University of Tehran
Faculty of
Sport Sciences and Health

Journal of Sport Biosciences

Online ISNN: 2676-4148

Effect of Chronotype on the Maximum Oxygen Consumption, Melatonin, and Body Temperature of Young Football Players of Sanat Mes Kerman Club

Yahya Asefi[1]✉ , **Mohammad Abrizgan**[2]

1. Corresponding Author, Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Literature and Human Sciences, Islamic Azad University, Kerman Branch, Kerman, Iran E-mail: y.asefi@iauk.ac.ir
2. Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Literature and Human Sciences, Islamic Azad University, Kerman Branch, Kerman, Iran E-mail: mohammadabrizgan@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research

Article history:
Received:
16 May 2023
Received in revised form:
20 June 2023
Accepted:
20 June 2023
Published online:
22 June 2023

Keywords:
athletes,
body temperature,
chronotype,
maximum oxygen consumption.

ABSTRACT

Introduction: It has been proven that the chronotype plays a key role in the timing of peak sports performance. Recent evidence suggests that investigating these differences, which are known as chronotypes, leads to different daily physiological profiles. This research aimed to investigate the effect of chronotype on the maximum oxygen consumption (Vo_2max), melatonin, and body temperature of the youth football players of Sanat Mes Kerman Club.

Methods: In this quasi-experimental research, 30 young male football players of Sanat Mes Kerman Club with a mean age of 16.26 years old were selected as statistical samples. Based on the Morningness-Eveningness Questionnaire (MEQ), participants were classified into morning and evening types. To perform the incremental treadmill test, participants attended three sessions in the laboratory (7:00 to 9:00 in the morning and 6:00 to 8:00 in the evening). The participants' blood melatonin levels and body temperature were measured before performing the test and the oxygen consumption was measured during the test.

Results: In the morning type group, there was no significant difference between Vo_2max and melatonin in the morning and evening conditions ($p>0.05$), but in the evening type group the body temperature showed a significant increase compared to the morning type group ($p<0.005$). In the evening type group, there was no significant difference between melatonin levels in morning and evening conditions ($p>0.05$), but in the evening type group, the body temperature ($p<0.023$) and Vo2max ($p<0.001$) showed a significant increase compared with the morning type group.

Conclusion: It seems that the chronotype affects the aerobic capacity of athletes. In people with evening type chronotype, aerobic capacity is sometimes higher during the evening physical activity hours compared with the morning physical activity.

Cite this article: Asefi Y., Abrizgan M. Effect of Chronotype on the Maximum Oxygen Consumption, Melatonin and Body Temperature of Young Football Players of Sanat Mes Kerman Club. *Journal of Sport Biosciences*. 2023; 15 (2): 59-71. DOI: http//doi.org/000000000000000000

Journal of Sport Biosciences by University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0.
| Web site: https://jsb.ut.ac.ir/ | Email: jsb@ut.ac.ir.

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

University of Tehran
Faculty of
Sport Sciences and Health

Journal of Sport Biosciences

Online ISNN: 2676-4148

Extended Abstract

Introduction

At high levels of sports competition, the performance gap between athletes is reduced and they seek to find ways to increase their sports performance. A potential biological source that can affect athletes' performance is the time of day and individual differences in circadian rhythm. In general, human activities and work plans are based on the circadian behavioral rhythm of daily activities and night rest. However, if individuals are free to choose when to start their daily activity, significant variation in waking, sleeping, and preferred activity time is observed. This phenotype, when known as chronotype, reflects subtle changes in the individual's internal circadian rhythm. Based on the tendency towards morning or evening, people are classified into three chronotypes: morning, afternoon, and evening. There is no consensus about the effect of day and night on the physiological indicators of athletes. Among the disputed physiological indicators, the effect of circadian rhythm on the aerobic capacity of athletes is important, however, little research has been done in this regard and the results obtained are inconsistent. Considering the important role of chronotype in the physiological and functional changes of athletes, and the limited and contradictory research conducted in this field, the present research aimed to investigate the effect of chronotype on maximum oxygen consumption, melatonin, and the body temperature of the young male football players of Sanat Mes Kerman Club.

Methods

The participants of this study included 30 young male football players of Sanat Mes Kerman Club. The chronotype of participants (tendency of individual characteristics towards morning or evening) was measured by the Morningness-Eveningness Questionnaire (MEQ). Based on this questionnaire, participants were classified into three groups: morning type, evening type, and the group that does not include any of these two types. To perform the incremental test, the participants attended two sessions in the laboratory. Meetings were held at 7:00 to 9:00 in the morning and 6:00 to 8:00 in the evening with an interval of 72 hours. Thirty minutes before the test, the participants' body temperature was measured. Then five cc of blood samples were collected from the brachial vein of the left hand and melatonin serum levels were measured. Then, the incremental test was performed. During the incremental test, the participants' maximum oxygen consumption was measured.

Results

According to the statistical analysis, in the morning type group, there was no statistically significant difference between the maximum oxygen consumption and melatonin in the morning and evening conditions ($p>0.05$), but in the evening conditions, the body temperature showed a significant increase compared with the morning conditions ($p<0.005$, $t=3.813$). In the evening type group, no statistically significant difference was observed between melatonin in the morning and evening conditions ($p>0.05$), but in the evening conditions, the body temperature ($p<0.023$, $t=2.907$) and maximum oxygen consumption ($p<0.001$, $t=9.235$) significantly increased compared with the morning condition.

Conclusion

Based on the results of the current research, it seems that the morning and evening chronotypes affect the aerobic capacity of the athletes. Despite the similarity of changes in body temperature and melatonin level in the condition that compares the morning and evening changes of the groups, an increase in aerobic capacity was observed in individuals with evening type and in the evening physical activity hours.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: The present study was conducted following ethical principles.

Funding: This study received no financial support.

Authors' contribution: authors contributed equally to this research.

Conflict of interest: No conflict of interest is declared.

Acknowledgments: Thank all the participants, coaches, and officials of the Sanat Mes Kerman Club who helped us to implement this research.

علوم زیستی ورزشی
انتشارات دانشگاه تهران
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۱۴۸

تأثیر ریخت شبانه‌روزی بر حداکثر اکسیژن مصرفی، ملاتونین و دمای بدن فوتبالیست‌های نوجوان باشگاه صنعت مس کرمان

یحیی آصفی[۱]✉، محمد آب‌ریزگان[۲]

۱. نویسندهٔ مسئول، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: y.asefi@iauk.ac.ir
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، کرمان، ایران. رایانامه: mohammadabrizgan@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۳/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۳۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۰۱

کلیدواژه‌ها:
حداکثر اکسیژن مصرفی،
دمای بدن،
ریخت شبانه‌روزی،
ورزشکار.

