Journal of North Khorasan University of Medical Sciences
No 55, Volume 14, Issue 3

Research Article

The Effect of High-Intensity Interval Training and Sleep Regulation on Some Inflammatory Markers, Anaerobic Capacity, and Body Composition in Teenage Girls with Sleep Disorders

Fahimeh AdibSaber[1], Soleyman Ansari[2], Alireza Elmieh[3*], Maryam Golmohammadi[4]

[1] Assistant Professor, Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
[2] Ph.D. in Exercise Physiology, Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
[3] Associate Professor, Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
[4] MSc in Exercise Physiology, Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

***Corresponding author:** Alireza Elmieh, Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran. E-mail: elmieh1592@yahoo.com

DOI: 10.32592/nkums.14.3.16

How to Cite this Article:
AdibSaber F, Ansari S, Elmieh A, Golmohammadi M. The Effect of High-Intensity Interval Training and Sleep Regulation on Some Inflammatory Markers, Anaerobic Capacity, and Body Composition in Teenage Girls with Sleep Disorders. *J North Khorasan Univ Med Sci.* 2022;**14**(3): 16-23. DOI: 10.32592/nkums.14.3.16

Received: 22 Jul 2022
Accepted: 11 Oct 2022
Keywords:
Anaerobic power
High-intensity interval training
Interleukin-6
Sleep disorders
Sleep regulation

Abstract

Introduction: The present study aimed to compare the effect of high-intensity interval training (HIIT), sleep regulation, and the combined method on interleukin-6 (IL-6), high-sensitivity reactive protein (hs-CRP), anaerobic capacity, and body mass index (BMI) of adolescent girls with sleep disorders.

Method: Eighty teenage girls with sleep disorders were randomly assigned to HIIT, sleep regulation, a combination of the two (HIIT+ sleep regulation), and control groups. All girls participated in pre-test and post-test sessions for the measurements two days before and after the research process. The participants in the HIIT and combined groups underwent a HIIT training program for four weeks, three sessions per week, and the subjects in the sleep regulation and combined groups performed the sleep regulation program by extending the sleep time duration by five minutes every night.

Results: The findings showed a significant difference between groups for the serum levels of IL-6 and hs-CRP, BMI, and anaerobic power ($P<0.001$). Bonferroni's post hoc test showed a significant decrease in BMI and serum levels of IL-6 and hs-CRP and a significant increase in the minimum power in the combined group compared to the other three groups ($P<0.001$). In addition, a significant increase in anaerobic power (peak and average power) was respectively observed in the combined and HIIT groups, compared to the sleep regulation and control groups ($P<0.001$).

Conclusion: The HIIT+ sleep regulation combined intervention can be a valuable interventional treatment to improve the care of sleep disorders in adolescent girls and, consequently, reduce the problems and costs of treatment for these individuals and their families.

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-15]

Copyright *© 2022 The Author(s); Published by Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.*

مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی
دوره ۱۴، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرین تناوبی شدید و تنظیم خواب بر برخی شاخص‌های التهابی، توان بی‌هوازی و ترکیب بدن در دختران نوجوان دارای اختلالات خواب

فهیمه ادیب صابر [۱]، سلیمان انصاری [۲]، علیرضا علمیه [۳*]، مریم گل‌محمدی [۴]

[۱] استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
[۲] دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
[۳] دانشیار، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
[۴] کارشناس ارشد تربیت بدنی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
[*] **نویسنده مسئول:** علیرضا علمیه، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. ایمیل: elmieh1592@yahoo.com

DOI: 10.32592/nkums.14.3.16

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۱۹

واژگان کلیدی:
اختلالات خواب
اینترلوکین-۶
تمرین تناوبی شدید
تنظیم خواب
توان بی‌هوازی

چکیده

مقدمه: هدف از پژوهش حاضر مقایسه تأثیر روش‌های تمرین تناوبی با شدت زیاد (HIIT)، تنظیم خواب و ترکیبی از این دو روش بر اینترلوکین-۶ (IL-6)، پروتئین واکنش‌دهنده با حساسیت زیاد (hs-CRP)، توان بی‌هوازی و شاخص توده بدنی (BMI) دختران نوجوان دارای اختلال خواب بوده است.

روش کار: ۸۰ دختر نوجوان دارای اختلال خواب به‌طور تصادفی در گروه‌های HIIT، تنظیم خواب، ترکیب HIIT و تنظیم خواب، و کنترل جایگزین شدند. همه شرکت‌کنندگان دو روز قبل و بعد از فرایند تحقیق برای اندازه‌گیری‌ها در جلسات پیش‌آزمون و پس‌آزمون شرکت کردند. شرکت‌کنندگان در گروه تمرین HIIT و ترکیبی، ۴ هفته و هفته‌ای سه جلسه به تمرین HIIT پرداختند. افراد در دو گروه تنظیم خواب و ترکیبی، برنامه تنظیم خواب را با افزایش ۵ دقیقه‌ای مدت‌زمان خواب در هر شب اجرا کردند.

یافته‌ها: نتایج حاضر تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی را برای سطوح سرمی IL-6 و hs-CRP، شاخص توده بدنی و توان بی‌هوازی نشان داد (P<۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی کاهش معنی‌دار در شاخص توده بدنی و سطح سرمی IL-6 و hs-CRP و افزایش معنی‌دار در متغیر توان حداقل در گروه ترکیبی در مقایسه با سه گروه دیگر نشان داد (P<۰/۰۰۱). علاوه‌براین، افزایش معنی‌دار ظرفیت توان بی‌هوازی (توان اوج و میانگین) به ترتیب در گروه ترکیبی و HIIT در مقایسه با گروه تنظیم خواب و کنترل مشاهده شد (P<۰/۰۰۱).

نتیجه گیری: مداخله ترکیبی HIIT و تنظیم خواب می‌تواند به‌عنوان مداخله‌ای ارزشمند به برنامه‌های درمانی به‌منظور بهبود اختلالات خواب دختران نوجوان و کاهش مشکلات و هزینه‌های درمان این افراد و خانواده‌های آن‌ها در نظر گرفته شود.

