

Accepted Manuscript

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

Title: Effect of Physical and Imagery Training under Mental Fatigue Condition on Cognitive Effort among Novice Women

Authors: Mahpari Ghasemnezhad¹, Mahin Aghdaii ^{*2}, Alireza Farsi ³

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

***Corresponding:** Mahin Aghdaii ' Assistant Professor of Motor Behavior, Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, School of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

m_ghdaii@sbu.ac.ir

To appear in: Sport Psychology Studies

Receive Date: 30 August 2021

Revise Date: 23 October 2021

Accept Date: 31 October 2021

First Publish Date: 01 November 2021

This is a “Just Accepted” manuscript, which has been examined by the peer-review process and has been accepted for publication. A “Just Accepted” manuscript is published online shortly after its acceptance, which is prior to technical editing and formatting and author proofing. Journal of Sport Psychology Studies provides “Just Accepted” as an optional service which allows authors to make their results available to the research community as soon as possible after acceptance. After a manuscript has been technically edited and formatted, it will be removed from the “Just Accepted” Website and published as a published article. Please note that technical editing may introduce minor changes to the manuscript text and/or graphics which may affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Please cite this article as:

Ghasemnezhad, M., Aghdaei, M., Farsi, A. Effect of Physical and Imagery Training under Mental Fatigue Condition on Cognitive Effort among Basketball Novices. Sport Psychology Studies, 2021; (); -. doi: 10.22089/spsyj.2021.11198.2223

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

عنوان: تأثیر تمرین بدنی و تصویرسازی در شرایط خستگی ذهنی بر تلاش شناختی در زنان مبتدی

نویسندگان: مه پری قاسم نژاد^۱، مهین عقدایی^{*۲}، علیرضا فارسی^۳

۱. دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. استادیار رفتار حرکتی، گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. استاد رفتار حرکتی، گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: مهین عقدایی، استادیار رفتار حرکتی، گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

ایمیل: m_aghdaei@sbu.ac.ir

نشریه: مطالعات روان‌شناسی ورزشی

تاریخ دریافت: ۰۸ شهریور ۱۴۰۰

تاریخ بازنگری: ۰۱ آبان ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۰۹ آبان ۱۴۰۰

تاریخ اولین انتشار: ۱۰ آبان ۱۴۰۰

این نسخه «پذیرفته شده پیش از انتشار» مقاله است که پس از طی فرآیند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه در مدت کوتاهی پس از اعلام پذیرش به صورت آنلاین و قبل از فرآیند ویراستاری منتشر می‌شود. نشریه مطالعات روان‌شناسی ورزشی گزینه «پذیرفته شده پیش از انتشار» را به عنوان خدمتی به نویسندگان ارائه می‌دهد تا نتایج آنها در سریع‌ترین زمان ممکن پس از پذیرش برای جامعه علمی در دسترس باشد. پس از آنکه مقاله‌ای فرآیند آماده‌سازی و انتشار نهایی را طی می‌کند، از نسخه «پذیرفته شده پیش از انتشار» خارج و در یک شماره مشخص در وبسایت نشریه منتشر می‌شود. شایان ذکر است صفحه آرایی و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در متن مقاله می‌شود که ممکن است بر محتوای آن تاثیر بگذارد و این امر از حیطة مسئولیت دفتر نشریه خارج است.

لطفا این گونه استناد شود:

Ghasemnezhad, M., Aghdaei, M., Farsi, A. Effect of Physical and Imagery Training under Mental Fatigue Condition on Cognitive Effort among Basketball Novices. *Sport Psychology Studies*, 2021; (); -. doi: 10.22089/spsyj.2021.11198.2223

Abstrac:

The aim of this study was to determine the effect of mental, physical and combined training under mental fatigue condition on the cognitive effort of basketball novices. In this quasi-experimental study with pre-test and post-test design with three experimental groups, 33 novice girls (mean age 20.12 years) through a research call and after preliminary evaluations, were randomly assigned into three groups of Imagery Training (n = 11), Physical Training (n = 10), and Combined Training (n = 12) and participated in eight training sessions under moderate mental fatigue (60 minutes of executing Stroop task at the beginning of each session). Cognitive effort was measured based on the continuous performance test in the pre-test, post-test and follow-up test. The results showed that the Stroop task in all eight training sessions similarly increased the levels of mental fatigue of the groups, however, the main and interaction effects of time and group on cognitive effort were not statistically significant. Accordingly, 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.

