



## تأثیر ۲۴ ساعت بی‌خوابی بر شاخص‌های خونی ورزشکاران نخبه در پی یک فعالیت وامانده‌ساز

کامران رفیعی مقدم: گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران  
 © صدیقه حسین پور دلاور: گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران (\* نویسنده مسئول) [Delavar2009@yahoo.com](mailto:Delavar2009@yahoo.com)  
 ناصر بهپور: گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران  
 محمد جلیوند: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

بی‌خوابی،  
 فعالیت بدنی،  
 گلبول‌های سفید خون،  
 گلبول‌های قرمز خون،  
 هموگلوبین

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۱

تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۰۳/۲۲

**زمینه و هدف:** شواهد علمی نشان می‌دهد محرومیت از خواب بر بسیاری از عملکردهای فیزیولوژیکی انسان تأثیر می‌گذارد. هدف پژوهش حاضر تعیین تأثیر ۲۴ ساعت بی‌خوابی بر شاخص‌های خونی در پی یک فعالیت وامانده‌ساز در ورزشکاران نخبه بود. **روش کار:** برای انجام تحقیق نیمه تجربی حاضر از بین اعضای تیم‌های ملی واترپولو جوانان و بزرگسالان حاضر در اردوهای تیم ملی در بهار ۱۴۰۰ و نیز ورزشکاران عضو تیم‌های لیگ برتر واترپولو به صورت در دسترس ۲۴ نفر انتخاب و بطور تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شده و آزمون بروس را در پیش آزمون انجام دادند. سپس آزمودنی‌های گروه آزمایش یک هفته بعد از دوره‌ی پیش آزمون به مدت ۲۴ ساعت بی‌خوابی را تحت نظر محقق سپری کردند. گروه کنترل همان برنامه خواب طبیعی خود را دنبال کردند و سپس مجدداً پروتکل تمرینی وامانده‌ساز را اجرا نمودند. جهت جمع‌آوری نمونه از خونگیری استفاده شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد ۲۴ ساعت بی‌خوابی بر گلبول‌های سفید خون، ورزشکاران نخبه در پی یک فعالیت وامانده‌ساز تأثیر معنی‌داری دارد اما بر تعداد سلول‌های قرمز و هموگلوبین خون، در پی یک فعالیت وامانده‌ساز تأثیر معنی‌داری ندارد. **نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج توصیه می‌شود ورزشکاران نخبه به برنامه خواب خود توجه ویژه‌ای داشته باشند.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت‌کننده:** حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Rafei Moghadam K, Hosseinpour Delavar S, Behpour N, Jalilvand M. The Effect of 24 Hours of Sleep Deprivation on Blood Indices Responses of Elite Athletes, Following an Exhausting Exercise. Razi J Med Sci. 2025(12 Jun);32.64.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en>).

\*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 4.0 صورت گرفته است.



## The Effect of 24 Hours of Sleep Deprivation on Blood Indices Responses of Elite Athletes, Following an Exhausting Exercise

**Kamran Raeipour:** Sport Physiology Department, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

**Sedigheh Hosseinpour Delavar:** Sport Physiology Department, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran (\* Corresponding Author) Delavar2009@yahoo.com

**Naser Behpour:** Sport Physiology Department, Razi University, Kermanshah, Iran

**Mohammad Jalilvand:** Sport Physiology Department, Islamic Azad University, Hameddan, Iran

### Abstract

**Background & Aims:** Sleep has various physiological and cognitive functions and is vital for recovery and optimal performance in athletes. It can provide the body an opportunity to rest from the stressors that many athletes face throughout the day (1). Sleep deprivation can directly affect the performance of athletes by affecting the physiological systems (4). Blood indicators are one of the physiological factors on which the effect of sleep deprivation has been studied. The effect of sleep deprivation on blood cells counts has reported conflicting results (6-10). Another factor that affects blood indices, such as sleep deprivation, is physical activity. The results of previous research show that hematological factors that play a role in human health can change according to the activity performed in individuals, which ultimately have a significant impact on the performance and the final result of the competition. Athletes have been reported that they experience sleep disturbances prior to competition (13). They reported slept worse than normal prior to an important competition, problems in falling asleep, waking up early in the morning and waking up at night. Factors such as thoughts about competition, nervousness about competition were identified as reasons for poor sleep. The effect of Sleep deprivation on blood parameters following an exhaustive activity has not been considered in previous research. Therefore, the aim of the present study was to determine the effect of 24 hours of Sleep deprivation on blood parameters following a debilitating activity.

**Methods:** The present study was a quasi-experimental study and a pre-test-post-test design with a control group was used to perform it. The ethical license of the present study was granted by the Research Ethics Committee of Kermanshah University of Medical Sciences with the code IR.KUMS.REC.1399.229. The statistical population of the study consisted of all the members of the national youth and adult water polo teams present in the national team camps in May 2021, as well as the athletes who were members of the water polo premier league teams. According to the available sampling method, 24 of these athletes expressed their consent to participate in the study and were randomly divided into experimental and control groups. Participants were monitored for their regular nighttime sleep for three days prior to the pre-test. During the one-week interval between pre-test and post-test, participants were also monitored for regular nighttime sleep. The research protocol was performed in two phases with an interval of one week: The first stage included a full night of sleep between 10:30 and 11:30 pm, the time of sleep onset and 7 to 8 am when the subjects woke up. Exhaustive activity protocol was implemented at 8 am. One week after the first phase and in the second phase, after 24 hours of Sleep deprivation, participants performed the exhaustive activity protocol at 8 am. To perform 24 hours of sleep deprivation: The experimenter spent all the night with the athletes in order to ensure that they do not go through a sleep episode. The athletes could attempt various activities, such as entertainment (computer games), reading books, and watching movies. During the one night sleep deprivation, they were restricted from taking caffeine, tea or other stimulants. Blood samples were taken from the participants after the end of exhaustion and cooling down activities. Bruce maximal treadmill test which uses time to exhaustion was used as an Exhaustive activity. First, the subjects' height and weight were measured and then the athletes warmed up for 10 minutes at 70% of the predicted maximum heart rate. After that, the exhaustion time of the experimental and control groups were measured using the Bruce protocol. It is a standardized multistage treadmill test for assessing

### Keywords

Sleep deprivation,  
Physical activity,  
White blood cells,  
Red blood cells,  
Hemoglobin

Received: 01/03/2025

Published: 12/06/2025

cardiovascular health. In the Bruce protocol (Bruce) participants started exercising at a treadmill speed of 2.7 km·h<sup>-1</sup> and an incline of 10% gradient for 3 minutes. Workloads (speed and inclination) were subsequently increased each 3-minute period in a simultaneous way until volitional exhaustion was reached. Analysis of variance with repeated measures was used to analyze the research data.