مقدمه

خواب یکی از مهم‌ترین فرایندهای چرخه شبانه‌روزی است که بر تنظیم هموستاتیک فیزیولوژی بدن، سیستم عصبی خودایمنی، غدد درون‌ریز و سیستم ایمنی بدن تأثیر می‌گذارد و نقش مهمی در تنظیم رفتارهای فیزیولوژیکی و روانی دارد [۱]. بر اساس توصیه‌های متخصصان آکادمی پزشکی خواب آمریکا، خواب متوسط مورد نیاز یک نوجوان برای حفظ سلامتی ۸ تا ۱۰ ساعت در شبانه‌روز است [۲]. اختلال در فرایند خواب تأثیری منفی بر سلامت روحی و جسمی می‌گذارد و سبب کاهش کیفیت زندگی می‌شود که هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را افزایش می‌دهد [۳].متأسفانه آمار در ایران نشان‌دهنده شیوع گسترده و روزافزون اختلالات خواب در میان افراد است [۴،۵].

عوامل متعددی بر اختلالات خواب اثرگذار است که از مهم‌ترین این عوامل می‌توان به استفاده شبانه از تلفن هوشمند [۶]، مشکلات عاطفی و روانی، وضعیت اجتماعی-اقتصادی، اثرات جانبی داروها، عوامل محیطی، تعاملات فرزند با والدین [۷]، تغذیه شبانه و بی‌نظمی متابولیک [۸] اشاره کرد. شیوع اختلالات خواب در زنان نسبت به مردان بیشتر است که این مسئله می‌تواند ناشی از عوامل زیستی و گذراندن دوره‌های خاص در زندگی و تغییرات هورمونی ناشی از آن باشد [۹].

اختلالات خواب پیامدهای گوناگونی را برای فرد به همراه دارد. یکی از

Copyright *© 2022 The Author(s); Published by Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.*

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-15]

پیامدهای اختلال خواب، اختلال در عملکرد ایمنی و سیستم التهابی است [۱۰]. پروتئین واکنش‌دهنده با حساسیت زیاد (High-sensitive C-reactive protein) (hs-CRP) یک پروتئین مهم فاز حاد و نشانگر بالینی عفونت و آسیب بافتی است که در پاسخ سیستمیک به برخی از انواع التهاب شرکت می‌کند. در پاسخ به التهاب زیاد، سطوح CRP به سرعت زیاد می‌شود و با حل این مسئله، به همان اندازه به سرعت کاهش می‌یابد. از این پروتئین معمولاً برای اندازه‌گیری التهاب سیستمیک استفاده می‌شود [۱۱]. اینترلوکین-۶ (IL-6) یک تنظیم‌کننده مرکزی التهاب است و در مغز به‌عنوان سیگنال‌های مولکولی بیماری شناخته می‌شود و اغلب به‌عنوان نشانگر برای فعال‌سازی سیستمیک سایتوکین‌های پیش‌التهابی استفاده می‌شود و مانع تولید سایتوکین‌های دیگر ازجمله TNF-α (tumor necrosis factor alpha) و IL-1 توسط ماکروفاژها می‌شود [۱۱]. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد کم‌خوابی موجب افزایش شاخص‌های التهابی مانند CRP و IL-6 می‌شود [۱۲]. همچنین گزارش شده است اختلالات خوابیدن با hs-CRP زنان ارتباط منفی دارد [۱۳].

از دیگر پیامدهای اختلال خواب می‌توان به افزایش شاخص توده بدنی (BMI) و وزن فرد و ایجاد چاقی اشاره کرد [۱۰]. داده‌های عینی و ذهنی قوی وجود دارد که نشان می‌دهد کیفیت خواب در افراد چاق در مقایسه با افراد غیرچاق به‌طور قابل‌توجهی کمتر است [۱۴،۱۵]. روند خواب بر عملکرد جسمانی و فیزیولوژیکی نیز تأثیر می‌گذارد و موجب کاهش عملکرد ورزشی ازجمله عملکرد بی‌هوازی [۱۶] می‌شود. پژوهش‌های متعددی در زمینه اثربخشی فعالیت بدنی به‌عنوان گزینه درمانی غیردارویی برای اختلالات خواب انجام شده‌اند. نتایج این پژوهش‌ها نشان می‌دهد ورزش باعث بهبود معنی‌داری در کیفیت خواب افراد می‌شود [۱۷ ، ۵]. مطالعات اندکی به بررسی اثربخشی تمرین ورزشی بر مارکرهای التهابی در افراد دارای اختلال خواب پرداخته‌اند. با این حال، در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی بر عوامل التهابی در گروه‌های دیگر مطالعاتی انجام شده که نتایج متناقضی را بیان کرده است.

نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان داده‌اند افراد با سبک زندگی سالم ممکن است به علت انجام فعالیت بدنی بیشتر، مشخصات التهابی کمتری را نشان دهند [۱۸،۱۹]. Karlsen و همکاران به دنبال ۱۲ هفته تمرین ورزشی، تغییر معنی‌داری را در CRP افراد چاق دارای آپنه انسدادی خواب مشاهده نکردند [۲۰]. همچنین Borges و همکاران [۲۱] در تحقیق خود دریافتند که ۸ هفته تمرین هوازی، هیچ تغییر قابل توجهی را در سطح نشانگرهای التهابی نظیر IL-6 در افراد دارای اختلال خواب ایجاد نکرد. در زمینه تأثیر فعالیت بدنی بر متغیرهای فیزیولوژیکی، برخی از محققان بیان کردند که ورزش باعث کاهش معنی‌داری در ترکیب بدن، شاخص توده بدنی و نسبت دور کمر به لگن در زنان جوان چاق [۱۹] و توان بی‌هوازی در زنان دارای اضافه وزن [۲۲] و دختران ورزشکار بسکتبالیست [۲۳] می‌شود. در مقابل، محققان دیگر بیان کردند که تمرین ورزشی با شدت فزاینده هیچ تغییر معنی‌داری را در شاخص توده بدنی و چربی بدن ایجاد نکرده است [۲۴، ۲۰]. یکی از انواع تمرینات ورزشی، تمرین تناوبی با شدت زیاد (HIIT: High-Intensity Interval Training) است که در دهه‌های اخیر توسط محققان مورد توجه قرار گرفته است. HIIT شامل جلسات تکراری با دوره‌های کوتاه‌مدت شدید و نزدیک شدن به حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) است [۲۳].

