

Research Paper

The Effect of Pilates, TRX and Combination Exercises on the Motor Memory Consolidation among Middle-Aged Women: One-Month Follow-Up PeriodFarideh Azarpey¹, Amir Shams², and Mahdi NamaziZadeh³

1. Master of Science in Motor Behavior, Islamic Azad University, Nourth Branch, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor at Sport Science Research Institute of Iran. (Corresponding Author)
3. Associate Professor at Islamic Azad University

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of Pilates, TRX, and combination exercises on motor memory consolidation and a one-month follow-up period. In a semi-experimental project, 40 middle-aged women aged 30 to 50 years old, without having a history of Pilates and TRX exercises, were available selected and randomly divided into four groups, such as TRX, Pilates, Combination (TRX + Pilates), and Control. In the pre-test phase, all groups performed an epoch of 5 practice blocks (each block containing 10 times the implementation of the 8-item 2R4R3R1R pattern). The experimental groups then practiced for eight weeks, three sessions each week, and 60 minutes of each session. The subjects in the control group also had their daily exercises during this period. Immediately after the end of the training sessions, a post-test and a month later, a follow-up test similar to the pre-test was performed. To analyze the different stages of the research, the one-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey Post-Hoc tests were used at a significance level of $P < 0.05$. The results showed that Pilates and combination exercises in post-test and Pilates exercise in a one-month follow-up period had a significant effect on the motor memory consolidation among middle-aged women. Based on the results of previous studies and the findings of the present study, it can be concluded that Pilates exercise improves motor memory

Received:
06 Apr 2020

Accepted:
12 Sep 2020

Keywords:
Combined Exercise,
Pilates Exercise, TRX Exercise,
Motor Memory Consolidation

1. Email: azarpeyfarideh@gmail.com
2. Email: amirshams85@gmail.com
3. Email: drmnamazi@yahoo.com

consolidation in middle-aged people. There has been much discussion about the effect of aerobic activity (such as Pilates exercise) on motor memory consolidation. Although researchers have stated that its underlying mechanisms have not been conclusively determined, it is assumed that significant changes in the human brain occur following aerobic exercise. Therefore, these factors are effective in maintaining cognitive function and promoting memory consolidation, which is probably more affected by Pilate's exercises.

Extended Abstract

Abstract

Physical activity is one of the important tools for a lifestyle change, which according to the results of studies can affect cognitive factors such as learning. In general, the effect of physical activity on brain function in humans and laboratory animals has been investigated, the results indicate an improvement in brain function (Baker, 2010). In particular, physical activity is one of the effective factors in maintaining memory function (Shamsipour Dehkordi et al., 2017). Loprinzi (2019) in a review study showed that physical exercise increased cognition and memory in humans. Researchers believe that physical activity and exercise regulate the brain's reactive activity (Baker, 2010). Researchers have divided memory into long-term and short-term memory. Long-term memory is divided into two types of explicit and implicit memory based on the type of information (You et al., 2013). One type of explicit memory is explicit motor memory, so one of the most common concepts of explicit motion memory is the continuation of the ability acquired during execution. Explicit motor

memory is fast accessible for alert and flexible recall. This memory is usually actively accessible and verbal, requiring a conscious reminder, and to use this memory, the individual consciously returns to the previously learned task and retrieves it (Shams, 2015; Allen and Duke, 2013). Motor memory is the reference for all skillful behaviors, covering a wide range of skills (Shamsipour, 2014), and consolidation is critical to it (Shams, 2015). The term consolidation was first proposed by Muller and Pilzecke (1990). Memory consolidation is the process of facilitating memory representation (Cohen et al., 2005). Memory consolidation is one of the influential factors in the formation and development of children's cognitive and motor skills (Shams, 2015; Shamsipour et al., 2017). In this regard, studies have shown that along with the increase in dendrites, the brain-derived neurotrophic factor (BDNF) molecule promotes the survival of various types of neurons and are an important factor in balancing the plasticity of the brain, leading to learning and memory. The BDNF is produced by neurons, the area of learning and memory (Yamada et al., 2002). The fact that exercise enhances

the BDNF indicates that exercise elevates learning potential by increasing this molecule (Rose et al., 2019). Research evidence suggests that memory consolidation is a flexible function of the brain that facilitates memory function through endocrine activities. According to the consolidation hypothesis, the formation of a memory trace takes time, and this trace remains weak until the consolidation process is complete. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of total resistance exercise (TRX), Pilates and mixed methods on motor memory consolidation of middle-aged women during a one-month follow-up period.

Methodology

Participants in this study included 40 middle-aged women aged 30-50 years in the two districts of Tehran, who were randomly selected and randomly divided into four groups: TRX, Pilates, combined (TRX + Pilates) and control. None of them had a history of TRX and Pilates exercises. Based on the collected demographic information, all participants were physically and mentally healthy as well as had no history of cardiovascular or psychological disease. All inclusion criteria were assessed using the self-report personal information questionnaire.

Research Tools

Alternating Serial Reaction Time Task: This task has been used by various researchers to measure and explore motor memory (Howard and Howard, 1997; Shams, 2015). To perform this task, the women sat on a chair in front

of a computer monitor and placed their middle and index fingers of the left and right hands on the (z) (x) (/) (.) keys, respectively.

TRX Exercise: This exercise includes a special type of suspension exercise consisting of two very strong and durable straps without elasticity, two suspended handles and an anchor that is resistant through weight and body angle with the ground while a point applied from the body to ground allows the practitioner to move on three levels and design different movements (Dawes, 2017).

Pilates Exercise: It consists of exercises that start with the stabilization of the central limbs and then continue the training process through a range of motion control. It also improves the awareness level and body condition.

Demographic Information Questionnaire: This questionnaire comprises information such as age, education level, history of neurological diseases, serious damage to the skull, history of anesthesia, sleep disorders, hearing, movement and vision disorders, smoking and alcohol use.

Exercise Protocol

The experimental groups performed their exercises for eight weeks (three sessions per week and 60 minutes per session). At the beginning of the session, the subjects warmed up for 5 minutes including running, stretching and flexibility, 50 minutes of basic exercises for each group (TRX, Pilates or mixed), and finally five minutes of stretching exercises to cool down. It should be noted that the mixed group performed TRX exercises for 25 minutes

and Pilates exercises for 25 minutes in their sessions.

Research Method

In order to ensure that the exercise in the main task leads to the creation of a memory of the hidden sequence of movements and in order to solve the problems of the reaction time tools of consecutive chains, the preliminary studies on six subjects (each group=2 women) were performed. In the first session, these subjects practiced 25 training blocks, each block containing 10 repetitions of the 2R4R3R1R eight-item pattern of the sequence (Shamsipour et al., 2014; Shams, 2015). This session was controlled under the supervision of a tester. At the end of the pilot study, the participants were asked questions about the strategy and order of presenting the stimuli and were asked if they noticed a particular order in the way, they responded to the stimuli. However, if the women were unaware of the existence of a rule or order of presenting the stimulus, the researcher was sure that the subjects did not respond to the stimuli through explicit knowledge, and the skill was learned secretly. At the end of the training sessions, a post-test similar to the pre-test conditions was performed. Moreover, one month after that, a follow-up test was taken from the women. The efforts of this stage were the same as the pre-test.

Results

The results of the demographic information of the participants demonstrated that 70, 8 and 20% of them were married, divorced and single, respectively. Their mean age was

46.4±5.27 in the control group, 39.8±7.12 in the Pilates group, 42.7±3.46 in the TRX group and 41.7±5.49 in the mixed group. The results of the one-way ANOVA in the pre-test stage illustrated that there was no significant difference between the research groups in consolidation motor memory ($F_{36,3}=0.96$, $P=0.42$). The results of the one-way ANOVA in the post-test stage ($F_{36,3}=26.481$, $P=0.001$) and one-month follow-up stage ($F_{36,3}=31.513$, $P=0.001$) displayed that there was a significant difference in motor memory consolidation between the research groups. Tukey's post-hoc test was used to determine the significance of the groups. The findings suggested that in the post-test phase of the Pilates and mixed group as well as in the one-month follow-up test, the Pilates group had significantly better motor memory consolidation than other groups ($P<0.05$). Besides, the mixed group had significant performance compared to the control and TRX groups ($P<0.05$). Furthermore, there was no significant difference between TRX and control groups.

