



Article Type: Research

Comparison of physical and mental practice of movement task according to the type of practice (errorless – errorfull)

Nayereh Khosrojerdi ¹, Amin Ghamari ^{*2}, Somayeh Golzar ³

1. M.Sc. Student in Motor Behavior, Faculty of Physical Education, Attar institute Of Higher Education, Mashhad, Iran
2. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education, Attar institute Of Higher Education, Mashhad, Iran (Corresponding Author)
3. Department of Physical Education and Sport Sciences, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

Received: 20/07/2024, Accepted: 04/10/2025, Published: 22/06/2026

* Corresponding Author: Amin Ghamari, E-mail: aminghamary@gmail.com (organizational Email)

How to Cite: khosrojerdi N., ghamari A., Golzar S. Comparison of physical and mental practice of movement task according to the type of practice (errorless – errorfull). *Motor Behavior*, 2026; 18(64), 38-62. <https://doi.org/10.22089/mbj.2025.16849.2163>.

Extended Abstract

Background and Purpose

Physical practice is widely regarded as the primary method for acquiring motor skills. However, research has indicated that skills can also be learned through approaches that do not involve physical execution, one of which is mental practice. According to Schmidt's schema theory, making errors plays a positive role in motor learning; yet, some evidence demonstrates the positive effectiveness of errorless practice as well. This dichotomy raises the question of whether the mechanisms underlying physical and mental practice differ, and whether their effects might depend on the type of training—specifically, errorless or errorful practice. Given this context, the aim of the present study was to compare the effects of physical and mental practice, with respect to both errorless and errorful modalities, on the acquisition and learning of futsal shooting skills.

Methods

This study employed a semi-experimental, field-based design. The statistical population included all non-physical education female students at Islamic Azad University, Mashhad branch, enrolled during the summer term of 1402 (2023). A total of 75 students were recruited by convenience sampling and randomly assigned to five equal groups (n = 15 each): errorless mental practice, errorful mental practice, errorless physical practice, errorful physical practice, and a control group. All participants



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

were between 22 and 25 years old and were classified as beginners, having no prior experience or formal involvement in football-related activities.

Initially, the experimental task was explained to all participants, after which those in the mental practice groups completed the Vividness of Movement Imagery Questionnaire 2 (VMIQ-2) to assess their mental imagery ability. The study began with a pre-test comprising 10 futsal shooting trials from a distance of 3.5 meters. Following a five-minute rest period, the acquisition phase was conducted for the experimental groups, each completing one session of 80 trials, organized into eight blocks of 10 trials each; the control group instead engaged in an unrelated computer task. A two-minute break was provided between blocks.

Post-testing was performed in a similar fashion to the pre-test, immediately following the acquisition phase. Participants then completed a self-report sheet (verbal rules) documenting their applied strategies and methods during training. Forty-eight hours later, three additional tests were administered: a retention test (10 shots from six meters), a distance transfer test (10 shots from 6.5 meters), and a secondary transfer test (dual task: counting metronome beats while shooting from six meters), with the order of these tests counterbalanced across participants and a one-minute rest between blocks.

For statistical analysis, a mixed-design analysis of variance (ANOVA) was used to compare group performance across the pre- and post-test phases. A one-way ANOVA assessed differences among groups in the retention and transfer tests, with LSD post-hoc tests employed where necessary to explore significant findings.

Results

Descriptive statistics revealed that both mental practice groups demonstrated relatively high imagery abilities according to VMIQ-2 scores. The results of the 5×2 ANOVA (five groups by two test phases) evidenced significant main effects of group ($\eta^2p = 0.126$, $P = 0.049$, $F(4,70) = 2.512$) and phase ($\eta^2p = 0.091$, $P = 0.010$, $F(1,70) = 7.038$), as well as a significant interaction between group and phase ($\eta^2p = 0.194$, $P = 0.004$, $F(4,70) = 4.201$). Critically, there were no group differences in the pre-test ($P > 0.05$ for all comparisons), affirming homogeneity at baseline. In contrast, post-test comparisons showed that both the errorless mental and errorless physical practice groups significantly outperformed their errorful counterparts ($P < 0.05$ for both).

One-way ANOVA results also revealed significant group differences in retention ($\eta^2p = 0.189$, $P = 0.008$, $F(3,56) = 4.337$), distance transfer ($\eta^2p = 0.188$, $P = 0.008$, $F(3,56) = 4.338$), and secondary transfer testing ($\eta^2p = 0.134$, $P = 0.011$, $F(3,56) = 4.092$). However, no significant group difference was observed in the self-reported verbal rules ($\eta^2p = 0.026$, $P = 0.747$, $F(3,56) = 0.409$).

Post-hoc analyses confirmed no pre-test differences between groups. In the post-test phase, participants in both the errorless physical and mental practice groups showed superior performance, with means and standard deviations of ($M = 150.56$, $SD = 40.45$) and ($M = 148.51$, $SD = 54.74$), respectively. For retention, values were ($M = 155.28$, $SD = 49.92$) and ($M = 156.6$, $SD = 43.07$); for distance transfer, ($M = 156.1$, $SD = 45.18$) and ($M = 157.62$, $SD = 29.9$); for secondary transfer, (M

= 175.73, SD = 40.73) and (M = 176.84, SD = 4.62), all indicating statistically significant improvements compared to the other groups ($P < 0.05$).

Conclusion

The study's findings indicate that both mental and physical practice conducted with minimal errors (i.e., errorless practice) result in better acquisition and transfer of futsal shooting skills than errorful practice. Contrary to some contemporary research, these results imply a similar underlying mechanism for mental and physical practice, where errorless learning enhances performance. Additionally, consistent with theories of implicit learning and conscious reprocessing, errorless practice favors task learning and generalization, a finding that contradicts traditional beliefs emphasizing the benefits of trial-and-error or errorful practice.

It appears that the task type—here, a gross motor skill involving targeted shooting—may be optimally learned under errorless conditions, both physically and mentally. This supports the notion that the nature of the task and the modality of practice should be considered in designing motor learning programs and points to the need for further investigation. Based on these results, both physical and mental errorless practice are effective strategies for the acquisition of futsal shooting in novices.

Keywords: Errorful Practice, Errorless Practice, Physical Practice, Mental Practice

Article Message

The results suggest that futsal shooting—a gross motor, target-based skill—is more effectively acquired by beginners through errorless practice, whether physical or mental. This finding highlights the mechanistic similarity between physical and mental practice, contradicts some prior studies, and suggests that error-minimizing approaches may facilitate enhanced motor learning. Consequently, future research should further explore the interaction of task type and practice modality.

Ethical Considerations

All ethical principles and guidelines in research and scientific publication were scrupulously observed throughout this study.

Authors' Contributions

The first author contributed 50%, the second author (supervisor) 30%, and the third author 20% to this research.

Conflict of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest associated with this article.

Acknowledgments

This article is derived from the first author's thesis. The authors extend sincere thanks to Mr. Ghamari (supervisor), Ms. Golzar, Mr. Moghadam (Director of the Physical Education Department, Islamic Azad University of Mashhad), and Ms. Rostamian for their support in data collection, as well as to all participants for their valuable involvement in this study.



مقایسه تمرین جسمانی و ذهنی یک تکلیف حرکتی با توجه به نوع تمرین (کم خطا - پر خطا)

نیره خسروجردی^۱، امین قمری^{۲*}، سمیه گلزار^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی، موسسه آموزش عالی عطار، مشهد، ایران

۲. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی، موسسه آموزش عالی عطار، مشهد، ایران (نویسنده مسئول)*

۳. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۳۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۲، تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

* Corresponding Author: Amin Ghamari, E-mail: aminghamary@gmail.com (organizational Email)

How to Cite: khosrojerdi N., ghamari A., Golzar S. Comparison of physical and mental practice of movement task according to the type of practice (errorless – errorfull). *Motor Behavior*, 2026; 18(64), 38-62. <https://doi.org/10.22089/mbj.2025.16849.2163>.

چکیده

هدف پژوهش حاضر، مقایسه تمرین جسمانی و ذهنی با توجه به نوع تمرین (کم خطا و پر خطا) بر اجرا و یادگیری ضربه شوت فوتسال بود؛ بر این اساس، ۷۵ دانشجوی دختر غیر تربیت بدنی ۲۲ تا ۲۵ سال به صورت دردسترس انتخاب شده و به طور تصادفی در پنج گروه ۱۵ نفره تقسیم شدند. برای ارزیابی توانایی تصویرسازی گروه‌های ذهنی، پرسشنامه تصویرسازی حرکتی VMIQ-2 به کار گرفته شد. در مرحله پیش‌آزمون، عملکرد شرکت‌کنندگان از فاصله ۳/۵ متری ارزیابی شد. در مرحله اکتساب، گروه‌های آزمایشی براساس نوع تمرین، ۸۰ کوشش انجام دادند؛ در حالی که گروه کنترل صرفاً یک تمرین رایانه‌ای غیر مرتبط را دنبال کردند. سپس مرحله پس‌آزمون، مشابه با پیش‌آزمون اجرا شد. همچنین ۴۸ ساعت بعد آزمون‌های یادداری (فاصله شش متری)، انتقال فاصله‌ای (فاصله ۶/۵ متر)، انتقال ثانویه (هم‌زمان با شمارش تعداد تون‌های مترونوم از فاصله شش متری) اجرا شد. نتایج نشان داد، در تمام مراحل، عملکرد شوت در گروه جسمانی کم خطا در مقایسه با گروه جسمانی پر خطا و همچنین در گروه ذهنی کم خطا نسبت به گروه ذهنی پر خطا به طور معناداری بهتر بود، ($P < 0.05$)؛ بنابراین گروه‌های کم خطا (جسمانی و ذهنی) عملکرد بهتری نسبت به گروه‌های پر خطا داشتند. از آنجاکه الگوی تفاوت میان گروه‌های جسمانی در گروه‌های ذهنی نیز تکرار شد، استنباط می‌شود که ظاهراً دو نوع تمرین جسمانی و ذهنی فرایندها و مکانیسم‌های زیربنایی مشابهی را درگیر می‌کنند؛ بر این اساس، استفاده از تمرین‌های کم خطا در آموزش مهارت شوت فوتسال توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: تمرین پر خطا، تمرین کم خطا، تمرین جسمانی، تمرین ذهنی.



مقدمه

یکی از مهم‌ترین ظرفیت‌های انسان، توانایی یادگیری طیف گسترده‌ای از مهارت‌های حرکتی جدید در طول زندگی است. یادگیری حرکتی برای کسب مهارت‌های حرکتی جدید و بهبود مهارت موجود، در محیط همواره در حال تغییر، ضروری است (۱). در گذشته تصور غالب بر این بود که تنها تمرین جسمانی می‌تواند باعث بهبود مهارت شود؛ زیرا تکرار و تمرین مکرر منجر به تغییر در سطح مهارت می‌شود (۲). اگرچه تمرین جسمانی یکی از اصلی‌ترین روش‌های یادگیری مهارت است، مشاهده مدل‌ها و تصویرسازی ذهنی نیز می‌تواند به تسهیل یادگیری کمک کند (۳). نوعی از تمرینات در یادگیری حرکتی تمرین ذهنی است که در آن، تمرین آشکار (تمرین جسمانی) وجود ندارد و شواهد تجربی بسیاری از اثربخشی آن حکایت دارد (۴). توضیحات عصبی‌عضلانی نشان می‌دهند که در تمرین ذهنی ماهیچه‌های مشابهی فعالیت دارند که در تمرین جسمانی فعالیت الکتریکی از خود نشان می‌دهند و توضیحات شناختی نیز به مزایای تمرین ذهنی در مراحل اولیه یادگیری اشاره دارند که در نهایت به توانایی فرد برای تصور کردن مربوط می‌شود (۴). تمرین ذهنی می‌تواند قدرت جسمانی و عملکرد را افزایش دهد و توان بخشی ناشی از آسیب جسمانی و آسیب‌های نورولوژیک را تسهیل کند (۵). پژوهش‌های مختلف نتایج متناقضی را در مورد تأثیر تمرین ذهنی نسبت به جسمانی در مراحل مختلف یادگیری ارائه داده‌اند: نخست، تحقیقاتی نشان دادند که تمرین ذهنی اثرگذاری بیشتری نسبت به جسمانی دارد (۱۱-۶)؛ دوم، تحقیقاتی نشان دادند که تمرین ذهنی نسبت به تمرین جسمانی کمترین تأثیر را دارد (۱۷-۱۲، ۹)؛ سوم، تحقیقاتی نشان دادند که تمرین ذهنی اصلاً اثری بر یادگیری مهارت ندارند، بلکه تنها تمرین جسمانی است که اثرگذار است (۱۸)؛ چهارم، تحقیقاتی نشان دادند که هر دو تمرین ذهنی و جسمانی تأثیر مشابهی دارند (۲۵-۱۹، ۱۵، ۸، ۷).

