

## **The effect of melatonin on aerobic capacity and time of exhaustion during a sub-maximum activity in girl students of physical education**

**Shiravand F, Ranjbar R\*, Ghanbarzadeh M, Hosseinzadeh M**

Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, I. R. Iran.

Received: 2018/02/27 | Accepted: 2018/10/10

### **Abstract:**

**Background:** Preservation and storage of muscle glycogen is the most important factor limiting the success of individuals in performing the following activities. It has been shown that melatonin supplementation before exercise can maintain glycogen stores. This study aimed to investigate the effect of melatonin consumption (6 mg) on the time of exhaustion during a submaximal-activity and also the maximum oxygen consumption during an increasing activity in physical education girl students of Shahid Chamran University of Ahvaz.

**Materials and Methods:** In this clinical trial study, 13 girls with the mean age of  $21.5 \pm 1.29$  years, the mean weight of  $58.36 \pm 2.69$  kg and  $VO_{2max}$   $39.08 \pm 4.17$  mg/kg/min were participated and received melatonin (6 mg) and placebo (starch capsules) in two complementary steps. Supplements were administered acutely 30 minutes before the exercise. Each test was repeated in placebo and supplement conditions. To ensure the elimination of exercise and supplement impact, the interval of 5 to 7 days was considered between the two tests. The sub-maximal and progressive protocols respectively included running below the maximum intensity (70% of the heart rate reserve) to exhaustion and the Bruce's test on the treadmill.

**Results:** The results showed that consumption of 6 mg melatonin significantly increased the time to reach exhaustion ( $P=0.01$ ) and the maximum oxygen consumption ( $P=0.002$ ).

**Conclusion:** It appears that trained girls can use 6 mg of melatonin supplement 30 minutes before starting the exercise to improve endurance performance and aerobic capacity.

**Keywords:** Aerobic power, Time of exhaustion, Melatonin, Maximum oxygen consumption

\* **Corresponding Author.**

**Email:** ro.ranjbar@scu.ac.ir

**Tel:** 0098 918 344 1145

**Fax:** 0098 613 333 6316

**Conflict of Interests:** No

*Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, December, 2018; Vol. 22, No 5, Pages 503-510*

*Please cite this article as:* Shiravand F, Ranjbar R, Ghanbarzadeh M, Hosseinzadeh M. The effect of melatonin on aerobic capacity and time of exhaustion during a sub-maximum activity in girl students of physical education. *Feyz* 2018; 22(5): 503-10.

# تأثیر مصرف ملاتونین بر توان هوازی و زمان رسیدن به واماندگی طی یک فعالیت زیربیشینه در دختران دانشجوی تربیت بدنی

فاطمه شیروند<sup>۱</sup>، روح‌اله رنجبر<sup>۲\*</sup>، محسن قنبرزاده<sup>۳</sup>، معصومه حسین‌زاده<sup>۴</sup>

## خلاصه:

**سابقه و هدف:** حفظ و ذخیره گلیکوژن عضلانی مهم‌ترین فاکتور محدودکننده موفقیت افراد در اجرای فعالیت‌های زیربیشینه است. نشان داده شده است که مکمل‌یاری با ملاتونین قبل از فعالیت می‌تواند ذخایر گلیکوژنی را حفظ نماید. هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر مصرف ۶ میلی‌گرم ملاتونین بر زمان واماندگی طی یک فعالیت زیربیشینه و همچنین حداکثر اکسیژن مصرفی طی یک فعالیت فزاینده در دختران دانشجوی تربیت‌بدنی دانشگاه شهید چمران اهواز بود.

**مواد و روش‌ها:** برای انجام کارآزمایی بالینی حاضر ۱۳ آزمودنی دختر (سن  $21/5 \pm 1/29$  سال، وزن  $58/36 \pm 2/69$  کیلوگرم، حداکثر اکسیژن مصرفی  $39/08 \pm 4/17$  میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) به صورت متقاطع در ۲ مرحله مکمل (۶ میلی‌گرم ملاتونین) و دارونما (کپسول نشاسته) دریافت کردند. مکمل‌یاری به شکل حاد (به صورت تجویز تک‌دوز) ۳۰ دقیقه پیش از فعالیت ورزشی انجام شد. هر آزمون در دو حالت دارونما و مکمل تکرار شد. برای اطمینان از، از بین رفتن اثر تمرین و مکمل فاصله بین دو آزمون (حالت دارونما و مکمل) ۵ الی ۷ روز در نظر گرفته شد. پروتکل ورزشی زیربیشینه و پروتکل فزاینده به ترتیب شامل دویدن با شدت زیربیشینه (۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره) تا رسیدن به واماندگی ارادی و آزمون فزاینده بروس روی نوار گردان بود.

**نتایج:** نتایج نشان داد با مصرف ۶ میلی‌گرم ملاتونین زمان رسیدن به واماندگی ( $P=0/01$ ) و حداکثر اکسیژن مصرفی ( $P=0/002$ ) افزایش معنی‌داری می‌یابد.

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد دختران تمرین کرده می‌توانند برای بهبود عملکرد استقامتی و ظرفیت هوازی خود از مصرف ۶ میلی‌گرم مکمل ملاتونین نیم ساعت قبل از شروع فعالیت ورزشی بهره ببرند.

