Sport Psychology Studies **Volume 11, No 39, 2022, Page 105-130**

Research Paper

The Effect of Type of Task and Body Fatigue on the Ability of Skilled Athletes' Mental Imagery

Azam Heidarzadeh[1], Fatemeh Sadat Hosseini[2], and Asghar Tofighi[3]

1. Department of Motor Behaviour, Urmia University, Iran
2. Associate Prof, Department of Motor Behavior, Urmia University, Iran (Corresponding Author)
3. Associate Prof, Department of Sport Physiology, Urmia University, Iran

Received:
11 Jun 2020

Accepted:
15 Jun 2020

Keywords:
Body Fatigue, Ability of Mental Imagery, Level of Skill

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of one type physical fatigue on the mental imagery ability in skill athletes with emphasis on duration of movement. Thirty skilled athletes were randomly assigned into two groups of fatigue and control. Pre-test and post-test measures included internal vision external and motor vision. The experimental group performed the exercise protocol for fatigue (running at 70% of maximum heart-rate until fatigue), while the control group did not do any physical activity. The results revealed that one-part fatigue significantly reduced the accuracy of imaging. In both tasks, the accuracy of external visual imagery was higher than that of the internal visual imagery, and the accuracy of internal visual imagery was higher than that of the motion. Also, fatigue did not have a significant effect on clarity of short and long task mental imagery. Finally, fatigue had no significant effect on controllability of short and long task mental imagery.

Extended Abstract

Abstract

Mental imaging, as one of the psychological skills, refers to the creation or re-creation of an experience that is created by memory information, and has sensory, perceptual and emotional characteristics and may be done by consciously controlling the person in the absence of stimuli that

1. Email: azam.heydarzadeh1359@gmail.com
2. Email: fhosseini2002@yahoo.com
3. Email: a.tofighi@urmia.ac.ir

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

happens with real experience (Morris, Spittle & Watt, 2005).

On the other hand, fatigue is a gradual and cumulative process which is thought to be associated with decreased consciousness and ultimately impaired mental function. Fatigue can be "physical" or "mental". Some see it as a lack of cognitive resources to maintain efficiency. Physiological fatigue happens with functional changes where the nerve connects to the muscle (Environmental fatigue) or changes in brain and spinal cord function (Central fatigue). Environmental or central fatigue may be maximal or associated with the conditions (Walsh, 2000). Environmental or central fatigue (muscular or local) is defined inability to produce and maintain the necessary or expected strength or power, and inability to maintain work capacity.

In case of fatigue, muscle spinal irritability have been reduced and during it, joint movement and position are not properly perceived (Taylor, Butler & Gandevia, 2000) and the integrity of sensory feedback is impaired (Paillard, 2012). Hence, sensory information processing is based on the mental imaging process when fatigue is based on the integrity of the disturbed sensory feedback. In this way, the accuracy of mental imagery may be impaired (Millet, Lepers, Maffiuletti, Babault, Martin & Lattier, 2002). Dana, Rafiei and Salehian (2018) showed that fatigue increases swimmers' timing error for all three types of imaging in both skilled and unskilled groups. Although the timing and clarity of mental imagery play a decisive role in the effectiveness of imaging interventions as indicators of mental imaging ability, less studies have been on other modal motor skills, including chain motor skills (routine karate) as well as the role of variable adjustment. Guillot et al. (2012) showed that increasing the movement time resulted in reduced imaging accuracy. However, no study has yet examined the effects of fatigue on interaction over time. Therefore, it is necessary to conduct the present study to fill in the gaps to address the various dimensions of the effect of fatigue on imaging ability.

Materials and Methods

The method of this research is semi-experimental and practical in terms of purpose, which was performed using pre-test-post-test design and using two groups.

Participants

Among female karatekas of West Azerbaijan province who were preparing to participate in provincial and national competitions, in the first stage, 30

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

skilled karatekas were randomly assigned to two groups of fatigue (15 people) and control (15 people) for long task and in second stage, 30 skilled karatekas were randomly divided into fatigue groups (15 people) and control (15 people) for short tasks.

Data collection Tools and Methods

To apply the independent variable (fatigue), the fatigue protocol, including running at 70% of maximum heart rate (reduced to 220 to maximize heart rate and then 70% of this value), was used to achieve fatigue. At first, the standard warm-up protocol (running, static and dynamic stretching for 10 minutes) was performed, and after installing the heart rate sensor tape and controlling its connection to the treadmill, participants were asked to stand on the treadmill and start running. Run and increase your running intensity to a maximum of 70% of your heart rate and continue to run until you reach the limit of fatigue. Heart rate and blood pressure were monitored and recorded during strenuous physical activity, and changes were needed to maintain exercise intensity if needed.

Data Processing Method

The Shapiro-Wilk test was used to investigate the natural distribution of the data. Equivalence of data variance between groups using Box and Levine and Cruity Data tests, which is one of the assumptions of using repeated-measurement variance analysis was done. Mixed analysis of variance was performed by designing 2 types of imaging (internal vision, external and motor vision) × 2 fatigue conditions (fatigue / control) to test the hypotheses at 95% confidence level using SPSS version 22.

Findings

The results of 2-factor analysis of variance (type of imaging and fatigue) with repeated measurements in the imaging factor for the short task showed that fatigue has a significant effect on the mental imaging accuracy of the short task (P =0.52, P =0.000, $F_{(28,1)}$ =31.1). In other words, a degree of fatigue led to a significant reduction in the accuracy of short-term imaging. The effect of the type of illustration on the accuracy of the illustration of the short task is significant (P=0.28, P=0.000, $F_{(56.2)}$= 39.04). The results of the follow-up test showed that the accuracy of external visual imaging is higher than internal vision and the accuracy of internal visual imaging is higher than movement. Finally, the interactive effect of fatigue and type of imaging on the accuracy of

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

imaging is not significant (P = 0.006, P = 0.853, P = 0.60, $F_{(56.2)}$ =0.16).

The results of 2-factor analysis of variance (type of imaging and fatigue) with repeated measurements in the imaging factor for long task showed that fatigue has a significant effect on the mental imaging accuracy of long task (P=0.12, P=0.05, $F_{(28,1)}$ =4.1). In other words, a degree of fatigue led to a significant reduction in the accuracy of long-term imaging. The effect of the type of illustration on the accuracy of the illustration of the long task is significant (P=0.76, P= 0.000, P=0.000, $F_{(56.2)}$ =102.9). The results of the follow-up test showed that the accuracy of external visual imaging is higher than internal vision and the accuracy of internal visual imaging is higher than movement. Finally, the interactive effect of fatigue and the type of imaging on the accuracy of imaging is not significant (P=0.88, P=0.089, $F_{(56.2)}$ =2.52).

Discussion and Conclusion

The results of this study showed that a degree of fatigue led to a significant reduction in imaging accuracy, but did not have a significant effect on the clarity and controllability of imaging. To explain these results, it seems that fatigue through several mechanisms can affect the accuracy of mental imagery. For example, fatigue reduces the excitability of the muscular spindle, which plays an important role in the perception of movement and position of the joints (Taylor et al., 2000), thus leading to the integration of error of sensory feedback (Pilard, 2012).

The reducing effect of physical fatigue on the accuracy of motor imaging is greater than the external and internal visual imaging. Finally, physical fatigue led to a further reduction in motor imaging controllability compared to external and internal visual controllability. In the process of integrating sensory feedback, the central nervous system selects, amplifies, inhibits, and compares sensory data and organizes and integrates it into a flexible and variable pattern for the future motor program (Pilard, 2012).

In conditions of fatigue, the excitability of the muscular spindle is reduced and during it, the movement and position of the joints are not properly perceived (Taylor et al., 2000) and the integrity of sensory feedback is impaired (Pilard, 2012). Therefore, the sensory information was processed in the mental imaging process when tiredness is based on the integrity of the disturbed sensory feedback, and thus the accuracy of the mental imaging may be impaired. Since motor imaging requires sensory integration, it is more likely

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

tiredness is more affected by visual imaging.

In fact, the type of mental imagery may be considered to be one of the factors influencing the time characteristics that should be carefully selected in interventions aiming at improving the execution timing. The results of the present study are consistent with the study of Gillot et al. (2005). Indeed, fatigue has led to a significant reduction in motor imaging controllability compared to external and internal visual imaging in high lift, while in the short term, fatigue has the same effect on motor imaging controllability, external and internal vision, according to the above. The difficulty of the task seems to be an important factor in achieving this result.

Additionally, the findings of the present study are important in designing cognitive interventions based on imaging to understand the consequences. Athletes, coaches and sports psychology counselors need to pay attention to the effectiveness of different types of mental imagery in improving performance time for athletes of different skill levels. Finally, due to the limitations of the present study in the application of neuro-physiological indicators along with the measurements, it is recommended that these indicators be used in future studies for further validation. In addition, it is suggested that in future studies, the effects of various types of fatigue (mental, physical, etc.) be studied individually as well as consecutively on the temporal features of mental imaging of different motor and sports tasks.

- The present article is taken from the doctoral dissertation on motor behavior.

