

Research Paper

The Effect of Twelve Weeks of Resistance Training and Creatine Hydrochloride Supplementation on Blood Oxygen Levels and Fatigue in Cognitive Activities of Middle-Aged Men



Mahdi Mousavi¹, Rambod Khajei^{2*}, Mohammad reza Hossein abadi³, Amene Barjaste Yazdi⁴

1. PhD Student, Department of Physical Education and Sport Sciences, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.
2. Assistance professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.
3. Assistance professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.
4. Assistance professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.

Use your device to scan
and read the article online



Citation Mousavi M, Khajei R, Hossein abadi M R, Barjaste Yazdi A. [The Effect of Twelve Weeks of Resistance Training and Creatine Hydrochloride Supplementation on Blood Oxygen Levels and Fatigue in Cognitive Activities of Middle-Aged Men (Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2025; 23(6):521-534. 10.61186/jsmj.23.6.521

<https://doi.org/10.61186/jsmj.23.6.521>

ABSTRACT

Background and Objectives Cognitive performance is influenced by health-related factors such as physical fitness and nutrition, as well as cognitive exercises such as brain games. The aim of the present study was to investigate the effect of twelve weeks of resistance training and creatine hydrochloride supplementation on blood oxygen levels and fatigue in cognitive activities of middle-aged men.

Subjects and Methods In the present quasi-experimental study, 36 middle-aged men were randomly divided into three groups: resistance training + supplement (n = 12), resistance training + placebo (n = 12), and control group (n = 12). Resistance training was completed for 12 weeks with a frequency of four sessions per week and an intensity of 70 to 85% of one repetition maximum. Also, in the supplement group, creatine hydrochloride was consumed at a rate of three grams per day. Fatigue and arterial oxygen were measured in two stages: pre-test and post-test, before and after the Mafia game.

Results A significant decrease in fatigue was observed in the resistance training + supplement groups (P < 0.001) and resistance training + placebo (P < 0.001) compared to the control group. The results of blood oxygen levels between the groups in the first and second stages did not show a significant difference (P > 0.05).

Conclusion A period of resistance training significantly improved fatigue without affecting arterial oxygen levels, but supplementation had no significant effect on fatigue and arterial oxygen.

Keywords Cognitive Function, Resistance training, Creatine, fatigue, Arterial oxygen.

Received: 16 november 2024
Accepted: 03 december 2024
Available Online: 10 march 2025

* **Corresponding Author:**
Rambod Khajei

Address: Assistance professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.

Tel: 09366062006

E-Mail: mojibasilzadeh@gmail.com

Introduction

Age-related changes in the brain have a wide range of neurocognitive consequences (1). The first step to achieving neurocognitive health is to use techniques known to improve cognitive function (2). Exercise has been shown to be beneficial for brain structure and function (3). However, the mechanisms through which exercise exerts its effects are not fully understood (4). A limited body of evidence supports the positive impact of physical activity on cognitive function in young to middle-aged adults. Further research on this relationship is warranted at this age stage (5). While research has focused primarily on the benefits of aerobic exercise in youth and young adults, there is growing evidence that both aerobic and resistance exercise are important for maintaining cognitive and brain health, particularly in healthy individuals (4, 11). Resistance exercise has been reported to have positive effects on executive cognitive ability and general cognitive function (12). There is evidence that resistance exercise has effects on the central nervous system and improves cognitive function (4, 12). However, more research is needed to elucidate the mechanisms by which resistance exercise affects cognitive function. Creatine and phosphocreatine are most concentrated in tissues that require a steady or rapid supply of energy, including skeletal muscle, heart, and brain (13). Creatine supplementation is a common supplement, especially in endurance athletes, and in addition to fitness adaptations (14), its effects on cognitive performance have also been reported (15). Creatine supplementation has the potential to improve cognitive processing, especially in conditions characterized by brain creatine deficiency, which can result from acute stress (e.g., exercise, sleep deprivation) or chronic pathological conditions (e.g., creatine synthase deficiency, mild, traumatic brain injury, aging, Alzheimer's disease, depression) (15). There is currently a type of creatine supplement called creatine hydrochloride that is claimed to have much greater absorption compared to creatine monohydrate and does not require a loading period (16). Several mechanisms, which are not mutually exclusive, have been proposed to cause central and peripheral fatigue. In addition, inadequate oxygen delivery, which is influenced by arterial oxygen content and blood flow, may contribute to fatigue by affecting both central and peripheral mechanisms (21). Despite the importance of resistance training as an intervention associated with improving cognitive function (4, 12) and the role of creatine supplementation as an intervention associated with improving brain function (15), no study has been

conducted to specifically determine the effects of resistance training and creatine hydrochloride supplementation on central fatigue and arterial oxygen levels during recreational cognitive activities, such as playing Mafia, which highlights the need for the present study. The aim of the present study was to investigate the effect of twelve weeks of resistance training and creatine hydrochloride supplementation on blood oxygen levels and fatigue in cognitive activities of middle-aged men.

Methods

In the present quasi-experimental study, 36 middle-aged men were randomly divided into three groups: resistance training + supplement ($n = 12$), resistance training + placebo ($n = 12$), and control group ($n = 12$). Resistance training was completed for 12 weeks with a frequency of four sessions per week and an intensity of 70 to 85% of one repetition maximum. Also, in the supplement group, creatine hydrochloride was consumed at a rate of three grams per day. After selecting the subjects, the fatigue and blood oxygen levels of each participant were recorded before and after the Mafia game. By measuring the research variables before and after the Mafia game, the participants were randomly divided into three groups: resistance training + supplement (12 people), resistance training + placebo (12 people), and control (12 people). The training program was completed for twelve weeks, with a frequency of three sessions per week at an intensity of 70 to 85% of one repetition maximum. The selected movements were performed on Saturday, Monday, Tuesday, and Thursday. After the end of the training intervention and with a 48-hour rest, the pre-test tests were measured again in the follow-up or post-test phase. Thus, the pre-test variables were measured and recorded again before and after the Mafia game. A repeated measures analysis of variance test was used for statistical analysis.

Results

A significant decrease in fatigue was observed in the resistance training + supplement groups ($P < 0.001$) and resistance training + placebo ($P < 0.001$) compared to the control group. The results of blood oxygen levels between the groups in the first and second stages did not show a significant difference ($P > 0.05$). Within-group changes showed that the increase in fatigue was significant in the post-test compared to the pre-test in all groups. The only significant increase in oxygen levels in the resistance training + supplement group was observed in the second stage ($P < 0.001$).