**واژگان کلیدی:** توان هوازی، زمان رسیدن به واماندگی، ملاتونین، حداکثر اکسیژن مصرفی

دو ماه‌نامه علمی- پژوهشی فیض، دوره بیست و دوم، شماره ۵، آذر و دی ۹۷، صفحات ۵۱۰-۵۰۳

## مقدمه

کاهش ذخایر گلیکوژن عضلانی و کبد با کاهش عملکرد استقامتی و بروز خستگی همراه است [۲]. کاهش گلوکز خون یا ذخایر گلیکوژن بدن از عوامل اصلی بروز خستگی هنگام فعالیت‌های استقامتی است [۲]. کربوهیدرات و چربی، سوبستراهای غالب انرژی هنگام فعالیت ورزشی هوازی هستند [۳]. در ابتدای شروع فعالیت‌های ورزشی، تأمین انرژی مورد نیاز بیشتر به عهده منابع کربوهیدرات بدن است، اما با ادامه زمان فعالیت به تدریج از سهم کربوهیدرات در تولید انرژی کاسته شده و سهم چربی‌ها افزایش می‌یابد. ملاتونین یا ۵ متوکسی N-استیل تریپتامین از مشتقات اسید آمینه تریپتوفان است که در گردش خون و مایع مغزی نخاعی تراوش می‌گردد [۴]. ریتم سنتز و ترشح ملاتونین به وسیله سیگنال‌های ۲۴ ساعته درون‌زاد واقع در هسته‌های سوپرا کیاسماتیک مغز کنترل می‌شود [۵]. ملاتونین نوروهورمونی است که به طور عمده شب‌هنگام از غده پینه‌آل و برخی بافت‌های دیگر ترشح می‌شود [۶، ۷]. در انسان سنتز و ترشح ملاتونین با تاریکی شروع می‌شود؛ به طوری که غلظت ملاتونین پلازما در طول شب ۱۰ برابر بیش از غلظت این ماده در طول روز است [۸، ۹] و در ساعت ۲ تا ۴ نیمه‌شب به اوج خود می‌رسد [۱۰]. در طول روز گیرنده‌های نور در سلول‌های شبکیه غیرفعال هستند و در نتیجه ملاتونین کمی

هزینه انرژی هنگام فعالیت بدنی به طور عمده از ترکیب سوخت‌وساز چربی و کربوهیدرات تأمین می‌شود و سهم هرکدام از این دو منبع از طریق رژیم غذایی، ذخایر گلیکوژن عضلات، شدت تمرین، مدت و نوع فعالیت، تعیین می‌شود. دیگر عوامل مهم در اکسیداسیون سوبسترا، تارهای عضلانی نوع یک، مقدار جذب چربی رژیم غذایی، لاکتات پلازما و غلظت اسیدهای چرب آزاد هستند. توانایی حفظ و ذخیره گلیکوژن عضلانی مهم‌ترین فاکتور محدودکننده موفقیت افراد در اجرای فعالیت‌های زیربیشینه در نظر گرفته شده است [۱].

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

<sup>۳</sup> استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

<sup>۴</sup> مربی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

## \* نشانی نویسنده مسئول:

اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده تربیت بدنی، گروه فیزیولوژی ورزشی

دوره‌نویس: ۰۶۱۳۳۳۳۳۳۱۶

تلفن: ۰۹۱۸۳۴۴۱۱۴۵

پست الکترونیک: ro.ranjbar@scu.ac.ir

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۷/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۸