چکیده

هدف پژوهش حاضر تعیین تأثیر تمرین ذهنی، بدنی و ترکیبی در شرایط خستگی ذهنی بر تلاش شناختی نوآموزان بسکتبال بود. 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 مداوم در پیش-آزمون، پس‌آزمون و آزمون پیگیری اندازه‌گیری شد. یافته‌ها 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. براین اساس، هشت جلسه تمرین در شرایط خستگی ذهنی متوسط از بار شناختی لازم برای افزایش تلاش شناختی نوآموزان برخوردار نیست.

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

مقدمه

فولینو، هنسن و لونبرو^{۱۳}، 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^{۱۴}، ۲۰۱۶؛ پیرس و همکاران^{۱۵}، ۲۰۱۸؛ ونس، پاترسون و جفریس و والدرون^{۱۶}، 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؛ پیرس 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 (پیرس و همکاران، ۲۰۱۸؛ فیلیپاس، گالو، پولاستری و لاتوره^{۱۷}، ۲۰۱۹)، کاپاکینگ (استایانو، باسی‌یو، پیازا و رومگنولی^{۱۸}، ۲۰۱۹) و دوی ماراتون (گاتونی^{۱۹}، ۲۰۱۹) و نیز افزایش خطای ضربات در فوتبال (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶؛ بادین و همکاران، ۲۰۱۶) و تنیس روی میز (لمانکس، پاژوکس، نوردز، دورل، ژوبیو^{۲۰}، ۲۰۱۸) در شرایط خستگی ذهنی مفرط گزارش شده است. با این وجود شواهد متناقضی نیز در ادبیات پژوهشی گزارش شده است. برای مثال، ایزدی، 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^{۲۱}، ۲۰۱۸؛ کانراس، ناکامورا، روسا، تسیتوری، و

امروزه با گسترش ورزش، شناسایی عوامل اثرگذار بر روش‌های 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^۱ 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^۲ نیاز است تعریف می‌شود (باکسم و تاپس^۳، ۲۰۰۸؛ هانکوک، دزمووند و متیو^۴، 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^۵، ۲۰۱۵)، توان متوسط در آزمون وینگیت (دانکن، فولر، جورج، جویس و هانکی^۶، ۲۰۱۵) و دویدن با شدت بالا (اسمیت، مارکورا و کاتس^۷، ۲۰۱۵) ندارد، اما با کاهش زمان رسیدن به واماندگی، بر استقامت عضلانی ایستا (پاژوکس، مارکورا و لپرس^۸، ۲۰۱۳) و با افزایش زمان تکمیل تکلیف، بر استقامت قلبی تنفسی (پاژوکس، لپرس، دایتس و مارکورا^۹، 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^{۱۰}، ۲۰۰۹؛ اسمیت و همکاران^{۱۱}، ۲۰۱۶؛ پنا و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۸؛ کاسک، استایانو،

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
21. Coutinho et al.

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.

خستگی ذهنی با آفت عملکرد در آزمون‌های گوش‌به‌زنگی^۹ (آکرم، ۲۰۱۱؛ رتیژ، ون‌دن‌برینک، پرینسن، کوهن و اسلاچتر^{۱۰}، ۲۰۱۹؛ وارم، پاراسورامن و متیوز^{۱۱}، ۲۰۰۸)، توجه انتخابی/ متمرکز (هولترز، شومن، ماهونی، لیپتون و ورگسه^{۱۲}، ۲۰۱۱؛ ون‌درلیندن، فرسه و میژمن^{۱۳}، ۲۰۰۳؛ لانگر، استینبورن، کاترژ، استورم و ویلمس^{۱۴}، ۲۰۱۰؛ لیم و دینگس^{۱۵}، ۲۰۱۰) و کارکردهای اجرایی و کنترل شناختی (ون‌درلیندن و همکاران، ۲۰۰۳؛ ون‌درلیندن، فرسه و سونتاز^{۱۶}، ۲۰۰۳؛ ون‌درلیندن و الینگ^{۱۷}، 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^{۱۸} (۱۹۷۳) و نظریه کنترل جبرانی هاکی^{۱۹} (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 تلاشی فراتر از شرایط بدون خستگی است. برای مثال، انجام تصویرسازی ذهنی به مدت طولانی، باعث ایجاد خستگی ذهنی شده (میردن و چائو^{۲۰}، ۲۰۱۵؛ پامر-اشر، تللو، کاستیلو و باستوس-فیلهو^{۲۱}، ۲۰۱۴؛ روزاند، لیون، استیلی، پاپاکانتیس و لپرس^{۲۲}، 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^{۲۳}، ۲۰۲۰). در مقابل، اصل انعطاف‌پذیری