Conclusion

The results of the present study indicate that the Mafia game increases fatigue due to the high mental involvement in

making the right decision to win the game in this challenge, however, it does not have a significant effect on arterial oxygen. Continuously performing a cognitively demanding task for a long time induces cognitive fatigue and is associated with a time-related deterioration in objective performance, the degree of which is referred to as cognitive fatigue (26). Studies have shown that mental fatigue leads to a decline in cognitive performance, and it has been reported that fatigued individuals have difficulty focusing attention, planning, and changing strategies in the face of negative consequences (6, 27). Another finding of the present study was a reduction in fatigue levels during the Mafia game in both the resistance training and resistance training plus supplement groups compared to the supplement group, indicating the positive effects of resistance training on reducing fatigue during cognitive activity. There is evidence that participation in sports activities improves fatigue or delays fatigue and, as a result, improves concentration (27). Although the neural basis of cognitive fatigue is not well understood, previous studies have reported changes in neural activity consistent with the decline of task-related networks over time (26). Notably, growing evidence points to a relationship between cognition and measures of muscle strength and muscle mass (28). Current evidence supports the role of resistance training, either alone or in combination with aerobic exercise, for cognitive health benefits and should be considered as an adjunct therapy for the treatment of age-related or disease-related cognitive decline (29). Resistance training has been reported to induce significant functional changes in the brain, particularly in the frontal lobe, that are associated with improvements in executive functions (28). Indeed, these central adaptations induced by resistance training may influence cognitive performance (29). Our results specifically demonstrate the positive effects of resistance training on reducing fatigue perceived as cognitive fatigue in middle-aged men while playing Mafia. However, no significant differences in arterial oxygen were observed between the study groups. In general, resistance training is suggested as an effective strategy for reducing fatigue, while creatine phosphate supplementation in this study did not significantly improve cognitive and physiological performance. These findings point to the need for further research into the effects of various supplements alongside resistance training on improving cognitive and physical performance in middle-aged individuals.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Approved by the Ethics Committee of Islamic Azad University, Neyshabur Branch (Code: IR.IAU.NEYSHABUR.REC.1403.022)

Funding

This article has no financial support.

Authors contributions

Mehdi Mousavi wrote and revised the manuscript. Rambod Khajei, Mohammad reza Hossein abadi, Ameneh Barjaste Yazdi performed the statistical analysis, wrote the manuscript, and prepared the tables and data. All authors have read and approved the article.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no competing interests.

Acknowledgements



This article is the result of the first author's specialized doctoral dissertation, which was supported by the Vice Chancellor for Research, Islamic Azad University, Neyshabur Branch.

مقاله پژوهشی

تأثیر دوازده هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمل کراتین هیدروکلراید بر سطح اکسیژن خون و خستگی در فعالیت‌های شناختی مردان میانسال

مهدی موسوی¹، رامبد خواجه‌ای^{2*}، محمدرضا حسین‌آبادی³، آمنه برجسته‌یزدی⁴

1. دانشجوی دکتری، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران
2. استادیار، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران
3. استادیار، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران
4. استادیار، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

<p>Use your device to scan and read the article online</p> 	<p>Citation Mousavi M, Khajei R, Hossein abadi M R, Barjaste Yazdi A. [The Effect of Twelve Weeks of Resistance Training and Creatine Hydrochloride Supplementation on Blood Oxygen Levels and Fatigue in Cognitive Activities of Middle-Aged Men (Persian)]. <i>Jundishapur Scientific Medical Journal</i>. 2025; 23(6):521-534. 10.61186/jsmj.23.6.521</p> <p> https://doi.org/10.61186/jsmj.23.6.521</p>
--	--

چکیده

زمینه و هدف عملکرد شناختی تحت‌تأثیر عوامل مرتبط با سلامت مانند آمادگی جسمانی و تغذیه و همچنین تمرینات شناختی مانند بازی‌های فکری است. هدف تحقیق حاضر تأثیر دوازده هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمل کراتین هیدروکلراید بر سطح اکسیژن خون و خستگی در فعالیت‌های شناختی مردان میانسال بود.

روش بررسی در تحقیق نیمه‌تجربی حاضر، 36 مرد میانسال به صورت تصادفی به سه گروه تمرین مقاومتی + مکمل (12 نفر)، گروه تمرین مقاومتی + دارونما (12 نفر) و گروه کنترل (12 نفر) تقسیم شدند. تمرینات مقاومتی به مدت 12 هفته با تواتر چهار جلسه در هفته و با شدت 70 تا 85 درصد یک تکرار بیشینه تکمیل گردید. همچنین در گروه مکمل، کراتین هیدروکلراید به میزان سه گرم در روز مصرف شد. خستگی و اکسیژن شریانی در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون قبل و بعد از بازی مافیا اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها کاهش معنی‌داری در میزان خستگی در گروه‌های تمرین مقاومتی + مکمل ($P=0/001$) و تمرین مقاومتی + دارونما ($P=0/001$) نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. نتایج سطح اکسیژن خون بین گروه‌ها در مراحل اول و دوم تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری یک دوره تمرین مقاومتی موجب بهبود قابل‌توجه خستگی بدون اثر بر سطح اکسیژن شریانی داشت، ولی مصرف مکمل اثر معنی‌داری بر خستگی و اکسیژن شریانی نداشت.

کلیدواژه‌ها عملکرد شناختی، تمرین مقاومتی، کراتین، خستگی، اکسیژن شریانی

تاریخ دریافت: 26 آبان 1403

تاریخ پذیرش: 13 آذر 1403

تاریخ انتشار: 20 اسفند 1403

نویسنده مسئول:

رامبد خواجه‌ای

نشانی: استادیار، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

تلفن: 09366062006

رایانامه: mojibasilzadeh@gmail.com

مقدمه

وجود دارد که نشان می‌دهد هم تمرینات هوازی و هم تمرینات مقاومتی برای حفظ سلامت شناختی و مغز، به‌خصوص در افراد سالمند، مهم هستند [4، 11]. گزارش شده است که تمرینات مقاومتی تأثیر مثبتی بر توانایی شناختی اجرایی و عملکرد شناختی عمومی دارد [12]. شواهد حاکی از اثرات ورزش مقاومتی بر سیستم عصبی مرکزی و بهبود عملکرد شناختی است [4، 12]. باین‌حال، نیاز به تحقیقات بیشتری برای توضیح مکانیسم اثرهای تمرینات مقاومتی بر عملکرد شناختی است.