مرکز ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران به ثبت رسیده است. یکی از روش‌های مناسب برای ایجاد زمینه مقایسه بین آزمودنی‌ها و گروه‌ها طرح مقایسه‌ای درون‌آزمونی است. روش انجام این تحقیق از نوع تجربی و کاربردی بود که به شکل متقاطع و یک‌سوکور (آزمودنی‌ها از نوع داروی مصرفی «مکمل/دارونما» اطلاع نداشتند) انجام شد. بنابراین در تحقیق حاضر از یک گروه آزمودنی استفاده شد و در دو مرحله، آزمودنی‌ها نسبت به خودشان مورد بررسی قرار گرفتند. از بین ۴۰ نفر از دانشجویان فعال رشته تربیت بدنی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳ نفر به‌طور تصادفی انتخاب شدند. میانگین سن آزمودنی‌ها  $29 \pm 1/5$  سال و میانگین وزن آن‌ها  $69/2 \pm 36/58$  کیلوگرم بود. سلامت کلی افراد از طریق پرسشنامه سابقه پزشکی و پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی ارزیابی شد. همچنین، همه آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی مبنی بر شرکت در پروتکل تحقیق را پیش از ورود به تحقیق کامل کردند. قبل از شروع انجام تحقیق، آزمودنی‌ها با شرایط و نحوه اجرای آزمون‌ها آشنا شدند. در پایان جلسه آشنایی با آزمون، اندازه‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدن شامل قد، وزن، درصد چربی و توده بدون چربی آزمودنی‌ها به روش بیوالکتریکال امپدانس با استفاده از دستگاه تحلیل‌گر ترکیب بدن ساخت کشور کره جنوبی مدل  $3/3$  Olympia اندازه‌گیری شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد که طی روزهای تحقیق از مصرف مواد آنتی‌اکسیدان و کافئین‌دار اجتناب کنند. همچنین، از آنها خواسته شد تا طی مراحل برگزاری آزمون فعالیت بدنی روزمره خود را ادامه دهند، ولی یک روز مانده به شروع آزمون از انجام فعالیت‌های ورزشی شدید و ایجاد هرگونه تغییر در رژیم غذایی و یا مصرف هرگونه فرآورده‌های تغذیه‌ای - مکملی خودداری نمایند. جهت یکسان‌سازی تغذیه آزمودنی‌ها، همه افراد انتخاب شده از دانشجویان خوابگاهی بودند که از غذای سلف استفاده می‌کردند. در هر دو مرحله آزمون، آزمودنی‌ها از ساعت ۹ صبح الی ۱۲ ظهر برای انجام آزمون به آزمایشگاه مراجعه می‌کردند. تجویز ۶ میلی‌گرم ملاتونین با توجه به عدم سمیت و عوارض نامطلوب، برای مصارف انسانی توصیه شده است. همچنین، دوزهای خوراکی ملاتونین (۱-۵ میلی‌گرم) باعث می‌شود ملاتونین سرم بعد از یک ساعت ۱۰ تا ۱۰۰ برابر مقدار اوج شبانه شود و پس از آن در عرض ۱ تا ۸ ساعت به مقادیر پایه برگردد [۸]. از طرف دیگر، در مطالعات گذشته بهترین دوز پیشنهاد شده ۶ میلی‌گرم است و بهترین زمان برای مصرف آن نیم ساعت قبل از شروع فعالیت توصیه شده است که می‌تواند عملکرد فرد را بهبود ببخشد. ملاتونین نیمه‌عمر کوتاهی دارد و بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه زمان لازم است تا ملاتونین مصرف شده در دستگاه گوارش جذب شود

ترشح می‌شود. تحقیقات نشان داده‌اند که مکمل‌یاری با ملاتونین قبل از فعالیت می‌تواند ذخایر گلیکوژنی را از طریق تغییر در مصرف کربوهیدرات و لیپید، حفظ قند خون، کاهش لاکتات پلاسما و کبد و نیز کاهش بتا هیدروکسی بوتیرات حفظ نماید [۱۱-۱۳]. نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که ملاتونین می‌تواند سوخت‌وساز چربی و کربوهیدرات را تغییر دهد و ذخایر گلیکوژن را حفظ کند. ملاتونین جذب گلوکز توسط عضلات را نیز افزایش می‌دهد [۱۶-۱۴]. با این وجود، تأثیر ملاتونین به‌عنوان یک کمک نیروزا در افزایش زمان عملکرد ورزشی در انسان به‌خوبی مشخص نیست [۱۹-۱۷] و بیشتر تحقیقات انجام شده تأثیر ملاتونین بر شاخص‌های قلبی-عروقی و دمای بدن در انسان و عملکرد ورزشی در حیوانات آزمایشگاهی را بررسی نموده‌اند [۱۲، ۱۵، ۲۰]. از طرف دیگر، تحقیقات بسیار محدود و اندکی درباره تأثیر مصرف ملاتونین بر پاسخ‌های فیزیولوژیک هنگام فعالیت ورزشی در انسان انجام شده است. علی‌رغم آثار مفید ملاتونین بر متابولیسم چربی‌ها و حفظ گلیکوژن کبد و عضله و آثار هیپوترمی آن [۱۱، ۱۷، ۲۱] که می‌تواند در افزایش زمان فعالیت ورزشی و بهبود عملکرد و توان هوازی ورزشکاران استقامتی مفید باشد، پژوهشی که به تأثیر این مکمل چه به شکل حاد و چه به شکل مزمن بر فعالیت هوازی و استقامتی پرداخته باشد، یافت نشد. و تحقیقات ورزشی گزارش شده در انسان محدود به تأثیر مصرف حاد مکمل ملاتونین بر عملکرد کوتاه مدت و بی‌هوازی آن‌ها بود [۱۹، ۲۲]. همچنین، در بیشتر مطالعات انجام شده آزمودنی‌های مورد مطالعه مرد بوده‌اند. با توجه به آثار مطلوب ملاتونین بر متابولیسم کربوهیدرات و چربی و حفظ گلیکوژن کبد و عضله و کاهش لاکتات خون و همچنین بدیع و تازه بودن و این امر که وضعیت تغذیه، شرایط زندگی و الگوی خواب و استراحت در دختران ایرانی نسبت به سایر پژوهش‌های انجام شده متفاوت است، احساس می‌شود در این حیطه باید به بررسی آثار این مکمل بر توان هوازی، حداکثر اکسیژن مصرفی و زمان فعالیت زیربیشینه در دختران پرداخت. از طرفی مطالعات بیشتر و عمیق‌تر درباره آثار مصرف ملاتونین بر عملکرد هوازی، متخصصین ورزشی را در استفاده از این مکمل یاری رسانده و به نحوه و میزان مصرف آن در ورزشکاران کمک می‌کند. بنابراین، هدف از انجام این مطالعه بررسی تأثیر مصرف ۶ میلی‌گرم ملاتونین بر توان هوازی و زمان رسیدن به واماندگی طی یک فعالیت زیربیشینه در دختران دانشجوی تربیت بدنی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این مقاله با کد IRCT20180325039147N1 در

و قبل از اینکه متابولیزه و حذف شود، تشخیص داده شود. آزمودنی‌ها نیم ساعت پس از مصرف ۶ میلی‌گرم دارونما/ملا تونین آزمون را شروع کردند.