**Results:** The present study showed that 24 hours of sleep deprivation had a significant effect on white blood cells ( $F = 5.848, 0.012$ ) (Sig, elite athletes following a debilitating activity but on the number of red blood cells)  $F = 0.421, 0.524$  (Sig and blood hemoglobin)  $F = 0.601, F = 0.449$  (Sig, following a debilitating activity has no significant effect.

**Conclusion:** According to the results of the present study, 24 hours of sleep deprivation has a significant effect on white blood cells in elite athletes following a debilitating activity. Sleep deprivation has been introduced as a stressor whose mechanism of action is the same as other stressful conditions (29). In literature, it has been documented that the interaction between sleep deprivation and acute physical activity certainly leads a deficiency in immune system among trained athletes (33). Indeed, it has been demonstrated that sleep loss is associated with changes in control of appetite, resistance to insulin, glucose homeostasis, endothelial function, sympathetic nervous system activation, and inflammatory and haemostatic pathways (34). Consequently, one night of sleep deprivation triggers inflammatory reactions, and can even exhaust the immune system, especially among professional athletes (33-36). Another important finding of the present study was that 24 hours sleep deprivation had no significant effect on red blood cells and hemoglobin levels in elite athletes following an exhausting activity. No research has been done to find changes in red blood cells and hemoglobin levels following physical activity after sleep deprivation. Nevertheless it has been understood that the levels of erythropoietin (EPO), a hormone that stimulates erythrocyte production, has a well-marked circadian rhythm. In addition erythrocytes have a circadian control process that operates independently of transcriptional events, through mechanisms dependent on the oscillations of the redox system and/or on the rhythm of potassium transport. How sleep deprivation in general and physical activity after sleep deprivation in particular affect the number, distribution, and function of red blood cells and hemoglobin is a new area that needs further research. (40-41).

In general, exhaustive physical activity after sleep deprivation increases the number of white blood cells that play a role in the body's immune function, but does not have a significant effect on the number of red blood cells and hemoglobin in the blood.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

#### Cite this article as:

Rafei Moghadam K, Hosseinpour Delavar S, Behpour N, Jalilvand M. The Effect of 24 Hours of Sleep Deprivation on Blood Indices Responses of Elite Athletes, Following an Exhausting Exercise. *Razi J Med Sci.* 2025(12 Jun);32.64.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en>).

**\*This work is published under CC BY-NC-SA 4.0 licence.**

## مقدمه

خواب عموماً به عنوان یک فرایند ترمیمی شناخته می‌شود (۱) که بر تنظیمات هومئوستاز سیستم‌های خودکار، نورولوژیک و سیستم ایمنی تأثیر می‌گذارد (۲). با این حال، کم‌خوابی ناشی از افزایش حجم کار، تغییر کار و چالش‌های مختلف دیگر که توسط جامعه مدرن تحمیل می‌شود، می‌تواند تهدید جدی برای سلامتی و بهزیستی باشد. این موضوع در ورزشکارانی که باید صبح زود بیدار شوند تا به رقابت بروند یا نمی‌توانند بخاطر استرس مسابقه به خواب بروند، ممکن است به اختلالات خواب مبتلا شوند (۳). همچنین موقعیت‌های زیادی مانند تغییر در منطقه زمانی، اضطراب ورزشکاران که باعث بی‌خوابی نیمه شب می‌شود، شروع زود هنگام رویداد (یعنی رویدادهای استقامتی) که نیاز به برانگیختگی زود هنگام دارد و سفر ورزشکاران با اختلال در برنامه خواب وجود دارد که در آن خواب قبل از یک رویداد ورزشی مختل می‌شود. (۴). این اختلالات باعث می‌شود که فرد فراتر از محدودیت‌های فیزیولوژیکی معمولی که توسط ریتم‌های بیولوژیکی تعدیل شده است، بیدار بماند. خواب کافی برای ورزشکاران بسیار مهم است زیرا مسئله‌ای است که می‌تواند عملکرد ورزشکاران را با تأثیر بر سیستم‌های فیزیولوژیکی بدن به طور مستقیم تحت تأثیر قرار دهد و این نگرانی را در ورزشکاران و مربیان به وجود آورده که این مقوله تا چه اندازه می‌تواند اثرات مخرب بر دستگاه‌های مختلف بدن داشته باشد و ممکن است میزان انرژی مورد نیاز دستگاه‌های مختلف بدن مثل عصبی-عضلانی، هورمون-ایمنی و دیگر سیستم‌ها را افزایش دهد (۵).