Conclusion

The overall purpose of this study was to investigate the effect of Pilates, TRX and combined exercises on the motor memory consolidation of middle-aged women during a one-month follow-up period. The results showed that in the post-test, the Pilates and mixed exercises groups as well as in the one-month follow-up test, the Pilates exercise group had better motor memory consolidation than the other groups. There has been much debate

about the effect of physical activity on memory. Although researchers have stated that its underlying mechanisms have not been definitively determined, it is assumed that significant changes occur in the human brain following aerobic activity. Evidence suggests that aerobic activity can improve mental and cognitive function and play a role in preventing cognitive decline (Joolaei et al., 2017). In fact, Pilates as an aerobic exercise has a greater impact on the physiological, neurological, circulatory and neurotransmitter components. Therefore, this leads to prevent the deterioration, increase the formation of neural networks in the brain and ultimately improve the memory of individuals (Liu-Ambrose et al., 2010). In this regard, Shamsipour et al. (2017) also expressed that aerobic and strength training enhances daily memory. Further, Griffin et al. (2009) found that the concentration of BDNF molecules in the blood was increased after physical activity in all subjects, indicating that acute physical activity elevated the serum BDNF molecule in sedentary individuals. Memory test data represented a positive effect of acute physical activity on the performance of hippocampal cognitive

tests. In addition, the inconsistency between the results of the present study and those of Brooks et al. (2015) and Heather et al. (2013) may be due to the differences in participants, memory-measuring tools as well as in the type and intensity of the aerobic activity. Besides, Erickson and Kramer (2009) stated that physical activity had an effective role on cognitive factors, but 6-12-month exercise was required for its positive and effective change on long-term memory, physiological adaptation and blood flow to brain areas, increased hippocampal volume and other brain functions. Therefore, the result obtained in the present study could have several causes: a) Pilates largely avoided high impact, high power output as well as heavy muscular and skeletal loading, and b) It became synaptic and built neurotransmitters that are important in the process of processing and consolidating memory. In other words, aerobic exercise can keep the brain young and active by increasing the growth of nerve cells and expanding intercellular communication that is necessary for learning and memory consolidation (Tang et al., 2001; Rahmani et al., 2015).

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرینات پیلاتس، تی.آر.ایکس و ترکیبی بر تحکیم حافظه حرکتی زنان
میان‌سال: دوره پیگیری یک ماههفریده آذری^۱، امیر شمس^۲، و مهدی نمازی زاده^۳

۱. کارشناس ارشد رفتار حرکتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران
۲. استادیار پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی (نویسنده مسئول)
۳. دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی

چکیده

هدف کلی پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات پیلاتس، تی.آر.ایکس و ترکیبی بر تحکیم حافظه حرکتی و دوره پیگیری یک ماهه بود. در یک طرح نیمه تجربی تعداد ۴۰ زن میان‌سال با دامنه سنی ۳۰ تا ۵۰ سال و بدون داشتن سابقه انجام تمرینات پیلاتس و تی.آر.ایکس به طور در دسترس انتخاب و به طور تصادفی به چهار گروه تی.آر.ایکس، پیلاتس، ترکیبی (تی.آر.ایکس + پیلاتس) و کنترل تقسیم شدند. در مرحله پیش آزمون تمامی گروه‌ها یک ایپوک ۵ بلوک تمرینی (هر بلوک شامل ۱۰ مرتبه اجرای الگوی هشت آیتمی 2R4R3R1R) آزمون زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متناوب را انجام دادند. سپس گروه‌های تجربی به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه تمرینات مخصوص به خود را انجام دادند. آزمون‌های گروه کنترل نیز در این دوره زمانی تمرینات روزمره خود را داشتند. بلافاصله پس از پایان جلسات تمرین، پس آزمون و یک ماه بعد آزمون پیگیری مشابه با پیش آزمون به عمل آمد. برای تحلیل مراحل مختلف پژوهش، از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک راهه و آزمون تعقیبی توکی در سطح معناداری $P < 0.05$ استفاده شد. نتایج نشان داد تمرینات پیلاتس و ترکیبی در پس آزمون و تمرینات پیلاتس در دوره پیگیری یک ماهه بر تحکیم حافظه حرکتی زنان میان‌سال تأثیر معناداری دارد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت انجام تمرین پیلاتس باعث ارتقای تحکیم حافظه حرکتی زنان میان‌سال می‌شود. در خصوص تأثیر فعالیت هوازی (مانند تمرین پیلاتس) بر تحکیم حافظه حرکتی، بحث‌های زیادی مطرح شده است. اگر چه محققان اظهار نموده‌اند ساز و کارهای زیربنایی آن به‌طور قطعی مشخص نشده است، اما فرض بر این است در پی انجام فعالیت هوازی تغییرات مهمی در مغز انسان رخ می‌دهد. بنابراین این عوامل برای حفظ عملکرد شناختی و ارتقای تحکیم حافظه مؤثر هستند که احتمالاً تمرینات پیلاتس تأثیر بیشتری بر آنها دارد.

تاریخ دریافت:

۱۳۹۹/۰۱/۱۸

تاریخ پذیرش:

۱۳۹۹/۰۶/۲۲

واژگان کلیدی:

تمرینات ترکیبی،
پیلاتس، تمرینات
تی.آر.ایکس، تحکیم
حافظه حرکتی

1. Email: Email: azarpeyfarideh@gmail.com
2. Email: amirshams85@gmail.com
3. Email: drmmamazi@yahoo.com

مقدمه

فعالیت بدنی یکی از ابزارهای مهم تغییر شیوه زندگی است که بر اساس نتایج مطالعات انجام شده می‌تواند بر عوامل شناختی مانند یادگیری اثر داشته باشد. به طور کلی اثر فعالیت بدنی بر عملکرد مغز در انسان و حیوانات آزمایشگاهی بررسی شده است که نتایج آن حاکی از بهبود در عملکرد مغزی است (بیکر^۱، ۲۰۱۰). به طور ویژه فعالیت بدنی از جمله عوامل مؤثر در حفظ کارکرد حافظه به شمار می‌آیند (شمسی پور و همکاران، ۲۰۱۷). فعالیت بدنی به عنوان یک راهبرد رفتاری به منظور افزایش سلامتی عمومی از جمله عملکرد ذهنی پذیرفته شده است. لوپرینزی^۲ (۲۰۱۹) در یک مطالعه مروری نشان داد تمرین جسمانی باعث افزایش شناخت و حافظه در انسان می‌شود. محققان معتقدند فعالیت بدنی و ورزش فعالیت‌های واکنشی مغز را تنظیم می‌کند (بیکر، ۲۰۱۰). حافظه به مجموعه‌ای از فرآیندها در مغز اطلاق می‌شود که با استفاده از آنها فرد تجارب و ادراک‌های مختلف را ذخیره و یادآوری می‌کند. پژوهشگران حافظه را به دو بخش حافظه بلند مدت و کوتاه مدت تقسیم کرده‌اند. ذخیره‌سازی اطلاعات در حافظه کوتاه مدت به طور کلی از نظر ظرفیت و زمان محدود است. با تکرار و مرور ذهنی اطلاعات از حافظه کوتاه مدت به حافظه بلند مدت انتقال می‌یابد. ظرفیت حافظه بلند مدت نامحدود است و مدت نگهداری اطلاعات نیز از چند روز تا چند سال و حتی تا آخر عمر متغیر است. حافظه بلند مدت زمانی شکل می‌گیرد که اتصالات نرونی ویژه‌ای به طور دائمی تقویت شده باشد (شمسی پور و همکاران، ۲۰۱۷). البرینی و همکاران^۳ (۲۰۱۲). حافظه بلند مدت بر اساس نوع اطلاعات به دو نوع حافظه آشکار و پنهان

تقسیم می‌شود. حافظه آشکار نیاز به یادآوری آگاهانه و هشیار دارد. فرآیند یادگیری در حافظه آشکار خودآگاه است و برای بازیابی آن به محرکات مختصر و سرنخ‌ها نیاز است (تو و همکاران، ۲۰۱۳^۴). یکی از انواع حافظه آشکار، حافظه حرکتی آشکار است، لذا از رایج‌ترین مفاهیم حافظه حرکتی آشکار تداوم توانایی کسب شده در طول اجرا است. حافظه حرکتی آشکار سریع، قابل دسترسی برای یادآوری هوشیار و انعطاف پذیر است. این حافظه معمولاً به‌طور فعال قابل دستیابی و قابل کلامی شدن است؛ نیازمند یادآوری هوشیارانه است و فرد برای استفاده از این حافظه با آگاهی به تکلیف و اطلاعات آموخته شده قبلی بازگشته و آنها را بازیابی می‌کند (شمس، ۲۰۱۵، آلن و دوک^۵، ۲۰۱۳). حافظه حرکتی مرجع تمام رفتارهای ماهرانه است که دامنه وسیعی از مهارت‌ها را شامل می‌شود (شمسی پور، ۲۰۱۴) و تحکیم برای آن حیاتی است (شمس، ۲۰۱۵). اصطلاح تحکیم اولین بار توسط مولر و پیکزلر^۶ (۱۹۹۰) پیشنهاد شد. تحکیم حافظه عبارت است از فرآیندهایی که موجب تبدیل حافظه ناپایدار به پایدار می‌شود و بازنمایی حافظه را تسهیل می‌کنند (کوهن و همکاران، ۲۰۰۵^۷). تحکیم حافظه از عوامل تأثیرگذار در شکل‌گیری و تحول مهارت‌های شناختی و حرکتی کودکان است (شمس، ۲۰۱۵، شمسی پور و همکاران، ۲۰۱۷). پژوهشگران بیان نموده‌اند پروتئین سبین^۸ با افزایش انشعابات دندریت‌ها و شکل‌گیری سیناپس‌های جدید اتصالات بین سلول‌های عصبی را تقویت می‌کند و می‌تواند منجر به شکل‌گیری حافظه بلندمدت شود. در این خصوص، مطالعات نشان داده‌اند

