

# دانشور

## پژوهشی

### مقایسه تأثیر تمرین‌های مقاومتی و استقامتی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول در زنان یائسه

نویسندگان: دنیا صورتی جابلو<sup>۱\*</sup>، سید رضا عطارزاده حسینی<sup>۲</sup>، دلارام صیادپور زنجانی<sup>۳</sup>، امین احمدی<sup>۱</sup> و جلال منصوری<sup>۱</sup>

۱. کارشناس ارشد، فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۲. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۳- استادیار پاتولوژی، جهاد دانشگاهی مشهد، ایران

\*نویسنده مسئول: دنیا صورتی جابلو  
e-mail: Donya\_souraty@yahoo.com

### چکیده

مقدمه و هدف: کاهش نسبت هورمون‌های آنابولیک به کاتابولیک در زنان یائسه در کاهش حجم و قدرت عضلانی نقشی مهم ایفا می‌کند. از نسبت تستوسترون به کورتیزول به عنوان شاخص فشار تمرین استفاده می‌شود و افزایش این نسبت نشانگر هایپر تروفی و افزایش قدرت در پاسخ به تمرین است. هدف از تحقیق حاضر، مقایسه تأثیر یک جلسه تمرین مقاومتی و استقامتی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول در زنان یائسه بود.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق ۱۰ زن یائسه و سالم با میانگین سن  $54/30 \pm 3/74$  سال و نمایه توده بدن  $24/88 \pm 2/07$  کیلوگرم بر مترمربع به روش جایگزینی متقاطع در سه برنامه تک جلسه‌ای جداگانه: (۱) تمرین مقاومتی (۳ ست ده تکراری از هشت حرکت با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه)، (۲) تمرین استقامتی (۴۵ دقیقه رکاب زدن روی دوچرخه کارسنج با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد اوج اکسیژن مصرفی) و (۳) استراحت (گروه کنترل) شرکت کردند. مقادیر تستوسترون و کورتیزول سرم نمونه‌های خون قبل، بلافاصله و ۱۵ دقیقه بعد از مداخله هریک از سه برنامه جمع‌آوری و اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از روش اندازه‌گیری‌های تکراری تحلیل شدند و برای آزمون آنها سطح معنی‌داری  $P < 0/05$  در نظر گرفته شد.

نتایج: نتایج تحقیق نشان‌داد تغییرهای درون‌گروهی مقادیر نسبت تستوسترون به کورتیزول متعاقب یک جلسه تمرین مقاومتی افزایش معنی‌دار داشت ( $P < 0/05$ )؛ اما تغییرهای بین‌گروهی معنی‌دار نبود. تغییرهای درون‌گروهی و بین‌گروهی نسبت تستوسترون به کورتیزول متعاقب یک جلسه تمرین استقامتی معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ).

نتیجه‌گیری: متعاقب یک جلسه تمرین مقاومتی و استقامتی، نسبت تستوسترون به کورتیزول در زنان یائسه تغییر معنی‌داری نیافت.