در همین زمینه مطالعات زیادی بر روی اثرات محرومیت کامل از خواب بر پاسخ به ورزش متمرکز شدند (پلایلی و همکاران، ۱۹۸۷؛ راکینایس و همکاران، ۲۰۰۴؛ آزبوی و کایگیسیز، ۲۰۰۹؛ اولیور و همکاران، ۲۰۰۹؛ ریکاردو و همکاران، ۲۰۰۹) و نتایج متناقضی را گزارش کردند (۱۰-۶). در واقع، تحقیقات قبلی یا کاهش (پلایلی و همکاران ۱۹۸۷؛ آزبوی و کایگیسیز ۲۰۰۹؛ الیور و همکاران ۲۰۰۹؛ ریکاردو و همکاران ۲۰۰۹) (۶، ۱۰-۸)، یا عدم تغییر در عملکردهای هوازی و اقدامات فیزیولوژیکی (یعنی

لاکتات و ضربان قلب) پس از محرومیت کامل از خواب را گزارش نموده‌اند (راکینایس و همکاران، ۲۰۰۴؛ آزبوی و کایگیسیز، ۲۰۰۹؛ اولیور و همکاران، ۲۰۰۹) (۹-۷)

با توجه به تأثیر خواب بر سیستم‌های مختلف بدن از عوامل فیزیولوژیک که تأثیر کم‌خوابی بر آن مورد بررسی قرار گرفته است شاخص‌های خونی است. تحت شرایط خواب و بیداری طبیعی و ریتم شبانه روزی سطوح سلول‌های خونی مختلف بررسی شده است و نتایج متناقضی نیز به دست آمده است (۱۱ و ۱۲). به عنوان مثال بورن و همکاران (۱۹۹۷) کاهش در تعداد مونوسیت‌ها را به دنبال محرومیت از خواب گزارش کرده‌اند (۱۳). هیسر و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند سلول‌های NK پس از محرومیت از خواب کاهش و گرانولوسیت‌ها افزایش یافته است، اما تفاوت معنی‌داری برای تعداد لکوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها و سلول‌های B بعد از محرومیت از خواب مشاهده نشد (۱۴). لیو و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهشی افزایش در تعداد سلول‌های سفید خون را بعد از محرومیت از خواب گزارش کردند (۱۵).

عامل دیگری که همچون بیخوابی بر متغیرهای مختلف ایمنی و از جمله شاخص‌های خونی تأثیر می‌گذارد فعالیت بدنی است. در این رابطه نتایج تحقیقات گذشته نشان می‌دهد عوامل هماتولوژیکی که در سلامت افراد نقش ایفا می‌کنند نظیر پلاکت‌ها، گلبول‌های قرمز و گلبول‌های سفید می‌توانند با توجه به فعالیت انجام شده در افراد تغییر کنند که در نهایت بر اجرا و نتیجه‌ی نهایی رقابت تأثیر به‌سزایی بگذارند (۱۳) از جمله‌ی این تحقیقات، مطالعه‌ی ناتالی و همکاران (۱۶) است که افزایش سطح گلبول‌های سفید خون در پاسخ به یک جلسه فعالیت دایره‌ای با وزنه را نشان داده است. اراضی و همکاران (۲۰۰۹) نیز پس از یک جلسه تمرین آماده‌سازی و مهارتی در ورزشکاران کونگ‌فو، افزایش میزان پلاکت‌ها، مقدار متوسط هموگلوبین و کاهش معنی‌داری در شمار پلاکت‌ها، مقدار متوسط هموگلوبین و میانگین حجم گلبولی مشاهده کردند (۱۷). سند و همکاران (۲۰۱۳) به دنبال یک فعالیت بدنی افزایش قبل توجهی در کل گلبول‌های سفید، نوتروفیل‌های قطعه‌بندی شده،

کامل مابین ساعت ۱۰:۳۰ و ۱۱:۳۰ شب، زمان شروع خواب و ساعت ۷ تا ۸ صبح زمان بیداری آزمودنی‌ها بود. پروتکل فعالیت وامانده‌ساز در ساعت ۸ صبح اجرا گردید. یک هفته بعد از مرحله اول و در مرحله دوم شرکت‌کنندگان بعد از اعمال ۲۴ ساعت بی‌خوابی، پروتکل فعالیت وامانده‌ساز در ساعت ۸ صبح اجرا گردید. جهت اعمال بی‌خوابی از ساعت هشت صبح تا هشت صبح روز بعد شرکت‌کنندگان بیدار نگه داشته شدند. برای بیدار نگه داشتن آزمودنی‌ها از سرگرمی‌های مجاز (بازی‌های رایانه‌ای)، مطالعه کتاب و تماشای فیلم‌های سینمایی استفاده شد. به آزمودنی‌ها اجازه مصرف مواد کافئین‌دار برای تحمل بی‌خوابی داده نشد. پس از پایان فعالیت وامانده‌ساز و سرد کردن از شرکت‌کنندگان نمونه خونی گرفته شد.

از آزمون بروس به عنوان فعالیت وامانده‌ساز استفاده گردید. بدین صورت که ابتدا، قد و وزن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد و سپس ورزشکاران به مدت ۱۰ دقیقه با شدت ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب پیش بینی شده، گرم کردند. پس از آن، اکسیژن مصرفی بیشینه و زمان واماندگی دو گروه تمرین و کنترل با استفاده از پروتکل بروس اندازه‌گیری شد. آزمون بروس به این ترتیب است که در مرحله اول سرعت بر روی ۲.۷۳ کیلومتر بر ساعت و شیب ۱۰ درصد تنظیم می‌شود. بعد از ۳ دقیقه، سرعت به ۴.۰۳ کیلومتر بر ساعت و شیب به ۱۲ درصد می‌رسد. به همین ترتیب هر ۳ دقیقه سرعت تقریباً ۱.۳ کیلومتر بر ساعت و شیب ۲ درصد افزایش می‌یابد تا فرد به واماندگی برسد (فونتانا، ۲۰۰۷). پس از واماندگی، بلافاصله خون‌گیری به عمل آمد. اندازه‌گیری شاخص‌های خونی با کمک یک متخصص امور آزمایشگاهی، پس از اجرای فعالیت وامانده‌ساز در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون صورت گرفت. نهایتاً برای تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از آزمون آماری  $t$  مستقل استفاده شد.

### یافته‌ها

بر اساس نتایج آماری مربوط به ویژگی‌های

نوتروفیل‌های نواری، ائوزینوفیل‌ها و تا حدی لنفوسیت‌ها را مشاهده کردند اما مونوسیت‌های در گردش خون افزایش نیافت. گوزدزینسکی و همکاران (۲۰۱۴) نیز در پژوهش خود بلافاصله پس از ورزش، افزایش قابل توجهی در پارامترهای استاندارد (هموگلوبین، هماتوکریت، سطح لاکتات و حجم پلاسما) خون و همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پلاسما یک ساعت پس از تمرین مشاهده نمودند.