از دیگر اقدامات مؤثر غیردارویی برای محدود کردن مشکلات خواب، افزایش مدت‌زمان خواب است. زمان خواب طولانی‌تر اثر مثبتی بر حوزه‌های شناختی، عملکرد اجرایی و شناختی در کودکان دارد [۲۵]. Schwartz و همکاران [۲۶] نیز با بررسی تأثیر افزایش مدت‌زمان خواب در ورزشکاران تنیس دریافتند برنامه تنظیم خواب و افزایش ۲ ساعت زمان خواب موجب افزایش معنی‌دار در عملکرد بازیکنان تنیس شد. نتایج تحقیقات اندک اجراشده در این زمینه نشان می‌دهد افزایش مدت‌زمان خواب حتی برای یک هفته می‌تواند موجب بهبود کیفیت خواب [۲۶] و افزایش عملکرد شناختی و جسمانی [۲۷] شود.

با توجه به کمبود مطالعه در زمینه تأثیر تمرینات HIIT و رویکرد تنظیم خواب بر مارکرهای التهابی در افراد دارای اختلالات خواب، پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر دو روش تمرین HIIT، تنظیم خواب و ترکیبی از این دو بر سطوح سرمی IL-6 و hs-CRP، توان بی‌هوازی و شاخص توده بدنی دختران نوجوان دارای اختلال خواب انجام شد.

روش کار

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر نحوه جمع‌آوری داده‌ها از نوع نیمه‌تجربی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود که با کد IR.IAU.RASHT.REC.1400.026 در کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت و با کد IRCT20180503039517N12، در سامانه کارآزمایی بالینی ثبت و تأیید شد. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل دختران ۱۳ تا ۱۷ ساله دارای اختلال خواب مراجعه‌کننده به کلینیک‌های روان‌شناسی شهر لنگرود در سال ۱۴۰۰ بودند. معیارهای ورود به پژوهش شامل داشتن اختلال خواب، نداشتن سابقه بیماری روانی و اختلالات هورمونی، استفاده نکردن از داروهای خواب‌آور، منظم بودن چرخه قاعدگی و پیروی نکردن از رژیم غذایی خاص بود. ۲ جلسه مکرر یا ۳ جلسه متوالی غیبت در برنامه تمرینی به عنوان معیار خروج در نظر گرفته شد.

حجم نمونه مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور، با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد و توان آزمون ۸۰ درصد، ۷۲ نفر برآورد شد که با احتمال افت نمونه‌ها، تعداد ۸۰ نفر شرکت‌کننده در نظر گرفته شد. ۸۰ شرکت‌کننده به شیوه نمونه‌گیری در دسترس و غیرتصادفی انتخاب شدند. سپس به صورت تصادفی به ۴ گروه تمرین HIIT (۲۰ نفر)، تنظیم خواب (۲۰ نفر)، تمرین HIIT و تنظیم خواب (۲۰ نفر) و کنترل (۲۰ نفر) تقسیم شدند.

روش کار بدین صورت بود که پس از گرفتن مجوز از کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه، به کلینیک‌های روان‌شناسی شهرستان لنگرود مراجعه شد و دختران نوجوان ۱۳ تا ۱۷ سال که بر اساس پرسش‌نامه اختلال

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-15]

خواب پیتزبورگ، نمره ۱۱ و بیشتر [۲۴] داشتند و توسط روان‌شناس شناسایی شده بودند، با توجه به معیارهای ورود انتخاب شدند. در یک جلسه توجیهی درباره اهداف پژوهش به والدین شرکت‌کنندگان توضیح داده شد. پس از گرفتن رضایت کتبی از والدین و شرکت‌کنندگان، پرسش‌نامه‌های غربالگری سلامتی و اطلاعات سوابق پزشکی تکمیل و قد و وزن افراد اندازه‌گیری شد. برای محاسبه شاخص توده بدنی از فرمول وزن تقسیم بر مجذور قد (کیلوگرم بر مترمربع) استفاده شد. سپس از طریق جدول cutoff نمایه توده بدنی دختران ۵ تا ۲۰ ساله، صدک مربوط به سن و شاخص توده بدنی آن‌ها مشخص شد [۲۸]. اندازه‌گیری‌های میدانی و آزمایشگاهی ۴۸ ساعت قبل از شروع مداخله و ۴۸ ساعت پس از پایان تحقیق اجرا شد.

برنامه تمرینی شامل تمرین HIIT به مدت ۴ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه، شامل ۳ ست پروتکل آزمون بی‌هوازی دویدن رَست (RAST: Running-Based Anaerobic Sprint Test) با ۳ دقیقه استراحت بین هر سِت در هفته اول بود. هر هفته یک ست به آن اضافه شد و درنهایت در هفته چهارم به ۶ ست رسید. هر ست شامل ۶ بار دوی سرعت ۳۵ متر با حداکثر سرعت همراه با ۱۰ ثانیه استراحت بین هر تکرار بود (جدول ۱) [۲۹]. جلسات تمرین بین ۸ تا ۱۱ صبح اجرا شد. برای کنترل شدت تمرین از ضربان‌سنج پلار استفاده شد.

در گروه تنظیم خواب، هریک از شرکت‌کنندگان برنامه خواب انفرادی شامل مشخص بودن زمان به رختخواب رفتن، خاموش کردن چراغ‌ها و زمان بیدار شدن برای هر روز داشتند. میانگین زمان به رختخواب رفتن، خاموش کردن چراغ‌ها و بیدار شدن هر فرد در دفتر خواب او گزارش و برای محاسبه استفاده شد. در شب‌های غیرتعطیل، افزایش زمان خواب به صورت تدریجی انجام شد؛ بدین صورت که زمان‌های به رختخواب رفتن و خاموش کردن چراغ‌ها تا ۵ دقیقه هر روز افزایش یافت. برای اولین شب، زمان‌های به رختخواب رفتن و خاموش کردن چراغ‌ها ۱۰ دقیقه زودتر از میانگین زمان به رختخواب رفتن و خاموش کردن چراغ‌ها و در پایان مداخله، ۵۵ دقیقه زودتر از ابتدای مداخله بود. زمان به رختخواب رفتن و خاموش کردن چراغ‌ها در تعطیلات یا پایان هفته برابر با شب قبل از تعطیلات بود و به افراد اجازه داده شد تا زمان بلند شدن از خواب را حداکثر یک ساعت در مقایسه با زمان بلند شدن از خواب تعطیلات، به تأخیر بیندازند. مواردی در خصوص قوانین بهداشت خواب مانند بازی نکردن یا تماشا نکردن تلویزیون ۱ ساعت پیش از زمان به رختخواب رفتن، مصرف نکردن قهوه، چای یا نوشابه بعد از ساعت ۸ شب و چرت نزدن طی روز به افراد گوشزد شد. اگر فردی نیاز به چرت زدن روزانه داشت، نباید بیش از ۳۰ دقیقه طول می‌کشید و نباید طی ۴ ساعت قبل از رفتن برای خواب شبانه بود. شرایط محیطی مانند دما، نور، تاریکی و سکوت باید حدود یک ساعت قبل از خواب رعایت می‌شد و صبح‌ها بلافاصله پرده‌ها کنار زده می‌شد. هدف، مطلوب کردن محیط خواب و کمک به خوابیدن افراد بود [۲۵].