تئولدو^۱، (۲۰۲۰)، کاهش دقت و سرعت تصمیم‌گیری برای پاس (گانتویس و همکاران^۲، 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^۳، ۲۰۲۰؛ هاچارد، نوئی، سیتی، تارژین و پیلارد^۴، ۲۰۲۰). از جمع‌بندی شواهد فوق‌الذکر چنین بر می‌آید که اگرچه خستگی ذهنی بر فعالیت‌های حرکتی بی‌هواری 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، لیون، پاپاکانتیس و لپرز^۵، 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^۶، ۲۰۱۵). علاوه بر این، سطوح بالای خستگی ذهنی به حواس پرتی (باکسم، میژمن و لوریست^۷، ۲۰۰۵) و دشواری در آماده‌سازی پاسخ (باکسم، میژمن و لوریست، ۲۰۰۶) منجر شده و با آفت 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^۸، ۲۰۰۵) همراه است. به طور اختصاصی‌تر،

9. Vigilance
10. Reteig, van den Brink, Prinssen, Cohen, & Slagter
11. Warm, Parasuraman, & Matthews
12. Holtzer, Shuman, Mahoney, Lipton, & Verghese
13. Van der Linden, Frese, & Meijman
14. Langner, Steinborn, Chatterjee, Sturm, & Willmes
15. Lim & Dinges
16. Van der Linden, Frese, & Sonnentag
17. Van der Linden & Eling
18. Kahneman
19. Hockey
20. Myrden & Chau
21. Pomer-Escher, Tello, Castillo, & Bastos-Filho
22. Rozand, Lebon, Stapley, Papaxanthis, & Lepers
23. Talukdar, Hazarika, & Gan

1. Kunrath, Nakamura, Roca, Tessitore, & Teoldo
2. Gantois et al.
3. Tassignon et al.
4. Hachard, Noé, Ceyte, Trajin, & Paillard
5. Rozand, Lebon, Papaxanthis, & Lepers
6. Tanaka, Ishii, & Watanabe
7. Boksem, Meijman, & Lorist
8. Lorist, Boksem, & Ridderinkhof

کننده 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

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس-آزمون 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، پس-آزمون و آزمون پیگیری (۴۸ ساعت بعد از اتمام دوره آزمایشی) اندازه‌گیری شدند.

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

عصبی^۱ 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^۲، ۱۹۹۹؛ رافینو، پاپاکانتیس و لبون^۳، 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^۴، 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 تحریک-

1. Neuroplasticity
2. Trojan & Pokorný
3. Ruffino, Papaxanthis, & Lebon
4. Lee, Swinnen, & Serrien

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^۳

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 پاسخ‌های 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 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

در پرسشنامه وضوح تصویرسازی حرکتی-نسخه دوم^۱ (رابرتس، کالو، هاردی، مارکلند و برینگر^۲، 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 مهارت‌های حرکتی ارائه شده در پرسشنامه را با توجه به دستورالعمل با تأکید بر سه نوع تصویرسازی انجام می‌دهد و وضوح تصاویر ذهنی را گزارش می‌کند. جمع نمرات ۱۲ ماده به عنوان شاخص وضوح تصویرسازی در نظر گرفته می‌شود. پاسخ‌های این پرسشنامه