کلمات کلیدی: تستوسترون، کورتیزول، تمرین مقاومتی، تمرین استقامتی، زنان یائسه

دریافت: ۹۰/۷/۱۶

آخرین اصلاح‌ها: ۹۰/۱۰/۱۸

پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۹

## مقدمه

یائسگی پدیده‌ای به‌طور کامل، طبیعی است و در- واقع، نقطه‌ای از حیات یک زن است که به دلیل کاهش فعالیت تخمدان‌ها و کمبود استروژن، دوره‌های قاعدگی به‌پایان می‌رسد و به اتمام دوران باروری در زن می‌انجامد. در سنین بعد از یائسگی، زنان در معرض مشکلات جسمی و روانی متعددی قرار می‌گیرند که آگاهی از آنها و داشتن اطلاعاتی درخصوص نحوه پیشگیری از آنها برای هر زنی ضروری است. تغییرهای هورمونی از مهم‌ترین تغییرهای فرسایشی طی یائسگی محسوب می‌شود؛ برای نمونه، کاهش نسبت هورمون‌های آنابولیک به کاتابولیک در کاهش قدرت بدنی، حجم عضلانی و توان هوازی نقشی مهم ایفا می‌کند (۱). با افزایش سن زنان از میزان هورمون آنابولیک تستوسترون به‌خصوص بعد از سن ۴۰ سالگی کاسته می‌شود؛ به‌طوری‌که بین سنین ۴۰ تا ۵۰ سالگی، سطح تستوسترون به‌طور تقریبی، نصف مقدار آن در سنین ۲۰ تا ۳۰ سالگی است (۲). هورمون تستوسترون، مهم‌ترین آندروژن است که در زنان، در سنین قبل از یائسگی ۲۵ درصد به‌وسیله سلول‌های تکای تخمدان‌ها (۳)، ۲۵ درصد به‌وسیله قشر فوق کلیوی و ۵۰ درصد از طریق تبدیل محیطی آن در بافت‌ها تولید می‌شود (۴). در سنین بعد از یائسگی، تخمدان‌ها منبع اصلی تولید تستوسترون هستند به‌طوری‌که ۵۰ درصد به‌وسیله تخمدان‌ها، ۱۰ درصد به‌وسیله قشر غده فوق کلیوی و ۴۰ درصد از طریق تبدیل محیطی تولید می‌شود (۵ و ۶)؛ همچنین با افزایش سن، سطح پایه کورتیزول افزایش می‌یابد (۷ و ۸). کورتیزول مهم‌ترین هورمون گلوکوکورتیکوئیدی است که در پاسخ به تحریک‌های بدنی، روان‌شناختی و فیزیولوژیکی از بخش قشری غده فوق کلیوی ترشح می‌شود؛ همچنین، این هورمون از

بافت‌های دیگر بدن مانند عضله اسکلتی، چربی و کبد آزاد می‌شود (۹ و ۱۰). کورتیزول در عضله، با تجزیه پروتئین‌ها به آمینواسیدها و در بافت چربی با هیدرولیز تری‌گلیسیریدها به گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد بر بدن تأثیر کاتابولیکی دارد؛ به-علاوه، سطوح بالای کورتیزول خون ممکن است فرایند گلوکونئوژنز را در کبد تحریک و انرژی تولید کند (۱۰).

کاهش نسبت هورمون‌های آنابولیک به کاتابولیک در افراد مسن، ممکن است با کاهش قدرت، حجم عضله و کاهش در بار کار بیشینه (که همراه با افزایش سن رخ- می‌دهد، ارتباط داشته‌باشد و در واقع، نسبت تستوسترون به کورتیزول بیان‌کننده تعادل متابولیسم آنابولیک و کاتابولیک عضله است (۱۱)؛ همچنین از این نسبت به-عنوان شاخص فشار تمرین استفاده می‌شود و تغییر در این شاخص، نشان‌دهنده چندین پاسخ به تمرین مانند هایپرتروفی و افزایش قدرت است (۱۲). تستوسترون و کورتیزول، مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌ها در سازگاری به تمرین محسوب می‌شوند (۱۳). نقش پاسخ‌های حاد هورمونی به فعالیت بدنی، بسیار مهم است زیرا هورمون‌های آنابولیک، مانند تستوسترون موجب افزایش سنتز پروتئین‌های عضله می‌شوند (۱۲). تحقیق‌هایی محدود در این زمینه انجام شده‌است؛ *یوچیدا* و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی را بر نسبت تستوسترون به کورتیزول در ۵ زن جوان ورزشکار بررسی کردند. نتایج تحقیق، افزایش ۲۰ درصدی در این نسبت را نشان‌داد اما هیچ تغییری در حداکثر قدرت ایجاد نشد (۱۴). *کولپند* و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقی که روی ۳۰ زن سالم تمرین کرده ۱۶ تا ۶۹ ساله انجام- دادند، مشاهده شد که سطوح هورمون تستوسترون پس از هر دو تمرین استقامتی و مقاومتی افزایش یافت و کورتیزول طی جلسات تمرین مقاومتی و استقامتی

