

The Effect of a High-Intensity Interval Training Program on Body Mass Index in Military Personnel

Seyed Mehdi. Razavi Dehkordi^{1*}, Mohammadreza. Zarali², Amin. Ebdalifar³

¹ Sport Medicine Research Center, Na.C., Islamic Azad University, Najafabad, Iran

² Researcher, Armed Forces Health Administration of Islamic Republic of Iran, Tehran, Iran

³ Department of Physical Education, WT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

* Corresponding author email address: Seyedm.razavi@yahoo.com

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Razavi Dehkordi, S. M., Zarali, M., & Ebdalifar, A. (2026). The Effect of a High-Intensity Interval Training Program on Body Mass Index in Military Personnel. *Longevity*, 4(4), 1-14.

<https://doi.org/10.61838/kman.longevity.106>



© 2026 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effect of a high-intensity interval training (HIIT) program on the body mass index (BMI) of military personnel. This controlled pretest–posttest intervention included 30 military personnel who were randomly allocated to experimental and control groups (n=15 each). Body weight and height were measured using an AND digital scale (Model HL400) and a SECA stadiometer, respectively. The 8-week HIIT protocol was based on Buchheit and Laursen (2013) and was performed three sessions per week. Because the assumptions required for ANCOVA were not met, between-group posttest BMI scores were compared using one-way ANOVA. Analyses were performed in SPSS version 25 with statistical significance set at $p < 0.05$. There was no statistically significant between-group difference in posttest BMI ($F(1,28)=3.212$, $p=0.084$, $\eta^2=0.103$). Under the present 8-week protocol, HIIT did not produce a statistically significant between-group difference in BMI. Future studies should include direct measures of body composition and dietary monitoring to evaluate changes not captured by BMI.

Keywords: High-Intensity Interval Training, Body Mass Index, Military Personnel

Introduction

Military personnel face distinctive occupational demands that require sustained levels of physical fitness, endurance, strength, speed, and resistance to fatigue. Maintaining an appropriate physical condition is therefore an essential component of military readiness and operational effectiveness. Inadequate physical condition, excessive body weight, and unfavorable body composition may impair the ability of military personnel to perform physically demanding occupational tasks. Previous research has demonstrated that body weight and body composition are important factors associated with physical fitness, health, and operational performance in military populations ([Knapik et al., 2006](#); [Sharp et al., 2008](#)). Accordingly, effective strategies for maintaining healthy body weight and improving physical conditioning are particularly important for military organizations.

Overweight and obesity have also become major public health concerns because excess body fat is associated with cardiovascular disease, metabolic abnormalities, reduced quality of life, and limitations in physical functioning. These consequences are especially relevant to occupational groups such as military personnel, whose physical health and functional capacity are directly related to professional performance ([World Health Organization, 2024](#)). Body mass index (BMI), calculated as body weight divided by height squared, remains one of the most widely used indicators for classifying individuals as underweight, normal weight, overweight, or obese. Although BMI cannot distinguish fat mass from lean or muscular mass, its simplicity, low cost, and ease of measurement have made it a commonly used indicator in population-based and clinical assessments ([World Health Organization, 2024](#)). Within military populations, BMI can similarly serve as an initial screening indicator for monitoring weight status and identifying personnel at risk of excessive body weight.

Regular physical activity is one of the principal approaches to weight management and enhancement of physical health. Exercise may contribute to weight control through increased energy expenditure, improved cardiorespiratory capacity, and favorable metabolic adaptations. Nevertheless, adherence to prolonged exercise programs can be difficult in occupational environments in which personnel have limited time available for structured training. This challenge has encouraged increasing interest in time-efficient exercise modalities capable of producing substantial physiological stimulation within relatively short periods ([Garber et al., 2011](#); [Gibala et al., 2012](#)).

High-intensity interval training (HIIT) has emerged as one such exercise strategy. HIIT generally consists of repeated short periods of high-intensity activity interspersed with periods of rest or lower-intensity activity. Its ability to expose individuals to high exercise intensities within a comparatively short total training duration makes it potentially useful for populations with occupational time constraints, including military personnel ([Buchheit & Laursen, 2013](#); [Gibala et al., 2012](#)). Previous studies have associated HIIT with improvements in aerobic capacity, insulin sensitivity, cardiovascular functioning, metabolic health, and certain aspects of body composition ([Batacan et al., 2017](#); [Wewege et al., 2017](#)). However, findings concerning its effects on body weight and BMI have not been uniform. Some investigations have reported reductions in body fat and improvements in body composition, whereas changes in total body weight or BMI have sometimes been limited or statistically nonsignificant ([Keating et al., 2017](#); [Wewege et al., 2017](#)). Such variation may reflect differences in intervention duration, training intensity and volume, baseline characteristics of participants, and dietary status.

These issues are particularly important in military populations because military personnel may differ from the general population in baseline fitness, muscularity, occupational physical activity, and daily energy expenditure (Knapik et al., 2006; Sharp et al., 2008). Consequently, findings obtained from nonmilitary populations cannot necessarily be generalized directly to military personnel. Considering the need for practical and time-efficient exercise protocols in military settings and the inconsistent evidence regarding the influence of HIIT on weight-related outcomes, the present study aimed to determine the effect of an eight-week HIIT program on BMI among military personnel.

Methods and Materials

The study was a controlled interventional investigation using a pretest–posttest design with experimental and control groups. The study population consisted of military personnel. Sample size was determined using G*Power software based on an effect size of 0.45, statistical power of 0.95, and a significance level of 0.05. Thirty participants were recruited and randomly assigned through simple randomization to either the experimental group or the control group, with 15 participants in each group.

Participants were men aged 20–45 years. Eligibility criteria included appropriate physical health confirmed by a military physician, absence of chronic illnesses or movement limitations that could prevent participation in exercise, no injury or surgery during the preceding six months, written consent to participate, absence of concurrent medications or treatments capable of influencing physical or psychological functioning, and commitment to regular attendance throughout the eight-week intervention. Participants were excluded if they developed acute or chronic illness, experienced physical injury or disability, missed more than two training sessions, withdrew cooperation or consent, used medications affecting physical or psychological functioning, or participated in exercise programs outside the study protocol that could influence the results.