جدول ۱. برنامه تمرینی HIIT

هفته اول	سه وهله اجرای RAST با فاصله استراحت ۳ دقیقه‌ای
هفته دوم	چهار وهله اجرای RAST با فاصله استراحت ۳ دقیقه‌ای
هفته سوم	پنج وهله اجرای RAST با فاصله استراحت ۳ دقیقه‌ای
هفته چهارم	شش وهله اجرای RAST با فاصله استراحت ۳ دقیقه‌ای

برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی، با استفاده از تست فوق بیشینه ۳۰ ثانیه‌ای وینگیت (Wingate test) پاها با استفاده از دستگاه چرخ مونارک مدل E-894 ساخت کشور سوئد در دو مرحله و در مقابل مقاومت انجام شد. این مقاومت شامل ۰/۰۸۷ کیلوگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بود که به مدت ۳۰ ثانیه برای هر آزمودنی بر حسب توده بدن اعمال شد. متغیرهای مورد اندازه‌گیری در این تست شامل اوج توان بی‌هوازی نسبی (وات به کیلوگرم وزن بدن) و مطلق (وات)، میانگین توان بی‌هوازی نسبی (وات به کیلوگرم وزن بدن) و مطلق (وات)، حداقل توان بی‌هوازی نسبی (وات به کیلوگرم وزن بدن) و مطلق (وات) و شاخص خستگی بود. این متغیرها پس از ثبت ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل قد، وزن، سن و با توجه به میزان توان آزمودنی‌ها در رکاب زدن به‌طور خودکار در دستگاه پردازشگر وینگیت ارائه شد [۳۰].

برای اندازه‌گیری کیفیت خواب از شاخص کیفیت خواب پیتزبورگ (Pittsburgh Sleep Quality Index) استفاده شد. دکتر بویس و همکاران این پرسش‌نامه را در سال ۱۹۸۹ برای اندازه‌گیری کیفیت خواب و کمک به تشخیص افرادی که خواب خوب یا بد دارند، طراحی کردند. این پرسش‌نامه شامل ۷ خرده‌مقیاس توصیف کلی فرد از خواب، تأخیر در به خواب رفتن، طول مدت خواب مفید، کفایت خواب، اختلال‌های خواب، میزان داروی خواب‌آور مصرفی و عملکرد صبحگاهی است. نمره هریک از خرده‌مقیاس‌های پرسش‌نامه بین صفر تا ۳ به ترتیب بیانگر وضعیت طبیعی، وجود مشکل خفیف، متوسط و شدید است. حاصل‌جمع نمره خرده‌مقیاس‌های هفت‌گانه بین صفر تا ۲۱ است که نمره کلی ۵ یا بیشتر به معنای نامناسب بودن کیفیت خواب قلمداد می‌شود [۳۱]. این پرسش‌نامه در سال ۲۰۱۲ در ایران از نظر خصوصیات روان‌سنجی بررسی شد و آلفای کرونباخ آن ۰/۷۷ به‌دست آمد و نشان داده شد که خصوصیات روان‌سنجی نسخه فارسی‌شده پرسش‌نامه پیتزبورگ قابل قبول است. همچنین پایایی این پرسش‌نامه نسبتاً بالاست و آلفای کرونباخ آن ۰/۸۳ گزارش شد. در ایران این پرسش‌نامه روایی ۰/۸۶ و ۰/۸۹ دارد.

در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون، ۵ میلی‌لیتر نمونه‌های خونی در آزمایشگاه از ورید بازویی جمع‌آوری شد. برای اندازه‌گیری IL-6 از کیت دیاکلون ساخت کشور فرانسه بر اساس دستورات شرکت تولیدکننده و روش الایزا استفاده شد. حساسیت حداقل محدوده کشف برای IL-6 (۲ پیکوگرم بر میلی‌لیتر) بود. برای اندازه‌گیری hs-CRP سرم از روش الایزا، کیت شرکت پارس آزمون ساخت ایران استفاده شد. در تحقیق حاضر سطوح hs-CRP بیشتر از ۳ میلی‌گرم در لیتر به‌عنوان خطر زیاد، بین ۱ تا ۳ میلی‌گرم

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-15]

در لیتر به‌عنوان خطر متوسط و کمتر از ۱ به‌عنوان خطر کم درنظر گرفته شد.

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف بررسی شد. ازآنجاکه توزیع داده‌ها طبیعی بود (p>۰/۰۵)، از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد و تغییرات بین‌گروهی با آزمون تحلیل واریانس دوراهه و آزمون تعقیبی بونفرونی ارزیابی شد. سطح معناداری برای تمام مراحل تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، p<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول ۲ ویژگی‌های دموگرافیک و متغیرهای پژوهش شامل شاخص توده بدنی، hs-CRP، IL-6، توان اوج، توان حداقل، توان میانگین و شاخص خستگی در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون به صورت میانگین و انحراف معیار ارائه شده است.

نتایج تحلیل واریانس دوطرفه نشان داد اختلاف معناداری برای مقادیر شاخص توده بدنی و سطوح سرمی IL-6 و hs-CRP بین گروه‌های مطالعه‌شده وجود دارد (p<۰/۰۰۱). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد متغیرهای شاخص توده بدنی، IL-6 و hs-CRP در گروه ترکیبی در مقایسه با سایر گروه‌ها کاهش معنی‌داری داشتند (p<۰/۰۰۱)، اما در بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۰۵).