کراتین و فسفوکراتین بیشترین غلظت را در بافت‌هایی که به تأمین انرژی ثابت یا سریع نیاز دارند، از جمله عضلات اسکلتی، قلب و مغز نشان می‌دهند [13]. مکمل کراتین یکی از مکمل‌های رایج، به‌خصوص در ورزش کاران مقاومتی، است که علاوه بر سازگاری‌های آمادگی جسمانی [14]، آثار آن بر فعالیت‌های شناختی نیز گزارش شده است [15]. پتانسیل مکمل کراتین برای بهبود پردازش شناختی، به‌ویژه در شرایطی که با کمبود کراتین مغز مشخص می‌شود که می‌تواند ناشی از استرس‌های حاد (مانند ورزش، محرومیت از خواب) یا شرایط مزمن پاتولوژیک (مانند کمبود آنزیم سنتز کراتین، خفیف با شد، آسیب مغزی تروماتیک، پیری، بیماری آلزایمر، افسردگی) وجود دارد [15]. در حال حاضر نوعی مکمل کراتین به نام کراتین هیدروکلراید وجود دارد که ادعا می‌شود در مقایسه با مکمل کراتین مونوهیدرات جذب بسیار بیشتری دارد و نیازمند دوره بارگیری نیست [16]. تمرینات شناختی یک مداخله غیردارویی فزاینده محبوب برای بهبود عملکرد شناختی است [17]. در طراحی و اجرای یک مداخله با فعالیت‌های شناختی و اوقات فراغت، استفاده از فعالیت‌های فرخ‌بخش و جذاب مانند بازی‌هایی که به فعالیت عملکرد شناختی منجر شوند، اهمیت دارد [18، 19]. بازی مافیا مانند دیگر بازی‌های فکری است که به‌صورت گروهی برگزار می‌شود و با عملکرد شناختی از جمله درک کردن، حدس زدن، بلوف زدن، تصمیم‌گیری و تعامل با گروه همراه است [20]. بازی مافیا ممکن است که با طولانی شدن زمان بازی و یا افزایش تعداد نفرات بازی، احتمالاً افزایش خطا، ناتوانی در تصمیم‌گیری صحیح و افزایش عدم تمرکز روی نتیجه نهایی بازی اثر بگذارد. مکانیسم‌های متعددی که متقابلاً منحصربه‌فرد نیستند، برای ایجاد خستگی مرکزی و محیطی پیشنهاد شده‌اند. علاوه بر این، تحویل ناکافی اکسیژن که تحت تأثیر محتوای اکسیژن شریانی و جریان خون است، با تأثیر بر مکانیسم‌های مرکزی و محیطی باعث خستگی می‌شود [21]. با وجود اهمیت تمرینات مقاومتی به‌عنوان یک مداخله مرتبط با بهبود عملکرد شناختی [4، 12] و همچنین نقش مکمل کراتین به‌عنوان یک مداخله مرتبط با بهبود عملکرد مغز [15]، تاکنون تحقیقی که به‌طور خاص به تعیین اثر تمرینات مقاومتی و همچنین مصرف مکمل کراتین هیدروکلراید بر

تغییرات مرتبط با افزایش سن در مغز طیف وسیعی از پیامدهای عصبی شناختی دارد [1]. اولین قدم برای به سلامت عصبی شناختی و به استفاده از تکنیک‌های شناخته شده برای بهبود عملکرد شناختی است [2]. نشان داده شده است که ورزش برای ساختار و عملکرد مغز مفید است [3]. باین‌حال، مکانیسم‌هایی که ورزش از طریق آن‌ها تأثیرات خود را اعمال می‌کند، به‌طور کامل شناخته نشده‌اند [4]. مجموعه محدودی از شواهد از تأثیر مثبت فعالیت جسمانی بر فعالیت شناختی در بزرگسالان جوان تا میان‌سال حمایت می‌کند. تحقیقات بیشتر در مورد این رابطه در این مرحله سنی ضروری است [5].

عنوان شده است که تمرینات جسمانی منظم و همچنین مداخلاتی که موجب افزایش فعالیت شناختی باشد، اثرات مفیدی در پیشگیری و درمان اختلالات مرتبط با سن از جمله فعالیت عصبی شناختی دارد [3]. خستگی در مجموعه وسیعی از علائم منعکس می‌شود که می‌تواند به‌ویژه در بیماران مبتلا به اختلالات سیستم عصبی مرکزی تأثیرگذار باشد. علائم خستگی می‌تواند به‌عنوان اجزای اصلی اختلال سیستم عصبی مرکزی زمینه‌ای، به‌عنوان بخشی از شرایط پزشکی همراه، به‌عنوان ثانویه به عوامل استرس‌زای روانی اجتماعی یا فعالیت فیزیکی یا ذهنی و یا ثانویه به داروهای مورد استفاده برای درمان اختلالات ظاهر شود. علت پیچیده و چندعاملی علائم خستگی می‌تواند ارزیابی را مبهم و مداخله درمانی را برای اختلال اولیه سیستم عصبی مرکزی زمینه‌ای پیچیده کند [6]. ایجاد خستگی پیچیده است و توسط یک تعامل پیچیده بین عوامل روانی و فیزیولوژیکی تعیین می‌شود [7]. عنوان شده است که تحت دوره‌های تقاضای شناختی، تعدادی از پاسخ‌های فیزیولوژیکی وارد بازی می‌شوند که برای افزایش تحویل بسترهای متابولیک به بافت عصبی فعال عمل می‌کنند. این مکانیسم‌ها را می‌توان با افزایش در دسترس بودن اکسیژن خون در گردش تکمیل کرد و در نتیجه عملکرد شناختی را افزایش داد [8].

ورزش مقاومتی به‌طور گسترده در جمعیت‌های عمومی و ورزش کار برای ایجاد سازگاری عصبی-عضلانی برای افزایش اندازه و عملکرد عضلات استفاده می‌شود [9]. براساس شواهد تحقیقاتی ورزش مقاومتی به‌عنوان یک استراتژی جدید توانبخشی کمکی در جمعیت‌هایی که از آسیب‌های عصبی یا عصبی شناختی (مانند زوال عقل پارکینسون و آلزایمر) رنج می‌برند یا حتی برای کاهش افت سلامت شناختی مرتبط با افزایش سن پیشنهاد شده است [10]. در حالی که تحقیقات عمدتاً بر روی فواید ورزش هوازی در جوانان و جوانان متمرکز شده است، شواهد فزاینده‌ای

به مجذور قد شاخص توده بدنی محاسبه شد.

اندازه‌گیری یک تکرار بیشینه

برای اندازه یک تکرار بیشینه حرکات مورد استفاده، از شیوه برآورد با فرمول برزیسکی استفاده شد. ابتدا شرکت‌کننده‌ها با انتخاب وزنه‌های سبک خود را به مدت 5 دقیقه گرم کردند و پس از استراحت دودقیقه‌ای طبق برآورد هر شرکت‌کننده، وزنه‌ای را انتخاب کردند که بتوانند حداقل یک بار و حداکثر 5 مرتبه حرکت را به صورت کامل و صحیح انجام دهند. با جای گذاری مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول زیر، قدرت بیشینه آزمودنی‌ها در حرکات برنامه تمرین مقاومتی هر می ساده محاسبه شد. برای اندازه‌گیری قدرت بیشینه از طریق فرمول برزیسکی [22]، یک تکرار بیشینه برآورد گردید. با استفاده از این فرمول، قدرت عضلانی ثبت شد.