Demographic information, medical history, readiness for physical activity, and health and physical activity status were assessed before participation. Body weight was measured using an AND HL400 digital scale, and height was measured using a SECA stadiometer. BMI was subsequently determined from body weight and height measurements.

The HIIT intervention lasted eight weeks and was conducted three times per week. Each session consisted of warm-up, main interval training, and cool-down phases. Participants initially completed a 10-minute warm-up consisting of five minutes of light running at 40–50% of maximal heart rate, three minutes of dynamic movements such as lunges, squats, and joint-mobility exercises, and two minutes of progressively intensified running reaching approximately 65% of maximal heart rate.

During weeks 1–2, the main exercise phase consisted of 10 one-minute intervals performed at 85–90% of maximal heart rate, with one minute of active recovery at 50–60% between intervals. During weeks 3–5, the number of intervals increased to 12 and intensity increased to 90–95% of maximal heart rate. During weeks 6–8, participants performed 15 intervals at 90–100% of maximal heart rate. Exercise intensity was monitored through heart-rate measurement and a Borg rating of perceived exertion of approximately 17–19. Maximum heart rate was estimated using the 220-minus-age formula.

Each session ended with five to seven minutes of light walking and stretching of major muscle groups. Depending on the intervention week, total session duration was approximately 34–46 minutes. Safety procedures were applied throughout the intervention.

Data distribution and variance homogeneity were evaluated before inferential analysis. Because the assumptions necessary for analysis of covariance were not satisfied, posttest BMI scores were compared between groups using one-way analysis of variance. Statistical analyses were performed using SPSS version 25, with the significance level established at $p < 0.05$.

Findings

The final sample consisted of 30 male military personnel aged 20–45 years, with 15 participants in the experimental group and 15 in the control group. The mean age of the experimental group was 33.88 years ($SD=4.54$), compared with 35.95 years ($SD=5.92$) in the control group. Mean height was 178.69 cm ($SD=2.83$) in the experimental group and 179.14 cm ($SD=3.66$) in the control group.

At pretest, mean body weight was 78.22 kg ($SD=3.84$) in the experimental group and 77.63 kg ($SD=4.01$) in the control group. At posttest, mean body weight decreased to 75.29 kg ($SD=3.48$) in the experimental group, whereas the control group had a mean posttest weight of 78.50 kg ($SD=3.87$).

For BMI, the experimental group had a pretest mean of 24.52 ($SD=1.66$), while the control group had a pretest mean of 24.20 ($SD=1.34$). Following the eight-week intervention, mean BMI in the experimental group was 23.60 ($SD=1.50$), compared with 24.46 ($SD=1.80$) in the control group. Thus, descriptively, BMI declined in the HIIT group while remaining relatively stable or increasing slightly in the control group.

Because the requirements for covariance analysis were not met, a one-way analysis of variance was conducted to compare posttest BMI between the experimental and control groups. The resulting between-group difference did not reach conventional statistical significance, $F(1,28)=3.212$, $p=0.084$, $\eta^2=0.103$. Consequently, despite the descriptive reduction observed in the experimental group, there was insufficient statistical evidence to conclude that the eight-week HIIT protocol produced a significant effect on BMI compared with the control condition. The research hypothesis regarding a significant effect of HIIT on BMI was therefore not supported.

Discussion and Conclusion

The principal finding of this study was that eight weeks of HIIT did not produce a statistically significant between-group difference in BMI among the participating military personnel. Although the experimental group demonstrated a descriptive reduction in BMI from pretest to posttest, the between-group comparison failed to reach the predetermined significance threshold. This finding should not, however, be interpreted as definitive evidence that the HIIT intervention produced no beneficial changes in participants' physical condition.

A central issue in interpreting the findings concerns the limitations of BMI as an indicator of changes resulting from exercise. BMI reflects the relationship between total body weight and height but does not differentiate among fat mass, skeletal muscle mass, lean tissue, and body water. Exercise may reduce fat mass while simultaneously maintaining or increasing muscular mass. Under such circumstances, meaningful improvements in body composition could occur without producing a sufficiently large change in total body weight or BMI. This consideration is particularly relevant to military personnel, who may have relatively high levels of muscularity and occupational physical activity.

The characteristics of the training protocol may also have contributed to the nonsignificant result. Although HIIT provides a substantial physiological stimulus, its influence on body weight depends on training intensity, interval duration, recovery periods, number of repetitions, weekly frequency, and overall intervention duration. The present eight-week, three-session-per-week protocol may have been

sufficient to stimulate cardiovascular or metabolic adaptations but insufficient to produce a sufficiently large reduction in overall body mass to generate a statistically significant between-group BMI difference.

Dietary intake represents another important consideration. Changes in body weight depend on the interaction between energy expenditure and energy intake. Increased energy expenditure during exercise may be partly compensated for by increased food consumption, appetite changes, or reductions in physical activity during other parts of the day. Because dietary intake was not strictly controlled, nutritional differences may have reduced the observable effect of the exercise intervention on body weight and BMI.

The findings consequently emphasize the importance of selecting outcome measures that correspond closely to the physiological effects expected from an exercise intervention. In military populations, BMI alone may be insufficient for evaluating the effectiveness of conditioning programs. Future investigations should incorporate direct measures such as body-fat percentage, fat mass, lean body mass, skeletal muscle mass, waist circumference, skinfold thickness, and waist-to-height ratio. Dietary intake and total daily physical activity should also be monitored more carefully.

In conclusion, the eight-week HIIT intervention used in this study did not result in a statistically significant improvement in BMI compared with the control condition among military personnel. Nevertheless, the absence of a significant BMI effect does not exclude the possibility of favorable changes in body composition, metabolic function, or physical fitness. HIIT may therefore remain a potentially useful and time-efficient component of military physical-conditioning programs, but its effectiveness should be evaluated through comprehensive body-composition and fitness indicators rather than BMI alone. Future research using longer interventions, direct assessment of fat and lean mass, controlled nutritional conditions, and more comprehensive physiological outcomes is necessary to determine more precisely the role of HIIT in improving the physical condition of military personnel.