References

1. Dana, A., Rafiee, S., & Salehian, M. H. (2018). The effect of peripheral fatigue on temporal properties of mental imagery among unskilled and skilled swimmers.
2. Guillot, A., Di Rienzo, F., & Collet, C. (2014). The neurofunctional architecture of motor imagery. In Advanced Brain Neuroimaging Topics in Health and Disease-Methods and Applications. IntechOpen.
3. Millet, G. Y., Lepers, R., Maffiuletti, N. A., Babault, N., Martin, V., & Lattier, G. (2002). Alterations of neuromuscular function after an ultramarathon. *Journal of Applied Physiology, 92*(2), 486-492.
4. Morris, T., Spittle, M., & Watt, A. P. (2005). Imagery in sport. Human Kinetics.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

5. Paillard, T. (2012). Effects of general and local fatigue on postural control: a review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 36*(1), 162-176.
6. Taylor, J. L., Butler, J. E., & Gandevia, S. C. (2000). Changes in muscle afferents, motoneurons and motor drive during muscle fatigue. *European Journal of Applied Physiology, 83*(2-3), 106-115.
7. Walsh, L. D., Gandevia, S. C., & Taylor, J. L. (2010). Illusory movements of a phantom hand grade with the duration and magnitude of motor commands. *The Journal of Physiology, 588*(8), 1269-1280.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

مطالعات روان‌شناسی ورزشی دوره ۱۱، شماره ۳۹، بهار ۱۴۰۱. صص ۱۳۰-۱۰۵

مقالهٔ پژوهشی

تأثیر نوع تکلیف و خستگی بدنی بر توانایی تصویرسازی ذهنی ورزشکاران ماهر

اعظم حیدرزاده[۱]، فاطمه سادات حسینی[۲]، و اصغر توفیقی[۳]

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشگاه ارومیه، ایران
۲. دانشیار گروه رفتار حرکتی، دانشگاه ارومیه، ایران (نویسنده مسئول)
۳. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه ارومیه، ایران

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۰۳/۲۱

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۹/۰۳/۲۶

واژگان کلیدی:
خستگی بدنی، توانایی تصویرسازی، نوع تکلیف، سطح مهارت.

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر نوع تکلیف و خستگی بدنی بر توانایی تصویرسازی ذهنی ورزشکاران ماهر بود. سی ورزشکار ماهر به‌صورت تصادفی به دو گروه خستگی و کنترل تقسیم شدند. سنجش‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون شامل اجرای ذهنی تکالیف حرکتی به‌صورت بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی بود. گروه تجربی پروتکل تمرینی را برای خستگی (دویدن با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه تا رسیدن به حد خستگی) اجرا کردند، در حالی که گروه کنترل فاقد هرگونه فعالیت بدنی و ذهنی بودند. نتایج نشان داد که یک وهله خستگی منجر به کاهش معنادار دقت تصویرسازی شد. در هر دو تکلیف، دقت تصویرسازی بینایی بیرونی، از بینایی درونی بیشتر بود و دقت تصویرسازی بینایی درونی از حرکتی بالاتر بود. همچنین، خستگی بر وضوح تصویرسازی ذهنی تکلیف کوتاه و بلند تأثیر معناداری ندارد. در نهایت، خستگی بر کنترل‌پذیری تصویرسازی ذهنی تکلیف کوتاه و بلند تأثیر معناداری ندارد.

مقدمه

تصویرسازی ذهنی به‌عنوان یکی از مهارت‌های روان-شناختی، به خلق یا بازخلق یک تجربه اشاره دارد که به‌واسطه اطلاعات حافظه ایجاد می‌شود و از ویژگی-های حسی، ادراکی و عاطفی برخوردار است و ممکن است با کنترل آگاهانه فرد در غیاب محرک‌هایی که با تجربه واقعی همراه می‌شوند، رخ دهد (موریس، اسپیتل و وات[1]، ۲۰۰۵). دو منبع اطلاعات حسی شامل اطلاعات حس بینایی و حس حرکت به‌طور عمده در عملکرد حرکتی مهم هستند. این اطلاعات حسی در فرایند تصویرسازی ذهنی نیز مورد پردازش قرار می-گیرد و ماهیت این اطلاعات نوع تصویرسازی ذهنی (تصویرسازی بینایی و حرکتی) را مشخص می‌کند (موریس و همکاران، ۲۰۰۵). مرور یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد که توانایی تصویرسازی در مقایسه با سایر عوامل فردی و تمرینی، شناخته‌شده‌ترین عاملی است که در اثربخشی مداخلات مبتنی بر تصویرسازی

1. Email: azam.heydarzadeh1359@gmail.com
2. Email: fhosseini2002@yahoo.com
3. Email: a.tofighi@urmia.ac.ir

1. Morris, Spittle & Watt

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

ذهنی دخیل است (مارفی، نوردین و کامینگ[1]، ۲۰۰۸). موریس (۱۹۹۷) توانایی تصویرسازی را به‌عنوان قابلیت فرد در شکل‌دهی تصاویر واضح و قابل‌کنترل و حفظ آن‌ها تا زمان به‌کارگیری در تمرین ذهنی آتی تعریف نمود (موریس و همکاران، ۲۰۰۵). کاواکلی و گرو[2] (۲۰۰۱) بیان کردند که در مطالعه توانایی تصویرسازی ذهنی باید ویژگی‌هایی چون وضوح، کنترل‌پذیری، مدت، سرعت و سهولت/دشواری مدنظر قرار گیرد. وضوح، ویژگی‌های اصلی تصاویر ذهنی متشکل از شفافیت و غنا را توصیف می‌کند. کنترل‌پذیری، توانایی دستکاری، تغییر و نگهداری تصاویر ذهنی درگذشت زمان را پوشش می‌دهد. علاوه بر این، دقت تصویرسازی نیز که نشانگر چگونگی انعکاس محتوای ذهنی به‌وسیله تصویرسازی ذهنی است، در تبیین توانایی تصویرسازی ذهنی حائز است (گویلوت، لوییس و کالت[3]، ۲۰۱۰؛ گویلوت و همکاران، ۲۰۱۲). در ادبیات پژوهشی، وضوح تصویرسازی به‌عنوان شاخص توانایی تصویرسازی بیشترین بحث را به خود اختصاص داده است (موریس و همکاران، ۲۰۰۵)، در حالی که با توجه به ملاحظات روش‌شناسی و به‌منظور دستیابی به نتایج معتبرتر، مدنظر قرار دادن دقت و کنترل‌پذیری تصویرسازی نیز امری ضروری به شمار می‌رود (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۰) و این مهم از طریق مطالعه ویژگی‌های زمانی تصویرسازی یا به عبارت دیگر زمان‌سنجی ذهنی مقدور است. زمان‌سنجی ذهنی به سنجش زمان موردنیاز برای پردازش تکالیف حسی- حرکتی برای استنباط محتوا و توالی زمانی عملیات شناختی اشاره دارد (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۲). نظریه تجانس زمانی عنوان می‌کند که توانایی فرد در تصویرسازی مهارت‌های حرکتی در زمان واقعی، اساس تصویرسازی اثربخش است (وینبرگ[4]، ۲۰۰۸). از سوی دیگر، عدم توانایی فرد در حفظ نوع تصویرسازی مطابق دستورالعمل مداخلات منجر به مشکل تعویض در تصویرسازی می‌شود که در مطالعات قبلی به طور مکرر به عنوان یک محدودیت در اثربخشی مداخلات تصویرسازی گزارش شده است (موریس و همکاران، ۲۰۰۵). در مجموع، ارزیابی توانایی تصویرسازی ذهنی به‌طور عملیاتی از طریق سه شاخص دقت (تطبیق مدت‌زمان اجرای بدنی و اجرای ذهنی)، وضوح و کنترل نوع تصویرسازی امکان‌پذیر است. عوامل مختلفی ممکن است در بیش تخمینی و کم تخمینی زمان حرکت در طول تصویرسازی نقش داشته باشد که از آن جمله می‌توان به ویژگی‌های مهارت حرکتی از جمله نوع و مدت‌زمان تکلیف حرکتی (گویلوت و کالت، ۲۰۰۵) و درجه دشواری تکلیف و نیز سطح تبحر اجراکننده (مونزرت[5]، ۲۰۰۸) و نوع تصویرسازی (کانسک[6]، ۲۰۱۶) اشاره کرد. یافته‌های پژوهشی با وجود ناهمخوانی‌های موجود، نشان می‌دهند که افزایش در مدت‌زمان حرکت به همراه استفاده از تصویرسازی حرکتی به کاهش دقت تصویرسازی و بیش تخمینی در زمان‌بندی اجرای ذهنی منجر می‌شود (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۲).

از سوی دیگر، خستگی یک فرایند تدریجی و تجمعی است و تصور بر این است که با کاهش هوشیاری و در نهایت اختلال در عملکرد ذهنی همراه است. خستگی می‌تواند به‌صورت خستگی بدنی یا خستگی ذهنی باشد. خستگی ذهنی نوعی احساس نداشتن نیرو است. برخی آن را کمبود منابع شناختی برای حفظ کارایی می‌دانند. خستگی فیزیولوژیک با تغییرات عملکردی محل اتصال عصب به عضله (خستگی محیطی) و یا تغییر عملکرد مغز و نخاع (خستگی مرکزی) به دست می‌آید. خستگی محیطی یا مرکزی ممکن است جدا و یا همراه با هم

