

## The effect of the sequence of movements during resistance exercise on the response of testosterone and cortisol hormones and the ratio between them in untrained young men

## اثر ترتیب حرکات طی فعالیت مقاومتی بر پاسخ هورمون های تستوسترون و کورتیزول و نسبت بین آنها در مردان جوان تمرین نکرده

\* پگاه هوشنگی

\* Pegah Hooshangi

PhD student, Department of Sports Physiology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

یاسر کاظم زاده

Yaser Kazemzadeh

Department of Physical Education and Sport Science, Kharazmi University, Tehran, Iran.

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

حدیث حداد

Hadis Haddad

Department of Physical Education and Sport Science, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Islamshahr, Iran.

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران.

چکیده

### Abstract

**Aim:** The most important purpose of the present study was to investigate the effect of different arrangements of movements in resistance training on the response of cortisol and testosterone hormones to a resistance activity session. **Methods:** 12 healthy young men aged 19 to 25 who had no history of weight training randomly participated in 3 sessions of resistance exercise with the same exercise variables. The only manipulated variable in this research was the order of movements, which is known as the arrangement of movements in resistance training. First, by performing the test of one maximum repetition in chest press, front arm with barbell, back arm with barbell and lateral stretching from above in the upper body and leg press, front leg, back leg and calf curl in the lower body, the subjects' maximum strength The evaluation and its results were recorded. With an interval of 1 week, the subjects performed three sessions of resistance activity, in which the activity intensity was 75% of a maximum repetition with the number of 8 to 12 maximum repetitions in three sets in each movement with a time interval of a minute rest between turns and two minutes' rest between The moves were made. In the first session, the movements were performed as upper body-lower body, the second session was performed in reverse order, and the third session was performed as one in between. 15 minutes before and immediately after the end of all three sessions of resistance sports activity, blood samples were taken from the subjects, and the levels of cortisol and testosterone hormones were measured and the results were analyzed using variance analysis with repeated measures at  $0.05 \geq p$  level. **Results:** The results showed that the change in the arrangement of the movements does not cause a change in the response of cortisol and testosterone to a resistance activity session (respectively,  $P=0.118$  and  $P=0.343$ ), but the change in the order of the movements when the arrangement of the movements is in the middle of Upper body and lower body movements had the best ratio between cortisol and testosterone ( $P=0.028$ ). **Conclusion:** The results of this research showed that changing the order of movements in the form of one upper body movement and one lower body movement can improve the ratio between testosterone and cortisol concentrations at the end of a training session.

**هدف:** هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر آرایش مختلف حرکات در تمرین مقاومتی بر پاسخ هورمون های کورتیزول و تستوسترون به یک جلسه فعالیت مقاومتی در مردان جوان تمرین نکرده بود. **روش:** تعداد ۱۲ مرد جوان سالم ۱۹-۲۵ سال بدون سابقه تمرین با وزنه به صورت تصادفی در ۳ جلسه فعالیت مقاومتی با اعمال یکسان متغیرهای تمرین شرکت کردند. تنها متغیر مورد دستکاری در این تحقیق ترتیب حرکات بود که به عنوان آرایش حرکات در تمرین مقاومتی شناخته می شود. ابتدا با انجام آزمون یک تکرار بیشینه در حرکات پرس سینه، جلو بازو با هالتر، پشت بازو با هالتر و کشش جانبی از بالا در بخش بالاتنه و پرس پا، جلو پا، پشت پا و بلند کردن ساق پا در بخش پایین تنه، قدرت بیشینه آزمودنی ها ارزیابی و نتایج حاصل از آن ثبت شد. با فاصله ۱ هفته آزمودنی ها سه جلسه فعالیت مقاومتی را اجرا کردند که در آن شدت فعالیت ۷۵٪ یک تکرار بیشینه با تعداد ۸ تا ۱۲ تکرار بیشینه در سه ست در هر حرکت با فاصله زمانی یک دقیقه استراحت بین نوبت ها و دو دقیقه استراحت بین حرکات انجام شد. در اولین جلسه حرکات به صورت بالاتنه-پایین تنه، جلسه دوم با ترتیب عکس و جلسه سوم به صورت یک درمیان انجام شد. ۱۵ دقیقه قبل و بلافاصله پس از پایان هر سه جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی از آزمودنی ها نمونه گیری خون به عمل آمد و مقادیر هورمونهای کورتیزول و تستوسترون اندازه گیری و نتایج با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه های تکراری در سطح  $P \leq 0.05$  مورد بررسی قرار گرفت. **یافته ها:** نتایج نشان داد تغییر در آرایش حرکات تغییری در پاسخ کورتیزول و تستوسترون به یک جلسه فعالیت مقاومتی ایجاد نمی کند (به ترتیب،  $P=0.118$  و  $P=0.343$ ) اما تغییر در ترتیب حرکات در زمانی که آرایش حرکات به صورت یک درمیان از حرکات بالاتنه و پایین تنه بود، دارای بهترین نسبت بین کورتیزول و تستوسترون بود ( $P=0.028$ ). **نتیجه گیری:** در نهایت می توان گفت تغییر در ترتیب حرکات به صورت انجام حرکات به صورت یک حرکت بالاتنه و یک حرکت پایین تنه میتواند نسبت بین غلظت های تستوسترون به کورتیزول را در پایان یک جلسه تمرین بهبود بخشد.