Conflict of Interest

There is no conflict of interest in conducting the present study.

Acknowledgments

We sincerely thank all participants who, despite the numerous challenges we faced, supported us in completing this research.

Authors' Contributions

All authors contributed equally to the conception and design of the study, data collection, analysis and interpretation of the findings, drafting the manuscript, critical revision for important intellectual content, and approval of the final version. All authors take responsibility for the integrity of the work.

Ethical Considerations

This study was conducted in compliance with all ethical principles in human research.

Data Transparency

The data and sources used in this study will be made available upon request from the corresponding author, in compliance with copyright regulations.

Funding

The authors declare that no financial support was received for the research and/or publication of this article.

تأثیر یک برنامه تمرین تناوبی با شدت بالا بر شاخص توده بدنی نظامیان

سید مهدی رضوی دهکردی^{۱*}، محمدرضا زارعلی^۲، امین ابدالی فر^۳

۱. مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
۲. پژوهشگر، اداره بهداشت و درمان نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران، تهران، ایران
۳. گروه تربیت بدنی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: Seyedm.razavi@yahoo.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

رضوی دهکردی، سید مهدی، زارعلی، محمدرضا، و ابدالی فر، امین. (۱۴۰۵). تأثیر یک برنامه تمرین تناوبی با شدت بالا بر شاخص توده بدنی نظامیان. *طول عمر*، ۴(۴)، ۱-۱۴.



© ۱۴۰۵ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر یک برنامه تمرین تناوبی با شدت بالا بر شاخص توده بدنی نظامیان بود. این پژوهش یک مطالعه مداخله‌ای کنترل‌شده با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و دو گروه آزمایش و کنترل بود. جامعه آماری شامل تمامی کارکنان نظامی می‌باشد. نمونه آماری تحقیق براساس معیارهای ورود به تحقیق و با استفاده از نرم افزار GPower تعیین شد. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار Gpower (اندازه اثر ۰/۴۵، توان آماری ۰/۹۵ و سطح معنی داری ۰/۰۵) ۳۰ نفر تعیین و به صورت تصادفی ساده به دو گروه کنترل و آزمایشی تقسیم شدند. برای ارزیابی آمادگی فعالیت بدنی، از پرسشنامه آمادگی جسمانی پارکیو (PAR-Q) و پرسشنامه تندرستی و فعالیت بدنی استفاده شد. اندازه‌گیری وزن بدن با استفاده از ترازوی دیجیتالی با مارک AND و مدل HL۴۰۰ با دقت ۱/۰ گرم و اندازه‌گیری قد با دستگاه قدسنج مارک سگا (SECA) ساخت آلمان انجام گرفت. پروتکل تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر اساس دستورالعمل‌های بوخه‌ایت و لورسن (۲۰۱۳) اجرا شد. آزمودنی‌ها در هر جلسه ابتدا ۱۰ دقیقه گرم‌کردن شامل ۵ دقیقه دویدن آرام با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه، ۳ دقیقه حرکات پویا شامل لانج، اسکات و بازکردن مفاصل و ۲ دقیقه دویدن تدریجی تا شدت ۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه انجام دادند. با توجه به احراز نشدن پیش‌فرض‌های لازم برای تحلیل کوواریانس، مقایسه بین گروهی BMI در پس‌آزمون با تحلیل واریانس یک‌راهه انجام شد. تحلیل‌ها با SPSS نسخه ۲۵ و سطح معناداری $p < 0.05$ انجام شدند. تفاوت نمرات پس‌آزمون شاخص توده بدنی بین دو گروه از نظر آماری معنادار نبود ($F(1,28) = 3.212$). ($F(1,28) = 3.212$, $\eta^2 = 0.103$, $p = 0.084$) در این نمونه و با پروتکل هشت‌هفته‌ای حاضر، HIIT تفاوت معناداری در BMI ایجاد نکرد. برای ارزیابی دقیق‌تر اثر تمرین بر وضعیت بدنی، استفاده از شاخص‌های مستقیم ترکیب بدن و کنترل وضعیت تغذیه‌ای در مطالعات آینده توصیه می‌شود.

کلیدواژگان: تمرین تناوبی با شدت بالا، شاخص توده بدنی، نظامیان

مقدمه

نیروهای نظامی به دلیل ماهیت شغلی خود با الزامات جسمانی و عملکردی متعددی مواجه هستند و حفظ آمادگی جسمانی مناسب یکی از پیش شرط‌های اساسی برای انجام موفقیت‌آمیز مأموریت‌های نظامی محسوب می‌شود. توانایی انجام فعالیت‌های جسمانی، تحمل خستگی، سرعت، قدرت و استقامت از جمله مؤلفه‌هایی هستند که می‌توانند بر عملکرد عملیاتی کارکنان نظامی تأثیر بگذارند. از این منظر، وضعیت بدنی نامطلوب و افزایش وزن می‌تواند ظرفیت عملکردی افراد را کاهش داده و انجام فعالیت‌های نظامی را با دشواری مواجه کند. شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که وضعیت وزن و ترکیب بدنی از عوامل مهم مرتبط با آمادگی جسمانی و سلامت کارکنان نظامی است (Knapik et al., 2006; Sharp et al., 2008).