اندازه‌گیری زمان رسیدن به واماندگی

اندازه‌گیری زمان واماندگی بافاصله ۵ الی ۷ روز از آزمون بروس انجام شد. برای بررسی ضربان قلب، ۳۰ دقیقه پس از مصرف مکمل/دارونما ضربان سنج پلار ساخت کشور آلمان روی قفسه سینه آن‌ها قرار داده شد. پس از آن به مدت ۵ دقیقه به گرم کردن با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت و بدون شیب روی تردمیل مدل Saturn ساخت شرکت hp/cosmuse کشور آلمان پرداختند. پس از اعلام آمادگی از طرف آزمودنی‌ها، به تدریج سرعت تردمیل افزایش داده شد. سرعت نوار گردان در ابتدا ۳ کیلومتر در ساعت بود که به تدریج هر یک دقیقه، ۱ کیلومتر در ساعت به سرعت آن اضافه می‌شد. زمانی که ضربان قلب آزمودنی به ضربان قلب هدف (۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره) نزدیک شد، سرعت تردمیل ثابت نگاه داشته می‌شد و زمانی که آزمودنی به خستگی ارادی می‌رسید، آزمون متوقف می‌گشت. در حین انجام آزمون آزمودنی‌ها توسط آزمون‌گر به صورت کلامی تشویق می‌شدند. ضربان قلب ذخیره هر آزمودنی توسط فرمول کاروون محاسبه شد [۲۳]:

شدت × (ضربان قلب استراحت - ضربان قلب بیشینه) + ضربان قلب استراحت = ضربان قلب هدف

اندازه‌گیری توان هوازی

حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها با استفاده از پروتکل تداومی فزاینده روی نوار گردان اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری VO<sub>2</sub>max از آزمون بروس روی تردمیل استفاده شد. پس از ۵ الی ۱۰ دقیقه حرکات کششی سبک و گرم کردن از

آزمودنی خواسته شد جهت اجرای آزمون روی تردمیل قرار گیرد. آزمون شامل ۷ مرحله بود که در ۳ دقیقه ابتدایی آزمودنی با سرعت ۷/۲ کیلومتر در ساعت و با شیب ۱۰ درصد فعالیت را شروع می‌کرد. سپس در سه دقیقه دوم، سرعت به ۴ کیلومتر در ساعت و شیب ۱۲ درصد می‌رسید و بعد از آن هر سه دقیقه به شیب و سرعت تردمیل تا زمان خستگی و واماندگی اضافه می‌شد. حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها به‌طور غیرمستقیم توسط فرمول زیر محاسبه شد [۲۴]:

$$(Z_{\text{max}} \text{ و غیرفعال}) = 4/387 \text{VO}_{2\text{max}} - 3/90 \times \text{time}$$

نحوه مصرف مکمل

نیم ساعت پیش از شروع فعالیت، آزمودنی‌ها در حالت مکمل، قرص‌های ۶ میلی‌گرمی ملا تونین ساخت شرکت Webber Naturals کانادا و در حالت دارونما کپسول ۶ میلی‌گرمی نشاسته همراه با آب مصرف کردند.

روش‌های آماری پژوهش

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام شد. با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک طبیعی بودن داده‌ها بررسی شد. برای بررسی و مقایسه تأثیر مصرف و عدم مصرف ملا تونین بر زمان واماندگی و توان هوازی از آزمون t زوجی استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها  $P < 0/05$  در نظر گرفته شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها از جمله سن، قد، وزن، ترکیب بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول شماره ۱- مشخصات آزمودنی‌های پژوهش

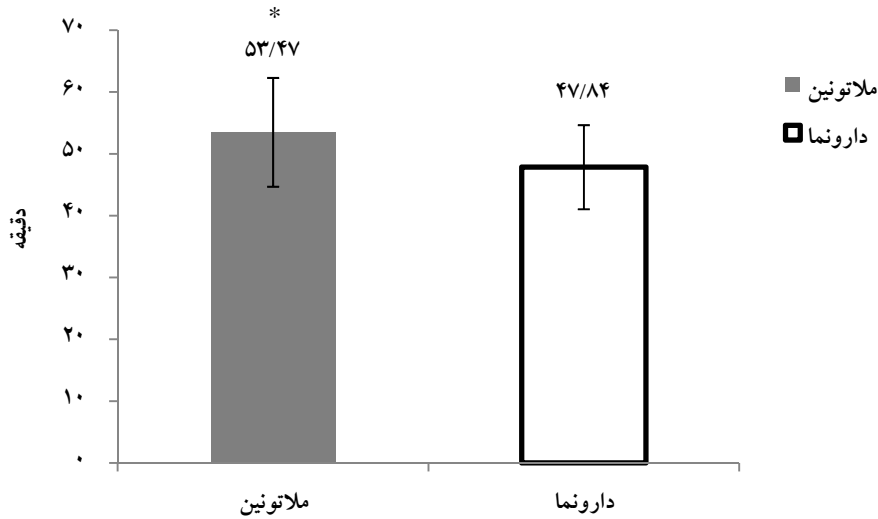
آماره	سن (سال)	قد (cm)	وزن (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
میانگین ± انحراف معیار	۲۱/۵ ± ۱/۲۹	۱۶۱/۸۸ ± ۵/۶۷	۵۸/۳۶ ± ۲/۶۹	۲۲/۳۵ ± ۲/۷۳

