



Article Type: Research Article

The effect of sleep deprivation at the beginning and end of the night on anaerobic performance in the luteal and follicular phases of the menstrual cycle in active young women

Sahar Mirzaei Ezbarami¹ , Leila Ghazaleh^{*1} , Fereshteh Shahidi²

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran

2. Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

Received: 03/12/2025, **Accepted:** 15/06/2026, **Published:** 01/07/2026

* Corresponding Author: Leila Ghazaleh, E-mail: l.ghazaleh@alzahra.ac.ir.

How to cite: Mirzaei Ezbarami, S., Ghazaleh, L., & Shahidi, F. (2026). The effect of sleep deprivation at the beginning and end of the night on anaerobic performance in the luteal and follicular phases of the menstrual cycle in active young women. *Research on Women's Sports*, 3(10), 42-56. [In Persian]. doi: 10.22089/rws.2026.18693.1102.

Extended Abstract

Background and Purpose

Sleep is restorative in immune, nervous, and endocrine processes (2). Sleep deprivation is a common occurrence during sports competitions (3). Sleep deprivation is usually categorized into total sleep deprivation (TSD) and partial sleep deprivation (PSD) (5). In TSD, a person experiences long-term sleep deprivation. PSD is short-term sleep deprivation.

PSD is more common among athletes (5). PSD may occur due to factors such as sleeping in a new and unfamiliar environment, anxiety before competition, and heavy training (4). PSD can negatively affect the body's physiological function during the athlete's performance. It appears that PSD at the beginning or end of the night may have different effects on anaerobic capacity. This issue has been investigated in a few studies. Research showed that PSD at the end of the night caused a greater decrease in anaerobic power than PSD at the beginning of the night (5, 15, 16). It should be noted that in studies comparing the effect of sleep deprivation at the beginning and end of the night on anaerobic performance, the subjects were male.

Studies show that sleep complaints are almost twice as common in women as in men (17). Women's sleep patterns are different from men's and are influenced by different phases of their menstrual cycle (19). Given that women's participation in sports competitions is growing, it is important to pay attention to and examine the effect of sleep deprivation on women's athletic performance. To date, no study has been conducted on the effect of sleep deprivation on women's anaerobic performance with consideration of menstrual phases. The present study examines the effect of



partial sleep deprivation at the beginning and end of the night on anaerobic performance in the luteal and follicular phases of the menstrual cycle in women.

Methods

Fifteen active young women voluntarily participated in this research. Each subject visited the laboratory for two consecutive months in six sessions. Three sessions in the first 14 days of the menstrual cycle (follicular phase) and three sessions in the second 14 days of the menstrual cycle (luteal phase). There were at least 72 hours of rest between test sessions. To investigate the effects of PSD at the beginning and end of the night on anaerobic performance in each phase (follicular or luteal), the subject conducted 3 sleep pattern models the night before the test. The sleep models included 4 hours of PSD at the beginning and end of the night, and full sleep. Three sleep models were applied once in the follicular phase and once in the luteal phase. The Wingate test is used to evaluate anaerobic power (Ergomedic 894E, Monark, Sweden) (14). The SPSS software (v.25) and the repeated measures analysis of variance were used for statistical analysis.

Results

The results showed that peak and mean anaerobic power in the luteal phase were significantly lower than the follicular phase ($p = 0.001$), respectively 38.9 ± 14.59 and 33.5 ± 1.42 . Also, regardless of menstrual phase, PSD at the end of the night compared to full sleep resulted in a decrease in peak anaerobic power by 57.8 ± 24.87 ($p = 0.001$).

Conclusion

In the present study, anaerobic performance decreased after PSD at the end of the night. Since no similar study has been conducted to date that has examined the effects of PSD at the beginning and end of the night on the phases of the menstrual cycle in women, we cannot directly compare the results of the present study with previous studies. Research shows that PSD at the end of the night reduces anaerobic performance in men (15). In the present study, a decrease in anaerobic performance in women was also observed after PSD at the end of the night compared to full sleep. Several factors contribute to the decline in anaerobic performance in active women due to sleep deprivation at the end of the night. Disruption in melatonin secretion after PSD can impact sleep quality and thus explain the decline in athletic performance (9). In the present study, PSD at the end of the night might have caused greater disruption to melatonin secretion. Other factors affecting the reduction of anaerobic performance with PSD at the end of the night include impaired regeneration of energy stores such as phosphocreatine and muscle glycogen (30).

Another result of the present study was a decrease in peak anaerobic power in active women in the luteal phase compared to the follicular phase. There is less consistent evidence that anaerobic power declines in the luteal phase, but many studies show that the difference between the luteal and follicular phases is small and variable. These responses depend on training level, the presence of premenstrual syndrome, the method used to determine the menstrual phase, and the type of anaerobic test (34, 35, 36).

The findings showed that PSD at the beginning of the night did not affect women's anaerobic power. However, PSD at the end of the night decreased women's anaerobic performance regardless of menstrual cycle phase. Women's anaerobic performance was also reduced in the luteal phase compared to the follicular phase.

Keywords: Sleep Deprivation, Anaerobic Performance, Wingate Test, Menstrual Cycle, Active Women

Article Message

Partial sleep deprivation at the beginning of the night and the follicular phase does not affect anaerobic performance in active women. However, partial sleep deprivation at the end of the night leads to a decline in anaerobic power in active women. Women's anaerobic performance is also impaired in the luteal phase of the menstrual cycle. This may be particularly important for women participating in high-level competition.

Ethical Considerations

The present study was approved by the Ethics Committee of the Sport Sciences Research Institute, Ministry of Science, Research, and Technology, under the ethics code IR.SSRC.REC.1403.021. All research procedures were conducted in accordance with the relevant ethical guidelines and protocols.

Authors' Contributions

Conceptualization: Sahar Mirzaei Ezbarami, Leila Ghazaleh

Data Collection: Sahar Mirzaei Ezbarami

Data Analysis: Leila Ghazaleh, Sahar Mirzaei Ezbarami

Manuscript Writing: Sahar Mirzaei Ezbarami, Leila Ghazaleh, Fereshteh Shahidi

Review and Editing: Leila Ghazaleh, Fereshteh Shahidi

Responsible for funding: None.

Literature Review: Sahar Mirzaei Ezbarami

Project Manager: Leila Ghazaleh

Any other Contributions: All authors have read and approved the final manuscript.

Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge all participants who volunteered as subjects in this study



تأثیر محرومیت از خواب در ابتدا و انتهای شب بر عملکرد بی هوازی در دو فاز لوتئال و فولیکولار چرخه قاعدگی در زنان جوان فعال

سحر میرزائی ازبهرمی^۱ ID، لیلا غزاله^۲ ID*، فرشته شهیدی^۳ ID

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵، تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۱۰

*نویسنده مسئول: لیلا غزاله مسئول، E-mail: l.ghazaleh@alzahra.ac.ir

How to cite: Mirzaei Ezbarami, S., Ghazaleh, L., & Shahidi, F. (2026). The effect of sleep deprivation at the beginning and end of the night on anaerobic performance in the luteal and follicular phases of the menstrual cycle in active young women. *Research on Women's Sports*, 3(10), 42-56. [In Persian]. doi: 10.22089/rws.2026.18693.1102.

چکیده

یکی از عوامل محدودکننده عملکرد ورزشی بی‌خوابی است. الگوی خواب زنان تحت تأثیر فازهای چرخه قاعدگی است. کیفیت خواب در فاز لوتئال نسبت به فولیکولار کاهش می‌یابد. هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر محرومیت جزئی از خواب در ابتدا و انتهای شب بر عملکرد بی‌هوازی در فازهای فولیکولار و لوتئال چرخه قاعدگی در زنان فعال بود. پانزده نفر زن جوان فعال (سن $26/20 \pm 2/86$ سال؛ قد $163/93 \pm 4/03$ سانتی‌متر؛ وزن $57/45 \pm 6/03$ کیلوگرم) براساس طرح متقاطع در تحقیق حاضر شرکت کردند. آزمودنی‌ها طی دو ماه متوالی و در شش جلسه به آزمایشگاه مراجعه کردند. سه جلسه آزمون در فاز فولیکولار و سه جلسه در فاز لوتئال چرخه قاعدگی اجرا شد. آزمودنی‌ها در شب قبل از هر یک از جلسات آزمون (سه جلسه در هر فاز) سه مدل الگوی خواب را رعایت کردند. این مدل‌ها شامل چهار ساعت بی‌خوابی در ابتدای شب، چهار ساعت بی‌خوابی در انتهای شب و خواب کامل بود. متغیر توان بی‌هوازی با استفاده از آزمون وینگیت ارزیابی شد. از روش آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که اوج و میانگین توان بی‌هوازی در فاز لوتئال کمتر از فاز فولیکولار بود ($p=0/001$). بدون توجه به فاز قاعدگی، بی‌خوابی انتهای شب نسبت به خواب کامل، منجر به کاهش اوج توان بی‌هوازی ($p=0/001$) شد. براساس نتایج، بی‌خوابی انتهای شب موجب کاهش توان بی‌هوازی در زنان فعال می‌شود. همچنین اوج توان بی‌هوازی زنان فعال، در فاز لوتئال نسبت به فاز فولیکولار کمتر است. افت توان بی‌هوازی ناشی از بی‌خوابی در زنان فعال تحت تأثیر فازهای قاعدگی نیست.

واژگان کلیدی: بی‌خوابی، عملکرد بی‌هوازی، آزمون وینگیت، قاعدگی، زنان فعال.



مقدمه

خواب، مؤلفه‌ای اساسی در سلامت انسان است (تابز و همکاران، ۲۰۱۹) و عملکرد ترمیمی در فرایندهای ایمنی، عصبی و غدد درون‌ریز دارد (مجری و همکاران، ۲۰۱۴). به خواب رفتن حاصل عملکردهای ارادی و غیرارادی است. عملکرد ارادی شامل کم کردن نور، کاهش صدا، رفتن به رختخواب و عملکردهای غیرارادی شامل افزایش ملاتونین و همچنین بروز تغییراتی در الگوی فعالیت مغز است. نقص در هریک از عوامل مذکور، منجر به اختلال در خواب و در نتیجه بی‌خوابی می‌شود (تابز و همکاران، ۲۰۱۹). بی‌خوابی در زمان مسابقات ورزشی اتفاقی رایج است (فولگار و همکاران، ۲۰۱۵). این بی‌خوابی ممکن است به دلیل عواملی مانند خوابیدن در محیط جدید و ناآشنا، اضطراب قبل از مسابقه و انجام تمرینات سنگین رخ دهد (برادرتون و همکاران، ۲۰۱۹). بی‌خوابی در ورزشکاران معمولاً به دو صورت محرومیت جزئی از خواب (PSD) و محرومیت کامل از خواب (TSD) بررسی می‌شود (سویسی و همکاران، ۲۰۱۳). در محرومیت جزئی خواب، چرخه عادی خواب و بیداری فرد تاحدی مختل می‌شود. در محرومیت کامل خواب، فرد بی‌خوابی شدید و طولانی‌مدت را تجربه می‌کند. محرومیت جزئی از خواب می‌تواند در ابتدای شب (PSDB) یا در انتهای شب (PSDE) باشد (فولگار و همکاران، ۲۰۱۵؛ نولز و همکاران، ۲۰۱۸). بررسی‌ها نشان می‌دهند که محرومیت جزئی از خواب در بین ورزشکاران شایع‌تر است (سویسی و همکاران، ۲۰۱۳).

هدف اصلی ورزشکاران و مربیان دستیابی به عملکرد ورزشی بهینه و مطلوب است. ورزشکاران برای اجرای بهینه عملکرد ورزشی و بازگشت به حالت اولیه مناسب، در مقایسه با افراد غیرفعال به خواب بیشتری نیاز دارند. مدت‌زمان مناسب خواب ورزشکاران بین ۷ تا ۹ ساعت در شبانه‌روز است. این مقدار برای بزرگسالان غیرفعال بین ۷ تا ۹ ساعت پیشنهاد شده است (برد، ۲۰۱۳).