**Keywords:** resistance training, sequence of movements, testosterone, cortisol.

**واژگان کلیدی:** تمرین مقاومتی، ترتیب حرکات، هورمون آنابولیک، هورمون کاتابولیک.

\* نویسنده مسئول Pegahhooshangi@gmail.com

پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۲

دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۴



## مقدمه

فعالیت‌های مقاومتی یکی از دو نوع فعالیت ورزشی رایج در بین ورزشکاران و غیرورزشکاران است که به دلیل نتایج ملموس ظاهری آن طرفداران زیادی در بین افراد عادی جامعه دارد. فعالیت مقاومتی به فعالیت‌هایی گفته می‌شود که در آن عضلات در برابر یک نیروی خارجی نیرو اعمال می‌کنند (کریمر و راتامس، ۲۰۰۴). این فعالیت‌ها منجر به پاسخ‌های متنوعی در پایان جلسه فعالیت می‌شود و در صورتی که این فعالیت در قالب یک برنامه تمرینی انجام شود (تمرین مقاومتی) منجر به سازگاری‌های ویژه‌ای متناسب با ویژگی‌های فعالیت می‌شود. این ویژگی‌ها همان متغیرهای فعالیت هستند که با تغییر در آنها پاسخ به فعالیت و نهایتاً سازگاری با تمرین مقاومتی تغییر می‌کند و یک برنامه تمرینی جدید شکل می‌گیرد. در حال حاضر محققین در حال بررسی تاثیر تغییر در هر یک از این متغیرها هستند (سیمائو و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به گستردگی این متغیرها و وابستگی آنها به هم، تعیین آثار دقیق هر یک از آنها بر سازگاری‌های تمرین مقاومتی کار دشواری است.

یکی از متغیرهای تمرین مقاومتی ترتیب حرکات است که به طور کلی به عنوان آرایش تمرین بررسی می‌شود (آنتاهینن و همکاران، ۲۰۰۳؛ گوتو و همکاران، ۲۰۰۸). تغییر در ترتیب حرکات موجب تحت تاثیر قرار گرفتن نتایج حاصل از فعالیت مقاومتی می‌شود. در توجیه این تاثیرات مکانیسم‌هایی مطرح شده‌اند که یکی از آنها تحت تاثیر قرار گرفتن پاسخ هورمونی به برنامه‌های مختلف فعالیت مقاومتی است.

تمرینات مقاومتی تحریکی برای افزایش کوتاه مدت برخی از هورمون‌های در گردش مثل تستوسترون، هورمون رشد، فاکتور رشد شبه انسولینی - ۱ و کورتیزول است (کریمر و همکاران، ۲۰۰۳). افزایش غلظت این هورمون‌ها همراه با افزایش تعداد گیرنده‌های هورمونی سلولها به خصوص سلولهای عضلانی فعال در تمرین، تعامل میان این گیرنده و هورمون‌ها را افزایش و گردش پروتئین عضلات پس از فعالیت مقاومتی را افزایش می‌دهند (کریمر و همکاران، ۲۰۰۴). افزایش غلظت هورمونهای تستوسترون، هورمون رشد، فاکتور رشد شبه انسولین-۱ (IGF) در انسان باعث افزایش ساخت پروتئین عضلات و بهبود حجم عضلات می‌شوند (کریمر و همکاران، ۲۰۰۳)؛ از سوی دیگر کورتیزول تاثیرات کاتابولیکی بر پروتئین‌های میوفیبریلی دارد و ساخت پروتئین عضلانی را کاهش می‌دهد. علاوه بر موارد ذکر شده پاسخهای هورمونی نقش مهمی در رشد سایر بافتها و نیز تنظیم متابولیسم و نیز فراهم سازی مواد اولیه جهت تولید انرژی در زمان بازیابی پس از فعالیت دارند (کریمر و همکاران، ۲۰۰۴). در همین رابطه، مطالعات متعدد نشان داده‌اند که پاسخ‌های هورمون رشد به فعالیت و یا تغییر در میزان استراحتی