[تعداد تکرار * (0/0278 - 1/0278)] ÷ وزن به کیلوگرم = یک تکرار بیشینه

اندازه‌گیری اکسیژن خون

برای سنجش میزان اکسیژن خون، از دستگاه پالس اکسیمتری [23] استفاده شد. اکسیمتری پالسی روشی است که در آن مشخص می‌کند هموگلوبین خون شما چقدر اکسیژن را با خود حمل می‌کند. به این عمل به اصطلاح «اشباع اکسیژن» گفته می‌شود که به صورت درصد (از 0 تا 100) اندازه‌گیری می‌شود. این روش خیلی ساده و بدون درد است که برای اندازه‌گیری اکسیژن در آن از یک سنسور بر روی انگشت و یا لاله گوش استفاده می‌شود. روش انجام بسیار ساده است؛ دستگاه اکسیمتر بر روی انگشت قرار می‌گیرد. این دستگاه نور را به سر انگشت شما و یا لاله گوش می‌تاباند و مشخص می‌کند که چه مقدار اکسیژن در خون شما یافت می‌شود. دستگاه پالس اکسیمتر مقدار نوری را که توسط خون شما جذب می‌شود، اندازه‌گیری می‌کند و از اندازه‌گیری مقدار نور جذب‌شده، مقدار اکسیژن موجود در خون شما مشخص می‌شود. پالس اکسیمتر دو نوع نور را در سر انگشت روشن می‌کند: یکی نور قرمز و یکی نور فروسرخ. خون موجود در بدن شما که حاوی مقدار زیادی اکسیژن است، نور فروسرخ را جذب می‌کند و اجازه می‌دهد بیشتر نور قرمز را رد کند. خون موجود در بدن شما که بدون اکسیژن است، نور قرمز را جذب می‌کند و نور فروسرخ را از خود عبور می‌دهد. اگر سلول‌های خونی شما اکسیژن کافی در خود نداشته باشند، متمایل به آبی به نظر خواهند رسید. نمایشگر اکسیمتر درصد اکسیژن موجود در خون شما را نشان می‌دهد. برای افراد سالم، مقدار سطح اشباع‌شده اکسیژن در محدوده 95-100 درصد است. اگر عدد نمایش داده‌شده زیر این مقدار باشد، ممکن است نشانه‌ای از مشکلات تنفسی باشد که شما با آن روبه‌رو هستید. افراد با سطح اکسیژن خون پایین

خستگی مرکزی و همچنین سطح اکسیژن شریانی در هنگام فعالیت‌های شناختی تفریحی از جمله بازی مافیا بپردازد، انجام نشده است که ضرورت تحقیق حاضر را نشان می‌دهد.

با توجه به مطالب گفته شده، هدف تحقیق حاضر تعیین اثر دوازده هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمل کراتین فسفات بر سطح اکسیژن خون و خستگی هنگام فعالیت‌های شناختی در مردان میانسال سالم بود.

روش بررسی

در تحقیق نیمه‌تجربی حاضر، تعداد 36 نفر مرد میانسال ساکن مشهد به صورت نمونه‌گیری دسترس براساس معیارهای ورود به پژوهش انتخاب شدند. پس از گزینش نهایی، شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی ساده در سه گروه تمرین مقاومتی + مصرف مکمل، تمرین مقاومتی + مصرف دارونما و کنترل تقسیم شدند.

شرایط ورود و خروج از پژوهش

شرایط ورود به پژوهش شامل داشتن سلامت عمومی، عدم مصرف مکمل طی شش ماه گذشته، نداشتن بیماری خاص زمینه‌ای، داشتن سن 40 تا 50 سال، داشتن شاخص توده بدنی بین 20 تا 25 کیلوگرم بر مترمربع، داشتن حداقل یک سال شرکت در بازی‌های مافیا و معیارهای خروج از پژوهش شامل عدم شرکت برنامه‌های تمرین برای بیش از 2 جلسه متوالی، عدم مصرف مکمل کراتین، شرکت در برنامه تمرینی دیگر، بروز آسیب اسکلتی-عضلانی در طول جلسات تمرینی بودند.

مشخصات فردی و سوابق پزشکی

توسط محقق ابتدا پرسش‌نامه مشخصات فردی، رضایت‌نامه و سوابق پزشکی داده شد و از هر شرکت‌کننده تقاضا گردید که فرم را تکمیل کند و از سوی پژوهشگر اطلاعات تکمیلی داده شد.

اندازه‌گیری قد و وزن

برای سنجش قد و وزن از دستگاه اندازه‌گیری قد/وزن شرکت سکا ساخت کشور آلمانی استفاده شد. تست‌های تن‌سنجی در نوبت صبح انجام گرفت. از شرکت‌کننده خواسته شد که با حداقل لباس یا لباس سبک روی ترازو بدون کفش قرار بگیرد و توسط محقق وزن فرد به کیلوگرم به یک رقم اعشار ثبت شد. سپس از فرد خواسته شد که بدون کفش بر روی دستگاه به صورت صاف و کاملاً کشیده بایستد؛ به صورتی که وزن به‌طور مساوی روی هر دو پا تقسیم شده باشد و توسط محقق زبانه دستگاه قدسنج روی سر فرد ثابت و قد فرد به سانتی‌متر ثبت شد. قابل ذکر است که نسبت وزن

در پژوهش اعلام کردند، پرسش‌نامه‌های مشخصات فردی، فعالیت جسمانی و سلامتی عمومی به هر شرکت‌کننده داده شد و به‌دنبال آن نمرات نهایی گزینش شدند و از آن‌ها خواسته شد که فرم رضایت‌نامه آگاهانه شرکت در پژوهش را مطالعه و آن را امضا کنند. توسط محقق درباره روش اجرای تمرین و پیامدهای طرح پژوهشی، اطلاعات کامل و کافی به شرکت‌کنندگان داده شد. طی برنامه زمان‌بندی شده شاخص‌های تن‌سنجی (قد و وزن افراد) اندازه‌گیری شدند. به‌دنبال آن، با حضور در باشگاه ورزشی، یک تکرار بیشینه حرکات اندازه‌گیری شد. قابل‌ذکر است که دستورالعمل اجرای هر حرکت توسط محقق ارائه شد. اجرای حرکت‌های برای برآورد یک تکرار بیشینه زیر نظر داوران و مربیان مورد تأیید فدراسیون بدن‌سازی و پرورش اندام انجام شد. پس از آن، هر شرکت‌کننده میزان خستگی و اکسیژن خون اندازه‌گیری در قبل و بعد از مافیا ثبت شد. با اندازه‌گیری متغیرهای پژوهشی قبل و بعد از بازی مافیا، شرکت‌کنندگان در سه گروه تمرین مقاومتی + مکمل (12 نفر)، تمرین مقاومتی + دارونما (12 نفر) و کنترل (12 نفر) به صورت تصادفی تقسیم شدند. برنامه تمرین به مدت دوازده هفته، با تواتر سه جلسه در هفته با شدت 70 تا 85 درصد یک تکرار بیشینه تکمیل شد. حرکات منتخب در روزهای شنبه و دوشنبه شامل پرس سینه، فلای سینه، پرس بالا سینه، نشر طرفین، سرکول، سر شانه هالتر، پشت بازو سیم‌کش، پشت بازو دمبل و شکم کرانچ و در روزهای سه‌شنبه و پنج‌شنبه حرکات پرس پا، پشت ران با دستگاه، جلو ران با دستگاه، لت سیم‌کش، قایقی نشسته، جلو بازو با هالتر، جلو بازو دمبل و فیله کمر انجام شدند. پس از پایان مداخله تمرین و با 48 ساعت استراحت مجدداً تست‌های پیش‌آزمون در مرحله پیگیری یا پس‌آزمون اندازه‌گیری شد. بدین صورت که قبل و بعد از بازی مافیا، مجدداً متغیرهای پیش‌آزمون اندازه‌گیری و ثبت شدند.