خواب اثرات فیزیولوژیک متعددی بر بدن انسان دارد. بی‌خوابی یکی از مخرب‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد بی‌هوازی است. این اثر به دلیل وابستگی مستقیم فعالیت‌های بی‌هوازی به سیستم عصبی مرکزی، توان انفجاری، تعادل هورمونی و ریکاوری سریع انرژی است. ازجمله اثرات حاد بی‌خوابی کاهش اوج توان، سرعت تولید نیرو و افزایش درک خستگی است (فولگار و همکاران، ۲۰۱۵). مطالعات نشان می‌دهند که حین خواب مصرف ATP و گلوکز کاهش می‌یابد (اویل و همکاران، ۲۰۱۲)؛ ازاین‌رو خواب کافی باعث افزایش سنتز گلیکوژن و ذخایر آن می‌شود (اویل و همکاران، ۲۰۱۲) و بی‌خوابی می‌تواند ذخایر گلیکوژن را کاهش دهد. ازآنجا که در عملکرد بی‌هوازی بخشی از تولید انرژی از مسیر گلیکولیتیک انجام می‌شود، اختلال در متابولیسم گلوکز به دنبال بی‌خوابی می‌تواند عملکرد بی‌هوازی را تضعیف کند. بی‌خوابی همچنین منجر به بازسازی ناقص فسفوکراتین می‌شود و بدین ترتیب منابع در دسترس انرژی دچار اختلال خواهند شد. بی‌خوابی اثرات هورمونی نیز دارد. افزایش کورتیزول که تسهیل‌کننده وضعیت کاتابولیک بدن و اختلال در ریکاوری عضلانی است، ازجمله این اثرات است. کاهش هورمون رشد نیز از دیگر عوامل تأثیرگذار است (فولگار و همکاران، ۲۰۱۵). یکی دیگر از تغییرات فیزیولوژیک ناشی از بی‌خوابی، اختلال در ترشح ملاتونین است (کرون و همکاران، ۲۰۲۲). یکی از سازوکارهای احتمالی ملاتونین که باعث افزایش توان بی‌هوازی می‌شود، کاهش غلظت لاکتات پلاسما و افزایش غلظت لاکتات کبد است. ملاتونین همچنین کلسیم درون سلولی را در عضلات و کبد افزایش می‌دهد. افزایش کلسیم درون سلول عضلانی به بهبود مکانیسم انقباض عضلانی در حین فعالیت بی‌هوازی کمک می‌کند (شیراوند و همکاران، ۲۰۱۷)؛ درنتیجه می‌توان گفت که اختلال در ترشح ملاتونین نیز ممکن است از عوامل مؤثر بر کاهش توان بی‌هوازی باشد. با توجه به مطالب مذکور، محرومیت از خواب می‌تواند با تأثیر منفی بر عملکرد فیزیولوژیک بدن حین اجرای فعالیت بی‌هوازی، عملکرد ورزشکار را تحت تأثیر قرار دهد.

پژوهش‌های متعددی در زمینه تأثیر محرومیت از خواب بر توان بی‌هوای انجام شده‌اند. برخی محققان محرومیت از خواب را در ابتدای شب و برخی در انتهای شب اعمال کرده‌اند. برخی مطالعات نشان دادند که چهار الی پنج ساعت بی‌خوابی در ابتدای شب، تأثیری بر توان بی‌هوای حین اجرای آزمون وینگیت ندارد (موگن و همکاران، ۱۹۹۶؛ وردار و همکاران، ۲۰۰۷)؛ اما نتایج تحقیقاتی که بی‌خوابی را در انتهای شب اعمال کرده‌اند نشان می‌دهد که، سه تا چهار ساعت بی‌خوابی در انتهای شب باعث تضعیف توان بی‌هوای حین اجرای آزمون وینگیت می‌شود (عبدالمالک و همکاران، ۲۰۱۳؛ حاج‌سالم و همکاران، ۲۰۱۳). بی‌خوابی اعمال‌شده در تحقیقات مذکور همگی از نوع محرومیت جزئی از خواب بوده است، اما به نظر می‌رسد زمان اعمال بی‌خوابی در ابتدا یا انتهای شب می‌تواند بر توان بی‌هوای اثرات متفاوتی داشته باشد. این موضوع در تحقیقات معدودی بررسی شده است؛ به طوری که برخی محققان در یک طرح پژوهشی مستقل به مقایسه تأثیر محرومیت از خواب در ابتدا و انتهای شب بر عملکرد بی‌هوای پرداختند (سویسی و همکاران، ۲۰۰۸، ۲۰۱۳؛ رمدانی و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج پژوهش مذکور نشان داد که محرومیت از خواب در انتهای شب موجب کاهش بیشتر توان بی‌هوای در آزمون‌های بعد از ظهر نسبت به محرومیت از خواب در ابتدای شب شده است (سویسی و همکاران، ۲۰۰۸، ۲۰۱۳؛ رمدانی و همکاران، ۲۰۱۹). نکته درخور توجه در رابطه با تحقیقات مذکور این است که در هر سه تحقیق پرداخته‌شده به مقایسه تأثیر محرومیت از خواب در ابتدا و انتهای شب بر عملکرد بی‌هوای، آزمودنی‌ها مرد بودند. طبق بررسی‌ها تاکنون پژوهشی در رابطه با تأثیر محرومیت از خواب نسبی بر عملکرد ورزشی و توان بی‌هوای زنان انجام نشده است.

شواهد علمی حاکی از آن است که سطح کیفیت خواب در زنان نسبت به مردان پایین‌تر است و بیشتر از مردان از اختلالات خواب رنج می‌برند (بی و همکاران، ۲۰۱۵)؛ هرچند شدت و جهت اثر بسته به شرایط (شدت محرومیت، چرخه قاعدگی، سطح تمرین) متفاوت است. در محرومیت از خواب مردان ممکن است افت توان و قدرت را بیشتر تجربه کنند. اما در بی‌خوابی مزمن، زنان ممکن است بیشتر دچار اختلالات خلقی، خستگی و ریکاوری پس از تمرین شوند (مانگ و کاسمانو، ۲۰۱۶). الگوی خواب شبانه در زنان تحت تأثیر فازهای مختلف چرخه قاعدگی است (بیکر و درایو، ۲۰۰۷). طول چرخه قاعدگی در زنان به طور میانگین ۲۸ روز است که به دو فاز فولیکولار و لوتئال تقسیم می‌شود. فاز فولیکولار از اولین روز خون‌ریزی شروع می‌شود و تا روز چهاردهم ادامه می‌یابد. فاز لوتئال که شامل ۱۴ روز دوم چرخه قاعدگی است، بعد از اتمام فاز فولیکولار آغاز می‌شود و تا اولین روز شروع خون‌ریزی مجدد ادامه می‌یابد (بیکر و درایو، ۲۰۰۷). مطالعات نشان می‌دهند که یک هفته پیش از شروع خون‌ریزی و همچنین در چند روز اول خون‌ریزی، دمای بدن افزایش و سطح هورمون‌های استروژن و پروژسترون کاهش می‌یابد (بی و همکاران، ۲۰۱۵). گیرنده‌های استروژن و پروژسترون که در سیستم عصبی مرکزی (پایه مغز قدامی، هیپوتالاموس، هسته رافه پشتی و لوکوس سرولئوس) قرار دارند، در تنظیم خواب نیز درگیر هستند. اگرچه مکانیسم‌های عمل استروئیدهای تخمدانی بر تنظیم خواب کاملاً مشخص نیست، هر دو ناحیه تحریک‌کننده خواب و بیداری در سیستم عصبی مرکزی به اثرات استروژن حساس هستند؛ لذا نوسانات این هورمون‌ها در طول چرخه قاعدگی می‌تواند کیفیت خواب را تحت تأثیر قرار دهد (بیکر و لی، ۲۰۲۲). بیکر و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان دادند که حجم خواب زنان در فاز لوتئال که سطح هورمون‌های استرادیول و پروژسترون کاهش می‌یابد، نسبت به فاز فولیکولار چرخه قاعدگی کاهش می‌یابد. با توجه به مطالب مذکور، احتمال دارد که اثرات بی‌خوابی بر عملکرد بی‌هوای در زنان و مردان متفاوت و تحت تأثیر فازهای مختلف چرخه قاعدگی باشد.