1. Kraemer & Ratamess
2. Simão et al
3. Ahtiainen et al
4. Goto et al
5. Kraemer et al

غلظت تستوسترون و کورتیزول و همچنین نسبت بین تستوسترون و کورتیزول با تغییرات ایجاد شده در اندازه عضلات و افزایش قدرت ناشی از تمرینات مقاومتی همبستگی بالایی دارد (سیمائو و همکاران، ۲۰۰۷). پروتکل های مختلف تمرینات مقاومتی ابعاد مختلفی از سیستم عصبی-عضلانی مانند بیشینه قدرت، هایپرتروفی عضلانی، استقامت در قدرت و ... را توسعه می دهند. این پروتکل ها که تفاوت آنها در برخی از متغیرهای تمرین مثل شدت تمرین، زمان استراحت بین ستها، تعداد ست ها، حجم تمرین و ... است، موجب پاسخها هورمونی متفاوتی در ورزشکاران می شوند. برای مثال پروتکل های تمرینی که برای افزایش حجم عضلانی مورد استفاده قرار می گیرند موجب بالاترین افزایش غلظت هورمون های رشد و کورتیزول در مقایسه با سایر پروتکل ها می شوند (آنتاهین و همکاران، ۲۰۰۳)، این در حالی است که استفاده از پروتکل های مختلف تفاوت چندانی را در غلظت تستوسترون ایجاد نمی کنند (آنتاهین و همکاران، ۲۰۰۳).

یکی از متغیرهای مهم موثر در برنامه های تمرین مقاومتی، ترتیب یا آرایش حرکات است، چرا که به خوبی نشان داده شده است ترتیب انجام حرکات در یک برنامه تمرین مقاومتی بر پاسخ هورمونی ناشی از فعالیت موثر است، به گونه ای که اگر حرکات چند مفصله که عضلات بزرگ بدن را بکار می گیرند، در ابتدای جلسه تمرین انجام شوند، موجب ایجاد محیط هورمونی مناسب تری خواهند شد (برد و همکاران، ۲۰۰۵). این موضوع موجب می شود تا عضلات درگیر در حرکاتی که در ادامه جلسه فعالیت انجام می شوند، تحت تاثیر محیط هورمونی بهتر، پاسخ قوی تری به فعالیت بدهند (بلزا و همکاران، ۲۰۰۹). برای مثال در صورتی که حرکت اسکات در ابتدای یک جلسه فعالیت مقاومتی انجام شود در مقایسه با زمانی که این حرکت در انتهای جلسه تمرین انجام شود، موجب پاسخ هورمونی شدیدتری (در مورد هورمونهای رشد، تستوسترون) می شود که دسترسی سایر عضلاتی که در ادامه فعالیت بکار گرفته می شوند را به هورمونهای مورد اشاره افزایش می دهد (راستاد و همکاران، ۲۰۰۰). از طرفی هورمون کورتیزول از جمله هورمون های کاتابولیک است که افزایش آن در گردش خون منجر به فراخوان منابع انرژی در زمان فعالیت بدنی میشود. مدت و شدت فعالیت از جمله مهمترین محرک های این هورمون هستند. از این رو مطالعه حاضر در پی پاسخ به این سوال بود که کدام آرایش تمرینی می تواند پاسخ هورمونی بهتری را در مورد دو هورمون تستوسترون، کورتیزول و نسبت بین آنها ایجاد کند؟

## مواد و روشها

جامعه آماری تحقیق حاضر را مردان جوان تمرین نکرده در بازه سنی بین ۱۹-۲۵ سال تشکیل می دادند که از بین این جامعه تعداد ۱۱ نفر از آنان از طریق فراخوان های اعلام شده، به صورت داوطلبانه برای حضور در فرایند تحقیق اعلام آمادگی کردند.



