Sport. Psychol. Stud, 2025, 14(51): 163-181, doi: 10.22089/spsyj.2021.11198.2223

Sport Psychology Studies
Journal hompage: https://spsyj.ssrc.ac.ir

Original Article

Effect of Physical and Imagery Training under Mental Fatigue Condition on Cognitive Effort among Basketball Novices

Mahpari Ghasemnezhad[1], Mahin Aghdaei[2*], Alireza Farsi[2]

1. PhD Student, Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, School of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, School of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Received: 23/08/2021, Revised: 27/09/2021, Accepted: 01/11/2021

* Corresponding Author: Mahin Aghdaei, E-mail: : m_aghdaei@sbu.ac.ir

How to Cite: Ghasemnezhad,M. , Aghdaei,M. and Farsi,A. (2025). Effect of Physical and Imagery Training under Mental Fatigue Condition on Cognitive Effort among Basketball Novices. Sport Psychology Studies, 14(51), 163-181. In Persian

Extended Abstract

Background and Purpose

The term Mental Fatigue is mainly defined as a change in the psycho-physiological state resulting from long-term and demanding cognitive activities that require a high level of cognitive effort (Baxem and Tops, 2008; Hancock, Desmond, & Matthew, 2017). Induced cognitive load due to mental fatigue may increase the efficiency of cognitive processes involved in motor learning. The principle of neuroplasticity suggests that exposing the nervous system to increased cognitive load results in structural and functional neuroadaptation and consequently increases the efficiency of cognitive processes (Trojan & Pokorny, 1999; Ruffino, Papaxanthis, & Lebon, 2017). In the previous studies, the acute effect of mental fatigue have been studied in single sessions and on samples of semi-skilled and elite-level athletes and no information is available on the consequences of exposing novices to moderate levels of mental fatigue over longer periods of time. Therefore, in the present study, it was hypothesized that training under mental fatigue may affect the cognitive effort of novices. More specifically, the aim of this study was to determine the effect of physical, mental and combined training under moderate mental fatigue on cognitive effort among basketball novices.

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/).

Material and Methods

The study adopted a pretest-posttest quasi-experimental design. Through a research call, 36 right-handed girls (age 20.12±1.45 years, height 166.24±5.25 cm, weight 60.36±10.93 kg, and body mass index 21.74±3.14 $kg.m^{-2}$) were selected from undergraduate physical education students at the Al-Zahra University in the 2018-2019 academic year. The participants were randomly assigned into three groups: Imagery Training (IT, n =12), Physical Training (PT, n =12) and Combined Training (CT, n = 12). Three participants were excluded from the study due to non-attendance at the test or training sessions (One participant from IT and two Participants from PT). All groups were completed eight 40-minute sessions (two sessions per week for four weeks) and practiced 60 trials per session and a total of 480 trials in eight sessions. The motor task used in the training was basketball free throw skill. The participants in the IT mentally imgined six blocks of 10 trials. The imagery protocol was implemented based on the Imagery Training Program (ITP, Morris et al., 2005). The participants in the PT and CT (50% imagery + 50% physical training) also practiced six blocks of 10 trials. The Persian version of the computer-based continuous performance test was used t o assess cognitive effort in pre-test, post-test and follow-up test. The test provides four indicators: 1) response error, 2) omission response, 3) correct response, 4) response time. To induce mental fatigue in each training session, the participants performed a computerized version of the Stroop task for 60 minutes. The Vision Analog Sacle for Fatigue (VAS-F) was used to assess the levels of mental fatigue before and after the Stroop task. To analyze the data, A series of 3 *time* (pre-test/ post-test/ follow-up test) × 3 *group* (IT/PT/CT) mixed analysis of variance was used. The significance level was set at 0.05 for all analyses. Statistical analyses were performed using IBM SPSS software (version 24).

Result

The levels of mental fatigue during eight sessions before the Stroop task were averaged 20.90 (SD = 8.38) in the IT, 30.12 (SD = 13.08) in the PT, and 27.08 (SD = 7.87) in the CT, which reached to 45.11 (SD = 9.19) in the IT, 54.50 (SD = 11.32) in the PT, and 54.68 (SD = 12.63) in the CT after performing the strope task. The effect of *time* and *group* on cognitive effort was analyzed using two indicators of the continuous performance test including the correct response and response time. The results of 3 *time* × 3 *group* mixed analysis of variance showed no significant effect of *time* (F (2, 60) = 0.006, p = 0.994, η_p^2 = 0.0002), *group* (F (2, 60) = 0.529, p = 0.595, η_p^2 = 0.034), nor *time* × *group* (F (4, 60) = 1.416, p = 0.240, η_p^2 = 0.086) on the correct response. Similarly, there were no significant effect of *time* (F (2, 60) = 2.162, p = 0.124, η_p^2 = 0.067), *group* (F (2, 60) = 0.091, p = 0.913, η_p^2 = 0.006), nor *time* × *group* (F (4, 60) = 1.077, p = 0.376, η_p^2 = 0.067) on the response time. According to the results, not only the mental, physical and combined trainings under mental fatigue not affect cognitive effort in basketball novices, but also the effect of these training is not different.

Discussion

Cognitive effort measured by the continuous performance test did not improve after eight sessions of training under mental fatigue. This observation can be discussed from three different perspective. First, the experimental period did not have the necessary characteristics to affect cognitive effort (the role of experimental conditions or training variables). Factors such as duration of training, type, intensity and frequency of training and the severity of mental fatigue may play a role in the cognitive effort invariability, and clarifying the role of these factors must be investigated in the future studies. Secondly, it is possible that training under mental fatigue has been able to increase cognitive effort, but interfering factors have moderated the changes in cognitive effort (the role of individual factors). Finally, it is also possible that training under mental fatigue can increase cognitive effort and no interfering factor has moderated the changes in cognitive effort, but the method or measurement tool used in the present study has not been able to detect and measure changes in cognitive effort. The level of mental fatigue created in the present study (initial + induced mental fatigue) was limited to moderate levels of mental fatigue, therefore, to identify the possible benefits of training under mental fatigue for improvement of cognitive processes, different levels of mental fatigue (low to high dose) are needed to be investigated in future studies. In addition, it is necessary to consider the role of individual differences in cognitive capacities such as working memory and mental imagery ability to study the effect of training under mental fatigue on cognitive effort. In conclusion, according to the present study, eight sessions of training under moderate mental fatigue do not have the required cognitive load to increase the cognitive effort of novices.

Keywords: Mental Fatigue, Imagery Training, Physical Training, Cognitive Effort, Motor Learning, Basketball Free Throw.

Funding

The present study received no financial support from any institution or organization.

Authors' contributions

All authors contributed equally to the writing and revision of the article.

Conflicts of Interest

The authors declared no conflict of interest

مطالعات روان‌شناسی ورزشی، بهار ۱۴۰۴، دوره ۱۴، شماره ۵۱، صص ۱۸۱-۱۶۳. doi: 10.22089/spsyj.2021.11198.2223

مطالعات روان‌شناسی ورزشی

Journal hompage: https://spsyj.ssrc.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

تأثیر تمرین بدنی و تصویرسازی در شرایط خستگی ذهنی بر تلاش شناختی در نوآموزان بسکتبال

مه پری قاسم نژاد [۱]، مهین عقدایی [۲*]، علیرضا فارسی [۲]

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

۲. گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۱ ، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۰/۰۷/۰۵ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۰

* Corresponding Author: Mahin Aghdaei, E-mail: : m_aghdaei@sbu.ac.ir

How to Cite: Ghasemnezhad,M. , Aghdaei,M. and Farsi,A. (2025). Effect of Physical and Imagery Training under Mental Fatigue Condition on Cognitive Effort among Basketball Novices. Sport Psychology Studies, 14(51), 163-181. In Persian

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف تعیین تأثیر تمرین ذهنی، بدنی و ترکیبی در شرایط خستگی ذهنی بر تلاش شناختی نوآموزان بسکتبال انجام شد.

مواد و روش ها: در این پژوهش نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با سه گروه تجربی، ۳۳ دختر نوآموز (میانگین سن ۲۰/۱۲ سال) از طریق فراخوان پژوهش و پس از ارزیابی‌های مقدماتی، به طور تصادفی در سه گروه تمرین تصویرسازی (۱۱ نفر)، تمرین بدنی (۱۰ نفر) و تمرین ترکیبی (۱۲ نفر) جای گرفتند و در هشت جلسه تمرین در شرایط خستگی ذهنی متوسط (انجام ۶۰ دقیقه تکلیف استروپ در ابتدای هر جلسه) شرکت کردند. تلاش شناختی براساس آزمون عملکرد مدوام در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و آزمون پیگیری اندازه‌گیری شد.

یافته ها: نشان داد که تکلیف استروپ در هر هشت جلسه تمرینی، سطوح خستگی ذهنی گروه‌ها را به طور مشابه افزایش داده است، با این وجود، اثرات اصلی و تعاملی زمان و گروه بر تلاش شناختی از لحاظ آماری معنادار نبودند.

نتیجه گیری: بر اساس یافته‌های این مطالعه، به نظر می‌رسد که هشت جلسه تمرین (چه به‌صورت ذهنی، بدنی یا ترکیبی) در شرایط خستگی ذهنی متوسط، فاقد بار شناختی لازم برای ایجاد تغییر معنادار در سطح تلاش شناختی نوآموزان بسکتبال است. این امر می‌تواند نشان‌دهنده نیاز به افزایش شدت، مدت یا تعداد جلسات تمرینی در شرایط خستگی ذهنی برای ایجاد سازگاری‌های شناختی مطلوب باشد.

کلید واژه‌ها: خستگی ذهنی، تمرین تصویرسازی، تمرین بدنی، تلاش شناختی، یادگیری حرکتی، پرتاب آزاد بسکتبال.

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/).