اضافه‌وزن و چاقی در سال‌های اخیر به یکی از مهم‌ترین چالش‌های سلامت عمومی در جوامع مختلف تبدیل شده است. افزایش توده چربی بدن با پیامدهای متعددی از جمله افزایش خطر بیماری‌های قلبی - عروقی، اختلالات متابولیکی، کاهش کیفیت زندگی و محدودیت عملکرد جسمانی همراه است. این مسئله در جمعیت‌های شغلی خاص، از جمله نیروهای نظامی، اهمیت بیشتری دارد؛ زیرا سلامت و آمادگی جسمانی کارکنان مستقیماً با توانایی انجام وظایف حرفه‌ای آنان ارتباط دارد (World Health Organization, 2024). بنابراین، شناسایی روش‌های مؤثر، قابل اجرا و زمان‌کارآمد برای کنترل وزن و بهبود شاخص‌های بدنی نظامیان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

شاخص توده بدنی (شاخص توده بدنی: BMI) یکی از رایج‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی وضعیت وزن در مطالعات جمعیتی و بالینی است. این شاخص از تقسیم وزن بر مجذور قد به دست می‌آید و برای طبقه‌بندی افراد از نظر کمبود وزن، وزن طبیعی، اضافه‌وزن و چاقی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه شاخص توده بدنی توانایی تفکیک توده عضلانی از توده چربی را ندارد، به دلیل سادگی، هزینه پایین و سهولت اندازه‌گیری، همچنان یکی از شاخص‌های پرکاربرد برای بررسی وضعیت وزن در جمعیت‌های بزرگ محسوب می‌شود (World Health Organization, 2024). در کارکنان نظامی نیز شاخص توده بدنی می‌تواند به عنوان یکی از شاخص‌های اولیه برای پایش وضعیت بدنی و شناسایی افراد در معرض اضافه‌وزن مورد استفاده قرار گیرد.

فعالیت بدنی منظم یکی از راهکارهای اصلی برای کنترل وزن و ارتقای سلامت جسمانی است. تمرینات ورزشی از طریق افزایش مصرف انرژی، بهبود ظرفیت قلبی - تنفسی و ایجاد تغییرات مطلوب در متابولیسم بدن می‌توانند در کنترل وزن مؤثر باشند. با این حال، پایبندی به برنامه‌های ورزشی طولانی‌مدت و اختصاص زمان کافی برای تمرین، یکی از چالش‌های مهم در محیط‌های شغلی محسوب می‌شود. به همین دلیل، در سال‌های اخیر توجه پژوهشگران به شیوه‌های تمرینی کارآمدی معطوف شده است که بتوانند در مدت زمان نسبتاً کوتاه، محرک فیزیولوژیکی مناسبی ایجاد کنند (Garber et al., 2011; Gibala et al., 2012).

در این میان، تمرین تناوبی با شدت بالا (تمرین تناوبی با شدت بالا: HIIT) به عنوان یکی از روش‌های نوین تمرینی مورد توجه قرار گرفته است. تمرین تناوبی با شدت بالا شامل دوره‌های کوتاه فعالیت بدنی با شدت بالا است که با دوره‌های استراحت یا فعالیت با شدت پایین‌تر در تناوب قرار می‌گیرند. ویژگی مهم این شیوه تمرینی، دستیابی به شدت‌های بالای فعالیت در مدت زمان نسبتاً کوتاه است. از این رو، تمرین تناوبی با شدت بالا می‌تواند برای افرادی که محدودیت زمانی دارند یا به دنبال روش‌های مؤثر برای ارتقای آمادگی جسمانی هستند، گزینه مناسبی باشد (Buchheit & Laursen, 2013; Gibala et al., 2012).

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که تمرین تناوبی با شدت بالا می‌تواند موجب بهبود برخی شاخص‌های سلامت و آمادگی جسمانی شود. از جمله این آثار می‌توان به بهبود ظرفیت هوازی، حساسیت به انسولین، عملکرد قلبی - عروقی و برخی مؤلفه‌های ترکیب بدنی اشاره

کرد. مکانیسم‌های احتمالی این تغییرات شامل افزایش مصرف انرژی، افزایش تحرک متابولیسم و سازگاری‌های قلبی - تنفسی ناشی از تمرین با شدت بالا است (Batacan et al., 2017; Wewege et al., 2017). با وجود این، میزان تأثیر تمرین تناوبی با شدت بالا بر شاخص‌های مرتبط با وزن، به ویژگی‌های برنامه تمرینی و ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه وابسته است.

شواهد حاصل از مطالعات فراتحلیلی درباره اثر تمرین تناوبی با شدت بالا بر وزن و ترکیب بدن نیز نتایج نسبتاً امیدوارکننده‌ای ارائه کرده‌اند، اگرچه اندازه اثر در مطالعات مختلف یکسان نبوده است. برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرین تناوبی با شدت بالا می‌تواند کاهش چربی بدن و بهبود برخی شاخص‌های ترکیب بدنی را ایجاد کند، در حالی که در برخی مطالعات تغییرات شاخص توده بدنی یا وزن بدن محدود یا غیرمعنادار گزارش شده است (Keating et al., 2017; Wewege et al., 2017). این تفاوت‌ها نشان می‌دهد که مدت و شدت مداخله، تعداد جلسات، ویژگی‌های اولیه آزمودنی‌ها و وضعیت تغذیه‌ای می‌توانند در پاسخ به تمرین تناوبی با شدت بالا نقش داشته باشند.

موضوع کنترل وزن در نظامیان از جنبه دیگری نیز اهمیت دارد. کارکنان نظامی معمولاً در کنار فعالیتهای ورزشی سازمان‌یافته، فعالیتهای روزمره و شغلی متفاوتی دارند که می‌تواند بر میزان مصرف انرژی و وضعیت بدنی آنان تأثیر بگذارد. علاوه بر این، تفاوت در سطح آمادگی اولیه، سن، سابقه تمرین و شرایط کاری ممکن است موجب شود پاسخ کارکنان نظامی به برنامه‌های تمرینی با پاسخ جمعیت عمومی متفاوت باشد. از این رو، تعمیم نتایج مطالعات انجام‌شده در جمعیت‌های غیرنظامی به کارکنان نظامی باید با احتیاط صورت گیرد و انجام پژوهش‌های اختصاصی در این گروه ضرورت دارد (Knapik et al., 2006; Sharp et al., 2008).

