

Epinephrine and norepinephrine follow-up response to an exhausting aerobic exercise

Pourvaghar MJ^{1*}, Shahsavar AR²

1- Department of Physical Education, University of Kashan, Kashan, I. R. Iran.

2- Department of Physical Education, University of Payame Nour (PNU), Tehran, I. R. Iran.

Received December 6, 2010; Accepted July 30, 2011

Abstract:

Background: Catecholamines play an important role in many vital body functions such as the metabolism of carbohydrates and lipids. This research was designed to examine the changes in catecholamines during an intense and exhausting aerobic exercise.

Materials and Methods: In this study, fourteen healthy young men were taken a Bruce treadmill test with a mean time of 16.05 minutes and were totally exhausted. The blood samples of the participants were taken in four stages: before and after performing Bruce test and at third and fourth stages, one and two days immediately following the completion of test, respectively. The serum epinephrine and norepinephrine levels were analyzed using repeated measures ANOVA.

Results: Results showed that an intense and exhausting aerobic exercise significantly increased epinephrine ($P<0.001$) and norepinephrine ($P<0.01$) levels. Moreover, the norepinephrine level continued to increase two days after the aerobic exercise.

Conclusion: It seems that catecholamines respond differently to the same exercise. The changes observed probably depend on the pre-exercise athlete condition as well as the intensity and duration of activity. Moreover, a mean time of 16.05 minutes for the performance of an intense physical activity with maximum oxygen consumption (54.83 ml/kg/min) can cause considerable changes in research variables.

Keywords: Epinephrine, Norepinephrine, Physical activity

* Corresponding Author.

Email: vaghar@kashanu.ac.ir

Tel: 0098 912 622 0782

Fax: 0098 361 591 2777

Conflict of Interests: No

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences March, 2012; Vol. 16, No 1, Pages 36-41

Please cite this article as: Pourvaghar MJ, Shahsavar AR. Epinephrine and norepinephrine follow-up response to an exhausting aerobic exercise. *Feyz* 2012; 16(1): 36-41.

پاسخ تعقیبی هورمون‌های اپی نفرین و نوراپی نفرین به یک فعالیت بدنی شدید و خسته‌کننده

محمد جواد پورووقار^{*} ، علیرضا شهسوار^۲

خلاصه:

سابقه و هدف: کاتکولامین‌ها در بسیاری از اعمال حیاتی بدن همچون متابولیسم کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها مشارکت دارند. هدف از این تحقیق بررسی تغییرات کاتکولامین‌ها در یک فعالیت بدنی شدید و خسته کننده است.

مواد و روش‌ها: در مطالعه حاضر ۱۴ مرد جوان سالم شرکت کردند. شرکت کنندگان آزمون برووس را تا سرحد خستگی و با میانگین زمان ۱۶/۰۵ دقیقه بر روی تردیل دویذند. از شرکت کنندگان چهار مرتبه نمونه خون گرفته شد. مرتبه اول پیش از آزمون، مرتبه دوم پس از انجام تست برووس، و مرتبه سوم و چهارم بالاصله یک و دو روز بعد از اجرای آزمون بود. با استفاده از روش تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری، نتایج اپی نفرین و نوراپی نفرین سرم تحلیل آماری شدند.

نتایج: اطلاعات به دست آمده نشان داد که فعالیت هوایی شدید و تا سرحد خستگی موجب افزایش معنی‌دار اپی نفرین ($P < 0.001$) و نوراپی نفرین ($P < 0.01$) می‌شود. این تغییرات در مورد نوراپی نفرین تا دو روز بعد از فعالیت بدنی هوایی ادامه یافت.

نتیجه‌گیری: بهنظر می‌رسد پاسخ کاتکولامین‌ها به یک فعالیت بدنی یکسان نبوده و احتمالاً تابع تغییرات وضعیت فرد قبل از فعالیت بدنی و نیز مدت و شدت تمرین باشد. میانگین زمان اجرای فعالیت بدنی شدید ۱۶/۰۵ دقیقه و با حداقل اکسیژن مصرفی ۵۴/۸۳ میلی- لیتر در کیلوگرم در دقیقه، می‌تواند تغییرات زیادی در متغیرهای تحقیق به وجود آورد.