3. Continuous Performance Test

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

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 مرحله اول، که مرحله کوشش-های هماهنگ است، اسامی چهار رنگ اصلی با رنگ سیاه در مرکز صفحه نمایشگر ظاهر می‌شود و شرکت‌کننده‌ها باید هرچه سریع‌تر، بر اساس اسامی رنگ‌ها، یکی از کلیدهای آبی، قرمز، زرد یا سبز را روی صفحه کلید فشار دهند. در مرحله دوم، اسامی چهار رنگ اصلی، هر کدام با قلمی هم‌رنگ خودشان، در مرکز صفحه ظاهر می‌شود و شرکت‌کننده‌ها می‌بایست هرچه سریع‌تر کلید مطابق با هر رنگ را فشار دهد. در مرحله سوم، که به آن مرحله کوشش‌های ناهماهنگ یا تداخل می‌گویند، اسامی چهار رنگ اصلی، هر کدام با رنگی غیر از رنگ خودشان، بر صفحه نمایشگر ظاهر می‌شود و شرکت‌کننده‌ها باید هر چه سریع‌تر بر اساس رنگ کلمه، کلید مطابق با آن را در صفحه کلید فشار دهند؛ مثلاً کلمه قرمز با رنگ دیگری، مانند سبز، نوشته می‌شود و شرکت‌کننده می‌بایست، به جای 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، لویس و کالت، 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 گونه بازخورد پرهیز شد. همچنین برای ایجاد درک بهتر، در جلسه اول دوره آزمایشی، اجرای فیلمبرداری شده

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^۱، ۱۹۸۳؛ کورنبلات، ریش، فاریس، فریدمن و ارلنمایر-کیملینگ^۲، ۱۹۸۸؛ برگر، اسلوبودین و کاسوتو^۳، ۲۰۱۷).

پروتکل خستگی ذهنی

شرکت‌کننده‌ها ابتدا مقیاس آنالوگ بینایی برای سنجش خستگی^۴ (VAS-F) را برای ارزیابی خستگی در شروع تکمیل کردند. سپس نسخه رایانه‌ای تکلیف استروپ^۵ 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 آنالوگ 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. نسخه نرم افزاری تکلیف استروپ توسط مؤسسه آزمون یار سینا طراحی و روایی و پایایی آن توسط قدیری، جزایری، عشایری و قاضی‌طباطبائی (۲۰۰۷) تأیید

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

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

یک بازیکن خبره بسکتبال از طریق نمایش گر 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^۱ (ITP) اجرا گردید. براساس این مدل، جلسه اول به معرفی تصویرسازی ذهنی، جلسه دوم به ارزیابی توانایی تصویرسازی ذهنی و جلسه سوم به فردی‌سازی دستورالعمل-های 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، 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 دستورالعمل-های 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

1. Imagery-Training Program
2. Morris, Spittle, & Watt

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^۳ و برای بررسی تجانس واریانس داده‌ها بین گروه‌ها از آزمون لوین^۴ استفاده شد. با توجه به برقراری مفروضه‌های آمار پارامتریک، از تحلیل واریانس عاملی^۵ با طرح ۳ زمان (پیش‌آزمون / پس‌آزمون / یادداری) \times ۳ نوع تمرین (ذهنی / بدنی / ترکیبی) برای تحلیل اثر متغیرهای مستقل استفاده شد. همچنین، پیش‌فرض کرویت توزیع داده‌ها برای عامل درون‌گروهی در تحلیل واریانس با استفاده از آزمون کرویت ماچولی^۶ بررسی شد و در صورت نیاز برای تعدیل درجات آزادی، از اصلاحیه گرین‌هاووس-گیسر^۷ (اپسیلون ϵ) استفاده شد. برای انجام مقایسه‌های تعقیبی بین گروهی از تحلیل واریانس یک‌سویه^۸ ($Anova$) و آزمون حداقل تفاوت معنادار فیشر^۹ (ای.اس.دی.) و برای مقایسه‌های درون‌گروهی از آزمون t جفت شده با اصلاحیه بونفرونی استفاده شد

$$\alpha = 0.016 = 0.05 \div 3 = 0.05 \div \text{دفعات اندازه‌گیری} \div \text{سطح خطا}$$

اصلاح شده). در تحلیل‌ها، مقادیر مربع جزئی اتا (η_p^2) به عنوان شاخصی از اندازه اثر گزارش محاسبه و گزارش گردید.