طبق مطالعات گذشته، در تمرینات جسمانی از تمرینات ثابت و متغیر، مسدود و تصادفی و نیز تمرینات کم‌خطا و پرخطا و... استفاده می‌شد. این تحقیقات نشان دادند که تمرینات کم‌خطا و پرخطا نیز بر مراحل مختلف یادگیری اثرگذار بوده‌اند. اکثر تمرینات جسمانی به صورت آگاهانه انجام می‌شود؛ با این حال، برخی محققان ادعا می‌کنند که در یادگیری پنهان، تمرینات جسمانی ناآگاهانه انجام می‌شود؛ به عبارتی، به فرایندهایی اشاره می‌کند که به وسیله آن فرد یک مهارت را همانند فردی ماهر انجام می‌دهد؛ در حالی که از آنچه انجام می‌دهد، آگاهی ندارد. یادگیری پنهان به عنوان اکتساب مهارت حرکتی در نبود دانش آشکار که عملکرد را هدایت می‌کند، تعریف شده است (۲۷، ۲۶). مسترز^۱ (۲۸) یک رویکرد جایگزین برای یادگیری حرکتی مطرح کرد که یادگیری حرکتی ضمنی است؛ اینکه یادگیری مهارت‌ها بدون اینکه وابستگی اولیه به حافظه فعال داشته باشد، به دست می‌آید. در بین تمام شیوه‌های یادگیری پنهان، چیزی که در زمینه عصب‌شناختی و حرکتی بسیار حائز اهمیت است، راهنمایی بدون دادن دستورالعمل به فراگیر است و این از طریق کم کردن خطا (تمرین کم‌خطا) میسر است. این نوع روش کاملاً ضمنی و ناهشیار یا پنهان است و باعث محدود شدن مقدار خطاهایی در محیط یادگیری می‌شود که می‌تواند ایجاد شود (۲۹). برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند، در شرایطی که خطاهای اجرای تمرین مهارت‌های حرکتی محدود می‌شود، به عبارتی فرد حین اجرای مهارت هرچه خطای کمتری داشته باشد، به فرایندهای آگاهانه در حذف و شناسایی خطا وابستگی کمتری پیدا می‌کند. مکسول^۲ و همکاران نشان دادند، گروه کم‌خطا مهارت را به شیوه پنهان و گروه پرخطا مهارت را به شیوه آشکار

1. Masters

2. Maxwell

آموختند (۲۹). در تحقیقات اخیر مشخص شد که نداشتن دانش آشکار و نیز ندادن دستورالعمل به فراگیر، به یادگیری مهارت آسیب نمی‌رساند. همچنین تحت شرایطی باعث بهبود عملکرد نیز می‌شود (۲۶)؛ با وجود این، یادگیری پرخطا شرایطی را مهیا می‌کند که فراگیر بتواند الگوی حرکتی صحیحی را انتخاب کند. حال این موضوع ممکن است از طریق تشویق به رفتار آزمون فرضیه درباره استراتژی‌های حرکت و افزایش فرایند حل مسئله در تجربیات مختلف و غلبه بر اشتباهات صورت گیرد (۳۰-۳۲). براساس نظریه طرح‌واره اشمیت^۱ (۱۹۷۵)، خطاها نقش مثبتی در یادگیری حرکتی دارند. درواقع، فراگیر می‌تواند از طریق آزمون و خطا ساختار دانش جدیدی را در تجربیات قبلی یا افزایش قدرت اعمال فراشناختی ایجاد کند (۳۳). تحقیقات گذشته نشان دادند، علاوه بر تمرینات جسمانی و ذهنی، تمرینات کم‌خطا و پرخطا نیز بر مراحل مختلف یادگیری اثرگذارند. در ارتباط با اثرگذاری تمرینات کم‌خطا و پرخطا، استدلال‌ها و نتایج متفاوتی گزارش شده است: به این صورت که تحقیقاتی نشان‌دادند، اثرگذاری تمرین کم‌خطا بیشتر از پرخطا است (۳۴-۴۴)؛ برخی تحقیقات نشان دادند، تفاوت معناداری بین تمرین کم‌خطا و پرخطا وجود ندارد و مشابه هم عمل می‌کنند (۳۶-۴۵)؛ تحقیقات دیگر نشان‌دادند، اثرگذاری تمرین پرخطا بیشتر از کم‌خطا است (۴۶).

نتایج متفاوتی از تحقیقات گذشته درباره مقایسه فرایندهای موجود در تمرین ذهنی و جسمانی یافت می‌شود. برخی معتقدند که فرایندهای مشابهی در این دو نوع تمرین وجود دارد (۸،۲۲،۲۴) و برخی دیگر تفاوت قائل شده‌اند (۶،۹،۱۶،۲۵،۴۰). برخی پژوهش‌ها فقط مرحله پس‌آزمون را مقایسه کردند (۱۶) و روش‌های متفاوتی برای نشان دادن عملکرد تمرین جسمانی و ذهنی استفاده کردند (تمرینات متغیر و ثابت (۱۶،۳۶) و تمرینات تصادفی و مسدود (۱۱)). با توجه به این مقدمه، پرسشی که مطرح می‌شود این است که آیا مکانیسم‌های زیربنایی تمرین جسمانی و ذهنی می‌تواند متفاوت باشد و این مسئله می‌تواند وابسته به نوع تمرین باشد؟ بنابراین هدف تحقیق حاضر، مقایسه تمرین جسمانی و ذهنی با توجه به نوع تمرین (کم‌خطا و پرخطا) بر یادگیری و اجرای ضربه شوت فوتسال بود. یکی از کاربردهای اصلی این پژوهش در برنامه‌ریزی اصولی و جهت‌گیر برای یادگیری مهارت ضربه شوت فوتسال است تا مشخص شود کدام نوع تمرین مؤثرتر است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و میدانی بود. اندازه‌گیری‌هایی در مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون، یادداری، انتقال فاصله‌ای و انتقال اجرا شد. جامعه آماری شامل همه دانشجویان دختر غیر تربیت‌بدنی دانشگاه آزاد اسلامی شهر مشهد در ترم تابستان ۱۴۰۲ بود که ۷۵ نفر به‌عنوان نمونه‌ای آماری این تحقیق به صورت در دسترس انتخاب شدند و به طور تصادفی در پنج گروه ۱۵ نفره شامل تمرین ذهنی کم‌خطا، تمرین ذهنی پرخطا، تمرین جسمانی کم‌خطا، تمرین جسمانی پرخطا و کنترل تقسیم شدند. ملاک ورودی آزمودنی‌ها به تحقیق عبارت بود از: دامنه سنی ۲۲-۲۵ سال؛ نداشتن سابقه و فعالیت ورزشی (تمام افراد مبتدی بودند)؛ دانشجوی بودن در رشته‌های غیر تربیت‌بدنی؛ نداشتن هرگونه آسیب، ناتوانی یا عارضه پزشکی.

ابزارهای پژوهش

ابزارهای به‌کاررفته عبارت بود از: فرم رضایت‌نامه و مشخصات فردی آزمودنی‌ها؛ برگه ثبت امتیازات؛ نوارچسب رنگی برای تعیین فواصل تمرینی در زمین (بلوک‌ها: ۷۵ سانتی‌متری، ۱/۵، ۲/۲۵، ۳، ۳/۷۵، ۴/۵، ۵/۲۵ و ۶ متری)؛ دستگاه مترونوم

1. Schmitt's Schema Theory

برای کنترل زمان‌بندی اجرای مهارت. همچنین برای ارزیابی توانایی تصویرسازی ذهنی از پرسشنامه وضوح تصویرسازی حرکت-۲ (VMIQ-2)^۱ رابرتز^۲ و همکاران (۲۰۰۸) (۴۷) استفاده شد. این ابزار شامل ۱۲ خرده‌مقیاس، به عبارتی ۱۲ حرکت مختلف است که شرکت‌کننده باید آن‌ها را در سه جنبه تصویرسازی درونی، بیرونی و حرکتی مجسم کند و میزان وضوح تصویر ذهنی خود را در هر مورد، براساس مقیاس لیکرت از یک (کاملاً واضح و آشکار) تا پنج (هیچ تصویری) ارزیابی کند (۵). پیش از تکمیل پرسشنامه، به شرکت‌کنندگان تعریف کاملی از تصویرسازی ذهنی و انواع آن ارائه شد تا باعث درک بهتر فرد از پرسشنامه مدنظر باشد. رستمی حاجی‌آبادی و همکاران اعتبار و پایایی نسخه فارسی این پرسشنامه را در جامعه ورزشکاران رشته‌های مختلف و با سطوح متفاوت بررسی و تأیید کردند. نتایج نشان داد، این پرسشنامه از اعتبار هم‌زمان (۰/۷۰-) قابل‌قبولی با نسخه تجدیدنظر شده پرسشنامه تصویرسازی حرکت (MIQ-R) برخوردار است (هال و مارتین^۳ (۴۸)؛ سهرابی و همکاران (۴۹)). همچنین اعتبار سازه همگرایی قابل‌قبولی گزارش شده است. این آزمون نشان‌دهنده اعتبار عاملی مؤثر، پذیرفتنی و اعتبار برتر است.

روش گردآوری اطلاعات

روش گردآوری اطلاعات به صورت میدانی انجام شد. برای اطمینان از رضایت افراد برای شرکت در این تحقیق، ابتدا فرم رضایت‌نامه در اختیار آن‌ها قرار گرفت و پس از تکمیل جمع‌آوری شد. تکلیف مدنظر شامل ضربه به توپ فوتسال از پشت فواصل مدنظر به سمت هدف (بطری آب) بود؛ بدین صورت که شرکت‌کنندگان می‌بایست به گونه‌ای ضربه می‌زدند که توپ به هدف برخورد کند یا در نزدیک‌ترین فاصله از آن متوقف شود. هیچ‌گونه دستورالعمل اضافی ارائه نشد. مرحله اکتساب، طی یک جلسه (۳۹-۴۲) شامل هشت بلوک ۱۰ کوششی (درمجموع ۸۰ کوشش) برگزار شد. بعد از بیان تکلیف و پیش از شروع تمرین، پرسشنامه وضوح تصویرسازی حرکت-۲ (VMIQ-2) (۴۷) فقط در بین دو گروه تمرین ذهنی برای سنجش هم‌سطحی توانایی تصویرسازی اجرا شد.

مرحله پیش‌آزمون

مرحله پیش‌آزمون با ده ضربه از فاصله ۳/۵ متری (شکل ۲) انجام شد که مشابه تحقیقات گذشته مانند آزمایش دوم پژوهش‌های مکسول و همکاران (۲۹)، پولتون^۴ و همکاران (۵۰) و سانلی و لی^۵ (۵۱)، از نقطه وسط فواصل مرحله اکتساب انجام شد. با توجه به اینکه نقطه وسط فواصل ما، فاصله سه‌متری بود و این فاصله در بین بلوک‌های تمرینی بود، بین دو فاصله ۳ و ۳/۷۵ متری، فاصله وسط این دو یعنی فاصله ۳/۵ متری را مدنظر قرار دادیم.