بسیاری از مواقع ورزشکاران به دلیل استرس قبل از مسابقه و یا شرایط دیگر بی‌خوابی را تجربه کرده و بلافاصله روز بعد باید در مسابقه ورزشی شرکت کنند. همانگونه که ذکر شد در پژوهش‌های پیشین تاثیر محرومیت از خواب و نیز فعالیت بدنی به صورت مستقل، بر شاخص‌های خونی مورد توجه قرار گرفته است؛ اما مشخص نیست که آیا فعالیت بدنی در شرایط محرومیت از خواب تاثیری بر وضعیت شاخص‌های خونی ورزشکاران خواهد داشت یا خیر و شکاف پژوهشی در این زمینه در ادبیات پژوهشی قابل مشاهده است. پژوهش حاضر به منظور پوشش این شکاف در پی تعیین تاثیر ۲۴ ساعت بی‌خوابی بر شاخص‌های خونی در پی یک فعالیت وامانده‌ساز است.

### روش کار

برای انجام تحقیق نیمه تجربی حاضر که با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد از بین کلیه اعضای تیم ملی واترپولو جوانان و بزرگسالان حاضر در اردهای تیم ملی در اردیبهشت سال ۱۴۰۰ و نیز ورزشکاران عضو تیم‌های لیگ برتر واترپولو به صورت در دسترس ۲۴ نفر انتخاب و به طور تصادفی ساده به دو گروه تجربی و گروه کنترل تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان از سه روز قبل از اجرای پیش‌آزمون تحت کنترل بودند که خواب منظم شبانه معمول خود را داشته باشند در طول یک هفته فاصله بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون نیز شرکت‌کنندگان از نظر خواب منظم شبانه تحت کنترل قرار داشتند. پروتکل انجام پژوهش در دو مرحله با فاصله یک هفته‌ای انجام گردید: مرحله اول شامل یک شب خواب

نمی‌شود. به عبارتی، الگوی تغییرات این شاخص در پیش آزمون و پس آزمون گروه تجربی متفاوت نیست. تفاوت معنی داری نیز بین پیش آزمون و پس آزمون گروه کنترل (  $t=0/421$  ،  $Sig = 0/524$  ) در تعداد گلبول‌های قرمز خون مشاهده نمی‌شود. بنابراین می‌توان گفت ۲۴ ساعت بی‌خوابی بر تعداد گلبول‌های قرمز خون تأثیر ندارد.

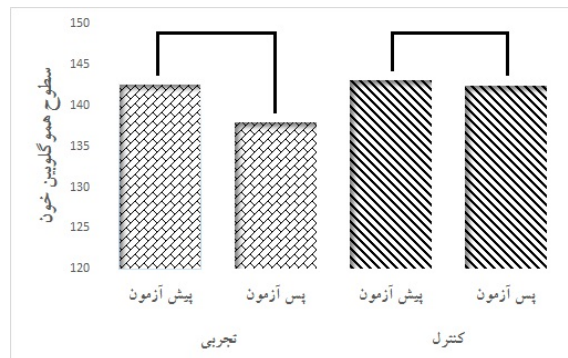
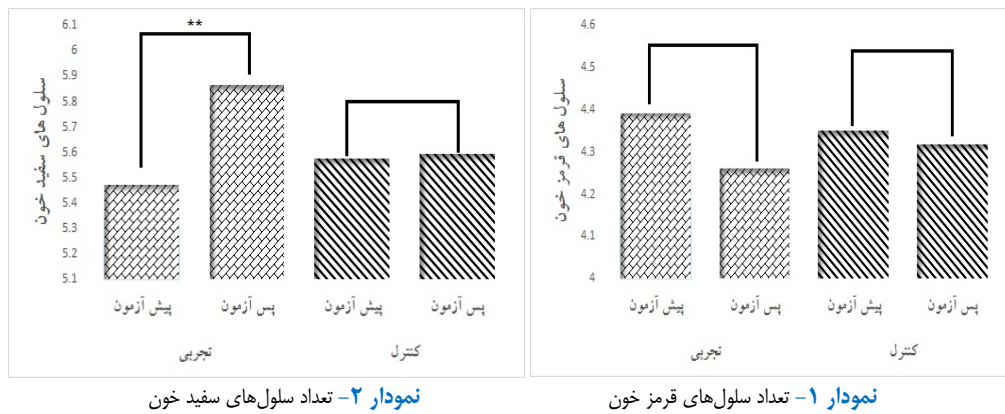
در ارتباط با تعداد سلول‌های سفید خون نشان داد تفاوت معنی داری بین پیش آزمون و پس آزمون

دموگرافیک در جدول ۱، میانگین سنی گروه تجربی ۲۵ و میانگین سن گروه کنترل ۲۴ سال بود. میانگین قد گروه تجربی ۱۸۷ و گروه کنترل ۱۸۸ بدست آمد، میانگین وزنی گروه تجربی ۷۹ و وزن گروه کنترل ۸۰ کیلوگرم حاصل شد. BMI هر دو گروه تجربی و کنترل ۲۳ بدست آمد.