مقدمه

امروزه با گسترش ورزش، شناسایی عومل اثرگذار بر روش-های آموزش و تمرین مهارت‌های حرکتی اهمیت فراوانی یافته است. یکی از موضوعات مطرح در این زمینه، نقش خستگی ذهنی در فرایند تمرین بدنی و ذهنی می‌باشد. اصطلاح خستگی ذهنی[1] عمدتاً به عنوان تغییر در حالت روانی–فیزیولوژیکی ناشی از فعالیت‌های شناختی طولانی مدت و پرتقاضا که طی آن به سطح بالایی از تلاش شناختی[2] نیاز است تعریف می‌شود (باکسم و تاپس[3] ۲۰۰۸؛ هانکوک، دزموند و متیو[4] ۲۰۱۷). پیامدهای تمرین بدنی در شرایط خستگی ذهنی، ممکن است تابعی از اثرات خستگی ذهنی بر عملکرد بدنی و حرکتی باشد. براساس شواهد موجود، خستگی ذهنی اثر منفی بر فعالیت‌های بی‌هوازی مانند پرش متوالی (مارتین، تامپسون، کیگان، بال و راتری[5] ۲۰۱۵)، توان متوسط در آزمون وینگیت (دانکن، فولر، جورج، جویس و هانکی[6] ۲۰۱۵) و دویدن با شدت بالا (اسمیت، مارکورا و کاتس[7] ۲۰۱۵) ندارد، اما با کاهش زمان رسیدن به واماندگی، بر استقامت عضلانی ایستا (پاژئوکس، مارکورا و لپرس[8] ۲۰۱۳) و با افزایش زمان تکمیل تکلیف، بر استقامت قلبی تنفسی (پاژئوکس، لپرس، دایتس و مارکورا[9] ۲۰۱۴) اثرگذار است. ساز و کار اثرات خستگی ذهنی بر عملکرد استقامتی به طور عمده به جنبه‌های ادراکی و روانی نسبت داده می‌شود، چرا که خستگی ذهنی، تغییری در پارامترهای قلبی تنفسی (تغییرپذیری ضربان قلب و میزان اکسیژن مصرفی) ایجاد نمی‌کند (مارکورا، استایانو و منینگ؛[10] ۲۰۰۹؛ اسمیت و همکاران؛[11] ۲۰۱۶؛ پنا و همکاران؛[12] ۲۰۱۸؛ کاسک، استایانو، فولینو، هنسن و لونبرو؛[13] ۲۰۲۰). براساس شواهد، اگرچه خستگی ذهنی بر انگیزه اجرای فعالیت‌های حرکتی پیش‌رو اثرگذار نیست (مارکورا و همکاران، ۲۰۰۹؛ اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶؛ پنا و همکاران، ۲۰۱۸؛ بادین، اسمیت، کنته و کاتس؛[14] ۲۰۱۶؛ پایرس و همکاران؛[15] ۲۰۱۸؛ ونس، پاترسون و جفریس و والدرون؛[16] ۲۰۱۷)، اما افزایش ادراک تلاش (مارکورا و همکاران، ۲۰۰۹؛ مارکورا، ۲۰۱۴) و میزان درک فشار (مارکورا و همکاران، ۲۰۰۹؛ اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶؛ بادین و همکاران، ۲۰۱۶؛ پایرس و همکاران، ۲۰۱۸؛ ونس و همکاران، ۲۰۱۷؛ مارکورا، ۲۰۱۴) در شرایط خستگی ذهنی، تحمل‌پذیری فرد را در قبال فشار اجرا کاهش می‌دهد.

شواهد نشان می‌دهد که خستگی ذهنی بر عملکرد ورزشی نیز اثرگذار است. کاهش در عملکرد زمانی شنا (پنا و همکاران، ۲۰۱۸)، دوچرخه‌سواری (پایرس و همکاران، ۲۰۱۸؛ فیلیپاس، گالو، پولاستری و لاتوره؛[17] ۲۰۱۹)، کایاکینگ (استایانو، باسی‌یو، پیازا و رومگنولی؛[18] ۲۰۱۹) و دوی ماراتون (گاتونی؛[19] ۲۰۱۹) و نیز افزایش خطای ضربات در فوتبال (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶؛ بادین و همکاران، ۲۰۱۶) و تنیس روی میز (لمانسک، پاژئوکس، نوردز، دورل، ژوبیو؛[20] ۲۰۱۸) در شرایط خستگی ذهنی مفرط گزارش شده است. با این وجود شواهد متناقضی نیز در ادبیات پژوهشی گزارش شده است. برای مثال، ایزدی،

1. Mental Fatigue
2. Cognitive Effort
3. Boksem & Tops
4. Hancock, Desmond, & Matthews
5. Martin, Thompson, Keegan, Ball, & Rattray
6. Duncan, Fowler, George, Joyce, & Hankey
7. Smith, Marcora, & Coutts
8. Pageaux, Marcora, & Lepers
9. Pageaux, Lepers, Dietz, & Marcora
10. Marcora, Staiano, & Manning

11. Smith t al.
12. Penna et al.
13. Kosack, Staiano, Folino, Hansen, & Lonbro
14. Badin, Smith, Conte, & Coutts
15. Pires et al.
16. Veness, Patterson, Jeffries, & Waldron
17. Filipas, Gallo, Pollastri, & La Torre
18. Staiano, Bosio, Piazza, & Romagnoli
19. Gattoni
20. Le Mansec, Pageaux, Nordez, Dorel, & Jubeau

طهماسبی و دوستی (۱۳۹۹) پس از اعمال خستگی ذهنی، هیچ کاهش معناداری در سرعت و دقت شوت در بازیکنان هندبال مشاهده نکردند. خستگی ذهنی ممکن است به تغییر شاخص‌های تاکتیکی (کاتینهو و همکاران[1] ۲۰۱۸؛ کانراس، ناکامورا، روسا، تسیتوری، و تئولدو[2] ۲۰۲۰)، کاهش دقت و سرعت تصمیم‌گیری برای پاس (گانتویس و همکاران[3] ۲۰۲۰) و کاهش میدان دید (کانراس و همکاران، ۲۰۲۰) در بازیکنان فوتبال نیز منجر شود. همچنین یافته‌های اخیر بیانگر آن است که خستگی ذهنی با تخریب تعادل همراه است (تاسینگنون و همکاران[4] ۲۰۲۰؛ هاچارد، نوئی، سیتی، تارژین و پیلارد[5] ۲۰۲۰). از جمع‌بندی شواهد فوق‌الذکر چنین بر می‌آید که اگرچه خستگی ذهنی بر فعالیت‌های حرکتی بی‌هوازی تأثیر منفی ندارد، اما در فعالیت‌های کوتاه مدتی که نیاز به تعادل (تاسینگنون و همکاران، ۲۰۲۰؛ هاچارد و همکاران، ۲۰۲۰) یا مهارت‌های هدف‌گیری دارند، مانند ضربات در فوتبال (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶؛ بادین و همکاران، ۲۰۱۶) و تنیس روی میز (لمانسک و همکاران، ۲۰۱۸)، خطای اجرا در اثر خستگی ذهنی مفرط افزایش می‌یابد.

از سوی دیگر، خستگی ذهنی ممکن است بر عملکرد شناختی نیز اثرگذار باشد. شواهد نشان می‌دهد که خستگی ذهنی مفرط با افزایش مدت زمان تصویرسازی مهارت‌های حرکتی همراه بوده (روزاند، لبون، پاپاکانتیس و لپرز[6] ۲۰۱۵) و با کاهش توان باند فرکانس آلفا در مغز، عملکرد شناختی در تکالیف مقتضی پردازش اطلاعات بینایی را مختل می‌کند (تاناکا، ایشی و واتانابه[7] ۲۰۱۵). علاوه براین، سطوح بالای خستگی ذهنی به حواس پرتی (باکسم، میژمن و لوریست[8] ۲۰۰۵) و دشواری در آماده‌سازی پاسخ (باکسم، میژمن و لوریست، ۲۰۰۶) منجر شده و با اُفت عملکرد در تکالیف شناختی (افزایش نرخ خطا و یا کاهش سرعت پاسخ) و اختلال در تعدیل رفتار (باکسم و همکاران، ۲۰۰۶؛ لوریست، باکسم و ریدرینکوف[9] ۲۰۰۵) همراه است. به طور اختصاصی‌تر، خستگی ذهنی با اُفت عملکرد در آزمون‌های گوش‌به‌زنگی[10] (آکرمن، ۲۰۱۱؛ رتیژ، ون‌دن‌برینک، پرینسن، کوهن و اسلاجتر[11] ۲۰۱۹؛ وارم، پاراسورامن و متیوز[12] ۲۰۰۸)، توجه انتخابی/ متمرکز (هولتزر، شومن، ماهونی، لیپتون و ورگسه[13] ۲۰۱۱؛ ون‌درلیندن، فرسه و میژمن[14] ۲۰۰۳؛ لانگنر، استینبورن، کاترژی، استورم و ویلمس[15] ۲۰۱۰؛ لیم و دینگس[16] ۲۰۱۰) و کارکردهای اجرایی و کنترل شناختی (ون‌درلیندن و همکاران، ۲۰۰۳؛ ون‌درلیندن، فرسه و سوننتاژ[17] ۲۰۰۳؛ ون‌درلیندن و الینگ[18] ۲۰۰۶) همراه است. با توجه به اختلال در زیرساخت‌های شناختی، قابل پیش‌بینی است که تمرین ذهنی و تصویرسازی مهارت‌های حرکتی در شرایط خستگی ذهنی مفرط نیز با اختلالاتی همراه باشد.

نظریه ظرفیت توجه کانمن[19] (۱۹۷۳) و نظریه کنترل جبرانی هاکی[20] (۱۹۹۷) عنوان می‌کنند که تلاش شناختی فراتر از منابع و ظرفیت‌های شناختی موجود با خستگی ذهنی همراه است و متعاقباً حفظ عملکرد شناختی در شرایط خستگی ذهنی نیازمند

1. Coutinho et al.
2. Kunrath, Nakamura, Roca, Tessitore, & Teoldo
3. Gantois et al.
4. Tassignon et al.
5. Hachard, Noé, Ceyte, Trajin, & Paillard
6. Rozand, Lebon, Papaxanthis, & Lepers
7. Tanaka, Ishii, & Watanabe
8. Boksem, Meijman, & Lorist
9. Lorist, Boksem, & Ridderinkhof
10. Vigilance
11. Reteig, van den Brink, Prinssen, Cohen, & Slagter
12. Warm, Parasuraman, & Matthews
13. Holtzer, Shuman, Mahoney, Lipton, & Verghese
14. Van der Linden, Frese, & Meijman
15. Langner, Steinborn, Chatterjee, Sturm, & Willmes
16. Lim & Dinges
17. Van der Linden, Frese, & Sonnentag
18. Van der Linden & Eling
19. Kahneman
20. Hockey

تلاشی فراتر از شرایط بدون خستگی است. برای مثال، انجام تصویرسازی ذهنی به مدت طولانی، باعث ایجاد خستگی ذهنی شده (میردن و چائو[1] ۲۰۱۵؛ پامر–اشر، تللو، کاستیللو و باستوس–فیلهو[2] ۲۰۱۴؛ روزاند، لبون، استپلی، پاپاکانتیس و لپرس[3] ۲۰۱۶) و متعاقباً برای حفظ سطح هوشیاری در هنگام انجام تصویرسازی در شرایط خستگی ذهنی، تلاش شناختی بالایی مورد نیاز است (تالوکدار، هازاریکا و گان[4] ۲۰۲۰). در مقابل، اصل انعطاف‌پذیری عصبی[5] پیشنهاد می‌کند که قرارگیری سیستم عصبی در معرض افزایش بار شناختی، باعث ایجاد سازگاری عصبی ساختاری و عملکردی و متعاقباً افزایش کارایی فرایندهای شناختی می‌شود (تورژان و پوکورنی[6] ۱۹۹۹؛ رافینو، پاپاکانتیس و لبون[7] ۲۰۱۷). این شواهد پیشنهاد می‌کند که افزایش بار شناختی ناشی از خستگی ذهنی در طول یک دوره تمرینی، ممکن است بتواند با افزایش تلاش شناختی، کارایی فرایندهای شناختی درگیر در یادگیری حرکتی را افزایش دهد، به ویژه این که فرایندهای شناختی در مراحل اولیه اکتساب مهارت‌های حرکتی نقش مهمی ایفا می‌کنند (لی، سووینن و سررین[8] ۱۹۹۴). مطالعات اخیر نیز نشان می‌دهد که تمرین در شرایط فشار روان‌شناختی بالا ممکن است به یادگیری مطلوب‌تری منتهی گردد (مکاری‌ساعی، حسینی و احمدی، ۱۴۰۰). از سوی دیگر، تلاش شناختی برای حفظ عملکرد طی اجرای ورزشی مستمر در رشته‌های مختلفی نظیر ورزش‌های تیمی و برخوردی از جمله بسکتبال از اهمیت بالایی برخوردار است، چرا که شرایط محیطی در این رشته‌ها به طور مستمر در حال تغییر بوده و بار شناختی بالایی برای بازیکنان ایجاد می‌گردد. در نتیجه، برای آماده‌سازی بازیکنان جهت رویارویی با سطوح بالای نیاز شناختی لازم است تا شرایط یادگیری و تمرین به منظور ایجاد شرایط مشابه با شرایط رقابتی به درستی دستکاری شوند. براین اساس با توجه به آنچه در بالا ذکر گردید، در پژوهش حاضر فرض گردید که تمرین در شرایط خستگی ذهنی ممکن است تلاش شناختی نوآموزان رشته بسکتبال را تحت تأثیر قرار دهد. این در حالی است که در تمامی مطالعات انجام شده، همان‌طور که پیش‌تر به تفصیل مرور گردید، اثرات خستگی ذهنی مفرط در جلسات منفرد و روی نمونه‌هایی از ورزشکاران نیمه‌ماهر و ماهر بررسی شده است و در خصوص پیامدهای قرارگیری نوآموزان در معرض سطوح متوسط خستگی ذهنی به عنوان عامل تحریک‌کننده تلاش شناختی، در دوره‌های زمانی طولانی‌تر اطلاعاتی در دسترس نیست. براین اساس در پژوهش حاضر سعی گردید تا به این سوال پاسخ داده شود که آیا تمرین بدنی، تصویرسازی ذهنی و تمرین ترکیبی در شرایط خستگی ذهنی متوسط قادر به افزایش تلاش شناختی نوآموزان در آزمون عملکرد مداوم می‌باشند؟