t زوجی، مشخص شد آزمودنی‌ها پس از دریافت مکمل نسبت به دارونما زمان بیشتری را تا رسیدن به واماندگی گذرانده‌اند ( $P = 0/01$ ) (نمودار شماره ۱).

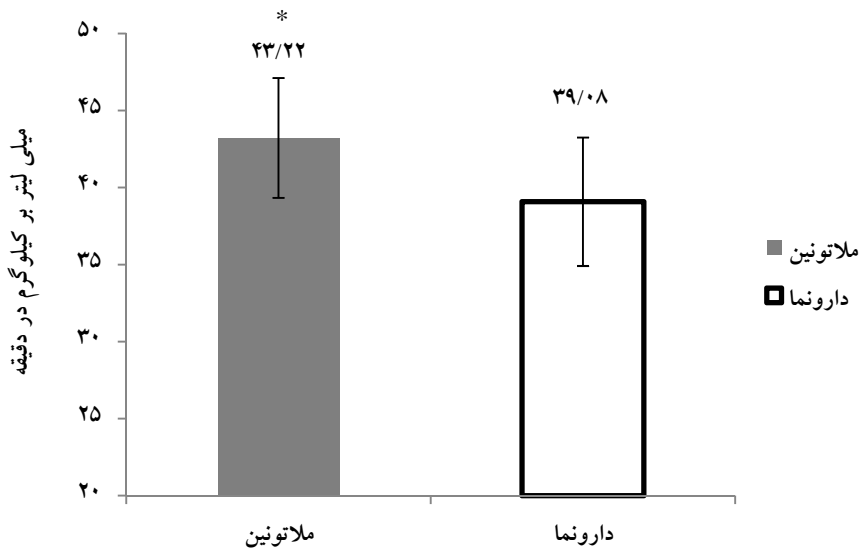
زمان رسیدن به واماندگی

میانگین زمان رسیدن به واماندگی آزمودنی‌ها هنگام مصرف ملا تونین و دارونما به ترتیب  $47/84 \pm 6/87$  و  $53/46 \pm 8/81$  دقیقه بود (جدول شماره ۲). باتوجه به نتایج به دست آمده از آزمون

تأثیر مصرف ملاتونین بر توان هوازی و ...



نمودار شماره ۱- مقایسه مصرف ملاتونین و دارونما بر زمان رسیدن به واماندگی طی فعالیت زیربیشینه در دختران فعال  
\*تفاوت معنی‌دار با گروه دارونما ( $P < 0/05$ )



نمودار شماره ۲- مقایسه مصرف ملاتونین و دارونما بر توان هوازی طی آزمون فراینده بروس در دختران فعال  
\*تفاوت معنی‌دار با گروه دارونما ( $P < 0/05$ )

ت زوجی مشخص گردید که آزمودنی‌ها پس از مصرف مکمل نسبت به دارونما حداکثر اکسیژن مصرفی بیشتری داشته‌اند ( $P = 0/002$ ) (نمودار شماره ۲).

توان هوازی ( $VO_{2max}$ )

میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها هنگام مصرف ملاتونین و دارونما به ترتیب  $43/22 \pm 3/89$  و  $39/08 \pm 4/17$  میلی-لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه بود. با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون

جدول شماره ۲- متغیرهای مورد بررسی در پژوهش با استفاده از آزمون t زوجی

متغیرها	مکمل ملاتونین	دارونما	P
زمان رسیدن به واماندگی	$53/46 \pm 8/81$	$47/84 \pm 6/87$	0/01
توان هوازی	$43/22 \pm 3/89$	$39/08 \pm 4/17$	0/002