5. Allen & Duke
6. Muller & Pilzecke
7. Cohen et al.
8. Cypin

1. Baker
2. Loprinzi
3. Alberini et al.
4. Tu et al.

حرکات پاسچر با درخواست های عصبی-عضلانی بالاست (اندرسون و اسپکتور، ۲۰۰۰). این روش مجموعه ای از تمرینات تخصصی است که بدن و مغز را به گونه ای درگیر می‌کند که قدرت، استقامت و انعطاف پذیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این زمینه مطالعات مختلف اثرات مختلف فعالیت بدنی را بر انواع حافظه نشان داده‌اند. سیبلی و بیلوک^۷ (۲۰۰۷) دریافتند ورزش شدید برای بزرگسالانی که دارای عملکرد شناختی پایین‌تری هستند بیشترین منفعت را دارد و نشان دادند تأثیر ورزش در حوزه شناختی برای تمام افراد یکسان نیست. هوانگ و همکاران^۸ (۲۰۱۴) نشان دادند تمرینات هوازی موجب افزایش سطوح بی.دی.ان.اف در زنان و مردان سالم می‌شود. زولادس و همکاران^۹ (۲۰۰۸) نیز افزایش سطح بی.دی.ان.اف را در مردان جوان پس از یک دوره تمرینات استقامتی نشان دادند؛ اما نتایج ویلیامز و فریس^{۱۰} (۲۰۱۲) حاکی از تأثیرات مثبت تمرینات استقامتی بر سطوح بی.دی.ان.اف نبود. هژبرنیا و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان دادند بهره‌ر حافظه افراد بعد از تمرینات ایروبیکی در زمان آزمون صبح به طور معناداری نسبت به قبل از تمرینات ایروبیکی افزایش داشته است؛ در حالی که انجام تمرینات ایروبیکی بر میانگین نمرات بهره‌ر حافظه افراد در زمان آزمون عصر تأثیر معناداری نداشت. شواهد پژوهشی نشان می‌دهند تحکیم حافظه نوعی کارکرد انعطاف‌پذیر مغز است که باعث می‌شود عملکرد حافظه در اثر فعالیت‌های درون‌ریز تسهیل گردد. طبق فرضیه تحکیم شکل‌گیری یک رد حافظه‌ای نیاز به

همراه با افزایش دندریت‌ها، مولکول بی.دی.ان.اف^۱ باعث ارتقاء و زنده ماندن انواع مختلفی از نرون‌ها و همچنین فاکتور مهمی در متعادل کردن پلاستیسیته مغز است، لذا منجر به یادگیری و حافظه می‌شود. بی.دی.ان.اف توسط نرون‌ها تولید می‌شود یعنی ناحیه‌ای که مربوط به یادگیری و حافظه است (یامادا و همکاران^۲، ۲۰۰۲). مطالعات نشان داده‌اند افزایش بی.دی.ان.اف در مغز باعث افزایش یادگیری و کاهش آن تأثیر منفی بر یادگیری دارد (بیرد و همکاران^۳، ۲۰۱۸). این حقیقت که ورزش باعث افزایش بی.دی.ان.اف می‌شود نشان دهنده این امر است که ورزش پتانسیل یادگیری را به واسطه افزایش این مولکول افزایش می‌دهد (رز و همکاران^۴، ۲۰۱۹). بر این اساس، از روش های تمرینی که اخیراً در مطالعات مرتبط با عملکرد شناختی مورد استفاده قرار گرفته است تمرینات تی.آر.ایکس است. این روش نوعی تمرین با وزن بدن است و شیوه ای برای ماندن در نقطه اوج آمادگی جسمانی، بدون تجهیزات رایج بدنسازی با فضایی بسیار محدود است (وینست و همکاران، ۲۰۰۲). این تمرینات از سری تمرینات معلق مبتنی بر وزن بدن است که خود این وسیله و تمرینات آن، الهام گرفته شده از حلقه‌ها و تمرینات ژیمناستیک است (دیپوز،^۵ ۲۰۱۷). از دیگر روش‌های ورزشی که در سال‌های اخیر مورد توجه متخصصان ورزش و توانبخشی قرار گرفته و به طور وسیعی در حال فراگیر شدن است، تمرینات پیلاتس^۶ است. پیلاتس، روشی مناسب برای تمرین آگاهی ذهن-بدن و کنترل

6. Pilates Exercises
7. Sibley & Beilock
8. Huang et al.
9. Zoladz et al.
10. Williams & Ferris

1. Brain-Derived Neuro-trophic Factor (BDNF)
2. Yamada et al.
3. Baird et al.
4. Ross et al.
5. Dawes

هوارد، ۱۹۹۷؛ شمس، ۲۰۱۵). آزمودنی‌ها جهت اجرای این تکلیف، روی صندلی و روبه‌روی مانیتور کامپیوتر می‌نشینند و انگشت میانی و اشاره دست چپ و انگشت اشاره و میانی دست راست را به ترتیب روی کلیدهای (Z)(X)(/) (.) صفحه کلید قرار می‌دهند (شکل ۱).

در تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متناوب در هر کوشش تمرینی، چهار دایره توخالی و سفیدرنگ به-ترتیب و به‌طور هم‌زمان از سمت چپ به راست روی صفحه کامپیوتر ظاهر می‌شوند (یک مکان اولین دایره در سمت چپ، دو مکان دومین دایره، سه مکان سومین دایره و چهار مکان چهارمین دایره بود که در سمت راست قرار داشت). این دایره‌ها به‌صورت افقی و در یک خط قرار دارند. انجام تکلیف بدین صورت است که به-طور ناگهانی یکی از این دایره‌ها توپر و سیاه‌رنگ می‌شود و آزمودنی باید بلافاصله کلیدی که مربوط به نشان‌دادن مکان دایره توپر شده است را روی صفحه کلید فشار دهد. پاسخ‌ها توسط چهار کلید مشخص شده در صفحه کلید رایانه انتخاب می‌شوند. تا زمانی که آزمودنی به مکان ظاهر شدن محرک روی صفحه-نمایش از طریق فشردن کلید مربوط به آن مکان روی صفحه کلید پاسخ صحیح ندهد، محرک (دایره توپر شده از بین چهار دایره) در صفحه باقی خواهد ماند، لذا زمان عکس‌العمل برای هر پاسخ به‌عنوان نمره عملکرد آزمودنی‌ها در نظر گرفته می‌شود. پس از پاسخ صحیح، محرک بعدی با فاصله زمانی ۱۲۰ میلی ثانیه به‌صورت خودکار ظاهر می‌شود.

این که از میان چهار دایره، کدام یک از دایره‌ها روی صفحه کامپیوتر سیاه‌رنگ می‌شود مشخص نیست و مکان ظاهر شدن دایره سیاه برای پاسخ‌داده شدن توسط آزمودنی در هر کوشش غیرقابل پیش‌بینی به نظر می‌رسد؛ اما توالی ظاهر شدن محرک (سیاه شدن دایره)

زمان دارد و این رد تا کامل شدن فرآیند تحکیم به صورت ضعیف باقی می‌ماند. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی اثربخشی روش‌های مختلف تمرینی تی.آر.ایکس و پیلاتس و ترکیبی بر تحکیم حافظه حرکتی زنان میان سال و دوره پیگیری یک ماهه است.

روش‌شناسی پژوهش

با توجه به هدف پژوهش حاضر، نوع پژوهش کاربردی، و با توجه به این که امکان کنترل تمامی متغیرهای تأثیرگذار بر پژوهش وجود نداشت نیمه تجربی، و از لحاظ شیوه جمع‌آوری اطلاعات، میدانی است.