کاهش معنی‌دار پیدا کرد (۷). هاکین و همکاران (۱۹۹۵)، پاسخ حاد هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول به یک جلسه تمرین مقاومتی شدید را روی ۷ زن میانسال با میانگین سنی ۵۰ سال و ۸ زن مسن با میانگین سنی ۷۰ سال بررسی کردند. نتایج تحقیق، تغییری معنی‌دار را در سطوح تستوسترون و کورتیزول نشان‌داد (۱۵). تأثیر تمرین‌های مقاومتی و استقامتی بر تستوسترون، کورتیزول و نسبت این دو در زنان یائسه به‌خوبی معلوم نشده‌است و دانستن آن می‌تواند برای جنبه‌های سلامتی کاربردهایی داشته‌باشد (۱۶)؛ همچنین تحقیق‌ها نشان داده‌اند، پاسخ‌های هورمونی در زنان یائسه پایین‌تر از زنان غیر یائسه است (۷). از آنجاکه زنان حدود یک‌سوم عمر خود را در دوران پس از یائسگی می‌گذرانند، توجه به عوامل مؤثر در بهبود کیفیت زندگی زنان در این دوره، بسیار اهمیت دارد. افزایش قدرت و حجم عضله در سنین پس از یائسگی می‌تواند باعث شود زنان در این دوران از سلامت جسمی بیشتری بهره‌مند شوند و زندگی مطلوب‌تری را تجربه‌کنند. به‌دست‌آوردن اطلاعات کافی درباره‌ی پاسخ هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک به تمرین در زنان یائسه می‌تواند دریچه‌ی نوینی به‌سوی برنامه‌نویسی تمرین برای این قشر از جامعه بگشاید. با توجه به این نکات، هدف این تحقیق، تعیین تأثیر یک جلسه تمرین مقاومتی و یک جلسه تمرین استقامتی بر نسبت تستوسترون و کورتیزول در زنان سنین ۵۰ تا ۶۰ ساله بود.

## مواد و روش‌ها

روش مطالعه در این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون، با یک گروه آزمودنی (جابه‌جایی - متقاطع) بود. آزمودنی‌ها زنان یائسه ساکن شهر مشهد بودند که با فراخوان برای شرکت در پژوهش دعوت شدند. از میان افراد مراجعه‌کننده که معیارهای

ورود به تحقیق را داشتند، ۱۰ زن یائسه سالم غیر-ورزشکار با دامنه سنی ۵۰ تا ۶۰ سال به شیوه تصادفی ساده انتخاب شدند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به تحقیق، این موارد بود: یائسگی طبیعی، گذشت دست‌کم یک سال از آخرین قاعدگی، عدم اعتیاد به سیگار و سایر مواد مخدر، عدم استفاده از دارو و هورمون درمانی، عدم ابتلا به بیماری، داشتن نمایه توده بدن کمتر از ۲۷ کیلوگرم بر مترمربع و درصد چربی کمتر از ۳۶ درصد. سطح فعالیت بدنی افراد از طریق پرسش‌نامه ارزیابی فعالیت جسمانی کیزر (Kaiser Physical Activity Survey) بررسی شد و افرادی که غیرورزشکار بودند برای تحقیق انتخاب شدند. نخست همه آزمودنی‌ها درباره‌ی مراحل تحقیق توجیه و از اهداف و اهمیت پژوهش آگاه شدند و با رضایت آگاهانه در تحقیق شرکت کردند؛ همچنین به آزمودنی‌ها توضیح داده شد که در هر مرحله‌ای از پژوهش می‌توانند انصراف خود را از شرکت در آن اعلام‌کنند. همه آزمودنی‌ها برگه رضایت‌نامه شرکت در پژوهش و پرسش‌نامه‌های آمادگی انجام فعالیت ورزشی (PAR-Q)، سلامت عمومی (GHQ<sub>28</sub>)، وضعیت تغذیه و مطالعه سلامت زنان ماساچوست (MWHs) را تکمیل کردند؛ پیش از شروع تحقیق، مجوز کمیته اخلاق دریافت شد و پزشک عدم محدودیت انجام فعالیت ورزشی آزمودنی‌ها را تأیید کرد. قد و وزن افراد بدون کفش و با لباس‌های سبک توسط باسکول با دقت ۰/۱ کیلوگرم و نمایه توده بدن و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها به روش بیوالکتریکال ایمپدانس با دستگاه سنجش ترکیب بدنی با مارک (Inbody-720 Body Composition Analyzer) ساخت کشور کره جنوبی اندازه‌گیری شد. هشت روز پیش از اولین جلسه تمرین، حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون آمادگی هوازی دوچرخه آستراند و همچنین، تکرار بیشینه (IRM) حرکات وزنه‌تیرینی با فاصله چهار روز

