assessment in an ataxic disorder. Canadian Journal Of Neurological Sciences. 2004;31(4):484-9.
7. Boisdontier MP, Cheval B, van Ruitenbeek P, Cuypers K, Leunissen I, Sunaert S, et al. Cerebellar gray matter explains bimanual coordination performance in children and older adults. Neurobiology of aging. 2018;65:109-20. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2018.01.016>
8. Hayashi H, Nakashima D, Matsuoka H, Iwai M, Nakamura S, Kubo A, et al. Exploring the factor on sensory motor function of upper limb associated with executive function in communitydwelling older adults. Nagoya journal of medical science. 2016;78(3):285-91.
9. Lee S, Oh JW, Son N-H, Chung W. Association between handgrip strength and cognitive function in older adults: korean longitudinal study of aging (2006–2018). International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(3):1048. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031048>
10. Temprado JJ, Torre MM, Langeard A, Julien-Vintrou M, Devillers-Réolon L, Sleimen-Malkoun R, et al. Intentional switching between bimanual coordination patterns in older adults: is it mediated by inhibition processes? Frontiers in aging neuroscience. 2020;12:29. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00029>
11. Torre MM, Langeard A, Alliou L, Temprado J-J. Does bimanual coordination training benefit inhibitory function in older adults? Frontiers in Aging Neuroscience. 2023;15. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1124109>
12. Kwan RYC, Liu JYW, Fong KNK, Qin J, Leung PK-Y, Sin OSK, et al. Feasibility and effects of virtual reality motor-cognitive training in community-dwelling older people with cognitive frailty: pilot randomized controlled trial. JMIR Serious Games. 2021;9(3):e28400. <https://doi.org/10.2196/28400>
13. Mao S, Xie L, Lu N. Activity engagement and cognitive function among chinese older adults: moderating roles of gender and age. BMC Geriatr. 2023;23(1):223. <https://doi.org/10.1186/s12877-023-03912-3>
14. Leisman G, Moustafa AA, Shafir T. Thinking, walking, talking: integratory motor and cognitive brain function. Frontiers in public health. 2016;4:94. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00094>
15. Dimitriadis SI, Castells-Sánchez A, Roig-Coll F, Dacosta-Aguayo R, Lamonja-Vicente N, Torán-Monserrat P, et al. Intrinsic functional brain connectivity changes following aerobic exercise, computerized cognitive training, and their combination in physically inactive healthy late-middle-aged adults: the Projecte Moviment. GeroScience. 2024;46(1):573-96. <https://doi.org/10.1007/s11357-023-00946-8>
16. Wollesen B, Wildbrecht A, van Schooten KS, Lim ML, Delbaere K. The effects of cognitive-motor training interventions on executive functions in older people: a systematic review and meta-analysis. European Review of Aging and Physical Activity. 2020;17(1):9. <https://doi.org/10.1186/s11556-020-00240-y>
17. Mastel-Smith B, Duke G, He Z. A Pilot randomized controlled trial examining the effects of tai chi and electronic tablet use on older adults' cognition and health. Journal of Holistic Nursing. 2019;37(2):163-74. <https://doi.org/10.1177/0898010118792961>
18. Chen Y, Wan A, Mao M, Sun W, Song Q, Mao D. Tai Chi practice enables prefrontal cortex bilateral activation and gait performance prioritization during dual-task negotiating obstacle in older adults. Frontiers in Aging Neuroscience. 2022;14:1000427. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.1000427>
19. Fong D-Y, Chi L-K, Li F, Chang Y-K. The benefits of endurance exercise and Tai Chi Chuan for the task-switching aspect of executive function in older adults: an ERP study. Frontiers in Aging Neuroscience. 2014;6:295. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00295>
20. Lutz H. Life Kinetik®: Gehirnttraining durch Bewegung: BLV, ein Imprint von GRÄFE UND UNZER Verlag GmbH; 2015.

21. KAYA F. Life kinetik exercises in football. *International Research in Sport Sciences*. 2022;9. همکاران
22. Komarudin K, Awwaludin PN, editors. Life kinetik training in improving the physical condition of football athletes. 3rd International Conference on Sport Science, Health, and Physical Education (ICSSHPE 2018); 2019: Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/icsshpe-18.2019.52>
23. Komarudin M, editor Life kinetik training in improving the cognitive functions. 2nd International Conference on Sports Sciences and Health 2018 (2nd ICSSH 2018); 2019: Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/icssh-18.2019.25>
24. Gür Y, Taskin S, Özaktas ES, Taskin C. The effect of life kinetik exercise on performance in bocce athletes. *Journal of Educational Issues*. 2022;8(1):664-71. <http://dx.doi.org/10.5296/jei.v8i1.19858>.
25. Yildirim A. Investigation of the effect of 8-week life kinetik training on self-confidence, attention and psychological skill levels in sedentary men students. *Education Quarterly Reviews*. 2022;5(3):152-8.