از آنجاکه در حال حاضر بخش بزرگی از جامعه ورزش قهرمانی را زنان تشکیل می‌دهند (پرادو و همکاران، ۲۰۲۲) و با توجه به اینکه حضور زنان در مسابقات ورزشی در حال رشد است، بررسی تأثیر محرومیت از خواب بر عملکرد ورزشی زنان اهمیت

دارد؛ بنابراین در پژوهش حاضر تلاش شده است تأثیر محرومیت جزئی از خواب در ابتدا و انتهای شب بر عملکرد بی‌هوازی در دو فاز فولیکولار و لوتئال چرخه قاعدگی در زنان بررسی شود؛ بنابراین سؤال پژوهش این است که آیا محرومیت از خواب در ابتدا یا انتهای شب، بر عملکرد بی‌هوازی زنان فعال اثرگذار است و در فازهای فولیکولار و لوتئال متفاوت است؟

روش پژوهش

روش مطالعه در پژوهش حاضر از نوع کاربردی و نیمه‌تجربی و طرح پژوهش از نوع مطالعه متقاطع بود (کیم و هور، ۲۰۲۰). جامعه آماری تحقیق حاضر شامل زنان فعال شهر تهران با دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال بود. از میان افراد داوطلب که معیارهای ورود به تحقیق را داشتند، پانزده نفر به طور تصادفی براساس پیشینه پژوهش انتخاب شدند و طی شش جلسه براساس طرح متقاطع در آزمایشگاه حضور یافتند. معیارهای ورود به تحقیق شامل فعال بودن (۱۵۰ تا ۳۰۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت متوسط و یا ۷۵ تا ۱۵۰ دقیقه فعالیت بدنی با شدت بالا در طول هفته) (پیرسی و همکاران، ۲۰۱۸)، داشتن الگوی طبیعی خواب، چرخه قاعدگی منظم، مصرف نکردن داروهای هورمونی و برخورداری از سلامت جسمانی کامل بود. چنانچه آزمودنی‌ها برنامه خواب توصیه‌شده توسط محقق را رعایت نمی‌کردند یا روز قبل از آزمون فعالیت شدید داشتند و مواد غذایی محرک مانند کافئین مصرف می‌کردند، از پژوهش خارج می‌شدند. مصرف کافئین از طریق پرسشنامه بررسی شد (بولر و همکاران، ۲۰۱۴).

متغیر مستقل در تحقیق حاضر، محرومیت جزئی از خواب در ابتدا و انتهای شب و همچنین فازهای چرخه قاعدگی بود. متغیر وابسته نیز توان بی‌هوازی بود که از طریق آزمون وینگیت بررسی شد. هر آزمودنی طی دو ماه متوالی، در شش جلسه (سه جلسه در چهارده روز اول چرخه قاعدگی یعنی فاز فولیکولار و سه جلسه در چهارده روز دوم چرخه قاعدگی یعنی فاز لوتئال) به آزمایشگاه مراجعه کرد. برای تعیین فازهای مدنظر، روز اول خون‌ریزی، روز یک چرخه و از این روز تا تخمک‌گذاری، فاز فولیکولار محسوب شد. برای تعیین زمان تخمک‌گذاری بررسی ترشحات دهانه رحم انجام شد. روز بعد از تخمک‌گذاری شروع فاز لوتئال محسوب شد و پایان آن نیز شروع خون‌ریزی و قاعدگی بعدی بود. بین جلسات آزمون حداقل ۷۲ ساعت فاصله برای استراحت و ریکاوری وجود داشت. شایان ذکر است که شش جلسه حضور آزمودنی‌ها در آزمایشگاه براساس طرح متقاطع انجام شد.

روش اعمال متغیرهای مستقل و بررسی تأثیر محرومیت جزئی از خواب در ابتدا و انتهای شب بر عملکرد بی‌هوازی در هر فاز (فولیکولار و یا لوتئال) به این صورت بود که آزمودنی در شب قبل از اجرای آزمون، سه مدل الگوی خواب را رعایت می‌کرد. این مدل‌ها شامل چهار ساعت بی‌خوابی در ابتدای شب، چهار ساعت بی‌خوابی در انتهای شب و خواب کامل به شکل تصادفی بود. سه مدل الگوی خواب مذکور، یک مرتبه در فاز فولیکولار و یک مرتبه در فاز لوتئال اعمال شد. ذکر این نکته ضروری است که بی‌خوابی آزمودنی‌ها با برقراری ارتباط در فضای مجازی و تماس تلفنی توسط محقق کنترل شد.

در هر جلسه حضور آزمودنی در آزمایشگاه، ابتدا قد و وزن آزمودنی اندازه‌گیری شد و گرم‌کردن عمومی و اختصاصی اجرا شد. سپس توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها توسط دوچرخه کارسنج مونارک مدل 894E ارزیابی شد (حاج‌سالم و همکاران، ۲۰۱۳). آزمون وینگیت رایج‌ترین آزمون بی‌هوازی است. این آزمون در ۳۰ ثانیه انجام می‌شود. برای اجرای آزمون، ابتدا جایگاه نشستن با توجه به قد آزمودنی و همچنین حلقه رکاب تنظیم شد. سپس آزمودنی پنج دقیقه با سرعت ۶۰ تا ۷۰ دور در دقیقه روی دوچرخه گرم کرد و بلافاصله بعد از گرم کردن، با فرمان آزمونگر با حداکثر تلاش خود شروع به رکاب زدن کرد. در آزمون وینگیت، میزان مقاومتی که حین رکاب زدن اعمال می‌شود، برابر با ۰/۰۷۵ کیلوگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است. مقاومت تعیین‌شده در سرعت ۱۱۰ دور در دقیقه به صورت خودکار اعمال شد. در طول آزمون، فصلنامه پژوهش در ورزش زنان، بهار ۱۴۰۵، دوره ۰۳، شماره ۰۹

آزمودنی مدام تشویق کلامی شد که بتواند تا پایان آزمون با حداکثر تلاش خود به رکاب زدن ادامه دهد. در پایان، فرد برای سرد کردن دو دقیقه بدون مقاومت رکاب زد (سوئسی و همکاران، ۲۰۰۷). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ صورت گرفت. از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و از روش آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر در طرح عاملی (۳×۲)، برای تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد. سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

مقادیر مربوط به میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

Table 1- Mean and standard deviation of subjects' demographic characteristics

متغیر	میانگین	انحراف معیار
Variable	Mean	Standard Deviations
سن (سال) Age (years)	26.20	2.86
قد (سانتیمتر) Height (cm)	163.93	4.03
وزن (کیلوگرم) Weight (kg)	57.45	6.03
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع) Body Mass Index(kg/m 2)	21.36	1.85

با توجه به معنادار نبودن آزمون شاپیرو-ویلک، توزیع داده‌های مربوط به متغیرهای وابسته پژوهش، طبیعی بود؛ لذا استفاده از آزمون‌های پارامتریک برای تحلیل داده‌ها تأیید شد.

در جدول (۲)، میانگین و انحراف استاندارد شاخص اوج و میانگین توان بی‌هوازی، به تفکیک فاز قاعدگی و در سه بار اندازه‌گیری پس از محرومیت از خواب در ابتدا و انتهای شب و همچنین پس از خواب نرمال، ارائه شده است.

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد شاخص اوج و میانگین توان بی‌هوازی به تفکیک فاز قاعدگی، پس از سه مدل الگوی خواب

Table 2- Mean and standard deviation of peak and mean anaerobic power by menstrual phase, after three sleep pattern models

متغیر	فاز قاعدگی	الگوی خواب	انحراف معیار ± میانگین
Variable	Menstrual phase	Sleep pattern	Mean±SD
اوج توان بی‌هوازی Peak anaerobic power (Watts/kg)	فولیکولار Follicular	بی‌خوابی ابتدای شب Sleep deprivation at the beginning of the night	458.09 ± 82.08
		بی‌خوابی انتهای شب Sleep deprivation at the end of the night	450.64 ± 90.48

متغیر Variable	فاز قاعدگی Menstrual phase	الگوی خواب Sleep pattern	انحراف معیار $\pm$ میانگین Mean $\pm$ SD
میانگین توان بی هوازی Mean anaerobic power (Watts/kg)	لوتئال Luteal	خواب کامل Complete sleep	496.5 $\pm$ 94.02
		بی خوابی ابتدای شب Sleep deprivation at the beginning of the night	430.41 $\pm$ 101.8
		بی خوابی انتهای شب Sleep deprivation at the end of the night	395.27 $\pm$ 100.97
		خواب کامل Complete sleep	465.15 $\pm$ 93.41
	فولیکولار Follicular	بی خوابی ابتدای شب Sleep deprivation at the beginning of the night	320.83 $\pm$ 52.9
		بی خوابی انتهای شب Sleep deprivation at the end of the night	324.51 $\pm$ 46.56
		خواب کامل Complete sleep	333.69 $\pm$ 54.12
		بی خوابی ابتدای شب Sleep deprivation at the beginning of the night	293.34 $\pm$ 53.97
	لوتئال Luteal	بی خوابی انتهای شب Sleep deprivation at the end of the night	279.41 $\pm$ 56.07
		خواب کامل Complete sleep	306.98 $\pm$ 51.51
		خواب کامل Complete sleep	
		خواب کامل Complete sleep	

نتایج آنالیز واریانس با اندازه گیری های مکرر نشان داد که اثر عامل فاز قاعدگی و اثر عامل الگوی خواب بر متغیرهای اوج و میانگین توان بی هوازی، معنادار بود، اما بین عامل فاز قاعدگی و الگوی خواب در هر دو متغیر اوج و میانگین توان بی هوازی تأثیر متقابل وجود نداشت (جدول ۳)؛ به طوری که اوج و میانگین توان بی هوازی به ترتیب به میزان $38/9 \pm 14/59$ ($p=0/001$) و $33/5 \pm 1/42$ ($p=0/001$) در فاز لوتئال کمتر از فاز فولیکولار بود. همچنین بدون توجه به فاز قاعدگی، بی خوابی انتهای شب نسبت به خواب کامل، به کاهش اوج توان بی هوازی به میزان $57/8 \pm 87/24$ ($p=0/001$) منجر شد.

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر شاخص اوج و میانگین توان بی هوازی در دو فاز قاعدگی، و سه مدل الگوی خواب

Table 3: Results of ANOVA with repeated measurements of peak and mean anaerobic power in two menstrual phases, and three sleep pattern models

متغیر	اثر	df	F	p	ηp^2
-------	-----	----	---	---	------------

Effect				Variable	
0.53	0.001	15.80	1	عامل فاز قاعدگی Menstrual phase factor	اوج توان بی‌هوازی Peak anaerobic power (Watts/kg)
0.49	0.001	13.06	2	عامل الگوی خواب Sleep pattern factor	
0.07	0.36	1.05	2	فاز قاعدگی × الگوی خواب Menstrual phase × Sleep pattern	
0.73	0.001	37.31	1	عامل فاز قاعدگی Menstrual phase factor	میانگین توان بی‌هوازی Mean anaerobic power (Watts/kg)
0.28	0.01	5.38	2	عامل الگوی خواب Sleep pattern factor	
0.11	0.18	1.77	2	فاز قاعدگی × الگوی خواب Menstrual phase × Sleep pattern	

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که محرومیت از خواب به مدت چهار ساعت در انتهای شب، موجب کاهش عملکرد بی‌هوازی در زنان فعال شد. همچنین اوج توان بی‌هوازی زنان فعال، در فاز لوتئال نسبت به فاز فولیکولار کاهش یافت، اما بین بی‌خوابی و فاز قاعدگی تأثیر متقابل وجود نداشت.

از آنجاکه تاکنون پژوهشی مشابه با تحقیق حاضر انجام نشده است که تأثیر محرومیت از خواب در ابتدا و انتهای شب را در فازهای چرخه قاعدگی در زنان بررسی کرده باشد، نمی‌توان به طور مستقیم به مقایسه نتایج پژوهش حاضر با مطالعات پیشین پرداخت. تنها در سه پژوهش به بررسی اثر محرومیت از خواب در ابتدا و انتهای شب در مردان پرداخته شده است. سویسی و همکاران در پژوهش‌هایی مجزا گزارش کردند که بی‌خوابی انتهای شب موجب کاهش عملکرد بی‌هوازی مردان حین اجرای آزمون وینگیت شد، اما بی‌خوابی ابتدای شب تأثیری بر عملکرد آن‌ها نداشت (سویسی و همکاران، ۲۰۰۸، ۲۰۱۳). از طرفی رمدانی و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که بی‌خوابی انتهای شب نسبت به بی‌خوابی ابتدای شب تأثیر بیشتری بر کاهش عملکرد بی‌هوازی در مردان داشت. نتایج تحقیقات مذکور نشان می‌دهد که محرومیت از خواب در انتهای شب موجب کاهش عملکرد بی‌هوازی در مردان می‌شود؛ در صورتی که محرومیت از خواب در ابتدای شب تأثیری بر عملکرد بی‌هوازی آن‌ها ندارد. در مطالعه حاضر نیز کاهش عملکرد بی‌هوازی زنان بعد از محرومیت از خواب در انتهای شب نسبت به خواب کامل مشاهده شد.

عوامل متعددی باعث می‌شود تا محرومیت از خواب در انتهای شب موجب کاهش عملکرد بی‌هوازی در زنان فعال شود. از دلایل این موضوع می‌توان به اختلال در ریتم شبانه‌روزی و چرخه خواب و بیداری بدن اشاره کرد. ملاتونین نقش مهمی در چرخه خواب و بیداری بدن دارد. اختلال در ترشح ملاتونین به دنبال محرومیت از خواب می‌تواند بر کیفیت خواب تأثیر بگذارد و تضعیف عملکرد ورزشی را توضیح دهد (کرون و همکاران، ۲۰۲۲)؛ زیرا ملاتونین علاوه بر تحریک تولید آنزیم آنتی‌اکسیدانی، به‌عنوان یک پاک‌کننده مستقیم رادیکال‌های آزاد نیز عمل می‌کند؛ در نتیجه می‌توان گفت که اختلال در ترشح ملاتونین ممکن است از عوامل مؤثر بر کاهش توان بی‌هوازی باشد (رمدانی و همکاران، ۲۰۱۹). در مطالعه پریاب و

همکاران (۲۰۲۱) نیز مشخص شد که مصرف مکمل ملاتونین بعد از چهار و بیست و چهار ساعت محرومیت از خواب، اثرات منفی محرومیت از خواب را جبران کرد و اثر مثبت بر عملکرد بی‌هوازی آزمودنی‌ها داشت. از سوی دیگر، چون ترشح هورمون ملاتونین در اواخر خواب شبانه به اوج خود می‌رسد (رمدانی و همکاران، ۲۰۱۹)، می‌توان گفت که در پژوهش حاضر محرومیت از خواب در انتهای شب موجب اختلال بیشتر در ترشح ملاتونین شده است.

با وجود اینکه عملکرد بی‌هوازی با افزایش دمای عضله همراه است، بی‌خوابی منجر به اختلال در ریتم هورمون کورتیزول می‌شود و به صورت غیرطبیعی به کاهش دمای مرکزی بدن می‌انجامد؛ بدین ترتیب، کاهش دمای عضله باعث کاهش سرعت هدایت عصبی و سرعت انقباض عضلانی شده و به افت توان انفجاری منجر می‌شود (داتیلو و همکاران، ۲۰۱۱). علاوه بر این، محرومیت از خواب باعث کاهش تحریک قشر حرکتی مغز و افزایش آدنوزین مغزی و همچنین باعث کاهش انگیزش و تحریک مرکزی می‌شود (ون‌دونگ و همکاران، ۲۰۰۳). ازجمله عوارض محرومیت از خواب در انتهای شب می‌توان به کاهش هورمون رشد، تستوسترون و افزایش کورتیزول در صورت وجود استرس اشاره کرد. هورمون رشد و تستوسترون باعث حفظ توده عضلانی و افزایش توان بی‌هوازی می‌شوند. این اثر مغایر با تأثیر کورتیزول است که در صورت افزایش زیاد می‌تواند به تجزیه پروتئین و افزایش خستگی محیطی منجر شود (داتیلو و همکاران، ۲۰۱۱).

از دیگر عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد بی‌هوازی با محرومیت از خواب در انتهای شب، می‌توان به بازسازی ذخایر انرژی مانند فسفوکراتین و گلیکوژن عضلانی اشاره کرد (اسکین و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج پژوهش حاضر هم‌راستا با مطالعات اراضی و همکاران (۲۰۱۹)، لیونگ و همکاران (۲۰۲۴) است. اراضی و همکاران نشان دادند که محرومیت از خواب در بازیکنان زن فوتبال باعث کاهش توان اوج، میانگین و شاخص خستگی با تست وینگیت می‌شود. لی و همکاران (۲۰۲۴) نیز در مطالعه کنترل‌شده‌ای که چهار ساعت خواب در مقابل هشت ساعت خواب شبانه را مقایسه می‌کرد، نشان دادند که حتی محرومیت جزئی خواب نیز می‌تواند اوج و میانگین توان بی‌هوازی را به طور معناداری کاهش دهد. از طرف دیگر، نتایج برخی مطالعات با تحقیق حاضر ناهم‌سوست یا نشان‌دهنده تأثیر کم و نامشخص بی‌خوابی بر توان بی‌هوازی است. در مطالعه هیل و همکاران (۱۹۹۴)، حدود ۲۵ تا ۳۰ ساعت بی‌خوابی در دو جنس زن و مرد اعمال شد، اما هیچ تغییر معناداری در تست بی‌هوازی یا کل کار انجام‌شده در تمرین شدید مشاهده نشد. علت ناهم‌سویی می‌تواند ناشی از تأثیر آماری استفاده از هر دو جنس در تحقیق باشد؛ زیرا مطالعات نشان داده‌اند که زنان نسبت به مردان حساسیت بیشتری به محرومیت خواب از نظر شناختی و خلقی دارند که می‌تواند به صورت غیرمستقیم بر عملکرد بی‌هوازی آن‌ها تأثیرگذار باشد (ون‌دونگ و همکاران، ۲۰۰۳).

از دیگر نتایج پژوهش حاضر، کاهش اوج توان بی‌هوازی زنان فعال در فاز لوتئال نسبت به فولیکولار بود. سطح استروژن و پروژسترون در فاز فولیکولار نسبت به لوتئال پایین‌تر است و همین امر بر عملکرد عصبی عضلانی زنان اثرگذار است. بالا بودن استروژن در فاز لوتئال باعث تحریک‌پذیری قشر حرکتی و افزایش کارایی انتقال عصبی عضلانی و کاهش آسیب اکسیداتیو می‌شود که نتیجه آن حفظ بهتر فراخوانی واحدهای حرکتی نوع ۲ و حفظ توان اوج در فعالیت بی‌هوازی است. استفاده از چربی در فاز لوتئال بیشتر است که خود می‌تواند باعث حفظ گلیکوژن عضلانی و احتمال بهبود بازسازی فسفوکراتین شود (مکنالیتی و همکاران، ۲۰۲۰). ازجمله نتایج همسو با این یافته‌ها، می‌توان به پژوهش‌های جانسه و همکاران (۲۰۰۳) و مکنالیتی و همکاران (۲۰۲۰) اشاره کرد. مکانیسم‌های پیشنهادی در این مطالعات نشان‌دهنده بهبود سرعت انقباض به دلیل دمای پایه بالاتر بدن در فاز لوتئال و اثر محافظتی استروژن بر غشای عضله است. از طرفی در فاز لوتئال نسبت به فولیکولار، فراخوانی واحدهای حرکتی بهتر حفظ می‌شود (انس و تیدوس، ۲۰۱۰)؛ با وجود این، برخی

مطالعات نتایج ناهمسو به دست آورده‌اند که می‌توان به پژوهش لیبرون (۲۰۰۷) اشاره کرد. نتایج پژوهش او نشان داد که در برخی از زنان به دلیل احتباس مایعات بدن، عملکرد در فاز لوتئال تضعیف می‌شود. از دلایل ناهمسویی می‌توان به جامعه آماری این تحقیق اشاره کرد. در پژوهش لیبرون از دختران دارای پیش از قاعدگی به‌عنوان آزمودنی استفاده شد که از نظر تغییرات و سطوح هورمونی نسبت به زنان فعال متفاوت‌اند (لوبران، ۱۹۹۴). نتیجه اینکه، شواهد قوی و یکدست مبنی بر افت توان در لوتئال کمتر است، اما بسیاری مطالعات نشان می‌دهند که تفاوت بین فازهای لوتئال و فولیکولار کوچک و متغیر است. این پاسخ‌ها به سطح تمرین، وجود سندرم پیش از قاعدگی، روش تعیین فاز قاعدگی و نوع آزمون بی‌هوازی وابسته است.

براساس یافته‌های پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود که تأثیر محرومیت خواب در ابتدا و انتهای شب حین اجرای آزمون‌های شبیه‌سازی‌شده در رشته‌های ورزشی و با رعایت اصل ویژگی تمرین و در زمان‌های مختلف روز (صبح و بعدازظهر) در فازهای مختلف چرخه قاعدگی زنان، بررسی شود. همچنین توصیه می‌شود که وجود سندرم پیش از قاعدگی نیز در آزمودنی‌ها بررسی شود.

محدودیت پژوهش حاضر، کنترل نشدن مستقیم بی‌خوابی آزمودنی‌ها توسط آزمونگر بود؛ از این‌رو برای دقت بیشتر بهتر است از روش‌های دقیق‌تری برای کنترل بی‌خوابی استفاده شود.

به طور کلی، نتایج نشان داد که محرومیت از خواب در ابتدای شب تأثیری بر توان بی‌هوازی زنان نداشت، اما محرومیت از خواب انتهای شب موجب کاهش عملکرد بی‌هوازی زنان بدون توجه به فازهای چرخه قاعدگی شد. همچنین عملکرد بی‌هوازی زنان در فاز لوتئال نسبت به فاز فولیکولار کاهش یافت.

پیام مقاله

بی‌خوابی ابتدای شب و فاز فولیکولار تأثیری بر عملکرد بی‌هوازی زنان فعال ندارند، اما بی‌خوابی انتهای شب به افت توان بی‌هوازی در زنان فعال منجر می‌شود. در فاز لوتئال چرخه قاعدگی نیز عملکرد بی‌هوازی زنان تضعیف می‌شود. این امر می‌تواند برای زنانی که در سطوح بالای رقابتی مشارکت دارند، بسیار حائز اهمیت باشد.

ملاحظات اخلاقی

تحقیق حاضر با کد اخلاق IR.SSRC.REC.1403.021 توسط کمیته اخلاق در پژوهشگاه علوم ورزشی وزارت علوم تحقیقات و فناوری تأیید قرار گرفت و تمامی فرایندهای پژوهشی با توجه به شیوه‌نامه‌های مربوط انجام گرفت.

مشارکت نویسندگان

ایده‌پردازی: سحر میزرای و لیلا غزاله

جمع‌آوری داده‌ها: سحر میزرای

تحلیل داده‌ها: لیلا غزاله و سحر میزرای

نوشتن مقاله: سحر میزرای، لیلا غزاله و فرشته شهیدی

بازبینی و ویرایش: لیلا غزاله و فرشته شهیدی

مرور ادبیات: سحر میزرای

مدیر پروژه: لیلا غزاله

هرگونه مشارکت دیگر: همه نویسندگان، مقاله را خواندند و تأیید کردند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از تمامی زنان فعال که به‌عنوان آزمودنی در اجرای پژوهش حاضر مشارکت داشتند، تشکر و قدردانی می‌کنند.

منابع

1. Abdelmalek, S., Chtourou, H., Aloui, A., Aouichaoui, C., Souissi, N., & Tabka, Z. (2013). Effect of time of day and partial sleep deprivation on plasma concentrations of IL-6 during a short-term maximal performance. *European Journal of Applied Physiology*, 113(1), 241–248. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2432-7>
2. Arazi, H., Mehrabani, J., Irandoost, M., & Khaleghimamaghani, E. (2019). Effects of Overnight Sleep Deprivation on Appetite and Physical Performance in Elite Female Soccer Players. *Turkish Journal of Sleep Medicine*, 6(3), 93–96. <https://doi.org/10.4274/jtsm.galenos.2019.19480>
3. Baker, F. C., & Driver, H. S. (2007). Circadian rhythms, sleep, and the menstrual cycle. *Sleep Medicine*, 8(6), 613–622. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2006.09.011>
4. Baker, F. C., & Lee, K. A. (2022). Menstrual cycle effects on sleep. *Sleep Medicine Clinics*, 17(2), 283–294. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2022.02.004>
5. Baker, F. C., Driver, H. S., Paiker, J., Rogers, G. G., & Mitchell, D. (2002). Acetaminophen does not affect 24-h body temperature or sleep in the luteal phase of the menstrual cycle. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 92(4), 1684–1691. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00919.2001>
6. Bei, B., Coo Calcagni, S., Baker, F. C., & Trinder, J. A. (2015). Sleep in women: a review. *Australian Psychologist*, 50(1), 14 - 24. <https://doi.org/10.1111/ap.12095>
7. Bird, S. P. (2013). sleep, recovery, and athletic performance: A brief review and recommendations. *Strength and Conditioning Journal*, 35(5), 43–47. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182a62e2f>
8. Brotherton, E. J., Moseley, S. E., Langan-Evans, C., Pullinger, S. A., Robertson, C. M., Burniston, J. G., & Edwards, B. J. (2019). Effects of two nights partial sleep deprivation on an evening submaximal weightlifting performance; are 1 h powernaps useful on the day of competition?. *Chronobiology International*, 36(3), 407–426. <https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1552702>
9. Bühler, E., Lachenmeier, D. W., Schlegel, K., & Winkler, G. (2014). Development of a tool to assess the caffeine intake among teenagers and young adults. *Ernährungs Umschau*, 61(4), 58–63. <https://doi.org/10.4455/eu.2014.011>
10. Craven, J., McCartney, D., Desbrow, B., Sabapathy, S., Bellinger, P., Roberts, L., & Irwin, C. (2022). Effects of acute sleep loss on physical performance: A systematic and meta-analytical review. *sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(11), 2669–2690. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01706-y>
11. Dattilo, M., Antunes, H. K., Medeiros, A., Mônico Neto, M., Souza, H. S., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2011). Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. *Medical hypotheses*, 77(2), 220–222. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.04.017>
12. Enns, D. L., & Tiidus, P. M. (2010). The influence of estrogen on skeletal muscle: sex matters. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(1), 41–58. <https://doi.org/10.2165/11319760-000000000-00000>
13. Fullagar, H. H., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., & Meyer, T. (2015). Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(2), 161–186. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0260-0>