تعیین شد. داده‌های مربوط به سن، قد، وزن، نمایه توده بدن، درصد چربی و حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است؛ سپس آزمودنی‌ها طی دوازده روز، سه جلسه تست را با فاصله چهار روز استراحت میان جلسات تکمیل کردند. تمامی تست‌ها در ساعت ۸ تا ۱۰:۳۰ صبح انجام گرفت. طرح تحقیق به صورت متقاطع انجام شد به نحوی که نمونه‌های آماری به‌طور تصادفی به دو گروه ۵ نفری تقسیم شدند؛ گروه اول به ترتیب در جلسات تمرین استقامتی، مقاومتی و استراحت و گروه دوم به‌طور موازی و هم‌زمان به ترتیب در جلسات تمرین مقاومتی، استقامتی و استراحت شرکت کردند. به آزمودنی‌ها گفته شد ۲۴ ساعت پیش از هر جلسه از فعالیت بدنی شدید اجتناب کنند و رژیم غذایی ثابتی داشته باشند؛ همچنین دو ساعت قبل از هر جلسه، کافئین مصرف نکنند. صبح روز هر جلسه (۲/۵ ساعت پیش از شروع جلسه) به تمام آزمودنی‌ها یک وعده غذای استاندارد معادل ۴/۳ کیلوکالری انرژی به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن، شامل ۶۵ درصد کربوهیدرات، ۲۰ درصد چربی و ۱۵ درصد پروتئین داده شد (۱۷). در این پژوهش از نان تست مارک سه نان و پنیر خامه‌ای مارک پگاه استفاده شد که هر دو محصول، دارای نشان استاندارد بودند.

جلسه تمرین استقامتی شامل ۴۵ دقیقه فعالیت روی دوچرخه کارسنج تکنوجیم با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بود. شدت تمرین به‌طور مداوم با استفاده از ضربان‌سنج پلار کنترل شد و آزمودنی‌ها هر ۵ دقیقه با استفاده از شاخص درک تلاش بورگ (Borg) شدت تمرین را اعلام کردند. جلسه تمرین مقاومتی به مدت ۴۵ دقیقه و شامل سه ست ۱۰ تکراری با ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه و با استراحت‌های ۱ دقیقه‌ای میان ست‌ها

روی دستگاه‌های بدنسازی ایزوتونیک انجام شد. حرکات عبارت بودند از: (۱) پرس سینه خوابیده؛ (۲) کشش پشت؛ (۳) پرس پای نشسته؛ (۴) جلو بازو؛ (۵) پشت بازو سیم‌کش؛ (۶) پشت ران با دستگاه؛ (۷) جلو ران با دستگاه و (۸) پرس سرشانه. آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرین‌ها به مدت ۱۰ دقیقه بدن خود را گرم می‌کردند. در طول جلسه گروه کنترل به مدت ۴۵ دقیقه، هیچ فعالیتی انجام ندادند و روی صندلی نشستند (۷).

نمونه‌گیری خونی در مراحل پیش از تمرین، بلافاصله پس از تمرین و ۱۵ دقیقه بعد از اتمام هر جلسه تمرین انجام شد، طی جلسه کنترل نیز سه بار خون‌گیری در زمان‌های مشابه با جلسات تمرین انجام شد. در هر نوبت، ۵ سی‌سی خون از ورید آنتی‌کوبیتال گرفته شد. نمونه‌های خونی در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد فریز شدند و پس از جمع‌آوری، تمامی نمونه‌ها در یک روز مورد بررسی قرار گرفتند. مقادیر تستوسترون و کورتیزول با روش کمی لومینسانس (Chemiluminescence) و با دستگاه و کیت لیاسون (Liaison) ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شدند. پس از جمع‌آوری و وارد کردن داده‌ها در محیط نرم‌افزاری آماری SPSS (نسخه ۱۶) داده‌های خام تجزیه و تحلیل شدند؛ این کار با کمک آمار توصیفی و استنباطی انجام شد، به طوری که برای محاسبه شاخص‌های میانگین و پراکندگی و رسم نمودارها از آمار توصیفی استفاده شد؛ همچنین از آزمون اکتشافی کولموگروف اسمیرنوف و لوین به ترتیب برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها و تجانس واریانس گروه‌ها و از آزمون آماری آنووا (اندازه‌های تکرارشونده) برای تعیین تغییرهای درون و بین‌گروهی استفاده شد. برای تصمیم آماری، سطح معنی‌داری  $P < 0.05$  در نظر گرفته شد.