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با سه گروه تجربی بود. گروه‌های پژوهش شامل ۱) گروه تمرین تصویرسازی، ۲) گروه تمرین بدنی و ۳) گروه تمرین ترکیبی تصویرسازی ذهنی + تمرین بدنی در شرایط خستگی ذهنی بود. هر سه گروه تجربی در هر جلسه از هشت جلسه تمرین دوره آزمایشی، خستگی ذهنی را تجربه کردند. تلاش شناختی در سه وهله اندازه‌گیری در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و آزمون پیگیری (۴۸ ساعت بعد از اتمام دوره آزمایشی) اندازه‌گیری شدند.

1. Myrden & Chau
2. Pomer-Escher, Tello, Castillo, & Bastos-Filho
3. Rozand, Lebon, Stapley, Papaxanthis, & Lepers
4. Talukdar, Hazarika, & Gan
5. Neuroplasticity
6. Trojan & Pokorný
7. Ruffino, Papaxanthis, & Lebon
8. Lee, Swinnen, & Serrien

شرکت‌کنندگان

سی و شش دختر نوآموز راست دست در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۴ سال براساس فراخوان پژوهش از بین دانشجویان تربیت بدنی دوره کارشناسی از دانشگاه الزهرا در سال تحصیلی ۹۸-۱۳۹۷ انتخاب شدند. شرکت‌کننده‌ها از دانشجویانی بودند که واحد بسکتبال یک را گذرانده و مهارت پرتاب آزاد بسکتبال را به صورت مقدماتی فرا گرفته و فاقد هر گونه سابقه رقابتی در رشته بسکتبال بودند. لذا مهارت پرتاب آزاد بسکتبال برای شرکت‌کننده‌های پژوهش به عنوان یک مهارت نوآموخته مطرح بود که مراحل اولیه اکتساب آن را سپری کرده‌اند. معیار انتخاب شرکت‌کننده‌ها نداشتن سابقه رقابتی در مسابقات بسکتبال، سلامتی بدن (نداشتن آسیب‌دیدگی بدنی)، نداشتن سابقه اختلالات عصبی- عضلانی و دارا بودن نمرات بالای ۳۶ در پرسشنامه وضوح تصویرسازی حرکتی- نسخه دوم[1] (رابرتس، کالو، هاردی، مارکلند و برینگر،[2] ۲۰۰۸) بود. شرکت‌کنندگان منتخب به صورت تصادفی در سه گروه ۱۲ نفره جای گرفتند و تکالیف مربوطه را تکمیل نمودند. در انتهای پژوهش، سه نفر از شرکت‌کننده‌ها به دلیل عدم حضور در آزمون یا جلسات تمرینی از پژوهش خارج شدند و مجموع شرکت‌کننده‌ها به ۳۳ نفر (۱۱ نفر برای گروه تمرین تصویرسازی ذهنی، ۱۰ نفر برای گروه تمرین بدنی و ۱۲ نفر برای گروه تمرین ترکیبی) کاهش یافت.

ابزار گردآوری داده‌ها

فرم اطلاعات فردی

اطلاعات مربوط به مشخصات فردی شرکت‌کننده‌ها با استفاده از یک فرم ساخته‌شده توسط پژوهشگر شامل پنج سوال به ترتیب برای تعیین سن، سابقه ورزشی، سابقه رقابتی، سابقه سلامت جسمی و روانی و سابقه استفاده از تمرینات ذهنی و تصویرسازی ذهنی گردآوری شد.

پرسشنامه وضوح تصویرسازی حرکتی-نسخه دوم

برای سنجش توانایی تصویرسازی ذهنی در مرحله ارزیابی‌های مقدماتی از پرسشنامه وضوح تصویرسازی حرکتی-نسخه دوم (رابرتس و همکاران، ۲۰۰۸) استفاده گردید. این پرسشنامه از ۱۲ ماده برای سنجش وضوح تصویرسازی در ۱۲ مهارت حرکتی مختلف تشکیل شده است و سه نوع تصویرسازی ذهنی (بینایی درونی، بینایی بیرونی، حرکتی) را اندازه‌گیری می‌کند. در این پرسشنامه، فرد مهارت-های حرکتی ارائه شده در پرسشنامه را با توجه به دستورالعمل با تاکید بر سه نوع تصویرسازی انجام می‌دهد و وضوح تصاویر ذهنی را گزارش می‌کند. جمع نمرات ۱۲ ماده به عنوان شاخص وضوح تصویرسازی درنظر گرفته می‌شود. پاسخ‌های این پرسشنامه روی پیوستار لیکرت پنج درجه‌ای از ۱ (اصلاً تصویری وجود ندارد) تا ۵ (کاملاً روشن و واضح) نمره‌دهی می‌شود. دامنه نمرات بین ۱۲ تا ۶۰ متغیر است و نمرات بالاتر نشان‌دهنده وضوح تصویرسازی بالا و توانایی بالاتر فرد در خلق تصاویر ذهنی طبیعی قلمداد می‌شود. روایی سازه و پایایی نسخه فارسی این پرسشنامه در ایران نیز مورد تأیید قرار گرفته است و ضریب آلفای کرونباخ برای تعیین همسانی درونی این ابزار برای تصویرسازی بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی به ترتیب ۰/۸۶، ۰/۹۱ و ۰/۹۵ گزارش شده است (رستمی و همکاران، ۲۰۱۱).

آزمون عملکرد مداوم[3]

در پژوهش حاضر برای سنجش تلاش شناختی در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و آزمون پیگیری از آزمون عملکرد مداوم استفاده شد. در این آزمون یک سری اعداد با فاصله زمانی معین ظاهر شده و دو محرک به عنوان محرک هدف تعیین می‌شود. شرکت‌کننده باید با مشاهده اعداد مورد نظر هر چه سریع‌تر کلید مربوطه را بر روی صفحه رایانه فشار دهد. محرک هدف نسبتاً کمیاب و نهفتگی ارائه نسبتاً کوتاه می‌باشد. این آزمون چهار شاخص را ارائه می‌دهد: ۱) خطای ارائه پاسخ (فشار دادن کلید در برابر محرک غیر هدف)، ۲) پاسخ حذف (فشار ندادن کلید هدف در برابر محرک)، ۳) پاسخ صحیح (فشار دادن کلید هدف در برابر محرک)، ۴) زمان پاسخ (میانگین زمان واکنش

1. Vividness of Movement Imagery Questionnaire (VMIQ-2)
2. Roberts, Callow, Hardy, Markland, & Bringer
3. Continuous Performance Test

پاسخ های صحیح در برابر محرک). سه شاخص ارائه پاسخ، پاسخ حذف و پاسخ صحیح با واحد فراوانی، نشان‌گر تعداد پاسخ‌ها است که مجموع این سه شاخص عدد ۱۵۰ یا همان تعداد محرک‌های ارائه شده در طول اجرای آزمون می‌باشد (۱۵۰ = تعداد پاسخ صحیح + تعداد پاسخ حذف + تعداد خطای ارائه پاسخ). در بررسی روایی همزمان و ملاکی این آزمون مطالعات صورت گرفته نشان داده است که خطای حذف و زمان واکنش با نقص توجه و خطای اعلام کاذب با تکانش‌گری مرتبط بوده و سرعت پردازش اطلاعات با میانگین زمان واکنش و همسانی با تغییرپذیری زمان واکنش در ارتباط می‌باشد (کلی و گارفینکل[1] ۱۹۸۳؛ کورنبلات، ریش، فاریس، فریدمن و ارلنمیر-کیملینگ[2] ۱۹۸۸؛ برگر، اسلوبودین و کاسوتو[3] ۲۰۱۷).

پروتکل خستگی ذهنی

شرکت‌کننده‌ها ابتدا مقیاس آنالوگ بینایی برای سنجش خستگی[4] (VAS-F) را برای ارزیابی خستگی در شروع تکمیل کردند. سپس نسخه رایانه‌ای تکلیف استروپ[5] را به مدت ۶۰ دقیقه انجام داده (زمان دقیق اجرای این تکلیف جهت اطمینان از ایجاد خستگی در مطالعه مقدماتی تعیین شد) و مجدداً مقیاس آناگوگ بینایی را بعد از اتمام تکلیف استروپ تکمیل نمودند. در مقیاس آنالوگ بینایی، میزان ادراک خستگی ذهنی روی یک پیوستار از صفر (صفر درصد خستگی) تا ۱۰ سانتی‌متر (۱۰۰ درصد خستگی) درجه‌بندی شد. نمره شرکت‌کننده با اندازه‌گیری فاصله از دامنه پایین در واحد میلی‌متر تعیین گردید. به کارگیری این ابزار در مطالعات خستگی ذهنی متداول است و از اعتبار و پایایی مطلوبی برای سنجش تغییرات خستگی ذهنی برخوردار است (ارقامی، قریشی، کمالی و فرهادی، ۲۰۱۳). همچنین، در تکلیف استروپ که یکی از شناخته شده‌ترین و بانفوذترین پارادایم‌ها در روان‌شناسی شناختی به شمار می‌رود، شرکت‌کننده‌ها باید رنگ واژه‌هایی که با رنگ‌های مختلف نوشته شده است را بدون توجه به معنای آنها بیان کنند. انجام موفق تکلیف استروپ نیازمند بازداری پاسخ، توجه انتخابی، انعطاف‌پذیری شناختی می‌باشد. نسخهٔ نرم افزاری تکلیف استروپ توسط مؤسسه آزمون یار سینا طراحی و روایی و پایایی آن توسط قدیری، جزایری، عشایری و قاضی‌طباطبائی (۲۰۰۷) تأیید شده است. برای اجرای این تکلیف از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد تا روی صندلی روبروی صفحه نمایش رایانه نشسته و سه مرحله تکلیف را اجرا کنند. در مرحلهٔ اول، که مرحلهٔ کوشش‌های هماهنگ است، اسامی چهار رنگ اصلی با رنگ سیاه در مرکز صفحهٔ نمایشگر ظاهر می‌شود و شرکت‌کننده‌ها باید هرچه سریع‌تر، بر اساس اسامی رنگ‌ها، یکی از کلیدهای آبی، قرمز، زرد یا سبز را روی صفحهٔ کلید فشار دهند. در مرحلهٔ دوم، اسامی چهار رنگ اصلی، هرکدام با قلمی هم‌رنگ خودشان، در مرکز صفحه ظاهر می‌شود و شرکت‌کننده‌ها می‌بایست هرچه سریع‌تر کلید مطابق با هر رنگ را فشار دهد. در مرحلهٔ سوم، که به آن مرحلهٔ کوشش‌های ناهماهنگ یا تداخل می‌گویند، اسامی چهار رنگ اصلی، هرکدام با رنگی غیر از رنگ خودشان، بر صفحهٔ نمایشگر ظاهر می‌شود و شرکت‌کننده‌ها باید هر چه سریع‌تر بر اساس رنگ کلمه، کلید مطابق با آن را در صفحهٔ کلید فشار دهند؛ مثلا کلمهٔ قرمز با رنگ دیگری، مانند سبز، نوشته می‌شود و شرکت‌کننده می‌بایست، به‌جای معنای کلمه، رنگ جوهر آن را تعیین کند.