همچنین نتایج تحلیل واریانس دوطرفه نشان داد اختلاف معناداری برای مقادیر توان اوج، حداقل و میانگین بین گروه‌های مطالعه‌شده وجود دارد (p<۰/۰۰۱). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد مقادیر توان اوج و میانگین در گروه‌های ترکیبی و HIIT در مقایسه با گروه تنظیم خواب و کنترل افزایش معنی‌داری داشتند (p<۰/۰۰۱). میزان این افزایش در خصوص توان میانگین در گروه ترکیبی بیشتر بود، اما در متغیر توان اوج بین دو گروه ترکیبی و HIIT تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۰۵). همچنین مقادیر توان اوج و میانگین در بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشتند (p>۰/۰۰۵).

علاوه‌براین، نتایج تحلیل واریانس دوطرفه نشان داد اختلاف معناداری برای مقادیر توان حداقل بین گروه‌های مطالعه‌شده وجود دارد (p<۰/۰۰۱). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد افزایش معنی‌داری در مقادیر توان حداقل در گروه ترکیبی در مقایسه با گروه‌های HIIT،

جدول ۲. مقادیر متغیرهای بررسی‌شده (میانگین ± انحراف معیار)

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	معناداری درون‌گروهی	زمان	گروه	زمان*گروه
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	HIIT	۲۲/۷۶ ± ۱/۵۵	۲۱/۲۴ ± ۱/۷۲	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	تنظیم خواب	۲۲/۳۶ ± ۱/۹۲	۲۱/۸۲ ± ۲/۰۲	*۰/۰۱۹			
	ترکیبی	۲۳/۴۰ ± ۱/۶۶	۱۸/۳۷ ± ۱/۵۷	*۰/۰۰۱			
	کنترل	۲۲/۵۱ ± ۱/۹۱	۲۲/۲۹ ± ۱/۹۱	۰/۳۳۹			
(ng/ml) hs-CRP	HIIT	۳/۴۴ ± ۱/۳۴	۳/۴۶ ± ۱/۳۴	۰/۸۸۸	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	تنظیم خواب	۳/۸۲ ± ۱/۵۵	۳/۸۱ ± ۱/۵۴	۰/۹۴۴			
	ترکیبی	۳/۲۹ ± ۱/۲۲	۱/۵۳ ± ۰/۵۶	*۰/۰۰۱			
	کنترل	۳/۵۱ ± ۱/۴۳	۳/۳۵ ± ۱/۵۲	۰/۲۶۳			
(pg/ml) IL-6	HIIT	۵/۱۵ ± ۲/۰۰	۵/۰۵ ± ۱/۹۵	۰/۶۹۹	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	تنظیم خواب	۵/۴۵ ± ۲/۰۸	۳/۸۲ ± ۱/۵۵	۰/۶۹۹			
	ترکیبی	۵/۵۵ ± ۰/۸۹	۲/۸۰ ± ۰/۸۹	*۰/۰۰۱			
	کنترل	۵/۵۵ ± ۲/۲۱	۵/۴۵ ± ۱/۹۸	۰/۶۹۹			
توان اوج (وات)	HIIT	۵/۶۷ ± ۱/۷۰	۸/۲۷ ± ۱/۷۰	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	تنظیم خواب	۵/۶۷ ± ۱/۶۶	۵/۶۶ ± ۱/۶۳	۰/۹۱۵			
	ترکیبی	۵/۸۷ ± ۱/۸۱	۸/۳۵ ± ۱/۷۶	*۰/۰۰۱			
	کنترل	۵/۳۴ ± ۱/۵۹	۵/۳۵ ± ۱/۵۹	۰/۹۶۶			
توان حداقل (وات)	HIIT	۴/۰۰ ± ۰/۶۸	۵/۹۰ ± ۰/۶۶	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	تنظیم خواب	۴/۲۱ ± ۰/۷۳	۴/۲۱ ± ۰/۷۴	۰/۹۷۴			
	ترکیبی	۴/۲۰ ± ۰/۸۰	۶/۴۶ ± ۰/۶۱	*۰/۰۰۱			
	کنترل	۴/۰۷ ± ۰/۵۲	۴/۰۷ ± ۰/۵۳	۰/۰۷۵			
توان میانگین (وات)	HIIT	۴/۸۳ ± ۰/۷۵	۷/۰۸ ± ۰/۷۵	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	تنظیم خواب	۴/۹۴ ± ۰/۹۳	۴/۹۵ ± ۰/۹۳	۰/۸۳۸			
	ترکیبی	۵/۰۴ ± ۱/۰۶	۷/۴۱ ± ۰/۹۶	*۰/۰۰۱			
	کنترل	۴/۷۰ ± ۰/۹۳	۴/۷۱ ± ۰/۹۴	۰/۹۵۴			
شاخص خستگی	HIIT	۲۱/۰۰ ± ۳۲/۱۸	۲۵/۱۰ ± ۱۹/۸۹	۰/۰۸۲	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
	تنظیم خواب	۱۹/۹۰ ± ۲۴/۰۴	۱۹/۸۵ ± ۲۴/۰۴	۰/۹۸۴			
	ترکیبی	۲۱/۹۳ ± ۲۶/۶۶	۱۹/۱۸ ± ۱۹/۰۴	۰/۲۴۰			
	کنترل	۱۸/۷۸ ± ۱۹/۶۴	۱۸/۸۷ ± ۱۹/۳۹	۰/۹۷۲			

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-15]

تنظیم خواب و کنترل دیده شد (p<۰/۰۰۱). همچنین افزایش معنی‌داری در گروه HIIT در مقایسه با گروه‌های تنظیم خواب و کنترل مشاهده شد (p<۰/۰۰۱)، اما در بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری دیده نشد (p>۰/۰۰۵).

درنهایت، نتایج تحلیل واریانس دوطرفه نشان داد اختلاف معناداری برای مقادیر شاخص خستگی بین گروه‌های مطالعه‌شده وجود ندارد (p<۰/۰۰۱). با توجه به عدم معنی‌داری این متغیر، از ذکر نتایج آزمون بونفرونی خودداری می‌شود.