چکیده

مقدمه: ثابت شده است ریخت شبانه‌روزی نقش کلیدی در زمان‌بندی اوج عملکرد ورزشی دارد. شواهد اخیر نشان می‌دهد محاسبهٔ این تفاوت‌ها، که به‌عنوان ریخت شبانه‌روزی شناخته می‌شود، به نمایه‌های فیزیولوژیک روزانهٔ متفاوت منجر می‌شود. هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر ریخت شبانه‌روزی بر حداکثر اکسیژن مصرفی، ملاتونین و دمای بدن فوتبالیست‌های نوجوان باشگاه مس کرمان بود.

روش پژوهش: در این تحقیق نیمه‌تجربی، ۳۰ مرد فوتبالیست نوجوان باشگاه صنعت مس کرمان با میانگین سنی ۱۶/۲۶ سال به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. بر اساس پرسشنامهٔ صبح‌گاهی – عصرگاهی (MEQ)، آزمودنی‌ها به ریخت شبانه‌روزی نوع صبح‌گاهی و عصرگاهی تقسیم شدند. به‌منظور اجرای آزمون فزاینده روی نوار گردان، آزمودنی‌ها سه جلسه در آزمایشگاه حضور یافتند (ساعات ۷–۹ صبح و ۶–۸ عصر). پیش از اجرای آزمون، سطح ملاتونین خون و دمای بدن و طی اجرای آزمون، اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: در مورد گروه صبح‌گاهی، بین حداکثر اکسیژن مصرفی و ملاتونین شرایط صبح و عصر تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P>0/05$)، اما در شرایط عصر نسبت به صبح، دمای بدن افزایش معناداری را نشان داد ($P<0/005$). در مورد گروه عصرگاهی، بین ملاتونین شرایط صبح و عصر تفاوت معناداری وجود نداشت ($P>0/05$)، اما در شرایط عصر نسبت به صبح، دمای بدن ($P<0/023$) و حداکثر اکسیژن مصرفی ($P<0/001$) افزایش معناداری را نشان داد.

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد ریخت شبانه‌روزی بر ظرفیت هوازی ورزشکاران تأثیرگذار است. در افراد با ریخت شبانه‌روزی نوع عصرگاهی و در ساعات فعالیت بدنی عصر، در مقایسه با فعالیت بدنی در ساعات صبح، ظرفیت هوازی بیشتر است.

استناد: آصفی، یحیی؛ و آب‌ریزگان، محمد. تأثیر ریخت شبانه‌روزی بر حداکثر اکسیژن مصرفی، ملاتونین و دمای بدن فوتبالیست‌های نوجوان باشگاه صنعت مس کرمان. نشریهٔ *علوم زیستی ورزشی*. ۱۴۰۱؛ (۲) ۱۵، ۷۱–۵۹. DOI: http//doi.org/0000000000000000000000000

دسترسی به این نشریهٔ علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کریتیو کامنز (CC BY-NC 4.0) به نویسندگان واگذار کرده است.| آدرس نشریه: https://jsb.ut.ac.ir/ | ایمیل: jsb@ut.ac.ir

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.

مقدمه

در سطوح بالای رقابت‌های ورزشی، فاصلهٔ عملکردی بین ورزشکاران کم می‌شود و آنها به دنبال یافتن روش‌هایی جهت افزایش عملکرد ورزشی خود هستند (۱). یک منبع بالقوهٔ بیولوژیکی که می‌تواند بر عملکرد ورزشکاران تأثیر بگذارد، ساعت روز (۲) و تفاوت‌های فردی در ریتم شبانه‌روزی است (۳). این ریتم‌های شبانه‌روزی که به‌صورت درونی[1]است، توسط هستهٔ سوپراکیاسماتیک[2] که در هیپوتالاموس قدامی[3]قرار دارد، کنترل می‌شوند (۴). ریتم‌های رفتاری و فیزیولوژیکی زیادی از جمله شاخص‌های تنظیم دما (۵)، ترشح هورمونی (۵، ۶) و بیان ژن (۷) در ارتباط با خروجی‌های عصبی و هورمونی SCN هستند. ریتم‌های شبانه‌روزی با عوامل بیرونی مانند نور و سیگنال‌های محیطی نیز همگام می‌شود (۹-۷).

به‌طور کلی فعالیت‌ها و برنامه‌های کاری انسان بر اساس ریتم رفتاری شبانه‌روزی فعالیت‌های روزانه و استراحت شبانه است. با این حال، اگر افراد در انتخاب زمان شروع فعالیت روزانه آزاد باشند، تنوع چشمگیری در زمان بیداری، خواب و فعالیت ترجیحی مشاهده می‌شود. این فنوتیپ[4]زمانی‌که به‌عنوان ریخت شبانه‌روزی[5]شناخته می‌شود، منعکس‌کنندهٔ تغییرات ظریف در ریتم شبانه‌روزی درونی فرد است (۱۰). بر اساس گرایش نسبت به صبح یا عصر، افراد به سه گروه ریخت شبانه‌روزی صبح‌گاهی،[6] میانگاهی[7]و عصرگاهی[8]تقسیم می‌شوند (۱۱). ریتم شبانه‌روزی نتیجهٔ یک دوره تناوب ۲۴ ساعته از نوسانات مولکولی و ریتم‌های خروجی قابل اندازه‌گیری است. دورهٔ شبانه‌روزی ذاتی (τ) در انسان به‌طور متوسط کمی بیشتر از ۲۴ ساعت است. با این حال، می‌تواند کمی کوتاه‌تر نیز باشد (۱۲). افراد با τ کوتاه به‌عنوان ریخت شبانه‌روزی صبح‌گاهی نامیده می‌شوند، درحالی‌که افراد دارای τ به‌طور چشمگیری به‌عنوان ریخت شبانه‌روزی عصرگاهی نامیده می‌شوند (۱۳). افرادی که ریخت شبانه‌روزی صبح‌گاهی دارند، به‌طور معمول صبح زودتر از خواب بیدار می‌شوند، در اوایل روز هوشیارترند و زمان خواب زودتر را انتخاب می‌کنند. از طرف دیگر، افراد عصرگاهی زمان‌های دیرتر برخاستن را ترجیح می‌دهند، در عصر یا شب هوشیارترند و زمان خواب دیرتر دارند (۱۰).