## بحث

افزایش زمان رسیدن به واماندگی در آزمون شنا در شدت آستانه بی‌هوایی می‌شود [۲۸]. بنابراین این تحقیق نیز تأیید می‌کند که ملاتونین باعث افزایش عملکرد ورزشی می‌شود. همچنین، نشان داده شده است که ریتم شبانه‌روزی روی میزان آثار ملاتونین بر عملکرد ورزشی تأثیر معنی‌داری ندارد. بنابراین ملاتونین در هر زمان از شبانه‌روز می‌تواند به همان نسبت بر عملکرد ورزشی تأثیر مثبت بگذارد [۲۹]. در تضاد با تحقیق حاضر، گزارش شده است که مصرف ملاتونین با غلظت‌های متفاوت منجر به افزایش و یا کاهش عملکرد ورزشی شده یا بر آن بی‌تأثیر است [۳۰، ۳۱، ۳۲]. متغیر حداکثر اکسیژن مصرفی بهترین شاخص برای ارزیابی آمادگی هوایی و عاملی برای پیشگویی موفقیت ورزشکاران در فعالیت‌های استقامتی است. تحقیقات نشان داده‌اند که میزان عملکرد استقامتی به اکسیژن مصرفی بیشینه ( $VO_{2max}$ ) وابسته است [۳۲]. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر، متعاقب مصرف ۶ میلی‌گرم ملاتونین حداکثر اکسیژن مصرفی و در نتیجه آن توان هوایی آزمودنی‌ها افزایش می‌یابد. تحقیقاتی که تأثیر ملاتونین بر  $VO_{2max}$  را بررسی نموده‌اند بسیار محدود می‌باشند و نتایج اندکی نیز که در دسترس می‌باشند اکسیژن مصرفی ( $VO_2$ ) را گزارش کرده‌اند. برای مثال، نشان داده شده است که مصرف ۶ میلی‌گرم ملاتونین تأثیری بر پاسخ‌های تهویه‌ای و اکسیژن مصرفی طی یک آزمون حداکثر اکسیژن مصرفی روی دوچرخه کارسنج نداشته که با نتایج تحقیق حاضر موافق نیست [۳۲]. در پژوهش حاضر از آزمون بروس برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی استفاده شد و تنها تحقیقی که مشابه با تحقیق حاضر است پژوهش انجام شده توسط جهرمی و همکاران است که نتایج این تحقیق با نتایج پژوهش حاضر همسو است [۳۳]. در مطالعات انجام شده مکانیسم دقیقی برای تأثیر این مکمل بر حداکثر اکسیژن مصرفی ذکر نشده است. فعالیت بدنی موجب افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیکی و ترشح کاتکولامین‌ها می‌شود؛ این افزایش فعالیت سمپاتیکی می‌تواند به‌طور بالقوه ترشح ملاتونین را کاهش دهد [۳۴]. پژوهش‌ها نشان می‌دهد مصرف ملاتونین باعث کاهش ضربان قلب و فشارخون می‌شود؛ این عمل از طریق رگ‌گشایی که ملاتونین از خود برجای می‌گذارد، صورت می‌گیرد. ملاتونین از طریق بازدارندگی سمپاتیکی اثرات مثبتی بر قلب و عروق اعمال می‌کند [۳۵]. بنابراین، مکمل ملاتونین از طریق کاهش فشار وارد بر دستگاه قلبی-عروقی و گرمایی بدن، تحمل انجام فعالیت ورزشی را افزایش داده و از این طریق باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی می‌شود. از طرف دیگر، مطالعات انسانی و حیوانی نشان داده‌اند که از بین رفتن رادیکال‌های آزاد از

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده زمان رسیدن به واماندگی و همین‌طور توان هوایی پس از مصرف ۶ میلی‌گرم ملاتونین به‌طور معنی‌دار افزایش می‌یابد. نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر با یافته‌های مطالعات گذشته از جمله تحقیق انجام‌شده توسط Mazepa و همکاران که به بررسی اثر ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم ملاتونین نیم ساعت قبل از دویدن تا رسیدن به واماندگی بر محتوای گلیکوژن کبد و عضله در موش‌های تمرین کرده پرداخته است، هم‌خوانی دارد. ایشان نشان دادند که ملاتونین از طریق تغییر در مصرف کربوهیدرات و چربی، ذخایر گلیکوژن کبد را حفظ می‌کند و مصرف چربی را افزایش می‌دهد. در نتیجه زمان فعالیت افزایش‌یافته و واماندگی به تأخیر خواهد افتاد [۱۱]. نتایج تحقیق مشابه دیگری نیز نشان داده است مصرف ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ملاتونین منجر به انتقال متابولیسم از کربوهیدرات به لیپید و در نتیجه حفظ ذخایر گلیکوژن کبد و عضلات می‌شود. بنابراین این امر که ملاتونین منجر به تغییر در سوخت مصرفی می‌شود تأیید می‌گردد [۱۳]. این سازوکار در ورزش‌های زیربیشینه هوایی می‌تواند باعث افزایش مدت فعالیت و بهبود عملکرد ورزشکاران استقامتی شود. درجه حرارت بالای بدن نیز یکی از عوامل محدود کننده اصلی در فعالیت‌های طولانی‌مدت است. از جمله آثار ملاتونین که می‌تواند به بهبود عملکرد استقامتی کمک کند، اثر هایپوترمی آن است که به‌طور گسترده‌ای مورد بررسی قرار گرفته است [۲۶، ۲۵، ۲۱، ۴]. اثر کاهندگی دمای ملاتونین می‌تواند از ۲ راه عملکرد فیزیولوژیک را افزایش دهد: این هورمون قبل از اینکه سیستم عصبی مرکزی از طریق افزایش دمای بدن فعالیت بدنی را مهار کند، باعث افزایش مدت زمان فعالیت می‌شود. همچنین، اتساع عروق پوستی توسط ملاتونین باعث از دادن تدریجی حرارت بدن در حین فعالیت شده و از افزایش درجه حرارت مرکزی بدن جلوگیری می‌کند [۱۸]. در یک مطالعه دیگر اثر مصرف ۲/۵ و ۵ میلی‌گرم ملاتونین بر تنظیم دمای بدن و عملکرد ورزشی بررسی شده است. نتایج این تحقیق اثر هایپوترمی ملاتونین را تأیید نموده و نشان داد ملاتونین می‌تواند درجه حرارت مرکزی بدن را در نتیجه اتساع عروق پوستی کاهش دهد؛ یعنی این هورمون از طریق مکانیسم‌هایی از جمله افزایش جریان خون پوستی در طی فعالیت و کاهش فشار خون سیستولیک منجر به کاهش دمای مرکزی بدن و افزایش زمان رسیدن به درمماندگی در ورزش‌های استقامتی و زیربیشینه می‌شود [۲۷]. Beck و همکاران نشان داده‌اند که مصرف ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ملاتونین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث کاهش لاکتات پلاسما و