1. Murphy, Nordin & Cumming
2. Kavakli & Gero
3. Guillot, Louis & Collet
4. Weinber
5. Munzer
6. Kanthac

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

بر حسب شرایط ایجاد شود. هر کدام از اتصالات متعددی که در طول زنجیر طولانی از مرکز حرکتی مغز تا ساختمان انقباضی در هر فیبر عضلانی وجود دارد ممکن است باعث خستگی شوند (والش[1]، ۲۰۰۰). محل اصلی واکنش‌های بیولوژیک که منجر به بروز این نوع خستگی می‌شوند در سطح پروکسیمال نورون حرکتی قرار دارد و شامل مناطق فوق نخاعی به‌ویژه مغز، عصب آوران عضوی، نورون‌های حرکتی مسیر کورتیکواسپاینال، انشعابات جانبی اعصاب مغزی- سیناپسی نخاعی و نروترانسمیترها می‌شود؛ یعنی، عوامل اصلی مختل‌کننده فرآیند انقباض عضلانی در داخل دستگاه عصبی قرار دارند. در این نوع خستگی مناطق فوق‌الذکر پتانسیل بیشتری برای ایجاد و بروز خستگی دارند و اختلال در درون داده‌های تحریکی مراکز حرکتی فوقانی، برون داده‌های تحریکی مراکز حرکتی فوقانی به نورون‌های حرکتی تحتانی، تحریک‌پذیری نورون‌های حرکتی و انتقال عصب- عضله می‌تواند سبب بروز خستگی شود (والش، ۲۰۰۰). خستگی محیطی (عضلانی یا موضعی) ناتوانی در تولید و حفظ نیرو یا توان لازم یا مورد انتظار و ناتوانی در حفظ ظرفیت کاری تعریف شده است. در شرایط خستگی تحریک‌پذیری دوک عضلانی کاهش یافته و طی آن، حرکت و وضعیت مفاصل به‌درستی ادراک نمی‌شود (تیلور، باتلر و گاندویا[2]، ۲۰۰۰) و یکپارچگی بازخورد حسی دچار اختلال می‌شود (پایلارد[3]، ۲۰۱۲). از این‌رو، اطلاعات حسی مورد پردازش در فرایند تصویرسازی ذهنی به هنگام خستگی بر پایه یکپارچگی بازخورد حسی مختل استوار است و از این طریق ممکن است دقت تصویرسازی ذهنی نیز با اختلال روبرو شود. برخی مطالعات تأثیرات خستگی مرکزی و محیطی و تغییرات عملکرد عصبی- عضلانی متعاقب تمرینات بدنی طولانی‌مدت را مورد مطالعه قرار داده‌اند (میلت[4] و همکاران، ۲۰۰۲). برای مثال، گیلوت[5] و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که خستگی عضلانی ناحیه‌ای، دقت تصویرسازی حرکتی ورزشکاران را با توجه به برابر بودن زمان تصویرسازی در قبل و بعد از خستگی، تغییر نمی‌دهد و زمان‌بندی حرکت در طول بازسازی ذهنی در شرایط خستگی حفظ می‌شود. همچنین، دانا، رفیعی و صالحیان (۲۰۱۸) نشان دادند خستگی، خطای زمان‌بندی شناگران را برای هر سه نوع تصویرسازی در دو گروه ماهر و غیر ماهر افزایش می‌دهد. هر چند، زمان‌بندی و وضوح تصویرسازی ذهنی به‌عنوان شاخص‌های توانایی تصویرسازی ذهنی نقش تعیین- کننده‌ای در اثربخشی مداخلات تصویرسازی دارند، اما، در خصوص سایر مهارت‌های حرکتی از جمله مهارت- های حرکتی زنجیره‌ای (روتین کاراته) و همچنین نقش متغیر تعدیل‌کننده مدت‌زمان حرکت، مطالعات اندکی صورت گرفته است. گیلوت و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که افزایش مدت زمان حرکت، منجر به کاهش دقت تصویرسازی شد. اما تحقیقی به بررسی اثرات خستگی در تعامل با مدت زمان حرکت نپرداخته اند. بنابراین، ضرورت انجام تحقیق حاضر پر کردن شکاف موجود است تا به ابعاد مختلف اثر خستگی بر توانایی تصویرسازی پرداخته شود.

روش‌شناسی پژوهش

روش اجرای این پژوهش نیمه تجربی بود و از لحاظ هدف کاربردی است که با استفاده از طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون و با استفاده از دو گروه انجام شد.

شرکت‌کنندگان

جامعه این پژوهش کلیه ورزشکاران هیئت کاراته استان آذربایجان غربی است. از این جامعه، در مرحله اول، ۳۰

1. Walsh
2. Taylor, Butler & Gandevia
3. Paillard
4. Millet
5. Guillot

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

کاراته‌کای ماهر زن به‌صورت تصادفی به دو گروه خستگی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) برای تکلیف بلند و در محله دوم، ۳۰ کاراته‌کای ماهر زن به‌صورت تصادفی به دو گروه خستگی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) برای تکلیف کوتاه تقسیم شدند. شرکت‌کننده‌های ماهر از بین ورزشکاران رقابتی که برای حضور در مسابقات استانی و کشوری به تمرین می‌پرداختند، انتخاب شدند. معیار ورود شرکت‌کنندگان سلامت بدن (عدم وجود آسیب‌دیدگی)، عدم سابقه اختلالات عصبی–عضلانی و سطوح بالای توانایی تصویرسازی ذهنی است. معیارهای خروج در پژوهش حاضر آسیب‌دیدگی در شش ماه گذشته، محدودیت فعالیت بر اساس دستور پزشک و اختلالات عصبی–عضلانی بود. این تعداد با توجه به مطالعات قبلی (گیلوت و همکاران، ۲۰۰۵؛ دی رینزیو[1] و همکاران، ۲۰۱۲) و در نظر گرفتن نوع تحلیل‌ها انتخاب گردیده‌اند.

ابزار و شیوه گردآوری داده‌ها

زمان‌سنج: مدت‌زمان اجرای مهارت حرکتی به‌صورت بدنی و ذهنی با زمان‌سنج دیجیتالی استاندارد با برند سیتیزن ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شد.

پرسش‌نامه وضوح تصویرسازی حرکتی–نسخه دوم: برای سنجش وضوح تصویرسازی ذهنی در پژوهش حاضر از پرسش‌نامه وضوح تصویرسازی حرکتی–نسخه دوم (روبرتس، کالو، هاردی، مارکلند و برینگر، ۲۰۰۸) استفاده شد. 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 به‌عنوان شاخص وضوح تصویرسازی در نظر گرفته می‌شود. پاسخ‌های این پرسش‌نامه روی پیوستار لیکرت پنج درجه‌ای از ۱ (اصلاً تصویری وجود ندارد) تا ۵ (کاملاً روشن و واضح) نمره دهی می‌شود. 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).

مقیاس آنالوگ بینایی: برای سنجش توانایی شرکت‌کنندگان در کنترل اجرای ذهنی از سه مقیاس آنالوگ بینایی (وی. ای. اس.) ۱۰ سانتی‌متری متناسب با دستورالعمل تصویرسازی ذهنی (بینایی درونی، بینایی بیرونی، حرکتی) استفاده شد. فرد بر اساس ارزیابی خود از اجرای ذهنی، میزان کنترل خود را روی پیوستار از صفر (صفر درصد درونی/ بیرونی/ حرکتی) تا ۱۰ سانتی‌متر (۱۰۰ درصد درونی/ بیرونی/ حرکتی) مشخص می‌کند. به‌کارگیری این نوع ابزار برای سنجش کنترل‌پذیری اجرای ذهنی در مطالعات تصویرسازی ذهنی متداول است (برای مثال، اسپیتل و موریس، ۲۰۰۷). همبستگی نمرات مقیاس آنالوگ بینایی با شاخص‌های عصبی–زیستی تصویرسازی ذهنی نظیر فعالیت الکترومغناطیسی عضلات و فعالیت الکتریکی پوست به ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۹۲ گزارش شده است که نشان از روایی مطلوب این ابزار است. همچنین ضریب بازآزمایی این ابزار بین ۰/۸۱ تا ۰/۸۹ گزارش شده است (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۰).

دستگاه ضربان سنج: جهت کنترل شدت تمرین، ضربان قلب شرکت‌کنندگان در طول جلسه تمرین خسته‌کننده به‌وسیله نوار حسگر ضربان قلب اندازه–گیری شد. این نوار حسگر از تجهیزات جانبی ساعت ورزشی با نشان تجاری پلار (مدل آر. سی. تری جی. پی. اس.) ساخت کشور آلمان است که پیش از شروع

1. Di Rienzo

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

تمرین روی قفسه سینه نصب شد و در طول تمرین اندازه‌گیری دقیقی از ضربان قلب را روی صفحه نمایش ساعت فراهم می‌کند. خطای سنجش ضربان قلب در آن یک درصد توسط تولیدکننده گزارش شده است. در پژوهش حاضر، دامنه ضربان قلب هدف در طول تمرین بر اساس حداکثر ضربان قلب شرکت‌کنندگان روی دستگاه تنظیم شد، به طوری که در صورت کاهش سطح فعالیت صدای اخطار دستگاه فعال شد. بدین ترتیب پس از شروع تمرین و رسیدن ضربان قلب به آستانه هدف، سطح فعالیت و بار تمرینی کنترل گردید.

مقیاس اصلاح شده بورگ: اگر چه ضربان قلب شاخص معتبری برای کنترل شدت تمرین برشمرده می‌شود، اما تفاوت‌های فردی در تحمل فشار و خستگی ناشی از تمرین ممکن است زمان رسیدن به واماندگی را تحت تأثیر قرار دهد. لذا در پژوهش حاضر علاوه بر ضربان قلب، میزان درک فشار شرکت‌کنندگان با استفاده مقیاس اصلاح شده بورگ (سی. آر. ۱۰) هر پنج دقیقه یک بار و در انتهای پروتکل تمرینی (هنگامی که فرد اعلام واماندگی می‌کند) مورد سنجش قرار گرفت. درجه‌بندی این مقیاس بین صفر تا ۱۰ بود و به‌صورت شفاهی اجرا می‌شود.

در ابتدا، کلیه توضیحات لازم جهت آشنایی کامل با فرایند پژوهش به شرکت‌کنندگان ارائه گردید و از آنان خواسته شد تا در صورت تمایل، فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش و مشخصات فردی را تکمیل نمایند. سپس آموزش‌های لازم در خصوص نحوه انجام انواع تصویرسازی ذهنی (بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی) و تکمیل پرسش‌نامه‌ها ارائه گردید و برای اطمینان از این‌که شرکت‌کنندگان استفاده از انواع تصویرسازی ذهنی را فراگرفته‌اند (اسپیتل، ۲۰۰۱)، از آنان خواسته شد تا طی سه کوشش یک کاتای پایه کاراته (به غیر از تکالیف اصلی) را با استفاده از تصویرسازی بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی تصویرسازی کنند و مقیاس‌های آنالوگ بینایی را تکمیل نمایند. در صورت انطباق اجراهای ذهنی با دستورالعمل‌های تصویرسازی، در ادامه از آن‌ها خواسته شد تا روی یک صندلی راحت بنشینند و مطابق دستورالعمل ارائه شده پرسش‌نامه وضوح تصویرسازی حرکتی را تکمیل نمایند. همچنین در صورت عدم انطباق، انواع تصویرسازی ذهنی به‌صورت مجدد آموزش داده شد و در صورت تکرار فرد جایگزین شد. با توجه به لزوم کنترل وضوح تصویرسازی ذهنی در مطالعات مربوط به تصویرسازی ذهنی (موریس و همکاران، ۲۰۰۵)، ۶۰ کاراته‌کا از افرادی که نمرات بالاتر از حد متوسط (۳۶ <) را در پرسش‌نامه وضوح تصویرسازی حرکتی کسب کردند، به‌عنوان نمونه اصلی انتخاب شدند.