1. Vividness of Movement Imagery Questionnaire-2

2. Roberts

3. Hall & Marti

4. Poolton

2. Sanli & Lee

مرحله اکتساب

مرحله اکتساب، پس از پنج دقیقه استراحت، در هشت بلوک ۱۰ کوششی انجام شد. استراحت دو دقیقه بین هر بلوک در نظر گرفته شد. گروه‌های جسمانی می‌بایست با توجه به نوع تمرینشان (کم‌خطا یا پرخطا) در محل تعیین شده می‌ایستادند و ضربه را اجرا می‌کردند؛ به طوری که توپ در نزدیک‌ترین فاصله از هدف قرار گیرد یا با هدف برخورد کند. گروه‌های تمرین ذهنی نیز با توجه به نوع تمرینشان (کم‌خطا یا پرخطا) در محل تعیین شده می‌ایستادند، توپ مقابل آن‌ها قرار می‌گرفت و در حالتی مشابه با گروه جسمانی قرار می‌گرفتند. سپس به آزمودنی گفته می‌شد بدون انجام هرگونه حرکتی به طور ذهنی تصور کند که در حال ضربه به توپ است و باید حرکت پاها و دیگر اندام‌ها و بدنش را در حین ضربه و حرکت توپ و برخورد آن با هدف را تصور کند. سپس چشمان خود را باز کرده و به هدف نگاه کند و دوباره چشمان خود را ببندد و دوباره تصویرسازی کند. این فرایند تا تکمیل بلوک‌ها ادامه داشت. گروه‌های کم‌خطا از نزدیک‌ترین فاصله (۷۵ سانتی‌متری) شروع به تمرین کردند و به‌ترتیب فواصل ۱/۵، ۲/۲۵، ۳، ۳/۷۵، ۴/۵ و ۵/۲۵ را تا آخرین بلوک (۶ متری) طی کردند. گروه‌های پرخطا برعکس این مسیر را طی کردند (از دورترین فاصله یعنی ۶ متری شروع کردند و در نزدیک‌ترین فاصله یعنی ۷۵ سانتی‌متری تمرین را به اتمام رساندند) (شکل ۱). گروه کنترل در طول جلسه اکتساب یک بازی رایانه‌ای غیر مرتبط را انجام دادند.

مرحله پس‌آزمون

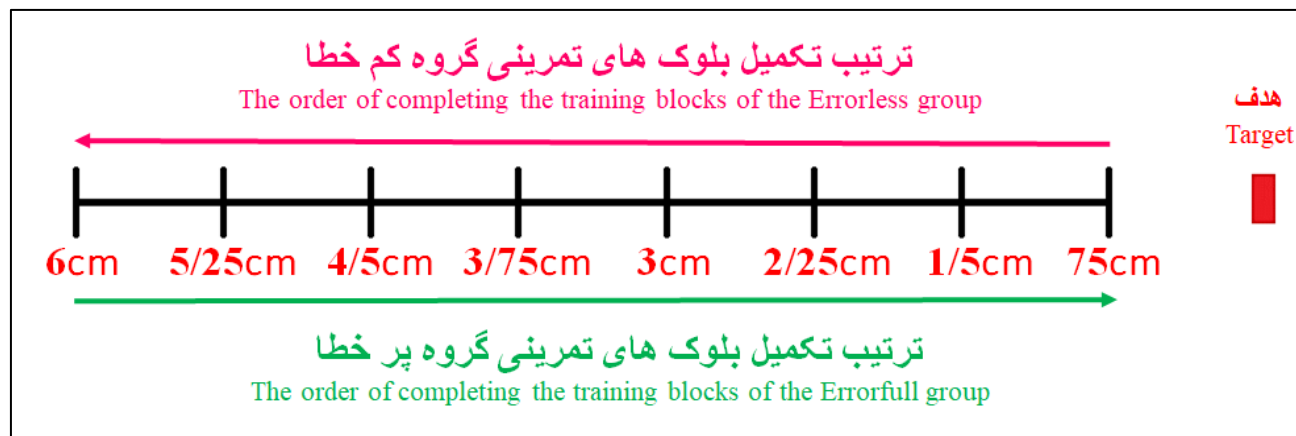
در انتهای جلسه اکتساب، پس‌آزمون با همان روش پیش‌آزمون انجام شد (از فاصله ۳/۵ متری، با ده ضربه (شکل ۲)). سپس از شرکت‌کنندگان خواسته شد شیوه کاری خود را در قالب برگه خودگزارش‌دهی (قوانین کلامی) ثبت کنند. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد در مدت انجام پژوهش، در خارج از جلسات تمرینی، تمرین ضربه شوت انجام ندهند.

روز دوم (۴۸ ساعت بعد)

سه آزمون یادداری، انتقال ثانویه همراه با تکلیف ثانویه (شمارش تون‌های مترونوم) و انتقال فاصله‌ای به‌ترتیب در فواصل ۶، ۶ و ۶/۵ متری انجام شد (شکل ۲). برای کنترل ترتیب اجرای آزمون‌ها، بین سه آزمون موازنه‌سازی انجام شد؛ بدین صورت که هر گروه ۱۵ نفره بر سه دسته که تعداد آزمون یادداری، انتقال فاصله‌ای و انتقال ثانویه بود، تقسیم شدند. به طور کلی، سه دسته پنج‌نفری در هر گروه بود که ترتیب اجرای آزمون‌ها در هر دسته متفاوت بود: دسته اول یعنی پنج نفر اول، به‌ترتیب آزمون‌های یادداری، انتقال فاصله‌ای و انتقال ثانویه را اجرا کردند؛ دسته دوم یعنی پنج نفر دوم، به‌ترتیب آزمون‌های انتقال فاصله‌ای، انتقال ثانویه و یادداری را اجرا کردند؛ دسته سوم یعنی پنج نفر سوم، به‌ترتیب آزمون‌های انتقال ثانویه، یادداری و انتقال فاصله‌ای را اجرا کردند (شکل ۴). هریک از آزمون‌ها شامل یک بلوک ۱۰ کوششی با استراحت یک دقیقه‌ای بود. طرح کلی تحقیق در شکل‌های (۳) و (۴) نمایش داده شده است.

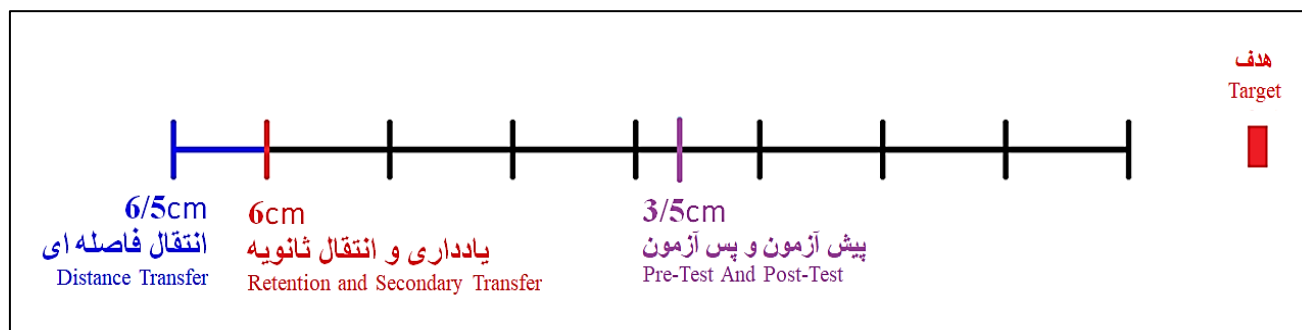
تحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۶ و Excel نسخه ۲۰۱۹ تجزیه و تحلیل شدند. برای تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری و تحلیل واریانس یک‌راهه در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.



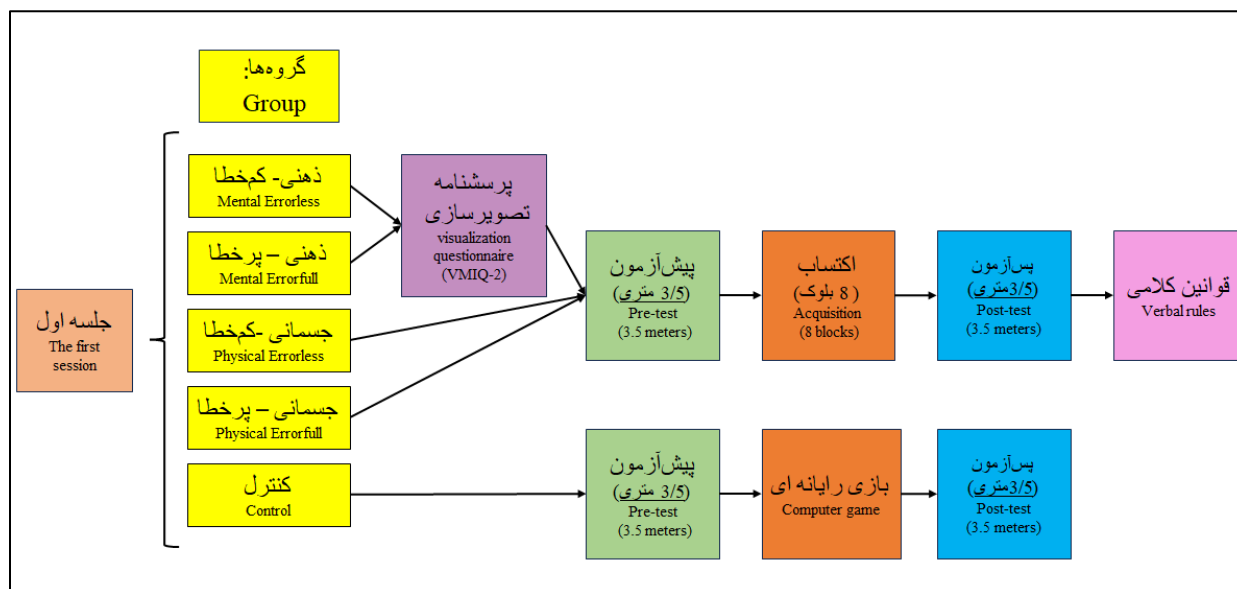
شکل ۱ - طرح شماتیکی از جزئیات محل اجرای تمرین به همراه فواصل ارائه شده

Figure 1- A schematic drawing of the details of the exercise location is provided along with the distances



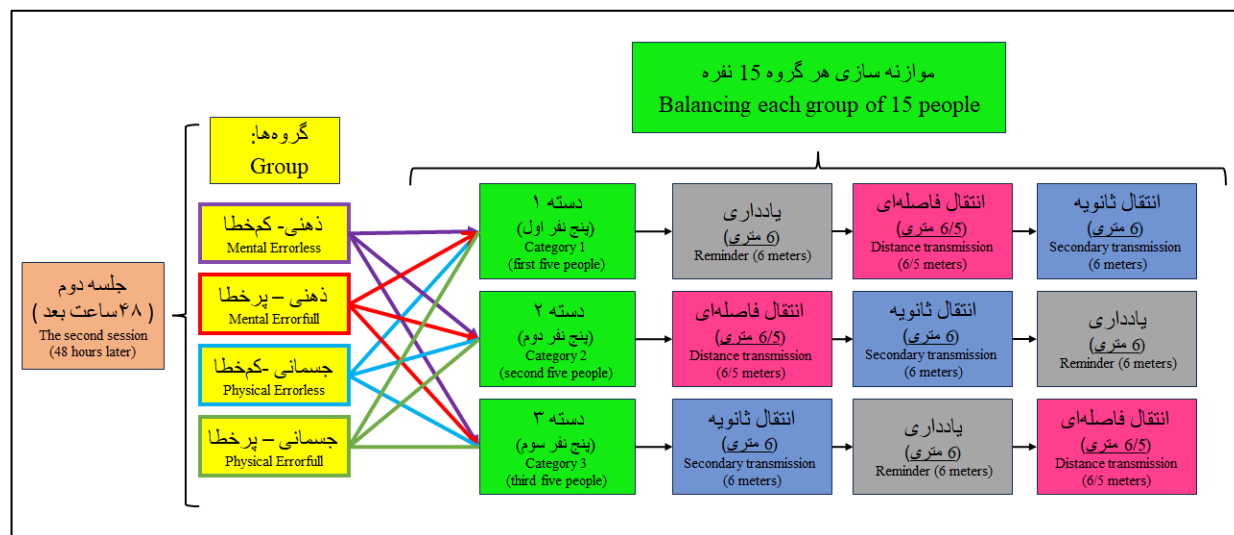
شکل ۲ - طرح شماتیکی از جزئیات محل اجرای آزمون ها به همراه فواصل ارائه شده