کمیته ملی اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی^۱، ابتدا مکاتبات و هماهنگی‌های لازم با دانشکده تربیت 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^۲، 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 (> 36) 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

3. Shapiro-Wilk
4. Levene's Test
5. Factorial Analysis of Variance
6. Mauchly's Test of Sphericity
7. Greenhouse-Geisser Correction
8. One-Way Analysis of Variance
9. Fisher's Least Significant Difference

1. Code: IR.SBU.REC.1398.005
2. Spittle

بر سطوح خستگی با استفاده از تحلیل واریانس ۲ (زمان: قبل و بعد از تکلیف استروپ) 3×3 (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 گروه-های 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 ($p < 0/001$)، 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 $0/7$ قرار داشت که نشان می‌دهد تکلیف استروپ اندازه اثر قوی بر سطوح خستگی ذهنی داشته و بیش از 70 درصد تغییرات خستگی ذهنی را تبیین کرده است. با این حال به جز جلسه سوم ($\eta_p^2 = 0/228$)، $p \leq 0/05$ ، $F(2, 30) = 4/43$ ، در تمامی جلسات تمرینی اثر اصلی گروه و اثر تعاملی تکلیف استروپ و نوع گروه بر سطوح خستگی از لحاظ آماری معنادار نبود ($p > 0/05$)، 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 3×3 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

مطابق با پیشنهاد کوهن^۱ (۱۹۸۸، ص ۲۸۵)، مقادیر $0/01$ تا $0/059$ به عنوان اندازه اثر کوچک، مقادیر $0/06$ تا $0/14$ به عنوان اندازه اثر متوسط و مقادیر بزرگتر از $0/14$ 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^۲ (اس.پی.اس.اس.) نسخه ۲۲ انجام گردید.

یافته‌ها

ویژگی‌های فردی

شرکت‌کننده‌های پژوهش به طور میانگین دارای سن $20/12$ سال ($SD = 1/45$)، قد $166/24$ سانتی‌متر ($SD = 5/25$)، وزن $60/36$ کیلوگرم ($SD = 10/93$) و شاخص توده بدن $21/74$ کیلوگرم بر متر مربع ($SD = 3/14$) بودند. تحلیل واریانس یک سویه نشان داد که بین سن ($p = 0/805$)، $F(2, 30) = 0/219$ ، قد ($F(2, 30) = 1/953$ ، $p = 0/160$)، وزن ($F(2, 30) = 2/531$ ، $p = 0/096$) و شاخص توده بدن ($F(2, 30) = 1/994$ ، $p = 0/154$) سه گروه تجربی تفاوت معنادار وجود ندارد.