بحث

هدف از پژوهش حاضر، مقایسه تأثیر تمرین HIIT، برنامه تنظیم خواب و ترکیبی از این دو روش بر IL-6، hs-CRP، توان بی‌هوازی و شاخص توده بدنی دختران نوجوان دارای اختلال خواب بود. مرور مطالعات پیشین نشان داد پژوهش حاضر برای اولین بار به مقایسه اثر تمرین HIIT و تنظیم خواب بر سطوح سرمی مارکرهای التهابی در جامعه دختران نوجوان دارای اختلال خواب پرداخته است؛ بنابراین، برای مقایسه نتایج برخی یافته‌های تحقیق با محدودیت مواجه خواهیم بود. نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که روش مداخله ترکیبی تمرین HIIT و تنظیم خواب تفاوت معنی‌داری در سطوح سرمی IL-6 و hs-CRP ایجاد کرد و در سه گروه دیگر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بخشی از این نتیجه با یافته‌های تحقیق Karlsen و همکاران [۲۰] و Allen و همکاران [۳۲] همخوانی دارد. پژوهش‌های مذکور نشان دادند تمرین HITT نتوانست هیچ تغییر معنی‌داری در CRP افراد میان‌سال غیرفعال [۲۰] و بیماران دارای آپنه انسدادی خواب [۳۲] ایجاد کند. از سوی دیگر، یافته پژوهش حاضر با نتایج تحقیق Borges و همکاران [۲۱]، محمدخانی و همکاران [۱۹] و قهرمانی مقدم [۳۳] همخوانی ندارد. محمدخانی و همکاران و قهرمانی مقدم و همکاران دریافتند تمرین ورزشی باعث بهبود کاهش سطوح سرمی CRP می‌شود. از سوی دیگر، Borges و همکاران پس از ۸ هفته تمرین هوازی درنتیجه ورزش، هیچ تفاوت قابل‌توجهی در سطح سرمی IL-6 مشاهده نکردند. از دلایل احتمالی نتایج متفاوت می‌توان به پروتکل‌های ورزشی متفاوت با شدت و شرایط مختلف، تفاوت سن و نوع بیماری شرکت‌کنندگان اشاره کرد. پاسخ سایتوکین‌ها به تمرینات بدنی متفاوت از پاسخ‌هایی است که در مکانیسم‌های التهابی ارائه می‌شود. در حین تمرین، IL-6 سایتوکین غالب است و عمدتاً یک پاسخ ضدالتهابی است. IL-6 تولید TNF-α را مهار می‌کند و تولید سایتوکین‌های ضدالتهابی IL-10 و IL-1ra (Interleukin 1 receptor antagonist) را تحریک می‌کند. با این حال، نوسانات موقت IL-6، حین فعالیت بدنی اثر محافظتی دارد [۱۱]. برخی از محققان بر این باور هستند که خواب‌آلودگی طی روز ممکن است ناشی از افزایش فعالیت سمپاتیک یا افزایش هیپوکسمی شبانه باشد. لذا فعالیت بدنی می‌تواند این دو عامل را تعدیل کند. Santos و همکاران در یک مطالعه مروری در این زمینه، مکانیسم‌های احتمالی تعامل بین خواب، تمرینات بدنی و سایتوکاین‌ها را بیان کردند. آن‌ها پیشنهاد کردند ورزش جسمانی ممکن است مقدار و مشخصات سایتوکین را تغییر دهد و اثرات سایتوکاین‌ها را بر سیستم عصبی مرکزی و مستقیماً روی خواب کاهش دهد [۳۴]. تمرینات ورزشی می‌توانند تغییرات مهمی در فعالیت سمپاتیک در بیماران مبتلا به اختلالات خواب ایجاد کنند. مطالعات نشان داده‌اند تأثیر فعالیت بدنی بلندمدت از طریق چندین مکانیسم ممکن است سطح CRP استراحتی را کاهش دهد؛ اول، تمرینات جسمانی اثرات مفیدی بر علائم التهاب عروق محیطی مرتبط با اختلال عملکرد عروق دارد. علاوه‌براین، ورزش منظم عملکرد اندوتلیال را بهبود می‌بخشد. این عمل احتمالاً با بازیابی نیتریک اکسید برای جلوگیری از تولید استرس اکسیداتیو انجام می‌شود [۱۹].

نتایج پژوهش حاضر نشان داد متغیر فیزیولوژیک توان بی‌هوازی (توان اوج، حداقل و میانگین) به ترتیب در دو گروه ترکیبی و HIIT به‌طور قابل‌توجهی در دختران نوجوان دارای اختلال خواب بهبود یافت. این یافته با نتیجه پژوهش وکیلی و همکاران [۲۲] و کتابدار و همکاران [۲۳] همخوانی دارد. وکیلی و همکاران دریافتند به دنبال ۴ هفته تمرین HIIT، بهبود معنی‌داری در شاخص توان بی‌هوازی شرکت‌کنندگان مشاهده شد. در همین راستا، کتابدار و همکاران پس از ۴ هفته تمرین HIIT افزایش معنی‌داری را در توان بی‌هوازی دختران بسکتبالیست مشاهده کردند.

سازوکارهای درگیر در افزایش توان بی‌هوازی ناشی از تمرین HIIT را می‌توان به عواملی چون افزایش غلظت فسفوکراتین عضله، افزایش آنزیم‌های بی‌هوازی فسفوفروکتوکیناز، آلدولاز، لاکتات دهیدروژناز و سازگاری‌های عصبی نسبت داد که افزایش هریک از آن‌ها چرخه ورود به رکود انرژی و بازسازی انرژی را به ترتیب کاهش و افزایش می‌دهد. همچنین تمرین HIIT منجر به افزایش بیان پمپ‌های سدیم/پتاسیم شد که این اثر با کاهش پتاسیم برون‌سلولی و متعاقباً عدم فسفردار شدن پتانسیل غشای سلولی (که از آن به‌عنوان مهم‌ترین عامل خستگی در HIIT یاد می‌شود)، به کاهش تحریک‌پذیری غشا و درنتیجه نیروی تتانوسی و ایجاد تأخیر در بروز خستگی منجر می‌شود [۲۳].

یافته دیگر پژوهش حاضر این بود که روش مداخله ترکیبی HIIT و تنظیم خواب توانسته است به‌طور قابل‌توجهی شاخص توده بدنی را در دختران نوجوان دارای اختلال خواب بهبود دهد. این یافته تا حدودی با نتایج مطالعه ایران‌دوست و طاهری [۲۴] و Karlsen [۲۰] همسو نیست. ایران‌دوست و طاهری دریافتند انجام یک هفته تمرینات HIIT هیچ تغییر معنی‌داری در متغیر شاخص توده بدنی ایجاد نکرد. همچنین Karlsen و همکاران در اثر ۱۲ هفته تمرین HIIT تغییر معنی‌داری را در شاخص توده بدنی مشاهده نکردند. شاید علت این مغایرت را بتوان

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-15]

به تفاوت در نوع مداخله (فقط تمرین HIIT در مقابل مداخله ترکیبی در پژوهش حاضر)، شدت و مدت تمرین و همچنین نوع تمرین که روی تردمیل انجام شده بود، نسبت داد.