تأثیر مصرف ملاتونین بر توان هوازی و ...

مدت فعالیت و حداکثر اکسیژن مصرفی در ورزشکاران می‌شود ناشناخته است و به تحقیقات دقیق‌تر و گسترده‌تری در حوزه انسانی نیاز است.

#### تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از کارشناسان آزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید چمران اهواز، آقای دکتر محمد رمی و آقای دکتر علی اکبر علیزاده اعلام می‌دارند.

#### References:

- [1] Chance B, Dait MT, Zhang C, Hamaoka T, Hagerman F. Recovery from exercise-induced desaturation in the quadriceps muscles of elite competitive rowers. *Am J Physiol* 1992; 262(3):C766-75.
- [2] Horvath PJ, Eagen CK, Fisher NM, Leddy JJ, Pendergast DR. The effects of varying dietary fat on performance and metabolism in trained male and female runners. *J Am Coll Nutr* 2000; 19(1): 52-60.
- [3] Dadbakhsh P [Translation Book]. Nutrition in Sport. 2<sup>nd</sup> ed. Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad 2004; 53-57.
- [4] Arendt J, Borbely AA, Franey C, Wright J. The effects of chronic, small doses of melatonin given in the late afternoon on fatigue in man. A preliminary study. *Neurosci Lett* 1984; 45(3): 317-21.
- [5] Reiter RJ. The melatonin rhythm: both a clock and a calendar. *Experientia* 1993; 49(8): 654-64.
- [6] Reiter RJ. Pineal Melatonin: Cell Biology of Its Synthesis and of Its Physiological Interactions. *Endocr Rev* 1991; 12(2): 151-80.
- [7] Farhud D, Tahavorgar A. Melatonin hormone, metabolism and its clinical effects. *IJEM* 2013; 15(2): 211-223 [in Persian]
- [8] Dawson D, Encel N. Melatonin and sleep in humans. *J Pineal Res* 1993; 15(1): 1-5.
- [9] Reiter RJ. The melatonin rhythm. both a clock and a calendar. *Experientia* 1993; 49(8): 654-64.
- [10] Dollins AB, Zhdanova IV, Wurtman RJ, Lynch HJ, Deng MH. Effect of inducing nocturnal serum melatonin concentrations in daytime on sleep, mood, body temperature, and performance. *Proc Natl Acad Sci USA* 1994; 91 (5): 1824-8.
- [11] Mazepa RC, Cuevas MJ, Collado PS, González-Gallego J. Melatonin increases muscle and liver glycogen content in nonexercised and exercised rats. *Life Sci* 2000; 66(2): 153-60.
- [12] Kaya O, Gokdemir K, Kilic M, Baltaci AK. Melatonin supplementation to rats subjected to acute swimming exercise: Its effect on plasma lactate levels and relation with zinc. *J Pharm Sci* 2006; 23(3): 241-7.
- [13] Sánchez-Campos S, Arévalo M, Mesonero MJ,

طریق مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها خستگی عضلانی را به تأخیر می‌اندازد و ملاتونین به دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی خود رادیکال‌های آزاد که باعث آسیب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی می‌شوند را کاهش می‌دهد [۳۶].

#### نتیجه‌گیری

بر اساس تحقیق حاضر ملاتونین منجر به افزایش زمان واماندگی و حداکثر اکسیژن مصرفی دختران دانشجوی تربیت بدنی می‌شود. با این وجود، همچنان سازوکار اصلی که باعث افزایش

Esteller A, González-Gallego J, Collado PS. Effects of melatonin on fuel utilization in exercised rats: role of nitric oxide and growth hormone. *J Pineal Res* 2001; 31 (2): 159-66.

[14] Bicer M, Akil M, Avunduk MC, Kilic M, mogulkoc R, Baltaci AK. Interactive effects of melatonin, exercise and diabetes on liver glycogen levels. *Endokr Pl J* 2011; 62(3): 252-6.

[15] Kaya O, Kilic M, Celik IL, Baltaci AK, Mogulkoc RA. Effect of melatonin supplementation on plasma glucose and liver glycogen levels in rats subjected to acute swimming exercise. *Pak J Pharm Sci* 2010; 23(3): 241-8.