پروتکل‌های آزمایشی

سه نوع پروتکل آزمایشی متشکل از تمرین تصویرسازی ذهنی، تمرین بدنی و تمرین ترکیبی در هشت جلسه ۴۰ دقیقه‌ای (دو جلسه در هفته به مدت چهار هفته) اجرا شد. شرکت‌کنندگان در هر سه نوع پروتکل، در هر جلسه ۶۰ کوشش و در مجموع هشت جلسه دوره آزمایشی ۴۸۰ کوشش را تمرین کردند. تکلیف حرکتی مورد استفاده در تمرینات، مهارت پرتاب آزاد بسکتبال بود. با توجه به تأثیر آگاهی ضمنی بر اجرا (گیلت، هویک، لوئیس و کالت[6] ۲۰۱۲)، در ابتدای هر جلسه، تأکیدات کلامی لازم در خصوص نحوه اجرای صحیح مهارت به شرکت‌کننده‌ها ارائه شد، اما در خلال جلسه‌های تمرین از ارائه هر

1. Klee & Garfinkel
2. Cornblatt, Risch, Faris, Friedman, & Erlenmeyer-Kimling
3. Berger, Slobodin, & Cassuto
4. Visual Analog Scale - Fatigue
5. Stroop Task
6 Guillot, Hoyek, Louis, & Collet

گونه بازخورد پرهیز شد. همچنین برای ایجاد درک بهتر، در جلسه اول دوره آزمایشی، اجرای فیلمبرداری شده یک بازیکن خبره بسکتبال از طریق نمایش‌گر برای الگوسازی اجرای موفق برای تمرین بدنی و ذهنی به شرکت‌کننده‌ها ارائه شد.

در پروتکل تمرین تصویرسازی ذهنی (۱۰۰ درصد تمرین تصویرسازی ذهنی)، شرکت‌کنندگان شش بلوک ۱۰ تایی مهارت پرتاب آزاد بسکتبال را تصویرسازی نمودند. پروتکل تصویرسازی براساس مدل عناصر کلیدی برنامه تمرین تصویرسازی[1](ITP) اجرا گردید. براساس این مدل، جلسه اول به معرفی تصویرسازی ذهنی، جلسه دوم به ارزیابی توانایی تصویرسازی ذهنی و جلسه سوم به فردی‌سازی دستورالعمل‌های تصویرسازی ذهنی اختصاص دارد. همچنین براساس این مدل، دستورالعمل‌های تصویرسازی باید شامل عناصر حسی چندگانه (بینایی، شنیداری، و حس حرکت)، محیطی (شرایط تمرینی مطابق با اجرای واقعی) و زمان‌بندی (زمان‌بندی اجرای ذهنی مطابق با اجرای واقعی) باشد (موریس، اسپیتل و وات[2]، ۲۰۰۵). در پژوهش حاضر، به منظور ارائه یک دستورالعمل تصویرسازی واحد برای تمامی شرکت‌کننده‌ها، مرحله فردی‌سازی پروتکل تصویرسازی مدنظر قرار نگرفت. همچنین، با توجه به اهمیت تصویرسازی بینایی درونی در تکالیف هدف‌گیری (دانا و گوزل‌زاده، ۲۰۱۷)، از تصویرسازی بینایی درونی و تصویرسازی حرکتی در تنظیم دستورالعمل‌های تصویرسازی استفاده شد. دستورالعمل تصویرسازی پس از جلسه مقدماتی و ارزیابی توانایی تصویرسازی ذهنی تنظیم شد و پس از اعمال بازنگری‌های لازم، به تأیید متخصصین ناظر رسید. دستورالعمل تصویرسازی به صورت فایل صوتی ضبط شده در ابتدای هر جلسه تمرین تصویرسازی ذهنی، بعد از تأکیدات کلامی برای تمامی شرکت‌کننده‌ها به صورت یکسان پخش شد. همچنین، فاصله زمانی بین تمامی ۱۰ اجرا در هر بلوک با استفاده از یک فایل صوتی ضبط شده که در آن از هر ۱۰ ثانیه اعلام کوشش‌ها با صدای"بیپ" پخش می‌شد، کنترل گردید. مدت زمان استراحت بین هر بلوک ۲۰۰ ثانیه (دو برابر زمان فعالیت) لحاظ گردید.

در پروتکل تمرین بدنی (۱۰۰ درصد تمرین بدنی) نیز مشابه با پروتکل تصویرسازی، شرکت‌کنندگان شش بلوک ۱۰ تایی مهارت پرتاب آزاد بسکتبال را تمرین کردند. در ابتدای هر جلسه تمرینی، از یک پروتکل استاندارد ۱۰ دقیقه شامل چرخش مفاصل، حرکات کششی ایستا و پویا و کار با توپ با شدت اختیاری برای گرم کردن استفاده شد و در آخر هر جلسه، از یک پروتکل استاندارد ۱۰ دقیقه شامل حرکات فعال برای کاهش ضربان قلب و حرکات کششی برای سرد کردن استفاده شد. در طول اجرای هر بلوک، ۱۰ توپ آماده در اختیار شرکت‌کننده قرار داشت و فاصله زمانی بین تمامی ۱۰ اجرا در هر بلوک، همانند پروتکل تصویرسازی، با استفاده از یک فایل صوتی ضبط شده که در آن از هر ۱۰ ثانیه اعلام کوشش‌ها با صدای"بیپ" پخش می‌شد، کنترل گردید. همچنین، مدت زمان استراحت بین هر بلوک ۲۰۰ ثانیه (دو برابر زمان فعالیت) لحاظ گردید.

در پروتکل تمرین ترکیبی (۵۰ درصد تمرین تصویرسازی + ۵۰ درصد تمرین بدنی)، شرکت‌کنندگان سه بلوک ۱۰ تایی تمرین تصویرسازی ذهنی براساس آنچه در پروتکل تصویرسازی تشریح گردید اجرا نمودند و در ادامه سه بلوک ۱۰ تایی تمرین بدنی مطابق با آنچه در پروتکل تمرین بدنی تشریح گردید اجرا کردند. فواصل زمانی اجرا و استراحت نیز با پروتکل تمرین بدنی و تصویرسازی یکسان بود.

رویه کلی اجرا

پژوهش حاضر در محدوده زمانی اردیبهشت تا تیر ماه ۱۳۹۸ در محل دانشگاه الزهرا در شهر تهران اجرا گردید. پس از تأیید پیشنهادیه و اخذ مجوز اجرای پژوهش از سوی گروه تخصصی تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی و کمیته ملّی اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی[3]ابتدا مکاتبات و همکاهنگی‌های لازم با دانشکده تربیت

1. Imagery-Training Program
2. Morris, Spittle, & Watt
3. Code: IR.SBU.REC.1398.005

بدنی دانشگاه الزهرا جهت استفاده از نیروی انسانی (دانشجویان تربیت بدنی) و امکانات این دانشکده انجام شد. پس از مشخص شدن نفرات بالقوه، به صورت انفرادی با افراد تعیین شده تماس حاصل شده و در صورت نداشتن آسیب‌دیدگی بدنی، توضیحات لازم در خصوص پژوهش شامل ماهیت و اهداف و ضرورت پژوهش، مدت زمان مورد نیاز و نحوه اجرا، محرمانه بودن اطلاعات گردآوری شده، اختیاری بودن مشارکت در پژوهش و تامین هزینه‌ها توسط پژوهشگر به آنان ارائه شد. افراد داوطلب طی زمان‌بندی ارائه شده در محل سالن بسکتبال حاضر شدند. در ابتدا، کلیه توضیحات لازم جهت آشنایی کامل با فرایند پژوهش به شرکت‌کننده‌ها ارائه گردیده و از آنان خواسته شد تا فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش و مشخصات فردی را تکمیل نمایند. سپس آموزش‌های لازم در خصوص نحوه انجام تصویرسازی ذهنی و تکمیل پرسشنامه‌ها ارائه گردید و برای اطمینان از این که شرکت‌کننده‌ها نحوه انجام تصویرسازی ذهنی را فراگرفته‌اند (اسپیتل[1] ۲۰۰۱)، از آنان خواسته شد تا طی سه کوشش مهارت پرتاب آزاد بسکتبال را با استفاده از تصویرسازی حرکتی تصویرسازی کرده و مقیاس‌های آنالوگ بینایی برای تصویرسازی حرکتی را تکمیل نمایند. در صورت انطباق اجراهای ذهنی با دستورالعمل‌های تصویرسازی حرکتی، در ادامه از آنها خواسته شد تا روی یک صندلی راحت نشسته و مطابق دستورالعمل ارائه شده پرسشنامه وضوح تصویرسازی حرکتی را تکمیل نمایند. با توجه به لزوم کنترل وضوح تصویرسازی ذهنی، ۲۴ نفر از افرادی که نمرات بالاتر از حد متوسط (۳۶ <) در پرسشنامه وضوح تصویرسازی حرکتی کسب نمودند برای گروه‌های تصویرسازی ذهنی و ۱۲ نفر برای گروه تمرین بدنی و در مجموع ۳۶ نفر به عنوان نمونه پژوهش انتخاب شده و در مرحله اصلی پژوهش شرکت داده شدند. با این حال، سه نفر از شرکت‌کننده‌ها به دلیل عدم حضور در آزمون یا جلسات تمرینی از پژوهش خارج شدند و مجموع شرکت‌کننده‌ها به ۳۳ نفر کاهش یافت. تمامی تمرینات و اندازه‌گیری‌ها در سالن استاندارد بسکتبال اجرا گردید. همچنین تمامی اندازه‌گیری‌ها با رویه‌ای یکسان و در جلسه‌های مجزا برای هر گروه اجرا شد.