واژگان کلیدی: اپی نفرین، نوراپی نفرین، فعالیت بدنی

دوماهنامه علمی-پژوهشی فیض، دوره شانزدهم، شماره ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۱، صفحات ۴۱-۳۶

مقدمه

کاتکولامین‌ها هم هورمون و هم پیامبر عصبی بوده و نقش اصلی در کمک به فرد در پاسخ به فشار فعالیت بدنی را ایفا می‌کنند [۴]. در میان این پاسخ‌ها می‌توان توانایی کنترل عملکرد قلب، فرآیند متابولیسم، کنترل جریان خون عضلات در حال انقباض و مصرف و تحریک سوبستراها را برشمرد [۶،۸،۴]. نشان داده شده است که این هورمون‌ها تنفس، کارکرد قلب، اعمال متابولیکی و اعمال کنترل درجه حرارت بدن را نیز تحریک می‌کنند [۱]. کاتکولامین‌ها به طور همزمان و در سطوح مختلف اجازه می‌دهند تا انرژی برای فعالیت بدنی طولانی مدت آزاد شود. برای مثال، هنگام فعالیت بدنی طولانی مدت، کاتکولامین‌ها نقش اصلی را در انتقال اکسیژن و سوبستراهای انرژی‌زا به عضلات فعلی ایفا می‌کنند. تغییرات در کاتکولامین‌های پلاسمایی به دنبال شکل‌های مختلف تمرین و فعالیت بدنی به اثبات رسیده است. پاسخ مقادیر زیاد کاتکولامین پلاسمایی به یک فعالیت بدنی حاد استقامتی بستگی به مدت فعالیت بدنی و استرس مربوط به فعالیت فیزیکی دارد؛ یعنی شدت فعالیت بدنی وابسته به حداقل اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) است [۱۱،۱۰]. نشان داده شده است که در مردان بزرگسال، اپی نفرین و نوراپی نفرین در پاسخ به شدت فعالیت بدنی بیشتر ترشح می‌شود [۱۲،۱۳]. برخی مطالعات تفاوت بین قبل و بعد از تمرین هنگام استراحت را گزارش کرده‌اند [۲]. آنها حتی، هنگام مقایسه ورزشکاران استقامتی و آزمودنی‌های غیر ورزشکار هنگام استراحت تفاوتی را مشاهده نکرده‌اند [۲]. از طرف دیگر در مردان

کاتکولامین‌ها از اسید آمینه تیروزین مشتق شده و اجزاء اصلی آنها آدرنالین (اپی نفرین) و نوراادرنالین (نوراپی نفرین) هستند [۲،۱]. سطوح افزایش یافته اپی نفرین و نوراپی نفرین ظاهرا کمک کننده‌های مهمی در عملکرد ورزشی می‌باشند؛ بدین دلیل که هر دو هورمون دارای تأثیر مثبت روی دستگاه‌های قلب و عروق و سوخت و ساز بدن هستند. از سوی دیگر، کاهش پاسخ اپی نفرین و نوراپی نفرین متعاقب فعالیت ورزشی تا حدودی باعث کاهش ضربان قلب که در نتیجه تمرینات ورزشی افزایش یافته است، می‌شود [۱]. کاتکولامین‌ها نقش حیاتی را در فیزیولوژی فعالیت بدنی در تمامی گونه‌های حیوانی بازی کرده و بسیاری از فرآیندهای درگیر در متابولیسم انرژی همانند تطابق هموستان موجود زنده در فعالیت بدنی را تنظیم می‌کنند [۳،۴]. این مولکول‌ها در بسیاری از اعمال فیزیولوژیکی همانند افزایش ضربان قلب، فشار خون، تعریق، به حرکت درآوردن سوبستراهای مولد انرژی و میزان تنفس دخالت دارند [۵-۹].

استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان

^۲ مریم، گروه تربیت بدنی، دانشگاه پیام نور، تهران

*دانشیار نویسنده مسئول:

دانشگاه کاشان، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

تلفن: ۰۳۶۱ ۵۹۱۲۷۷۷-۰۹۱۲ ۶۲۲۰۷۸۲ | دوچرخه: ۰۹۱۲ ۶۲۲۰۷۸۲

پست الکترونیک: vaghar@kashanu.ac.ir

تاریخ پذیرش نهایی: ۸۹/۹/۱۵ | تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۸

در این رابطه ۱۴ مدت زمانی است که آزمودنی تا سرحد خستگی دویدن بر روی تردیل را تحمل کرده‌اند. لازم بهذکر است در رابطه VO_{2max} از روش بروس در رده سنی جوانان عامل ضربان قلب دخالت ندارد. شرکت کنندگان روز قبل از آزمون خواب و استراحت کامل داشتند. آنها ساعت ۸ صبح در حالت ناشتا در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه حاضر شدند. درجه حرارت آزمایشگاه ۲۳ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید. بهدلیل تهاجمی بودن نوع تحقیق و نیز کوتاه بودن طول مدت اجرای آزمون (۴۸ ساعت) تنها از یک گروه تجربی استفاده شد. توسط کارشناس آزمایشگاه ۴ مرحله نمونه خون از ورید آرنجی افراد گرفته شد. مرحله اول نمونه‌گیری خون به عنوان مرحله پیش آزمون و در حالت استراحت بود. پس از انجام تست بروس نمونه دوم خون گرفته شد. میانگین زمان اجرای تست بروس ۱۶/۰۵ دقیقه محاسبه گردید. به آزمودنی‌ها اجازه داده شد تا به مدت ۲ روز استراحت کنند. نمونه سوم خون پس از یک روز و نمونه چهارم پس از دو روز استراحت گرفته شد. به آنها توصیه شد در فاصله استراحت هیچ نوع دارو و یا مکمل ورزشی استفاده نکنند و از شرکت در فعالت‌های بدنه جداً پرهیز نمایند. از روش آزمایشگاهی Chemiluminescence برای تجزیه و تحلیل نمونه‌های خون استفاده شد. در این روش اپی‌نفرین سرم بر حسب واحد نانوگرم بر میلی‌لیتر (ng/ml) و نور اپی‌نفرین بر حسب پیکوگرم بر میلی‌لیتر (pg/ml) محاسبه شد. از نرم افزار آماری SPSS ویرایش ۱۴ و از آزمون Repeated Measures ANOVA برای تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد.

نتایج

مشخصات دموگرافیک افراد شرکت کننده در این تحقیق در جدول شماره ۱ آمده است. نتیجه تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین مراحل مختلف آزمون در رابطه با متغیرهای اپی‌نفرین و نور اپی‌نفرین وجود دارد. پس آزمون بونفرونی نیز نشان داد که اختلاف بین میانگین اپی‌نفرین سرم در مرحله اول و دوم (۵۹/۲ در برابر ۶۷/۶ نانوگرم بر میلی‌لیتر) معنی‌دار است ($P=0.001$). بنابراین، فعالیت هوایی شدید و تا سرحد خستگی توانست تغییر معنی‌داری در غلظت اپی‌نفرین سرم به وجود آورد. این تفاوت میانگین‌ها با استراحت یک‌روزه آزمودنی‌ها به حالت قبل از آزمون رسید و معنی‌دار به دست نیامد ($P=0.05$). هم‌چنین، آزمودنی‌ها بعد از فعالیت هوایی شدید ۴۸ ساعت استراحت کردند. از مقایسه میانگین‌های مرحله اول و مرحله چهارم تفاوت معنی‌دار به دست نیامد ($P=0.07$). بنابراین،