از سوی دیگر، یکی از چالش‌های مهم در محیط‌های نظامی، طراحی برنامه‌های تمرینی است که ضمن حفظ یا ارتقای آمادگی جسمانی، از نظر زمانی و اجرایی نیز قابلیت استفاده در برنامه‌های منظم کارکنان را داشته باشد. تمرین تناوبی با شدت بالا به دلیل ساختار تناوبی و امکان دستیابی به شدت‌های بالای فعالیت در مدت زمان کوتاه، می‌تواند از این منظر مورد توجه قرار گیرد. با این حال، شواهد مربوط به تأثیر مستقیم این شیوه تمرینی بر شاخص توده بدنی نظامیان هنوز نیازمند بررسی بیشتر است؛ به‌ویژه در شرایطی که گروه کنترل از فعالیتهای معمول روزانه برخوردار باشد. بنابراین، بررسی تجربی این موضوع می‌تواند به روشن‌شدن میزان اثربخشی تمرین تناوبی با شدت بالا در محیط نظامی کمک کند.

با توجه به اهمیت حفظ وضعیت بدنی مطلوب و آمادگی جسمانی در کارکنان نظامی، و با توجه به یافته‌های متفاوت مطالعات پیشین درباره تأثیر تمرین تناوبی با شدت بالا بر شاخص‌های مرتبط با وزن، بررسی این رابطه در جمعیت نظامی ضروری به نظر می‌رسد. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر یک برنامه تمرین تناوبی با شدت بالا بر شاخص توده بدنی نظامیان انجام شد. انتظار می‌رود یافته‌های این پژوهش بتواند شواهد کاربردی مناسبی برای طراحی و انتخاب برنامه‌های تمرینی مؤثر در راستای حفظ و بهبود وضعیت بدنی کارکنان نظامی فراهم کند.

روش پژوهش

این پژوهش یک مطالعه مداخله‌ای کنترل‌شده با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و دو گروه آزمایش و کنترل بود. جامعه آماری پژوهش شامل نظامیان می‌باشد. نمونه آماری تحقیق براساس معیارهای ورود به تحقیق و با استفاده از نرم افزار GPower 2 گروه (تجربی، کنترل) تعیین شد. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G*Power (اندازه اثر ۰.۴۵، توان آماری ۰.۹۵ و سطح معناداری ۰.۰۵) برابر با ۳۰ نفر تعیین شد و با روش تصادفی ساده در دو گروه ۱۵ نفره آزمایش و کنترل تخصیص یافتند. ملاک‌های ورود به پژوهش شامل شرایطی بودند که اطمینان حاصل شود شرکت‌کنندگان توانایی و شرایط لازم برای حضور مؤثر در تمرینات ورزشی و پاسخگویی به ابزارهای پژوهشی را دارند. این ملاک‌ها

عبارت بودند از: سن بین ۲۰ تا ۴۵ سال، وضعیت سلامت جسمانی مناسب و تأیید شده توسط پزشک نظامی، عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن یا محدودیت‌های حرکتی که مانع انجام تمرینات شود، و نداشتن سابقه آسیب‌دیدگی یا جراحی در ۶ ماه گذشته. همچنین، رضایت کتبی برای شرکت در پژوهش، عدم استفاده همزمان از داروها یا روش‌های درمانی مؤثر بر سلامت روان یا آمادگی جسمانی و تعهد به حضور منظم در طول دوره هشت هفته‌ای تمرینات نیز از دیگر ملاک‌های ورود بودند. ملاک‌های خروج از مطالعه به منظور حفظ سلامت شرکت‌کنندگان و اعتبار علمی داده‌ها تعریف شد. این موارد شامل ابتلا به بیماری‌های حاد یا مزمن در طول دوره تحقیق، آسیب‌دیدگی یا ناتوانی جسمی، و عدم حضور یا ترک دوره تمرینی بیش از ۲ جلسه در کل پروتکل بود. همچنین، عدم همکاری یا رضایت شرکت‌کننده در ادامه مطالعه، مصرف داروهای روان‌گردان یا داروهای تأثیرگذار بر عملکرد جسمانی یا روانی و شرکت در برنامه‌های تمرینی یا فعالیت‌های ورزشی خارج از پروتکل مطالعه که می‌توانست نتایج را مخدوش کند، از دیگر ملاک‌های خروج محسوب می‌شدند.

در این پژوهش، به‌منظور گردآوری داده‌ها و ارزیابی دقیق ویژگی‌های فردی و شاخص‌های جسمانی شرکت‌کنندگان، از ابزارهای پژوهش استفاده شد. بدین‌منظور، برگه اطلاعات جمعیت‌شناختی برای ثبت متغیرهایی نظیر سن، جنس، وضعیت تأهل و سطح تحصیلات به کار رفت. همچنین، پرسشنامه سابقه پزشکی جهت بررسی وضعیت سلامت عمومی و شناسایی بیماری‌ها یا محدودیت‌های احتمالی شرکت‌کنندگان تکمیل گردید. برای ارزیابی آمادگی فعالیت بدنی، از پرسشنامه آمادگی جسمانی پارکیو (PAR-Q) و پرسشنامه تندرستی و فعالیت بدنی استفاده شد. اندازه‌گیری وزن بدن با استفاده از ترازوی دیجیتالی با مارک AND و مدل HL400 با دقت 0/1 گرم و اندازه‌گیری قد با دستگاه قدسنج مارک سگا (SECA) ساخت آلمان انجام گرفت.

پروتکل تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT)

پروتکل HIIT در این پژوهش بر اساس دستورالعمل‌های بوخهایت و لورسن (۲۰۱۳) طراحی شد. جلسه تمرین شامل سه بخش بود: گرم‌کردن، فاز اصلی و سردکردن (Buchheit & Laursen, 2013). در آغاز، آزمودنی‌ها یک گرم‌کردن ۱۰ دقیقه‌ای شامل ۵ دقیقه دویدن آرام با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه، ۳ دقیقه حرکات پویا مانند لانج و اسکات و باز کردن مفاصل، و ۲ دقیقه دویدن تدریجی تا ۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه انجام دادند تا بدن برای فعالیت شدید آماده شود.