روش پردازش داده‌ها

برای خلاصه‌سازی و توصیف مشخصات فردی و متغیرها از روش‌های آمار توصیفی شامل میانگین (*M*)، انحراف استاندارد (*SD*)، جدول و نمودار استفاده شد. در بررسی پیش‌فرض‌های آماری، برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو- ویلک[2]و برای بررسی تجانس واریانس داده‌ها بین گروه‌ها از آزمون لوین[3]استفاده شد. با توجه به برقراری مفروضه‌های آمار پارامتریک، از تحلیل واریانس عاملی[4]با طرح ۳ زمان (پیش‌آزمون/ پس‌آزمون/ یادداری) × ۳ نوع تمرین (ذهنی/ بدنی/ ترکیبی) برای تحلیل اثر متغیرهای مستقل استفاده شد. همچنین، پیش‌فرض کرویّت توزیع داده‌ها برای عامل درون‌گروهی در تحلیل واریانس با استفاده از آزمون کرویت ماچولی بررسی شد و در صورت نیاز برای تعدیل درجات آزادی، از اصلاحیه گرین‌هاووس- گیسر (اپسیلون ε) استفاده شد. برای انجام مقایسه‌های تعقیبی بین‌گروهی از تحلیل واریانس یک‌سویه[5] (Anova) و آزمون حداقل تفاوت معنادار فیشر[6](ای. اس. دی.) و برای مقایسه‌های درون‌گروهی از آزمون t جفت شده با اصلاحیه بونفرونی استفاده شد (۰/۰۱۶ = ۳ ÷ ۰/۰۵ = دفعات اندازه‌گیری ÷ سطح خطا = α اصلاح شده). در تحلیل‌ها، مقادیر مربع جزئی اتا (η_p^2) به عنوان شاخصی از اندازه اثر گزارش محاسبه و گزارش گردید. مطابق با پیشنهاد کوهن[7](۱۹۸۸، ص ۲۸۵)، مقادیر ۰/۰۱ تا ۰/۰۵۹ به عنوان اندازه اثر کوچک، مقادیر ۰/۰۶ تا ۰/۱۴ به عنوان اندازه اثر متوسط و مقادیر بزرگتر از ۰/۱۴ به عنوان اندازه اثر بزرگ در نظر گرفته شدند. تمامی تحلیل‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با استفاده از بسته آماری برای علوم اجتماعی (اس.پی.اس.اس.) نسخه ۲۲ انجام گردید.

1. Spittle
2. Shapiro-Wilk
3. Levene's Test
4. Factorial Analysis of Variance
5. One-Way Analysis of Variance
6. Fisher's Least Significant Difference
7. Cohen

یافته‌ها

ویژگی‌های فردی

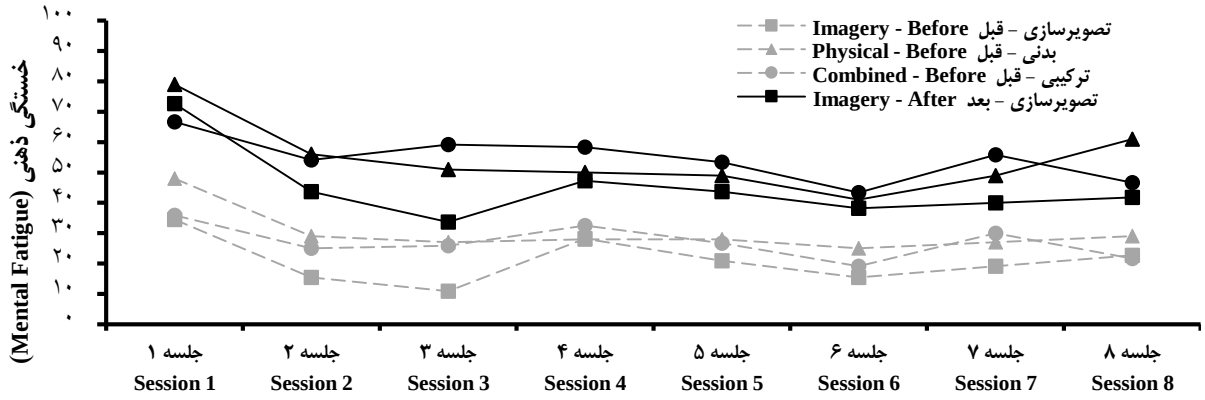
شرکت‌کننده‌های پژوهش به طور میانگین دارای سن ۲۰/۱۲ سال (SD = ۱/۴۵)، قد ۱۶۶/۲۴ سانتی‌متر (SD = ۵/۲۵)، وزن ۶۰/۳۶ کیلوگرم (SD = ۱۰/۹۳) و شاخص توده بدن ۲۱/۷۴ کیلوگرم بر متر مربع (SD = ۳/۱۴) بودند. تحلیل واریانس یک سویه نشان داد که بین سن (p = ۰/۸۰۵, F(۲, ۳۰) = ۰/۲۱۹)، قد (p = ۰/۱۶۰, F(۲, ۳۰) = ۱/۹۵۳)، وزن (p = ۰/۰۹۶, F(۲, ۳۰) = ۲/۵۳۱) و شاخص توده بدن (p = ۰/۱۵۴, F(۲, ۳۰) = ۱/۹۹۴) سه گروه تجربی تفاوت معنادار وجود ندارد.

خستگی ذهنی

به طور کلی در مجموع هشت جلسه، سطوح خستگی ذهنی قبل از تکلیف استروپ به طور میانگین در گروه تمرین تصویرسازی ۲۰/۹۰ (SD = ۸/۳۸)، تمرین بدنی ۳۰/۱۲ (SD = ۱۳/۰۸) و تمرین ترکیبی ۲۷/۰۸ (SD = ۷/۸۷) بود که بعد از انجام تکلیف استروپ در گروه تمرین تصویرسازی به ۴۵/۱۱ (SD = ۹/۱۹)، در گروه تمرین بدنی به ۵۴/۵۰ (SD = ۱۱/۳۲) و در گروه تمرین ترکیبی به ۵۴/۶۸ (SD = ۱۲/۶۳) رسید. میانگین سطوح خستگی ذهنی گروه‌ها قبل و بعد از تکلیف استروپ در هشت جلسه تمرینی در شکل ۱ نشان داده شده است. در ادامه اثر تکلیف استروپ و نوع گروه بر سطوح خستگی با استفاده از تحلیل واریانس ۲ (زمان: قبل و بعد از تکلیف استروپ) × ۳ (گروه: تصویرسازی/ بدنی/ ترکیبی) مورد بررسی قرار گرفت تا مشخص گردد که تکلیف استروپ در جلسات تمرینی قادر به افزایش معنادار سطوح خستگی ذهنی بوده است و بین سطوح خستگی ذهنی گروه‌های تجربی تفاوتی وجود نداشته است. نتایج نشان داد که در تمامی جلسات تمرینی اثر اصلی تکلیف استروپ بر سطوح خستگی از لحاظ آماری معنادار است (p < ۰/۰۰۱)، بدین معنا که سطوح خستگی گروه‌ها در اثر تکلیف استروپ افزایش معنادار داشته است. مقادیر مربع جزئی اتا (اندازه‌های اثر) در تمامی موارد بالاتر از ۰/۷ قرار داشت که نشان می‌دهد تکلیف استروپ اندازه اثر قوی بر سطوح خستگی ذهنی داشته و بیش از ۷۰ درصد تغییرات خستگی ذهنی را تبیین کرده است. با این حال به جز جلسه سوم (F(۲, ۳۰) = ۴/۴۳, p ≤ ۰/۰۵, η_p^2 = ۰/۲۲۸)، در تمامی جلسات تمرینی اثر اصلی گروه و اثر تعاملی تکلیف استروپ و نوع گروه بر سطوح خستگی از لحاظ آماری معنادار نبود (p > ۰/۰۵)، که بیانگر عدم تفاوت سطوح خستگی ذهنی بین سه گروه تجربی می‌باشد.

تلاش شناختی

میانگین و انحراف معیار شاخص‌های تلاش شناختی براساس آزمون عملکرد مداوم به تفکیک گروه و مقطع اندازه‌گیری در جدول ۱ آمده است. همچنین، نتایج تحلیل واریانس عاملی ۳ زمان × ۳ گروه جهت تحلیل اثر مداخلات بر شاخص‌های تلاش شناختی در جدول ۲ ارائه شده است. تحلیل اثر مداخلات بر تلاش شناختی با استفاده از دو شاخص پاسخ صحیح و زمان پاسخ در آزمون عملکرد مداوم انجام شد. دلیل حذف دو شاخص خطای ارائه پاسخ و پاسخ حذف، وجود همبستگی کامل این دو شاخص با شاخص پاسخ صحیح بود؛ بدین معنا که نتایج بدست آمده برای شاخص پاسخ صحیح به طور کامل با نتایج دو شاخص خطای ارائه پاسخ و پاسخ حذف همسان است. با توجه به مقیاس اندازه‌گیری شاخص پاسخ صحیح، ابتدا نمرات استاندارد شده Z محاسبه و مبنای تحلیل‌ها قرار گرفت. نتایج تحلیل واریانس نشان داد که اثر اصلی زمان بر پاسخ صحیح (η_p^2 = ۰/۰۰۰۲, p = ۰/۹۹۴, F(۲, ۶۰) = ۰/۰۰۶) و زمان پاسخ (η_p^2 = ۰/۰۶۷, p = ۰/۱۲۴, F(۲, ۶۰) = ۱/۴۱۶) از لحاظ آماری معنادار نیست. همچنین، اثر اصلی گروه بر پاسخ صحیح (η_p^2 = ۰/۰۳۴, p = ۰/۵۹۵, F(۲, ۶۰) = ۱/۴۱۶) و زمان پاسخ (η_p^2 = ۰/۰۰۶, p = ۰/۹۱۳, F(۲, ۶۰) = ۰/۰۹۱) نیز از لحاظ آماری معنادار نبود. به طور مشابه، اثر تعاملی زمان و گروه بر پاسخ صحیح (η_p^2 = ۰/۰۸۶, p = ۰/۲۴۰, F(۴, ۶۰) = ۱/۴۱۶) و زمان پاسخ (η_p^2 = ۰/۰۶۷, p = ۰/۳۷۶, F(۴, ۶۰) = ۱/۰۷۷) از لحاظ آماری معنادار نبود. براساس نتایج، نه تنها تمرین تصویرسازی ذهنی، بدنی و ترکیبی در شرایط خستگی ذهنی بر تلاش شناختی در نوآموزا بسکتبال تأثیر نداشته، بلکه تأثیر این تمرینات نیز متفاوت نیست.



شکل ۱- میانگین خستگی ذهنی گروه‌ها قبل و بعد از تکلیف استروپ در طول دوره آزمایشی

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار شاخص‌های تلاش شناختی به تفکیک گروه و مقطع اندازه‌گیری

متغیرها	گروه‌ها	مقطع سنجش		
Variables	Groups	پیش‌آزمون (Pre-Test)	پس‌آزمون (Post-Test)	آزمون پیگیری (Follow-Up Test)
خطای ارائه پاسخ (فراوانی)	تصویرسازی	1.00 (0.77)	0.36 (0.67)	0.72 (0.90)
	بدنی	0.40 (0.69)	0.90 (0.73)	0.60 (0.69)
	ترکیبی	0.83 (0.93)	0.75 (0.62)	1.00 (1.47)
پاسخ حذف (فراوانی)	تصویرسازی	0.27 (0.46)	0.27 (0.64)	0.54 (1.21)
	بدنی	0.10 (0.31)	1.00 (1.56)	1.00 (1.24)
	ترکیبی	0.41 (0.51)	0.83 (1.28)	0.66 (0.88)
پاسخ صحیح (فراوانی)	تصویرسازی	148.72 (1.19)	149.36 (1.02)	148.72 (1.42)
	بدنی	149.50 (0.97)	148.10 (2.02)	148.40 (1.17)
	ترکیبی	148.75 (1.13)	148.41 (2.46)	148.25 (1.65)
زمان پاسخ (میلی‌ثانیه)	تصویرسازی	438.54 (20.79)	435.72 (34.24)	462.54 (33.57)
	بدنی	435.50 (44.98)	434.00 (47.92)	451.90 (42.33)
	ترکیبی	433.08 (37.12)	449.75 (62.85)	439.75 (26.50)

توجه: مقادیر به صورت M (*SD*) گزارش شده است.