شرکت‌کنندگان

شرکت‌کنندگان این پژوهش شامل ۴۰ زن میان‌سال با دامنه سنی ۳۰ تا ۵۰ سال مراجعه کننده به باشگاه های آترین، تیموری و شوشتری در منطقه دو شهر تهران بودند که به طور در دسترس انتخاب و به طور تصادفی به چهار گروه تی.آر.ایکس، پیلاتس، ترکیبی (تی.آر.ایکس+پیلاتس) و کنترل تقسیم شدند. هیچ یک از آزمودنی‌ها سابقه تمرینات ورزشی تی.آر.ایکس و پیلاتس را نداشتند. بر اساس اطلاعات جمعیت-شناختی جمع‌آوری شده تمامی شرکت‌کنندگان از نظر جسمانی و روانی سالم و هیچ‌گونه سابقه بیماری قلبی-عروقی و روان‌شناختی نداشتند. تمامی معیارهای ورود به مطالعه با استفاده از پرسش‌نامه اطلاعات فردی و خودگزارشی آزمودنی‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

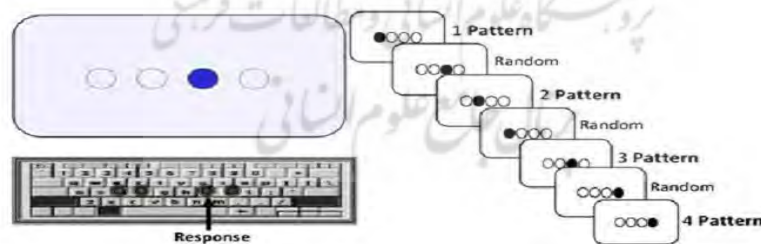
ابزار پژوهش

تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متناوب: این تکلیف توسط محققان مختلفی برای سنجش و کاوش حافظه حرکتی مورد استفاده قرار گرفته است (هوارد و

پژوهش‌ها در تکلیف زمان واکنش زنجیره ای توانسته‌اند در الگوی $R_1R_2R_3R_4$ توالی تکراری 2431 را پس از اجرای چند الگوی پشت سر هم حدس بزنند؛ لذا، برای پاسخ‌دهی به محرک‌ها از دانش اخباری استفاده نموده‌اند؛ اما بر اساس یافته‌های پژوهشگران دیگر (مانند سونگ و همکاران،^۱ ۲۰۰۷؛ نمس و همکاران،^۲ ۲۰۱۰؛ هووارد و همکاران، ۲۰۰۴) که برای سنجش عملکرد حافظه پنهان از تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متناوب استفاده کرده بودند، طریقه سازماندهی یک الگو به صورت 4- $2R_14R_23R_31R$ طراحی شده بود. این پژوهشگران بر اساس یافته‌های خود اظهار نمودند در الگوی هشت آیتمی $1R_14R_22R_33R_4$ ، طریقه قرارگیری توالی‌های تصادفی و غیرقابل پیش‌بینی (4- $R_1R_2R_3R$) طراحی شده در تکلیف زمان عکس-العمل زنجیره‌ای متناوب باعث می‌شود توالی تکراری ۲۳۱۴ بهتر پنهان بماند و آزمودنی نتواند توالی تکراری را از بین توالی تصادفی حدس بزند. لذا، دانش اخباری طی انجام پژوهش حاضر در آزمودنی‌ها ایجاد نمی‌شود و پژوهشگر موفق به ارزیابی عملکرد حافظه پنهان صرف می‌گردد.

طوری برای پاسخ‌گویی طراحی شده است که از یک نظم و راهبرد قانون‌مند پیروی می‌کند. در تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متناوب از یک الگوی هشت آیتمی ($2R_14R_23R_31R$) استفاده می‌شود که در آن یک توالی تکراری چهار آیتمی از رخداد‌های الگوی تکراری (توالی 2431) به‌طور متناوب و یک‌درمیان با توالی تکراری چهار آیتمی از رخداد‌های الگوی تصادفی تعیین شده ($4R_1R_2R_3R$) جایگزین می‌شود. شرکت‌کنندگان از هیچ‌یک از توالی‌های تکراری و تصادفی توسط آزمونگر اطلاع پیدا نمی‌کنند. در این الگوی هشت آیتمی، چهار آیتم 1423 مربوط به توالی تکراری بود و چهار آیتم $R_1R_2R_3R_4$ مربوط به توالی تصادفی است (شمس، ۲۰۱۵؛ شمسی پور و همکاران، ۲۰۱۴).

پژوهش‌های قبلی به‌منظور سنجش عملکرد توالی حرکتی پنهان، تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای را مورد استفاده قرار داده بودند. توالی مورد استفاده در این تکلیف به صورت $R_1R_2R_3R_4$ بود که 4- $R_1R_2R_3R$ چهار آیتم تصادفی بودند که پشت سر هم می‌آمدند و 2431، چهار آیتم مربوط به توالی تکراری بودند که آنها نیز پشت سر هم نمایان می‌شدند. پژوهشگران اظهار نمودند آزمودنی‌ها در این



شکل ۱- ارائه تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متناوب برای الگوی هشت آیتمی $1R_2R_3R_4R$
Figure 1- Presentation of alternative serial reaction time task assignment for $1R_2R_3R_4R$ eight-item pattern

جدی به مجموعه، عدم سابقهٔ بیهوشی، عدم اختلال در خواب، عدم اختلال شنوایی، حرکتی و بینایی، عدم مصرف سیگار و الکل، عدم اختلالات شناختی و حافظه و در نهایت عدم مصرف داروهای هورمونی بود.

پروتکل تمرینات

گروه‌های تجربی به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه تمرینات مخصوص به خود را انجام می‌دادند. در ابتدای جلسه آزمودنی‌ها ۵ دقیقه به گرم کردن شامل دویدن نرم، حرکات کششی و انعطاف‌پذیری، سپس ۵۰ دقیقه تمرینات اصلی مخصوص هر گروه (تی.آر.ایکس، پیلاتس و یا ترکیبی) و در نهایت پنج دقیقه حرکات کششی جهت سرد کردن انجام شد. لازم به ذکر است گروه ترکیبی در جلسات خود ۲۵ دقیقه به انجام تمرینات تی.آر.ایکس و ۲۵ دقیقه تمرینات پیلاتس پرداختند (جدول ۱).

تمرینات تی.آر.ایکس: شامل نوعی از تمرینات معلق ویژه است که از دو تسمه بسیار محکم و مقاوم بدون خاصیت کشسانی، دو دسته معلق و یک لنگر تشکیل شده است که مقاومت از طریق وزن و زاویهٔ بدن با سطح زمین در حالی که یک نقطه از بدن روی زمین است اعمال می‌شود و امکان حرکت در سه سطح و طراحی حرکات مختلف را برای فرد تمرین‌کننده فراهم می‌کند (دیوز، ۲۰۱۷).

تمرینات پیلاتس: شامل تمریناتی است که با ثبات اندام‌های مرکزی شروع و سپس فرآیند تمرین از طریق یک دامنه کنترل حرکت ادامه می‌یابد. همچنین میزان پیشرفت آگاهی و بهبود وضعیت بدن را توسعه می‌دهد (سوروکسی و همکاران، ۲۰۰۸).

پرسش‌نامهٔ اطلاعات فردی: این پرسش‌نامه شامل اطلاعاتی نظیر سن، سطح تحصیلات، مصرف داروی خواب‌آور، عدم سابقهٔ بیماری‌های عصبی، عدم آسیب

جدول ۱- پروتکل تمرینی گروه‌های پژوهش (برگرفته از دیوز، ۲۰۱۷؛ موحدی و همکاران، ۲۰۱۶)

Table 1- Practice protocol of research groups (adapted from Dawes; 2017; Movahedi et al., 2016)

اجزای تمرینات Exercise components	مدت زمان Time	مرحلهٔ تمرینات
Perform simple stretching exercises on the muscles of the body	۵ دقیقه 5 Minutes	گرم کردن Warm-up
trx crunch (2×25), Trx chest press (3×12), push up (3×12), power pull (3×15), biceps curl (3×15), Torso rotation (3×12), Sit up (3×20), pike (3×15), squat (3×15), Balance lunge (3×12), Hip Abduction (3×20),	۵۰ دقیقه 50 Minutes	گروه تی.آر.ایکس TRX Group
Leg lifts, Boomerang, Crab, Side kick kneeling, Neck pull, Scissors, Spine twist Spine Stretch, Leg pull, Rocker with open legs	۵۰ دقیقه 50 Minutes	گروه پیلاتس Pilates Group