14. HajSalem, Mohamed & Chtourou, Hamdi & Aloui, Asma & Hammouda, Omar & Souissi, Nizar. (2013). Effects of partial sleep deprivation at the end of the night on anaerobic performances in judokas. *Biological Rhythm Research*, 44, 815–821. <https://doi.org/10.1080/09291016.2012.756282>
15. Hill, D. W., Borden, D. O., Darnaby, K. M., & Hendricks, D. N. (1994). Aerobic and anaerobic contributions to exhaustive high-intensity exercise after sleep deprivation. *Journal of Sports Sciences*, 12(5), 455–461. <https://doi.org/10.1080/02640419408732195>
16. Kim, S., & Hurr, C. (2020). Effects of acute cooling on cycling anaerobic exercise performance and neuromuscular activity: a randomized crossover study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(11), 1437–1443. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11044-2>
17. Knowles, O. E., Drinkwater, E. J., Urwin, C. S., Lamon, S., & Aisbett, B. (2018). Inadequate sleep and muscle strength: Implications for resistance training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(9), 959–968. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.012>
18. Lebrun C. M. (1994). The effect of the phase of the menstrual cycle and the birth control pill on athletic performance. *Clinics in Sports Medicine*, 13(2), 419–441.
19. Li, L., & Mei, T. (2024). Partial sleep deprivation affects the athletic performance of Sanda athletes: An RCT study. *Heliyon*, 10(19), e38879. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38879>
20. McNulty, K. L., Elliott-Sale, K. J., Dolan, E., Swinton, P. A., Ansdell, P., Goodall, S., Thomas, K., & Hicks, K. M. (2020). The effects of menstrual cycle phase on exercise performance in eumenorrheic women: A systematic review and meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(10), 1813–1827. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01319-3>
21. Mejri, M., Hammouda, O., Zouaoui, K., Chaouachi, A., Chamari, K., Ben Rayana, M., & Souissi, N. (2014). Effect of two types of partial sleep deprivation on Taekwondo players' performance during intermittent exercise. *Biological Rhythm Research*, 45(5), 655–668. <https://doi.org/10.1080/09291016.2013.787686>
22. Mong, J. A., & Cusmano, D. M. (2016). Sex differences in sleep: impact of biological sex and sex steroids. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 371(1688), 20150110. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0110>
23. Mougin, F., Bourdin, H., Simon-Rigaud, M. L., Didier, J. M., Toubin, G., & Kantelip, J. P. (1996). Effects of a selective sleep deprivation on subsequent anaerobic performance. *International Journal of Sports Medicine*, 17(2), 115–119. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972818>
24. Obel, L. F., Müller, M. S., Walls, A. B., Sickmann, H. M., Bak, L. K., Waagepetersen, H. S., & Schousboe, A. (2012). Brain glycogen-new perspectives on its metabolic function and regulation at the subcellular level. *Frontiers in Neuroenergetics*, 4, 3. <https://doi.org/10.3389/fnene.2012.00003>
25. Paryab, N., Taheri, M., H'Mida, C., Irandoust, K., Mirmoezzi, M., Trabelsi, K., Ammar, A., & Chtourou, H. (2021). Melatonin supplementation improves psychomotor and physical performance in collegiate student-athletes following a sleep deprivation night. *Chronobiology International*, 38(5), 753–761. <https://doi.org/10.1080/07420528.2021.1889578>
26. Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., George, S. M., & Olson, R. D. (2018). The physical activity guidelines for Americans. *JAMA*, 320(19), 2020–2028. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>
27. Prado, R. C. R., Willett, H. N., Takito, M. Y., & Hackney, A. C. (2022). Impact of Premenstrual Syndrome Symptoms on Sport Routines in Nonelite Athlete Participants of Summer Olympic Sports. *International journal of Sports Physiology and Performance*, 18(2), 142–147. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0218>
28. Romdhani, M., Hammouda, O., Chaabouni, Y., Mahdouani, K., Driss, T., Chamari, K., & Souissi, N. (2019). Sleep deprivation affects post-lunch dip performances, biomarkers of muscle damage and antioxidant status. *Biology of Sport*, 36(1), 55–65. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2018.78907>
29. Shiravand, F., Ghanbar Zadeh, M. and Hosein Zadeh, M. (2017). The effect of melatonin on anaerobic power and short-term maximal performances in Girls student in Physical Education. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, 4(1), 11-18. <https://doi.org/10.22049/jassp.2019.26463.1190>

30. Skein, M., Duffield, R., Edge, J., Short, M. J., & Mündel, T. (2011). Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1301–1311. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31820abc5a>
31. Souissi, N., Bessot, N., Chamari, K., Gauthier, A., Sesboüé, B., & Davenne, D. (2007). Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. *Chronobiology International*, 24(4), 739–748. <https://doi.org/10.1080/07420520701535811>
32. Souissi, N., Chtourou, H., Aloui, A., Hammouda, O., Dogui, M., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2013). Effects of time-of-day and partial sleep deprivation on short-term maximal performances of judo competitors. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2473–2480. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827f4792>
33. Souissi, N., Souissi, M., Souissi, H., Chamari, K., Tabka, Z., Dogui, M., & Davenne, D. (2008). Effect of time of day and partial sleep deprivation on short-term, high-power output. *Chronobiology International*, 25(6), 1062–1076. <https://doi.org/10.1080/07420520802551568>
34. Tubbs, A. S., Dollish, H. K., Fernandez, F., & Grandner, M. A. (2019). The basics of sleep physiology and behavior. In *Sleep and Health* (pp. 3-10). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815373-4.00001-0>
35. Van Dongen, H.P.A., Maislin, G., Mullington, J.M., & Dinges, D.F. (2003). The cumulative cost of additional wakefulness: Dose-response effects on neurobehavioral functions. *Sleep*, 26(2), 117-126. <https://doi.org/10.1093/sleep/26.2.117>
36. Vardar, S. A., Oztürk, L., Kurt, C., Bulut, E., Sut, N., & Vardar, E. (2007). Sleep deprivation induced anxiety and anaerobic performance. *Journal of sports science & medicine*, 6(4), 532–537.