جدول ۲- نتایج تحلیل واریانس عاملی جهت تحلیل اثر مداخلات بر شاخص‌های تلاش شناختی

متغیر وابسته	منبع اثر	آماره‌ها					
	Source	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*p*	η_p^2
پاسخ صحیح	زمان	0.011	2	0.005	0.006	0.994	0.0002
	گروه	1.339	2	0.669	0.529	0.595	0.034
	زمان × گروه	4.889	4	1.222	1.416	0.240	0.086
	خطا	119.941	60	1.999	–	–	–
زمان پاسخ	زمان	4343.005	2	2171.502	2.162	0.124	0.067
	گروه	536.006	2	268.003	0.091	0.913	0.006
	زمان × گروه	4327.117	4	1081.779	1.077	0.376	0.067
	خطا	60264.80	60	1004.413	–	–	–

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی پژوهش حاضر مقایسه تأثیر تمرین تصویرسازی، بدنی و ترکیبی در شرایط خستگی ذهنی بر تلاش شناختی نوآموزان بسکتبال بود. به این منظور، خستگی ذهنی با انجام ۶۰ دقیقه تکلیف استروپ پیش از انجام تمرینات در هر جلسه اعمال گردید و در مجموع هشت جلسه، سطوح خستگی ذهنی در گروه تمرین تصویرسازی از نمره ۲۰/۹۰ به ۴۵/۱۱، در گروه تمرین بدنی از ۳۰/۱۲ به ۵۴/۵۰ و در گروه تمرین ترکیبی از ۲۷/۰۸ به ۵۴/۶۸ افزایش یافت؛ طوری که میزان تغییرات به طور مشابه در سه گروه به ترتیب ۲۴/۲۰، ۲۴/۳۷ و ۲۷/۶۰ درصد بود. انجام تکلیف استروپ در بیشترین حالت به تغییر ۳۸/۱۸ درصدی (جلسه اول در گروه تصویرسازی) و در کمترین حالت به تغییر ۱۶/۰۰ درصدی (جلسه ششم در گروه تمرین بدنی) در خستگی ذهنی شرکت‌کننده‌ها منجر شد. با توجه به سطوح خستگی، می‌توان عنوان نمود که شرایط خستگی ذهنی در پژوهش حاضر در حد متوسط قرار داشته است. انجام تمرینات تصویرسازی، بدنی و ترکیبی در شرایط خستگی ذهنی فوق‌الذکر به تغییرات معناداری در تلاش شناختی در آزمون عملکرد مدوام منجر نگردید. یافته‌ها نشان داد که اثر اصلی و تعاملی زمان و گروه بر شاخص‌های تلاش شناختی (پاسخ صحیح و زمان پاسخ) از لحاظ آماری معنادار نیست. به عبارت دیگر، تمرین تصویرسازی ذهنی، بدنی و ترکیبی در شرایط خستگی ذهنی متوسط، به طور مشابه با یکدیگر، تأثیر معناداری بر تلاش شناختی نوآموزان بسکتبال نداشتند.

پژوهش حاضر بر این فرض پایه‌ریزی گردید که افزایش بارشناختی ناشی از سطوح متوسط خستگی ذهنی در طول دوره تمرینی، با افزایش تلاش شناختی، کارایی فرایندهای شناختی درگیر در یادگیری حرکتی را افزایش می‌دهد. این فرض براساس اصل انعطاف‌پذیری عصبی طرح گردید که پیشنهاد می‌کند، قرارگیری سیستم عصبی در معرض افزایش بار شناختی، باعث ایجاد سازگاری‌های عصبی ساختاری و عملکردی در مغز شده و متعاقباً به افزایش کارایی فرایندهای شناختی منجر می‌شود (تروژان، ۱۹۹۹؛ رافینو و همکاران، ۲۰۱۷). با این وجود، یافته‌های پژوهش حاضر در خصوص تلاش شناختی از فرضیه حمایت نکرد. عدم بهبود تلاش شناختی در آزمون عملکرد مداوم از سه رویکرد مختلف قابل بحث و تبیین است. براساس رویکرد اول، دوره آزمایشی از ویژگی‌های لازم برای تأثیر روی تلاش شناختی برخوردار نبوده است (نقش شرایط آزمایشی/ متغیرهای تمرین). ممکن است عواملی نظیر مدت دوره تمرین، نوع، شدت و تناوب تمرین و نیز شدت خستگی ذهنی اعمال شده در عدم تغییرپذیری تلاش شناختی در آزمون عملکرد مداوم نقش داشته باشند و روشن شدن نقش هر یک از این عوامل، نیازمند بررسی نقش این عوامل در مطالعات آتی است. در رویکرد دوم، فرض بر این است که تمرین در شرایط خستگی ذهنی قادر به افزایش تلاش شناختی بوده است، اما عوامل مداخله‌گر خارج از کنترل پژوهشگر، تغییرات تلاش شناختی ایجاد شده را تعدیل کرده است (نقش عوامل فردی). براساس رویکرد سوم، چنین فرض می‌شود که تمرین در شرایط خستگی ذهنی قادر به افزایش تلاش شناختی بوده و هیچ عامل مداخله‌گری، تغییرات تلاش شناختی ایجاد شده را تعدیل نکرده است، بلکه روش یا ابزار اندازه‌گیری مورد استفاده در پژوهش حاضر، قادر به تشخیص و سنجش تغییرات تلاش شناختی نبوده است. در ادامه به بحث در خصوص رویکردهای دوم و سوم و عوامل دخیل در آنها پرداخته می‌شود.

براساس نظریه کنترل جبرانی هاکی (۱۹۹۷)، میزان تخصیص تلاش شناختی منشأ انگیزشی داشته و تابعی از تفاوت‌های فردی در ارزش ادراک شده اهداف عملکردی، پاسخ به چالش، ظرفیت کار مداوم و تحمل حالت بیزاری در شرایط پرفشار است و برای فعالیت‌هایی که از نظر برونداد، حیاتی‌تر یا غیرقابل پیش‌بینی هستند، افزایش می‌یابد (مانند، افزایش سرعت اجرا برای پوشش محدودیت‌های زمانی). براساس فرمول‌بندی انگیزشی کانفر[1](۱۹۸۷)، میزان تلاشی که یک فرد برای یک تکلیف یا فعالیت اختصاص می‌دهد، نتیجه سه کارکرد اجرا- مطلوبیت، تلاش- مطلوبیت و تلاش- اجرا می‌باشد. کارکردهای تلاش- اجرا و تلاش- مطلوبیت، به ترتیب رابطه میزان تلاش لازم برای سطوح مختلف اجرا و مطلوبیت پاداش را توصیف می‌کند. در نتیجه براساس این نظریه، بی‌انگیزگی برای تلاش شناختی ممکن است به دلیل دشواری تکلیف یا عدم وجود پاداش کافی برای اجرا رخ دهد (کانفر، ۱۹۸۷؛ نورمن و بابرو[2] ۱۹۷۵). اعتقاد بر این است که تصمیم برای تخصیص تلاش در تکلیف، در نتیجه محاسبه بین سطوح دلخواه تلاش برای فرد؛ رابطه بین سطوح تلاش و اجرای حاصله؛ و تنبیه/

1. Kanfer

2. Norman & Bobrow

پاداش برای سطوح مختلف اجرا شکل می‌گیرد (آکرمن، تاتل و لینگارد[1]، ۲۰۲۰). اگرچه افراد در شرایط برابر، تمایل به انتخاب تکالیف با بار شناختی کمتر دارند (کول، مک‌گوری، روزن و باتوینیک[2]، ۲۰۱۰)، اما وستبروک و براور[3] (۲۰۱۵) در پارادایم تخفیف تلاش شناختی[4] (COGED) نشان دادند که ارزش ذهنی افراد، تعیین‌کننده مهمی برای صرف تلاش شناختی در انجام تکالیف دشوار است و افراد در صورت داشتن شانس دریافت ارزش مورد نظر، حاضر به صرف تلاش شناختی لازم می‌باشند. با این حال براساس مدل ظرفیت، منابع شناختی دردسترس برای صرف تلاش محدود است (کانمن، ۱۹۷۳) و صرف منابع شناختی ذخیره برای بهبود اجرا نیز موجب افزایش هزینه آن برای ارگانیسم می‌شود که در صورت عدم وجود انگیزه کافی، افراد مایل به صرف آن نیستند (هاکی، ۱۹۹۷). علاوه براین، عدم‌مطلوبیت تکلیف برای شرکت‌کننده، نقش معناداری در تخصیص تلاش شناختی در تکالیف آزمایشی دارد و می‌تواند با جنبه‌های انگیزشی، ویژگی‌های شخصیتی و علایق فرد در ارتباط باشد. براساس نظریه‌های انگیزش موفقیت، افرادی که از نظر نیاز به پیشرفت در سطح بالایی قرار دارند، تکالیفی را ترجیح می‌دهند که سطح دشواری متوسط و در نتیجه، احتمال زیادی برای اجرای موفق داشته باشند. استدلال چارچوب انگیزش موفقیت این است که نتیجه کارکرد تلاش- مطلوبیت، تابعی به شکل U معکوس است. بدین معنا که تکالیف نیازمند تلاش کم — که منجر به بی‌حوصله‌گی[5] شرکت‌کننده می‌شوند - و تکالیف نیازمند تلاش زیاد — که منجر به ایجاد خستگی مفرط می‌شوند - نسبت به تکالیف نیازمند تلاش متوسط از درجه مطلوبیت کمتری برخوردار هستند (آکرمن و همکاران، ۲۰۲۰). شواهد نشان می‌دهد که بین تلاش شناختی و عدم مطلوبیت ذهنی رابطه سهمی وجود دارد، به گونه‌ای که با افزایش تلاش از صفر به صد درصد ظرفیت، عدم مطلوبیت ذهنی نیز افزایش می‌یابد و این امر ممکن است به عدم تمایل شرکت‌کننده به حفظ یا بهبود عملکرد در آزمون منتهی شود (هارتمن، هاگر، توبلر و کیسر[6]، ۲۰۱۳). تمامی موارد فوق‌الذکر پتاسیل اثرگذاری بر یافته‌های پژوهش حاضر را داشته و کنترل دقیق آن، خارج توان پژوهشگر بوده است که می‌بایست در مطالعات آتی مد نظر قرار گیرند.