غلظت‌های کاتکولامین پلاسمای به طور مشخص در طول فعالیت‌های دینامیکی بدنه در ورزش‌های متفاوتی همانند دویدن [۱۴]، دوچرخه سواری [۱۴-۱۶] و شنا [۱۷] افزایش پاسخ آدرنالین در هنگامی که Kjaer و همکاران [۱۶] افزایش پاسخ آدرنالین در آزمودنی‌های استقاماتی ورزشکار در مقایسه با آزمودنی‌های غیر ورزشکار در پاسخ به ۲ دقیقه تمرین با شدت ۱۱۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی را گزارش کردند. Zouhal و همکاران [۱۸] تفاوت معنی‌داری بین آزمودنی‌های استقاماتی تمرین کرده و تمرین نکرده در پاسخ به آزمون وینگست را گزارش نکردند. بعلاوه، این محققین، غلظت بالای آدرنالین پلاسمای در آزمودنی‌های تمرین کرده دوهای سرعتی را گزارش کردند. با این وجود، آنها پیشنهاد کردند که آزمودنی‌های تمرین کرده استقاماتی شرکت کننده در مطالعه Kjaer و همکاران ممکن است بیش از اندازه تمرین کرده باشند. تحقیق حاضر به منظور مطالعه تغییرات هورمون‌های مترشحه غده فوق کلیوی انجام شده است، و اینکه در چه مدتی از زمان و با کدام شدت از فعالیت ورزشی تغییر احتمالی در هورمون‌های مورد مطالعه صورت می‌گیرد. تغییرات بسیار کم در هورمون‌های آدرنالین و نور آدرنالین تاثیر وسیعی بر متابولیسم کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها، ضربان قلب، فشار خون و سایر اعمال بیولوژیکی دارد. در نهایت تغییرات در این هورمون‌ها باعث تغییر اجرای ورزشکاران می‌شود.

مواد و روش‌ها

در مطالعه نیمه تجربی حاضر ۱۴ مرد سالم به صورت تصادفی از جامعه دانشجویان دانشگاه کاشان انتخاب شدند. پژوهش دانشگاه شرح حال و معاینه‌های لازم در مورد سالم بودن آزمودنی‌ها را تائید کرد. آزمودنی‌ها فرم‌های سلامت خود را کامل کرده و رضایت خود را کتبه اعلام نمودند. خصوصیات قد، وزن و فشار خون آزمودنی‌ها اندازه گیری شد (جدول شماره ۱). از فرمول کلی حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2 max}) برای همسان‌سازی آزمودنی‌ها و نیز برای اجرای شدت یکسان تمرین استفاده شد. هم‌چنین، در این فرمول زمان (t) اجرای تست ثبت می‌شود. با استفاده از آزمون بروس و بر روی تردیل (مدل hp/cosmos ساخت کشور آلمان)، ضربان قلب توسط دستگاه اندازه گیری و حالت استراحت آزمودنی‌ها ۷۰ ضربه ثبت گردید. آزمون بروس ساعت ۹ صبح اجرا شده و میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی در جدول شماره ۱ ثبت گردید. فرمول حداکثر اکسیژن مصرفی به قرار زیر است:

$$\text{Young Men: } \text{VO}_{2\text{max}} (\text{ml/kg/min}) = 3.62 \times T + 3.91$$

آزمون هوایی بروس و به مقدار ۵۴/۸۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در یک دقیقه محاسبه شد.