نقش ریتم شبانه‌روزی برای انجام فعالیت بدنی در ورزش‌های مختلف، دهه‌ها بررسی شده، اما ریخت شبانه‌روزی کمتر بررسی شده است، که تفاوت‌ها در ارزیابی گروهی را مبهم کرده و به نتایج غیرقطعی منجر شده است (۱۴). اگر ورزشکاری در صبح و ورزشکار دیگری در بعد از ظهر عملکرد بهتری داشته باشند، تفاوت‌ها در سطح گروهی دیده نمی‌شود و به این نتیجه‌گیری نادرست منجر می‌شود که تغییرات روزانه در حداکثر عملکرد وجود ندارد. تحقیقات اخیر بر اهمیت ریخت شبانه‌روزی برای تغییرات فیزیولوژیک و عملکرد روزانه تأکید داشته است (۱۴). بر اساس تحقیقات صورت‌گرفته، از آنجا که ریخت شبانه‌روزی فرد بر بیان ریتم‌های فیزیولوژیکی تأثیر می‌گذارد، می‌تواند بر پاسخ به محرک‌های تمرینی و عملکرد ورزشی نیز در ساعات مختلف روز تأثیر بگذارد (۱۵). تحقیقات نشان می‌دهند که عملکرد ورزشی بهینه در اواخر بعد از ظهر تا اوایل شب، همزمان با اوج دمای مرکزی بدن (۱۶:۰۰-۱۸:۰۰) رخ می‌دهد (۱۶). در مقابل گزارش شده، زمانی‌که دمای مرکزی بدن در پایین‌ترین حد خود قرار دارد، عملکرد مختل می‌شود (۰۳:۰۰) (۵). تعدادی از تحقیقات، پاسخ به ورزش را در زمان‌های مختلف روز اندازه‌گیری کردند و به این نتیجه رسیدند که تغییرات روزانه مختص به ریخت شبانه‌روزی است (۱۰). برای مثال عالوی[9]و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی تأثیر ریخت شبانه‌روزی بر شاخص‌های عملکردی و فیزیولوژیکی ورزشکاران

1. Endogenous
2. Suprachiasmatic Nucleus (SCN)
3. Anterior hypothalamus
4. Phenotype
5. Chronotype
6. Morning type
7. Neither type
8. Evening type
9. Aloui

پرداختند. آنها نتیجه گرفتند که عملکرد فیزیولوژیکی صبح‌ها، در مقایسه با عصرها، مختل شده است که با تغییرات ثبت‌شده در واکنش‌های قلبی- عروقی، هورمونی، اکسیداتیو[1] و همچنین بیوشیمیایی مرتبط است (۱۷).

در مورد تأثیر ریخت شبانه‌روزی بر شاخص‌های فیزیولوژیک ورزشکاران اتفاق‌نظر دیده نمی‌شود. از جمله شاخص‌های فیزیولوژیک مورد اختلاف، تأثیر ریخت شبانه‌روزی بر ظرفیت هوازی ورزشکاران است (۱۸، ۱۹). در مورد این شاخص، از یک سو تحقیقات کمی انجام گرفته و از سوی دیگر نتایج به‌دست‌آمده ناهمسو هستند (۱۰، ۱۸، ۱۹). برای نمونه تحقیق گریشام[2](۱۹۸۸) نشان می‌دهد سطح vo2max افراد با ریخت شبانه‌روزی عصرگاهی، در عصر نسبت به صبح بالاتر است، اما در مورد افراد صبح‌گاهی بین صبح و عصر تفاوت معناداری وجود ندارد (۱۸) . در مقابل، نتایج تحقیق نایر[3] و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهد ریخت شبانه‌روزی و ساعات روز بر vo2max تأثیر معناداری ندارد (۱۹). تفاوت‌های روش‌شناختی این دو تحقیق مانع از بررسی و مقایسهٔ مؤلفه‌های اثرگذار بر مشاهده تغییرات vo2max شده است. گریشام در تحقیق خود نقش دمای بدن و ارتباط آن با تغییرات vo2max را بررسی و بیان کرد میزان و همچنین الگوی تغییرات دما عامل اثرگذار بر تغییرات vo2max در ساعات مختلف روز (صبح و عصر) است (۱۸)، درحالی‌که در تحقیق نایر و همکاران شاخص‌های فیزیولوژیک مرتبط با ساعات زیستی و ریخت شبانه‌روزی (مانند دما و ملاتونین) ارزیابی و بررسی نشده و بیشتر تفاوت‌های فردی بررسی شده است (۱۹). با توجه به اهمیت نقش ریخت شبانه‌روزی در تغییرات فیزیولوژیک و عملکردی ورزشکاران از یک سو، و از سوی دیگر، محدود و متناقض بودن تحقیقات صورت‌گرفته در این زمینه، هدف از تحقیق پیش روی، بررسی تأثیر ریخت شبانه‌روزی بر حداکثر اکسیژن مصرفی، ملاتونین و دمای بدن فوتبالیست‌های نوجوان باشگاه صنعت مس کرمان است.

روش‌شناسی پژوهش

آزمودنی‌ها

آزمودنی‌ها شامل ۳۰ مرد فوتبالیست نوجوان باشگاه صنعت مس کرمان با میانگین سنی ۱/۰۴ ± ۱۶/۲۶ سال، قد ۵/۹ ± ۱۶۸/۱۲ سانتی‌متر، وزن ۵/۶ ± ۵۷/۲ کیلوگرم، شاخص تودهٔ بدن ۲/۱ ± ۲۰/۲۶ وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر بودند. آزمودنی‌ها افرادی غیرسیگاری بودند که سابقهٔ هیچ‌گونه اختلالات سیستمی نداشتند و در یک سال گذشته تحت هیچ نوع عمل جراحی خاص قرار نگرفتند و هیچ نوع درمان دارویی نداشتند. آزمودنی‌ها افراد سالم و فعال بودند که در دو سال گذشته حداقل دو و حداکثر چهار روز در هفته تمرینات منظم داشتند. پس از مشخص شدن آزمودنی‌ها، ابتدا اطلاعات کامل در خصوص روش و مراحل پژوهش به آنان توضیح داده شد. با استفاده از پرسشنامهٔ اطلاعات فردی، سابقهٔ ورزشی و وضعیت سلامت آزمودنی‌ها ارزیابی شد. سپس صحت سلامت آنها تأیید و برگهٔ رضایت‌نامهٔ کتبی توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد. با توجه به محدودیت‌های تحقیق، این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی و از لحاظ هدف جزء تحقیقات کاربردی است.