نتایج نمودارهای ۱-۳ نشان داد تفاوت معنی داری بین پیش آزمون و پس آزمون گروه تجربی ( $t=2/649$  ،  $Sig = 0/127$ ) در تعداد گلبول‌های قرمز خون مشاهده

جدول ۱- توصیف ویژگی‌های آزمودنی

شاخص	انحراف معیار ± میانگین	شاخص	انحراف معیار ± میانگین
سن (سال)	۲۵.۰۹ ± ۵.۱۴۶	سن (سال)	۲۴ ± ۳.۷۱۷
قد (سانتی متر)	۱۸۷.۷۳ ± ۸.۴۲۷	قد (سانتی متر)	۱۸۸.۰۸ ± ۶.۲۷۳
وزن (کیلوگرم)	۷۹.۷۲۷ ± ۹.۷۹۸	وزن (کیلوگرم)	۸۰.۷۵۰ ± ۱۰.۰۴۶
BMI(KG/M <sup>2</sup> )	۲۳.۲۲۶ ± ۴.۱۶۲	BMI(KG/M <sup>2</sup> )	۲۳.۱۸۵ ± ۳.۱۹۲



(۲۰۱۵) هم نشان دادند اختلال خواب با غلظت بالا در تمامی لنفوسیت‌ها همراه بود. اگرچه اختلال خواب بر سطوح پایه سلول‌های T تأثیر نمی‌گذارد، اما استقرار مجدد سلول‌های T ناشی از ورزش را افزایش می‌دهد (۲۱). از سوی دیگر با نتایج تحقیق ایس، لی و تورنر (۲۰۲۱) که تغییری در تعداد گلبولهای سفید خون به دنبال یک فعالیت بدنی بعد از بی‌خوابی مشاهده نکرده بود در تضاد می‌باشد (۲۲). تفاوتی که در تحقیق حاضر نسبت به تحقیق ایس و همکاران (۲۰۲۱) مشاهده می‌شود این است که در تحقیق حاضر، شرکت‌کنندگان فعالیت بدنی را بعد از ۲۴ ساعت بی‌خوابی انجام دادند، در حالیکه در تحقیق ایس و همکاران (۲۰۲۱) از خواب منقطع برای ارائه محرومیت از خواب به شرکت‌کنندگان استفاده شده بود. این تفاوت در پروتکل اعمال بی‌خوابی میتواند توجیه‌کننده تفاوت در نتایج دو پژوهش باشد.

مرور مطالعاتی که به بررسی تاثیر بی‌خوابی بر تعداد گلبولهای سفید خون پرداخته‌اند نیز نتایج گاه‌گاه متناقضی را نشان می‌دهد. بوجلتیا و همکاران (۲۰۰۸)، لیو و همکاران (۲۰۰۹)، روئیز و همکاران (۲۰۱۰)، پلگرینو و همکاران (۲۰۱۲)، کریستوفرسون و همکاران (۲۰۱۴)، یین‌جین و همکاران (۲۰۱۹) افزایش تعداد گلبولهای سفید را بعد از بی‌خوابی گزارش کرده‌اند (۲۳-۲۸)؛ در حالیکه اروین و همکاران (۲۰۰۶) کاهش تعداد گلبولهای سفید خون بعد از بی‌خوابی را گزارش کردند (۲۸). پروتکل‌های بی‌خوابی متفاوت، نمونه‌های پژوهشی با شرایط متفاوت و شرایط نمونه‌گیری متفاوت ممکن است توجیه‌کننده نتایج متناقض باشد.

مینکل و همکاران (۲۰۱۲) بی‌خوابی را به عنوان یک عامل استرس‌زا معرفی کردند که مکانیسم عمل آن همچون سایر شرایط استرس‌زا می‌باشد (۲۹). فعال سازی سمپاتیک مشاهده شده در انسان‌های محروم از خواب (اورسون، ۱۹۹۳) یکی از مکانیسم‌های احتمالی که ممکن است به تغییرات در استخرهای ذخیره گرانولوسیت کمک کند (۳۰). مکانیسم احتمالی دیگر که ممکن است توجیه‌کننده

گروه تجربی ( $t=9/161$ ،  $Sig = 0/001$ ) مشاهده می‌شود. به عبارتی، الگوی تغییرات این شاخص در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تجربی متفاوت است. اما تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه کنترل ( $t=1/314$ ،  $Sig = 0/267$ ) در تعداد گلبولهای سفید خون مشاهده نمی‌شود. بنابراین می‌توان گفت ۲۴ ساعت بی‌خوابی بر تعداد گلبولهای سفید خون تأثیر دارد.

در ارتباط با سطوح هموگلوبین خون نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تجربی ( $t=2/565$ ،  $Sig = 0/177$ ) مشاهده نمی‌شود. به عبارتی، الگوی تغییرات این شاخص در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تجربی متفاوت نیست. همچنین تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه کنترل ( $t=0/601$ ،  $Sig = 0/449$ ) در سطوح هموگلوبین خون مشاهده نمی‌شود. بنابراین می‌توان گفت ۲۴ ساعت بی‌خوابی بر گلبول‌های سطوح هموگلوبین خون تأثیر ندارد.

با توجه به نتایج فوق عدم تأثیر ۲۴ ساعت بی‌خوابی بر تعداد گلبولهای سفید خون در پی یک فعالیت وامانده ساز رد می‌شود. اما عدم تأثیر ۲۴ ساعت بی‌خوابی بر تعداد گلبولهای قرمز خون و سطوح هموگلوبین خون در پی یک فعالیت وامانده ساز تأیید می‌شود.

## بحث

هدف تحقیق حاضر تعیین تأثیر ۲۴ ساعت بی‌خوابی بر شاخص‌های خونی در پی یک فعالیت وامانده‌ساز در ورزشکاران نخبه بود. براساس نتایج تحقیق حاضر ۲۴ ساعت بی‌خوابی بر گلبولهای سفید خون، ورزشکاران نخبه در پی یک فعالیت وامانده‌ساز تأثیر معنی‌داری دارد. این یافته با نتایج تحقیق نیشیتانی و ساکاکیبارا (۲۰۱۰) و اینگرام و همکاران (۲۰۱۵) همسو می‌باشد (۲۰ و ۲۱). نیشیتانی و ساکاکیبارا (۲۰۱۰). تأثیر فعالیت بدنی بعد از بی‌خوابی را بر تعداد گلبولهای سفید خون بررسی کرده و افزایش تعداد گلبولهای سفید خون را نشان داده بود (۲۰). اینگرام و همکاران

تاثیر محرومیت از خواب بر تعداد گلبولهای سفید خون باشد افزایش کورتیزول است. مرور مطالعات صورت گرفته نشان می دهد بی خوابی عامل موثری در افزایش غلظت کورتیزول در خون است (۳۱) که خود به عنوان عامل موثر در تغییر (افزایش تعداد گلبولهای سفید خون) مورد اشاره قرار گرفته است (۳۲).