[16] Ha E, Yim SV, Chung JH, Yoon KS, Kang I, Cho YH, et al. Melatonin stimulates glucose transport via insulin receptor substrate-1/phosphatidylinositol 3-kinase pathway in C2C12 murine skeletal muscle cells. *J Pineal Res* 2006; 41(1): 67-72.

[17] Tan DX, Manchester LC, Hardeland R, Lopez-Burillo S, Mayo JC, Sainz RM, et al. Melatonin: a hormone, a tissue factor, an autocoid, a paracoid, and an antioxidant vitamin. *J Pineal Res* 2003; 34(1): 75-80.

[18] Waterhouse J, Atkinson G. Melatonin as an ergogenic aid. *J Biol Rhythm Res* 2009; 40(1): 71-9.

[19] Ghattassi K, Graja A, Hammouda O, Chtourou H, Boudhina N, Chaouachi A, et al. Effect of nocturnal melatonin ingestion on short-term anaerobic performance in soccer players. *J Biol Rhythm Res* 2014; 45(6): 885-93.

[20] Cagnacci A, Arangion S, Angiolucci M, Maschio E, Longu G, Melis GB. Potentially beneficial cardiovascular effects of melatonin administration in women *J Pineal Res* 1997; 22(1): 16-9.

[21] Atkinson G, Drust B, Reilly T, Waterhouse J. The relevance of melatonin to sports medicine and science. *J Sports Med* 2003; 33(11): 809-31.

[22] Ghattassi K, Graja A, Hammouda O, Chtourou H, Boudhina N, Chaouachi A, et al. Morning melatonin ingestion and diurnal variation of short-term maximal performances in soccer players. *J*

- Physiol Int* 2016; 103(1): 94–104.
- [23] Rajabi H, Ghaeini AA. Physical fitness. 2<sup>th</sup> ed. Tehran: Samt 2004. [in Persian]
- [24] Pollock M, Shmidt D, Hellman C, Linnerudph.D, Ward A. Comparative analysis of physiologic responses to three different maximal graded exercise test protocols in healthy women. *Am Heart J* 1982; 103(3): 363-73.
- [25] Vazan R, Styk J, beder I, Pancza D. Effect of melatonin on the isolated heart in the standard perfusion condition and in the conditions of calcium paradox. *Gen Physiol Biophys* 2003; 22(1): 41-50.
- [26] Ochoa JJ, Díaz-Castro J, Kajarabille N, García C, Guisado IM, De Teresa C, et al. Melatonin supplementation ameliorates oxidative stress and inflammatory signaling induced by strenuous exercise in adult human males. *J Pineal Res* 2011; 51(4): 373–80.
- [27] Atkinson G, Holder A, Robertson C, Gant N, Drust B, Reilly T, et al. Effects of melatonin on the thermoregulatory responses to intermittent exercise. *J Pineal Res* 2005; 39(4): 353–9.
- [28] Beck WR, Botezelli JD, Pauli JR, Ropelle ER, Gobatto CA. Melatonin has an ergogenic effect but does not prevent inflammation and damage in exhaustive exercise. *J Sci Rep* 2015; 23(2): 1-10.
- [29] Beck WR, Scariot PP, Gobatto CA. Melatonin is an ergogenic aid for exhaustive aerobic exercise only during the wakefulness period. *Int J Sports Med* 2016; 37(1): 71–6.
- [30] Mclellan TM, Gannon GA, zamecnik J, Gill V, Brown GM. Low doses of melatonin and diurnal effects on thermoregulation and tolerance to uncompensable heat stress. *J Appl Physiol* 1985; 87(1): 308-16.
- [31] Mero AA, Vähälummukka M, Hulmi JJ, Kallio P, von Wright A. Effects of resistance exercise session after oral ingestion of melatonin on physiological and performance responses of adult men. *Eur J Appl Physiol* 2006; 96(6): 729–39
- [32] Chiopera P, Volpi R, Capretti L, Giuliani N, Maffei ML, Corio V. Effect of melatonin on arginine vasopressin secretion stimulated by physical exercise or angiotensin II in normal men. *Neuropeptides J* 1998; 32(2): 125-9.
- [33] Jahromi M, Gaeini AA, Choobineh S, Rahimi M, Ahmadi M, Nazari S. Effect of melatonin on cardio-respiratory indicators during exercise. *Ann Mil Health Sci Res* 2011; 9(1): 6-11. [in Persian]
- [34] Escames G, Ozturk G, Baño-Otálora B, Pozo MJ, Madrid JA, Reiter RJ, et al. exercise and melatonin in humans: reciprocal benefits. *J Pineal Res* 2012; 52(1): 11-1.
- [35] Scalbert E, Guardiola- Lemaitre B, Delagrang P. Melatonin and regulation of the cardiovascular system. *Therapie* 1998; 53(5): 459-65.
- [36] Mara M, Abe M, Suzuki T, Reiter RJ. Tissue changes in glutathione metabolism and lipid peroxidation induced by swimming are partially prevented by melatonin. *J Pharm Tox* 1996; 78(5): 308–12.