Figure 2- Schematic drawing of the details of the tests location with the distances provided



شکل ۳- طرح شماتیک جلسه اول

Figure 3- Schematic drawing of the first session



شکل ۴- طرح شماتیک جلسه دوم

Figure 4- Schematic drawing of the second session

نتایج

آماره‌های توصیفی در شاخص توانایی تصویرسازی نشان می‌دهد، دو گروه تمرین ذهنی از توانایی تصویرسازی نسبتاً سطح بالایی برخوردارند؛ بنابراین انجام مداخله تمرینی در این گروه‌ها جایز است (جدول ۱). میانگین امتیازات گروه‌ها در شکل

مقایسه تمرین جسمانی و ذهنی یک تکلیف حرکتی با توجه به نوع تمرین ۴۸

(۵) مشاهده می‌شود. سطح معناداری در تمام مراحل $P \leq 0.05$ بود. آزمون شاپیرو ویلکز نشان داد که داده‌ها در مراحل مختلف از توزیع نرمالی برخوردار بودند.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی میانگین و انحراف استاندارد به تفکیک گروه و مراحل

Table 1- Descriptive statistics of mean and standard deviation by group and different stages

انحراف معیار و میانگین Standard Deviation and Mean	گروه Group	مراحل Stages
31.46 ± 99.93	ذهنی کم خطا Mental Errorless	توانایی تصویرسازی Visualization Ability
36.62 ± 94.46	ذهنی پر خطا Mental Errorfull	
49.41 ± 187.75	ذهنی کم خطا Mental Errorless	پیش‌آزمون Pre-test
58.2 ± 217.94	ذهنی پر خطا Mental Errorfull	
74.92 ± 218.09	جسمانی کم خطا Physical Errorless	
62.49 ± 193.05	جسمانی پر خطا Physical Errorfull	
59.03 ± 192.02	کنترل Control	
54.74 ± 148.51	ذهنی کم خطا Mental Errorless	پس‌آزمون Post-test
41.19 ± 185.05	ذهنی پر خطا Mental Errorfull	
40.45 ± 150.56	جسمانی کم خطا Physical Errorless	
40.75 ± 190.6	جسمانی پر خطا Physical Errorfull	
36.38 ± 202.4	کنترل Control	
43.07 ± 156.6	ذهنی کم خطا Mental Errorless	یادداری Retention
6.89 ± 191.36	ذهنی پر خطا Mental Errorfull	
49.92 ± 155.28	جسمانی کم خطا Physical Errorless	
31.7 ± 205.25	جسمانی پر خطا Physical Errorfull	
27.85 ± 157.31	ذهنی کم خطا Mental Errorless	انتقال فاصله ای Distance Transfer
51.83 ± 197.66	ذهنی پر خطا Mental Errorfull	
40.53 ± 152.5	جسمانی کم خطا Physical Errorless	

رفتار حرکتی، تابستان ۱۴۰۵، دوره ۱۸، شماره ۶۴

73.09 ± 212.27	جسمانی پرخطا Physical Errorfull	
176.84 ± 43.62	ذهنی کم خطا Mental Errorless	انتقال ثانویه Secondary Transfer
220.09 ± 61.12	ذهنی پرخطا Mental Errorfull	
175.28 ± 40.73	جسمانی کم خطا Physical Errorless	
210.66 ± 26.81	جسمانی پرخطا Physical Errorfull	

تحلیل واریانس 2×5 (پنج گروه در دو مرحله) برای تحلیل داده‌ها به منظور مقایسه گروه‌ها در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شد. در جدول (۲) نتایج تحلیل واریانس نشان داد، اثرات اصلی گروه ($\eta^2_p = 0.126$, $P = 0.049$, $F_{(4,70)} = 2.512$) و اثر اصلی مراحل ($\eta^2_p = 0.091$, $P = 0.10$, $F_{(1,70)} = 7.337$) معنادار بود. همچنین برای تعامل بین گروه و مرحله ($\eta^2_p = 0.194$, $P = 0.004$, $F_{(4,70)} = 4.201$) وجود نداشت ($P > 0.05$) برای تمام گروه‌ها؛ در حالی که در پس‌آزمون بین دو گروه جسمانی کم خطا و پرخطا و بین دو گروه ذهنی کم خطا و پرخطا تفاوت معناداری یافت شد ($P < 0.05$) برای هر دو مقایسه. به منظور نشان دادن مقایسه گروه‌ها در مراحل یادداری و انتقال از تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد. نتایج تحلیل واریانس یک‌راهه نشان داد، بین گروه‌ها در یادداری ($\eta^2_p = 0.188$, $P = 0.008$, $F_{(3,56)} = 4.334$)، انتقال فاصله‌ای ($\eta^2_p = 0.189$, $P = 0.008$, $F_{(3,56)} = 4.337$)، ثانویه ($\eta^2_p = 0.134$, $P = 0.11$, $F_{(3,56)} = 4.092$) تفاوت معناداری یافت شد. همچنین تفاوت معناداری بین گروه‌ها در قوانین کلامی وجود نداشت ($\eta^2_p = 0.021$, $P = 0.747$, $F_{(3,56)} = 0.409$). جدول (۳) نتایج مربوط به تحلیل واریانس یک‌راهه در مراحل مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج تحلیل واریانس مرکب در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Table 2- Results of composite variance analysis in the pre-test and post-test stages

مقدار η^2_p Value η^2_p	مقدار P P-Value	مقدار F F-Value	میانگین مجزورات Mean Square	درجات آزادی Degrees of Freedom	مجموع مجزورات Sum of Squares	منبع تغییرات Source of Changes
0.091	0.010*	7.038	18189.67	1,70	18186.37	مراحل Stages
0.126	0.049*	2.512	8648.038	4,70	30592.153	گروه Group
0.194	0.004*	4.201	10854.8	4,70	43419.25	مراحل × گروه Stages × Group

مقایسه تمرین جسمانی و ذهنی یک تکلیف حرکتی با توجه به نوع تمرین ۵۰

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس یکراهه در مراحل مختلف

Table 3- Results of one-way analysis of variance test in different stages

مقدار η^2_p Value η^2_p	مقدار P P-Value	مقدار F F-Value	میانگین مجذورات Mean Square	درجات آزادی Degrees of Freedom	مجموع مجذورات Sum of Square	عامل Factor	مراحل Stages
0.189	0.008 *	4.337	9444.4	3	28333.24	بین گروهی	یادداری Retention
			2177.87	56	121960.95	درون گروهی	
				39	150294.2	مجموع	
						Total	
0.188	0.008 *	4.334	11881.26	3	35643.8	بین گروهی	انتقال فاصله‌ای Distance Transfer
			2741.24	56	153509.9	درون گروهی	
				59	189153.7	مجموع	
						Total	
0.134	0.011 *	4.092	8203.36	3	24610.09	بین گروهی	انتقال ثانویه Secondary Transfer
			2004.5	56	112252.15	درون گروهی	
				59	136862.24	مجموع	
						Total	
0.021	0.747	0.409	1.172	3	3.517	بین گروهی	گزارش کلامی Verbal Report
			2.869	56	160.667	درون گروهی	
				59	164.183	مجموع	
						Total	

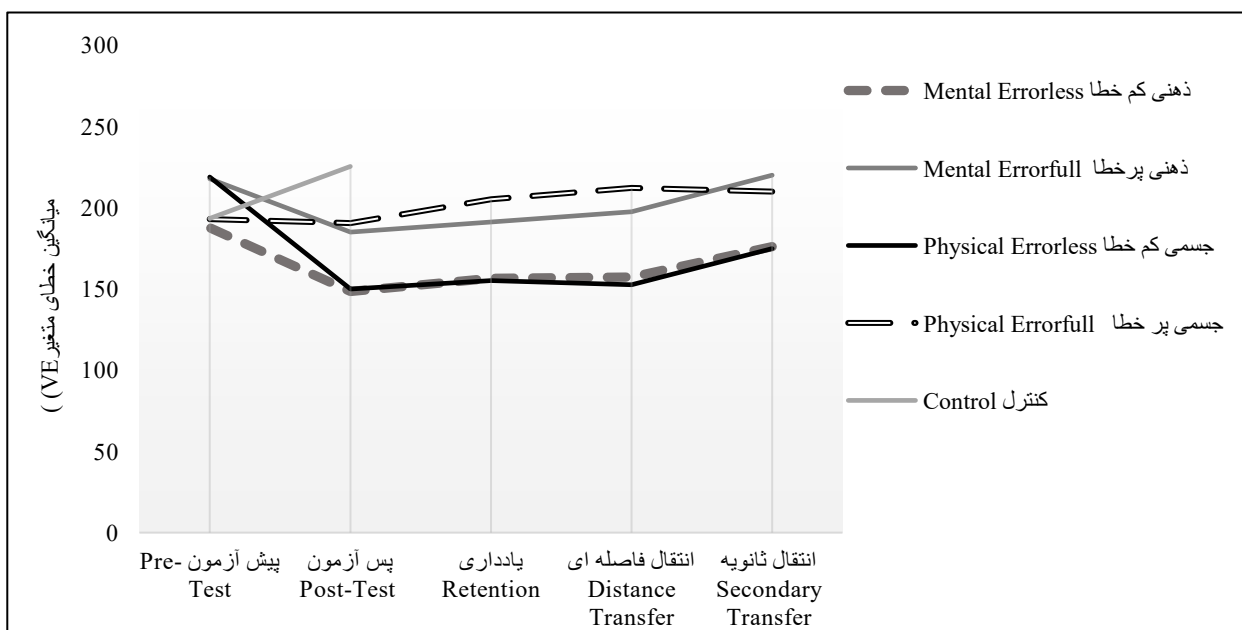
برای بررسی محل اختلاف گروه‌ها آزمون تعقیبی LSD اجرا شد. در جدول (۴) نتایج نشان داد، گروه‌های جسمانی و ذهنی کم‌خطا نسبت به سایر گروه‌ها بهتر عمل کردند و معنادار بودند ($P < 0.05$). همچنین نتایج مقایسه‌ها میانگین خطای متغیر گروه‌ها (جدول ۱) نشان داد، بین گروه‌ها در پیش‌آزمون تفاوت معناداری وجود نداشت، اما شرکت‌کنندگان گروه‌های جسمانی و ذهنی کم‌خطا به ترتیب با میانگین خطای متغیر و انحراف معیار در مرحله پس‌آزمون ($M = 150/56, SD = 40/45$) و ($M = 148/51, SD = 54/74$)، یادداری ($M = 155/28, SD = 49/92$) و ($M = 156/6, SD = 43/07$)، انتقال فاصله‌ای ($M = 176/84, SD = 4/62$) و ($M = 175/73, SD = 40/73$)، انتقال ثانویه ($M = 158/62, SD = 29/9$) و ($M = 156/1, SD = 45/18$) در مقایسه با سایر گروه‌ها از خطای کمتر و در حفظ و پایداری و انتقال به شرایط جدید مهارت شوت فوتسال از عملکرد بهتری برخوردار بودند. مقایسه میانگین امتیازات گروه‌ها در مهارت شوت فوتسال در مراحل مختلف در شکل (۵) مشهود است.