ادامه جدول ۱- پروتکل تمرینی گروه های پژوهش (برگرفته از دیوس؛ ۲۰۱۷؛ موحدی و همکاران؛ ۲۰۱۶)

Table 1- Practice protocol of research groups (adapted from Dawes; 2017; Movahedi et al., 2016)

مرحله تمرینات	اجزای تمرینات Exercise components	مدت زمان Time	مرحله تمرینات
trx crunch (1×25), Trx chest press (3×6), push up (3×6), power pull (3×6), biceps curl (3×6), Torso rotation (3×6), Sit up (3×10), pike (3×7), squat (3×7), Balance lunge (3×6), Hip Abduction (3×10), Leg lifts, Boomerang, Crab, Side kick kneeling, Neck pull, Scissors, Spine twist Spine Stretch, Leg pull, Rocker with open legs	25 Minutes TRX	۵۰ دقیقه 50 Minutes	گروه ترکیبی Combination Group
Perform simple stretching exercises on the muscles of the body	25 Minutes Pilates	۵ دقیقه 5 Minutes	سردکردن Cool down

روش اجرا

به منظور اطمینان از این که تمرین در تکلیف اصلی منجر به ایجاد حافظه ای از توالی حرکتی پنهان می-شود و نیز به منظور رفع مشکلات ابزار زمان عکس-العمل زنجیره ای متوالی، مطالعه ای مقدماتی روی شش آزمودنی (هر گروه دو نفر) انجام شد. هیچ یک از آزمودنی ها سابقه تمرین ورزشی پیلاتس، تی.آر.ایکس و ترکیبی و آزمون زمان عکس العمل را نداشتند. این آزمودنی ها در یک جلسه، ۲۵ بلوک تمرینی را تمرین کردند که هر بلوک شامل ۱۰ مرتبه اجرای الگوی هشت آیتی 2R4R3R1R از توالی بود (شمسی پور و همکاران، ۲۰۱۴، شمس، ۲۰۱۵). این جلسه زیر نظر آزمونگر کنترل شد. پس از اتمام مطالعه مقدماتی، از آزمودنی ها سؤالاتی در رابطه با راهبرد و نظم موجود در ارائه محرک ها پرسیده شد و از آنها درخواست شد اگر متوجه نظم خاصی در شیوه پاسخ دهی به محرک ها شدند آن نظم و قاعده را بیان کنند. اگر آزمودنی ها از وجود قاعده یا نظم در ارائه محرک اظهار بی اطلاعی

نمودند، پژوهشگر اطمینان می یافت که آزمودنی ها از طریق دانش آشکار به محرک ها پاسخ نداده اند و مهارت به صورت پنهان آموخته شده است. پس از انتخاب آزمودنی ها بر اساس معیارهای ورود به مطالعه، آزمودنی ها به طور تصادفی در چهار گروه تی.آر.ایکس، پیلاتس، ترکیبی (تی.آر.ایکس+ پیلاتس) و کنترل تقسیم شدند. ابتدا، از آزمودنی ها دعوت شد تا یک روز قبل از آزمون به محل اجرای پژوهش مراجعه کنند و اطلاعاتی درباره ابزار و نحوه اجرا دریافت کنند. همزمان از آنها رضایت نامه کتبی نیز دریافت شد. جلسه آزمون برای همه آزمودنی ها ساعت ۱۱-۹ برگزار شد. در این جلسه ابتدا تمامی آزمودنی های پژوهش ۵ بلوک تمرینی (هر بلوک شامل ۱۰ مرتبه اجرای الگوی هشت آیتی 2R4R3R1R) در مرحله پیش آزمون را انجام دادند (شمسی پور دهکردی و همکاران، ۲۰۱۵؛ شمس، ۲۰۱۶) و پس از آن در مرحله تمرین، آزمودنی های هر گروه هشت هفته و هر هفته سه جلسه تمرین کردند. لازم به ذکر است که در الگوی

استاندارد) استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک، برای تجانس واریانس‌ها از آزمون لون و برای تحلیل مراحل مختلف پژوهش، از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک راهه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. کلیه تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس نسخه ۱۶، در سطح معناداری $P < 0.05$ انجام شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۶ ترسیم شد.

یافته‌ها

نتایج اطلاعات جمعیت شناختی آزمودنی‌ها نشان داد ۷۰ درصد متأهل، ۸ درصد مطلقه و ۲۰ درصد مجرد بودند. میانگین سنی آزمودنی‌ها در گروه کنترل 39.8 ± 7.12 ، در گروه پیلاتس 46.5 ± 4.27 ، تی.آر.ایکس 42.7 ± 3.46 و در گروه ترکیبی 41.5 ± 7.49 بود. همچنین میانگین و انحراف استاندارد مربوط به تحکیم حافظه حرکتی به تفکیک گروه‌ها در مراحل مختلف (پیش از آزمون، پس از آزمون و پیگیری یک ماهه) در جدول ۲ و نمودار ۱ ارائه شده است. بر این اساس گروه پیلاتس در مراحل پس از آزمون و دوره پیگیری یک ماهه دارای عملکرد بهتری نسبت به گروه‌های دیگر است. همچنین گروه ترکیبی نیز دارای عملکرد بهتری در هر دو مرحله آزمون نسبت به گروه‌های تی.آر.ایکس و کنترل است.

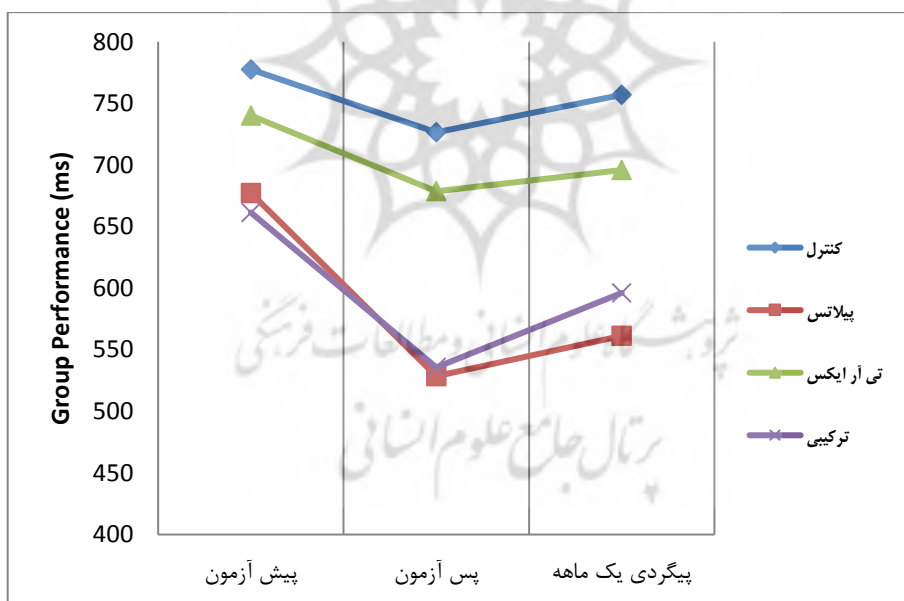
2R4R3R1R، پاسخ‌دادن به هر آیتم (منظور هر عدد و هر R) به عنوان یک کوشش به حساب می‌آید. البته، یادآوری این نکته ضروری است که مطابق با پژوهشگرانی که در پژوهش‌های خود از تکلیف زمان عکس‌العمل زنجیره‌ای متناوب استفاده نمودند (شمسی پور و همکاران، ۲۰۱۵؛ سونگو همکاران، ۲۰۰۷؛ نمس و همکاران، ۲۰۱۰؛ هووارد و همکاران، ۲۰۰۴؛ رومانو و همکاران، ۲۰۱۲)، آزمودنی‌ها در هر بلوک تمرینی ابتدا پنج کوشش تصادفی را بدون پیروی از هیچ قاعده خاصی، به منظور آشناسازی و گرم کردن انجام دادند. سپس، کوشش‌های مربوط به هر بلوک را در مراحل مختلف تمرین کردند. به منظور تحلیل آماری آسان‌تر داده‌ها در مرحله پیش از آزمون، پس از آزمون و دوره پیگیری یک ماهه، هر پنج بلوک به عنوان یک ایپوک در نظر گرفته شد (شمس، ۲۰۱۶؛ نمس و همکاران، ۲۰۱۰؛ و هووارد و همکاران، ۲۰۰۴). پس از پایان جلسات تمرین، پس از آزمون مشابه با شرایط پیش از آزمون از شرکت کنندگان به عمل آمد. همچنین یک ماه پس از آن آزمون پیگیری یک ماهه از آزمودنی‌ها گرفته شد. کوشش‌های این مرحله نیز دقیقاً مشابه با مرحله پیش از آزمون بود.