شرایط ورود به تحقیق شامل: نداشتن هیچگونه سابقه تمرین با وزنه، عدم استفاده از هیچ گونه مکمل غذایی و ورزشی، عدم استفاده از دارو های نیرو زا و داروهای هورمونی، عدم استعمال دخانیات و الکل، نداشتن سابقه هر گونه بیماری نظیر آسم، بیماری های قلبی و خونی و ... بود. مهمترین شرایط کنترل شده در مورد آزمودنی ها عدم ابتلای آنان به بیماری های مربوط به غدد درون ریز و اختلالات هورمونی بود. شرایط خروج آزمودنی ها از تحقیق نیز عدم تحقق شرایط حاضر در هر مرحله از تحقیق بود که منجر به حذف آزمودنی ها از تحقیق می شد. کلیه آزمودنی ها پیش از شروع پروتکل تمرینی، در یک کلاس توجیهی شرکت و با شرایط شرکت در این پژوهش، خطرات احتمالی، تعهداتی که می باید تا پایان پروتکل تمرین به محقق بدهند، آگاهی کامل یافتند. قبل از شروع انجام تحقیق از افراد خواسته شد تا در صورت تمایل و اعلام موافقت آگاهانه، با تکمیل رضایت نامه در تحقیق شرکت کنند. روند اجرای تمرینات به طور کامل و شفاف توضیح داده شد و به آزمودنی ها شرح داده شد که این تحقیق چه از نظر مداخله و چه از نظر روش های ارزیابی خطر و آسیبی ندارد. آزمودنی ها در هر مرحله از تحقیق قادر بودند تا به هر علتی تحقیق را ترک کنند. در مرحله بعد یک هفته قبل از شروع پروتکل تمرین، ارزیابی های آنترپومتریکی و فیزیولوژیک شامل قد، وزن از آزمودنی ها به عمل آمد و پس از آن تمام آنها جهت تعیین حداکثر قدرت در ۶ حرکت منتخب در اتاق وزنه واقع در سالن بدنسازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر پیش از آزمون به عمل آمده و بیشینه قدرت آنان شامل یک تکرار بیشینه در هر حرکت ثبت شد. نمونه ها پس از تکمیل فرم اولیه انتخاب، در یک جلسه توجیهی شرکت و با تمام مراحل تحقیق آشنا شدند و رضایت کامل خود را برای شرکت در مطالعه اعلام کردند. سایر ویژگی های دموگرافیک آزمودنی ها در جدول ۱ نشان داده شده است:

جدول ۱. ویژگی های عمومی آزمودنی ها

متغیر	کمیت
تعداد آزمودنی ها (نفر)	۱۱
توده بدنی (کیلوگرم)	$68.28 \pm 5.98$
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر توان دوم قد به متر)	$24.71 \pm 2.17$
در صد چربی (درصد)	$16.94 \pm 4.3$
سن (سال)	$23.90 \pm 0.58$
قد (سانتیمتر)	$176.57 \pm 4.11$

\* داده ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد بیان شده است.

### ارزیابی قدرت عضلانی

برنامه پیش از آزمون برای تعیین حداکثر قدرت آزمودنی ها به این صورت بود که آزمودنی ها با لباس مناسب ورزشی در اتاق وزنه حاضر شده و آموزشهای لازم برای انجام هر حرکت به آنها داده شد. سپس آزمودنی ها با چند حرکت کششی در اندام های درگیر در حرکت، با ۴۰ تا ۶۰٪ حداکثر قدرت درک شده حرکت مورد نظر را ۵ تا ۱۰ تکرار انجام می دهند. پس از آن آزمون ۱۰ دقیقه استراحت کرده و در این مدت به انجام حرکات کششی سبک پرداختند. به دنبال آن حرکت را با ۶۰ تا ۸۰٪ بیشینه قدرت درک شده با تعداد ۳ تا ۵ تکرار ادامه دادند؛ و در نهایت با اضافه کردن وزنه، با ۳ تا ۴ بار آزمون و خطا آزمودنی در هر وزنه ای که قادر به انجام حرکت صحیح نباشند، وزنه قبل به عنوان بیشینه قدرت آنها در آن حرکت ثبت خواهد شد. در انجام حرکت صحیح آزمودنی ها باید حرکت بالا بردن وزنه را در ۲ ثانیه و پایین آوردن آن را نیز در ۲ ثانیه انجام دهند (آنتاهینن و همکاران، ۲۰۰۳). این آزمون (آزمون یک تکرار بیشینه) جهت تعیین شدت جلسات فعالیت مورد استفاده قرار گرفت.

### پروتکل فعالیت مقاومتی

پس از گذشت یک هفته آزمودنی ها به صورت تصادفی در سه جلسه مجزای فعالیت مقاومتی با فاصله یک هفته شرکت کردند که در هر جلسه فعالیت مقاومتی تعداد ۴ حرکت بالاتنه و ۴ حرکت پایین تنه انجام شد. حرکات بالا تنه شامل پرس سینه، جلو بازو با هالتر، پشت بازو با هالتر و سیم کش از بالا بود و ۴ حرکت پایین تنه شامل پرس پا، جلو پا، پشت پا، ساق پا بود. شدت فعالیت در هر حرکت معادل ۷۵٪ بیشینه قدرت (IRM) بود که اجازه می داد تعداد ۸ تا ۱۲ تکرار بیشینه در هر نوبت انجام شود. ترتیب حرکات در سه جلسه فعالیت مذکور متفاوت و با ترتیب زیر بود:

۱. انجام حرکات بالاتنه با ترتیب پرس سینه، جلو بازو با هالتر، پشت بازو با هالتر و سیم کش از بالا و سپس حرکات پایین تنه با ترتیب پرس پا، جلو پا، پشت پا، ساق پا.
۲. انجام حرکات پایین تنه با ترتیب پرس پا، جلو پا، پشت پا، ساق پا و سپس حرکات بالاتنه با ترتیب پرس سینه، جلو بازو با هالتر، پشت بازو با هالتر و سیم کش از بالا.
۳. انجام حرکات پایین تنه و بالاتنه به صورت یک در میان با ترتیب پرس پا، پرس سینه، جلو پا، جلو بازو، پشت پا، پشت بازو، ساق پا و سیم کش از بالا.

هر یک از حرکات در هر جلسه از فعالیت مقاومتی در یک نوبت مجزا با ۶۰ ثانیه استراحت بین نوبت ها و ۲ دقیقه استراحت بین حرکات انجام شد و پیش از شروع هر جلسه از فعالیت، آزمودنی ها به مدت ۱۰ دقیقه به فعالیت گرم کردن پرداختند. تمام جلسات در ساعت ۱۶:۰۰ بعد از ظهر و با شرایط یکسان آب و هوایی (شامل دمای محیط و رطوبت هوا) برگزار شد. آزمودنی ها پیش از انجام فعالیت به مدت ۴ ساعت در وضعیت ناشتا قرار داشته و به مدت ۳ روز پیش از شروع هر جلسه فعالیت از انجام فعالیت های شدید بدنی منع شدند. همچنین از

<sup>۱</sup> Lat pull down



آزمودنی ها خواسته شد که از مصرف هر گونه دارو یا مکمل غذایی بدون اطلاع محققین پرهیز کنند. زمان انجام هر جلسه فعالیت بین ۴۵ تا ۶۰ دقیقه بود. نمونه های خونی در ابتدا و انتهای جلسات اول و آخر توسط متخصص آزمایشگاه گرفته و به آزمایشگاه ارسال شد.

### نمونه گیری خون گیری و ارزیابی های هورمونی

برای بررسی متغیرهای هورمونی، عمل خون گیری حدود ۱۵ قبل از شروع و بلافاصله پس از پایان سه جلسه تمرین توسط متخصص آزمایشگاه به عمل خواهد آمد. برای گرفتن نمونه های خون از آزمودنی خواسته خواهد شد تا به مدت ۱۵ دقیقه بر روی صندلی مخصوص استراحت و سپس از سیاهرگ دست راست آزمودنی ها به میزان ۵ میلی لیتر خون گرفته شد. نمونه ها در لوله های آزمایش ریخته شد و به مدت ۵ دقیقه، پس از لخته شدن، سرم ها جدا شدند و برای تعیین غلظت هورمونهای مورد نظر شامل، کورتیزول، تستوسترون به آزمایشگاه ارسال شد. برای اندازه گیری غلظت هورمون ها از کیت بیومر (Biomer) ساخت کشور آلمان استفاده شد.

### روش های آماری

پس از اطمینان از نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون شاپیرو - ویلکز، تجزیه تحلیل داده ها با استفاده از آنالیز واریانس با اندازه های تکراری و از آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه دو به دو موقعیت ها بهره گیری شد. همه محاسبات با استفاده از نرم افزار آماری SPSS ویرایش ۲۶ در سطح معنی داری  $p \leq 0.05$  انجام شد.

### یافته ها

یافته های مطالعه حاضر به صورت خلاصه در جدول ۲ نشان داده شده است. نتیجه تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد تفاوتی بین پاسخ غلظت هورمون های کورتیزول و تستوسترون وجود ندارد (به ترتیب  $P = 0.118$  و  $P = 0.343$ ) اما نسبت بین آنها متفاوت است ( $P = 0.028$ ).