در ادامه، اندازه‌گیری‌های پژوهش شامل سنجش مدت‌زمان اجرای بدنی اجرا شد. در اجرای بدنی، از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا پس از انجام پروتکل گرم کردن استاندارد (دویدن، حرکات کششی ایستا و پویا به مدت ۱۰ دقیقه)، در موقعیت مناسب در محوطه تعیین‌شده قرار گرفته و طی سه کوشش که فاصله استراحت فعال مناسبی بین آن‌ها لحاظ خواهد شد (۱ تا ۳ دقیقه)، تکالیف حرکتی تعیین‌شده را اجرا نمایند. زمان شروع و اتمام توسط پژوهشگر ثبت گردید و زمان بهترین اجرا به‌عنوان رکورد فرد در نظر گرفته شد و از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا پروتکل سرد کردن استاندارد (حرکات فعال برای کاهش ضربان قلب، حرکات کششی ایستا و ماساژ در کل به مدت ۱۰ دقیقه) را اجرا نمایند. پس از سه روز، مرحله اصلی پژوهش اجرا شد. مرحله اصلی پژوهش متشکل از یک وهله تمرین خسته‌کننده بود. هر وهله شامل گرم کردن، سنجش‌های پیش‌آزمون، اعمال پروتکل تمرینی، سنجش‌های پس‌آزمون و سرد کردن بود. گرم کردن و سرد کردن مطابق با جلسه سنجش‌های پایه اجرا شد، با این تفاوت که پس از گرم کردن از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا طی یک کوشش تکالیف حرکتی را اجرا

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

نمایند. قرارگیری این کوشش به دلیل ایجاد درک درست از زمان‌بندی اجرای بدنی است (دیرینزیو و همکاران، ۲۰۱۲). سنجش‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون شامل اجرای ذهنی تکالیف حرکتی به‌صورت بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی خواهد بود که مطابق با آموزش‌های فراهم‌شده در ابتدای پژوهش انجام شد و از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا روی یک صندلی راحت بنشینند و زمان‌سنج را با دست ترجیحی خود بگیرند و انگشت خود را بر دکمه شروع بگذارند و سپس چشمان خود را ببندند و به اختیار خود هنگام آغاز و اتمام تصویرسازی، دکمه زمان‌سنج را فشار دهند و سعی کنند تا زمان و تکنیک اجراهای ذهنی به‌طور دقیق مطابق با اجرای بدنی آن‌ها باشد. تأکید کلامی بر انطباق اجرای ذهنی و بدنی با توجه به تأثیر آگاهی ضمنی بر اجرای ذهنی ضروری است (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۲). این روش زمان‌سنجی ذهنی در مطالعات قبلی مورد استفاده بوده است (گویلوت و همکاران، ۲۰۰۵؛ ویلیامز و همکاران، ۲۰۱۵). در ادامه زمان اندازه‌گیری شده به‌عنوان مدت‌زمان اجراهای ذهنی توسط پژوهشگر ثبت گردید و از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا بلافاصله پس از هر اجرای ذهنی، مقیاس‌های آنالوگ بینایی مربوط به دستورالعمل‌ها را درجه‌بندی نمایند. اثر ترتیب سه نوع اجرای ذهنی به‌وسیله همترازسازی متقابل و با استفاده از طرح مربع لاتین تعیین و کنترل شد. لازم به ذکر است که کوشش‌هایی که در آن شرکت‌کنندگان نمرات پایین‌تر از ۸ روی مقیاس آنالوگ بینایی گزارش کنند، به‌عنوان کوشش‌های نامعتبر در نظر گرفته شدند (اسپیتل و موریس، ۲۰۰۷) و تکرار خواهند گردید. در ادامه، گروه‌های تجربی پروتکل تمرینی را برای خستگی را اجرا کردند، در حالی که گروه‌های کنترل فاقد هرگونه فعالیت بدنی و ذهنی بودند. لازم به توضیح است که سنجش‌های پس‌آزمون ۱۸۰ ثانیه پس از اتمام پروتکل تمرینی و بازگشت ضربان قلب به حالت اولیه اجرا گردید.

پروتکل تمرینی: برای اعمال متغیر مستقل (خستگی) از پروتکل خستگی شامل دویدن با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه (سن را از مقدار ۲۲۰ کم شد تا ضربان قلب بیشینه به دست بیایید و سپس ۷۰ درصد این مقدار محاسبه شد) تا رسیدن به حد خستگی استفاده شد. در اجرا ابتدا پروتکل گرم کردن استاندارد (دویدن، حرکات کششی ایستا و پویا به مدت ۱۰ دقیقه) اجرا شد و پس از نصب نوار حسگر ضربان قلب و کنترل ارتباط آن با تردمیل، از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد تا روی تردمیل قرار بگیرند و شروع به دویدن نمایند و شدت دویدن خود را تا دامنه ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه بالا ببرند و تا سرحد رسیدن به خستگی دویدن را ادامه دهند. ضربان قلب و میزان درک فشار در طول اجرای بدنی خسته‌کننده کنترل و ثبت گردید و در صورت نیاز تغییرات لازم برای حفظ شدت تمرین اعمال گردید.

روش پردازش داده‌ها

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو- ویلک استفاده شد. تجانس واریانس داده‌ها بین گروه‌ها با استفاده از آزمون باکس و لوین و کرویت داده‌ها که یکی از مفروضه‌های استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر است با استفاده از آزمون کرویت ماچولی بررسی و در صورت نیاز از اصلاحیه گرین-هاووس- گیسر (اپسیلون ε) برای تعدیل درجات آزادی استفاده شد. از تحلیل واریانس مختلط با طرح ۲ نوع تصویرسازی (بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی) × ۲ شرایط خستگی (خستگی/ کنترل) برای آزمون فرضیه‌ها استفاده شد. در پژوهش حاضر مطابق با پیشنهاد کوهن (۱۹۸۸)، مقدار ۰/۲ به‌عنوان اندازه اثر کوچک، مقدار ۰/۵ به‌عنوان اندازه اثر متوسط و مقدار ۰/۸ به‌عنوان اندازه اثر بزرگ در نظر گرفته شد. تمامی

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

تحلیل‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با استفاده از اس پی اس اس نسخه ۲۲ انجام شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون t-مستقل نشان داد که بین میانگین پیش‌آزمون دقت تصویرسازی بینایی بیرونی ($t_{(۲۸)}$=۰/۵۳۱ ،P=۰/۶۰۰)، دقت تصویرسازی بینایی درونی ($t_{(۲۸)}$=۰/۹۷۷ ،P=۰/۳۳۷) و دقت تصویرسازی حرکتی ($t_{(۲۸)}$=۱/۳۱ ،P=۰/۱۹۹) گروه خستگی و کنترل در تکلیف بلند تفاوت معناداری وجود ندارد. همچنین، بین میانگین پیش‌آزمون دقت تصویرسازی بینایی بیرونی ($t_{(۲۸)}$=۱/۰۰ ،P=۰/۳۲۶)، دقت تصویرسازی بینایی درونی ($t_{(۲۸)}$=۰/۴۳۳ ،P=۰/۶۶۸) و دقت تصویرسازی حرکتی ($t_{(۲۸)}$=۲/۰۱ ،P=۰/۰۵۴) گروه خستگی و کنترل در تکلیف کوتاه تفاوت معناداری وجود ندارد. همچنین، بین میانگین پیش‌آزمون وضوح تصویرسازی بینایی بیرونی ($t_{(۲۸)}$=۰/۱۱۳ ،P=۰/۹۱۱)، وضوح تصویرسازی بینایی درونی (P=۰/۷۵۶، $t_{(۲۸)}$=۰/۳۱۴) و وضوح تصویرسازی حرکتی ($t_{(۲۸)}$=۰/۰۶۱ ،P=۰/۹۵۱) گروه خستگی و کنترل در تکلیف بلند تفاوت معناداری وجود ندارد. بین میانگین پیش‌آزمون وضوح تصویرسازی بینایی بیرونی ($t_{(۲۸)}$=۰/۲۲۲ ،P=۰/۸۲۶)، وضوح تصویرسازی بینایی درونی ($t_{(۲۸)}$=۰/۴۰۶ ،P=۰/۶۸۸) و وضوح تصویرسازی حرکتی ($t_{(۲۸)}$=۰/۰۰۱ ،P=۱/۰۰) گروه خستگی و کنترل در تکلیف کوتاه تفاوت معناداری وجود ندارد. به‌علاوه، بین میانگین پیش‌آزمون کنترل‌پذیری تصویرسازی بینایی بیرونی (P=۰/۱۱۹، $t_{(۲۸)}$=۱/۶۰)، کنترل‌پذیری تصویرسازی بینایی درونی ($t_{(۲۸)}$=۱/۱۷ ،P=۰/۲۴۹) و کنترل‌پذیری تصویرسازی حرکتی ($t_{(۲۸)}$=۰/۹۳۸ ،P=۰/۳۵۴) گروه خستگی و کنترل در تکلیف بلند تفاوت معناداری وجود ندارد. همچنین، بین میانگین پیش‌آزمون کنترل‌پذیری تصویرسازی بینایی بیرونی ($t_{(۲۸)}$=۰/۶۳۸ ،P=۰/۵۲۹)، کنترل‌پذیری تصویرسازی بینایی درونی (P=۰/۶۵۸، $t_{(۲۸)}$=۰/۴۴۷) و کنترل‌پذیری تصویرسازی حرکتی ($t_{(۲۸)}$=۰/۲۱۱ ،P=۰/۸۳۴) گروه خستگی و کنترل در تکلیف کوتاه تفاوت معناداری وجود ندارد. بنابراین، تفاوت‌های اولیه بین گروه‌های پژوهش وجود ندارد.