روش پردازش داده‌ها

به منظور تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده، از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. برای توصیف داده‌ها از شاخص‌های مرکزی (میانگین) و پراکندگی (انحراف

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار تحکیم حافظه گروه‌های پژوهش در مراحل مختلف
 Table 2- Mean and standard deviation of memory consolidation of research groups in different stages

مرحله (Stage)	ایپوک پیش آزمون Pre-Test Epoch	ایپوک پس آزمون Post-Test Epoch	ایپوک پیگیری یک ماهه Epoch
گروه Group	انحراف معیار ± میانگین M±SD	انحراف معیار ± میانگین M±SD	انحراف معیار ± میانگین M±SD
کنترل Control	۷۷۷/۵۵±۱۳۵/۴۱ 777.135±55.41	۷۲۶/۵۲±۱۶۶/۲۷ 726.166±52.27	۷۵۷/۵۰±۵۴/۴۳ 757.54±50.43
پیلاتس Pilates	۶۷۷/۲۸±۲۱۶/۶۰ 677.216±28.60	۵۲۸/۵۷±۱۲۸/۳۳ 528.128±57.33	۵۶۱/۳۷±۱۶۶/۸۰ 561.166±37.80
تی آر ایکس TRX	۷۴۰/۱۰±۱۹۴/۵۹ 740.194±10.59	۶۷۸/۶۴±۱۶۷/۱۵ 678.167±64.15	۶۹۵/۷۷±۱۴۴/۶۰ 695.144±77.60
ترکیبی Combination	۶۶۱/۳۸±۱۳۸/۴۴ 661.138±38.44	۵۳۵/۷۱±۱۵۵/۴۱ 535.155±71.41	۵۹۶/۱۷±۱۰۶/۸۶ 596.106±17.86



شکل ۱- تحکیم حافظه حرکتی گروه‌های پژوهش در مراحل مختلف آزمون
 Figure 1-Motor memory consolidation of research groups in different test stages

در ادامه جهت طبیعی بودن و همگنی واریانس‌ها داده‌های پژوهش از آزمون‌های شاپیرو-ویلک و لون استفاده شد. بر اساس اطلاعات ارائه شده در جدول ۳، نتایج نشان داد آزمون‌های شاپیرو-ویلک و لون برای تمامی متغیرهای پژوهش معنادار نیست ($P > 0.05$)، بدین معنی که تمامی داده‌های اندازه‌گیری شده متغیرهای پژوهش از توزیع طبیعی برخوردار بودند و همگنی واریانس‌ها بین گروه‌ها برقرار است.

جدول ۳- خلاصه نتایج آزمون شاپیرو ویلک و آزمون لون

Table 3- Summary of Shapiro Wilk and Leven tests

گروه Groups	آیپوک پیش آزمون Pre-Test Epoch		آیپوک پس آزمون Post-Test Epoch		آیپوک پیگیری یک ماهه Follow-Up Epoch	
	شاپیرو-ویلک Shapiro-Wilk	لون Leven	شاپیرو-ویلک Shapiro-Wilk	لون Leven	شاپیرو-ویلک Shapiro-Wilk	لون Leven
کنترل Control	0.42		0.58		0.24	
پیلاتس Pilates	0.63	0.429	0.06	0.98	0.17	0.07
تی آر ایکس TRX	0.10		0.79		0.39	
ترکیبی Combination	0.74		0.26		0.77	

نتایج تحلیل واریانس یک راهه در مرحله پیش آزمون نشان داد بین گروه‌های پژوهش در تحکیم حافظه حرکتی تفاوت معناداری وجود ندارد ($F_{3,30} = 0.96$ ، $P = 0.42$) و گروه‌های پژوهش قبل از انجام تمرینات همسان بودند. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه در مرحله پس آزمون نشان داد بین گروه‌های پژوهش تفاوت معناداری در تحکیم حافظه حرکتی وجود دارد (جدول ۴). جهت تعیین محل معناداری گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. نتایج نشان داد گروه‌های پیلاتس و ترکیبی نسبت به گروه کنترل و تی.آر.ایکس به طور معناداری تحکیم حافظه بهتری داشتند ($P < 0.05$). همچنین بین دو گروه تی.آر.ایکس و کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت.

جدول ۴- نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه گروه‌های پژوهش در مرحله پس آزمون

Table 4- Results of one-way ANOVA of research groups in the post-test stage

متغیر Variable	منبع تغییرات Source of changes	مجموع مجذورات Sum of Squares	درجه آزادی df	ف F	معناداری P	اندازه اثر ES
تحکیم حافظه حرکتی	بین گروهی Between Group	۳۰۲۵۵۴.۱۷۰ 302554.170	3			
Motor memory consolidation	درون گروهی Within Group	۱۳۷۱۰۱.۴۳۲ 137101.432	36	26.4 81	0.001*	0.28
	کل Total	۴۳۹۶۵۵.۶۰۲ 439655.602	39			

* معناداری در سطح $P \leq 0.05$

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه در مرحله پیگیری یک ماهه نشان داد بین گروه های پژوهش تفاوت معناداری در تحکیم حافظه حرکتی وجود دارد (جدول ۵). جهت تعیین محل معناداری گروه ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. نتایج نشان داد گروه تمرینات پیلاتس نسبت به گروه کنترل، تی.آر.ایکس و ترکیبی به طور معناداری تحکیم حافظه حرکتی بهتری داشتند ($P < 0.05$). گروه تمرینات ترکیبی نیز نسبت به گروه کنترل، و تی.آر.ایکس دارای عملکرد معناداری بودند ($P < 0.05$). همچنین بین دو گروه تی.آر.ایکس و کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت.

جدول ۵- نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه گروه های پژوهش در مرحله پیگیری یک ماهه

Table 5-Results of one-way ANOVA of research groups in the follow-up stage

اندازه اثر ES	معناداری P	ف F	درجه آزادی df	مجموع مجذورات Sum of Squares	منبع تغییرات Source of changes	متغیر Variable
			3	243740.946	بین گروهی Between Group	تحکیم حافظه حرکتی Motor memory consolidation
0.29	0.001*	31.513	36	92.814.880	درون گروهی Within Group	
			39	336555.827	کل Total	

* معناداری در سطح $P \leq 0.05$

همکاران^۴ (۲۰۱۳) و ویلیامز و فریس (۲۰۱۲) نا همسو بود. در خصوص تأثیر فعالیت بدنی بر حافظه، بحث‌های زیادی مطرح شده است. اگر چه محققان اظهار نموده‌اند ساز و کارهای زیربنایی آن به طور قطعی مشخص نشده است، اما فرض بر این است در پی انجام فعالیت هوازی تغییرات مهمی در مغز انسان رخ می‌دهد. شواهد نشان می‌دهند فعالیت هوازی می‌تواند موجب بهبود عملکرد ذهنی و شناختی شود و در پیشگیری از کاهش عملکرد شناختی نقش داشته باشد (جولایی و همکاران، ۲۰۱۷). در واقع ورزش پیلاتس به عنوان یک فعالیت هوازی بر مؤلفه‌های فیزیولوژیک، عصب‌شناختی، سیستم جریان خون و انتقال دهنده‌های عصبی تأثیر بیشتری داشته است. لذا این امر منجر به جلوگیری از زوال و افزایش

بحث و نتیجه‌گیری

هدف کلی پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات پیلاتس، تی.آر.ایکس و ترکیبی بر تحکیم حافظه حرکتی زنان میان سال و دوره پیگیری یک ماهه بود. نتایج نشان داد در مرحله پس آزمون گروه تمرینات پیلاتس و ترکیبی و در مرحله دوره پیگیری یک ماهه گروه تمرینات پیلاتس نسبت به گروه‌های دیگر تحکیم حافظه حرکتی بهتری داشتند. این نتایج به طور کلی با نتایج جنتی و همکاران (۲۰۱۸)، شمسی پور و همکاران (۲۰۱۷)، مک دنیل و همکاران^۱ (۲۰۱۴)، گریفین و همکاران^۲ (۲۰۰۹)، چان و همکاران^۳ (۲۰۰۸) و فریس و همکاران (۲۰۰۷) همسو؛ اما با نتایج پژوهش‌های بروکس و همکاران (۲۰۱۵)، هتر و