جدول ۴- نتایج آزمون تعقیبی LSD در مقایسه زوجی گروه‌ها در مراحل مختلف

Table 4- Results of LSD post hoc test in pairwise comparison of groups in different stages

کنترل Control	ذهنی پرخطا Mental Errorfull	ذهنی کم خطا Mental Errorless	جسمانی پرخطا Physical Errorfull	گروه‌ها Groups	آزمون‌ها Test
0.276	0.995	0.180	0.268	جسمانی کم خطا Physical Errorless	پیش آزمون Pre-test
0.799	0.182		1.180	ذهنی کم خطا Mental Errorless	
0.279			0.271	ذهنی پرخطا Mental Errorfull	
0.001*	0.032*	0.897	0.013*	جسمانی کم خطا Physical Errorless	پس آزمون Post-test
0.001*	0.023*		0.009*	ذهنی کم خطا Mental Errorless	
0.012*			0.725	ذهنی پرخطا Mental Errorfull	
	0.039*	0.935	0.005*	جسمانی کم خطا Physical Errorless	یادداری Retention
	0.047*		0.006*	ذهنی کم خطا Mental Errorless	
			0.419	ذهنی پرخطا Mental Errorfull	
	0.019*	0.797	0.002*	جسمانی کم خطا Physical Errorless	انتقال فاصله‌ای Distance Transfer
	0.035*		0.005*	ذهنی کم خطا Mental Errorless	
			0.437	ذهنی پرخطا Mental Errorfull	
	0.007*	0.924	0.035*	جسمانی کم خطا Physical Errorless	انتقال ثانویه Secondary Transfer
	0.009*		0.005*	ذهنی کم خطا Mental Errorless	
			0.526	ذهنی پرخطا Mental Errorfull	

It is significant at $P < 0.05$ level. در سطح $P < 0.05$ معنادار است.



شکل ۵- میانگین خطای متغیر گروه‌ها در مراحل مختلف

Figure 5- Average variable error of groups in different stages

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف مقایسه تمرین جسمانی و تمرین ذهنی بر اجرا و یادگیری ضربه شوت فوتسال با توجه به نوع تمرین (کم خطا-پر خطا) انجام شد. نتایج نشان داد، بین تمرین جسمانی و ذهنی در هیچ‌یک از مراحل یادگیری تفاوت معناداری مشاهده نشد، اما در تمرینات کم خطا و پر خطا تفاوت معناداری وجود داشت؛ به طوری که گروه‌های کم خطا عملکرد بهتری در تمام مراحل یادگیری از خود نشان دادند. همچنین یافته‌ها حاکی از آن بود که نوع تمرین (کم خطا یا پر خطا)، نه تنها در تمرینات جسمانی، بلکه در تمرینات ذهنی نیز بر نوع یادگیری (آشکار یا پنهان) اثرگذار است؛ به طوری که تمرین کم خطا به افزایش یادگیری پنهان (ضمنی) و تمرین پر خطا به افزایش یادگیری آشکار منجر شد. در مجموع، تمرین کم خطا (یادگیری ضمنی) نسبت به تمرین پر خطا (یادگیری آشکار)، بر اجرا شوت فوتسال، چه در شرایط تمرین جسمانی و چه در شرایط تمرین ذهنی، نقش مؤثرتری داشت. در بررسی مکانیسم‌های زیربنایی (تمرین کم خطا و پر خطا)، از آنجاکه نوع رفتار تمرین کم خطا نسبت به پر خطا متفاوت بود و نشان‌دهنده برتری تمرین کم خطا نسبت به پر خطا بود و این رفتارها در هر دو تمرین جسمانی و ذهنی مشابه بود، می‌توان گفت بین مکانیسم‌های زیربنایی تمرین ذهنی و جسمانی تفاوت معناداری وجود نداشت و مشابه با هم عمل کردند (۲۴، ۲۲، ۸) که با برخی مطالعات پیشین که تفاوت معناداری بین مکانیسم‌های ذهنی و جسمانی قائل شده‌اند؛ ناهم‌سوست (۴۰، ۲۵، ۱۶، ۹، ۶). همچنین نشان‌دهنده آن است که این شیوه‌های تمرینی در افراد مبتدی نه تنها بر اکتساب، بلکه بر تمام مراحل یادگیری مهارت شوت ضربه فوتسال مؤثرند. از آنجاکه در مطالعات پیشین در مقایسه

تمرینات ذهنی و جسمانی از تمرینات کم خطا و پر خطا استفاده نشده بود، در تفسیر نتایج حاضر، تمایز بین دو بخش تمرینات ذهنی و جسمانی و تمرینات کم خطا و پر خطا در نظر گرفته شد. در ادامه، به تفصیل به تحلیل و تبیین نتایج پرداخته می شود.

در بخش «مقایسه تمرینات ذهنی و جسمانی» نتایج تحقیق حاضر با برخی مطالعات پیشین همسوست که نشان دادند بین تمرین ذهنی و جسمانی در مراحل پس از آزمون (۷، ۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱)، یادداری (۲۵-۲۲، ۷، ۸، ۱۵) و انتقال فاصله‌ای (۱۵، ۲۵) تفاوت معناداری وجود ندارد. دلایل این همسویی می تواند در نوع مهارت، رده سن، تعداد جلسات تمرینی و مجموع کوشش‌ها باشد. از طرفی نتایج مطالعه حاضر با تحقیقاتی ناهمسوست که بیان کردند در مراحل پس از آزمون (۹، ۱۶)، یادداری (۹، ۱۴، ۱۵) و انتقال فاصله‌ای (۹، ۱۵) گروه‌های جسمانی نسبت به ذهنی عملکرد بهتری داشتند. دلایل این موضوع می تواند در این موارد باشد: نوع تمرینات شامل ثابت و متغیر، استفاده از متغیرهایی نظیر چرخش ذهنی بالا و پایین و نیز بازخورد افزوده، استفاده از دو تایم روز یعنی ۱۰ صبح و ۳ بعد از ظهر، نوع تکالیف شامل ضربه گلف، ضربه فوروهند تنیس روی میز و ضربه با انگشت، تعداد جلسات شامل ۱۰ تا ۱۲ جلسه، سن آزمودنی‌ها شامل ۱۱ تا ۱۶ سال، نوع بلوک‌بندی‌ها شامل پنج یا دوازده بلوک و در نهایت مجموع کوشش‌ها شامل ۵۰ یا ۱۰۰ تا ۱۲۰۰ کوشش. همچنین نتایج حاضر با تحقیقاتی ناهمسوست که بیان کردند در مراحل پس از آزمون (۶، ۷)، یادداری (۸-۶، ۱۱) و انتقال فاصله‌ای (۹) گروه‌های ذهنی نسبت به جسمانی عملکرد بهتری داشتند. دلایل این ناهمسویی‌ها می تواند در این موارد باشد: زمان برگزاری پس از آزمون که ۲۴ ساعت بعد از مرحله اکتساب بود، نوع تمرینات که تصادفی، قالبی و ترکیبی بود، استفاده از اندام برتر و غیر برتر، ذهن آگاهی و سرعت عکس العمل، نوع تکالیف که تعادل ایستا و پویا، پرتاب آزاد بسکتبال، سرویس بک‌هند بدمینتون یا تکلیف ردیابی بود، تعداد جلسات که سه تا سی جلسه بود، سن آزمودنی‌ها که ۱۲ تا ۷۵ سال بود، نوع بلوک‌بندی‌ها که دو تا شش بلوک بود و در نهایت مجموع کوشش‌ها که ۱۲۰ تا ۱۵۰۰ کوشش بود.

در بخش «مقایسه تمرینات کم خطا و پر خطا» یافته‌های پژوهش حاضر با نتایجی همسو بود که بیان کردند در مرحله پس از آزمون (۳۵، ۳۶) و یادداری (۳۴-۳۳) و انتقال فاصله‌ای (۳۹-۴۲) و انتقال ثانویه (۳۴-۳۷، ۴۴) گروه‌های کم خطا نسبت به پر خطا عملکرد بهتری داشتند. دلایل این همسویی‌ها می تواند در نوع تکلیف، جنسیت، تعداد جلسات، سن، نوع بلوک‌بندی‌ها، مجموع کوشش‌ها و فواصل باشد. همچنین نتایج حاضر با نتایجی ناهمسوست که بیان کردند در مرحله پس از آزمون (۳۶)، یادداری (۳۶، ۴۳، ۴۵)، انتقال فاصله‌ای (۳۷، ۴۵) و انتقال ثانویه (۴۴) بین گروه کم خطا و پر خطا تفاوت معناداری وجود نداشت. دلایل این ناهمسویی‌ها می تواند در زمان برگزاری پس از آزمون که یک هفته بعد بود، نوع تکالیف که پرتاب بسکتبال و پرتاب دارت بود، نوع جنسیت آزمودنی‌ها که پسر یا مختلط بودند، استفاده از دو متغیر تجهیزات مقیاس استاندارد و تجهیزات مقیاس‌بندی‌شده، تعداد جلسات که سه تا دوازده جلسه بود، سن آزمودنی‌ها که ۵ تا ۱۳ سال بود، فواصل، نوع بلوک‌بندی‌ها که سه تا چهار بلوک بود و مجموع کوشش‌ها که ۱۲۰ تا ۳۰۰ کوشش بود، باشد. همچنین نتایج حاضر با نتایج تحقیق کارگر و همکاران ناهمسوست. مطالعه آن‌ها روی رشته تیرو کمان بود و بیان کردند که در مراحل یادداری و انتقال فاصله‌ای گروه‌های پر خطا نسبت به کم خطا عملکرد بهتری داشتند (۴۶). دلایل این ناهمسویی می تواند در اثرگذاری نوع تکلیف باشد؛ چراکه

طی اجرای تمرین کم‌خطا فاصله افزایش می‌یابد و باعث می‌شود که دایره مرکزی صفحه نشانه‌روی (خال) در داخل مگسک بسیار کوچک‌تر دیده شود و موجب ایجاد خطای دید می‌شود؛ چراکه آزمودنی باید یک دایره بسیار کوچک را در مرکز یک دایره نسبتاً بزرگ‌تر (مگسک) نگهدارد، اما طی اجرای تمرین پرخطا فاصله کاهش می‌یابد و باعث می‌شود که دایره مرکزی صفحه نشانه‌روی در داخل مگسک بزرگ‌تر دیده شود و کل فضای داخلی مگسک را پر کند و نیازی به نگهداشتن خال در مرکز یک دایره بزرگ‌تر (مگسک) نباشد؛ در نتیجه ایجاد خطای دید نمی‌کند و تعداد تیرهای به هدف خورده بیشتری دارند همچنین در قوانین کلامی نتایج حاضر با نتایجی ناهم‌سوست که بیان کردند گروه‌های کم‌خطا بهتر عمل کردند (۴۲-۳۷، ۳۴)؛ با این حال، یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد، گروه‌های کم‌خطا به طور کلی عملکرد بهتری داشتند که بیان می‌کند این گروه‌ها مرتکب خطای کمتری نسبت به گروه‌های پرخطا شدند. در ادامه، به دلایل دیگر برتری گروه‌های کم‌خطا پرداخته می‌شود.