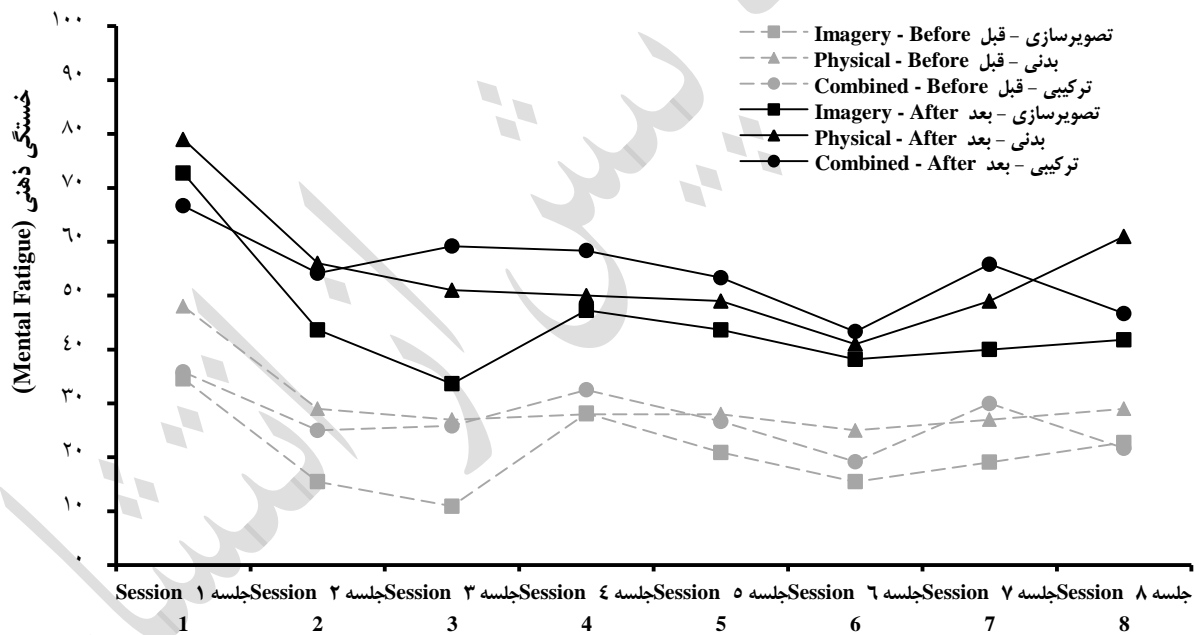
خستگی ذهنی

به طور کلی در مجموع هشت جلسه، سطوح خستگی ذهنی قبل از تکلیف استروپ به طور میانگین در گروه تمرین تصویرسازی $20/90$ ($SD = 8/38$)، تمرین بدنی $30/12$ ($SD = 13/08$) و تمرین ترکیبی $27/08$ ($SD = 7/87$) بود که بعد از انجام تکلیف استروپ در گروه تمرین تصویرسازی به $45/11$ ($SD = 9/19$)، در گروه تمرین بدنی به $54/50$ ($SD = 11/32$) و در گروه تمرین ترکیبی به $54/68$ ($SD = 12/63$) 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

1. Cohen
2. Statistical Package for Social Sciences (SPSS)

معنادار نبود. به طور مشابه، اثر تعاملی زمان و گروه بر پاسخ صحیح ($F(4, 60) = 1/416, p = 0/240, \eta_p^2 = 0/086$) و زمان پاسخ ($F(4, 60) = 1/077, p = 0/376, \eta_p^2 = 0/067$) از لحاظ آماری معنادار نبود. براساس نتایج، نه تنها تمرین تصویرسازی ذهنی، بدنی و ترکیبی در شرایط خستگی ذهنی بر تلاش شناختی در نوآموزان بسکتبال تأثیر نداشته، بلکه تأثیر این تمرینات نیز متفاوت نیست.

صحیح، ابتدا نمرات استاندارد شده Z محاسبه و مبنای تحلیل‌ها قرار گرفت. نتایج تحلیل واریانس نشان داد که اثر اصلی زمان بر پاسخ صحیح ($F(2, 60) = 0/002, \eta_p^2 = 0/994, p = 0/124, \eta_p^2 = 0/067$) و زمان پاسخ ($F(2, 60) = 1/416, p = 0/006, \eta_p^2 = 0/334$) از لحاظ آماری معنادار نیست. همچنین، اثر اصلی گروه بر پاسخ صحیح ($F(2, 60) = 1/416, p = 0/595, \eta_p^2 = 0/006$) و زمان پاسخ ($F(2, 60) = 0/091, p = 0/913, \eta_p^2 = 0/006$) نیز از لحاظ آماری



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

Figure 1 – Groups' mental fatigue mean before and after the stroop task during experimental period

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

Table 1- Mean and standard deviation of cognitive effort indicators by group and measurement section