3. Chan et al.
4. Heter et al.

1. McDaniel et al.
2. Griffin et al.

ذهنی است. بر این اساس، پیلاتس نیازمند تمرکز بسیار قوی است و فرد می‌بایست در تمام مدت اجرای فعالیت، بر آنچه که انجام می‌دهد، تمرکز کند (کوب و همکاران^۴ (۲۰۱۶)، موحدی و همکاران (۲۰۱۶)). کنترل دومین اصل پیلاتس است. محققان معتقدند قشر پیشانی که شامل فعالیت‌های ارادی شناختی است، به همراه ساختارهای عصبی کنترل‌کننده حرکات در قشر مخ برای کنترل تمام جنبه‌های حرکت در حال انجام درگیر می‌شوند (گودلیز و همکاران،^۵ ۲۰۱۵). شناوری یا کارایی نیز یکی دیگر از اصول اساسی ورزش پیلاتس است. این اصل دربرگیرنده مؤلفه اقتصادی این ورزش بوده و در آن تکیه بر انتقال سیال بین حرکات مختلف از مرکز به پیرامون بدن است (موحدی و همکاران، ۲۰۱۶). دقت به عنوان چهارمین اصل ورزش پیلاتس عنوان شده است. بر خلاف ورزش‌های دیگر، در پیلاتس، اصل بر انجام یک حرکت کاملاً دقیق به جای انجام چندین حرکت غیردقیق است که در این قسمت، کیفیت حرکت به جای کمیت حرکت مطرح است (میمدوا،^۶ ۲۰۱۵). آخرین و مهمترین اصل پیلاتس، تنفس است. عنوان شده است که تنفس متمرکز و کنترل شده برای انتقال اکسیژن به سلول‌های مختلف، به ویژه سلول‌های عصبی و دفع سموم بدن از طریق گردش خون است. تنفس‌های عمیق از طریق اتساع کامل قفسه سینه، منجر به اشباع خون از اکسیژن و افزایش سرعت حرکت خون در قسمت‌های مختلف مغز و سایر ارگان‌های بدن می‌شود. در پیلاتس، به تمرین‌کنندگان آموزش داده می‌شود که به هنگام اجرای تنفس عمیق، بر فرایند آن نیز تمرکز ذهنی کامل صورت پذیرد (میمدوا، ۲۰۱۵؛ موحدی و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین نتیجه به‌دست آمده در پژوهش حاضر می‌تواند چند علت داشته باشد.

شکل‌گیری شبکه‌های عصبی مغز و در نهایت بهبود حافظه افراد می‌شود (لیو‌آمبروز و همکاران،^۱ ۲۰۱۰؛ اریکسون و کرامر،^۲ ۲۰۰۹). در این خصوص، شمسی پور و همکاران (۲۰۱۷) نیز نشان دادند انجام تمرینات هوازی و قدرتی باعث افزایش حافظه روزمره می‌شود. گریفین و همکاران (۲۰۰۹) نیز دریافتند غلظت مولکول بی‌دی.ان.اف. سرم خون به دنبال فعالیت بدنی در تمامی آزمودنی‌ها افزایش یافت. این امر نشان داد فعالیت بدنی حاد، مولکول بی‌دی.ان.اف. سرم را در افراد کم تحرک افزایش می‌دهد. داده‌های آزمون حافظه نشان دهنده اثر مثبت فعالیت بدنی حاد بر عملکرد آزمون‌های شناختی وابسته به هیپوکامپ بود. همچنین، در خصوص علل ناهمسویی نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های بروکس و همکاران (۲۰۱۵) و هنتر و همکاران (۲۰۱۳) می‌توان به تفاوت در نوع افراد شرکت کننده، ابزارهای سنجش حافظه و نوع و شدت فعالیت هوازی اشاره نمود. اریکسون و کرامر (۲۰۰۹) نیز اظهار نمودند فعالیت بدنی نقش مؤثری بر عوامل شناختی دارد اما برای تغییر مثبت و مؤثر آن بر حافظه بلندمدت، سازگاری فیزیولوژیک و خون‌رسانی نواحی مغزی، افزایش حجم هیپوکامپ و دیگر عملکردهای مغزی، نیاز به تمرین بین ۶ ماه تا ۱ سال است. برتری تمرین پیلاتس در این پژوهش را می‌توان از نظر اصول کاربردی ماهیت این ورزش مورد بررسی قرار داد. اصول تمرینات پیلاتس شامل محورهای تمرکز، کنترل، دقت، حرکت، انعطاف پذیری، هماهنگی، تنفس و همچنین ترکیبی از ویژگی‌های شناختی نظیر کنترل ذهنی در طول تمرین، آرام‌سازی، و انعطاف پذیری ذهنی است (چری و همکاران^۳ (۲۰۱۲)، رحمانی و همکاران (۲۰۱۵)). بر اساس نظر محققان، تمرکز اولین اصل پیلاتس است که یک مؤلفه

4. Köbe et al.
5. Gaudlitz et al.
6. Memmedova et al.

1. Liu-Ambrose et al.
2. Erickson & Kramer
3. Cherie et al.

سریع سیگنال‌های عصبی به عضلات دارای اهمیت است. همچنین افزایش جریان خون موجب اکسیژن رسانی و تغذیه بهتر و شکل‌پذیری مجدد نرون‌ها شده و از تنگ‌شدن عروق مغز جلوگیری می‌کند. این تأثیرات خود موجب پیشگیری از فراموشی و زوال تحکیم حافظه می‌شود (کولگمب و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به نتایج مطالعات پیشین و یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت انجام تمرین پیلاتس باعث ارتقای تحکیم حافظه حرکتی افراد میان‌سال می‌شود. به طوری که احتمالاً تمرین پیلاتس می‌تواند بر فرایندهای حمایت‌کننده عصبی و انعطاف‌پذیری مغزی تأثیر بگذارد و با تحریک آزادسازی کلسیم، ترشح دوپامین و استیل کولین را افزایش دهد. این عوامل برای حفظ عملکردهای عصبی و بالا بردن عملکرد ادراکی مؤثر است (کوتمن و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین این عوامل برای حفظ عملکردهای عصبی، پرورش و بالا بردن تحکیم حافظه مؤثر هستند که احتمالاً در اثر تمرینات پیلاتس به دست می‌آید.

تقدیر و تشکر

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد خانم فریده آذربی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال می‌باشد. از تمامی افراد شرکت‌کننده در پژوهش حاضر تشکر می‌نمایم.

ممکن است تمرینات پیلاتس پس از پیگیری یک ماهه از طریق افزایش انشعابات و فعالیت‌های عصبی منجر به بهبود تحکیم حافظه حرکتی افراد شرکت‌کننده در پژوهش حاضر شده است، زیرا محققان اظهار نموده‌اند تمرین منجر به تغییر در سطح رونویسی تعدادی از ژن‌های شناخته شده در ارتباط با فعالیت نرونی، ساختمان سیناپسی و ساخت انتقال‌دهنده‌های عصبی می‌شود که در فرآیند پردازش و تحکیم حافظه مهم است. به عبارت دیگر تمرینات هوازی با افزایش رشد سلول‌های عصبی و گسترش ارتباطات بین سلولی که برای یادگیری و تحکیم حافظه ضرورت دارد، می‌تواند مغز را جوان و فعال نگه دارند (تانگ و همکاران، ۲۰۰۱؛ رحمانی و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین ممکن است که تمرینات پیلاتس در پس‌آزمون و دوره پیگیری یک ماهه، موجب افزایش در سنتز عوامل رشد عصبی، افزایش در اندازه نرون‌های حرکتی و ارتباطات سیناپسی، افزایش ظرفیت پردازش پیام‌های عصبی شده و حتی با تنظیم سطوح انتقال‌دهنده‌های عصبی، باعث تحریک آزادسازی کلسیم شده و ترشح دوپامین و استیل کولین را افزایش دهد. این عوامل برای حفظ عملکردهای عصبی، و بالا بردن عملکرد شناختی مؤثرند (کاتمن و برچ‌تولد، ۲۰۰۲). در نهایت، با توجه به گزارش مطالعات اخیر فعالیت جسمانی باعث گردش خون بهتر به اندام‌ها می‌شود. افزایش گردش خون دمای کافی برای اندام را فراهم می‌کند و برای انتقال

منابع

- Alberini C.M., Chen D.Y. (2012). Memory enhancement: consolidation, reconsolidation and insulin-like growth factor 2. *Trends in Neurosciences*, 35(5), 274-283.
- Allen S.E., Duke R.A. (2013). The effects of limited, restricted music practice on overnight memory enhancement. Update: *Applications of Research in Music Education*, 32(1), 67-73.