جدول شماره ۱. شاخص‌های ابعاد بدنی و اوج اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها

شاخص‌ها	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۵۴/۳۰	۳/۷۴
قد (سانتی‌متر)	۱۶۱/۹۲	۵/۹۳
وزن (کیلوگرم)	۶۵/۴۲	۸/۲۸
نمایه توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۴/۸۸	۲/۰۷
درصد چربی بدن (درصدی از وزن بدن)	۳۳/۵۰	۲/۶۳
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)	۲۷/۳۲	۲/۴۹

تغییرهای کورتیزول سرمی، متعاقب مداخله یک جلسه تمرین استقامتی و مقاومتی از الگوی مشابه پیروی نمی‌کند؛ همچنین براساس نتایج جدول ۳ تغییرهای بین-گروهی و تعامل تغییرهای گروه‌ها و مراحل مربوط به مقادیر تستوسترون و نسبت تستوسترون به کورتیزول گروه‌های مقاومتی، استقامتی و کنترل معنی‌دار نبود.

### بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که متعاقب یک جلسه تمرین مقاومتی، مقادیر تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول تغییری معنی‌دار نیافت. متعاقب یک جلسه تمرین استقامتی مقادیر تستوسترون و نسبت تستوسترون به کورتیزول، تغییری معنی‌دار نیافت؛ اما مقادیر کورتیزول افزایش معنی‌دار یافت. تحقیق‌هایی که تغییرهای تستوسترون، کورتیزول و نسبت میان این دو متعاقب تمرین را در زنان مسن بررسی کرده‌اند، محدودند. کولپند و همکاران (۲۰۰۲) افزایش تستوسترون و کاهش کورتیزول متعاقب تمرین مقاومتی و استقامتی را گزارش کردند (۷). هاکین و همکاران (۱۹۹۵) هیچ‌گونه تغییری در مقادیر تستوسترون و کورتیزول متعاقب تمرین مقاومتی را گزارش نکردند (۱۵). در تحقیق حاضر، مقادیر تستوسترون بعد از تمرین، تغییری معنی‌دار نیافت که با نتایج تحقیق هاکین و همکاران همخوانی دارد و با نتایج تحقیق کولپند و

### نتایج

مقادیر و تغییرهای تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول گروه‌ها در مراحل پیش از تمرین، بی‌درنگ پس از تمرین و ۱۵ دقیقه پس از تمرین در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تغییرهای درون‌گروهی، مقادیر تستوسترون متعاقب تمرین مقاومتی ( $P=0/008$ ) و استقامتی ( $P=0/003$ ) معنی‌دار است. تغییرهای درون‌گروهی مقادیر کورتیزول در هر سه گروه مقاومتی، استقامتی و کنترل معنی‌دار نبود؛ همچنین، درباره تغییرهای درون‌گروهی نسبت تستوسترون به کورتیزول، تنها این نسبت در گروه مقاومتی معنی‌دار بود ( $P=0/001$ ).