براساس رویکرد سوم، عدم تغییر تلاش شناختی ممکن است به دلیل ویژگی‌های آزمون رخ داده باشد. در پژوهش حاضر، آزمون عملکرد مداوم مبتنی بر رایانه برای سنجش تلاش شناختی استفاده شد. این آزمون ۱۵۰ محرک ارائه می‌دهد که شرکت‌کننده‌های پژوهش حاضر در مقطع پیش‌آزمون، به طور متوسط به بیش از ۱۴۸ مورد از محرک‌ها در زمان ۴۳۵ میلی‌ثانیه پاسخ صحیح دادند. بر این اساس، میزان موفقیت شرکت‌کننده‌ها در پیش‌آزمون از نظر تعداد پاسخ صحیح ۹۸/۶۶ درصد بود. در واقع، پختگی شرکت‌کننده‌ها در آزمون عملکرد مداوم ممکن است به عدم دقت آزمون در سنجش تغییرات تلاش شناختی منجر شده باشد. به بیان دیگر، ممکن است که حساسیت آزمون عملکرد مداوم برای نمونه مورد مطالعه در پژوهش حاضر کافی نبوده باشد. این نقص می‌تواند به وسیله افزایش سطح دشواری محرک‌ها و یا افزایش تعداد محرک‌های ارائه شده در آزمون در مطالعات آتی بر طرف گردد. از سوی دیگر، با فرض محدود بودن تعداد محرک‌های ارائه شده در آزمون عملکرد مداوم، انتظار می‌رفت تا در صورت اثربخشی تمرین در شرایط خستگی ذهنی بر افزایش تلاش شناختی، دست‌کم زمان پاسخ در آزمون عملکرد مداوم کاهش یابد که با در نظر گرفتن این مورد، به نظر می‌رسد دوره هشت جلسه‌ای تمرین در شرایط خستگی ذهنی متوسط قادر به بهبود عملکرد زمانی در آزمون عملکرد مداوم نبوده است. این مشاهدات دور از انتظار نیست چرا که فرایندهای شناختی درگیر در تمرینات ذهنی و بدنی، به گونه‌ای نبودند که محدودیت‌های زمانی پرفشاری بر شرکت-کننده‌ها تحمیل کرده باشد تا از طریق آن، سرعت پردازش اطلاعات تحت تأثیر قرار گیرد. همچنین در طول تمرینات، تنها محرک ارائه شده به شرکت‌کننده‌ها، پخش صدای "بیپ" از هر ۱۰ ثانیه برای اعلام شروع کوشش‌ها بود، در نتیجه، انتظار نمی‌رود تا حساسیت شرکت-کننده‌ها به محرک‌های بینایی ارائه شده در آزمون عملکرد مداوم و در نتیجه زمان واکنش بینایی در این آزمون تحت تأثیر قرار گرفته باشد. براساس مطالعه لیو و همکاران[7] (۲۰۲۱) عوامل اصلی تأثیرگذار بر زمان واکنش بینایی در یک آزمون رایانه‌محور شامل بکارگیری دست برتر، نوع رنگ، احتمال وقوع محرک و حالت چیدمان می‌باشند،

1. Ackerman, Tatel, & Lyndgaard
2. Kool, McGuire, Rosen, & Botvinick
3. Westbrook and Braver
4. The Cognitive Effort Discounting (COGED) Paradigm
5. Boredom
6. Hartmann, Hager, Tobler, & Kaiser
7. Liu et al.

که تمامی این عوامل برای تمامی شرکت‌کننده‌ها در پژوهش حاضر ثابت بوده است.

رشته بسکتبال همانند بسیاری از ورزش‌های دیگر بار شناختی بسیاری را بر بازیکنان تحمیل می‌کند. یک بازیکن بسکتبال طی یک بازی رسمی، به طور مداوم در حال پایش محیط برای مکان‌یابی توپ و بازیکنان خودی و حریف بوده و می‌بایست در کسری از ثانیه به این تغییرات محیطی پاسخ دهد. در این فرایند بسیاری از کارکردهای شناختی از جمله، توجه، بازداری پاسخ[1] حافظه کاری[2] و تغییر آمایه[3] در سطح بالایی مورد نیاز است. با استمرار بازی و درگیری شناختی بازیکن، خستگی ذهنی ایجاد شده و همان طور که نظریه ظرفیت توجه کانمن (۱۹۷۳) و نظریه کنترل جبرانی هاکی (۱۹۹۷) عنوان می‌کنند، حفظ عملکرد در شرایط خستگی ذهنی نیاز به تلاشی شناختی فراتری خواهد داشت. از این رو به نظر می‌رسد که دستکاری شرایط یادگیری و تمرین به منظور ایجاد شرایط مشابه با شرایط رقابتی برای آماده‌سازی بازیکنان جهت رویارویی با سطوح بالای نیاز شناختی پر اهمیت باشد. در پژوهش حاضر فرض گردید که تمرین در شرایط خستگی ذهنی متوسط به عنوان عامل زمینه‌ای تحریک‌کننده، ممکن است تلاش شناختی نوآموزان رشته بسکتبال را تحت تأثیر قرار دهد، با این حال، یافته‌های پژوهش از این فرضیه حمایت نکرد.

مشابه هر پژوهش نظامندی، در اجرای مطالعه حاضر محدودیت-های وجود داشت. در پژوهش حاضر از یک طرح نیمه‌تجربی برای دستیابی به هدف پژوهش استفاده شد که در آن فرایند تصادفی بودن انتخاب و انتساب نمونه‌ها در گروه‌ها به طور کامل عملی نبود. این امر استنتاج یک رابطه علّی–معلولی بین مداخه و پیامدهای مشاهده شده را محدود می‌سازد. از این رو توصیه می‌گردد تا در مطالعات آتی از کارآزمایی‌های بالینی تصادفی شده برای بررسی موضوع پژوهش استفاده شود. همچنین، مقطع زمانی اجرای پژوهش اردیبهشت تا تیر ماه ۱۳۹۸ بود که در این مقطع، دانشجویان شرکت‌کننده به دلیل آمادگی برای امتحانات آخر ترم، مجبور به مطالعات درسی بودند. در نتیجه شرایط روانشناختی ناشی از امتحانات، به ویژه از نظر خستگی ذهنی، ممکن است در یافته‌های پژوهش حاضر اثرگذار بوده باشد. با این حال، سعی گردید تا سطوح خستگی به طور کامل در طول جلسات مورد پایش قرار گرفته و در گزارش پژوهش انعکاس داده شود. علاوه براین، محدود بودن تعداد شرکت‌کنندگان در پژوهش حاضر امکان در نظر گرفتن گروه‌های بیشتر برای ایجاد شرایط آزمایشی انجام تمرینات تصویرسازی، بدنی و ترکیبی در شرایط بدون خستگی را فراهم نکرد. از این رو، پیشنهاد می‌شود تا در مطالعات آتی، اثربخشی تمرینات تصویرسازی و بدنی در سطوح خستگی ذهنی و بدون خستگی مورد مقایسه قرار گیرد. از سوی دیگر، سطح خستگی ذهنی ایجاد شده (خستگی ذهنی اولیه + خستگی ذهنی اعمال شده) در پژوهش حاضر براساس درجه‌بندی شرکت‌کنندگان، محدود به سطوح متوسط خستگی ذهنی بود، در نتیجه، برای شناسایی مزایای احتمالی تمرین در شرایط خستگی ذهنی از نظر بهبود کارایی فرایندهای شناختی، سطوح مختلف خستگی ذهنی (با دُز کم تا زیاد) نیازمند بررسی‌های بیشتر در مطالعات آتی می‌باشد. علاوه براین، ضرورت دارد تا در مطالعات آتی، نقش واسطه‌ای تفاوت‌های فردی در ظرفیت‌های شناختی نظیر ظرفیت حافظه کاری، توانایی تصویرسازی و ... در تأثیر تمرین در شرایط خستگی ذهنی بر تلاش شناختی مد نظر قرار گیرد. در نهایت، استفاده از نشانگرهای عصبی–فیزیولوژیکی تلاش شناختی برای بررسی نقش خستگی ذهنی در افزایش/ کاهش تلاش شناختی در حین تمرینات مورد نیاز است.

به طور کلی براساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که یک دوره هشت جلسه‌ای تمرین بدنی، تصویرسازی ذهنی و ترکیب تمرینات بدنی و تصویرسازی در شرایط خستگی ذهنی بر بهبود شاخص‌های دقت و زمان تلاش شناختی نوآموزان بسکتبال براساس آزمون عملکرد مداوم، اثرگذار نیست. اطلاع از این شواهد، به ورزشکاران، مربیان و روان‌شناسان ورزشی در درک پویایی سازگاری-های عملکردی فرایندهای شناختی در شرایط خستگی ذهنی و بهینه-سازی شرایط برای انجام تمرینات بدنی و ذهنی کمک شایانی خواهد نمود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان از تمام کسانی که در انجام پژوهش مشارکت نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

1. Response Inhibition
2. Working Memory
3. Set-Shifting

References

1. Ackerman, P. L. (2011). Cognitive fatigue: Multidisciplinary perspectives on current research and future applications. Washington DC: American Psychological Association.
2. Ackerman, P. L., Tatel, C. E., & Lyndgaard, S. F. (2020). Subjective (dis)utility of effort: Mentally and physically demanding tasks. Cognitive Research: Principles and Implications, 5(1), 26. https://doi.org/10.1186/s41235-020-00226-5
3. Arghami, S., Ghoreishi, A., Kamali, K., & Farhadi, M. (2013). Investigating the consistency of mental fatigue measurements by visual analog scale (VAS) and Flicker fusion apparatus. Iranian Journal of Ergonomics, 1(1), 66-72. In Persian
4. Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs technical performance in small-sided soccer games. International Journal of Sports Physiology and Performance, 11(8), 1100-1105. https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0710
5. Berger, I., Slobodin, O., Cassuto, H. (2017). Usefulness and validity of continuous performance tests in the diagnosis of attention-deficit hyperactivity disorder children. Archives of Clinical Neuropsychology, 32(1), 81–93. https://doi.org/10.1093/arclin/acw101
6. Boksem, M. A. S., & Tops, M. (2008). Mental fatigue: Costs and benefits. Brain Research Reviews, 59(1), 125–139. https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2008.07.001
7. Boksem, M. A. S., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2005). Effects of mental fatigue on attention: An ERP study. Cognitive Brain Research, 25(1), 107–116. https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.04.011
8. Boksem, M. A. S., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. Biological Psychology, 72, 123-132. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.007
9. Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd Ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
10. Cornblatt, B. A., Risch, N. J., Faris, G., Friedman, D., Erlenmeyer-Kimling, L. (1988). The Continuous Performance Test, identical pairs version (CPT-IP): I. New findings about sustained attention in normal families. Psychiatry Research, 26(2), 223-238. https://doi.org/10.1016/0165-1781(88)90076-5
11. Coutinho, D., Gonçalves, B., Wong, D. P., Travassos, B., Coutts, A. J., & Sampaio, J. (2018). Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. Human Movement Science, 58, 287-296. https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.03.004
12. Dana, A., & Gozalzadeh, E. (2017). Internal and external imagery effects on tennis skills among novices. Perceptual and Motor Skills, 124(5), 1022–1043. https://doi.org/10.1177/0031512517719611
13. Duncan, M. J., Fowler, N., George, O., Joyce, S., & Hankey, J. (2015). Mental fatigue negatively influences manual dexterity and anticipation timing but not repeated high-intensity exercise performance in trained adults. Research in Sports Medicine, 23(1), 1–13. https://doi.org/10.1080/15438627.2014.975811
14. Filipas, L., Gallo, G., Pollastri, L., & La Torre, A. (2019). Mental fatigue impairs time trial performance in sub-elite under 23 cyclists. PloS One, 14(6), e0218405. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218405
15. Gantois, P., Caputo Ferreira, M. E., Lima-Junior, D., Nakamura, F. Y., Batista, G. R., Fonseca, F. S., & Fortes, L. S. (2020). Effects of mental fatigue on passing decision-making performance in professional soccer athletes. European Journal of Sport Science, 20(4), 534–543. https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1656781
16. Gattoni, C. (2019). Mental fatigue and sleep deprivation: Effects, mechanisms and countermeasures in endurance exercise performance [Doctoral dissertation]. University of Kent, Kent, United Kingdom.
17. Ghadiri, F., Jazayeri, A., Ashayeri, H., Ghazi-Tabatabaei, M. (2007). The role of cognitive rehabilitation in reduction of executive function deficits and obsessive-compulsive symptoms in schizo-obsessive patients. Journal of Rehabilitation, 7(4), 11-24. In Persian
18. Guillot, A., Hoyek, N., Louis, M., & Collet, C. (2012). Understanding the timing of motor imagery: Recent findings and future directions. International Review of Sport and Exercise Psychology, 5, 3-22. https://doi.org/10.1080/1750984X.2011.623787
19. Hachard, B., Noé, F., Ceyte, H., Trajin, B., & Paillard, T. (2020). Balance control is impaired by mental fatigue due to the fulfilment of a continuous cognitive task or by the watching of a documentary. Experimental Brain Research, 238(4), 861–868. https://doi.org/10.1007/s00221-020-05758-2
20. Hancock, P. A., Desmond, P. A., & Matthews, G. (2017). Conceptualizing and defining fatigue. In Matthews, G., Hancock, P. A., Desmond, P. A. (Eds.), The handbook of operator fatigue (pp. 63–73). London: CRC Press.
21. Hartmann, M. N., Hager, O. M., Tobler, P. N., & Kaiser, S. (2013). Parabolic discounting of monetary rewards by physical effort. Behavioural Processes, 100, 192–196. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2013.09.014
22. Hockey, G. R. J. (1997). Compensatory control in the regulation of human performance under stress