جدول ۲. پاسخ هورمون های کورتیزول و تستوسترون آزمودنی ها به جلسات مختلف فعالیت مقاومتی

زمان اندازه گیری		متغیر
پیش از فعالیت	پس از فعالیت	
کورتیزول (میکروگرم بر دسی لیتر)		
۱۴/۹۷ ± ۱۰/۲۴	۱۵/۴۴ ± ۹/۱۷	جلسه اول
۱۵/۱۰ ± ۹/۶۴	۱۶/۷۱ ± ۱۱/۴۹	جلسه دوم
۱۱/۷۸ ± ۹/۰۲	۱۳/۲۴ ± ۹/۵۶	جلسه سوم
تستوسترون (نانوگرم بر میلی لیتر)		
۸/۲۲ ± ۵/۴۷	۹/۵۴ ± ۶/۱۲	جلسه اول
۶/۷۸ ± ۶/۳۲	۸/۶۱ ± ۶/۵۹	جلسه دوم
۶/۸۴ ± ۶/۳۰	۸/۷۵ ± ۶/۱۱	جلسه سوم
نسبت کورتیزول به تستوسترون		
۱۸۲۱/۲۸۹۵	۱۶۹۷/۳۴۵۱	جلسه اول
۲۲۲۸/۴۶۶۰	۲۱۹۵/۷۹۵۰	جلسه دوم
۱۷۵۸/۸۰۱۰	۱۳۶۲/۴۲۴۲	جلسه سوم

\* داده ها به صورت میانگین ± انحراف استاندارد بیان شده است.

بررسی بیشتر نشان داد که بین جلسات تمرینی که در آن حرکات از بالاتنه به پایین تنه آغاز می شود با موقعیتی که در آن حرکات به صورت ترکیبی از حرکات بالاتنه و پایین تنه باشد، تفاوت معنی داری در نسبت بین غلظت کورتیزول با تستوسترون وجود دارد (P=۰/۴۱).

## بحث و نتیجه گیری

کورتیزول به عنوان هورمونی کاتابولیک است که در پاسخ به استرس های جسمانی و روانی ترشح آن در بدن تحریک می شود. در پایان هر سه جلسه فعالیت مقاومتی در این تحقیق، تغییر محسوسی در غلظت کورتیزول خون آزمودنی ها همراه نبود.

تغییرات غلظت کورتیزول در پایان هر سه جلسه فعالیت تفاوت معنی داری با هم نداشت و این موضوع نشان می دهد پاسخ کورتیزول به تغییر آرایش حرکات در تمرینات مقاومتی یکسان است. نکته قابل توجه در مطالعه حاضر پاسخ این هورمون به جلسات فعالیت مقاومتی بود؛ هر چند که فعالیت مقاومتی مورد استفاده در این مطالعه به خصوص ترتیب حرکتی که ابتدا از بالاتنه آغاز شد، غلظت کورتیزول را افزایش داد اما تفاوت چندانی بین گروه ها وجود نداشت. این موضوع احتمالاً به این دلیل بوده است که جلسات فعالیت مقاومتی نتوانسته است استرس جسمانی لازم برای آزمودنی ها به همراه داشته باشد. این موضوع خود می تواند به دلایلی چون کم بودن تعداد حرکات اعمال شده در تحقیق، کم بودن تعداد نوبت های مورد استفاده در هر حرکت و نهایتاً زمان کم مورد استفاده در پژوهش باشد (آنتاهینن و همکاران، ۲۰۰۳). بنابراین یکسان بودن پاسخ کورتیزول آزمودنی ها به