«در مرحله پس‌آزمون» علت برتری گروه کم‌خطا آن است که تمرین را از نزدیک‌ترین فاصله تا هدف یعنی زمانی که دشواری تکلیف بسیار کم است، شروع به تمرین می‌کند (۳۴). در همین راستا، مکسول و همکاران بیان کردند استفاده از یادگیری به روش کم‌خطا باعث به حداقل رسیدن تعداد خطاها می‌شود. همچنین حافظه کاری کمتری برای اصلاح خطاها استفاده می‌شود؛ در نتیجه پردازش اطلاعات به صورت ناهشیار یعنی پنهان صورت می‌گیرد و آزمون فرضیه‌ها برای تصحیح خطاها کمتر می‌شود (۲۹). در تحقیق حاضر نیز محدود کردن خطاها باعث کاهش آزمون فرضیه برای بهبود اجرا شد. کاهش خطاها موجب کاهش فرایندهای آشکار در مراحل ابتدایی اکتساب می‌شود (۲۶). بعضی تحقیقات در ادبیات پژوهش نشان داده‌اند که این نوع یادگیری کمتر به حافظه کاری و هوش وابسته است (۵۲). همچنین نظریه حلقه بسته آدامز^۱ (۱۹۷۱) بیان می‌کند، گروه کم‌خطا در طول جلسه اکتساب خطای کمتری دارند که باعث تقویت رد ادراکی می‌شود و از سودمندی بیشتری در مراحل مختلف یادگیری بهره‌مند می‌شوند و از نتیجه حاضر حمایت می‌کند (۵۳). علاوه بر این، در بسیاری از مطالعات پیشین، گروه‌های کم‌خطا تنها با گروه پرخطا مقایسه شده‌اند، در حالی که در این تحقیق، گروه‌های کم‌خطا با گروه کنترل نیز مقایسه شدند (۵۴). از طرفی در تحقیق حاضر هدف ما تأکید بر ایست توپ بعد از ضربه، در نزدیک‌ترین فاصله از هدف بود؛ پس توجه افراد نیز به این بخش بود؛ به همین دلیل، اثرات یادگیری پنهان بیشتری در گروه کم‌خطا مشهود است (۳۴). همچنین این نکته را باید در نظر گرفت که موفقیت‌هایی که آزمودنی در ابتدای جلسات به دست می‌آورد، باعث بهبود معنادار فرایند اجرا و به دست آوردن نتایج بهتر در گروه کم‌خطا می‌شود (۳۴)؛ چراکه هرچه بیشتر موفقیت در انجام یک تکلیف افزایش یابد، فرد به تثبیت الگوی حرکتی مناسب‌تری دست پیدا می‌کند؛ در نتیجه نیازی ندارد که الگوی حرکت را در شرایط دیگر اصلاح کند (۴۱). علاوه بر این، مقاومت اجرا در شرایط اضافه‌بار شناختی نظیر استرس یا موقعیت‌های دشوار (۲۶)، می‌تواند از دلایل برتری تمرین کم‌خطا باشد. در مقابل، عملکرد ضعیف گروه پرخطا نشان داد که آن‌ها در تمام مراحل یادگیری، خطاهای بیشتری مرتکب شدند؛ زیرا تمرین پرخطا از دورترین فاصله (با بالاترین سطح دشواری) از هدف آغاز شده است؛

1. Adams Closed-Loop Theory

بنابراین افراد برای شناسایی، بازخوانی و اصلاح خطاها، نیازمند فعالیت بیشتر حافظه کاری بودند؛ چراکه در بلوک‌های ابتدایی بسیار زیاد بوده است (۲۹). آزمودنی‌های گروه پرخطا با ادامه تمرینات به هدف نزدیک‌تر می‌شدند و باعث آسان‌تر شدن تکلیف برایشان می‌شد (از دشواری تکلیف به آسانی تکلیف می‌رسیدند)، اما به دلیل اینکه در بلوک‌های ابتدایی تعداد خطاها بیشتر و حافظه کاری بیشتری برای اصلاح خطاها استفاده شد، میانگین عملکرد این گروه کمتر از گروه کم‌خطا شد (۳۴). در همین راستا، از آنجاکه در تمرین پرخطا در طول تمرین خطاها کاهش می‌یابد و منجر به جبران کاهش کارکرد حافظه کاری می‌شود، باعث بهرمندی از اصول یادگیری ضمنی (۵۵) می‌شود؛ به ویژه اینکه کاهش انتخابی در حافظه آشکار موجب پایداری بیشتر عملکرد مبتنی بر حافظه ضمنی می‌شود (۳۹). علاوه بر این‌ها، نظریه سرمایه‌گذاری مجدد (بازپردازش آگاهانه) بیان می‌کند، یکی از دلایل افت عملکرد گروه پرخطا تحت فشار این است که دانش صریح (آشکار) مرتبط با حرکت، در شرایط رقابتی و استرس به شکل بازپردازش خودآگاه صورت می‌گیرد و این امر به اختلال در کنترل خودکار حرکت و عملکرد ضعیف‌تر منجر شود (۵۶، ۲۶).

«در مرحله یادداری» علاوه بر دلایل مطرح‌شده در مرحله پس‌آزمون، از آنجاکه آخرین بلوک تمرینی کم‌خطا در دورترین فاصله از هدف بود (فاصله شش‌متری) و آزمون یادداری نیز از همین فاصله برگزار شد، این احتمال وجود دارد که با اینکه ۴۸ ساعت بعد این آزمون گرفته شد، گروه کم‌خطا هماهنگی بیشتری نسبت به گروه پرخطا که آخرین بلوک آن‌ها در فاصله ۷۵ سانتی‌متری از هدف بود، داشته باشند (۳۴). گروه کم‌خطا در ابتدای جلسه تمرینی یعنی در اولین بلوک‌ها دشواری کمتری داشتند و به عبارتی خطای کمتری در ابتدای یادگیری داشتند که خود شرایطی را فراهم می‌سازد تا ساختار مناسب و الگوی صحیح‌تری از تکلیف را به دست آورند. همچنین نتایج به دست آمده در مرحله اکتساب در مدت زمان طولانی‌تری حفظ می‌شود و اجرای بهتری را در این آزمون به ارمغان می‌آورد؛ چراکه تجارب حرکتی اولیه موفقیت‌آمیز، به خصوص در بلوک‌های ابتدایی نقش مهمی در بهبود و توسعه برنامه‌های حرکتی و افزایش خودکارآمدی ایفا می‌کنند. این موفقیت‌های اولیه همچنین بستر مناسبی برای شکل‌گیری ساختار و الگوی صحیح مهارتی فراهم آورد و باعث پایداری بیشتر عملکرد در آزمون یادداری شد؛ به عبارتی این کاهش نظام‌مند خطاها در اوایل یادگیری (بلوک‌های اولیه) ابزار قدرتمندی برای تشویق افراد به یادگیری ضمنی مهارت‌ها محسوب می‌شود؛ از این حیث که افراد برای یافتن راه‌حل‌های جایگزین، دانش آشکار را برای حمایت از عملکرد موفقیت‌آمیز می‌سازند و در نهایت باعث کاهش بار حافظه کاری می‌شوند (۵۹-۵۷، ۵۰، ۴۱، ۳۷). پولتون و همکاران اظهار کردند که اگر در مراحل اولیه یادگیری کارکرد حافظه کاری کاهش یابد، آزمودنی به جای انباشت اخباری از مزایای دانش رویه‌ای بهره می‌برند (۵۰). علاوه بر این، نظریه نقطه چالش گیوداگنولی و لی^۱ بیان می‌کند که پردازش اطلاعات طی مرحله اکتساب تحت تأثیر سطح چالشی قرار می‌گیرد که فرد طی تمرین تجربه می‌کند؛ چراکه تعامل کلی بین شرایط تکلیف و ماهیت تکلیف و سطح تجربه آزمودنی نسبت به تمرین وجود دارد (۶۰). طبق این نظریه، اگر برنامه جلسات تمرین طوری باشد که دشواری تکلیف بیش از حد یا خیلی کم باشد، چالشی که برای آزمودنی ایجاد می‌شود، از نقطه بهینه دور می‌شود که ممکن است برای یادگیری مضر باشد؛ بنابراین چون در پژوهش حاضر همه شرکت‌کنندگان مبتدی بودند و پیش‌زمینه قبلی در ضربه شوت فوتسال نداشتند، این کاهش دشواری تکلیف در ابتدای جلسه اکتساب در گروه کم‌خطا باعث افزایش یادداری

مقایسه تمرین جسمانی و ذهنی یک تکلیف حرکتی با توجه به نوع تمرین ۵۶

و انتقال نسبت به گروه پرخطا شد. درواقع، تعامل کلی بین شرایط تکلیف و ماهیت تکلیف و سطح تجربه آزمودنی نسبت به تمرین وجود دارد که نقشی اساسی در بهبود یادگیری دارد (۵۹، ۳۴) و از نتایج حاضر حمایت می‌کند. همچنین نظریه بازپردازش آگاهانه (سرمایه‌گذاری مجدد) بیان می‌کند که استفاده از راهبردهای یادگیری پنهان نیاز به تلاش شناختی را کاهش می‌دهد و احتمال بروز خطا را کمتر می‌کند و به دنبال آن عملکرد در مراحل مختلف یادگیری اعم از انتقال، یادداری و انتقال ثانویه باعث می‌شود که یادگیری از ثبات و پایداری بیشتری برخوردار شود. این نظریه نیز از نتایج پژوهش حاضر حمایت می‌کند (۵۶). در همین راستا می‌توان گفت، تمرین کم‌خطا باعث یادگیری بهتر تکلیف و تعمیم آن به شرایط جدید می‌شود و افراد را تشویق به یادگیری ضمنی می‌کند که با نظریه‌های یادگیری ضمنی (۵۵) و بازپردازش آگاهانه (۵۶) هم‌راستا است (۴۲).

«در مرحله انتقال فاصله‌ای» علاوه بر دلایل ذکرشده در مراحل پیشین، گابت و مسترز^۱ اظهار کردند، مهارت‌هایی به صورت پنهان آموخته می‌شوند، یعنی بدون انباشتگی دانش آشکار در شرایطی مثل خستگی، استرس، تکلیف زیاد و دوره طولانی جلسات تمرینی، پایداری و مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند؛ چراکه یادگیری کم‌خطا به دلیل کاهش بار پردازش شناختی، موجب فراخوانی یادگیری پنهان می‌شود و همین امر، عملکرد فرد را در شرایط فشار روان‌شناختی حفظ می‌کند (۶۱). کاهش خطا و تسهیل مهارت در طول جلسه اکتساب باعث کاهش درگیری هوشیار و جلوگیری از اشباع حافظه کاری می‌شود. این شرایط از بروز تداخل شناختی بین دانش آشکار و افکار اضطرابی جلوگیری می‌کند و در نهایت مانع افت عملکرد در شرایط فشار می‌شود. همچنین گروه‌های کم‌خطا معمولاً سطح بالاتری از خودکارآمدی را تجربه می‌کنند که خود عاملی مؤثر در ارتقای عملکرد است (۴۵). درمقابل، دلایلی را که بیان می‌کنند گروه‌های پرخطا ضعیف‌تر عمل کردند، می‌توان این‌گونه بیان کرد: درگیری آگاهانه و بیش‌ازحد حافظه کاری و استفاده از دانش اخباری تکلیف، در طول مرحله اکتساب سبب ایجاد آزمون فرضیه و خستگی می‌شود (۴۵) و این خستگی باعث ایجاد حواس‌پرتی و انحراف حافظه کاری از اجرای صحیح تکلیف اولیه و به سمت نشانه‌های غیر مرتبط (۴۵) یا افکار اضطرابی می‌شود. درحالی‌که گروه کم‌خطا، ابتدا در شروع تمرین بر فرایندهای دانش رویه‌ای و غیراخباری تکیه می‌کنند و در مواجهه با تکالیف ثانویه یا موقعیت‌های پرتنش، کمتر دچار «سرمایه‌گذاری مجدد شناختی» از قوانین بیومکانیکی خودکار شده، نمی‌شوند (۶۲، ۲۷)، این ویژگی سبب می‌شود که آن‌ها کنترل خودکار حرکات را حفظ کنند و از اختلال عملکرد در شرایط فشار در امان بمانند.