فاز اصلی تمرین به‌صورت تناوب‌های یک دقیقه‌ای با شدت بالا اجرا شد. در هفته‌های اول تا دوم، آزمودنی‌ها ۱۰ تکرار یک دقیقه‌ای با شدت ۸۵ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام دادند و بین هر تکرار یک دقیقه استراحت فعال با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه داشتند. در هفته‌های سوم تا پنجم، تعداد تکرارها به ۱۲ نوبت و شدت به ۹۰ تا ۹۵ درصد افزایش یافت. در هفته‌های ششم تا هشتم، تعداد تناوب‌ها به ۱۵ نوبت و شدت تمرین به ۹۰ تا ۱۰۰ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. شدت تمرین با استفاده از ضربان‌سنج و مقیاس درک فشار Borg (17-19) کنترل شد و فرمول 220-سن برای تخمین ضربان قلب بیشینه به کار رفت.

در پایان هر جلسه، آزمودنی‌ها یک سردکردن ۵ تا ۷ دقیقه‌ای شامل راه رفتن آرام و کشش عضلات اصلی (چهارسر، همسترینگ، دوقلو و فلکسور لگن) انجام دادند. با احتساب گرم‌کردن، فاز اصلی و سردکردن، مدت کل هر جلسه بسته به هفته و تعداد تناوب‌ها حدود ۳۴ تا ۴۶ دقیقه بود و هر هفته سه جلسه تمرینی انجام می‌شد. رعایت اصول ایمنی شامل ارزیابی وضعیت سلامت، پرهیز از تمرین در صورت وجود درد قفسه‌سینه یا سرگیجه، و توقف تمرین در صورت بروز علائم غیرطبیعی الزامی بود.

روش آماری

پس از کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌های وزنی با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، برای بررسی تجانس واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. با توجه به احراز نشدن پیش‌فرض‌های لازم برای تحلیل کوواریانس، مقایسه بین‌گروهی شاخص توده بدنی در پس‌آزمون با تحلیل واریانس یک‌راهه انجام شد. تمام عملیات آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ انجام شد و سطح معناداری $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نمونه آماری پژوهش حاضر شامل ۳۰ مرد ۲۰ تا ۴۵ ساله نظامیان بود که در دو گروه ۱۵ نفره آزمایش و کنترل تخصیص یافتند. در جدول ۱ یافته‌های جمعیت شناختی ارائه شده است.

جدول ۱

داده‌های جمعیت شناختی مربوط به افراد گروه آزمایش و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه تجربی	گروه کنترل		p-value
		میانگین	انحراف معیار	
سن	۸۸/۳۳	۵۴/۴	۹۵/۳۵	۶۷۳/۰
قد	۶۹/۱۷۸	۸۳/۲	۱۴/۱۷۹	۷۳۷/۰
وزن پیش‌آزمون	۲۲/۷۸	۸۴/۳	۶۳/۷۷	۱۲۳/۰
وزن پس‌آزمون	۲۹/۷۵	۴۸/۳	۵۰/۷۸	۰۸۱/۰
شاخص توده بدنی پیش‌آزمون	۵۲/۲۴	۶۶/۱	۲۰/۲۴	۳۱۴/۰
شاخص توده بدنی پس‌آزمون	۶۰/۲۳	۵۰/۱	۴۶/۲۴	۶۶۱/۰

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است، میانگین سنی (انحراف معیار) شرکت‌کننده‌ها در گروه تجربی $33/88$ ($4/54$)، و در کنترل $35/95$ ($5/92$) بود. میانگین قد (انحراف معیار) شرکت‌کنندگان گروه تجربی $178/69$ ($2/83$)، و در کنترل $179/14$ ($3/966$) بود. میانگین نمرات پیش‌آزمون وزن (انحراف معیار) شرکت‌کنندگان در گروه تجربی $78/22$ ($3/84$)، و در کنترل $77/63$ ($4/01$) بود. میانگین نمرات پس‌آزمون وزن (انحراف معیار) شرکت‌کنندگان در گروه تجربی $75/29$ ($3/48$)، و در کنترل $78/50$ ($3/87$) بود. میانگین نمرات پیش‌آزمون شاخص توده بدنی (انحراف معیار) شرکت‌کنندگان در گروه تجربی $24/52$ ($1/50$)، و در کنترل $24/20$ ($1/34$) بود. میانگین نمرات پس‌آزمون شاخص توده بدنی (انحراف معیار) شرکت‌کنندگان در گروه تجربی $23/60$ ($1/50$)، و در کنترل $24/46$ ($1/80$) بود.

با توجه به احراز نشدن پیش‌فرض‌های لازم برای تحلیل کوواریانس، مقایسه بین‌گروهی نمرات پس‌آزمون شاخص توده بدنی با تحلیل واریانس یک‌راهه انجام شد. نتایج در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲

نتایج تحلیل واریانس یکراهه مربوط به دو گروه آزمایش و کنترل در متغیر شاخص توده بدنی

منبع تغییرات	SS	df	MS	F	p-value	اندازه اثر
گروه	۵۴۷/۵	۱	۵۴۷/۵	۲۱۲/۳	۰۸۴/۰	۱۰۳/۰
خطا	۳۵۹/۴۸	۲۸	۷۲۷/۱			
کل	۱۷۳۸۵	۳۰				

همان‌طور که نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد، تفاوت نمره‌های پس‌آزمون شاخص توده بدنی بین گروه HIIT و کنترل از نظر آماری معنادار نبود ($F(1,28)=3.212, p=0.084, \eta^2=0.103$). بنابراین، در این نمونه و با پروتکل هشت‌هفته‌ای حاضر، شواهد کافی برای تأثیر معنادار HIIT بر BMI مشاهده نشد و فرضیه پژوهش تأیید نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اجرای برنامه تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) پس از هشت هفته، در مقایسه با گروه کنترل، تفاوت آماری معناداری در شاخص توده بدنی (BMI) ایجاد نکرد ($p=0.084$). این یافته در نگاه نخست ممکن است به این معنا تفسیر شود که برنامه تمرین تناوبی با شدت بالا تأثیری بر وضعیت بدنی آزمودنی‌ها نداشته است؛ با این حال، چنین برداشتی باید با احتیاط صورت گیرد. شاخص توده بدنی شاخصی ساده و عمومی برای ارزیابی وضعیت وزن است که از نسبت وزن بدن به مجذور قد محاسبه می‌شود و قادر نیست سهم دقیق توده چربی، توده عضلانی، آب بدن و سایر اجزای تشکیل‌دهنده وزن را مشخص کند. بنابراین، عدم تغییر معنادار شاخص توده بدنی لزوماً به معنای عدم وقوع تغییرات مطلوب در ترکیب بدن نیست (World Health Organization, 2024).

یکی از مهم‌ترین تبیین‌های احتمالی برای یافته حاضر این است که تمرین تناوبی با شدت بالا ممکن است موجب تغییر در ترکیب بدن شده باشد، بدون آنکه وزن کلی بدن و در نتیجه شاخص توده بدنی تغییر قابل توجهی پیدا کند. برای مثال، ممکن است در جریان یک برنامه تمرینی منظم، کاهش توده چربی هم‌زمان با حفظ یا افزایش توده بدون چربی، به‌ویژه توده عضلانی، رخ داده باشد. در چنین شرایطی، وزن کلی فرد ممکن است تقریباً ثابت باقی بماند، در حالی که نسبت چربی به عضله تغییر مطلوبی پیدا کرده است. از این رو، نمی‌توان صرفاً بر اساس عدم تغییر شاخص توده بدنی نتیجه گرفت که تمرین تناوبی با شدت بالا در بهبود وضعیت بدنی آزمودنی‌ها مؤثر نبوده است. بررسی درصد چربی بدن، توده عضلانی، توده بدون چربی و دور کمر می‌توانست تصویر دقیق‌تری از تغییرات ایجادشده در اثر تمرین ارائه دهد.

این تبیین به‌ویژه در مورد کارکنان نظامی اهمیت دارد، زیرا نظامیان معمولاً از سطح آمادگی جسمانی و توده عضلانی بالاتری نسبت به بسیاری از افراد جامعه برخوردارند و فعالیت‌های شغلی و بدنی آنان می‌تواند بر وضعیت ترکیب بدن تأثیر بگذارد. افزایش یا حفظ توده عضلانی در اثر تمرین، در کنار کاهش چربی بدن، ممکن است باعث شود وزن فرد تغییر محسوسی نداشته باشد. بنابراین، در جمعیت‌های فعال و ورزشکار، اتکا به شاخص توده بدنی به‌عنوان تنها شاخص ارزیابی اثربخشی برنامه تمرینی می‌تواند محدودیت داشته باشد. در پژوهش‌های آینده، استفاده از روش‌های دقیق‌تر ارزیابی ترکیب بدن مانند اندازه‌گیری درصد چربی، توده عضلانی، ضخامت چین پوستی، محیط‌های بدنی یا روش‌های تصویربرداری و سنجش ترکیب بدن توصیه می‌شود.

از سوی دیگر، نوع تمرین مورد استفاده نیز می‌تواند در نوع تغییرات بدنی ایجادشده نقش داشته باشد. تمرین تناوبی با شدت بالا عمدتاً با دوره‌های کوتاه فعالیت با شدت بالا و دوره‌های استراحت یا فعالیت کم‌شدت مشخص می‌شود و می‌تواند سازگاری‌های قلبی - تنفسی و متابولیکی قابل توجهی ایجاد کند. با این حال، نوع پاسخ بدنی به تمرین تناوبی با شدت بالا به شدت، مدت هر دوره فعالیت، تعداد تکرارها، زمان استراحت، تعداد جلسات و مدت کل برنامه بستگی دارد. بوخه‌ایت و لورسن (۲۰۱۳) تأکید کرده‌اند که طراحی دقیق اجزای تمرین تناوبی با شدت بالا برای دستیابی به سازگاری‌های مورد انتظار اهمیت زیادی دارد (Buchheit & Laursen, 2013). بنابراین، ممکن است پروتکل مورد استفاده در پژوهش حاضر برای ایجاد تغییر محسوس در وزن بدن کافی نبوده باشد، اما همچنان توانسته باشد تغییراتی در آمادگی جسمانی یا ترکیب بدن ایجاد کند که با شاخص توده بدنی قابل مشاهده نبوده است.

علاوه بر نوع تمرین، حجم کلی فعالیت بدنی نیز از عوامل مهم در تغییر ترکیب بدن محسوب می‌شود. اگرچه تمرین تناوبی با شدت بالا از نظر شدت فعالیت بسیار بالاست، اما دوره‌های فعالیت شدید آن معمولاً کوتاه هستند و میزان کل انرژی مصرف‌شده به حجم تمرین وابسته است. بنابراین، شدت بالای تمرین الزاماً به معنای مصرف انرژی بیشتر در مقیاس روزانه یا هفتگی نیست. چنانچه مدت برنامه، تعداد جلسات یا حجم فعالیت به اندازه کافی نباشد، ممکن است کاهش وزن قابل توجهی رخ ندهد. گیبالا و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان داده‌اند که تمرین تناوبی با شدت بالا می‌تواند حتی در حجم تمرینی نسبتاً پایین، سازگاری‌های فیزیولوژیک مهمی ایجاد کند (Gibala et al., 2012)؛ بنابراین، تغییرات ناشی از این نوع تمرین الزاماً باید از طریق شاخص‌های متناسب با هدف پژوهش ارزیابی شوند.

عامل مهم دیگر، وضعیت تغذیه‌ای آزمودنی‌هاست. تغییر وزن و ترکیب بدن حاصل تعامل میان دریافت انرژی و مصرف انرژی است و تمرین بدنی به تنهایی ممکن است برای ایجاد کاهش وزن کافی نباشد. اگر افزایش مصرف انرژی ناشی از تمرین با افزایش دریافت انرژی، افزایش اشتها یا کاهش فعالیت بدنی در سایر ساعات روز جبران شود، ممکن است وزن بدن تغییر قابل توجهی نکند. بنابراین، نبود تفاوت معنادار در شاخص توده بدنی می‌تواند تا حدی ناشی از کنترل نشدن یا تفاوت در الگوی غذایی آزمودنی‌ها باشد. در چنین شرایطی، حتی اگر تمرین تناوبی با شدت بالا موجب افزایش مصرف انرژی و تحریک سازگاری‌های متابولیکی شده باشد، دریافت انرژی کافی می‌تواند مانع از کاهش وزن کلی شود.