نتایج تحلیل واریانس ۲ عاملی (نوع تصویرسازی×خستگی) با اندازه‌گیری مکرر در عامل تصویرسازی برای تکلیف کوتاه در جدول شماره ۱ نشان داد که خستگی بر دقت تصویرسازی ذهنی تکلیف کوتاه تأثیر معناداری دارد (η^2=۰/۵۲، P=۰/۰۰۰، $F_{(۲۸،۱)}$=۳۱/۱)؛ به عبارت دیگر، یک وهله خستگی منجر به کاهش معنادار دقت تصویرسازی تکلیف کوتاه شد. اثر نوع تصویرسازی بر دقت تصویرسازی تکلیف کوتاه معنادار است (η^2=۰/۵۸، P=۰/۰۰۰، $F_{(۵۶،۲)}$=۳۹/۰۴). نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که دقت تصویرسازی بینایی بیرونی، از بینایی درونی بیشتر است و دقت تصویرسازی بینایی درونی از حرکتی بالاتر است. در نهایت، اثر تعاملی خستگی و نوع تصویرسازی بر دقت تصویرسازی تکلیف کوتاه معنادار نیست (۸۵۳=۰/۰۰۶، P=۰/η^2، $F_{(۵۶،۲)}$=۰/۱۶۰).

نتایج تحلیل واریانس ۲ عاملی (نوع تصویرسازی×خستگی) با اندازه‌گیری مکرر در عامل تصویرسازی برای تکلیف بلند در جدول شماره ۱ نشان داد که خستگی بر دقت تصویرسازی ذهنی تکلیف بلند تأثیر معناداری دارد (۰۵=۰/۱۲، P=۰/η^2، $F_{(۲۸،۱)}$=۴/۱)؛ به عبارت دیگر، یک وهله خستگی منجر به کاهش معنادار دقت تصویرسازی تکلیف بلند شد. اثر نوع تصویرسازی بر دقت تصویرسازی تکلیف بلند معنادار است (۰۰۰=۰/۷۶، P=۰/η^2، $F_{(۵۶،۲)}$=۱۰۲/۹). نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که دقت تصویرسازی بینایی بیرونی، از بینایی درونی بیشتر است و دقت تصویرسازی بینایی درونی از حرکتی بالاتر است. در

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

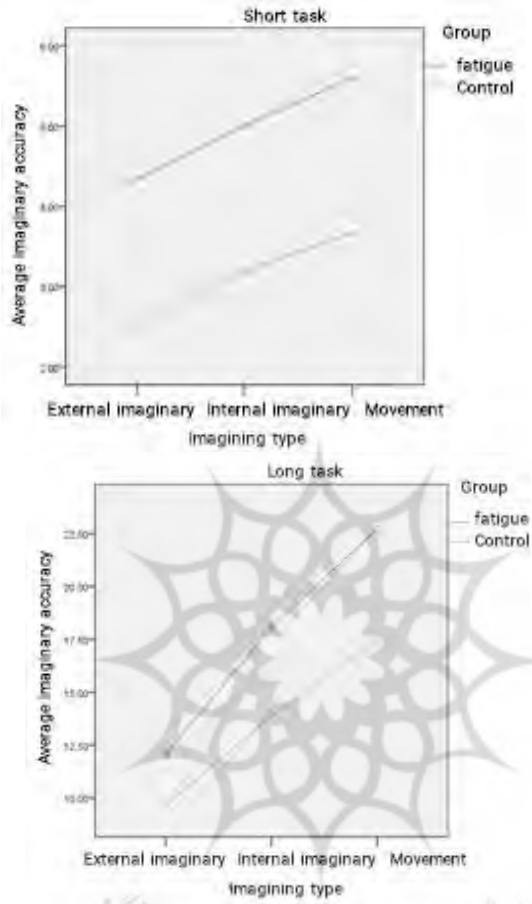
نهایت، اثر تعاملی خستگی و نوع تصویرسازی بر دقت ($F_{(۵۶،۲)}$=۲/۵۲ ،P=۰/۰۸۹). تصویرسازی تکلیف بلند معنادار نیست (η^2=۰/۰۸)،

جدول ۱- نتایج تحلیل واریانس ۲ عاملی (خستگی ×نوع تصویرسازی) برای دقت تصویرسازی

Table No. 1. Results of 2-factor analysis of variance (fatigue × imaging type) for imaging accuracy

تکلیف	منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	η^2
بلند Long	نوع تصویرسازی imaging type	1283.4	2	641.7	102.9	۰ 0.000	0.78
	خستگی×نوع تصویرسازی Fatigue × imaging type	31.4	2	15.7	2.52	0.089	0.08
	خطا Error	349.04	56	6.23			
	خستگی Fatigue	352.04	1	352.04	4.13	0.05	0.12
	خطا Error	2386.5	28	85.2			
کوتاه Short	نوع تصویرسازی imaging type	21.68	2	10.8۸	39.4	0.000	0.58
	خستگی×نوع تصویرسازی Fatigue × imaging type	0.089	2	0.044	0.160	0.853	0.006
	خطا Error	15.5	56	0.278			
	خستگی Fatigue	76.5	1	76.5	31.1	0.000	0.52
	خطا Error	78.8	28	2.45			

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



شکل ۱- نمودار میانگین دقت تصویرسازی بیرونی، درونی و حرکتی در دو تکلیف کوتاه و بلند

Figure 1- Diagram of the average accuracy of external, internal and motion imagination in both short and long tasks

نتایج تحلیل واریانس ۲ عاملی (نوع تصویرسازی×خستگی) با اندازه‌گیری مکرر در عامل تصویرسازی برای تکلیف کوتاه در جدول شماره ۲ نشان داد که خستگی بر وضوح تصویرسازی ذهنی تکلیف کوتاه تأثیر معناداری ندارد (η^2=۰/۰۷، P=۰/۱۳۱، $F_{(۲۸،۱)}$=۲/۴۱). اثر نوع تصویرسازی بر وضوح تصویرسازی تکلیف کوتاه معنادار است (η^2=۰/۳۰، ۰۰۰=P، $F_{(۵۶،۲)}$=۱۲/۱). نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که وضوح تصویرسازی بینایی بیرونی، از بینایی درونی بیشتر است و وضوح تصویرسازی بینایی درونی از حرکتی بالاتر است. در نهایت، اثر تعاملی خستگی و نوع تصویرسازی بر وضوح تصویرسازی تکلیف کوتاه معنادار نیست (η^2=۰/۰۰۷، P=۰/۸۱۸، $F_{(۵۶،۲)}$=۰/۲۰۲).

نتایج تحلیل واریانس ۲ عاملی (نوع تصویرسازی×خستگی) با اندازه‌گیری مکرر در عامل

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

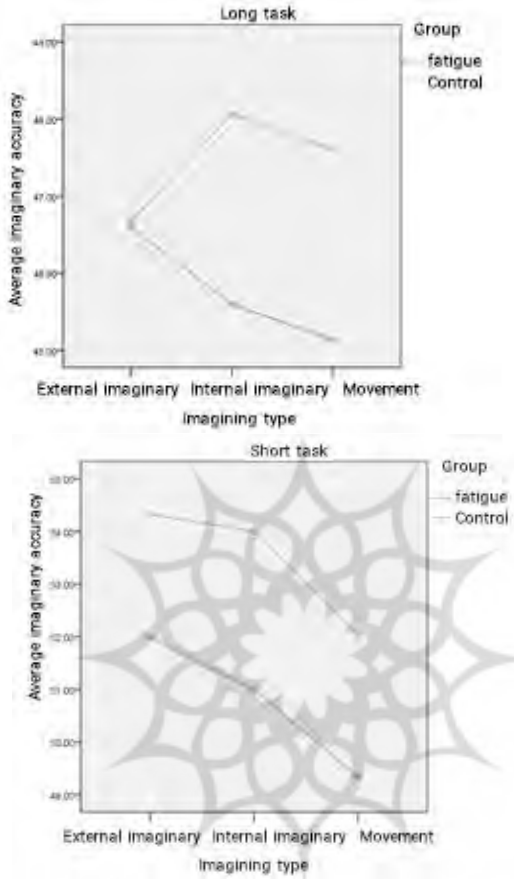
تصویرسازی برای تکلیف بلند در جدول شماره ۲ نشان داد که خستگی بر وضوح تصویرسازی ذهنی تکلیف بلند تأثیر معناداری ندارد ($F_{(۲۸،۱)}$=۲/۰۴، P=۰/۱۶۴، η^2=۰/۰۶). اثر نوع تصویرسازی بر وضوح تصویرسازی تکلیف بلند معنادار نیست (η^2=۰/۰۰۲، P=۰/۹۴۹، $F_{(۵۶،۲)}$=۰/۰۵۲). در نهایت، اثر تعاملی خستگی و نوع تصویرسازی بر وضوح تصویرسازی تکلیف بلند معنادار نیست (P=۰/۶۳۷، η^2=۰/۰۱، $F_{(۵۶،۲)}$=۰/۴۵۵).