جدول 1- برنامه تمرین مقاومتی

جلسات	شدت تمرین (IRM)	تواتر	ست	تکرار	تمپو*	استراحت بین حرکات	استراحت بین ست‌ها
1 تا 12	75 درصد	4	3	تا مرز ناتوانی	2-0-2	120 ثانیه	60 تا 90 ثانیه
13 تا 24	80 درصد	4	3	تا مرز ناتوانی	2-0-2	120 ثانیه	60 تا 90 ثانیه
25 تا 36	85 درصد	4	3	تا مرز ناتوانی	2-0-2	120 ثانیه	60 تا 90 ثانیه

هدایت می‌گردد که با نام‌هایی چون گرداننده، راوی، لرد و گاد شناخته می‌شود. این شخص به‌عنوان داور وظیفه دارد تا بازی را هدایت کند و قوانین بازی را به بازیکنان گوش‌زد و همه‌چیز را مدیریت کند. عموماً بازی مافیا یک بازی نقش مخفی است که بر اساس استدلال و استنتاج پیش می‌رود و دو جناح دارد، اما سناریوی پدروخوانده نوستراداموس سه جناح دارد؛ علاوه بر جناح‌های شهر و مافیا، جناح سومی به نام مستقل نیز در این

ممکن است به استفاده بیشتر اکسیژن یا دیگر روش‌های درمانی نیاز داشته باشند. اگر مقدار اکسیژن 92 و به پایین باشد، ممکن است از روش‌های دقیق‌تر اندازه‌گیری اکسیژن خون استفاده شود و در صورت تداوم شرایط نیاز به مراقبت و بستری وجود داشته باشد.

پرسش‌نامه اندازه‌گیری خستگی چندبعدی

پرسش‌نامه سنجش چندبعدی خستگی (MFI) (Multidimensional Fatigue Inventory) توسط اسمتس (Smets) [24] ساخته شده است که از 20 گویه و پنج خرده‌مقیاس خستگی عمومی (چهار سؤال)، خستگی جسمی (چهار سؤال)، کاهش فعالیت (چهار سؤال)، کاهش انگیزه (چهار سؤال) و خستگی ذهنی (چهار سؤال) تشکیل شده است که به‌منظور سنجش خستگی به کار می‌رود. نمره‌گذاری پرسش‌نامه به‌صورت طیف لیکرت پنج‌نقطه‌ای از یک = بلی، کاملاً درست است تا پنج = خیر، کاملاً غلط است. نمره کل هر حیطة 4 تا 20 و نمره کل خستگی که با جمع نمرات حیطة‌ها مشخص می‌شود، بین 20 تا 100 می‌تواند باشد. نمره بالاتر میزان خستگی بیشتر را نشان می‌دهد. در این پژوهش از هر شرکت‌کننده خواسته شد که پرسش‌نامه‌ها را ثبت کند و توسط محقق نتایج نهایی استخراج گردید.

مراحل اجرایی پژوهش

با تأیید طرح پژوهشی، اولین اقدام محقق، گزینش افراد شرکت‌کننده است که براساس معیارهای ورود به پژوهش انجام شد که با تبلیغ در فضای مجازی و نصب پوستر دعوت به همکاری در سطح شهر مشهد، این مرحله تکمیل گردید. پس از تعیین نفراتی که حضور داوطلبانه خود را برای شرکت

*تمپوی حرکت: درون‌گرا - ایزومتریک - برون‌گرا؛ IRM: یک تکرار بیشینه

بازی مافیا

این بازی شامل سناریو پدروخوانده از 11 بازیکن که شامل هفت شهروند، سه مافیا و یک فرد مستقل است، تشکیل می‌شود. سناریوی پدروخوانده نوستراداموس مانند تمام سناریوهای دیگر مافیا توسط یک نفر داوری و

جندی شاپور

همچنین برای عدم فراموشی از آوردن مکمل و دارونما با تماس تلفنی به آن‌ها یادآوری شد.

ملاحظات تغذیه‌ای: از آزمودنی‌ها خواسته شد که رژیم غذایی خود را در طول دوره تمرین تغییر ندهند و از رژیم غذایی معمول در طول هفته استفاده کنند. همچنین، کالری مصرفی رژیم غذایی قبل و بعد از دوره تمرینی اندازه‌گیری شد. بدین منظور، به‌طور متوسط میانگین کالری مصرف شده در هفته در کل طرح پژوهشی محاسبه شد تا اثر رژیم غذایی به حداقل میزان خود برسد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف ویژگی‌های جمعیت شناختی گروه‌های پژوهشی استفاده شد. تأیید طبیعی بودن توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک و برای همگنی واریانس‌های بین گروه‌ها تست لون انجام شد و به‌دنبال آن از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای معنی‌داری بین گروهی و همچنین از آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه جفت‌گروهی استفاده شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 26 تجزیه و تحلیل شدند. همچنین، سطح معنی‌داری $p < 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول 2 مشخصات دموگرافی آزمودنی‌ها ارائه شده است

جدول 2- مشخصات دموگرافی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه تمرین مقاومتی + مکمل	گروه تمرین مقاومتی + دارونما	گروه کنترل
سن (سال)	42/08 ± 1/50	42/33 ± 1/72	41/91 ± 1/37
قد (متر)	176/08 ± 2/42	177/08 ± 2/42	177/09 ± 2/42
وزن (کیلوگرم)	76/08 ± 2/42	77/08 ± 2/42	77/08 ± 2/42
شاخص توده بدنی (kg/m^2)	24/53 ± 0/10	24/57 ± 0/10	24/57 ± 0/10

سناریو وجود دارد. روند سناریوی پدرخوانده نوستراداموس به‌گونه‌ای است که امکان پیروز شدن هریک از سه جناح با میانگین احتمال ۳۰ درصد پیروزی امکان‌پذیر است. افزون بر این‌ها، این سناریو یک سناریو با قابلیت احیا شدن برای افراد خارج‌شده از روند بازی است و نیز چون از نظر جناح‌بندی یک سناریوی شناور و منعطف است، تا نزدیکی اواخر بازی هم باز ممکن است بازیکن‌ها با جناح خود شان یا جناحی متفاوت در بازی احیا یا اصطلاحاً به روند بازی برگردانده شوند. بنابراین در سناریوی پدرخوانده نوستراداموس، لازم است تا بازیکن در بیش از دوسوم زمان بازی، حتی اگر از روند بازی خارج شده باشد، باز هم به‌صورت متمرکز اتفاقات بازی را تعقیب کند و متمرکز باشد.

برنامه گروه کنترل: از گروه کنترل خواسته شد از شرکت در فعالیت‌های ورزشی خودداری نمایند، همچنین الگوی زندگی قبلی خود را حفظ کنند و به فعالیت روزانه بپردازند.