3. Baird J.F., Gaughan M.E., Saffer H.M., Sarzynski M.A., Herter T.M., Fritz S.L., Stewart J.C. (2018). The effect of energy-matched exercise intensity on brain-derived neuro-trophic factor and motor learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 156, 33-44.
4. Baker L.D. (2010). Effects of Aerobic Exercise on MCI. *Arch Neural*, 67(1), 71-79.
5. Bossers W.J., Woude L.H., Boersma F., Hortobágyi T., Scherder E.J., Heuvelen M.J. (2015). A 9-week aerobic and strength training program improves cognitive and motor function in patients with dementia: A randomized, controlled trial. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 23(11), 1106-16.
6. Brooks H., Landry K., Malas K., Rihal N., Umhoefer H. (2015). The Effects of Moderate Aerobic Activity on Short-Term and Long-Term Memory. *Journal of Advanced Student Science*, 20(1), 1-16.
7. Cherie W., Gregory S., Kolt AB. (2012). Defining Pilates exercise: A systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, 20, 253-262.
8. Cohen, D., Pascual-Leone, A., Press, D., Robertson, E. (2005). Off-line learning of motor skill memory: A double dissociation of goal and movement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, 18237-18241.
9. Colcombe S.J., Kramer A.F., Erickson K.I., Scalf P., McAuley E., Cohen N.J. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc Natl Acad Sci*, 101, 3316-21.
10. Cotman C.W., Berchtold N.C. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci*; 25(6), 295-301.
11. Dawes J. (2017). Complete guide to TRX suspension training. Human Kinetics Publication.
12. Erickson, K. I., Kramer, A.F. (2009). Aerobic exercise effects on cognitive and neural plasticity in older adults. *British Journal of Sports Medicine*, 43(1), 22-24.
13. Gaudlitz K., Plag J., Dimeo F., Ströhle A. (2015). Aerobic exercise training facilitates the effectiveness of cognitive behavioral therapy in panic disorder. *Depression and Anxiety*, 32(3), 221-8.
14. Griffin W., Bechara R.G., Birch A. M., Kelly Á.M. (2009). Exercise enhances hippocampal dependent learning in the rat: evidence for a BDNF related mechanism. *Hippocampus*, 19(10), 973-980.
15. Howard J.H., Howard D.V. (1997). Age differences in implicit learning of higher order dependencies in serial patterns. *Psycho Aging*, 12, 634-56.
16. Huang T., Larsen K.T., Ried-Larsen M., Møller N.C., Andersen L.B. (2014). The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(1), 1-10.
17. Jannati M, Abdoli B, Farsi A, Shamsipour Dehkordi P. (2018). Effect of variability of combined practice (physical and positive self-modeling) on memory reconsolidation and motor skill transfer in children. *JCP*. 6 (2): 41-50. In Persian
18. Jannati M, Abdoli B, Farsi A, Shamsipour Dehkordi P. (2018). Effect of Practice Structure and Off- Line Time Period on Consolidation of Motor Memory in Children: An Investigation of Theoretical Foundation for Principles of Practice Variability and Memory Encoding Specificity. *J Child Mental Health*. 5(2): 95-106. In Persian.
19. Joolaei N., Bagherli J., Sanatkaran A. (2017). The Effects of Regular Pilates Exercise on Long-Term and Short-Term Memory of the Elderly. *Journal of Aging Psychology*, 3(2), 147-157. In Persian

20. Köbe T., Witte A.V., Schnelle A., Lesemann A., Fabian S., Tesky V A, et al. (2016). Combined omega-3 fatty acids, aerobic exercise and cognitive stimulation prevents decline in gray matter volume of the frontal, parietal and cingulate cortex in patients with mild cognitive impairment. *NeuroImage*, 131(4), 226-38.
21. Liu-Ambrose T., Nagamatsu L.S., Graf P., Beattie B.L., Ashe M.C., Handy T.C. (2010). Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine*, 170(2), 170-178.
22. Loprinzi, P.D. (2019). Does brain-derived neuro-trophic factor mediate the effects of exercise on memory? *The Physician and Sports Medicine*, 47(4), 1-11.
23. McDaniel M.A., Binder E.F., Bugg J.M., Waldum E.R., Dufault C., Meyer A., Johanning J., Zheng J., Schechtman K.B., Kudelka C. (2014). Effects of cognitive Training with and without Aerobic Exercise on cognitively-Demanding Everyday Activities. *Psychological Aging*, 29(3), 717-730.
24. Memmedova K. (2015). Impact of Pilates on anxiety attention, motivation, cognitive function and achievement of students: Structural modeling. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 186 (6), 544-548.
25. Movahedi. A.R, Rajabi. H, Rezvani Borojeni. (2016). Comparison of the Effectiveness of Aerobic Versus Pilates Training on Cognitive Function of Elderly Females. *Motor Behavior*, 8 (25), 29-46. In Persian
26. Muller GE, Pilzecke A. (1990). Experimental beitrage zur lehre vom gedachtnis. *Z Psychol*, 1, 1-300.
27. Nemeth D., Janacsek K. (2010). The dynamics of implicit skill consolidation in young and elderly adults. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 66, 15-22.
28. Rahmani M, Heirani A, Yazdanbakhsh K. (2015). The effect of Pilates training on improving the reaction time and balance of sedentary elderly men. *MRJ*, 9 (3), 44-53. In Persian
29. Rajae, S., ShamsipourDehkordi, P., Abdolshahi, M. (2021). The Effects of Sleep, Interference Type and Exercise (Physical and Combine it whit observation of Action) on Consolidate Processing Consolidate Beginner Children's Motor Memory in volleyball. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, (InPress). doi: 10.22037/jrm.2021.115379.2717
30. Romano J.C., Howard J.H., Howard D.V. (2012). Enhanced implicit sequence learning in college age video game players and musicians. *App Cog Psycho*, 26, 91-6.
31. Ross R.E., Saladin M.E., George M.S., Gregory C.M. (2019). High-Intensity Aerobic Exercise Acutely Increases Brain-derived Neuro-trophic Factor. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(8), 1698-1709.
32. Shams A. (2015). Effect of off-line time different periods on stabilization and enhancement-based consolidation process in explicit memory. *Motor Behavior*, 21, 127-144. In Persian
33. Shamsipoor Dehkordi P. (2014). Effect of immediate, recent and remote explicit motor memory on reconsolidation process and retrograde effect. *Journal of Cognitive Psychology*, 2 (3), 37-48. In Persian
34. ShamsipourDehkordi P., Abdoli B., Namazizadeh M., Ashayeri H. (2017). The effect of time of retention test and interference on implicit motor memory consolidation. *Motor Learning and Development*, 10(1), 1-21. In Persian
35. Sibley B.A., Beilock, S.L. (2007). Exercise and working memory: an individual differences investigation. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(6), 783-791.

36. Song S., James H., Howard J.R., Darlene V.H. (2007). Sleep does not benefit probabilistic motor sequence learning. *The Journal of Neuroscienc*, 27(46), 12475-83.
37. Tong L., Shen H., Perreau V.M., Balazs R., Cotman C.W. (2001). Effects of exercise on gene-expression profile in the rat hippocampus. *Neurobiol Dis*, 8(6), 1046-56.
38. Tu S., Mioshi E., Savage S., Hodges J.R., Hornberger M. (2013). Dissociation of explicit and implicit long-term memory consolidation in semantic dementia: A case study. *Neurocase: The Neural Basis of Cognition*, 19(4), 401-407.
39. Williams J.S., Ferris L.T. (2012). Effects of endurance exercise training on brain-derived neurotrophic factor. *Journal of Exercise Physiology*, 15(4), 11-7.
40. Yamada, K., Mizuno, M., Nabeshima, T. (2002). Role for brain-derived neurotrophic factor in learning and memory. *Life Sciences*, 70(7), 735-744.
41. Zoladz J.A., Pilc A., Majerczak J., Grandys M., Zapart-Bukowska J., Duda K. (2008). Endurance training increases plasma brain-derived neurotrophic factor concentration in young healthy men. *J Physiological Pharmacology*, 59(7), 119-132.

ارجاع دهی

آذری، فریده؛ شمس، امیر؛ و نمازی‌زاده، مهدی. (۱۴۰۰). تأثیر تمرینات پیلاتس، تی.آر.ایکس و ترکیبی بر تحکیم حافظه حرکتی زنان میان‌سال: دوره پیگیری یک ماهه. *مطالعات روان‌شناسی ورزشی*، ۱۰(۳۶)، ۲۲-۱۰۱. شناسه دیجیتال: 10.22089/spsyj.2020.8699.1940

Azarpey, F; Shams, A; & NamaziZadeh, M. (2021). The Effect of Pilates, TRX and Combination Exercises on the Motor Memory Consolidation among Middle-Aged Women: One-Month Follow-Up Period. *Sport Psychology Studies*, 10(36), 101-22. In Persian. DOI: 10.22089/spsyj.2020.8699.1940