در ادبیات علمی تخصصی، مستند شده است که تعامل همزمان- هم افزایی بین کم خوابی و ورزش حاد بدنی قطعاً باعث نقص ایمنی در بین ورزشکاران نخبه می شود (۳۳). در واقع، نشان داده شده است که از دست دادن خواب با تغییرات در کنترل اشتها، مقاومت به انسولین، همئوستاز گلوکز، عملکرد اندوتلیال، فعال شدن سیستم عصبی سمپاتیک و مسیرهای التهابی و هموستاتیک مرتبط است (۳۴). در نتیجه، یک شب کم خوابی باعث واکنش های التهابی می شود و حتی می تواند سیستم ایمنی بدن و از جمله گلبول های سفید خون را به خصوص در بین ورزشکاران حرفه ای فعال سازد (۳۴ و ۳۵-۳۶). علاوه بر این، محرومیت های مکرر کوتاه مدت و/یا طولانی مدت در طول شب ممکن است یکی از عوامل افزایش تغییرات ایمنی در ورزشکاران حرفه ای باشد که استرس روانی را در آستانه مسابقه تجربه می کنند (۳۷).

یافته دیگر تحقیق حاضر این بود که یافته دیگر تحقیق حاضر این بود که ۲۴ ساعت بی خوابی بر گلبول های قرمز و میزان هموگلوبین خون، ورزشکاران نخبه در پی یک فعالیت وامانده ساز تاثیر معنی داری دارد. مرور تحقیقات صورت گرفته نشان می دهد تحقیقی که به بررسی تغییرات گلبول های قرمز و میزان هموگلوبین خون در پی یک فعالیت بدنی بعد از محرومیت از خواب بپردازد صورت نگرفته است. همچنین تاثیر بی خوابی بر تعداد گلبول های قرمز خون و هموگلوبین توسط لیو و همکاران (۲۰۰۹) و بین جین و همکاران (۲۰۱۹) بررسی شد و تاثیری مشاهده نشد (۱۵ و ۲۷). با این حال لوپرینزی (۲۰۱۵) افزایش وسعت توزیع گلبول های قرمز را بعد از بی خوابی گزارش نمود (۳۸).  
در افراد مسن، مدت زمان کوتاه خواب با غلظت کم

هموگلوبین همراه بود (۳۸)، اما به ندرت این ارتباط در میان ورزشکاران نوجوان و جوان در نظر گرفته شده است، اگرچه این دوره زمانی است که هورمون های جنسی، مرتبط با هماتوکریت/ هموگلوبین و خواب به طور قابل توجهی تغییر می کنند (۳۹) به طور کلی، شواهد محدود است و مطالعات مشاهده ای ممکن است باعث سردرگمی شده و همچنین علائم را اشتباها به عنوان علل شناسایی کنند. یک مطالعه تجربی خواب ناکافی را با افزایش خونسازی مرتبط دانست، اما ارتباط طول مدت خواب با هموگلوبین و هماتوکریت را در نظر نگرفت (۴۰) مطالعات تجربی کوچک نشان می دهد که خواب هورمون های جنسی، به ویژه تستوسترون را افزایش می دهد، که به افزایش هموگلوبین و هماتوکریت معروف است (۴۱-۴۲) و نشان می دهد که خواب هموگلوبین و هماتوکریت را مطابق با عملکرد مهم ترمیمی خواب احتمالاً در مردان بیشتر از زنان افزایش دهد. با این حال، با توجه به شواهد تجربی محدود، تأثیر خواب بر هموگلوبین و گلبول های قرمز خون و نامشخص است. اطلاعات کمی در مورد تأثیر بی خوابی و فعالیت بدنی متعاقب آن بر گلبول های قرمز وجود دارد. برای مثال، مشخص است که سطوح اریتروپویتین، هورمونی که تولید گلبول های قرمز را تحریک می کند، دارای ریتم شبانه روزی مشخصی است. علاوه بر این، پیشنهاد شده است که گلبول های قرمز یک فرآیند کنترل شبانه روزی دارند که مستقل از رویدادهای رونویسی، از طریق مکانیسم های وابسته به نوسانات سیستم اکسایش-کاهش و/یا به ریتم انتقال پتاسیم عمل می کند (۴۳). اینکه محرومیت از خواب به طور عام و فعالیت بدنی بعد از محرومیت از خواب به طور خاص چگونه بر تعداد، توزیع و عملکرد گلبول های قرمز و هموگلوبین در خون تاثیر می گذارند حیله ای جدیدی است که نیازمند تحقیقات بیشتر است ضمن اینکه فعالیتهای متفاوت بعد از خواب ممکن است نتایج و آثار متفاوتی را بر تعداد، توزیع و عملکرد گلبول های قرمز و هموگلوبین داشته باشند. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر کلیه شرکت کنندگان در پژوهش، ورزشکاران نخبه بودند که

مطالعه، نگارش نسخه اولیه مقاله نویسنده دوم (صدیقه حسین پور دلآور): اجرای پژوهش و گردآوری داده‌ها؛ نویسنده سوم (ناصر بهپور): تحلیل داده‌ها و مشارکت در تفسیر نتایج و نویسنده چهارم (محمد جلیوند): ویرایش علمی و نظارت بر کل مراحل پژوهش