نحوه مصرف مکمل: مصرف مکمل کراتین به‌صورت یک‌سوکور بود. در این پژوهش از مکمل کراتین هیدروکلراید کان‌کریت محصول کشور آمریکا استفاده شد. برای گروه مکمل + تمرین مقاومتی، مقدار مصرف 3 گرم در روز بود که در روز تمرین 30 دقیقه قبل از هر جلسه تمرین و در روزهای غیرتمرین، در همان ساعت مشابه قبل از تمرین مصرف شد [25]. برای گروه دارونما در شرایط یکسان از مالتودکسترین استفاده شد. مکمل‌ها برای هر شرکت‌کننده به‌صورت هفتگی بسته‌بندی و تحویل داده شدند. از شرکت‌کنندگان خواسته شد که پاکت‌های حاوی مکمل و دارونما را با خود به محل تمرین بیاورند و 30 دقیقه قبل از تمرین آن را مصرف کنند.

جدول 3- نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر مربوط به خستگی در بین گروه‌ها

نام متغیر	مراحل	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اثر اصلی	اثر گروه	اثر تعاملی
خستگی (نمره)	اول	تمرین مقاومتی + مکمل	30/25 ± 5/56	60/33 ± 17/56	F=146/43	F=0/067	F=0/119
		تمرین مقاومتی + دارونما	29/16 ± 4/60	61/75 ± 16/57	*P=0/001	P=0/936	P=0/888
		کنترل	30/08 ± 4/99	63/08 ± 15/75			
دوم	دوم	تمرین مقاومتی + مکمل	25/25 ± 4/02	39/83 ± 14/27	F=99/08	F=7/71	F=4/85
		تمرین مقاومتی + دارونما	25/50 ± 4/27	49/75 ± 16/55	*P=0/001	*P=0/002	*P=0/014
		کنترل	30/16 ± 5/04	63/08 ± 15/75			

پس از معنی‌دار بودن اثر تعاملی از آزمون تعقیبی بونفرونی، نتایج درون‌گروهی و بین‌گروهی بررسی شد. نتایج تغییرات درون‌گروهی (اثر زمان) در کلیه گروه‌ها حاکی از افزایش معنی‌دار خستگی بین پیش‌آزمون - پس‌آزمون است.

پس از معنی‌دار بودن اثر تعاملی از آزمون تعقیبی بونفرونی، نتایج درون‌گروهی و بین‌گروهی بررسی شد. نتایج تغییرات درون‌گروهی (اثر زمان) در کلیه گروه‌ها حاکی از افزایش معنی‌دار خستگی بین پیش‌آزمون - پس‌آزمون است.

جدول 4- نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به تغییرات خستگی در گروه‌ها

زمان	گروه	زمان	معنی‌داری
مرحله اول	تمرین مقاومتی + مکمل	پیش‌آزمون پس‌آزمون	*0/001
	تمرین مقاومتی + دارونما	پیش‌آزمون پس‌آزمون	*0/001
	کنترل	پیش‌آزمون پس‌آزمون	*0/001
مرحله دوم	تمرین مقاومتی + مکمل	پیش‌آزمون پس‌آزمون	*0/001
	تمرین مقاومتی + دارونما	پیش‌آزمون پس‌آزمون	*0/001
	کنترل	پیش‌آزمون پس‌آزمون	*0/001

از سوی دیگر، تغییرات بین‌گروهی بررسی شد و نتایج نشان می‌دهد در مرحله اول بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، اما در مرحله دوم بین گروه تمرین مقاومتی + مکمل و گروه تمرین مقاومتی + دارونما با گروه کنترل اختلاف

مقاومتی + مکمل معنی دار بود ($p=0/001$, $p=0/001$). با این حال، بین گروه تمرین با گروه تمرین مقاومتی + دارونما اختلاف معنی دار نبود ($p=0/512$).

جدول 5- نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به تغییرات خستگی در بین گروه‌ها

معنی داری	زمان	گروه	زمان
1/00	تمرین مقاومتی + دارونما	تمرین مقاومتی + مکمل	مرحله اول
1/00	کنترل	تمرین مقاومتی + دارونما	
1/00	تمرین مقاومتی + مکمل	کنترل	
0/512	تمرین مقاومتی + دارونما	تمرین مقاومتی + مکمل	مرحله دوم
*0/001	کنترل	تمرین مقاومتی + دارونما	
*0/001	تمرین مقاومتی + مکمل	کنترل	

جدول 6- نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر مربوط به سطح اکسیژن در بین گروه‌ها

نام متغیر	مراحل	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	اثر اصلی	اثر گروه	اثر تعاملی
سطح اکسیژن (درصد اشباع اکسی‌هموگلوبین)	اول	تمرین مقاومتی + مکمل	97/25 ± 1/42	97/16 ± 1/52	F=2/03	F=0/990	=0/445 F
		تمرین مقاومتی + دارونما	96/50 ± 2/15	95/83 ± 2/16	P=0/163	P=0/382	=0/645 P
		کنترل	96/83 ± 2/48	96/50 ± 1/83			
	دوم	تمرین مقاومتی + مکمل	97/08 ± 1/16	98/08 ± 0/99	F=1/58	F=1/68	F=1/58
		تمرین مقاومتی + دارونما	96/66 ± 1/66	97/03 ± 1/99	P=0/217	P=0/200	=0/039 *P
		کنترل	96/75 ± 2/22	96/25 ± 1/35			

افزایش معنی دار تمرکز بین پیش‌آزمون - پس‌آزمون نیست، اما برای مرحله دوم در گروه تمرین مقاومتی + مکمل بین پیش‌آزمون - پس‌آزمون افزایش معنی دار مشاهده شد.

پس از معنی دار بودن اثر تعاملی از آزمون تعقیبی بونفرونی، نتایج درون گروهی و بین گروهی بررسی شد. نتایج تغییرات درون گروهی (اثر زمان) در کلیه گروه‌ها حاکی از

جدول 7- نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به تغییرات سطح اکسیژن در گروه‌ها

معنی داری	زمان	گروه	زمان
0/795	پیش آزمون	تمرین مقاومتی + مکمل	مرحله اول
	پس آزمون		
0/266	پیش آزمون	تمرین مقاومتی + دارونما	
	پس آزمون		
0/417	پیش آزمون	کنترل	
	پس آزمون		
*0/001	پیش آزمون	تمرین مقاومتی + مکمل	مرحله دوم
	پس آزمون		
0/338	پیش آزمون	تمرین مقاومتی + دارونما	
	پس آزمون		

0/337	پیش‌آزمون	کنترل
	پس‌آزمون	

از سوی دیگر، تغییرات بین گروهی بررسی شد و نتایج نشان می‌دهد در مرحله اول و دوم بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول 8- نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به تغییرات سطح اکسیژن در بین گروه‌ها

معنی‌داری	زمان	گروه	زمان
1/00	تمرین مقاومتی + دارونما	تمرین مقاومتی + مکمل	مرحله اول
1/00	کنترل	تمرین مقاومتی + دارونما	
1/00	تمرین مقاومتی + مکمل	کنترل	
0/695	تمرین مقاومتی + دارونما	تمرین مقاومتی + مکمل	مرحله دوم
1/00	کنترل	تمرین مقاومتی + دارونما	
0/243	تمرین مقاومتی + مکمل	کنترل	