1. Oxidative
2. Grisham
3. Knaier

پرسشنامهٔ صبح‌گاهی – عصرگاهی[1]

ریخت شبانه‌روزی آزمودنی‌ها (تمایل خصوصیات فردی به سمت صبح یا عصر) به‌وسیلهٔ پرسشنامهٔ MEQ اندازه‌گیری شد (۲۰). بر اساس این پرسشنامه، آزمودنی‌ها به سه گروه نوع صبح‌گاهی[2](۹ نفر)، عصرگاهی[3](۸ نفر) و نوعی که شامل هیچ‌یک از این دو نمی‌شوند[4](۱۳ نفر)، تقسیم شدند. تمامی آیتم‌های پرسشنامهٔ MEQ به‌طور شفاهی برای آزمودنی‌ها خوانده و شرح داده و سپس پاسخ ثبت شد.

روند اجرای تحقیق

به‌منظور اجرای آزمون فزاینده، آزمودنی‌ها دو جلسه در آزمایشگاه حضور یافتند. جلسات در ساعات ۷–۹ صبح و ۶–۸ عصر و با فاصلهٔ ۷۲ ساعت برگزار شد. تمامی آزمودنی‌های با ریخت شبانه‌روزی صبح‌گاهی و عصرگاهی، با روش متقاطع در جلسات آزمون فزاینده صبح و عصر حضور یافتند. ۳۰ دقیقه پیش از شروع آزمون، با استفاده از دماسنج شیشه‌ای حاوی جیوه (mercury-in glass thermometer) دمای بدن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. سپس ۵ سی‌سی خون از ورید بازویی دست چپ گرفته شد، درون لولهٔ آزمایش ریخته شد و بلافاصله در دمای ۸۰– درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد تا پس از جداسازی سرم، سطوح سرمی ملاتونین با استفاده از کیت آزمایشگاهی EASTBIOPHARM چین (تحت لیسانس آمریکا)، با روش الایزا[5]اندازه‌گیری شود.

پیش از اجرای آزمون فزاینده، آزمودنی‌ها ۵ دقیقه گرم کردن و آشنایی با نوار گردان را کامل کردند. پروتکل با دویدن با سرعت ۱۰ کیلومتر در ساعت به مدت ۱ دقیقه با شیب ۰ درصد روی نوار گردان (مدل h/p/cosmos) شروع شد و سپس سرعت نوار گردان هر ۳۰ ثانیه تا زمان خستگی ۰/۵ کیلومتر در ساعت افزایش یافت (۲۱). طی اجرای آزمون فزاینده، اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه گازآنالایزر Cosmed مدل Quark CPET اندازه‌گیری شد.

روش آماری

داده‌های به‌دست‌آمده از این پژوهش با روش‌های آماری توصیفی و استنباطی در نرم‌افزارهای Excel و spss نسخهٔ ۰.۲۶ تجزیه‌وتحلیل شد. با توجه به تعداد گروه‌ها و تعداد تکرارها، از آزمون T همبسته (Paired Sample T-Test) به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده شد. سطح معناداری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

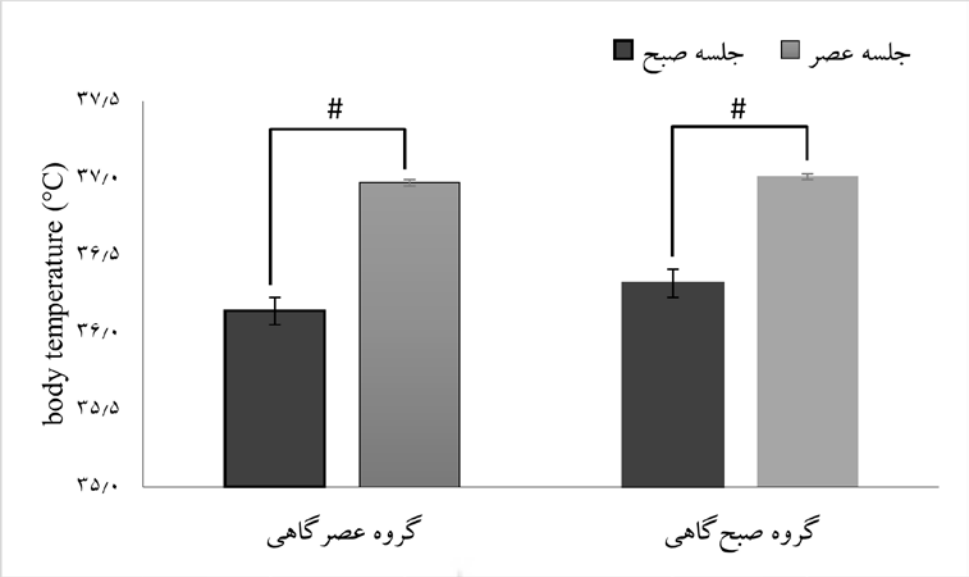
یافته‌های پژوهش

بر اساس تجزیه‌وتحلیل آماری، در مورد گروه صبح‌گاهی، بین حداکثر اکسیژن مصرفی و ملاتونین شرایط صبح و عصر از لحاظ آماری تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵)، اما در شرایط عصر نسبت به صبح، دمای بدن افزایش معناداری را نشان داد (P<۰/۰۰۵، ۸۱۳/ ۳ =t) (شکل‌های ۲،۱ و ۳).

در مورد گروه عصرگاهی (جدول ۲)، بین ملاتونین شرایط صبح و عصر از لحاظ آماری تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵)، اما در شرایط عصر نسبت به صبح، دمای بدن (P<۰/۰۲۳، ۲/۹۰۷– =t) و حداکثر اکسیژن مصرفی (P<۰/۰۰۱، t=۹/۲۳۵) افزایش معناداری مشاهده شد (شکل‌های ۲،۱ و ۳).