جدول شماره ۱- خصوصیات توصیفی آزمودنی‌ها در روز آزمون

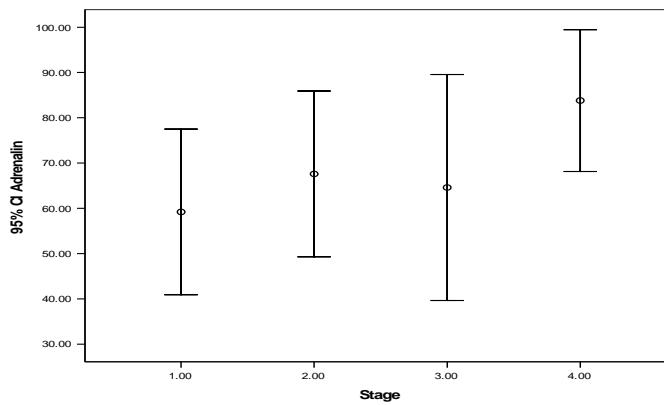
$\bar{X} \pm SEM$	متغیرها
۲۲/۰۲±۳/۱۲	سن (سال)
۷۱/۳±۳/۱۱	وزن (کیلوگرم)
۱۷۴/۲۵±۴/۰۹	قد (سانتی‌متر)
۲۱/۲۳±۵/۰۸	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)
۵۴/۸۳±۵/۷۷	حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر در کیلوگرم در دقیقه)
۱۲۰/۳۴±۵/۶۴	فشار خون سیستولیک (میلی‌متر جیوه)
۸۰/۰۲±۶/۶	فشار خون دیاستولیک (میلی‌متر جیوه)

جدول شماره ۲- مقایسه مراحل مختلف تحقیق برای متغیرهای اپی-

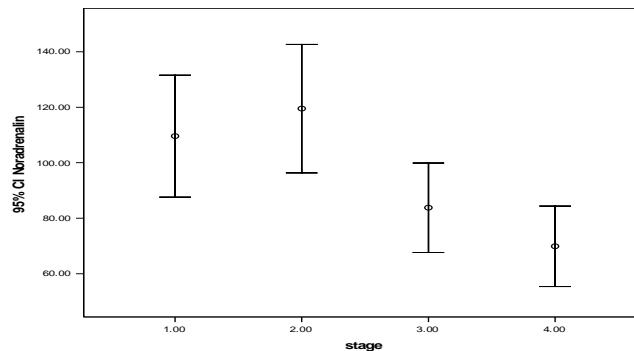
نفرین و نوراپی‌نفرین

نفرین و نوراپی‌نفرین	سطح اپی نفرین	سطح نوراپی‌نفرین
(نانوگرم بر میکرولیتر)	(نانوگرم بر میکرولیتر)	(پیکوگرم بر میکرولیتر)
۱۰۹/۶±۳۰/۷۳	۰۹/۲±۲۵/۵۷	قبل از آزمون
۱۱۹/۵±۳۲/۳۵	۶۷/۶±۲۵/۶	بعد از آزمون
۸۳/۸±۲۲/۵۲	۶۴/۶±۳۴/۸۹	بعد از ۲۴ ساعت
۶۹/۹±۲۰/۲۵	۸۳/۸±۲۱/۹	بعد از ۴۸ ساعت

نتیجه می‌گیریم که اگرچه فعالیت بدنی شدید و خسته کننده می-تواند در اپی‌نفرین سرم خون آزمودنی‌ها بالا فاصله پس از تمرین تغییرات معنی‌داری به وجود آورد، ولی این تغییر پس از ۴۸ و ۲۴ ساعت به حالت پایه آن می‌رسد (جدول شماره ۲). مقایسه میانگین‌های نوراپی‌نفرین سرم زمان استراحت و پس از فعالیت هوایی بروس نشان می‌دهد فعالیت هوایی شدید و خسته کننده که با میانگین زمانی حدود ۱۶ دقیقه به طول بیانجامد می‌تواند تغییر معنی‌داری (P=۰/۰۱) در نوراپی‌نفرین سرم آزمودنی‌ها به وجود آورد. میانگین نوراپی‌نفرین در مرحله اول ۱۰۹/۶ (pg/ml) و پس از پایان فعالیت به ۱۱۹/۵ (pg/ml) افزایش یافت (شکل‌های شماره ۱ و ۲). آزمودنی‌ها به مدت ۲۴ ساعت استراحت کردند. نوراپی‌نفرین مرحله سوم نسبت به نوراپی‌نفرین مرحله دوم به میزان ۳۵/۷ (pg/ml) کاهش یافت. این کاهش معنی‌دار (P=۰/۰۰۳) بود. نوراپی‌نفرین در مرحله آخر به میزان ۶۹/۹ (pg/ml) کاهش یافت که نسبت به مرحله دوم معنی‌دار (P=۰/۰۰۳) است. مقایسه نوراپی‌نفرین مرحله سوم ۸۳/۸ (pg/ml) با مرحله اول ۱۰۹/۶ (pg/ml) نیز معنی‌دار (P=۰/۰۱۳) به دست آمد. در جدول شماره ۲ میانگین و انحراف استاندارد متغیر اپی‌نفرین سرم و نوراپی‌نفرین ثبت شده است. حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها با استفاده از