در سال ۲۰۱۱، بیانیه کالج آمریکایی ورزش نشان داد ۲ هفته اجرای تمرین HIIT با ۶ تا ۸ هفته تمرین مقاومتی برابری می‌کند. بنابراین، برای افرادی که فرصت محدودی برای جلسات تمرینی دارند، مناسب به نظر می‌رسد. بدن از طریق تعامل مراحل استرس‌زای شدید و بازیابی فعال به اکسیژن بیشتری نیاز پیدا می‌کند و متابولیسم افزایش می‌یابد. این امر به همراه آزادسازی هورمون اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین به سوخت بیشتر چربی کمک می‌کند و از طریق کاهش وزن و افزایش توده بدون چربی به بهبود ترکیب بدنی می‌انجامد [۳۵].

با وجود یافته‌های فوق، پژوهش حاضر محدودیت‌هایی داشت. یکی از محدودیت‌های این مطالعه، کنترل نکردن دقیق رژیم غذایی شرکت‌کنندگان در پژوهش بود. از محدودیت‌های دیگر، استفاده از روش نمونه‌گیری دردسترس بود که این موضوع قابلیت تعمیم نتایج را محدود می‌کند.

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد مداخله ترکیبی تمرین HIIT و تنظیم خواب موجب کاهش معنی‌دار شاخص توده بدنی و مارکرهای التهابی مربوط به اختلالات خواب شده است. همچنین اجرای ۴ هفته تمرین HIIT و همچنین روش مداخله ترکیبی موجب بهبود قابل‌توجه توان بی‌هوازی در دختران نوجوان دارای اختلال خواب شده است. بنابراین، روش ترکیبی HIIT به همراه برنامه تنظیم خواب می‌تواند به‌عنوان روشی مؤثر و جایگزین غیردارویی برای کاهش علائم التهابی و کمک به شاخص‌های آمادگی جسمانی در افراد دارای مشکلات خواب استفاده شود.

سپاسگزاری

مطالعه حاضر بر اساس یافته‌های پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی نگارش شده است. بدین‌وسیله از تمامی شرکت‌کنندگان و والدین آنان که با اشتیاق و رضایت در این پژوهش حضور یافتند، تشکر می‌کنیم. پژوهش حاضر با شناسه اخلاق IR.IAU.RASHT.REC.1400.026 در کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت ثبت شده است.

تعارض منافع

بدینوسیله نویسندگان اعلام میدارند که هیچگونه تضاد منافعی با سازمانها و اشخاص دیگر وجود ندارد.

References

1. Uchida S, Shioda K, Morita Y, Kubota C, Ganeko M, Takeda N. Exercise effects on sleep physiology. *Front Neuro.* 2012;**3**:1-5. **DOI**: 10.3389/fneur.2012.00048 **PMID**: 22485106
2. Paruthi S, Brooks LJ, D'Ambrosio C, Hall WA, Kotagal S, Lloyd RM, et al. Consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine on the recommended amount of sleep for healthy children: methodology and discussion. *J Clin Sleep Med.* 2016;**12**(11):1549-61. **DOI**: 10.5664/jcsm.6288 **PMID**: 27707447
3. Yang PY, Ho KH, Chen HC, Chien MY. Exercise training improves sleep quality in middle-aged and older adults with sleep problems: a systematic review. *J Physiother.* 2012;**58**(3):157-63. **DOI**: 10.1016/S1836-9553(12)70106-6 **PMID**: 22884182
4. Ozgoli G, Sheikhan Z, Soleimani F, Mirzaee S, Janatiataee P, Ziaie T, et al. Prevalence of sleep disorders and its related factors among preschool children. *JHC.* 2015;**17**(3):198-206.
5. Sadat-Hoseini K. Effects of rhythmic aerobic exercises on sleep quality in sedentary young women. *RJMS.* 2016;**23**(149):18-27.
6. Yang SY, Chen KL, Lin PH, Wang PY. Relationships among health-related behaviors, smartphone dependence, and sleep duration in female junior college students. *J Soc Health Behav.* 2019;**2**(1):26-31. **DOI**: 10.4103/SHB.SHB_44_18
7. Bos SC, Gomes A, Clemente V, Marques M, Pereira AT, Maia B, et al. Sleep and behavioral/emotional problems in children: a population-based study. *Sleep Med.* 2009; **10**(1):66-74. **DOI**: 10.1016/j.sleep.2007.10.020 **PMID**: 18276186
8. Depner CM, Stothard ER, Wright KP. Metabolic consequences of sleep and circadian disorders. *Curr Diab Rep.* 2014;**14**(7):1-9. **DOI**: 10.1007/s11892-014-0507-z **PMID**: 24816752
9. Mindell JA, Cook RA, Nikolovski J. Sleep patterns and sleep disturbances across pregnancy. *Sleep Med.*2015;**16**(4):483-8. **DOI**: 10.1016/j.sleep.2014.12.006 **PMID**: 25666847
10. Cappuccio FP, D'Elia L, Strazzullo P, Miller MA. Quantity and quality of sleep and incidence of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care.* 2010;**33**(2):414-20. **DOI**: 10.2337/dc09-1124 **PMID**: 19910503
11. Ansari Kolachahi S, Hojjati Zidashti Z, Elmieh A, Bidabadi E, Filli J. The relationship between the cytokines and hs-CRP levels in children with autism and their comparison with healthy ones. Medical Sciences. 2019;**29**(3):240-8. **DOI**: 10.29252/iau.29.3.240
12. van Leeuwen WM, Lehto M, Karisola P, Lindholm H, Luukkonen R, Sallinen M, et al. Sleep restriction increases the risk of developing cardiovascular diseases by augmenting proinflammatory responses through IL-17 and CRP. *PloS One.* 2009;**4**(2):1-7. **DOI**: 10.1371/journal.pone.0004589 **PMID**: 19240794
13. Petrov KK, Hayley A, Catchlove S, Savage K, Stough C. Is poor self-rated sleep quality associated with elevated systemic inflammation in healthy older adults? *Mech Ageing Dev.* 2020;**192**:111388. **DOI**: 10.1016/j.mad.2020.111388
14. Beccuti G, Pannain S. Sleep and obesity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2011;**14**(4):402-12. **DOI**: 10.1097/MCO.0b013e3283479109 **PMID**: 21659802
15. Lyytikäinen P, Lallukka T, Lahelma E, Rahkonen O. Sleep problems and major weight gain: a follow-up study. *Int J Obes (Lond).* 2011;**35**(1):109-14. **DOI**: 10.1038/ijo.2010.113 **PMID**: 20531352
16. Halson SL. Sleep and the elite athlete. *Sport Sci.* 2013;**26**(113):1-4.
17. Jurado-Fasoli L, De-la-O A, Molina-Hidalgo C, Migueles JH, Castillo MJ, Amaro-Gahete FJ. Exercise training improves sleep quality: A randomized controlled trial. *Eur J Clin Invest.* 2020;**50**(3):e13202. **DOI**: 10.1111/eci.13202 **PMID**: 31989592
18. Kline CE. The bidirectional relationship between exercise and sleep: implications for exercise adherence and sleep improvement. *Am J Lifestyle Med.* 2014;**8**(6):375-9. **DOI**: 10.1177/1559827614544437 **PMID**: 25729341
19. Mohammadkhani PG, Irandoust K, Taheri M, Mirmoezzi M,