26. Komarudin K, Mulyana B, Novian G. The effect of life kinetik training models to improve self-confidence in team and individuals athletes. *The Open Psychology Journal*. 2021;14:220-6. <https://doi.org/10.2174/1874350102114010220>
27. Demirakca T, Cardinale V, Dehn S, Ruf M, Ende G. The exercising brain: changes in functional connectivity induced by an integrated multimodal cognitive and whole-body coordination training. *Neural Plasticity*. 2016;2016(1):8240894. <https://doi.org/10.1155/2016/8240894>
28. Wijaya H, Masrun M, Ihsan N, Pranoto N, Zarya F. The influence of kinetic life training methods and concentration on the dwi hurigi kick skills of taekwondo athletes. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*. 2023;06. <https://doi.org/10.47191/ijmra/v6-i6-15>
29. Gür Y, Hamdemirci IH, Taşkin C, Taşkin S. Investigation of the effect of life kinetik exercise on performance in dart athletes. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*. 2022;16(06):518.
30. Pietsch S, Böttcher C, Jansen P. cognitive motor coordination training improves mental rotation performance in primary school-aged children. *Mind, Brain, and Education*. 2017;11. <https://doi.org/10.1111/mbe.12154>
31. Özşengezer N, Top E. Effects of life kinetik exercises on motor skills and cognitive health in individuals with mild intellectual disabilities: a controlled study. *International Journal of Developmental Disabilities*.1-13. <https://doi.org/10.1080/20473869.2025.2514631>
32. Boyanmış AH, Akın M. Impact of life kinetik training on hand-eye coordination in taekwondo athletes. *Turkish Journal of Sport and Exercise*. 2024;26(3):378-87.
33. Yaşar TS, Beyleroğlu M, Hazar B, Işık Ö. The effect of life kinetik training on attention, hand-eye coordination and shooting performance in archers. *ERPA*. 2018;2018:580.
34. Yarayan Y, Keskin K, Çelik O, Güder B, Kurtipek S, Aslan M, et al. Impact of life kinetik training on balance, agility, jumping, proprioception, and cognitive function in preadolescent recreational fencing athletes: a randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2025;17(1):146. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01186-3>
35. Schaich B. Influence of Life Kinetik on psychological and physical factors in seniors [Master's thesis]. [Munich]: Technical University of Munich; 2017.
36. Wegmann C. Cognition through coordination? A study on changes in short-term memory performance in individuals with a degenerative form of dementia through targeted combination of cognitive and coordinative tasks [in German]. Münster-Hiltrup, Germany. Maria-Sibylla-Merian-Gymnasium: Youth Research Regional Competition; 2018.
37. Suzuki M. Effect of multitask program in sitting position for nursing care users: Focus on cognitive function, brain function, mental health [Master's thesis]. Japanese:
38. Rycroft SS, Quach LT, Ward RE, Pedersen MM, Grande L, Bean JF. The relationship between cognitive impairment and upper extremity function in older primary care patients. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2019;74(4):568-74. <https://doi.org/10.1093/gerona/gly246>

39. Ebner SA, Meikis L, Morat M, Held S, Morat T, Donath L. Effects of movement-based mind-body interventions on physical fitness in healthy older adults: a meta-analytical review. *Gerontology*. 2021;67(2):125-43. <https://doi.org/10.1159/000512675>
40. Tanhamira LA, Randhawa G, Hewson D. The effects of adapted mind-body exercises on physical function, quality of life and wellbeing for older people: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*. 2024;28(4):100186. <https://doi.org/10.1016/j.jnha.2024.100186>
41. Liu G, Ge R, Zhu H. Mind-body training outperforms other physical activities in reducing frailty and enhancing quality of life in older adults: a network meta-analysis. *Frontiers in Public Health*. 2025;13:1578791. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1578791>
42. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*. 2007;39(2):175-91. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>
43. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed: Routledge; 1988. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
44. Taylor KA, Carroll MK, Short SA, Goode AP. Identifying characteristics and clinical conditions associated with hand grip strength in adults: the project baseline health study. *Scientific reports*. 2024;14(1):8937. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55978-7>
45. Schwalbe M, Satz S, Miceli R, Hu H, Manelis A. Hand dexterity is associated with the ability to resolve perceptual and cognitive interference in older adults: pilot study. *Geriatrics*. 2023;8(2):31.
46. Chuangchai W, Siripakarn Y. Combined training's effects on elderly people's development to minimize risk of falling. *West East Journal of Social Sciences*. 2018;7(1):1-12.
47. Hudon C, St-Hilaire A, Landry M, Belzile F, Macoir J. Normative data for the Tower of London (Drexel version) in the Quebec-French population aged between 50 and 88 years. *Applied Neuropsychology: Adult*. 2024;1-7.
48. Borji S, Rahaei, Z., & Aminisani, N. Demographic determinants of the cognitive status among older adults: neyshabur longitudinal study on aging. *Tolooebehdasht*. (2024);23(1), 67-83. <https://doi.org/10.18502/tbj.v23i1.15524>
49. Cheong Y-S, Kim AR, Park E, Yang W-J, Huh J-W, Oh H-M, et al. Validity of the buttoning test in hand disability evaluation of patients with stroke. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2018;42(1):18.
50. Cakir B, Turkan M, Ozer O. Effects of adding cognitive motor coordination exercise to soccer training vs. soccer training alone on physical fitness of prepubescent boys. *International Journal of Applied Exercise Physiology*. 2020;9(6):234-42.
51. Komarudin K. Brain jogging exercise and team and individual sports athletes' concentration. 2017. 456-9. <https://doi.org/10.5220/0007063104560459>