جلسات تمرین که بیانگر استرس جسمانی یکسان وارده به آزمودنی ها در هر سه جلسه فعالیت اعمال شده بوده است را می توان در قالب حجم تمرینی کم اعمال شده توجیه کرد (کریمر و راتامس، ۲۰۰۷). یکی از متغیرهای مهم و اثر گذار دیگر بر پاسخ هورمون کورتیزول به فعالیت مقاومتی زمان فعالیت است (فلک و کریمر، ۲۰۱۴). با توجه به این که زمان فعالیت در هر سه جلسه فعالیت نیز با هم برابر بوده است، یکسان بودن پاسخ کورتیزول را با این متغیر نیز می تواند توجیه کرد. همچنین این احتمال وجود دارد در صورتی که تعداد حرکات انجام شده در طی یک جلسه فعالیت بیشتر باشد، به گونه ای که زمان طی شده در یک جلسه به بیش از یک ساعت برسد، ایجاد تغییر در پاسخ هورمون به فعالیت مقاومتی محتمل است، چرا که یکی از مهمترین عملکرد های کورتیزول شتاب بخشیدن به پدیده گلوکوکورتیزول و تثبیت غلظت قند خون است (گوتو و همکاران، ۲۰۰۸). گلوکوکورتیزول پس از ساعت اول فعالیت به اوج خود می رسد، با این وجود اثبات چنین مسئله ای نیاز به مطالعات بیشتری دارد. در مطالعه حاضر با توجه به این که در پایان جلسات فعالیت تغییری در غلظت قند خون آزمودنی ها مشاهده نشد، یکسان بودن پاسخ کورتیزول از این جهت نیز قابل توجیه است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد تغییر در ترتیب حرکات نمی تواند اثری بر پاسخ هورمون تستوسترون به یک جلسه فعالیت مقاومتی داشته باشد. این در حالی است که هورمون تستوسترون به عنوان یکی از مهمترین هورمون های آنابولیک در بدن در پاسخ به یک جلسه فعالیت مقاومتی تغییرات چندانی را ندارد. تستوسترون هورمونی است با ریشه استروئیدی که توسط پروتئین ناقل در خون جابجا می شود. نتایج مطالعات گذشته نشان داده اند که تغییرات تستوسترون پس از انجام فعالیت های مقاومتی دارای تناقضهایی است (واکر و همکاران، ۲۰۱۵). منشاء این تناقض ها را در کنترل حجم خون پس از فعالیت باید جستجو کرد. اما یکی از جالب ترین تحلیلها در مورد تغییرات غلظت این هورمون پس فعالیت به ورود آن به سلول در اثر انجام فعالیتهای مقاومتی اشاره دارد. کریمر<sup>۳</sup> (۲۰۰۷) معتقد است کاهش غلظت تستوسترون آزاد خون پس از فعالیت بیانگر ورود بیشتر آن به داخل سلول و ایجاد آثار آنابولیکی بیشتر است (کریمر و راتامس، ۲۰۰۷). در پژوهش حاضر انجام فعالیت مقاومتی در پایان فعالیت نتوانست تغییر چندانی در غلظت تستوسترون پلاسما در هر سه جلسه فعالیت ایجاد کند.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ترتیب حرکات در یک جلسه فعالیت مقاومتی از عضلات بالا تنه به عضلات پایین تنه بر غلظت هورمون های کورتیزول و تستوسترون و نیز نسبت بین آنها تأثیری ندارد. این در حالی است که اگر آرایش حرکات به صورت یک درمیان از حرکات بالا تنه و پایین تنه استفاده کند، نسبت در مقایسه با دو آرایش دیگر، منجر به کاهش در نسبت بین کورتیزول و تستوسترون می شود. آسیب های بافتی بیشتر و خستگی

1. Fleck & Kraemer  
2. Walker et al  
3. Kraemer



عضلات و دوره های استراحت کوتاه بین ترتیب حرکات در پروتکل های اول و دوم می تواند توضیحی احتمالی در مورد چرایی عدم تفاوت در پاسخ هورمونی در دو پروتکل اول باشد. عزیزبیگی (۱۳۹۲) در مطالعه ای نشان دادند که انجام تمرینات مقاومتی با آرایش های مختلف به اسیب بافتی یکسان منجر می شود (عزیزبیگی، ۱۳۹۲). از آنجایی که در هر دو پروتکل، هر نوبت از حرکت با فاصله کوتاه زمانی ۱ دقیقه ای انجام می شدند که باعث خستگی بیشتر در عضلات مورد استفاده و احتمالاً استرس جسمانی بیشتر می شود. از آنجایی که شدت فعالیت و فشار وارده به عضلات درگیر در فعالیت از جمله مهمترین متغیر های موثر بر ترشح کورتیزول است. از طرف دیگر این پروتکل ها که معمولاً به پروتکل هایپرتروفی مشهور هستند، افزایش بیشتری در غلظت لاکتات خون و هورمون رشد ایجاد می کنند. در همین زمینه ترتیبیان و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که انجام حرکات از بالاتنه به پایین تنه و بلعکس، پاسخ های یکسانی را در غلظت لاکتات، هورمون رشد و تستوسترون ایجاد می کند (ترتیبیان و همکاران، ۱۳۸۸). این در حالی است که تحریک تستوسترون ناشی از فعالیت های مقاومتی که در آنها از آرایش حرکات بالا تنه و پایین تنه استفاده می شود، یکسان است. در مطالعه حاضر اگر چه بین سه پروتکل مختلف تمرین از نظر ترشح هورمون تستوسترون تفاوت معنی داری وجود نداشت، اما گروهی که از آرایش تمرین یک در میان استفاده کرده بود، غلظت تستوسترون بیشتری را تجربه کرد. بنابراین به نظر می رسد بخشی از تفاوت این آرایش تمرین با دو آرایش دیگر در ترشح بیشتر تستوسترون و بخش دیگر مربوط به کاهش ترشح کورتیزول باشد. نتیجه اینکه هر یک از اجزای تشکیل دهنده این نسبت بخشی از تفاوت ها را ایجاد کرده اند. مطالعات انجام شده در گذشته نشان داده اند که انجام تمرینات گروه عضلات بزرگ ابتدا در شروع فعالیت های مقاومتی و ادامه آن با گروه عضلانی کوچک، پاسخ هورمونی آنابولیک بیشتری نسبت به توالی معکوس در مردان بالغ با وزن طبیعی ایجاد می کند (شیخ الاسلامی و همکاران، ۲۰۱۶).