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-15]

Baić M. Effects of eight weeks of aerobic exercise and taking caraway supplement on C-reactive protein and sleep quality in obese women. *Biol. Rhythm Res*. 2021;**52**(2):218-26. **DOI**: 10.1080/09291016.2019.1587837

20. Karlsen T, Nes BM, Tjønna AE, Engstrøm M, Støylen A, Steinshamn S. High-intensity interval training improves obstructive sleep apnoea. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2017;**2**(1):1-8. **DOI**: 10.1136/bmjsem-2016-000155 **PMID**: 29616142
21. Borges YG, Cipriano LHC, Aires R, Zovico PVC, Campos FV, de Araújo MTM, et al. Oxidative stress and inflammatory profiles in obstructive sleep apnea: are short-term CPAP or aerobic exercise therapies effective? *Sleep Breath*. 2020;**24**(2):541-9. **DOI**: 10.1007/s11325-019-01898-0 **PMID**: 31313021
22. Vakili J, Amirsasan R, Nourmohammadi O. The effect of four weeks HIIT training with ginseng supplementation on aerobic, anaerobic powers and body composition of Overweight and obese females. *J Sport Exerc Psychol*. 2019;**12**(2):45-54. **DOI**: 10.52547/joeppa.12.2.45
23. Ketabdar B, Fathie M. The effect of four-week high-intensity interval training with beta-alanine supplementation on aerobic and anaerobic performance and some blood parameters in girls basketball players. *JABS*. 2017;**7**(1):60-7.
24. Irandoust K, Taheri M. Effect of a High Intensity Interval Training (HIIT) on serotonin and cortisol levels in obese women with sleep disorders. *Women Health Bull*. 2019;**6**(1):1-5. **DOI**: 10.5812/WHB.83303
25. Dewald-Kaufmann JF, Oort FJ, Meijer AM. The effects of sleep extension on sleep and cognitive performance in adolescents with chronic sleep reduction: an experimental study. *Sleep Med*. 2013;**14**(6):510-7. **DOI**: 10.1016/j.sleep.2013.01.012 **PMID**: 23523432
26. Schwartz J, Simon RD Jr. Sleep extension improves serving accuracy: A study with college varsity tennis players. *Physiol Behav*. 2015;**151**:541-4. **DOI**: 10.1016/j.physbeh.2015.08.035 **PMID**: 26325012
27. Arnal PJ, Lapole T, Erblang M, Guillard M, Bourrilhon C, Leger D, et al. Sleep extension before sleep loss: effects on performance and neuromuscular function. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;**48**(8):1595-603. **DOI**: 10.1249/MSS.0000000000000925 **PMID**: 27015382
28. Boroghani M, Hamedinia MR, Assad MR, Zarei M. The study of the body mass index and physical activity among 11-14 year-old adolescent boys in Khooshab. *Knowledge Health*. 2010;**5**(2,3):12-18
29. Hamzehzadeh Borujeni, E., Nazarali, P., Naghibi, S. Effect of four weeks HIT on the levels of GH, IGFBP-3, IGF-1 and serum cortisol and some performance indicators in Iran women national Basketball Team. *JSB*. 2013;5(4):35-48. **DOI**: 10.22059/jsb.2013.35669
30. Arshadi S, Banaeifar A, Tabatabaey H, Shakibatabar R. The effect of sleep and sleep deprivation on cortisol and testosterone responses, anaerobic performance indices and blood lactate in active men. *J Ilam Univ Med Sci*. 2017;**24**(6):66-76. **DOI**: 10.18869/acadpub.sjimu.24.6.66
31. Omachi TA. Measuring sleep in rheumatologic diseases: The ESS, FOSQ, ISI, and PSQI. *Arthritis Care Res*. 2011;**63**(11):287-96. **DOI**: 10.1002/acr.20544 **PMID:** 22588751
32. Allen NG, Higham SM, Mendham AE, Kastelein TE, Larsen PS, Duffield R. The effect of high-intensity aerobic interval training on markers of systemic inflammation in sedentary populations. *Eur J Appl Physiol*. 2017;**117**(6):1249-56. **DOI**: 10.1007/s00421-017-3613-1 **PMID**: 28409397
33. Ghahremani Moghadam M, Hejazi K. Effect of aerobic training for 8 weeks on c-reactive protein, Uric Acid and total bilirubin in sedentary elderly women. *Intern Med Today*. 2015;**21**(2):81-9. **DOI**: 10.18869/acadpub.hms.21.2.81
34. Santos RV, Tufik S, De Mello MT. Exercise, sleep and cytokines: is there a relation? *Sleep Med Rev*. 2007;**11**(3):231-9. **DOI**: 10.1016/j.smrv.2007.03.003
35. Shehata A, Mahmoud I. Effect of high intensity interval training (hiit) onweight, body mass index and body fat percentage for adults. *Sci Mov Heal*. 2018;**18**(2):125-30.

[Downloaded from journal.nkums.ac.ir on 2026-11-15]