جدول ۲- نتایج تحلیل واریانس ۲ عاملی (خستگی ×نوع تصویرسازی) برای وضوح تصویرسازی

Table 2- Results of 2-factor analysis of variance (fatigue × imaging type) for imaging resolution

تکلیف	منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	η^2
بلند Long	نوع تصویرسازی imaging type	3.28	2	1.64	0.052	0.949	0.002
	خستگی×نوع تصویرسازی Fatigue × imaging type	28.8	2	14.4	0.455	0.637	0.016
	خطا Error	1773.9	56	31.6			
	خستگی Fatigue	62.5	1	62.5	2.04	0.164	0.068
	خطا Error	854.8	56	30.5			
کوتاه Short	نوع تصویرسازی imaging type	100.5	2	50.2	12.1	0.000	0.303
	خستگی×نوع تصویرسازی Fatigue × imaging type	1.66	2	0.833	0.202	0.818	0.007
	خطا Error	231.1	56	4.12			
	خستگی Fatigue	160	1	160	2.41	0.131	0.079
	خطا Error	18555.5	58	66.2			

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



شکل ۲-نمودار میانگین وضوح تصویرسازی بیرونی، درونی و حرکتی در دو تکلیف کوتاه و بلند

Figure 2- Graph of the average resolution of external, internal and motion imaging in both short and long tasks

نتایج تحلیل واریانس ۲ عاملی (نوع تصویرسازی×خستگی) با اندازه‌گیری مکرر در عامل تصویرسازی برای تکلیف کوتاه در جدول شماره ۳ نشان داد که خستگی بر کنترل‌پذیری تصویرسازی ذهنی تکلیف کوتاه تأثیر معناداری ندارد (η^2=۰/۰۷، P=۰/۱۴۱، $F_{(۲۸،۱)}$=۲/۲۹). اثر نوع تصویرسازی بر کنترل‌پذیری تصویرسازی تکلیف کوتاه معنادار است (η^2=۰/۲۴، ۰۰۰=۰/۰، P=۰/۰، $F_{(۵۶،۲)}$=۹/۲۷). نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که کنترل‌پذیری تصویرسازی بینایی بیرونی از حرکتی بالاتر است. در نهایت، اثر تعاملی خستگی و نوع تصویرسازی بر کنترل‌پذیری تصویرسازی تکلیف کوتاه معنادار نیست (η^2=۰/۰۴، P=۰/۲۶۱، $F_{(۵۶،۲)}$=۱/۳۷).

نتایج تحلیل واریانس ۲ عاملی (نوع تصویرسازی×خستگی) با اندازه‌گیری مکرر در عامل تصویرسازی برای تکلیف بلند در جدول شماره ۳ نشان داد که خستگی بر کنترل‌پذیری تصویرسازی ذهنی تکلیف بلند تأثیر معناداری ندارد (۰/۰۵=۲۱۵، η^2=۰/۰، P=

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

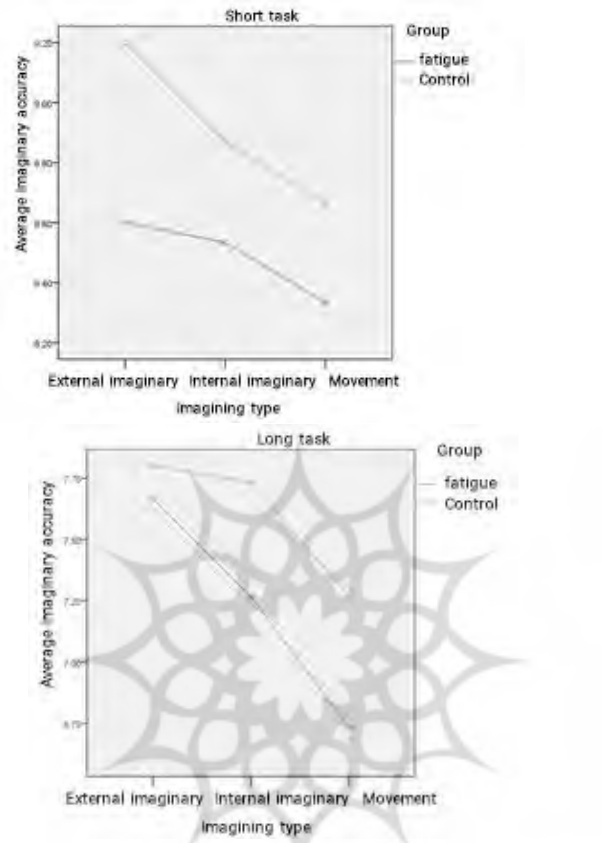
$F_{(۲۸،۱)}$=۱/۶۰). اثر نوع تصویرسازی بر کنترل‌پذیری تصویرسازی تکلیف بلند معنادار است (η^2=۰/۲۱، P=۰/۰۰۱، $F_{(۵۶،۲)}$=۷/۴۷). نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که کنترل‌پذیری تصویرسازی بینایی بیرونی از تصویرسازی درونی؛ کنترل‌پذیری تصویرسازی بینایی درونی از حرکتی به‌طور معناداری بالاتر است در نهایت، اثر تعاملی خستگی و نوع تصویرسازی بر کنترل‌پذیری تصویرسازی تکلیف بلند معنادار نیست (η^2=۰/۰۲، P=۰/۵۴۶، $F_{(۵۶،۲)}$=۰/۶۱۱).

جدول ۳- نتایج تحلیل واریانس ۲ عاملی (خستگی ×نوع تصویرسازی) برای کنترل‌پذیری تصویرسازی

Table 3- Results of 2-factor analysis of variance (fatigue × imaging type) for imaging controllability

تکلیف	منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	η^2
بلند Long	نوع تصویرسازی imaging type	8.42	2	4.21	7.47	0.001	0.21
	خستگی×نوع تصویرسازی Fatigue × imaging type	0.689	2	0.344	0.611	0.546	0.021
	خطا Error	31.55	56	0.563			
	خستگی Fatigue	3.21	1	3.21	1.60	0215	0.054
	خطا Error	55.9	28	1.99			
کوتاه Short	نوع تصویرسازی imaging type	2.40	2	1.20	9.2	0.000	0.249
	خستگی×نوع تصویرسازی Fatigue × imaging type	0.356	2	0.178	1.37	0.261	0.047
	خطا Error	7.24	56	0.129			
	خستگی Fatigue	4.01	1	4.01	2.29	0.141	0.076
	خطا Error	48.8	28	1.74			

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



شکل ۳- نمودار میانگین کنترل‌پذیری تصویرسازی بیرونی، درونی و حرکتی در دو تکلیف کوتاه و بلند

Figure 3- Diagram of the average controllability of external, internal and motion imaging in both short and long tasks

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که یک وهله خستگی منجر به کاهش معنادار دقت تصویرسازی شد، اما بر وضوح و کنترل‌پذیری تصویرسازی تأثیر معناداری نداشت. در تبیین این نتایج به نظر می رسد خستگی از طریق چند مکانیسم می‌تواند بر دقت تصویرسازی ذهنی اثر بگذارند. برای مثال، خستگی تحریک‌پذیری دوک عضلانی را که نقش مهمی در ادراک حرکت و پوزیشن مفاصل ایفاء می‌کند، کاهش می‌دهد (تیلور و همکاران، ۲۰۰۰)، از این‌رو منجر به خطای یکپارچگی بازخورد حسی می‌شود (پایلارد، ۲۰۱۲). به همین ترتیب، خستگی ممکن است بر ادراک بدنی اثرگذار باشد و سبب به‌هم‌ریختگی طرح‌واره بدن (پایلارد، ۲۰۱۲) و تغییرات فعالیت شبکه‌های عصبی در مغز شود. در همین راستا، گویلوت و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که خستگی عضلانی ناحیه‌ای، دقت تصویرسازی حرکتی ورزشکاران را تغییر نمی‌دهد. همچنین در این مطالعه، وضوح تصویرسازی حرکتی در

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

قبل و بعد از خستگی تغییر پیدا نکرد. در مطالعه دیگر، دموگت و پاپاگزنتیز[1] (۲۰۱۱) مشاهده کردند که مدت‌زمان تصویرسازی حرکتی تکلیف نقطه‌گذاری بازو بین سه هدف، بعد از اجرای بدنی خسته‌کننده فقط در عضو خسته کاهش یافت. در بررسی این ادعا، دی رینزیو و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که خستگی عمومی ناشی از تمرین بدنی خسته‌کننده شنا، بر توانایی تصویرسازی تأثیر نداشته است؛ در نهایت کانتاک[2] و همکاران (۲۰۲۰) نشان داند که تمرینات جسمانی تناوبی منجر به کاهش توانایی تصویرسازی حرکتی شد. بنابراین، نتایج پژوهش حاضر با پژوهش دموگت و پاپاگیزنتیز (۲۰۱۱) و کانتاک (۲۰۲۰) همخوان است؛ در حالی که با نتایج پژوهش دی رینزیو و همکاران (۲۰۱۲) و گویلوت و همکاران (۲۰۰۵) ناهمخوان است. از دلایل این ناهمخوانی می‌توان به نوع تکلیف و پروتکل ایجاد خستگی اشاره کرد. همچنین، در تبیین اثرگذاری خستگی بر دقت تصویرسازی و عدم اثرگذاری خستگی بر کنترل‌پذیری و وضوح تصویرسازی می‌توان به نحوه اندازه‌گیری دقت و کنترل‌پذیری و وضوح تصویرسازی اشاره کرد؛ زیرا سنجش دقت تصویرسازی نیازمند عملکرد ذهنی و بدنی است، زیرا شرکت‌کننده برای تعیین مدت‌زمان تصویرسازی زمان‌سنج را باید فشار دهد. زمان‌سنجی ذهنی به سنجش زمان موردنیاز برای پردازش تکالیف حسی–حرکتی برای استنباط محتوا و توالی زمانی عملیات شناختی اشاره دارد (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۲). در حالی که در کنترل‌پذیری و وضوح تصویرسازی نیازمند عملکرد شناختی است، چون مبتنی بر پر کردن پرسش‌نامه است.