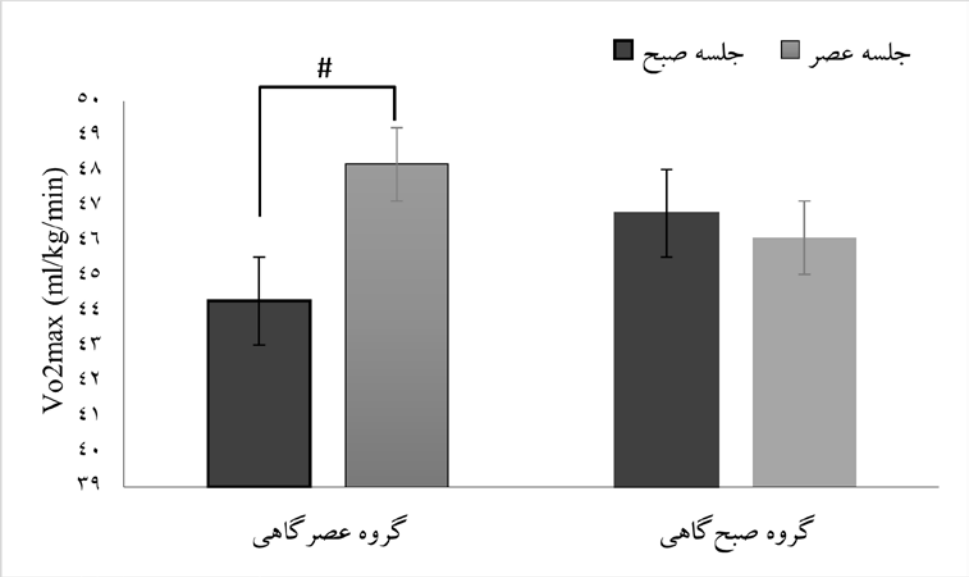
---

1. Morning-Evening Questionnaire (MEQ)
2. M-Type (Morning Type)
3. E-Type (Evening Type)
4. N-Type (Normal Type)
5. Elisa



شکل ۱. مقایسهٔ دمای بدن گروه‌های صبح‌گاهی و عصرگاهی بین جلسات آزمون صبح و عصر. # نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار درون‌گروهی (p≤۰/۰۵)

شکل ۲. مقایسهٔ سطح ملاتونین گروه‌های صبح‌گاهی و عصرگاهی بین جلسات آزمون صبح و عصر



شکل ۳. مقایسهٔ حداکثر اکسیژن مصرفی گروه‌های صبح‌گاهی و عصرگاهی بین جلسات آزمون صبح و عصر. # نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار درون‌گروهی (P≤۰/۰۵)

بحث

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر ریخت شبانه‌روزی بر حداکثر اکسیژن مصرفی، ملاتونین و دمای بدن فوتبالیست‌های نوجوان باشگاه صنعت مس کرمان بود. در مورد گروه صبح‌گاهی، نتایج نشان داد ریخت شبانه‌روزی تأثیری بر اکسیژن مصرفی و ملاتونین نداشته، اما دمای بدن گروه عصرگاهی نسبت به صبح افزایش معناداری داشته است. بر خلاف گروه صبح‌گاهی، در گروه عصرگاهی، نه‌تنها دمای بدن، بلکه حداکثر اکسیژن مصرفی در شرایط عصر نسبت به صبح افزایش معناداری داشته است. وجه مشترک گروه صبح‌گاهی و عصرگاهی، افزایش معنادار دمای بدن شرایط عصر نسبت به صبح است. نتایج تغییرات دمای بدن همسو با نتایج تحقیق دیوید گریشام (۱۸) و همچنین فیسر چیلد[1] و همکاران (۲۰۱۸) (۱) است. بر اساس نتایج تحقیقات صورت‌گرفته در زمینهٔ ریتم شبانه‌روزی، دمای بدن، همراه با شاخص‌های عملکرد ورزشی مانند انعطاف‌پذیری و قدرت عضلانی در اواخر بعد از ظهر/اوایل شب به اوج خود می‌رسد (۲، ۲۲–۲۴). سیستم عصبی خودمختار، دمای بدن و ریتم ملاتونین، سیگنال‌های خروجی شناخته‌شده‌ای از SCN هیپوتالاموس برای تولید ریتم شبانه‌روزی در اکثر متغیرهای فیزیولوژیکی و رفتاری هستند (۲۵). ازاین‌رو به‌نظر می‌رسد تحت تأثیر ریتم شبانه‌روزی، در شرایط عصر دمای بدن آزمودنی‌ها افزایش یافته است. هورن و استبرگ[2] (۱۹۷۶) گزارش دادند که برای دمای بدن، تفاوت بین انواع ریخت شبانه‌روزی، نه‌تنها در زمان‌بندی اوج منحنی، بلکه در شکل منحنی است (۲۶). افراد با ریخت شبانه‌روزی صبح‌گاهی در اوایل صبح دمای بالایی دارند و پس از آن فقط اندکی افزایش می‌یابد تا به اوج خود برسد (در ساعت ۳۰: ۱۹). در مقابل، دمای بدن افراد با ریخت شبانه‌روزی عصرگاهی به‌طور پیوسته در طول روز افزایش می‌یابد و در حدود ۲۰:۳۰ ساعت به اوج خود می‌رسد (۲۶).

بر خلاف تغییرات دمای بدن، تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های صبح‌گاهی و عصرگاهی متفاوت و در گروه عصرگاهی، در عصر نسبت به صبح به‌طور معناداری بیشتر بود. تحقیقات صورت‌گرفته در این زمینه نتایج متفاوتی را گزارش کردند. گریشام در تحقیقی به بررسی تأثیر ریخت شبانه‌روزی بر حداکثر اکسیژن مصرفی و دمای بدن پرداخت.

1. Facer-Childs
2. Horne & Östberg

نتایج تحقیق آنها همسو با نتایج تحقیق پیش رو نشان داد در افراد عصرگاهی، حداکثر اکسیژن مصرفی در عصر نسبت به صبح به‌طور معناداری بیشتر است (۱۸). در سال ۲۰۱۴، هیل[1] به بررسی تأثیر فعالیت بدنی وامانده‌ساز با شدت بالا بر زمان رسیدن به واماندگی و حداکثر اکسیژن مصرفی پرداخت. نتایج نشان داد در افراد عصرگاهی نسبت به افراد صبح‌گاهی، در عصر حداکثر اکسیژن مصرفی ۴ درصد بالاتر است (۲۷). در ادامهٔ این تحقیقات، سرونا[2] و همکاران (۲۰۲۱) تلاش کردند علاوه بر تأثیر ریخت شبانه‌روزی، نقش فصول سال را نیز بررسی کنند. آنها به این نتیجه رسیدند که سطح حداکثر اکسیژن مصرفی نه‌تنها تحت تأثیر ریخت شبانه‌روزی، بلکه تحت تأثیر فصول مختلف نیز قرار می‌گیرد. نتایج این تحقیق نشان داد در فصل زمستان سطح حداکثر اکسیژن مصرفی افراد عصرگاهی به‌طور معناداری در عصر نسبت به صبح بیشتر است (۱۴).