and high workload: A cognitive-energetical framework. Biological Psychology, 45(1-3), 73-93. https://doi.org/10.1016/S0301-0511(96)05223-4
23. Holtzer, R., Shuman, M., Mahoney, J. R., Lipton, R., & Verghese, J. (2011). Cognitive fatigue defined in the context of attention networks. Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition, 18(1), 108–128. https://doi.org/10.1080/13825585.2010.517826
24. Izadi, A., Tahmasebi Boroujeni, S., doosti, M. (2020). Effect of central and peripheral fatigue on throwing accuracy and velocity in handball. Sport Psychology Studies, 9(31), 177-188. In Persian https://doi.org/10.22089/spsyj.2019.7545.1810
25. Kahneman, D. (1973). Attention and effort. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
26. Kanfer, R. (1987). Task-specific motivation: An integrative approach to issues of measurement, mechanisms, processes, and determinants. Journal of Social and Clinical Psychology, 5, 251-278.
27. Klee, S. H., & Garfinkel, B. D. (1983). The computerized continuous performance task: A new measure of inattention. Journal of Abnormal Child Psychology, 11(4), 487–495.
28. Kool, W., McGuire, J. T., Rosen, Z. B., & Botvinick, M. M. (2010). Decision making and the avoidance of cognitive demand. Journal of Experimental Psychology. General, 139(4), 665–682. https://doi.org/10.1037/a0020198
29. Kosack, M. H., Staiano, W., Folino, R., Hansen, M. B., & Lønbro, S. (2020). The acute effect of mental fatigue on badminton performance in elite players. International Journal of Sports Physiology and Performance, 15(5), 632–638. https://doi.org/10.1123/ijspp.2019-0361
30. Kunrath, C. A., Nakamura, F. Y., Roca, A., Tessitore, A., & Teoldo Da Costa, I. (2020). How does mental fatigue affect soccer performance during small-sided games? A cognitive, tactical and physical approach. Journal of Sports Sciences, 38(15), 1818–1828. https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1756681
31. Langner, R., Steinborn, M. B., Chatterjee, A., Sturm, W., & Willmes, K. (2010). Mental fatigue and temporal preparation in simple reaction-time performance. Acta Psychologica, 133(1), 64–72.
32. Le Mansec, Y., Pageaux, B., Nordez, A., Dorel, S., & Jubeau, M. (2018). Mental fatigue alters the speed and the accuracy of the ball in table tennis. Journal of Sports Science, 36(23), 2751-2759. https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1418647
33. Lee, T. D., Swinnen, S. P., & Serrien, D. J. (1994). Cognitive effort and motor learning. Quest, 46(3), 328-344.
34. Lim, J., & Dinges, D. F. (2010). A meta-analysis of the impact of short-term sleep deprivation on cognitive variables. Psychological Bulletin, 136(3), 375–389.
35. Liu, M., Lu, J., Gu, Y., Gao, C., & Lv, W. (2021). Research and analysis on the influence factors of visual reaction time. In H. Ayaz, & U. Asgher (Eds.), Advances in neuroergonomics and cognitive engineering. AHFE 2020. Advances in intelligent systems and computing (Vol. 1201, pp. 141-146). Champaign, IL: Springer.
36. Lorist, M. M., Boksem, M. A. S., & Ridderinkhof, K. R. (2005). Impaired cognitive control and reduced cingulate activity during mental fatigue. Brain Research. Cognitive Brain Research, 24(2), 199–205.
37. Marcora, S. (2009). Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. Journal of Applied Physiology, 106(6), 2060–2062.
38. Marcora, S. M. (2014). The effects of mental fatigue on repeated sprint ability and cognitive performance in football players. UEFA research grant programme.
39. Martin, K., Thompson, K. G., Keegan, R., Ball, N., & Rattray, B. (2015). Mental fatigue does not affect maximal anaerobic exercise performance. European Journal of Applied Physiology, 115(4), 715–725.
40. Mokari Saei, S., Hosseini, F., Ahmadi, M. (2021). Effect of practicing under high psychological pressure on the performance and learning of the basketball jump shot: A test on the practice specificity hypothesis. Sport Psychology Studies, 10(35), 37-50. In Persian https://doi.org/10.22089/spsyj.2019.7694.1834
41. Morris, T., Spittle, M., & Watt, A. P. (2005). Imagery in sport. Champaign, IL: Human Kinetics.
42. Myrden, A., & Chau, T. (2015). Effects of user mental state on EEG-BCI performance. Frontiers in human neuroscience, 9, e 308.
43. Norman, D. A., & Bobrow, D. G. (1975). On data-limited and resource-limited processes. Cognitive Psychology, 7, 44–64.
44. Pageaux, B., Lepers, R., Dietz, K. C., & Marcora, S. M. (2014). Response inhibition impairs subsequent self-paced endurance performance. European Journal of Applied Physiology, 114(5), 1095–1105.
45. Pageaux, B., Marcora, S. M., & Lepers, R. (2013). Prolonged mental exertion does not alter neuromuscular function of the knee extensors. Medicine and Science in Sports and Exercise, 45, 2254–2264.
46. Penna, E. M., Wanner, S. P., Campos, B. T., et al. (2018). Mental fatigue impairs physical performance in young swimmers. Pediatric Exercise Science, 30(2), 208-215.
47. Pires, F. O., Silva-Junior, F. L., Brietzke C., et al. (2018). Mental fatigue alters cortical activation and psychological responses, impairing performance in a distance-based cycling trial. Frontiers in Physiology, 9, e227. https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00227
48. Pomer-Escher, A., Tello, R., Castillo, J., & Bastos-Filho, J. (2014). Analysis of mental fatigue in motor imagery and emotional stimulation based on EEG. Paper presented at the XXIV Congresso Brasileiro

de Engenharia Biomédica (CBEB), Uberlandia, Minas Gerais, Brazil.
49. Reteig, L. C., van den Brink, R. L., Prinssen, S., Cohen, M. X., & Slagter, H. A. (2019). Sustaining attention for a prolonged period of time increases temporal variability in cortical responses. Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior, 117, 16–32. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.02.016
50. Rostami-Hajiabadi, M., Rahnama, N., Khayamnashi, K., Bambaei-Chi, E., Mojtahedi, H. (2011). The study of validity and reliability of the Persian version of the movement imagery questionnaire 2. Olympic, 54, 129-139. In Persian
51. Roberts, R., Callow, N., Hardy, L., Markland, D., & Bringer, J. (2008). Movement imagery ability: Development and assessment of a revised version of the vividness of movement imagery questionnaire. Journal of Sport and Exercise Psychology, 30, 200-221.
52. Rozand, V., Lebon, F., Papaxanthis, C., & Lepers, R. (2015). Effect of mental fatigue on speed-accuracy trade-off. Neuroscience, 297, 219-30.
53. Rozand, V., Lebon, F., Stapley, P. J., Papaxanthis, C., & Lepers, R. (2016). A prolonged motor imagery session alter imagined and actual movement durations: Potential implications for neurorehabilitation. Behavioural brain research, 297, 67–75. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.09.036
54. Ruffino, C., Papaxanthis, C., & Lebon, F. (2017). Neural plasticity during motor learning with motor imagery practice: Review and perspectives. Neuroscience, 341, 61–78. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.11.023
55. Smith, M. R., Coutts, A. J., Merlini, M., Deprez, D., Lenoir, M., & Marcora, S. M. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. Medicine and Science in Sports and Exercise, 48(2), 267–276. https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000762
56. Smith, M. R., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2015). Mental fatigue impairs intermittent running performance. Medicine and Science in Sports and Exercise, 47(8), 1682–1690.
57. Spittle, M. (2001). Preference for imagery perspective, imagery perspective training and task performance (doctoral dissertation). Victoria University, Australia.
58. Staiano, W., Bosio, A., Piazza, G., Romagnoli, M., & Invernizzi, P. L. (2019). Kayaking performance is altered in mentally fatigued young elite athletes. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 59(7), 1253–1262. https://doi.org/10.23736/s0022-4707.18.09051-5
59. Talukdar, U., Hazarika, S. M., & Gan, J. Q. (2020). Adaptive feature extraction in EEG-based motor imagery BCI: tracking mental fatigue. Journal of Neural Engineering, 17(1), e 016020. https://doi.org/10.1088/1741-2552/ab53f1
60. Tanaka, M., Ishii, A., & Watanabe, Y. (2015). Effects of mental fatigue on brain activity and cognitive performance: A magnetoencephalography study. Anatomy and Physiology: Current Research, 5, s4. https://doi.org/10.4172/2161-0940.S4-002
61. Tassignon, B., Verschueren, J., De Pauw, K., Roelands, B., Van Cutsem, J., Verhagen, E., & Meeusen, R. (2020). Mental fatigue impairs clinician-friendly balance test performance and brain activity. Translational Sports Medicine. 3(6), 616-625. https://doi.org/10.1002/tsm2.177
62. Trojan, S., & Pokorný, J. (1999). Theoretical aspects of neuroplasticity. Physiological research, 48(2), 87–97.
63. Van der Linden, D., & Eling, P. (2006). Mental fatigue disturbs local processing more than global processing. Psychological Research, 70(5), 395–402.
64. Van der Linden, D., Frese, M., & Meijman, T. F. (2003a). Mental fatigue and the control of cognitive processes: Effects on perseveration and planning. Acta Psychologica, 113(1), 45–65. https://doi.org/10.1016/s0001-6918(02)00150-6
65. Van der Linden, D., Frese, M., & Sonnentag, S. (2003b). The impact of mental fatigue on exploration in a complex computer task: Rigidity and loss of systematic strategies. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 45, 483–494. https://doi.org/10.1518/hfes.45.3.483.27256
66. Veness, D., Patterson, S. D., Jeffries, O., & Waldron, M. (2017). The effects of mental fatigue on cricket-relevant performance among elite players. Journal of Sports Sciences, 35(24), 2461-2467. https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1273540
67. Warm, J. S., Parasuraman, R., & Matthews, G. (2008). Vigilance requires hard mental work and is stressful. Human Factors, 50(3), 433–441. https://doi.org/10.1518/001872008x312152
68. Westbrook, A., & Braver, T. S. (2015). Cognitive effort: A neuroeconomic approach. Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience, 15(2), 395–415. https://doi.org/10.3758/s13415-015-0334-y