بحث

به‌خوبی درک نشده است، مطالعات قبلی تغییرات در فعالیت عصبی را گزارش می‌کنند که با زوال شبکه‌های مرتبط با کار در طول زمان سازگار است [26]. به‌طور قابل توجهی، شواهد روبه‌رشد به رابطه بین شناخت و اندازه‌گیری قدرت عضلانی و توده عضلانی اشاره می‌کند [28]. شواهد کنونی از نقش

این پژوهش با هدف تأثیر تمرین مقاومتی و مصرف مکمل کراتین هیدروکلراید بر فرایند خستگی و تغییرات تغییرات سطح اکسیژن روی مردان میانسال در حال فعالیت شناختی انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر بیانگر این امر است که بازی مافیا به‌دلیل درگیری ذهنی بالا در تصمیم‌گیری صحیح برای برنده شدن بازی در این چالش، افزایش خستگی را دربرداشته است. بااین‌حال، اثر معنی‌داری بر اکسیژن شریانی ندارد. انجام مداوم طولانی‌مدت یک کار با نیازهای شناختی، خستگی شناختی را القا می‌کند و با بدتر شدن عملکرد عینی مرتبط با زمان همراه است که درجه آن به خستگی‌پذیری شناختی اشاره دارد [26]. مطالعات نشان می‌دهد که خستگی ذهنی به کاهش عملکرد شناختی منجر می‌شود و گزارش شده است که افراد خسته در مواجهه شدن با مسائل دچار اختلالاتی در تمرکز توجه، برنامه‌ریزی و تغییر استراتژی هستند [6، 27].

تمرینات مقاومتی، به‌عنوان مستقل یا در ترکیب با ورزش هوازی، برای فواید سلامت شناختی حمایت می‌کند و باید به‌عنوان یک درمان کمکی برای درمان زوال‌های شناختی مرتبط با سن یا بیماری در نظر گرفته شود [29]. گزارش شده است که تمرینات مقاومتی تغییرات عملکردی معنی‌داری در مغز به‌ویژه در لوب پیشانی را برانگیخت که با بهبود عملکردهای اجرایی همراه است [28]. درواقع، این سازگاری‌های مرکزی ناشی از تمرینات مقاومتی می‌تواند بر عملکرد شناختی مؤثر باشد [29]. نتایج تحقیق ما به‌طور خاص نشان‌دهنده اثرات مثبت تمرینات مقاومتی بر کاهش خستگی ادراک‌شده به‌عنوان خستگی شناختی در مردان میانسال در هنگام بازی مافیا شد. بااین‌حال، تفاوت معنی‌داری در اکسیژن شریانی بین گروه‌های تحقیق مشاهده نشد. البته باید به این نکته توجه کرد که در تحقیق حاضر فقط اکسیژن شریانی اندازه‌گیری شد و امکان اندازه‌گیری اکسیژن‌رسانی به مغز، به‌خصوص نواحی فعال مغز، نبود که از محدودیت‌های تحقیق حاضر است.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی می‌تواند به‌طور

از دیگر یافته‌های تحقیق حاضر کاهش سطح خستگی در هنگام بازی مافیا در هر دو گروه تمرین مقاومتی و تمرین مقاومتی به همراه مکمل نسبت به گروه مکمل بود که نشان‌دهنده اثرات مثبت تمرینات مقاومتی بر کاهش خستگی هنگام فعالیت شناختی است. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد شرکت در فعالیت‌های ورزشی سبب بهبود خستگی یا به تأخیر انداختن خستگی و در نتیجه بهبود تمرکز می‌شود [27]. فرایند روانی‌فیزیولوژیکی که باعث احساس خستگی می‌شود، پیچیده است و ممکن است ناشی از عوامل محیطی و مرکزی باشد [6، 27]. اگرچه زیربنای عصبی خستگی شناختی

قابل توجهی خستگی را در مردان میانسال کاهش دهد، اما هیچ تأثیری بر سطح اکسیژن خون در طول انجام فعالیت‌های شناختی ندارد. مصرف مکمل کراتین فسفات به‌طور قابل توجهی تأثیری بر کاهش خستگی نداشت و تغییرات اکسیژن خون نیز تنها در مرحله دوم در گروه تمرین مقاومتی + مکمل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طور کلی، تمرین مقاومتی به‌عنوان یک راهکار مؤثر برای کاهش خستگی پیشنهاد می‌شود، درحالی‌که مصرف کراتین فسفات در این مطالعه تأثیر چشمگیری در بهبود عملکرد شناختی و فیزیولوژیک نداشته است. این یافته‌ها به نیاز برای تحقیقات بیشتر در زمینه اثرات مکمل‌های مختلف در کنار تمرینات مقاومتی بر بهبود عملکرد شناختی و فیزیکی در افراد میانسال اشاره دارند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

کمیته اخلاق مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور (کد: (IR.IAU.NEYSHABUR.REC.1403.022

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان

مهدی موسوی نسخه خطی را نگارش و آن را اصلاح کرد. رامبد خواجه‌ای، محمدرضا حسین‌آبادی و آمنه برجسته یزدی تجزیه و تحلیل آماری را انجام دادند، نسخه خطی را نوشتند و جداول و داده‌ها را تهیه کردند. همه نویسندگان مقاله را خوانده و تأیید کرده‌اند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

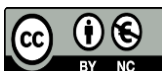
تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل رساله دوره دکتری تخصصی نویسنده اول است که معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور از آن پشتیبانی کرد.