		مقطع سنجش		گروه‌ها	متغیرها
Follow-) آزمون پیگیری (-) (Up Test	Post-) پس‌آزمون (-) (Test	Pre-) پیش‌آزمون (-) (Test	Groups		
			تصویرسازی	خطای ارائه پاسخ (فراوانی)	
0.72 (0.90)	0.36 (0.67)	1.00 (0.77)	Imagery	Commission Response (F)	
			بدنی		
0.60 (0.69)	0.90 (0.73)	0.40 (0.69)	Physical		
			ترکیبی		
1.00 (1.47)	0.75 (0.62)	0.83 (0.93)	Combined		
			تصویرسازی	پاسخ حذف (فراوانی)	
0.54 (1.21)	0.27 (0.64)	0.27 (0.46)	Imagery	Omission Response (F)	
			بدنی		
1.00 (1.24)	1.00 (1.56)	0.10 (0.31)	Physical		
			ترکیبی		
0.66 (0.88)	0.83 (1.28)	0.41 (0.51)	Combined		
			تصویرسازی	پاسخ صحیح (فراوانی)	
148.72 (1.42)	149.36 (1.02)	148.72 (1.19)	Imagery	Correct Response (F)	
			بدنی		
148.40 (1.17)	148.10 (2.02)	149.50 (0.97)	Physical		
			ترکیبی		
148.25 (1.65)	148.41 (2.46)	148.75 (1.13)	Combined		
			تصویرسازی	زمان پاسخ (میلی ثانیه)	
462.54 (33.57)	435.72 (34.24)	438.54 (20.79)	Imagery		

	Imagery	Physical	Response Time (ms)
بدنی	451.90 (42.33)	434.00 (47.92)	435.50 (44.98)
ترکیبی	439.75 (26.50)	449.75 (62.85)	433.08 (37.12)
Combined			

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

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

Table 1- Results of factorial Anova to analyze the effect of interventions on cognitive effort indicators

آماره‌ها - Statistics						منبع اثر	متغیر وابسته
η_p^2	p	F	MS	df	SS	Source	
0.0002	0.994	0.006	0.005	2	0.011	زمان	پاسخ صحیح
						Time	Correct Response
0.034	0.595	0.529	0.669	2	1.339	گروه	
						Group	
0.086	0.240	1.416	1.222	4	4.889	زمان × گروه	
						Time×Group	
-	-	-	1.999	60	119.941	خطا	
						Error	
0.067	0.124	2.162	2171.502	2	4343.005	زمان	زمان پاسخ
						Time	Response Time
0.006	0.913	0.091	268.003	2	536.006	گروه	

Group				زمان × گروه	
0.067	0.376	1.077	1081.779	4	4327.117
Time×Group					
خطا					
-	-	-	1004.413	60	60264.80
Error					

بحث و نتیجه‌گیری

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

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 ۲۴/۳۷، ۲۴/۲۰ 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 مداوم 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.

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^۱ (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، بی- انگیزگی برای تلاش شناختی ممکن است به دلیل دشواری تکلیف یا عدم وجود پاداش کافی برای اجرا رخ دهد (کانفر، ۱۹۸۷؛ نورمن و بابرو^۲، 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/ پاداش برای سطوح مختلف اجرا شکل می‌گیرد (آکرمن، تاتل و لینگارد^۳، ۲۰۲۰). اگرچه افراد در شرایط برابر، تمایل به انتخاب تکالیف با بار شناختی کمتر دارند (کول، مک‌گوری، روزن و باتونینیک^۴، ۲۰۱۰)، اما وستبروک و براور^۵ (۲۰۱۵) در پارادایم تخفیف تلاش شناختی^۶

(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 ارگانسیم می‌شود که در صورت عدم وجود انگیزه کافی، افراد مایل به صرف آن نیستند (هاکی، ۱۹۹۷). علاوه بر این، عدم- مطلوبیت 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^۷ 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^۸، ۲۰۱۳). تمامی موارد فوق‌الذکر پتانسیل اثرگذاری بر یافته‌های پژوهش حاضر را داشته و کنترل دقیق آن، خارج توان

۱. Kanfer
 ۲. Norman & Bobrow
 ۳. Ackerman, Tatel, & Lyndgaard
 ۴. Kool, McGuire, Rosen, & Botvinick
 ۵. Westbrook and Braver
 ۶. The Cognitive Effort Discounting (COGED) Paradigm

7. Boredom

8. Hartmann, Hager, Tobler, & Kaiser

عملکرد مداوم و در نتیجه زمان واکنش بینایی در این آزمون تحت تأثیر قرار گرفته باشد. براساس مطالعه لیو و همکاران^۱ (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، 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^۲، حافظه کاری^۳ و تغییر آمایه^۴ 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 محدودیت‌های وجود داشت. در پژوهش حاضر از یک طرح

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 شرکت‌کننده‌ها 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 شرکت‌کننده‌ها به محرک‌های بینایی ارائه شده در آزمون

1. Liu et al.
2. Response Inhibition
3. Working Memory
4. Set-Shifting

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 سازگاری‌های عملکردی فرایندهای شناختی در شرایط خستگی ذهنی و بهینه‌سازی 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.