شکل شماره ۱- نمودار میله‌ای خطای تغییرات اپی‌نفرین سرم خون در مراحل چهارگانه



شکل شماره ۲- نمودار میله‌ای خطای تغییرات نوراپی‌نفرین سرم خون در مراحل چهارگانه

بحث

بدنی هوایی تا ۴۸ ساعت استراحت کردند، ولی استراحت آزمودنی‌ها نتوانست دامنه تغییرات در نوراپینفرین را متوقف کند. تغییرات نوراپینفرین سیر نزولی را طی کرد، و تغییرات آن تا مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت معنی‌دار ($P < 0.003$) محاسبه شد. به طور کلی تحقیق حاضر با تحقیق Steinberg و همکاران [۴] و Jacob و همکاران [۱۴] هم خوانی ندارد. شلید بدین علت که این محققین تغییرات اپینفرین و نوراپینفرین را به دنبال فعالیت بدینی دوچرخه سواری با استفاده از تست غیرهوایی وینگیت و دو طولانی مدت ۹ ماه هوایی استقامتی تأیید کرده بودند. تحقیق حاضر با تحقیق Zouhal و همکاران نیز هم خوانی ندارد. این عدم هم خوانی را می‌توان به شدت تمرین نسبت داد؛ بدین ترتیب که آنها در مطالعه خود از آزمون وینگیت غیرهوایی استفاده کرده بود. هوایی بودن تحقیق حاضر و بی‌هوایی بودن تحقیق Zouhal را می‌توان علت عدم هم‌سویی این دو تحقیق ذکر کرد [۱۳].

نتیجه گیری

فعالیت بدنی شدید در این تحقیق که با حداکثر اکسیژن مصروفی (VO_{2max}) ۵۶/۸۳ و در مدت زمان ۱۶/۰۵ دقیقه انجام شد نتوانست تغییرات وسیعی در هورمون‌های اپینفرین و نوراپینفرین را از فعالیت شدید بدنی و حتی تا ۴۸ ساعت بعد از آن به وجود آورد. نتیجه اینکه شدت‌های مختلف فعالیت بدنی و نیز طول زمان فعالیت بدنی می‌تواند پاسخ‌های متفاوتی را در هورمون‌های اپینفرین و نوراپینفرین بوجود می‌آورد. فشار روحی ناشی از جلسه‌های شدید فعالیت بدنی نیز از عوامل اثر گذار بر تغییرات این دو هورمون است. پیشنهاد می‌گردد افراد جامعه در تمرینات منظم ورزشی شرکت نموده و تمرینات و فعالیت‌های ورزشی نباید از چنان شدتی برخوردار باشد تا نظم منطقی هورمونی آنان دچار بی‌نظمی گردد. در هر صورت مطالعه وسیع‌تر با در نظر گرفتن سایر عوامل نیاز است تا پاسخ دقیق این دو هورمون نسبت به فعالیت بدنی روشن شود.

تشکر و قدردانی

محققین از کلیه افراد شرکت کننده در این مطالعه صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند. هم‌چنین، از مسئولین حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه کاشان به‌دلیل حمایت مالی قدردانی می‌نمایند.

در این تحقیق تغییرات اپینفرین و نوراپینفرین سرم پس از فعالیت هوایی برووس به صورت تعقبی مطالعه شده است. تغییرات جزئی در این متغیرها باعث ایجاد تغییرات وسیعی در تنظیم فرایند متابولیسم انرژی [۴، ۳]، افزایش ضربان قلب، فشار خون، تعریق و میزان تنفس می‌شود [۵-۷]. به‌همین دلیل تغییرات بسیار کم سطح این هورمون‌ها می‌تواند منجر به تغییرات وسیعی در اجرای ورزشکاران شود. در این پژوهش تاثیر مدت و شدت تمرین بر متغیرهای تحقیق (اپینفرین و نوراپینفرین) از اهداف تحقیق بود. میانگین زمان اجرای فعالیت بدنی شدید که بر روی دستگاه تردیل انجام شد، ۱۷/۰۵ دقیقه و با حداقل اکسیژن مصرفی ۵۶/۸۳ میلی‌لیتر در کیلوگرم در دقیقه به‌دست آمد. این شدت و مدت فعالیت بدنی می‌تواند تغییرات زیادی در میزان این هورمون‌ها به وجود آورد. مقایسه مرحله پیش آزمون و پس آزمون نشان داد فعالیت شدید هوایی تغییر معنی‌داری در میزان اپینفرین ۸/۴ (P < 0.001) به وجود می‌آورد. در این مرحله اپینفرین به میزان ۸/۴ (ng/ml) افزایش یافت. این میزان افزایش می‌تواند بر روی متابولیسم کربوهیدرات‌ها از طریق آدنوزین مونوفسفات حلقوی (cAMP) اثر بگذارد. هم‌چنین، افزایش میزان ترشح اپینفرین در این مرحله باعث افزایش میزان ترشح اسیدهای چرب آزاد از بافت ذخیره چربی در بدن می‌شود. این مکانیسم مانند کربوهیدرات‌ها از طریق فعال کردن لیپازها به‌کمک آدنوزین مونوفسفات حلقوی صورت می‌گیرد [۱]؛ از این‌رو ورزشکارانی که در فعالیت‌های بدنی هوایی شرکت می‌نمایند، از چنین یافته‌هایی برای بهبود و کنترل وزن خود جهت ادامه و شرکت در تمرینات خود استفاده می‌کنند. نتایج نشان دادند که استراحت آزمودنی‌ها موجب رسیدن اپینفرین سرم به حالت اولیه می‌شود. به‌نظر می‌رسد تاثیر گذاری نوراپینفرین بیش از اپینفرین بوده است؛ به‌این دلیل که ادامه تغییرات نوراپینفرین بیشتر بوده است. تغییرات نوراپینفرین تحقیق حاضر با تحقیق Moussa و همکاران [۱۲] تشابه داشته و با نتایج مطالعه Zouhal و همکاران [۱۳]، بدلیل تضاد در پروتکل تمرین معنی‌هوایی و یا غیرهوایی بودن تمرین و نیز شدت تمرین در تضاد می‌باشد؛ گرچه این دو هورمون در بیشتر موارد مکمل یکدیگر هستند [۱]. در این تحقیق نورآدنالین در پیش آزمون (pg/ml) ۱۰۹/۶ و در پس آزمون به میزان ۱۱۹/۵ (pg/ml) افزایش (معادل ۹/۰۳ درصد) یافت. شرکت‌کنندگان بعد از فعالیت

References:

- [1] Guyton Arthur C, Hall John E. Textbook of Medical Physiology. Elsevier Inc; 2006. p. 908-910.
- [2] Zouhal H, Jacob C, Delamarche P, Gratas-Delamarche A. Catecholamines and the Effects of Exercise, Training and Gender. *Sports Med* 2008; 38 (5): 401-23.
- [3] Pritzlaff CJ, Wideman L, Blumer J, Jensen M, Abbott RD, Glenn AG, et al. Catecholamine release, growth hormone secretion, and energy expenditure during exercise vs. recovery in men. *J Appl Physiol* 2000; 89(3): 937-46.
- [4] Steinberg LL, Lauro FA, Sposito MM, Tufik S, Mello MT, Naffah-Mazzacoratti MG, et al. Catecholamine response to exercise in individuals with different levels of paraplegia. *Bra J Med Bio Res* 2000; 33(8): 913-18.
- [5] Baragli P, Pacchini S, Gatta D, Ducci M, Sighieri C. Brief note about plasma catecholamines kinetics and submaximal exercise in untrained standardbreds. *Ann Ist Super Sanità* 2010; 46(1): 96-100.
- [6] Botcazou M, Zouhal H, Jacob C, Gratas-Delamarche A, Berthon PM, Bentue' -Ferrer D, et al. Effect of training and detraining on catecholamine responses to sprint exercise in adolescent girls. *Eur J Appl Physiol* 2006; 97(1): 68-75.
- [7] Hooker SP, Wells CL, Manore MM, Philip SA, Martin N. Differences in epinephrine and substrate responses between arm and leg exercise. *Med Sci Sports Exer* 1990; 22(6): 779-84.
- [8] Mazzeo RS. Catecholamine responses to acute and chronic exercise. *Med Sci Sports Exer* 1991; 23(7): 839-45.
- [9] Savard GK, Richter EA, Strange S, Kiens B, Christensen NJ, Saltin B. Norepinephrine spillover from skeletal muscle during exercise in humans: role of muscle mass. *Am J Physiol* 1989; 257 (6 Pt 2): H1812-8.
- [10] Kjaer M. Adrenal medulla and exercise training. *Eur J Appl Physiol* 1998; 77(3): 195-99.
- [11] Bracken RM, Brooks S. Plasma catecholamine and norepinephrine responses following 7 weeks of sprint cycle training. *Amino Acids* 2010; 38(5): 1351-9.
- [12] Moussa E, Zouhal H, Vincent S, Prioux J, Delamarche P, Gratas-Delamarche A. Effect of sprint duration (6 s or 30 s) on plasma glucose regulation in untrained male subjects. *J Sports Med Phys Fitness* 2003; 43(4): 546-53.
- [13] Zouhal H, Rannou F, Gratas-Delamarche A, Monnier M, Bentue- Ferrer D, Delamarche P. Adrenal medulla responsiveness to the sympathetic nervous activity in sprinters and untrained subjects during a supramaximal exercise. *Int J Sports Med* 1998; 19(3): 172-76.
- [14] Jacob C, Zouhal H, Prioux J, Gratas-Delamarche A, Bentue-Ferrer D, Delamarche P. Effect of the intensity of training on catecholamine responses to supramaximal exercise in endurance-trained men. *Eur J Appl Physiol* 2004; 91(1): 35-40.
- [15] Vincent S, Gratas-Delamarche A, Berthon PM, Zouhal H, Jacob C, Bentue-Ferrer D, et al. [Catecholamine response to the Wingate test in untrained women]. *Can J Appl Physiol* 2003; 28(5): 685-98.
- [16] Kjaer M, Farrell PA, Christensen NJ, Galbo H. Increased epinephrine response and inaccurate glycogen regulation in exercising athletes. *J Appl Physiol* 1986; 61(5): 1693-700.
- [17] Hickson RC, Hagberg JM, Conlee RK, Jones DA, Ehsani AA, Winder WW. Effect of training on hormonal responses to exercise in competitive swimmers. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1979; 41(3): 211-9.
- [18] Zouhal H, Jacob C, Rannou F, Gratas-Delamarche A, Bentue-Ferrer D, Del P. Effect of training status on the sympathoadrenal activity during a supramaximal exercise in human. *J Sports Med Phys Fitness* 2001; 41(3): 330-6.