از طرفی کورتیزول اثرات کاتابولیکی بر روی بافت عضلانی دارد و می تواند با اثرات مفید هورمون های آنابولیک بر سنتز پروتئین و توده عضلانی مخالفت کند. گزارش شده است که پاسخ کورتیزول به ورزش حاد استقامتی و مقاومتی توسط چاقی آشفته است و افراد چاق در پاسخ به آموزش RE ترشح کورتیزول بیشتری دارند (کریمر و همکاران، ۲۰۰۳). در مطالعه حاضر به نظر می رسد در آرایش حرکات که در آن حرکات به صورت یک در میان از حرکات بالا تنه و پایین تنه استفاده می کند، با توجه به فاصله زمانی بین نوبت های حرکت در بالاتنه و پایین تنه، فشار بار کار تمرین روی عضلات افزایش می یابد. از این رو افزایش اندکی در ترشح تستوسترون مشاهده می شود، با این حال فاصله زمانی بیشتر و استراحت عضلانی فرصت تجمع لاکتات در خون را نمی دهد و از این غلظت کورتیزول اندکی کاهش می یابد. نتیجه نهایی این موضوع، بهبود نسبت کورتیزول به تستوسترون خواهد بود.



### تقدیر و تشکر

از کلیه آزمودنی ها و سایر عزیزانی که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند قدردانی و سپاسگزاری می نمایم.

## References

- Ahtiainen, J.P., Pakarinen, A., Kraemer, W.J., Hakkinen, K. (2003). Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs maximum repetitions multiple resistance exercises. *Int J Sports Med.* 2003; 24:410-8.
- Aziz Beygi. K. (2013). the effect of movements in resistance activity on enzyme indices of serum cell damage in men, *Journal of Exercise Physiology and Physical Activity*, Volume 6, Number 2 - Serial Number 2. Spring and Summer 2013.
- Bellezza, P.A., Hall, E.E., Miller, P.C. and Bixby, W.R. (2009). The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23, 203-208.
- Bird, S. P., Tarpenning, K. M., Marino, F. E. (2005). Designing Resistance Training Programs to Enhance Muscular Fitness. *Sports Med* 2005; 35 (10): 841-851.
- Fleck, S.J. and Kraemer, W.J. (2014). Designing resistance training programs. 4rd edition. Human Kinetics Champaign.
- Goto, K., Takashi, K., Yamamoto, M. (2008). Hormone and Recovery Responses to Resistance Exercise with Slow Movement. *J. Physiol. Sci.* Vol. 58, No. 1; Feb. 2008; pp. 7–14.
- Kraemer, W.J., Ratamess, N.A. (2004). Endocrine responses and adaptations to strength and power training. In: Komi PV, editor. *Strength and power in sport*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2003: 361-386.
- Kraemer, W. J., Nicholas, A., Ratamess, N.A. (2005). Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. *Sports Med* 2005; 35 (4): 339-361.
- Kraemer, W. J. , Ratamess N. A. (2004). *Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription*. MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE. Copyright © 2004 by the American College of Sports Medicine.
- Raastad, T., Bjoro, T., Hallen, J. (2000). Hormonal responses to high-and moderate-intensity strength exercise. *Eur J Appl Physiol* .2000;82: 121-8.
- Simão, R., Spinetti, J., de Salles, B. F, Oliveira, L. F, Matta, T., Miranda. F., Miranda, H. and Costa, P. B. (2010). Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. *Journal of Sports Science and Medicine* (2010) 9, 1-7
- Sheikholeslami-Vatani, D., Ahmadi, S., & Salavati, R. (2016). Comparison of the Effects of Resistance Exercise Orders on Number of Repetitions, Serum IGF-1, Testosterone and Cortisol Levels in Normal-Weight and Obese Men. *Asian journal of sports medicine*, 7(1), e30503. <https://doi.org/10.5812/asjasm.30503>.
- Tartibin, B., Darfashi, B., & Abbasi, A. (1388). Metabolic responses and anabolic hormones in incremental hand exercise and foot movement exercise in young professional karate practitioners. *Sports Physiology and Physical Activity Journal*, 2(1),



---

Walker, S., Santolamazza, F., Kraemer, W., & Häkkinen, K. (2015). Effects of Prolonged Hypertrophic Resistance Training on Acute Endocrine Responses in Young and Older Men, *Journal of Aging and Physical Activity*, 23(2), 230-236.

Simão, R., Farinati, P.T.V., Polito, M.D., Viveiros, L. and Fleck S.J. (2007) Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21, 23-28.