«در مرحله انتقال ثانویه» علاوه بر دلایل مطرح‌شده در مراحل پیشین، اوتن^۲ بیان می‌کند، اجرای گروه کم‌خطا در انتقال ثانویه همراه با تکلیف شناختی ثانویه (شمارش تون‌های زیر یا بم مترونوم) نسبت به یادداری افزایش یافت که به این پدیده «کلاچ»^۳ یعنی پیشرفت اجرا در شرایط تحت‌فشار می‌گویند؛ به عبارتی به حالتی اطلاق می‌شود که فرد در شرایط فشار روان‌شناختی نه‌تنها دچار افت اجرا نمی‌شود، بلکه عملکرد او ارتقا می‌یابد. علت ایجاد چنین پدیده‌ای اتکای آزمودنی به دانش پنهان در

1. Gabbett & Masters

2. Otten

3. Clutch

شرایط فشار است؛ چراکه چنانچه آزمودنی در وضعیت فشار روانی و پراسترس بر دانش آشکار تکیه کند، منجر به اختلال عملکرد و افت اجرا می‌شود (۶۳). شمارش تون‌های مترونوم که فشار محسوب می‌شود، در گروه کم‌خطا باثبات‌تر است و نشان می‌دهد که اجرای تکلیف به‌صورت پنهان (ناهییار) انجام شده است؛ در نتیجه از ظرفیت توجهی و نیاز شناختی کمتری استفاده کردند. این موضوع بیانگر آن است که یادگیری پنهان در شرایط استرس و هم‌زمانی تکلیف با تکالیف شناختی (مترونوم) کارآمدتر است. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که انجام هم‌زمان تکلیف ثانویه شناختی با عملکرد در گروه کم‌خطا اختلال ایجاد نمی‌کند که نشان می‌دهد آزمودنی از برنامه تمرینی کم‌خطا بیشتر سود می‌برد؛ زیرا خطاهای اجرا طی انجام یک تکلیف شناختی هم‌زمان کاهش می‌یابد و منجر به کاهش آسیب‌پذیری مهارت در برابر تداخلات شناختی می‌شود. برعکس، گروه پرخطا در مواجهه با تکلیف دوگانه، عملکردی ناپایدار و ضعیف‌تری از خود نشان داد که حاکی از آسیب‌پذیری بیشتر مهارت آن‌ها در برابر فشار است (۴۳، ۳۷، ۲۶). از طرفی حافظه رویه‌ای مهارت با سطح هوشیاری کمتری در اجرا استفاده می‌شود (۶). از آنجاکه گروه کم‌خطا در مراحل اولیه با خطاهای کمتری مواجه است و این خطاها نیز در ادامه تمرینات کاهش می‌یابد، بازپردازش آگاهانه‌ی کمتری را در طول تمرین تجربه کرده است؛ بنابراین در شرایطی که یک تکلیف شناختی ثانویه اضافه می‌شود، مهارت آن‌ها کمتر دچار تداخل و تخریب می‌شود (۴۳، ۶۴). در مقابل، اینکه گروه‌های پرخطا در این مرحله ضعیف عمل کرده‌اند را می‌توان این‌گونه توجیه کرد: با توجه به نظریه بازپردازش آگاهانه، در شرایط فشار، دانش آشکار دوباره به صورت آگاهانه پردازش می‌شود که این امر موجب اختلال در کنترل خودکار حرکت می‌شود (۵۶). از آنجاکه گروه پرخطا در ابتدای تمرینات از دورترین فاصله از هدف بودند، خطاهای زیادتری داشتند که باعث شد از ظرفیت حافظه کاری بیشتری برای اصلاح خطاها استفاده شود (۲۹). علاوه بر این، استفاده مستمر و آگاهانه از حافظه کاری و همچنین دانش خبری یا آشکار در طول تمرینات باعث ایجاد خستگی و آزمون فرضیه می‌شود؛ به عبارتی این خستگی تمرکز حافظه کاری را از تکلیف اولیه یعنی اجرای مهارت شوت می‌گیرد و به سمت نشانه‌های غیرمرتبط (تکلیف ثانویه) یعنی شمارش تون‌های مترونوم می‌کشاند (۴۵). نتیجه کلی این است که گروه پرخطا نمی‌تواند بین اجراهای دو تکلیف به طور هم‌زمان تمایز قائل شود؛ پس پردازش هوشیارانه و کنترل‌شده را دنبال می‌کند که باعث افت معنادار اجرا در تکلیف اولیه می‌شود (۳۴). در برخی از پژوهش‌های بررسی‌شده در بخش تمرینات کم‌خطا و پرخطا، تفاوت معناداری بین عملکرد این دو گروه در مراحل مختلف یادگیری گزارش نشده است. این یافته‌ها بیانگر آن است که تمام گروه‌ها در طول تمرینات، از بلوک اول تا آخر، روندی مشابه در پیشرفت یا پسرفت داشتند (۴۲).

در بخش مرتبط با «قوانین کلامی» نیز تفاوت معناداری بین گروه‌های کم‌خطا و پرخطا مشاهده نشد که با نتایجی ناهم‌سوست که بیان کردند گروه‌های کم‌خطا بهتر عمل کردند (۴۲-۳۷، ۳۴). ممکن است علت این نبود تفاوت در آن باشد که تعداد کوشش‌ها ممکن است آن‌چنان کافی نبوده تا تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشخص شود (۶۵). همچنین علت نبود تفاوت می‌تواند در نوع و ماهیت تکلیف، جنسیت، سن، سطح مهارت فرد، تعداد جلسات، زمان برگزاری قوانین کلامی، نوع بلوک‌بندی‌ها، فواصل، استفاده از متغیرهای دیگر و نوع تکالیف باشد. علاوه بر این، ممکن است حافظه کاری تمام گروه‌ها به یک اندازه درگیر شده است.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود که برای آموزش مهارت شوت فوتسال، از روش‌های تمرین کم‌خطا به صورت ذهنی و جسمانی، استفاده شود؛ زیرا تمرین کم‌خطا باعث یادگیری بهتر تکلیف و تعمیم آن به شرایط جدید می‌شود که

مقایسه تمرین جسمانی و ذهنی یک تکلیف حرکتی با توجه به نوع تمرین ۵۸

مطابق با نظریه‌های «یادگیری ضمنی» (۵۵) و «بازپردازش آگاهانه» (۵۶) است (۴۲). از طرفی، گروه کم‌خطا در طول جلسه اکتساب از خطای کمتری برخوردار است و این امر باعث رد ادراکی و سودمندی بیشتری در مراحل مختلف یادگیری می‌شود و مطابق با نظریه‌های «حلقه بسته آدامز» است (۵۳). همچنین رابطه تعاملی بین شرایط تکلیف و ماهیت تکلیف و سطح تجربه آزمودنی نسبت به تمرین وجود دارد که مطابق با نظریه «نقطه چالش» است (۶۰). زمانی که این تعامل بهینه باشد، یادگیری اثربخش‌تر خواهد بود؛ بر این اساس، تمرین کم‌خطا می‌تواند نقطه چالش متناسب با توانایی فرد را فراهم کرده و فرایند یادگیری را تسهیل کند.

پیام مقاله

به نظر می‌رسد، مهارت شوت فوتسال که نوعی تکلیف حرکتی درشت است و مستلزم هدف‌گیری است، از طریق تمرین کم‌خطا به صورت جسمانی یا ذهنی در افراد مبتدی بهتر یاد گرفته می‌شود. از طرفی، این یافته نشان‌دهنده تشابه فرایندهای پردازشی مشابه بین تمرین جسمانی و ذهنی است که با مطالعات اخیر هم‌راستا نیست. از طرف دیگر، برخلاف تمرینات سنتی، تمرین با حداقل خطا ممکن است منجر به عملکرد بهتری در یادگیری حرکتی شود؛ بنابراین انجام تحقیقات بیشتری برای این موارد لازم است که هم نوع تکلیف و هم نوع تمرین را در نظر بگیرد.

ملاحظات اخلاقی

تمام اصول اخلاق پژوهشی و اصول نگارش علمی در تحقیق حاضر رعایت شده است.

مشارکت نویسندگان

در این تحقیق، سهم مشارکت نویسندگان اول ۵۰ درصد، نویسنده دوم (استاد راهنما) ۳۰ درصد و نویسنده سوم ۲۰ درصد بود.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه نویسنده اول است و ایشان از دو نویسنده دیگر، آقای قمری (استاد راهنما) و خانم گلزار، نهایت تشکر را دارد. همچنین نویسندگان از آقای مقدم (مدیر گروه تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد) و خانم رستمیان که شرایط را برای جمع‌آوری داده‌های این پژوهش فراهم کردند و نیز از تمام شرکت‌کنندگان محترمی که در این پژوهش مشارکت داشتند، کمال تشکر را دارند.

منابع

1. Schmidt RA, Lee TD. Motor learning and performance: From principles to application. Champaign, IL: Human Kinetics; 2013. p.115–336.
2. Bompá TO. Practice theory and methodology (exercise science). Kurdi MR, Faramarzi M. translators. 2008 [In Persian].
3. Badets A, Blandin Y. Feedback schedules for motor-skill learning: The similarities and differences between physical and observational practice. *Journal of Motor Behavior*. 2010;42(4):257–268. <https://doi.org/10.1080/00222895.2010.497512>
4. Magill RA. Motor learning: Concepts and applications. Translators: Vaez Mousavi MK, Shojaei M. 20th Edition. Tehran: Long-Term Book Publishing; 2023. Chapter 20, The usefulness of mental practice for learning skills, especially when combined with practice. p.441–56. [In Persian].
5. Kramer J, Moran A, Walker G, Craig K. Key concepts in sport psychology. Translated by Bakhshalipour V, Asiachi N. First Edition. Tehran: Publications of Sociologists; 2017. p.168. [In Persian].
6. Ghasempour L, Hoseini FS, Soleymani M, Ahmadi M. Effects of physical fitness exercise, mental exercise and mindfulness exercise on static and dynamic balance in elderly women. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. 2017;12(2):180–191. <https://doi.org/10.21859/sija-1202180> [In Persian].
7. Farhadovand R. The effect of observational training, mental imagery and physical training on mindfulness and learning basketball free throw skills in 14–17 year old girls in Ahvaz city [Master's thesis]: [Payam Noor University of Tehran Province]; 2019. [In Persian].
8. Chupannejad L. The effect of physical and mental training with dominant and non-dominant hand on execution and memory of badminton backhand serve [Master's thesis]: Kharazmi University; 2018. [In Persian].
9. Rahmani N. Comparison of the moderating effect of mental rotation ability on learning rate in two methods of physical training and mental training in a movement skill (table tennis forehand) [Master's thesis]. Tabriz University; 2018. [In Persian].
10. Ryan ED, Simons J. Efficacy of mental imagery in enhancing mental rehearsal of motor skills. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 1982;4(1):41–51. <https://doi.org/10.1123/jsp.4.1.41>
11. Sohrabi M, Farkhi A, Bahram A, Arghaemi N. The effect of physical practice and random/blocked mental imagery on performance and learning of tracking task. *Journal of Movement Science and Sports*. 2005;2(4):61–76. [In Persian].
12. Feltz DL, Landers DM, Becker BJ. A revised meta-analysis of the mental practice literature on motor skill learning. In: National Research Council (Ed.), *Enhancing human performance, part III: Improving motor performance*. Washington, DC: National Academy Press; 1988. Chapter 4; p.3–36.
13. Feltz DL, Landers DM. The effects of mental practice on motor skill learning and performance: A meta-analysis. *Journal of Sport Psychology*. 1983;5(1):25–57. <https://doi.org/10.1123/jsp.5.1.25>
14. Truong C, Hilt PM, Bouguila F, Bove M, Lebon F, Papaxanthis C, Ruffino C. Time-of-day effects on skill acquisition and consolidation after physical and mental practices. *Scientific Reports*. 2022;12(1):33–59. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09749-x>