محققان دلایل متفاوتی را به‌منظور توجیه تأثیر ریخت شبانه‌روزی بر حداکثر اکسیژن مصرفی مطرح کرده‌اند. برخی از این محققان علت آن را ریتم دمای بدن می‌دانند (۱۸، ۲۷). هیل معتقد است بیشتر بودن حداکثر اکسیژن مصرفی در عصر به‌سبب ریتم شبانه‌روزی دمای بدن است (۲۷). بریسوالتر[3] و همکاران (۲۰۰۷) نیز همین نظر را دارند و معتقدند افزایش دمای بدن در عصر به افزایش دمای عضله، ترشح هورمون آدرنالین، افزایش فعالیت آنزیم‌های میتوکندری و در نهایت افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در عصر منجر می‌شود (۲۸). آنها معتقدند افزایش دمای عضله، انتقال خون و اکسیژن به عضله را تسهیل می‌کند (۲۸). پیرسون[4] و همکاران (۲۰۱۰) معتقدند عوامل مرتبط با افزایش دمای بدن، فعالیت منقبض‌کننده عروق (مانند اپی نفرین) را تعدیل می‌کنند، به‌طوری‌که فعالیت گشادکنندهٔ عروق بر فعالیت منقبض‌کنندهٔ عروق غلبه می‌کند. این اتساع عروق، مشابه سمپاتولیز عملکردی[5] است که در عروق ماهیچه‌ای اسکلتی در شرایط افزایش فعالیت عصب سمپاتیک در طول ورزش و هیپوکسی رخ می‌دهد (۲۹). همچنین برخی محققان معتقدند دمای موضعی ممکن است سبب آزاد شدن ATP در مجرای عروقی درخت شریانی شود. مشاهدات نشان می‌دهد ATP داخل عروقی می‌تواند به‌عنوان یک مولکول گشادکنندهٔ عروق و سمپاتولیتیک[6] قوی در ساق پا و ساعد عمل کند (۲۹– ۳۴). بررسی‌ها نشان می‌دهد افزایش غلظت ATP شریانی می‌تواند زمینه‌ساز نقش عمدهٔ ATP در پرخونی موضعی و سیستمیک ناشی از افزایش دمای بدن باشد، زیرا نشان داده‌شده است که تزریق دوزهای درجه‌بندی‌شده ATP داخل شریان فمورال[7] جریان خون عروق عضلات پا و برون‌ده قلبی را به‌ترتیب به ۸ و ۱۵ لیتر در دقیقه افزایش می‌دهد (۳۰). با وجود این بررسی تغییرات دمای بدن و تأثیر آن بر حداکثر اکسیژن مصرفی نشان می‌دهد که تغییرات دمای بدن نمی‌تواند تنها عامل توجیه‌کنندهٔ این تفاوت‌ها باشد. در تحقیق گریشام (۱۸) و همچنین در تحقیق پیش رو، با وجود مشابه بودن تغییرات دمای بدن در گروه صبح‌گاهی و عصرگاهی، حداکثر اکسیژن مصرفی در عصر به‌طور معناداری بالاتر بود. نتایج تحقیق اتکینسون[8] و همکاران (۲۰۰۵) نشان می‌دهد که تغییرات دمای بدن پیش از فعالیت بدنی به‌تنهایی نمی‌تواند توجیه‌کنندهٔ تفاوت در شاخص‌های فیزیولوژیک و عملکردی ورزشکاران باشد. آنها در تحقیق خود نشان دادند پس از ۲۵ دقیقه گرم کردن و با وجود مشابه بودن دمای بدن ورزشکاران، عملکرد افراد در عصر نسبت به صبح بهتر بوده است (۳۵).

عامل دیگر که به‌نظر می‌رسد موجب مشاهده تفاوت سطح اکسیژن مصرفی بین گروه صبح‌گاهی و عصرگاهی شده، تغییرات هورمونی است. فیسر چیلد و براندستیتر[9] (۲۰۰۵) معتقدند تغییرات سطح ملاتونین و به‌دنبال آن کورتیزول عامل بروز این تفاوت‌هاست (۳۶). افراد صبح‌گاهی سطوح کورتیزول بالاتری در صبح و در مجموع نمایهٔ روزانهٔ پرنوسانی دارند، درحالی‌که در افراد عصرگاهی کورتیزول در صبح

1. Hill
2. Červená
3. Brisswalter
4. James Pearson
5. Functional sympatholysis
6. Sympatholytic molecule
7. Femoral venous infusion
8. Atkinson
9. Facer-Childs & Brandstaetter

کمتر است و نیمرخ روزانه یکنواختی دارند (۳۶). ممکن است این ویژگی فیزیولوژیکی ذاتی مسئول این تفاوت‌ها باشد (۳۷– ۴۰). تولید کورتیزول توسط سازوکارهای شبانه‌روزی کنترل می‌شود (۴۱، ۴۲) و نشان داده شده در افراد عصرگاهی در مقایسه با صبح‌گاهی، ریتم ملاتونین به‌طور چشمگیری با تأخیر همراه است (۴۳). از آنجایی که کورتیزول برای عملکرد ماهیچه‌ها ضروری است (۴۴، ۴۵) این تغییر فاز (ریتم تأخیری شبانه‌روزی) در افراد عصرگاهی ممکن است سبب سرکوب جزئی و تأخیر ترشح کورتیزول شود که به نوبهٔ خود بر عملکرد فیزیولوژیکی تأثیر منفی می‌گذارد. با توجه به عدم اندازه‌گیری سطح کورتیزول در تحقیق پیش رو، ما قادر نیستیم نقش کورتیزول در بروز تفاوت‌ها را تأیید یا رد کنیم و برای اثبات آن به تحقیقات بیشتری نیاز است. در این بین، برخی از تحقیقاات عدم اثرگذاری ریخت شبانه‌روزی بر اکسیژن مصرفی را گزارش کرده‌اند (۱۹، ۴۶). بورگون[1] و همکاران (۱۹۹۲) عوامل مختلفی از جمله تفاوت‌های روش‌شناختی، نوع فعالیت بدنی و پروتکل تمرینی را علت بروز تفاوت‌ها عنوان کرده‌اند (۴۶). با بررسی پژوهش‌های انجام‌گرفته، به‌نظر می‌رسد عوامل دیگری مانند زمان اندازه‌گیری‌ها (ساعات صبح و عصر) نیز در مشاهدهٔ تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی اثر گزار هستند. با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته در این حوزه، از جمله نقاط قوت این تحقیق بررسی اثر ریخت شبانه‌روزی بر روی ورزشکاران و از محدودیت‌های آن، کم بودن حجم نمونه، عدم کنترل شرایط روانی – استرس، تغذیه و وضعیت خواب آزمودنی‌ها بود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، به‌نظر می‌رسد ریخت شبانه‌روزی بر ظرفیت هوازی ورزشکاران اثرگذار است. با وجود مشابه بودن تغییرات دمای بدن و سطح ملاتونین در شرایط مقایسهٔ تغییرات صبح و عصر گروها، در افراد با ریخت شبانه‌روزی عصرگاهی و در ساعات تمرین عصر افزایش ظرفیت هوازی مشاهده شد. با توجه به عوامل اثر گزار بر تغییرات ظرفیت هوازی، پیشنهاد می‌شود اثر ریخت شبانه‌روزی بر شاخص‌های عملکردی و سطح تغییرات کورتیزول آزمودنی‌ها بررسی شود.