References

- [1] Wrigglesworth J, Yaacob N, Ward P, Woods RL, McNeil J, Storey E, et al. Brain-predicted age difference is associated with cognitive processing in later-life. *Neurobiology of Aging*. 2022;109:195-203. [[10.1016/j.neurobiolaging.2021.10.007](https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2021.10.007)] [[PMID](#)]
- [2] Brioschi Guevara A, Bieler M, Altomare D, Berthier M, Csajka C, Dautricourt S, Démonet JF, Dodich A, Frisoni GB, Miniussi C, Molinuevo JL. Protocols for cognitive enhancement. A user manual for Brain Health Services—part 5 of 6. *Alzheimer's Research & Therapy*. 2021 Dec;13:1-3. [[10.1186/s13195-021-00844-1](https://doi.org/10.1186/s13195-021-00844-1)] [[PMID](#)]
- [3] Dana A, Fallah Z, Moradi J, Ghalavand A. The effect of cognitive and aerobic training on cognitive and motor function, and brain-derived neurotrophic factors in elderly men. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*. 2019;10(4):537-52.
- [4] Stillman CM, Esteban-Cornejo I, Brown B, Bender CM, Erickson KI. Effects of exercise on brain and cognition across age groups and health states. *Trends in neurosciences*. 2020 Jul 1;43(7):533-43. [[10.1016/j.tins.2020.04.010](https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.04.010)] [[PMID](#)]
- [5] Cox EP, O'Dwyer N, Cook R, Vetter M, Cheng HL, Rooney K, O'Connor H. Relationship between physical activity and cognitive function in apparently healthy young to middle-aged adults: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport*. 2016 Aug 1;19(8):616-28. [[10.1016/j.jsams.2015.09.003](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.003)] [[PMID](#)]
- [6] Targum SD, Fava M, Alphas LD, Lynn Starr H, Wessel TC, Hilt DC. Fatigue across the CNS spectrum: a clinical review. *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior*. 2014 Oct 2;2(4):231-46.
- [7] Nybo L, Rasmussen P. Inadequate cerebral oxygen delivery and central fatigue during strenuous exercise. *Exercise and sport sciences reviews*. 2007 Jul 1;35(3):110-8. [[10.1097/jes.0b013e3180a031ec](https://doi.org/10.1097/jes.0b013e3180a031ec)] [[PMID](#)]
- [8] Scholey AB, Moss MC, Neave N, Wesnes K. Cognitive performance, hyperoxia, and heart rate following oxygen administration in healthy young adults. *Physiology & behavior*. 1999 Nov 1;67(5):783-9. [[10.1016/s0031-9384\(99\)00183-3](https://doi.org/10.1016/s0031-9384(99)00183-3)] [[PMID](#)]
- [9] Jafari M, GHALAVAND A, RAJABI H, KHALEDI N, MOTAMEDI P. A review of the effect of exercise training on neuromuscular junction in throughout life: A logical analysis of animal experimental studies. 2021.
- [10] Zabihi Rezaei Z, Motamedi P, Ghalavand A. The effect of circuit resistance training on body composition and physical function in patients with Parkinson's disease. *Journal of Jiroft University of Medical Sciences*. 2022 Aug 10;9(2):949-57.
- [11] Voss MW, Nagamatsu LS, Liu-Ambrose T, Kramer AF. Exercise, brain, and cognition across the life span. *Journal of applied physiology*. 2011 Nov;111(5):1505-13. [[10.1152/jappphysiol.00210.2011](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00210.2011)] [[PMID](#)]
- [12] Li Z, Peng X, Xiang W, Han J, Li K. The effect of resistance training on cognitive function in the older adults: a systematic review of randomized clinical trials. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2018 Nov;30:1259-73. [[10.1007/s40520-018-0998-6](https://doi.org/10.1007/s40520-018-0998-6)] [[PMID](#)]
- [13] Chen HR, Zhang-Brotzge X, Morozov YM, Li Y, Wang S, Zhang HH, Kuan IS, Fugate EM, Mao H, Sun YY, Rakic P. Creatine transporter deficiency impairs stress adaptation and brain energetics homeostasis. *JCI insight*. 2021 Sep 9;6(17). [[10.1172/jci.insight.140173](https://doi.org/10.1172/jci.insight.140173)] [[PMID](#)]
- [14] Hall M, Trojian TH. Creatine supplementation. *Current sports medicine reports*. 2013 Jul 1;12(4):240-4. [[10.1249/JSR.Ob013e31829cdf2](https://doi.org/10.1249/JSR.Ob013e31829cdf2)] [[PMID](#)]
- [15] Roschel H, Gualano B, Ostojic SM, Rawson ES. Creatine supplementation and brain health. *Nutrients*. 2021 Feb 10;13(2):586. [[10.3390/nu13020586](https://doi.org/10.3390/nu13020586)] [[PMID](#)]
- [16] Tayebi M, Arazi H. Is creatine hydrochloride better than creatine monohydrate for the improvement of physical performance and hormonal changes in young trained men?. *Science & Sports*. 2020 Oct 1;35(5):e135-41.
- [17] van Balkom TD, van den Heuvel OA, Berendse HW, van der Werf YD, Vriend C. The effects of cognitive training on brain network activity and connectivity in aging and neurodegenerative diseases: a systematic review. *Neuropsychology Review*. 2020 Jun;30(2):267-86. [[10.1007/s11065-020-09440-w](https://doi.org/10.1007/s11065-020-09440-w)] [[PMID](#)]
- [18] Vermeir JF, White MJ, Johnson D, Crombez G, Van Ryckeghem DM. The effects of gamification on computerized cognitive training: systematic review and meta-analysis. *JMIR serious games*. 2020 Aug 10;8(3):e18644. [[10.2196/18644](https://doi.org/10.2196/18644)] [[PMID](#)]
- [19] Smid CR, Karbach J, Steinbeis N. Toward a science of effective cognitive training. *Current Directions in Psychological Science*. 2020 Dec;29(6):531-7.
- [20] Kim M, Kim S. Generative AI in Mafia-like Game Simulation. *arXiv preprint arXiv:2309.11672*. 2023 Sep 20.
- [21] Amann M, Calbet JA. Convective oxygen transport and fatigue. *Journal of applied physiology*. 2008 Mar;104(3):861-70. [[10.1152/jappphysiol.01008.2007](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01008.2007)] [[PMID](#)]
- [22] Brzycki M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of physical education, recreation & dance*. 1993 Jan 1;64(1):88-90.
- [23] Martín-Escudero P, Cabanas AM, Fuentes-Ferrer M, Galindo-Canales M. Oxygen saturation behavior by pulse oximetry in female athletes: breaking myths. *Biosensors*. 2021;11(10):391. Martín-Escudero P, Cabanas AM, Fuentes-Ferrer M, Galindo-Canales M. Oxygen saturation behavior by pulse oximetry in female athletes: breaking myths. *Biosensors*. 2021 Oct 14;11(10):391. [[10.3390/bios11100391](https://doi.org/10.3390/bios11100391)] [[PMID](#)]
- [24] Smets EM, Garssen B, Bonke BD, De Haes JC. The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. *Journal of psychosomatic research*. 1995 Apr 1;39(3):315-25. [[10.1016/0022-3999\(94\)00125-o](https://doi.org/10.1016/0022-3999(94)00125-o)] [[PMID](#)]
- [25] Rawson ES, Dolan E, Saunders B, Williams ME, Gualano B. Creatine supplementation in sport, exercise and health. *In: Dietary supplementation in sport and exercise* 2019 Jun 7 (pp. 141-164). Routledge.
- [26] Leavitt VM, DeLuca J. Central fatigue: issues related to cognition, mood and behavior, and psychiatric diagnoses. *PM&R*. 2010 May 1;2(5):332-7. [[10.1016/j.pmrj.2010.03.027](https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.03.027)] [[PMID](#)]

- [27] Sun H, Soh KG, Mohammadi A, Toumi Z, Zhang L, Ding C, Gao X, Tian J. Counteracting mental fatigue for athletes: a systematic review of the interventions. *BMC psychology*. 2024 Feb 9;12(1):67. [[10.1186/s40359-023-01476-w](https://doi.org/10.1186/s40359-023-01476-w)][[PMID](#)]
- [28] Herold F, Törpel A, Schega L, Müller NG. Functional and/or structural brain changes in response to resistance exercises and resistance training lead to cognitive improvements—a systematic review. *European Review of Aging and Physical Activity*. 2019 Dec;16:1-33.
- [29] Chow ZS, Moreland AT, Macpherson H, Teo WP. The central mechanisms of resistance training and its effects on cognitive function. *Sports Medicine*. 2021 Dec;51(12):2483-506. [[10.1007/s40279-021-01535-5](https://doi.org/10.1007/s40279-021-01535-5)][[PMID](#)]



©2025 by the authors. Licensee AJUMS, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).