#### References

1. Irwin M. Effects of sleep and sleep loss on immunity and cytokines. *Brain Behav Immun*. 2002 Oct 1;16(5):503-12.
2. Ruiz FS, Andersen ML, Martins RC, Zager A, Lopes JD, Tufik S. Immune alterations after selective rapid eye movement or total sleep deprivation in healthy male volunteers. *Innate Immun*. 2012 Feb;18(1):44-54.
3. Souissi N, Chtourou H, Aloui A, Hammouda O, Dogui M, Chaouachi A, Chamari K. Effects of time-of-day and partial sleep deprivation on short-term maximal performances of judo competitors. *J Strength Cond Res*. 2013 Sep 1;27(9):2473-80.
4. Reilly T, Edwards B. Altered sleep-wake cycles and physical performance in athletes. *Physiol Behav*. 2007 Feb 28;90(2-3):274-84.
5. Goh VH, Tong TY, Lim CL, Low EC, Lee LK. Effects of one night of sleep deprivation on hormone profiles and performance efficiency. *Mil Med*. 2001 May 1;166(5):427-31.
6. Plyley MJ, Shephard RJ, Davis GM, Goode RC. Sleep deprivation and cardiorespiratory function. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1987 May;56(3):338-44.
7. Racinais S, Hue O, Blanc S, Le Gallais D. Effect of sleep deprivation on shuttle run score in middle-aged amateur athletes: Influence of initial score. *J Sports Med Physic Fit*. 2004 Sep 1;44(3):246.
8. Azboy O, Kaygisiz Z. Effects of sleep deprivation on cardiorespiratory functions of the runners and volleyball players during rest and exercise. *Acta Physiol Hungar*. 2009 Mar 1;96(1):29-36.
9. Oliver SJ, Costa RJ, Laing SJ, Bilzon JL, Walsh NP. One night of sleep deprivation decreases treadmill endurance performance. *Eur J Appl Physiol*. 2009 Sep;107(2):155-61.
10. Ricardo JS, Cartner L, Oliver SJ, Laing SJ, Walters R, Bilzon JL, Walsh NP. No effect of a 30-h period of sleep deprivation on leukocyte trafficking, neutrophil degranulation and saliva IgA responses to exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2009 Feb;105(3):499-504.
11. Dimitrov S, Lange T, Tiekens S, Fehm HL, Born

تجربه‌ی شرایط محرومیت از خواب را در موقعیت‌های مختلف مسابقات داشته‌اند، نتایج به سایر گروه‌های ورزشکاران نخبه قابل تعمیم می‌باشد. از سوی دیگر به دلیل محدودیت در تعداد نمونه‌گیری خونی تعیین شده برای ورزشکاران، تنها تعداد کلی گلبولهای سفید خون محاسبه شد و نیز فقط تاثیر یک فعالیت وامانده ساز بر سلولهای خونی بررسی شد، پیشنهاد می‌شود تاثیر محرومیت از خواب بر واکنش انواع گلبولهای سفید و و نیز واکنش گلبولهای قرمز خون به بی‌خوابی بعد از فعالیتهای طولانی مدت ورزشی مورد بررسی قرار گیرد. در نهایت امید است نتایج این تحقیق دیدگاه روشنی در زمینه تاثیر بی‌خوابی بر فاکتورهای خونی ورزشکاران نخبه در اختیار متخصصین و محققین قرار دهد تا با استفاده از آن بتوانند به بهترین نحو ممکن برنامه‌ریزی کنند.

#### نتیجه‌گیری

فعالیت بدنی وامانده‌ساز بعد از محرومیت از خواب، ممکن است همچون یک عامل استرس‌زا منجر به افزایش تعداد سلولهای سفید خون گردد که در عملکرد ایمنی بدن نقش دارند، اما بر تعداد گلبولهای قرمز و هموگلوبین خون تاثیر معناداری ندارد.

#### تقدیر و تشکر

مقاله حاضر برگرفته از پایان نامه دوره دکترای تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه می‌باشد. بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از اساتید دوستان عزیز که در دانشگاه آزاد کرمانشاه ما را یاری رساندند، اعلام می‌نماییم.

#### ملاحظات اخلاقی

مجوز اخلاقی پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه اعطا با کد IR.KUMS.REC.1399.229 ثبت شد.