تقدیر و تشکر

این پژوهش برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان است و تحت حمایت این دانشگاه انجام گرفته است. از تمامی آزمودنی‌ها، مربیان و مسئولان باشگاه صنعت مس کرمان که ما را در جهت عملی شدن این پژوهش یاری کردند، تشکر می‌کنیم.

References

1. Facer-Childs ER, Boiling S, Balanos GM. The effects of time of day and chronotype on cognitive and physical performance in healthy volunteers. Sports medicine-open. 2018;4(1):1-12. DOI: 10.1186/s40798-018-0162-z.
2. Atkinson G, Reilly T. Circadian variation in sports performance. Sports medicine. 1996;21:292-312. DOI: 10.2165/00007256-199621040-00005.
3. Lack L, Bailey M, Lovato N, Wright H. Chronotype differences in circadian rhythms of temperature, melatonin, and sleepiness as measured in a modified constant routine protocol. Nature and science of sleep. 2009:1-8. DOI: 10.2147/nss.s6234.

1. Burgoon

4. Ralph MR, Foster RG, Davis FC, Menaker M. Transplanted suprachiasmatic nucleus determines circadian period. Science. 1990;247(4945):975-8. DOI: 10.1126/science.2305266.
5. Waterhouse J, Drust B, Weinert D, Edwards B, Gregson W, Atkinson G, et al. The circadian rhythm of core temperature: origin and some implications for exercise performance. Chronobiology international. 2005;22(2):207-25. DOI: 10.1081/cbi-200053477.
6. Hayes LD, Bickerstaff GF, Baker JS. Interactions of cortisol, testosterone, and resistance training: influence of circadian rhythms. Chronobiology international. 2010;27(4):675-705. DOI: 10.3109/07420521003778773.
7. Dijk D-J, Duffy JF, Silva EJ, Shanahan TL, Boivin DB, Czeisler CA. Amplitude reduction and phase shifts of melatonin, cortisol and other circadian rhythms after a gradual advance of sleep and light exposure in humans. PloS one. 2012;7(2):e30037. DOI: 10.1371/journal.pone.0030037.
8. Edwards BJ, Reilly T, Waterhouse J. Zeitgeber-effects of exercise on human circadian rhythms: what are alternative approaches to investigating the existence of a phase-response curve to exercise? Biological Rhythm Research. 2009;40(1):53-69. DOI: 10.1080/09291010802067072.
9. Shanahan TL, Zeitzer JM, Czeisler CA. Resetting the melatonin rhythm with light in humans. Journal of biological rhythms. 1997;12(6):556-67. DOI: 10.1177/074873049701200610.
10. Roden LC, Rudner T, Rae D. Impact of chronotype on athletic performance: current perspectives. Chronophysiol Ther. 2017;7:1-6. DOI: 10.2147/CPT.S99804
11. Roenneberg T, Wirz-Justice A, Merrow M. Life between clocks: daily temporal patterns of human chronotypes. Journal of biological rhythms. 2003;18(1):80-90. DOI: 10.1177/0748730402239679.
12. von Schantz M. Natural variation in human clocks. Advances in genetics. 2017;99:73-96. DOI: 10.1016/bs.adgen.2017.09.003.
13. Roenneberg T, Merrow M. The network of time: understanding the molecular circadian system. Current Biology. 2003;13(5):R198-R207. DOI: 10.1016/s0960-9822(03)00124-6.
14. Červená K, Spišská V, Kolář D, Evansová K, Skálová K, Dostal J, et al. Diurnal and seasonal differences in cardiopulmonary response to exercise in morning and evening chronotypes. Chronobiology International. 2021;38(12):1661-72. DOI: 10.1080/07420528.2021.1938598.
15. Koukkari WL, Sothern RB. Introducing biological rhythms: A primer on the temporal organization of life, with implications for health, society, reproduction, and the natural environment: Springer Science & Business Media; 2007. DOI: 10.1007/978-1-4020-4701-5.
16. Kline CE, Durstine JL, Davis JM, Moore TA, Devlin TM, Zielinski MR, et al. Circadian variation in swim performance. Journal of Applied physiology. 2007;102(2):641-9. DOI: 10.1152/japplphysiol.00910.2006.
17. Aloui K, Abedelmalek S, Chtourou H, Wong D, Boussetta N, Souissi N. Effects of time-of-day on oxidative stress, cardiovascular parameters, biochemical markers, and hormonal response following level-1 Yo-Yo intermittent recovery test. Physiology International. 2017;104(1):77-90. DOI: 10.1556/2060.104.2017.1.6.
18. GRISHAM SC. DIURNAL VARIATIONS IN RESPONSES TO EXERCISE OF ((MORNING TYPES AND ((EVENING TYPES. J Sports Med. 1988;28:213-91.
19. Knaier R, Infanger D, Niemeyer M, Cajochen C, Schmidt-Trucksäss A. In athletes, the diurnal variations in maximum oxygen uptake are more than twice as large as the day-to-day variations. Frontiers in physiology. 2019;10:219. DOI: 10.3389/fphys.2019.00219.
20. Adan A, Almirall H. Horne & Östberg morningness-eveningness questionnaire: A reduced scale. Personality and Individual differences. 1991;12(3):241-53. DOI: 10.1016/0191-8869(91)90110-W.
21. Mann TN, Webster C, Lamberts RP, Lambert MI. Effect of exercise intensity on post-exercise oxygen consumption and heart rate recovery. European journal of applied physiology. 2014;114:1809-20. DOI: 10.1007/s00421-014-2907-9.
22. Rossi A, Formenti D, Vitale JA, Calogiuri G, Weydahl A. The effect of chronotype on psychophysiological responses during aerobic self-paced exercises. Perceptual and Motor Skills. 2015;121(3):840-55. DOI: 10.2466/27.29.PMS.121c28x1.