از سوی دیگر، ترکیب تمرین و تغذیه می‌تواند تأثیر متفاوتی بر وزن و ترکیب بدن داشته باشد. شواهد موجود نشان می‌دهد که تمرین تناوبی با شدت بالا می‌تواند در بهبود برخی شاخص‌های ترکیب بدن و سلامت متابولیکی مؤثر باشد، اما میزان این تأثیر در افراد مختلف متفاوت است (Batacan et al., 2017; Wewege et al., 2017). به‌ویژه، زمانی که هدف اصلی کاهش چربی بدن است، ایجاد تعادل انرژی منفی از طریق ترکیب فعالیت بدنی و تغذیه مناسب اهمیت زیادی دارد. بنابراین، احتمال دارد اجرای تمرین تناوبی با شدت بالا در کنار یک برنامه تغذیه‌ای کنترل‌شده، نسبت به اجرای تمرین تناوبی با شدت بالا به‌تنهایی، تغییرات آشکارتری در درصد چربی و سایر مؤلفه‌های ترکیب بدن ایجاد کند.

یافته حاضر همچنین با برخی پژوهش‌هایی که کاهش وزن یا چربی بدن را پس از تمرین تناوبی با شدت بالا گزارش کرده‌اند، در ظاهر متفاوت است، اما این تفاوت الزاماً به معنای تناقض علمی نیست. در مطالعات مختلف، ویژگی آزمودنی‌ها، وضعیت اولیه وزن، مدت مداخله، شدت و حجم تمرین، تعداد جلسات و الگوی غذایی متفاوت بوده است. برای نمونه، وی‌وگه و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که تمرین تناوبی با شدت بالا می‌تواند در افراد دارای اضافه‌وزن یا چاق با کاهش چربی بدن همراه باشد (Wewege et al., 2017)، درحالی‌که کیتینگ و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که تمرین تناوبی با شدت بالا نسبت به تمرین مداوم با شدت متوسط الزاماً برتری قطعی در کاهش چربی ندارد.

(Keating et al., 2017). بنابراین، پاسخ به تمرین تناوبی با شدت بالا باید در چارچوب ویژگی‌های جمعیت و پروتکل تمرینی مورد بررسی قرار گیرد و نمی‌توان از یک شاخص منفرد مانند شاخص توده بدنی برای قضاوت درباره تمام آثار تمرین استفاده کرد. از نظر کاربردی، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که شاخص توده بدنی به‌تنهایی ابزار مناسبی برای قضاوت درباره اثربخشی برنامه‌های تمرینی در نظامیان نیست و بهتر است در کنار شاخص‌های دقیق‌تر ترکیب بدن مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی که هدف از برنامه تمرینی کاهش چربی و افزایش یا حفظ توده عضلانی باشد، ارزیابی هم‌زمان درصد چربی بدن، توده عضلانی، توده بدون چربی، دور کمر و نسبت دور کمر به قد می‌تواند اطلاعات ارزشمندتری فراهم کند. همچنین، برای دستیابی به تغییرات مطلوب در ترکیب بدن، طراحی برنامه تمرینی باید متناسب با هدف، سطح آمادگی افراد و حجم فعالیت روزانه باشد و در کنار آن، وضعیت تغذیه‌ای نیز مورد توجه قرار گیرد. در مجموع، عدم مشاهده تفاوت معنادار در شاخص توده بدنی در پژوهش حاضر نباید به‌عنوان شواهد قطعی مبنی بر بی‌اثر بودن تمرین تناوبی با شدت بالا بر وضعیت بدنی نظامیان تفسیر شود؛ بلکه می‌تواند نشان‌دهنده محدودیت شاخص توده بدنی در آشکارسازی تغییرات ترکیب بدن باشد. احتمال دارد اجرای تمرین تناوبی با شدت بالا موجب تغییراتی در نسبت توده چربی و توده عضلانی شده باشد که به دلیل ثابت ماندن نسبی وزن بدن در شاخص توده بدنی منعکس نشده است. بنابراین، پژوهش‌های آینده باید علاوه بر شاخص توده بدنی، شاخص‌های مستقیم ترکیب بدن را نیز بررسی کنند و با کنترل دقیق‌تر نوع و حجم تمرین و وضعیت تغذیه‌ای، آثار تمرین تناوبی با شدت بالا را بر چربی و توده عضلانی مشخص سازند. بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از تمرین تناوبی با شدت بالا در برنامه آمادگی جسمانی نظامیان همچنان می‌تواند قابل توجه باشد، اما ارزیابی اثربخشی آن باید فراتر از شاخص توده بدنی و با در نظر گرفتن تعامل میان نوع تمرین، حجم فعالیت، تغذیه و ترکیب بدن انجام شود.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

محققان بر خود لازم می‌دانند از تمامی افرادی که با پژوهشگران همکاری صمیمانه‌ای داشتند، تشکر نمایند.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

این پژوهش با رعایت تمامی اصول اخلاق در پژوهش‌های انسانی انجام شده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

References

- Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of intervention studies. *British Journal of Sports Medicine*, 51(6), 494-503. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095841>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 590(5), 1077-1084. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725>
- Keating, S. E., Johnson, N. A., Mielke, G. I., & Coombes, J. S. (2017). A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obesity Reviews*, 18(8), 943-964. <https://doi.org/10.1111/obr.12536>
- Knapik, J. J., Sharp, M. A., Darakjy, S., Jones, S. B., Hauret, K. G., & Jones, B. H. (2006). Temporal changes in the physical fitness of US Army recruits. *Sports Medicine*, 36(7), 613-634. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636070-00005>
- Sharp, M. A., Knapik, J. J., Walker, L. A., Burrell, L., Frykman, P. N., Darakjy, S. S., Lester, M. E., & Marin, R. E. (2008). Physical fitness and body composition after a 9-month deployment to Afghanistan. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(9), 1687-1692. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318176b978>
- Wewege, M., van den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 18(6), 635-646. <https://doi.org/10.1111/obr.12532>
- World Health Organization. (2024). Obesity and overweight.