با توجه به این‌که تصویرسازی ذهنی بر پایه فرایندهای اعصاب مرکزی استوار است و به‌صورت مجزا وضعیت واقعی بدن را مطابق با نوع تصویرسازی تلفیق می‌کند؛ بنابراین، ممکن است تأثیرپذیری انواع تصویرسازی از خستگی بدن متفاوت باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که خستگی بر دقت و وضوح تصویرسازی بینایی بیرونی کمترین اثر را داشت در حالی که خستگی بیشترین اثر را بر دقت و وضوح تصویرسازی حرکتی داشت. در تبیین این نتایج می‌توان به‌دشواری شکل‌دهی تصاویر حرکتی و سازمان‌دهی نشانه‌های حس–حرکت نسبت به نشانه‌های بینایی اشاره کرد (گیلوت و همکاران، ۲۰۰۴). صرف زمان زیاد برای اجرای ذهنی مهارت در طول تصویرسازی حرکتی نسبت به تصویرسازی بینایی ممکن است به دلیل دشواری درک نشانه‌های بدنی نسبت به نشانه‌های بینایی باشد. برای مثال کاراگیاننوپولوس[3] و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که خستگی منجر به کاهش حس–حرکت مفصل مچ دست شد. این نتیجه با نتایج گیلوت و همکاران (۲۰۰۴) و دانا و همکاران (۲۰۱۸) همخوان است. در همین راستا، گیلوت و همکاران (۲۰۰۴) با مقایسه زمان واقعی و ذهنی در ژیمناست‌ها و بازیکنان تنیس نشان دادند که بیش تخمینی بیشتر در طول تصویرسازی حرکتی نسبت به تصویرسازی بینایی به دلیل دشواری بیشتر در ارزیابی نشانه‌های حس پیکری در مقایسه با نشانه‌های بینایی هنگام شکل‌دهی تصاویر حرکتی بود. از آن‌جایی که تصویرسازی بینایی مبتنی بر حس بینایی و تصویرسازی حرکتی مبتنی بر گیرنده‌های بینایی و حس حرکت (عمقی) است، به نظر می‌رسد حس حرکتی از خستگی تأثیر بیشتری می‌پذیرد و یکپارچگی بین حسی با اختلال روبه‌رو می‌شود. همچنین، ثبت فعالیت مغز در طول تصویرسازی بینایی و حرکتی نشان داد که در هر دو نوع تصویرسازی ناحیه پیش حرکتی قشر مغز فعال است، اما در تصویرسازی بینایی نسبت به حرکتی بیشتر نواحی خلفی و فوقانی تر این ناحیه فعال می‌شوند؛ در

1. Demougeot & Papaxanthis
2. Kanthack
3. Karagiannopoulos

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

حالی‌که در تصویرسازی حرکتی نسبت به بینایی فعالیت در بخش‌های قدامی و خلفی ناحیه حرکتی مکمل شدیدتر است، احتمالاً این الگوهای متفاوت فعالیت مغزی دلیل تأثیرپذیری بیشتر تصویرسازی حرکتی نسبت به تصویرسازی بینایی باشد (گیلوت و همکاران، ۲۰۱۲)، زیرا تمرینات شدید و طولانی‌مدت با کاهش جریان خون مغزی باعث خستگی مرکزی می‌شود که به دنبال آن جزء شناختی را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین، منابع شناختی و انگیختگی، عصب‌شناسی و عملکردی مغز تحت تأثیر قرار می‌گیرند (ورما، میشرا و سینگ[1]، ۲۰۱۱). در مطالعه اسمیت و کالینز[2] (۲۰۰۴) از این نظریه حمایت شده است که تصویرسازی و حرکت واقعی همبستگی‌های عصبی مشترک زیادی دارند؛ بنابراین عامل پیش ساز اجرای بدنی و تصویرسازی یکسان هستند؛ بنابراین، این احتمال وجود دارد که خستگی با تغییر در سرعت و مدارهای عصبی درگیر در کنترل حرکت، اجرای واقعی و تصویرسازی شده را دچار مشکل کند (اسمیت و کالینز، ۲۰۰۴)

خستگی منجر به کاهش معنادار دقت تصویرسازی تکلیف کاتای بلند نسبت تکلیف کاتای کوتاه شد. هر چند، اثر خستگی بر وضوح تصویرسازی تکلیف کاتای بلند و کوتاه مشابه است. وضوح تصویرسازی بستگی به کیفیت‌های حسی محرک‌ها در شبیه‌سازی تصویرها، ظرفیت پردازش شناختی و تفاوت‌های فردی دارد در حالی که کنترل‌پذیری وابسته به تفاوت‌های در تقاضاهای شناختی و به خدمت گیری مسیرهای عصبی است (یو[3] و همکاران، ۲۰۱۶). در تبیین این نتیجه نیز می‌توان گفت که تکلیف کاتای کوتاه نسبت به تکلیف کاتای بلند، زمان کمتر در نتیجه اجزا و جزئیات کمتری دارد؛ بنابراین، منطقی است که دقت، وضوح و کنترل‌پذیری تصویرسازی ذهنی در تکلیف کاتای کوتاه به‌طور معناداری از تکلیف کاتای بلند بیشتر است. به نظر می‌رسد، وقتی عامل خستگی وارد می‌شود، خستگی از طریق اثرگذاری بر سرعت تصمیم‌گیری، خون‌رسانی به مغز و سرعت هدایت اطلاعات در نورون‌ها می‌تواند بر اجرای ذهنی اثر بگذارد. در این میان بسیاری از دستگاه‌های مهم بدن انسان، تحت تأثیر خستگی قرار می‌گیرند و سهم هر دستگاه با توجه به پیچیدگی وظایف و فرایند پردازش اطلاعات و پیچیدگی تکلیف تغییرپذیر است (لاتاش[4]، ۲۰۰۸). در مطالعه دکتی و بویسون[5] (۱۹۸۹) زمان حرکت به‌صورت خطی به‌عنوان تابعی از دشواری تکلیف افزایش یافت. در بخش دوم همین مطالعه، پژوهشگران تأثیر بار اضافه ۲۵ کیلوگرم هنگام پیاده‌روی واقعی و ذهنی به سمت اهداف در مسافت ۵، ۱۰ و ۱۵ متر را مورد آزمایش قرار دادند. در حالی که زمان‌های واقعی با زمان‌های ثبت شده بدون بار اضافه خارجی تفاوت نداشت، اما زمان‌های تصویرسازی شده افزایش یافت و به‌طور معنادار نزدیک به ۳۰ درصد طولانی‌تر از زمان‌های واقعی بودند. این نتایج هم توسط افزایش دشواری تکلیف و هم نیروی اضافه ادراک شده مورد نیاز برای حفظ گام پیاده‌روی عادی و غلبه بر بار اینرسی توضیح داده شدند. سریتلی[6] و همکاران (۲۰۰۰) از این یافته‌ها در تکلیف نقطه‌گذاری حمایت کردند. در این پژوهش مدت‌زمان حرکت‌های تصویرسازی شده به‌طور معنادار با اضافه شدن بار افزایش یافت (۳۰ درصد). (دکتی و همکاران، ۱۹۹۶؛ ماروف[7] و همکاران، ۱۹۹۹). در نهایت، اسلیفکین[8] (۲۰۰۸) نشان داد که تفاوت زمانی بین حرکت واقعی و تصویرسازی شده

1. Verma, Mishra & Singh
2. Smith & Collins
3. Yu, Fu, Kho, Li, Sun & Chan
4. Latash
5. Decety & Boisson
6. Cerritelli
7. Maruff
8. Slifkin

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

متناسب با شدت تلاش ذهنی بود و به‌طور اختصاصی‌تر متناسب با باری بود که می‌توانست توسط گروه عضلانی معین جابه‌جا شود. بنابراین، نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های دکتی و همکاران، اسلفکین و همکاران و سریتلی و همکاران همخوان است. با توجه به این‌که تکلیف کاتای بلند پیچیده‌تر از کاتای کوتاه است منطقی است که تحت تأثیر خستگی قرار بگیرد اثر کاهنده خستگی بدنی بر دقت تصویرسازی حرکتی بیش از تصویرسازی بینایی بیرونی و درونی است. همچنین، در نهایت، خستگی بدنی منجر به کاهش بیشتر کنترل‌پذیری تصویرسازی حرکتی در مقایسه با کنترل‌پذیری بینایی بیرونی و درونی شد. در فرایند یکپارچگی بازخورد حسی، سیستم عصبی مرکزی درون دادهای حسی را انتخاب، تقویت، مهار و مقایسه نمود و در قالب الگویی منعطف و قابل‌تغییر برای برنامه حرکتی آتی سازماندهی و یکپارچه می‌سازد (پایلارد، ۲۰۱۲). در شرایط خستگی تحریک‌پذیری دوک عضلانی کاهش می‌یابد و طی آن، حرکت و وضعیت مفاصل به درستی ادراک نمی‌شود (تیلور و همکاران، ۲۰۰۰) و یکپارچگی بازخورد حسی دچار اختلال می‌شود (پایلارد، ۲۰۱۲). ازاین‌رو، اطلاعات حسی مورد پردازش در فرایند تصویرسازی ذهنی به هنگام خستگی بر پایه یکپارچگی بازخورد حسی مختل استوار است و از این طریق ممکن است دقت تصویرسازی ذهنی نیز با اختلال روبرو شود و از آن‌جایی که تصویرسازی حرکتی نیازمند یکپارچگی بین حسی است، به احتمال زیاد بیشتر از تصویرسازی بینایی تحت تأثیر خستگی قرار می‌گیرد. در واقع، نوع تصویرسازی ذهنی ممکن است یکی از عوامل اثرگذار بر ویژگی‌های زمانی قلمداد شود که در مداخلاتی که هدف آن بهبود زمان‌بندی اجرا است می‌بایست در انتخاب نوع تصویرسازی به دقت عمل شود. گویلوت و همکاران (۲۰۰۴) با مقایسه زمان واقعی و ذهنی در ژیمناست‌ها و بازیکنان تنیس خبره، بیش تخمینی بیشتری در طول تصویرسازی حرکتی نسبت به بینایی مشاهده نمودند که بیان‌گر وجود دشواری بیشتر در ارزیابی نشانه‌های حس پیکری در مقایسه با نشانه‌های بینایی هنگام شکل‌دهی تصاویر حرکتی بود. یافته‌های مشابهی نیز در زمان تصویرسازی ذهنی برای سایر تکالیف حرکتی مانند اسکات پا گزارش شده است (گویلوت، هاجونر، دیتمار و کالت، ۲۰۰۵). در مطالعه کانسک و همکاران (۲۰۱۶) کم‌تخمینی زمان تصویرسازی حرکتی ایستا و پویا برای پنج پرتاب آزاد بسکتبال مشابه بود. کالملز[1] و همکاران (۲۰۰۶) با مقایسه زمان اجرای واقعی و ذهنی یک پرش کامل در ژیمناست‌های خبره نشان دادند که هر دو نوع تصویرسازی بینایی درونی و بیرونی به الگوی زمان‌سنجی مشابهی منتهی شد که به زمان واقعی نزدیک بود. فری[2] (۲۰۰۳) عنوان کرد که تصویرسازی حرکتی می‌تواند بازنمایی بهتری در مقایسه با تصویرسازی بینایی برای یادگیری زمان‌بندی حرکت فراهم کند، چرا که تصویرسازی حرکتی ممکن است مرتب‌سازی و زمان‌بندی تغییرات نسبی در حس‌هایی که توسط حرکت استخراج می‌شود را تسهیل کند. بنابراین، نتایج پژوهش حاضر با پژوهش کانسک و همکاران (۲۰۱۶) گویلوت و همکاران (۲۰۰۵) همخوان است. در نهایت، خستگی منجر به کاهش معنادار کنترل‌پذیری تصویرسازی حرکتی نسبت به تصویرسازی بینایی بیرونی و درونی در تکلیف بلند شده است؛ در حالی که در تکلیف کوتاه، خستگی بر کنترل‌پذیری تصویرسازی حرکتی، بینایی بیرونی و درونی اثر یکسانی دارد که با توجه به مطالب فوق‌الذکر به نظر می‌رسد که دشواری تکلیف عامل مهمی در کسب این نتیجه باشد.

1. Calmels

2. Fery

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

در نهایت، یافته‌های پژوهش حاضر در طراحی مداخله‌های شناختی مبتنی بر تصویرسازی برای درک پیامدهای حاصل از آن دارای اهمیت است. لازم است ورزشکاران، مربیان و مشاوران روان‌شناسی ورزشی به اثربخشی انواع تصویرسازی ذهنی در بهبود زمان اجرا برای ورزشکاران سطوح مهارتی مختلف توجه نمایند. در انتها، با توجه به محدودیت پژوهش حاضر در به‌کارگیری شاخص‌های عصبی–فیزیولوژیک به همراه سنجش‌های صورت گرفته، توصیه می‌شود که در مطالعات آتی برای اعتباربخشی بیشتر از این شاخص‌ها استفاده شود. علاوه بر این، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آتی، اثرهای انواع خستگی (ذهنی، بدنی و غیره) به‌صورت واحد و نیز به‌صورت متوالی بر ویژگی‌های زمانی تصویرسازی ذهنی تکالیف مختلف حرکتی و ورزشی مطالعه شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از رساله دکتری رفتار حرکتی دانشگاه ارومیه می باشد .پژوهشگران از حمایت های مالی این واحد دانشگاهی کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. Arvinen-Barrow, M., Weigand, D. A., Thomas, S., Hemmings, B., & Walley, M. (2007). Elite and novice athletes' imagery use in open and closed sports. *Journal of Applied Sport Psychology*, 19(1), 93-104.
2. Calmels, C., Holmes, P., Lopez, E., & Naman, V. (2006). Chronometric comparison of actual and imaged complex movement patterns. *Journal of Motor Behavior*, 38, 339-348.
3. Cerritelli B, Maruff P, Wilson P, Currie J (2000) The effect of an external load on the force and timing components of mentally represented actions. *Behav Brain Res*, 108:91–96
4. Dana, A., Rafiee, S., & Salehian, M. H. (2018). The Effect of Peripheral Fatigue on Temporal Properties of Mental Imagery among Unskilled and Skilled Swimmers. *Journal of Sport Psychology Studies*, 23(1), 179-204. In Persian.
5. Decety, J., & Boisson, D. (1990). Effect of brain and spinal cord injuries on motor imagery. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 240(1), 39-43.
6. Demougeot, L., & Papaxanthis, C. (2011). Muscle fatigue affects mental simulation of action. *Journal of Neuroscience*, 31(29), 10712-10720.
7. Di Rienzo, F., Blache, Y., Kanthack, T. F. D., Monteil, K., Collet, C., & Guillot, A. (2015). Short-term effects of integrated motor imagery practice on muscle activation and force performance. *Neuroscience*, 305, 146-156.
8. Di Rienzo, F., Collet, C., Hoyek, N., & Guillot, A. (2012). Selective effect of physical fatigue on motor imagery accuracy. *PloS one*, 7(10), e47207.
9. Fery, Y. A. (2003). Differentiating visual and kinesthetic imagery in mental practice. Canadian *Journal of Experimental Psychology*, 57, 1-10.
10. Guillot, A., & Collet, C. (2008). Construction of the motor imagery integrative model in sport: a review and theoretical investigation of motor imagery use. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 31-44.
11. Guillot, A., Collet, C., & Dittmar, A. (2005). Influence of environmental context on motor imagery quality: an autonomic nervous system study. *Biology of sport*, 22(3), 215.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

12. Guillot, A., Di Rienzo, F., & Collet, C. (2014). *The neurofunctional architecture of motor imagery*. In Advanced Brain Neuroimaging Topics in Health and Disease-Methods and Applications. IntechOpen.
13. Guillot, A., Haguenauer, M., Dittmar, A., & Collet, C. (2005). Effect of a fatiguing protocol on motor imagery accuracy. *European journal of applied physiology*, 95(2-3), 186-190.
14. 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(1), 3-22.
15. Guillot, A., Louis, M., & Collet, C. (2009). Neural mechanisms for expertise in mental imagery. *Cognitive Sciences*, 4, 31-48.
16. Holmes, P. S., & Collins, D. J. (2001). The Pettlep approach to motor imagery: A functional equivalence model for sport psychologists. *Journal of applied sport psychology*, 13(1), 60-83.
17. Kanthack, T. F. D., Guillot, A., Altimari, L. R., Nagy, S. N., Collet, C., & Di Rienzo, F. (2016). Selective efficacy of static and dynamic imagery in different states of physical fatigue. *PloS one*, 11(3), e0149654.
18. Kanthack, T. F. D., Guillot, A., Clémençon, M., Debarnot, U., & Di Rienzo, F. (2020). Effect of Physical Fatigue Elicited by Continuous and Intermittent Exercise on Motor Imagery Ability. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1-14.
19. Karagiannopoulos, C., Watson, J., Kahan, S., & Lawler, D. (2019). The effect of muscle fatigue on wrist joint position sense in healthy adults. Journal of Hand Therapy.
20. Latash, M. L. (2008). *Neurophysiological basis of movement*. Human Kinetics.
21. Maruff, P., & Velakoulis, D. (2000). The voluntary control of motor imagery. Imagined movements in individuals with feigned impairment and conversion disorder. *Neuropsychologia*, 38, 1251-1260.
22. Millet, G. Y., Lepers, R., Maffiuletti, N. A., Babault, N., Martin, V., & Lattier, G. (2002). Alterations of neuromuscular function after an ultramarathon. *Journal of applied physiology*, 92(2), 486-492.
23. Morris, T., Spittle, M., & Watt, A. P. (2005). *Imagery in sport*. Human Kinetics.
24. Munzert, J., Lorey, B., & Zentgraf, K. (2009). Cognitive motor processes: the role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain research reviews*, 60(2), 306-326.
25. Murphy, S., Nordin, S., & Cumming, J. (2008). *Imagery in sport, exercise, and dance*. In T. S. Horn (Ed.), Advances in sport psychology. Human Kinetics.
26. Paillard, T. (2012). Effects of general and local fatigue on postural control: a review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 36(1), 162-176.
27. Rostami, M., Rahnama, N., Sohrabi, M., Khayambashi, K., & Bambae, A. (2011). The study of validity and reliability of the Persian version of the vividness of movement imagery questionnaire-second version. *Olympic*, 54, 129-39. In Persian.
28. Slifkin, A. B. (2008). High loads induce differences between actual and imagined movement duration. *Experimental Brain Research*, 185(2), 297–307.
29. Smith, D., & Collins, D. (2004). Mental practice, motor performance, and the late CNV. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 26(3), 412-426.
30. Spittle, M. (2001). *Preference for imagery perspective, imagery perspective training and task performance* (Doctoral dissertation, Victoria University of Technology).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

31. Stirn, I., Jarm, T., Kapus, V., & Strojnik, V. (2011). Evaluation of muscle fatigue during 100-m front crawl. *European Journal of Applied Physiology*, 111(1), 101-113.
32. Taylor, J. L., Butler, J. E., & Gandevia, S. C. (2000). Changes in muscle afferents, motoneurons and motor drive during muscle fatigue. *European journal of applied physiology*, 83(2-3), 106-115.
33. Verma, S. K., Mishra, A., & Singh, A. (2011). Effect of long-term physical exercise training on auditory and visual reaction time. *Physiotherapy and Occupational Therapy*, 5(3), 126.
34. Walsh, L. D., Gandevia, S. C., & Taylor, J. L. (2010). Illusory movements of a phantom hand grade with the duration and magnitude of motor commands. *The Journal of physiology*, 588(8), 1269-1280.
35. Walsh, M. L. (2000). Whole body fatigue and critical power. *Sports Medicine*, 29(3), 153-166.
36. Weinberg, R. (2008). Does imagery work? Effects on performance and mental skills. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*, *3*(1).
37. Weinberg, R. S., & Gould, D. (2018). *Foundations of Sport and Exercise Psychology*, 7E. Human Kinetics.
38. Yu, Q. H., Fu, A. S., Kho, A., Li, J., Sun, X. H., & Chan, C. C. (2016). Imagery perspective among young athletes: Differentiation between external and internal visual imagery. *Journal of Sport and Health Science*, 5(2), 21.

ارجاع‌دهی

حیدرزاده، اعظم؛ حسینی، فاطمه‌سادات؛ و توفیقی، اصغر. (۱۴۰۱). تأثیرنوع تکلیف و خستگی بدنی بر توانایی تصویرسازی ذهنی ورزشکاران ماهر. *مطالعات روان‌شناسی ورزشی*، ۱۱(۴۱)، ۳۰-۱۰۵. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/SPSYJ.2020.8188.1892

Heidarzadeh, A; Hosseini, F; & Tofighi, A. (2022). The Effect of Type of Task and Body Fatigue on the Ability of Skilled Athletes' Mental Imagery. *Sport Psychology Studies*, 11(41), 105-30. In Persian. DOI: 10.22089/SPSYJ.2020.8188.1892

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License