23. Drust B, Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B, Reilly T. Circadian rhythms in sports performance—an update. Chronobiology international. 2005;22(1):21-44. DOI: 10.1081/cbi-200041039.
24. Winget CM, DeRoshia CW, Holley DC. Circadian rhythms and athletic performance. Medicine & Science in Sports & Exercise. 1985.
25. Montaruli A, Castelli L, Mulè A, Scurati R, Esposito F, Galasso L, et al. Biological rhythm and chronotype: new perspectives in health. Biomolecules. 2021;11(4):487. DOI: 10.3390/biom11040487.
26. Horne JA, Östberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. International journal of chronobiology. 1976.
27. Hill DW. Morning–evening differences in response to exhaustive severe-intensity exercise. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2014;39(2):248-54. DOI: 10.1139/apnm-2013-0140.
28. Brisswalter J, Bieuzen F, Giacomoni M, Tricot V, Falgairette G. Morning-to-evening differences in oxygen uptake kinetics in short-duration cycling exercise. chronobiology international. 2007;24(3):495-506. DOI: 10.1080/07420520701420691.
29. Pearson J, Low DA, Stöhr E, Kalsi K, Ali L, Barker H, et al. Hemodynamic responses to heat stress in the resting and exercising human leg: insight into the effect of temperature on skeletal muscle blood flow. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 2011;300(3):R663-R73. DOI: 10.1152/ajpregu.00662.2010.
30. González-Alonso J, Mortensen SP, Jeppesen TD, Ali L, Barker H, Damsgaard R, et al. Haemodynamic responses to exercise, ATP infusion and thigh compression in humans: insight into the role of muscle mechanisms on cardiovascular function. The Journal of physiology. 2008;586(9):2405-17. DOI: 10.1113/jphysiol.2008.152058.
31. González-Alonso J, Olsen DB, Saltin B. Erythrocyte and the regulation of human skeletal muscle blood flow and oxygen delivery: role of circulating ATP. Circulation research. 2002;91(11):1046-55. DOI: 10.1161/01.res.0000044939.73286.e2.
32. Kirby BS, Voyles WF, Carlson RE, Dinenno FA. Graded sympatholytic effect of exogenous ATP on postjunctional α-adrenergic vasoconstriction in the human forearm: implications for vascular control in contracting muscle. The Journal of physiology. 2008;586(17):4305-16. DOI: 10.1113/jphysiol.2008.154252.
33. Rosenmeier JB, Hansen J, González-Alonso J. Circulating ATP-induced vasodilatation overrides sympathetic vasoconstrictor activity in human skeletal muscle. The Journal of physiology. 2004;558(1):351-65. DOI: 10.1113/jphysiol.2004.063107.
34. Rosenmeier JB, Yegutkin GG, González-Alonso J. Activation of ATP/UTP-selective receptors increases blood flow and blunts sympathetic vasoconstriction in human skeletal muscle. The Journal of physiology. 2008;586(20):4993-5002. DOI: 10.1113/jphysiol.2008.155432.
35. Atkinson G, Todd C, Reilly T, Waterhouse J. Diurnal variation in cycling performance: influence of warm-up. Journal of sports sciences. 2005;23(3):321-9. DOI: 10.1080/02640410410001729919.
36. Facer-Childs E, Brandstaetter R. The impact of circadian phenotype and time since awakening on diurnal performance in athletes. Current biology. 2015;25(4):518-22. DOI: 10.1016/j.cub.2014.12.036.
37. Bailey SL, Heitkemper MM. Morningness-eveningness and early-morning salivary cortisol levels. Biological psychology. 1991;32(2-3):181-92. DOI: 10.1016/0301-0511(91)90009-6.
38. Backhaus J, Junghanns K, Hohagen F. Sleep disturbances are correlated with decreased morning awakening salivary cortisol. Psychoneuroendocrinology. 2004;29(9):1184-91. DOI: 10.1016/j.psyneuen.2004.01.010.
39. 10.1016/j.biopsycho.2005.08.003.
40. Oginska H, Fafrowicz M, Golonka K, Marek T, Mojsa-Kaja J, Tucholska K. Chronotype, sleep loss, and diurnal pattern of salivary cortisol in a simulated daylong driving. Chronobiology international. 2010;27(5):959-74. DOI: 10.3109/07420528.2010.489412.
41. Weitzman ED, Fukushima D, Nogeire C, Roffwarg H, Gallagher TF, Hellman L. Twenty-four hour pattern of the episodic secretion of cortisol in normal subjects. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 1971;33(1):14-22. DOI: 10.1210/jcem-33-1-14.
42. Krieger DT, Allen W, Rizzo F, Krieger HP. Characterization of the normal temporal pattern of plasma corticosteroid levels. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 1971;32(2):266-84. DOI: 10.1210/jcem-32-2-266.

43. Nováková M, Sládek M, Sumová A. Human chronotype is determined in bodily cells under real-life conditions. Chronobiology International. 2013;30(4):607-17. DOI: 10.3109/07420528.2012.754455.
44. Crewther BT, Cook C, Cardinale M, Weatherby RP, Lowe T. Two emerging concepts for elite athletes: the short-term effects of testosterone and cortisol on the neuromuscular system and the dose-response training role of these endogenous hormones. Sports medicine. 2011;41:103-23. DOI: 10.2165/11539170-000000000-00000.
45. Teo W, Newton MJ, McGuigan MR. Circadian rhythms in exercise performance: implications for hormonal and muscular adaptation. Journal of sports science & medicine. 2011;10(4):600.
46. Burgoon PW, Holland GJ, Loy SF, Vincent WJ. A comparison of morning and evening "types" during maximum exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research. 1992;6(2):115-9.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی