

The Effect of Aerobic Activity Intensity on Testosterone to Cortisol Serum Ratio in Active Young Men

Nasiri Avnaki, M.[¥], Azarbayjani, M. A.[£], Peeri, M.[‡], Kohanpur, M. A.^{*}, Mirsepasi, M.^{*}

[¥]M. Sc. Student, School of Physical Education and Sport Sciences, Central Tehran Azad University

[£]Assistant Professor, School of Physical Education and Sport Sciences, Central Tehran Azad University

[‡]Assistant Professor, School of Physical Education and Sport Sciences, Central Tehran Azad University

^{*}M. Sc. Student, School of Physical Education and Sport Sciences, Central Tehran Azad University

Abstract:

Exercise has been known to be a powerful stimulus to endocrine glands. Hormonal reaction to exercise is dependent on several aspects, for example the intensity of activity, and is a good index of exercise pressure. The purpose of this study is to investigate the effect of different levels of submaximal aerobic activity on the ratio of Testosterone to Cortisol Serum in active young men. Our control in this study comprised 9 volunteers of young men with an average age of 24.11 ± 3.88 , tallness of 187.77 ± 6.47 cm, weight of 72.77 ± 10.12 kg. These young men attended two periods of aerobic activity including 25 minutes of running on treadmill at 70 and 85% of maximum heart rate. Blood sample were taken before and just after these exercise periods. To evaluate the changes in Testosterone and Cortisol Serum and the ratio of Testosterone to Cortisol in each period and between two periods with different intensities, T-student test was used for dependent groups. In each exercise period at 70 percent of maximum heart rate the concentration of Testosterone and Testosterone to Cortisol Serum ratio were observed to increase considerably ($P \leq 0.05$). However, Cortisol concentration decreased significantly ($P \leq 0.05$). None of these three variables was observed to change significantly during the 85 percent of maximum heart rate exercise period ($P \geq 0.05$). This was also the case for Testosterone and Cortisol Serum concentrations and their ratio between the two levels of activity ($P \geq 0.05$). Since no significant change in Testosterone and Cortisol Serum concentrations and their ratio between two different levels of activity was observed ($P \geq 0.05$), it can be concluded that exercise at levels of 70 and 85 of maximum heart rate does not have a significant effect on anabolic and catabolic interactions.

Key Words: Testosterone, Cortisol, Aerobic Activity, Submaximal Intensity, Anabolic, Catabolic

تأثیر شدت فعالیت هوازی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول سرم در مردان جوان فعال

مهديه نصیری اوانکی^۱، دکتر محمدعلی آذربایجانی^۲، دکتر مقصودپیری^۳، محمد علی کهن پور^۱، منا میر
سپاسی^۱

۱- کارشناس ارشد گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

۲- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

۳- استادیار گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

Email-mahdiye.nasiri@yahoo.com

Tell-09197554016

نشانی: استان تهران، شهر جدید هشتگرد، فاز ۲، محله ۲، بلوار انقلاب اسلامی، خ خوشنام، پ ۶.

تلفن منزل: ۰۲۶۲-۴۲۶۴۹۰۶

کد پستی: ۳۳۶۱۹-۵۶۳۶۳

چکیده

ورزش به عنوان محرکی قدرتمند برای سیستم غدد درون ریز شناخته شده است. واکنش هورمونی به تمرین به عوامل مختلفی از جمله شدت های مختلف فعالیت وابسته است و شاخص بسیار خوبی جهت ارزیابی فشار تمرین می باشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر شدت های مختلف فعالیت هوازی زیر بیشینه بر نسبت تستوسترون به کورتیزول سرم در مردان جوان فعال بود. ۹ مرد جوان داوطلب شرکت در پژوهش با میانگین سنی $3/88 \pm 24/11$ سال، قد $178/77 \pm 6/47$ سانتیمتر، به صورت هدمند انتخاب شدند و در دو جلسه فعالیت هوازی شامل ۲۵ دقیقه دویدن روی نوارگردان با شدت ۷۰ و ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب شرکت کردند. قبل و بلافاصله بعد از تمرین از آنها نمونه خونی گرفته شد. جهت بررسی تغییرات تستوسترون و کورتیزول سرم و نسبت تستوسترون به کورتیزول در هر جلسه تمرین و بین دو جلسه تمرین با دو شدت مختلف، از آزمون T استیودنت ویژه گروههای وابسته استفاده شد. غلظت تستوسترون و نسبت تستوسترون به کورتیزول سرم در هر جلسه تمرین با شدت ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب بطور معنادار افزایش یافتند ($P \leq 0/05$). اما غلظت کورتیزول سرم بطور معنادار کاهش یافت ($P \leq 0/05$). بعد از فعالیت با شدت ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب نیز در هر سه متغیر مورد مطالعه تفاوت معنادار مشاهده نشد ($P \geq 0/05$). همچنین غلظت تستوسترون و کورتیزول سرم و نسبت تستوسترون به کورتیزول سرم بین دو شدت ۷۰ و ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب، معنادار نبود ($P \geq 0/05$). از آنجائیکه تفاوت معناداری بین اختلاف میانگین های قبل و بعد از تمرین در غلظت تستوسترون و کورتیزول سرم و نسبت بین آنها بین دو جلسه تمرین با دو شدت مختلف مشاهده نشد ($P \geq 0/05$).

واژگان کلیدی: تستوسترون، کورتیزول، فعالیت هوازی، شدت زیر بیشینه، آنابولیک و کاتابولیک.

مقدمه

سلامتی نعمتی است که قدر آن را نمی دانیم و باید در حفظ و نگهداری آن کوشا باشیم (۲۱). هر ساله بیماریهای مختلف جان افراد بیشماری را می گیرد و هزینه های هنگفتی را بر اقتصاد خانواده ها تحمیل می کند، مخصوصاً در سنین کهولت که بدن به علت فرسودگی توانایی مقابله با شرایط سخت، فشارها و استرس های روزمره را از دست داده و سیستم دفاعی بدن ضعیف شده اند. امروزه، تغییر تفریحات کودکان از بازیهای دسته جمعی که همراه با فعالیت های بدنی بوده اند، به بازیهای رایانه ای و نشستن های طولانی مدت بر روی صندلی، رژیم ذایی نامناسب کودکان و اضافه وزن بی رویه، همچنین مشاغل پشت میز نشینی باعث شده اند ناهنجاریها و مشکلات زیادی در وضعیت بدنی افراد جوان جامعه پدید آید (۲۱). ورزش سالمترین، مفرح ترین و کم هزینه ترین را پیشگیری و مقابله با امراض گوناگون و همچنین حفظ سلامت و تقویت قوای جسمانی می باشد. با توجه زندگی آپارتمانی و کاهش فضاهای باز، تغییرات شرایط آب و هوایی و همچنین آلودگی هوا و شلوغی معابر، کمبود و یا در دسترس نبودن اماکن ورزشی و پارکها، کمبود وقت و صرفه جویی در هزینه ها، طراحی و ساخت دستگاههایی که ورزش های مختلف را شبیه سازی می کنند، کمک شایانی به انجام تمرینات ورزشی در محیط های کوچک و در زمانهای مرده و بهترین شکل ممکن، کرده است (۲۱). با توجه به هزینه های سنگینی که هر ساله به امور درمانی اختصاص می دهیم تهیه دستگاهی مناسب و متناسب با شرایط بدنی و سوابق بیماری هایمان و انجام تمرینات مداوم و رعایت نکات ذکر شده در مورد آنها، نه تنها هزینه ای اضافه نمی باشد، بلکه باعث کمک به اقتصاد خانواده ها می گردد. مناسب ترین و راحت ترین و ساده ترین ورزش، پیاده روی است (۲۱). تنها مشکل پیاده روی نیاز به فضایی است که بتوان در آن مسافتی را پیمود. با توجه به زندگی آپارتمانی امروز و کمبود وقت برای بیرون رفتن، بهترین انتخاب ما برای ورزش کردن تهیه دستگاهی می باشد. که بتوان به وسیله آن، دویدن و راه رفتن را در فضایی کوچک انجام داد. این دستگاه نوارگردان^۱ این امکان را به ما می دهد که حتی در حین فیلم دیدن یا تلفن کردن نیز ورزش کنیم. در ضمن پوشش خاصی برای تمرین به اینگونه دستگاهها نیاز نمی باشد. این دستگاهها امکان استفاده از وقت های مرده را نیز برای ورزش کردن به ما داده اند (۲۱).

کورتیزول، اصلی ترین گلوکوکورتیکوئید در انسان، یک هورمون کاتابولیک ترشح شده از قشر غده فوق کلیه در پاسخ به استرس های فیزیولوژیکی و روانی است (۱۶). ترشح و آزاد سازی کورتیزول بوسیله هورمون آدرنوکورتیکوتروپیک ACTH که خود از غده هیپوفیز ترشح می شود تحریک می شود (۱۶). پژوهشها نشان می دهد که ترشح کورتیزول با شدت ورزش افزایش می یابد. پژوهشگران گزارش کرده اند که عواملی مانند شدت ورزش (بیش از ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی)، تغییرات حجم پلاسما و خون (۱۶)، تغییرات درجه حرارت بدن (۶) و فشارهای روانی ناشی از فعالیت و شدت ورزشی (۱۶)، غلظت کورتیزول سرم را در ورزشکاران تحت تأثیر قرار می دهد. رادولف و همکاران (۱۹۹۸)، در تحقیق بر روی ۱۳ دوند که به مدت ۳۰ دقیقه روی نوارگردان با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی دویدند، افزایش غلظت کورتیزول آنها را گزارش کردند (۲۲). ارتباط کورتیزول با شدت ۷۰ و ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه به ویژه هنگام فعالیت با نوارگردان، به خوبی روشن نشده اما پژوهش های اندکی وجود ارتباط معنی دار بین کورتیزول با شدت های زیر بیشینه با نوارگردان را گزارش کرده اند (۲۷). تستوسترون یک هورمون آنابولیک است که ساخت پروتئین عضلانی (۱۶)،

برداشت داخل عضلانی آمینو اسید (۱۱،۲۶) و هیپرتروفی عضلانی به دنبال تمرین (۱۱،۲۶) را افزایش می دهد. تستوسترون در قشر غده فوق کلیه، بیضه ها در مردان و تخمدان ها در زنان تولید می شود و برای رشد طبیعی ضروری می باشد (۱۶). البته نشان داده شده است غلظت سرمی تستوسترون در حین یک فعالیت پر فشار، بالا می رود و تا نیم الی یک ساعت بعد از پایان نیز همچنان بالا می ماند. بعد از دوره های پر فشار از تمرینات استقامتی دیده شده در بعضی روزها تغییرات هورمونی تا ۱۲ ساعت باقی می ماند. در تحقیق بر روی ۴۵ مرد سالم که به مدت ۶۰ تا ۹۰ دقیقه به فعالیت هایی (دویدن، روئینگ، دوچرخه سواری) با شدت های ۶۵ تا ۷۵ درصد حد اکثر اکسیژن مصرفی پرداختند، کاهش غلظت تستوسترون آنها را گزارش کرده اند (۲۵). نسبت تستوسترون به کورتیزول به عنوان تعادل آنابولیک - کاتابولیک استفاده می شود (۱۶). این نسبت برای ارزیابی واکنش های تمرینی و پیش بینی توانایی عملکردی بدن مورد استفاده قرار می گیرد (۱۶). با توجه به شدت و مدت فعالیت، تغییرات موقتی در تعادل آنابولیک - کاتابولیک ایجاد می شود. تمرینات تکراری سخت و طاقت فرسا بدون داشتن ریکاوری کافی و مناسب می تواند بی نظمی و آشفتگی طولانی در تعادل آنابولیک - کاتابولیک ایجاد کند (۱۶). همچنین این نسبت متناسب با افزایش شدت و مدت تمرینات فیزیکی کاهش می یابد (۱۶). هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر شدت های مختلف فعالیت هوازی زیر بیشینه بر نسبت تستوسترون به کورتیزول سرم در مردان جوان فعال بود.

روش شناسی

مواد و روشها

شرکت کنندگان

شرکت کنندگان در این پژوهش شامل ۹ مرد جوان فعال شهر تهران با میانگین سنی $24/11 \pm 3/88$ سال، قد $178/77 \pm 6/47$ سانتیمتر، وزن $72/77 \pm 10/12$ کیلوگرم، شاخص توده بدنی $22/98 \pm 2/25$ کیلوگرم بر مجذور قد به متر و حداکثر اکسیژن مصرفی $44/88 \pm 4/80$ میلی لیتر در کیلوگرم در دقیقه بودند. با اعلام فراخوان در سطح دانشگاه های تهران و بیان اهداف پژوهش، ۹ مرد جوان فعال واجد شرایط و داوطلب شرکت در پژوهش که در سه سال گذشته، سه جلسه در هفته فعالیت بدنی منظم داشته اند به صورت هدفمند انتخاب و در دو جلسه فعالیت شرکت کردند. قبل از انجام پژوهش، در مورد چگونگی اجرای پژوهش توضیح کامل به آنها داده شد، سپس شرکت کنندگان فرم رضایت نامه کتبی را مطالعه و امضاء نمودند. آنها سابقه هیچگونه بیماری نداشتند و سلامت آنها توسط پزشک تأیید شد.

برنامه تمرینی

ابتدا شرکت کنندگان در سالن سنجش مجموعه آکادمی ملی المپیک ایران حضور یافتند و با استفاده از آزمون بروس (۱۸) روی نوار گردان توان هوازی آنها در حضور پزشک ارزیابی شد. بعد از ۴۸ ساعت شرکت کنندگان در اولین جلسه تمرین حاضر شدند و بدین ترتیب ۲ جلسه تمرین با فاصله ۴۸ ساعت از یکدیگر برگزار شد. ۲ جلسه فعالیت شامل ۲۵ دقیقه فعالیت هوازی با دو شدت ۷۰ و ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب و برای هر شدت، فعالیت با نوارگردان بود. حداکثر ضربان قلب با استفاده از معادله (سن $\times 0/7$) - ۲۰۸ (۲۳) به دست آمد. زمان فعالیت تمام شرکت کنندگان یکسان و در ساعت ۱۴ بود. شرکت کنندگان در بین جلسات تمرین از انجام هر گونه فعالیت بدنی اجتناب کردند.

نمونه گیری خونی و تجزیه و تحلیل هورمونی

قبل و بلافاصله بعد از هر جلسه فعالیت، نمونه خونی جمع آوری می شد. شرکت کنندگان در یک وضعیت ثابت و نشسته قرار گرفته و از ورید میانی (باسلیک) با سرنگ ۵ سی سی خون گیری به عمل آمد. نمونه های جمع

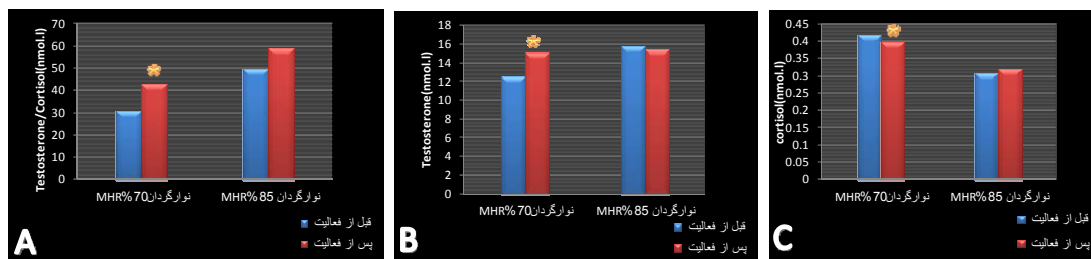
آوری شده داخل لوله های استریل حاوی K3EDTA ریخته شد. لوله های هیپارینه و EDTA درون یخ قرار می گرفت، و سپس تا چند دقیقه در دمای محیط باقی ماند، سپس توسط سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه با دور RPM ۳۵۰۰، سرم از پلاسما جدا شد. نمونه ها بلافاصله پس از جمع آوری در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد تا رسیدن نمونه ها به آزمایشگاه نگهداری شدند. غلظت تستوسترون سرمی با روش کمیلومینسانس با استفاده کیت دیاسورین آمریکا با میزان حساسیت ۰/۰۵ نانو گرم بردسی لیتر و دقت ۰/۲۶ نانو گرم بر دسی لیتر و غلظت کورتیزول سرمی با روش رادیوایمونواسی با استفاده از کیت ایمونوتک فرانسه با میزان حساسیت ۲۰ میکرو گرم بر دسی لیتر و دقت ۱۰ میکرو گرم بر دسی لیتر مورد سنجش قرار گرفتند. نسبت تستوسترون به کورتیزول نیز بعد از تبدیل هم تستوسترون از واحد نانوگرم بر دسی لیتر و هم کورتیزول از واحد میکرو گرم بر دسی لیتر به نانو مول بر لیتر و تقسیم مقادیر بدست آمده تستوسترون بر مقادیر کورتیزول محاسبه شد. برای تبدیل واحد تستوسترون از فرمول $3.47 \times \frac{T}{100}$ که ۳/۴۷ عدد ثابت و برای تبدیل واحد کورتیزول از فرمول مقدار کورتیزول $\times 0.276$ که در اینجا نیز 0.276 عدد ثابت بود.

روش های آماری

در پژوهش حاضر ابتدا از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده ها و تعیین آزمون آماری از نوع پارامتریک یا ناپارامتریک استفاده شد که نتایج این آزمون نشان داده ها دارای توزیع طبیعی هستند. پس از برقراری مفروضه های استفاده از آمار پارامتریک، به منظور درک تفاوت برای هر متغیر، بین پس آزمون های جلسات فعالیت به منظور آزمون اثر شدت فعالیت، مقادیر پیش آزمون، پس آزمون، و اختلاف این دو مقدار، متغیر های هورمونی محاسبه شدند؛ سپس با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. کرویت داده ها توسط آزمون، همزمان با اجرای تحلیل واریانس تأیید شد. در صورت مشاهده تفاوت معنی دار، برای درک محل تفاوت های معنادار، مدل T استیودنت با اصلاحیه بونفرونی مورد استفاده قرار گرفت. به همراه ارائه سطوح معنی داری تحلیل واریانس، توان آزمون، و اندازه اثر نیز بررسی شد. تمامی داده ها با میانگین انحراف استاندارد (\pm) گزارش شده اند. برای آنالیز آماری نمونه ها از نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام شد. سطح معناداری برای تعیین اختلافات نمونه گیری ها ($P \leq 0.05$) در نظر گرفته شد.

یافته

غلظت تستوسترون و نسبت تستوسترون به کورتیزول سرم در هر جلسه تمرین با شدت ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب بطور معنادار افزایش یافتند ($P \leq 0.05$). اما غلظت کورتیزول سرم بطور معنادار کاهش یافت ($P \leq 0.05$). بعد از فعالیت با شدت ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب نیز در هر سه متغیر مورد مطالعه تفاوت معنادار مشاهده نشد ($P \geq 0.05$). همچنین غلظت تستوسترون و کورتیزول سرم و نسبت تستوسترون به کورتیزول سرم بین دو شدت ۷۰ و ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب، معنادار نبود ($P \geq 0.05$). از آنجائیکه تفاوت معناداری بین اختلاف میانگین های قبل و بعد از تمرین در غلظت تستوسترون و کورتیزول سرم و نسبت بین آنها بین دو جلسه تمرین با دو شدت مختلف مشاهده نشد ($P \geq 0.05$).



(C,B,A): میزان غلظت تستوسترون، کورتیزول سرم و نسبت تستوسترون به کورتیزول قبل و پس از دو جلسه فعالیت هوازی بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.

بحث و تفسیر

عملکرد اجرایی به توانایی های فیزیولوژیکی، فنی و روان شناختی آنها بستگی دارد (۱۶). تحقیقات بارها نشان داده که فرآیند مربوط به فیزیولوژی اساسا در واکنش به سختی و شدت فعالیت ها اتفاق می افتد نه حجم و مقدار فعالیت ها (۱۶). ورزش و تمرین یک محرک فیزیولوژی می باشد که اثرش را روی غده فوق کلیوی، غده هیپوفیز، غده هیپوتالاموس نشان می دهد (۱۶). این موضوع ثابت شده است که ایجاد تغییرات در فعالیت غده ترشحی به علت پاسخ به تمرینات با شدت و حجم کار عضلانی ارتباط نزدیک دارد (۱۶).

مکانیسم تغییرات تستوسترون متعاقب تمرینات ورزشی به درستی معلوم نیست (۱) اما مکانیسم های احتمالی در خصوص توجیه این تغییرات مطرح شده است یکی از این مکانیسم های مطرح شده، تغییرات حجم خون یا شیفیت خونی می باشد (۹). اگر در اثر فعالیت بدنی حجم خون کاهش یابد این احتمال وجود دارد که غلیظ شدن حجم خون موجب افزایش مجازی غلظت هورمونها گردد (۹،۱۴). به همین دلیل بایستی تغییرات هموگلوبین به موازات تغییرات هورمونی مورد اندازه گیری قرار گیرد تا اثر خالص تغییرات هورمونی مشخص شود. در مطالعه حاضر افزایش در غلظت هموگلوبین مشاهده شد لذا می توان نتیجه گرفت که افزایش در غلظت تستوسترون در این تحقیق می تواند وابسته به تغییرات حجم خونی باشد. از طرف دیگر شدت تمرین می تواند موجب افزایش ترشح تستوسترون گردد (۱۴). بادی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که غلظت تستوسترون سرم بعد از فعالیت با شدت ۷۰ و ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه افزایش معنادار داشته (۵). تانسکانن و همکاران (۲۰۱۰) افزایش غلظت تستوسترون را طی چهار هفته و افزایش غلظت تستوسترون را طی هشت جلسه تمرین با شدت زیر بیشینه ۷۰ درصد را گزارش کردند (۲۴). لازم به ذکر است که در تحقیق حاضر تمرین با دو شدت زیر بیشینه انجام شد لذا یکی از دلایل تغییر در غلظت تستوسترون را به شدت زیر بیشینه تمرین نسبت داد. همچنین تغییر در میزان ترشح و متابولیسم تستوسترون نیز از دیگر عوامل اثرگذار بر پاسخ هورمونی به ورزش است (۹).

در مطالعه حاضر غلظت کورتیزول در پاسخ به فعالیت با دو شدت از یک روند کاهشی برخوردار بود، این یافته با نتایج حاصل از تغییرات کورتیزول در پاسخ به فعالیت با شدت زیر بیشینه همسو بود با بادی و همکاران، تانسکانن و همکاران (۲۰۱۰). ثابت شده پاسخ کورتیزول به فعالیت بدنی تابعی شدت (۵) و مدت (۴) فعالیت است. در گذشته آستانه شدت فعالیت بدنی که موجب ترشح کورتیزول می شود را شدتی برابر ۵۰ و ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی تعیین نموده بودند، اما اخیرا این شدت را حدود ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی گزارش نموده اند (۶). حتی گزارش شده فعالیت با شدت پایین اگر در زمان طولانی انجام شود موجب افزایش غلظت کورتیزول می گردد (۴). که این نکته خود دلالت بر تأثیر مدت فعالیت بر ترشح کورتیزول دارد. یافته های حاضر مطابق با مطالعه ای که فقدان تغییر معناداری (۲۲) یا کاهش کورتیزول (۲۰) در پاسخ به فعالیت بدنی است. بعلاوه، نتایج افزایش ناچیز کورتیزول در این مطالعه، مطالعات پیشین (۱۵) درباره پاسخ کورتیزول به فعالیت را تأیید می کند. در مقابل، یافته هایی از مطالعه حاضر، کاهش معنادار کورتیزول به فعالیت زیر

بیشینه گزارش شده است (۷). از آنجائیکه شدت یک عامل اصلی در پاسخ کورتیزول به فعالیت است (۵) و استفاده کردن از مردان فعال جوان که متناسب با تمرین بودند یک عامل مؤثر در فقدان تغییر معنادار کورتیزول، امکان دارد که باشد، گزارش شده که پاسخ کورتیزول در ورزشکاران حرفه ای حساسیت کمتری دارد (۱۲). در مقابل، کارشناسان باور دارند که غده هیپوفیز آدرنال در ورزشکاران حرفه ای ممکن به افزایش پاسخ کورتیزول منتهی شود (۲۷). از آنجائیکه، زمان هم یک عامل تعیین کننده در ترشح کورتیزول است (۴). افزایش کورتیزول در فعالیتی که با شدت پایین تر ممکن است در طی مدت زمان طولانی تر باشد بنابراین، زمان در نظر گرفته شده در مطالعه حاضر ۲۵ دقیقه است. اگرچه، افزایش معنی دار در پاسخ کورتیزول به شدت تمرین گزارش شده (۸)، تعدادی از محققین اعتقاد دارند که شدت اثر کمتری بر ترشح کورتیزول دارد. گزارشی هم نشان می دهد که فشارهای تمرینی (۱۲) به افزایش کورتیزول منتهی می شود. پاسخ های کورتیزول به فشار فیزیولوژیکی ممکن از فشارهای روانی مختلف باشد (۱۰). قلۀ نوسانی در کورتیزول تا ۲ ساعت پس از فعالیت مشاهده شده (۸) در حالی که غلظت کورتیزول می تواند ساعتها بطور افزایشی تا ۲۴ ساعت ادامه می یابد. بادی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که غلظت کورتیزول سرم بعد از فعالیت با شدت ۷۰ و ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه کاهش معنادار داشته (۵). تانسکانن و همکاران (۲۰۱۰) کاهش غلظت کورتیزول را طی چهار هفته و افزایش غلظت کورتیزول را طی هشت جلسه تمرین با شدت زیر بیشینه ۷۰ درصد را گزارش کردند (۲۴). بنابراین یافته های مطالعه حاضر به دلیل اندازه گیری های کم، پاسخ کورتیزول را محدود ساخته. تغییرات کورتیزول جای بحث و تفسیر بیشتری را می طلبد. به تغییر در سطوح غلظتی کورتیزول با دید منفی نگاه شده است، اما فعالیت عضلانی مانع از بروز اثرات کاتابولیکی گلوکوکورتیکوئید ها در عضلات فعال می شود (۲۶). همچنین نقش کورتیزول را نباید در متابولیسم نادیده گرفت. با این حال، در تفسیر نتایج، عوامل تعدیل کننده ای مثل شدت، مدت، تغییر متابولیتها و سوبستراها، سازش پذیری ها یا عدم آن، گروه مورد مطالعه، احساسات، در دسترس بودن کربوهیدرات ها، شرایط محیطی مثل دما، توده عضلانی و ... نباید نادیده گرفته شود.

یافته های پژوهش حاضر نشان می دهد که نسبت تستوسترون به کورتیزول تحت تأثیر شدت فعالیت است، بنابراین فعالیت با شدت ۷۰ و ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه ممکن منجر به اختلال تعادل آنابولیک و کاتابولیک شود. عامل اصلی افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول در تمام جلسات افزایش بیشتر از تستوسترون بود در مقایسه با کورتیزول. مشابه افزایش گزارش شده در مطالعات دیگر (۲۸). گزارشی هم نشان داده که ورزش شدید منجر به افزایش حاد تستوسترون و کاهش آن از دقیقه ۶۰ تا ۶ ساعت پس از فعالیت شد (۳). این افزایش در تستوسترون در مطالعه حاضر مشاهده شد. یافته هایی از مطالعات حاضر در مقایسه با یافته هایی از مطالعات قبلی نشان می دهد که تستوسترون و کورتیزول تحت تأثیر شدت فعالیت (۵) هستند. افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول ممکن است استرس کمتر فیزیولوژیک را در پاسخ به انجام برنامه های تمرینی در این مطالعه را نشان می دهد. همانطور که قبلاً ذکر شد، این تغییرات بیشتر به دلیل افزایش قابل ملاحظه ای در تستوسترون و عدم تغییر قابل توجه کورتیزول است. احتمالاً مجموعه ای از شدت زیر بیشینه و مدت زمان کوتاه منجر به افزایش فرآیندهای آنابولیک شده یا جلوگیری از فعال شدن فرآیندهای کاتابولیک شده است. این یافته نشان می دهد که احتمالاً قدرت عضلانی با استفاده از شدت متوسط در فعالیت که نتیجه تحمل وزن (نوارگردان) بوده موجب فعال شدن مسیرهای آنابولیک گردد. در واقع افزایش تستوسترون در طی فعالیت بر نوارگردان با شدت ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه شواهدی بر این پدیده باشد. از آنجائیکه، نسبت تستوسترون به کورتیزول شاخص تعادل آنابولیک به کاتابولیک است. می توان پیشنهاد کرد که در مطالعات آینده همراه با اندازه گیری های نسبت تستوسترون به کورتیزول متابولیت های بیوشیمیایی هم اندازه گیری شود.

نتیجه گیری

تمرین با دو شدت زیربیشینه ۷۰ و ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب تفاوت معناداری در زمینه تاثیرات آنابولیک و کاتابولیک با هم ندارند. به هر صورت احتمال دارد تمرینات بیشینه و فوق بیشینه تاثیرات کاملاً متفاوتی بر پاسخ هورمون های آنابولیک و کاتابولیک داشته باشد.

منابع

1. Arce, J. C., & De Souza, M. J. (1993). Exercise and male factor infertility. *Sports Medicine*, 15, 146–169.
2. Ben-Aryeh H, Roll N, Lahav M, Dlin R, Hanne-Paparo N, Szargel R, Shein-Orr C, Laufer D. *Effect of Exercise on Salivary Composition and Cortisol in Serum and Saliva in Man*. *J Dent Res*. 1989 Nov;68(11):1495-7. PMID: 2584515 [PubMed - indexed for MEDLINE].
3. Bosco C, Tihanyl J, Rivalta L, Parlato G, Tranquilli C, Pulvirenti G, Foti C, Viru M, Viru A. *Hormonal responses in strenuous jumping effort*. *Jpn J Physiol*. 1996 Feb; 46(1):93-8. PMID: 8743723 [PubMed - indexed for MEDLINE].
4. Brandenberger G, Follenius M. (1975). *Influence of timing and intensity of muscular exercise on temporal pattern of plasma cortisol levels*. *J Clin Endocr Metab* 1975; 40 : 845 – 849.
5. Budde H, Voelcker-Rehage C, Pietrassyk-Kendziorra S, Machado S, Ribeiro P, Arafat AM. *Steroid hormones in the saliva of adolescents after different exercise intensities and their influence on working memory in a school setting*. *Psychoneuroendocrinology*. 2010 Apr; 35(3):382-91. Epub 2009 Aug 27. PMID: 19716238 [PubMed - indexed for MEDLINE].
6. Butki BD, Rudolph DL, Jacobsen H. (2001). *Self-efficacy, state anxiety, and cortisol responses to treadmill running*. *Percept Mot Skills* 2001; 92: 1129 – 1138. PMID: 11565921 [PubMed - indexed for MEDLINE].
7. Doan BK, Newton RU, Kraemer WJ, Kwon YH, Scheet TP. *Salivary Cortisol, Testosterone, and T/C Ratio Responses during a 36-hole Golf Competition*. *Int J Sports Med*. 2007 Jun; 28(6):470-9. Epub 2006 Nov 16. PMID: 17111317 [PubMed - indexed for MEDLINE].
8. Duclos M, Corcuff JB, Arsac L, Moreau-Gaudry F, Rashedi M, Roger P, Tabarin A, Manier G. *Corticotroph axis sensitivity after exercise in endurance-trained athletes*. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 1998 Apr; 48(4):493-501. PMID: 9640417 [PubMed - indexed for MEDLINE].
9. Fahrner. C. L; Hackney. A. C; 1998. Effects of endurance exercise on free testosterone concentration and the binding affinity of Sex hormone binding globulin. *Int. J. Sports. Med*. 19: 12 – 15.
10. Filaire E, Filaire M, Le Scanff C. *Salivary cortisol, heart rate and blood lactate during a qualifying trial and official race in motorcycling competition*. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007 Dec; 47(4):413-7. PMID: 18091680 [PubMed - indexed for MEDLINE].
11. Hackney AC. *The male reproductive system and endurance exercise*. *Med Sci Sports Exerc*. 1996 Feb;28(2):180-9. PMID: 8775152 [PubMed - indexed for MEDLINE].
12. Haneishi K, Fry AC, Moore CA, Schilling BK, Li Y, Fry MD. *Cortisol and stress responses during a game and practice in female collegiate soccer players*. *J Strength Cond Res*. 2007 May; 21(2):583-8. PMID: 17530979 [PubMed - indexed for MEDLINE].
13. Henning Budde, Sascha Pietrassyk-Kendziorra, Sebastian Bohm, Claudia Voelcker-Rehage *Hormonal response to physical and cognitive stress in a school setting*. *Neuroscience Letters* 474 (2010) 131–134.
14. Kuoppa Sulmi. K. Naveri. Har Konen. M; Adlercreutz. H; 1980. Plasma Cortisol, Androstendione, Testosterone and luteinizing Hormone in Running Exercise of Different Intensities. *Scand J. Clin Lab. Invest*. 40: 403 – 409.
15. Lusa Cadore E, Lhullier FL, Arias Brentano M, Marczwski Da Silva E, Bueno Ambrosini M, Spinelli R, Ferrari Silva R, Martins Krueh LF. *Salivary hormonal responses to resistance exercise in trained and untrained middle-aged men*. *J Sports*.
16. Majumdar P., Srividhya S., Mandal M., Kalinski M.I. 2010. Response of selected hormonal markers during training cycles on Indian female swimmers. *Biology of Sport*;27:53-57.

17. Maud, P. J., & Foster, C. (1995). *Physiological assessment of human fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics.
18. *Med Phys Fitness*. 2009 Sep; 49(3):301-7. PMID: 19861937 [PubMed - indexed for MEDLINE].
19. Moreira A, Arsati F, de Oliveira Lima Arsati YB, da Silva DA, de Araújo VC. *Salivary cortisol in top-level professional soccer players*. *Eur J Appl Physiol*. 2009 May; 106(1):25-30. Epub 2009 Jan 22. PMID: 19159948 [PubMed - indexed for MEDLINE].
20. Rahman ZA, Abdullah N, Singh R, Sosroseno W. *Effect of acute exercise on the levels of salivary cortisol, tumor necrosis factor and nitric oxide*. *J Oral Sci*. 2010; 52(1):133-6. PMID: 20339244 [PubMed - indexed for MEDLINE].
21. Robimax co. Ltd, seller, Manufactur 2000 as seen on tv products, sports items, fitness items, exercise equipment, suppliers.
22. Rudolph DL, McAuley E. *Cortisol and affective responses to exercise*. *J Sports Sci*. 1998 Feb; 16(2):121-8. PMID: 9531001 [PubMed - indexed for MEDLINE].
23. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. *Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited*. *J Am Coll Cardiol*. 2001 Jan; 37(1):153-6. PMID: 11153730 [PubMed - indexed for MEDLINE].
24. Tanskanen MM, Kyröläinen H, Uusitalo AL, Huovinen J, Nissilä J, Kinnunen H, Atalay M, Häkkinen K. *Serum Sex Hormone-Binding Globulin and Cortisol Concentrations are Associated With Overreaching During Strenuous Military Training*. 2010 Jun 10. [Epub ahead of print].
25. Truls Raastad, Trine Bjoro, Jostein Hallen . 2000. *Hormonal responses to high – and moderate – intensity strength exercise*. *Eur J Appl Physiol*. 82: 121 – 128.
26. Varrick E, Oopik A, and Viru M.,(1992). *Exercise-induced catabolic response to various muscle fibers*. *Canad J Sport sci* 1992; 17:125-8. PMID: 1324105 [PubMed - indexed for MEDLINE].
27. Viru, A. 1992. *Mechanism of general adaptation*. *Medical Hypothesis* 38:296-300. *Med Hypotheses*. 1992 Aug;38(4):296-300.
28. Wilkerson JE, Horvath SM, Gutin B. *Plasma testosterone during treadmill exercise*. *J Appl Physiol*. 1980 Aug;49(2):249-53. PMID: 7400007 [PubMed - indexed for MEDLINE].