15. Amini H. Determining the role of added feedback and task variability in physical and mental training on the acquisition and learning of table tennis forehand technique. [Master's thesis]: [The University of Kordestan]; 2013. [In Persian].
16. Coelho CJ, Nusbaum HC, Rosenbaum DA, Fenn KM. Imagined actions aren't just weak actions: Task variability promotes skill learning in physical practice but not in mental practice. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2012;38(6):1759–64. <https://doi.org/10.1037/a0028065>
17. Driskell JE, Copper C, Moran A. Does mental practice enhance performance? *Journal of Applied Psychology*. 1994;79(4):481–92. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.79.4.481>
18. Jackson PL, Doyon J, Richards CL, Malouin F. The efficacy of combined physical and mental practice in the learning of a foot-sequence task after stroke: a case report. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2004;18(2):106–111. <https://doi.org/10.1177/0888439004265249>
19. Qavi S. The effect of whole body vibration training and mental training on the balance of elderly men [Master's thesis]: [Semnan University]; 2014. [In Persian].
20. Dyck RM. Mental and physical practice: Comparing their effects on hand-eye coordination tasks. *Undergraduate Psychology Research Methods Journal*. 2016;1(19):11.
21. Perreault ME, Brown C, Doan RJ, Dolbow DR. Effect of mental and physical practice on clinical skill learning in kinesiology. *Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*. 2019;17(1):8. <https://doi.org/10.46743/1540-580x/2019.1781>
22. Abdoli B, Farsi A, Timuri Kharavi M. Comparison of the effect of mental training and physical training in fatigue and non-fatigue conditions on the learning of generalized motor program and parameter. *Sports Management and Movement Behavior Research Paper*. 2014;10(19):25–38. <https://doi.org/10.22080/jsmb.2014.830> [In Persian].
23. Gülbahçe Ö. Comparison of physical and mental practice on acquisition of free basketball shot. *Journal of Education and Training Studies*. 2018;6(12a):19–22. <https://doi.org/10.11114/jets.v6i12a.3886>
24. Fathizadan A, Ilchizadeh N. Addressing the similarity and differences of physical and mental practice. *Sports Psychology Studies*. 2022;11(39):245–62. <https://doi.org/10.22089/SPSYJ.2021.10311.2139> [In Persian].
25. Ghanbari I. The effect of a selected physical, mental, observational and combined training program along with sleep deprivation on learning badminton short serve [Ph.D. thesis]: [Mashhad Ferdowsi University]; 2018. [In Persian].
26. Masters R, Maxwell J. The theory of reinvestment. *International Review of Sport and Exercise Psychology*. 2008;1(2):160–183. <https://doi.org/10.1080/17509840802287218>
27. Masters RS, Poolton JM. Advances in implicit motor learning. In: Hodges NJ, Williams AM (Eds.), *Skill acquisition in sport: research, theory, and practice*. London, New York: Routledge; 2012. pp. 59–75. <https://doi.org/10.4324/9780203133712>
28. Masters RSW. Knowledge, knives and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*. 1992;83(3):343–58. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1992.tb02446.x>
29. Maxwell JP, Masters RSW, Kerr E, Weedon E. The implicit benefit of learning without errors. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*. 2001;54(4):1049–68. <https://doi.org/10.1080/713756014>
30. Lee TD, Elias KL, Gonzalez D, Alguire K, Ding K, Dhaliwal C. On the role of error in motor learning. *Journal of Motor Behavior*. 2015;48(2):99–115. <https://doi.org/10.1080/00222895.2015.1046545>
31. Sanli EA, Lee TD. What roles do errors serve in motor skill learning? An examination of two theoretical predictions. *Journal of Motor Behavior*. 2014;46(5):329–37. <https://doi.org/10.1080/00222895.2014.913544>
32. Levac D, Driscoll K, Galvez J, Mercado K, O'Neil L. OPTIMAL practice conditions enhance the benefits of gradually increasing error opportunities on retention of a stepping sequence task. *Human Movement Science*. 2017;56(Pt B):129–38. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.10.017>

33. Schmidt RA. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*. 1975;82(4):225–60. <https://doi.org/10.1037/h0076770>
34. Seyedzadeh F. Comparison of the effect of errorless and errorfull practice on covert learning of the fundamental kicking skill and psychological variables in 10-year-old girls [Master's thesis]: [Al-Zahra University]; 2013. [In Persian].
35. Savelsbergh G, Cañal-Bruland R, Van Der Kamp J. Error reduction during practice: A novel method for learning to kick free-kicks in soccer. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2012;7(1):47–56. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.7.1.47>
36. Fallah Amini M. The effect of errorless and errorfull training on the development of basic motor skills with kicking over the shoulder and dribbling in 5–6 year old children [Master's thesis]: [Khwarazmi University]; 2017. [In Persian].
37. Mohammadi J, Qamari A, Hessari SA. Learning and generalization of errorless and errorfull practice in 10–12-year-old girls. *Movement Behavior*. 2016;8(23):49–64. <https://doi.org/10.22089/mbj.2016.657> [In Persian].
38. Kashani V, Momenzadeh M, Bagherli J. The effect of trial-error based learning and training variability on mental effort and throwing performance. *Movement Behavior*. 2020;12(40):37–50. <https://doi.org/10.22089/mbj.2019.6041.1693> [In Persian].
39. Nazari Kakundi S, Saberi Kakhki AR, Rehbanfard H, Javadian K, Moradi Noorabadi M. Effects of implicit and explicit practice schedule on performance and learning of bimanual coordination task of elder. *Journal of Gerontology*. 2018;3(1):71–86. <https://doi.org/10.29252/joge.2.4.71> [In Persian].
40. Nazari Kakundi S, Saberi Kakhki AR, Taheri Torbati HR, Rehbanfard H. The role of working memory capacity on the learning the relative timing a motor task: Emphasis on implicit and explicit learning approach. *Psychology of Human Behavior*. 2018;6(2):11–20. [In Persian].
41. Nazari Kakavandi S, Saberi Kakhki AR, Taheri Torbati HA, Rehban Fard H. The effect of errorless-errorfull and random exercises on relative timing learning of a selected motor task: with emphasis on the overt and covert learning approach. *Journal of Sports Movement Growth and Learning*. 2019;11(3):321–342. <https://doi.org/10.22059/jmlm.2019.254917.1366> [In Persian].
42. Nazari Kakundi S, Saberi Kakhki AR, Taheri Torbati H, Rahban Fard H. The effect of selected training arrangements on the acquisition and learning of relative timing of a motor task: with emphasis on an overt and covert learning approach. *Movement Behavior*. 2021;13(45):61–90. <https://doi.org/10.22089/mbj.2018.5641.1655> [In Persian].
43. Qamari A, Mohammadi J, Mohammadi M. The effect of errorfull and errorless practice on the learning and transfer of dart throwing skills of mentally retarded girls. *Movement Behavior*. 2015;7(21):111–26. [In Persian].
44. Salehi H, Mehrovarz M, Rafei Borujeni M. Application of errorless practice to facilitate implicit motor learning in children. *Journal of Sports Movement Growth and Learning*. 2018;10(3):367–84. <https://doi.org/10.22059/jmlm.2018.208461.1100> [In Persian].
45. Sohbatihha M, Jabri Moghadam AA, Shahbazi M. The effect of errorless, errorfull practice and equipment scaling on the accuracy of children's motor performance under psychological pressure. *Cognitive Psychology Quarterly*. 2018;5(4):31–40. [In Persian].
46. Kargar M, Pour Aghaei Ardakani Z, Behelet Z. The effect of errorfull and errorless learning on the learning of shooting skills. In: 9th International Conference on Physical Education and Sports Sciences. Tehran; 2015. [In Persian].
47. Roberts R, Callow N, Hardy L, Markland D, Bringer J. Movement imagery ability: development and assessment of a revised version of the vividness of movement imagery questionnaire. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2008;30(2):200–21. <https://doi.org/10.1123/jsep.30.2.200>
48. Hall CR, Martin KA. Measuring movement imagery abilities: a revision of the movement imagery questionnaire. *Journal of Mental Imagery*. 1997;21(1-2):143–54.
49. Sohrabi M, Farsi A, Foladiyan J. Determining the validity and reliability of the Persian version of the revised movement visualization questionnaire. *Movement Behavior*. 2010;2(4):13–23. [In Persian].

50. Poolton JM, Masters RSW, Maxwell JP. Passing thoughts on the evolutionary stability of implicit motor behavior: performance retention under physiological fatigue. *Consciousness and Cognition*. 2007;16(2):456-68. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2006.06.008>
51. Sanli EA, Lee TD. Nominal and functional task difficulty in skill acquisition: effects on performance in two tests of transfer. *Human Movement Science*. 2015;41:218-29. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.03.006>
52. Liao CM, Masters RSW. Analogy learning: a means to implicit motor learning. *Journal of Sports Sciences*. 2001;19(5):307-19. <https://doi.org/10.1080/02640410152006081>
53. Adams JA. A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*. 1971;3(2):111-50. <https://doi.org/10.1080/00222895.1971.10734898>
54. Ghaffari T. Comparison of the effect of simile, external focus and errorless training on covert learning of basketball free throw skills in 10-11-year-old girls [Senior Thesis]: [Al-Zahra University]; 2013. [In Persian].
55. Assor A, Gordon D. The implicit learning theory of hidden-curriculum research. *Journal of Curriculum Studies*. 1987;19(4):329-39. <https://doi.org/10.1080/0022027870190404>
56. Masters RSW, Poolton JM, Maxwell JP. Stable implicit motor processes despite aerobic locomotor fatigue. *Consciousness and Cognition*. 2008;17(1):335-8. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.03.009>
57. Zhu FF, Poolton JM, Wilson MR, Maxwell JP, Masters RSW. Neural co-activation as a yardstick of implicit motor learning and the propensity for conscious control of movement. *Biological Psychology*. 2011;87(1):66-73. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.02.004>
58. Ong NT. Perceptions of performance success and motor learning [Doctoral Dissertation]: [University of British Columbia]. 2018. <https://doi.org/10.14288/1.0372347>
59. Bertollo M, Berchicci M, Carraro A, Comani S, Robazza C. Blocked and random practice organization in the learning of rhythmic dance step sequences. *Perceptual and Motor Skills*. 2010;110(1):77-84. <https://doi.org/10.2466/pms.110.1.77-84>
60. Guadagnoli MA, Lee TD. Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of Motor Behavior*. 2004;36(2):212-24. <https://doi.org/10.3200/JMBR.36.2.212-224>
61. Gabbett T, Masters R. Challenges and solutions when applying implicit motor learning theory in a high performance sport environment: examples from rugby league. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2011;6(4):567-75. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.6.4.567>
62. Stevens D, Anderson DI, O'Dwyer NJ, Williams AM. Does self-efficacy mediate transfer effects in the learning of easy and difficult motor skills? *Consciousness and Cognition*. 2012;21(3):1122-8. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2012.03.014>
63. Otten M. Choking vs. clutch performance: a study of sport performance under pressure. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2009;31(5):583-601. <https://doi.org/10.1123/jsep.31.5.583>
64. Capio CM, Sit HP, Poolton JM, Abernethy AB, Masters RSW. Training a fundamental movement skill in children with disabilities. *The 18th International Symposium on Adapted Physical Activity (ISAPA 2011)*; Paris, France. 2011.
65. Rendell MA, Masters RSW, Farrow D, Morris T. An implicit basis for the retention benefits of random practice. *Journal of Motor Behavior*. 2010;43(1):1-13. <https://doi.org/10.1080/00222895.2010.530304>