منابع

[Ackerman, P. L. \(2011\). *Cognitive fatigue: Multidisciplinary perspectives on current research and future applications*. Washington DC: American Psychological Association.](#)

[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.](#)

[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. \(Persian\)](#)

[Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., & Coutts, A. J. \(2016\). Mental fatigue impairs](#)

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 علی- معلولی بین مداخله 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 دُر 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

- Dana, A., & Gozalzadeh, E. (2017). Internal and external imagery effects on tennis skills among novices. *Perceptual and Motor Skills*, 124(5), 1022–1043.
- 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.
- 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.
- 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.
- Gattoni, C. (2019). *Mental fatigue and sleep deprivation: Effects, mechanisms and countermeasures in endurance exercise performance* [Doctoral dissertation]. University of Kent, Kent, United Kingdom.
- 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. (Persian)
- technical performance in small-sided soccer games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1100-1105.
- 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.
- Boksem, M. A. S., & Tops, M. (2008). Mental fatigue: Costs and benefits. *Brain Research Reviews*, 59(1), 125–139.
- 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.
- Boksem, M. A. S., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology*, 72, 123-132.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- 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.
- 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Izadi, A., Tahmasebi Boroujeni, S., doosti, M. (2020). Effect of central and peripheral fatigue on throwing accuracy and velocity in handball. *Sport Psychology Studies* (ie. *Mutaleat (Persian) Ravanshenasi Varzeshi*), 9(31), 177-188.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- 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.
- 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.
- Lee, T. D., Swinnen, S. P., & Serrien, D. J. (1994). Cognitive effort and motor learning. *Quest, 46*(3), 328-344.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Marcora, S. M. (2014). The effects of mental fatigue on repeated sprint ability and cognitive performance in football players. UEFA research grant pro-programme. Retrieved from: http://www.uefa.com/MultimediaFiles/Download/uefaorg/Medical/02/20/41/86/2204186_DOWNLOAD.pdf. Accessed 5 May 2018.
- 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.
- 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 (ie, Mutaleat Ravanshenasi (Persian)Varzeshi), 10*(35), 37-50.
- Morris, T., Spittle, M., & Watt, A. P. (2005). *Imagery in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Myrden, A., & Chau, T. (2015). Effects of user mental state on EEG-BCI performance. *Frontiers in human neuroscience, 9*, e 308.

- Norman, D. A., & Bobrow, D. G. (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44–64.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Rostami-Hajabadi, M., Rahnema, N., Khayamnashi, K., Bambaiei-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. (Persian)
- 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.
- Rozand, V., Lebon, F., Papaxanthis, C., & Lepers, R. (2015). Effect of mental fatigue on speed-accuracy trade-off. *Neuroscience*, 297, 219-30.
- 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.
- Ruffino, C., Papaxanthis, C., & Lebon, F. (2017). Neural plasticity during motor learning with motor imagery practice: Review and perspectives. *Neuroscience*, 341, 61–78.

- 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.
- 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.
- Spittle, M. (2001). *Preference for imagery perspective, imagery perspective training and task performance* (doctoral dissertation). Victoria University, Australia.
- 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.
- 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), e016020.
- 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.
- 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.
- Trojan, S., & Pokorný, J. (1999). Theoretical aspects of neuroplasticity. *Physiological research*, 48(2), 87–97.
- Van der Linden, D., & Eling, P. (2006). Mental fatigue disturbs local processing more than global processing. *Psychological Research*, 70(5), 395–402.
- 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.
- 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.
- 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.
- Warm, J. S., Parasuraman, R., & Matthews, G. (2008). Vigilance requires hard mental work and is stressful. *Human Factors*, 50(3), 433–441.

نسخه پیش از انتشار