#### مشارکت نویسندگان

نویسنده اول (کامران رفیعی مقدم): طراحی

- J. Sleep associated regulation of T helper 1/T helper 2 cytokine balance in humans. *Brain Behav Immun.* 2004 Jul 1;18(4):341-8.
12. Dimitrov S, Benedict C, Heutling D, Westermann J, Born J, Lange T. Cortisol and epinephrine control opposing circadian rhythms in T cell subsets. *Blood, the Journal of the American Society of Hematology.* 2009 May 21;113(21):5134-43.
13. Born J, Lange T, Hansen K, Mölle M, Fehm HL. Effects of sleep and circadian rhythm on human circulating immune cells. *J Immunol.* 1997 May 1;158(9):4454-64.
14. Heiser P, Dickhaus B, Schreiber W, Clement HW, Hasse C, Hennig J, Remschmidt H, Krieg JC, Wesemann W, Opper C. White blood cells and cortisol after sleep deprivation and recovery sleep in humans. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci.* 2000 Feb;250(1):16-23.
15. Liu H, Wang G, Luan G, Liu Q. Effects of sleep and sleep deprivation on blood cell count and hemostasis parameters in healthy humans. *J Thrombos Thrombolys.* 2009 Jul;28(1):46-9.
16. Natale VM, Brenner IK, Moldoveanu AI, Vasiliou P, Shek P, Shephard RJ. Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. *Sao Paulo Medical Journal.* 2003;121:09-14.
17. Arazi H, Asghari E, Lotfi N. The effect of a single session of preparatory and specific exercises in kung fu athletes on some hematological variables. *Journal of Sport and Exercise Physiology.* 2009 2 (1): 235-240. [Persian].
18. Sand KL, Flatebo T, Andersen MB, Maghazachi AA. Effects of exercise on leukocytosis and blood hemostasis in 800 healthy young females and males. *World J Experim Med.* 2013 Feb 2;3(1):11.
19. Gwozdinski K, Pieniazek A, Brzeszczynska J, Tabaczar S, Jegier A. Alterations in red blood cells and plasma properties after acute single bout of exercise. *The Scientific World Journal.* 2013 Jan 1;2013.
20. Nishitani N, Sakakibara H. White blood cell count and sleep difficulty examined by the Athens Insomnia Scale in shift workers. *The Open Sleep Journal.* 2010 Mar 16;3(1).
21. Ingram LA, Simpson RJ, Malone E, Florida-James GD. Sleep disruption and its effect on lymphocyte redeployment following an acute bout of exercise. *Brain Behav Immun.* 2015 Jul 1;47:100-8.
22. Ellis JO, Lee BJ, Turner JE. One night of sleep fragmentation does not affect exercise-induced leukocyte trafficking or mitogen-stimulated leukocyte oxidative burst in healthy men. *Physiol Behav.* 2021 Oct 1;239:113506.
23. Boudjeltia KZ, Faraut B, Stenuit P, Esposito MJ, Dyzma M, Brohée D, Ducobu J, Vanhaeverbeek M, Kerkhofs M. Sleep restriction increases white blood cells, mainly neutrophil count, in young healthy men: a pilot study. *Vascular health and risk management.* 2008 Dec;4(6):1467.
24. Liu H, Wang G, Luan G, Liu Q. Effects of sleep and sleep deprivation on blood cell count and hemostasis parameters in healthy humans. *Journal of thrombosis and thrombolysis.* 2009 Jul;28(1):46-9.
25. Pellegrino R, Sunaga DY, Guindalini C, Martins RC, Mazzotti DR, Wei Z, Daye ZJ, Andersen ML, Tufik S. Whole blood genome-wide gene expression profile in males after prolonged wakefulness and sleep recovery. *Physiol Genom.* 2012 Nov 1;44(21):1003-12.
26. Christoffersson G, Vågesjö E, Pettersson US, Massena S, Nilsson EK, Broman JE, Schiöth HB, Benedict C, Phillipson M. Acute sleep deprivation in healthy young men: impact on population diversity and function of circulating neutrophils. *Brain Behav Immun.* 2014 Oct 1;41:162-72.
27. Yen Jean MC, Hsu CC, Hung WC, Lu YC, Wang CP, Tsai IT, Lu IC, Hung YH, Chung FM, Lee YJ, Yu TH. Association between lifestyle and hematological parameters: A study of Chinese male steelworkers. *Journal of Clinical Laboratory Analysis.* 2019 Sep;33(7):e22946.
28. Irwin MR, Wang M, Campomayor CO, Collado-Hidalgo A, Cole S. Sleep deprivation and activation of morning levels of cellular and genomic markers of inflammation. *Arch Intern Med.* 2006 Sep 18;166(16):1756-62.
29. Minkel JD, Banks S, Htaik O, Moreta MC, Jones CW, McGlinchey EL, Simpson NS, Dinges DF. Sleep deprivation and stressors: evidence for elevated negative affect in response to mild stressors when sleep deprived. *Emotion.* 2012 Oct;12(5):1015.
30. Everson CA. Sustained sleep deprivation impairs host defense. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.* 1993 Nov 1;265(5):R1148-54.
31. Leproult R, Copinschi G, Buxton O, Van Cauter E. Sleep loss results in an elevation of cortisol levels the next evening. *Sleep.* 1997 Oct 1;20(10):865-70.
32. Mejri MA, Hammouda O, Chaouachi A, Zouaoui K, Rayana MB, Souissi N. Effects of two types of partial sleep deprivation on hematological responses during intermittent exercise: a pilot study. *Science Sports.* 2014 Oct 1;29(5):266-74.
33. Grandner MA, Sands-Lincoln MR, Pak VM, Garland SN. Sleep duration, cardiovascular disease, and proinflammatory biomarkers. *Nature and science of sleep.* 2013;5:93.
34. Mejri MA, Hammouda O, Yousfi N, Zouaoui K, Ben Rayana MC, Chaouachi A, Driss T, Souissi N. One night of partial sleep deprivation affects biomarkers of cardiac damage, but not cardiovascular and lipid profiles, in young athletes. *Biol Rhythm*

Res. 2015 Sep 3;46(5):715-24.

35. Mejri MA, Yousfi N, Hammouda O, Tayech A, Rayana B, Driss T, Chaouachi A, Souissi N. One night of partial sleep deprivation increased biomarkers of muscle and cardiac injuries during acute intermittent exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2016 Feb 11;57(5):643-51.

36. Jones JJ, Kirschen GW, Kancharla S, Hale L. Association between late-night tweeting and next-day game performance among professional basketball players. *Sleep Health*. 2019 Feb 1;5(1):68-71.

37. Loprinzi PD. Sleep duration and sleep disorder with red blood cell distribution width. *Am J Health Behav*. 2015 Jul 1;39(4):471-4.

38. Jackowska M, Kumari M, Steptoe A. Sleep and biomarkers in the English Longitudinal Study of Ageing: associations with C-reactive protein, fibrinogen, dehydroepiandrosterone sulfate and hemoglobin. *Psychoneuroendocrinology*. 2013 Sep 1;38(9):1484-93.

39. Boyar R, Finkelstein J, Roffwarg H, Kapen S, Weitzman E, Hellman L. Synchronization of augmented luteinizing hormone secretion with sleep during puberty. *N Eng J Med*. 1972 Sep 21;287(12):582-6.

40. McAlpine CS, Kiss MG, Rattik S, He S, Vassalli A, Valet C, Anzai A, Chan CT, Mindur JE, Kahles F, Poller WC. Sleep modulates haematopoiesis and protects against atherosclerosis. *Nature*. 2019 Feb;566(7744):383-7.

41. Leproult R, Van Cauter E. Effect of 1 week of sleep restriction on testosterone levels in young healthy men. *Jama*. 2011 Jun 1;305(21):2173-4.

42. Roy CN, Snyder PJ, Stephens-Shields AJ, Artz AS, Bhasin S, Cohen HJ, Farrar JT, Gill TM, Zeldow B, Cella D, Barrett-Connor E. Association of testosterone levels with anemia in older men: a controlled clinical trial. *JAMA internal medicine*. 2017 Apr 1;177(4):480-90.

43. Raspante Cerqueira Teixeira K, de Medeiros LA, Mendes JA, Vaz ER, Cunha TM, de Oliveira EP, Penha-Silva N, Crispim CA. The erythrocyte membrane stability is associated with sleep time and social jetlag in shift workers. *Plos One*. 2019 Sep 23;14(9):e0222698.