تغییرهای بین‌گروهی و تعاملی مقادیر تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول گروه‌های تحقیق در جدول ۳ نشان داده شده است؛ همان‌طور که مشاهده می‌شود تغییرهای بین‌گروهی مربوط به غلظت کورتیزول سرمی گروه‌های تحقیق، تفاوت معنی‌دار داشت ( $P=0/002$ ). براساس نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی، این تفاوت از تغییرهای غلظت کورتیزول گروه استقامتی، ناشی بود ( $P<0/05$ ). در پی افزایش محسوس غلظت کورتیزول سرمی متعاقب تمرین استقامتی و نیز کاهش و تغییرهای بسیار کم مقادیر کورتیزول سرمی گروه‌های مقاومتی و کنترل، تعامل تغییرهای گروه‌ها و مراحل، معنی‌دار بود ( $P=0/037$ )؛ به عبارت دیگر،

همکاران مخالف است. نسبت تستوسترون به کورتیزول بعد از تمرین افزایش یافت و این افزایش بعد از تمرین مقاومتی نسبت به تمرین استقامتی بیشتر بود اما در مقایسه با گروه کنترل این افزایش معنی دار نبود.

همکاران مخالف است؛ همچنین مقادیر کورتیزول بعد از تمرین مقاومتی، تغییری معنی دار نیافت که با نتایج تحقیق کوپلند و همکاران مخالف است و با نتایج تحقیق هاکینز و همکاران همخوانی دارد؛ اما بعد از تمرین استقامتی افزایش یافت که با نتایج تحقیق کوپلند و

جدول شماره ۲. تغییرهای درون گروهی مقادیر تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول (میانگین ± انحراف معیار) گروهها

تغییرهای درون گروهی	مراحل			گروه	متغیرها
	مقدار F	۱۵ دقیقه پس از تمرین	بلافاصله پس از تمرین		
معنی داری *					
۰/۰۰۸*	۶/۳۸۶	۰/۳۲ ± ۰/۱۲	۰/۲۸ ± ۰/۰۷	۰/۱۹ ± ۰/۱۳	تستوسترون (نانوگرم بر میلی لیتر)
۰/۰۰۳*	۸/۳۱۱	۰/۳۲ ± ۰/۱۶	۰/۳۰ ± ۰/۰۸	۰/۱۸ ± ۰/۱۰	
۰/۳۶۲	۱/۰۷۷	۰/۲۷ ± ۰/۱۴	۰/۲۴ ± ۰/۱۳	۰/۲۲ ± ۰/۱۴	
۰/۰۸۳	۳/۴۰۷	۵/۳۲ ± ۱/۲۱	۵/۱۰ ± ۱/۰۶	۶/۴۰ ± ۱/۶۴	کورتیزول (میکروگرم بر دسی لیتر)
۰/۱۰۱	۳/۰۵۹	۷/۸۷ ± ۲/۸۶	۸/۷۸ ± ۳/۳۱	۶/۲۶ ± ۱/۶۴	
۰/۶۴۸	۰/۴۴۴	۵/۵۲ ± ۰/۹۰	۵/۲۵ ± ۱/۷۹	۵/۸۳ ± ۱/۸۸	
۰/۰۰۱*	۱۵/۲۹	۰/۰۶ ± ۰/۰۲	۰/۰۵ ± ۰/۰۱	۰/۰۳ ± ۰/۰۱	نسبت تستوسترون به کورتیزول
۰/۳۴۴	۱/۱۳۲	۰/۰۴ ± ۰/۰۲	۰/۰۴ ± ۰/۰۱	۰/۰۳ ± ۰/۰۲	
۰/۵۱۲	۰/۶۹۵	۰/۰۵ ± ۰/۰۲	۰/۰۴ ± ۰/۰۲	۰/۰۴ ± ۰/۰۲	

\* - سطح معنی داری  $P < 0/05$  در نظر گرفته شده است.

جدول شماره ۳. تغییرهای بین گروهی و تعاملی مقادیر تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول گروههای تحقیق

تغییرهای بین گروهی	تغییرهای بین گروهی		متغیرها
	مقدار F	سطح معنی داری *	
تعامل تغییرهای گروهها و مراحل			
سطح معنی داری *			
۰/۲۶۲	۱/۳۵۵	۰/۸۹۵	تستوسترون (نانوگرم بر میلی لیتر) گروههای: مقاومتی، استقامتی و کنترل
۰/۰۳۷*	۳/۷۲۹	۰/۰۰۲*	کورتیزول (میکروگرم بر دسی لیتر) گروههای: مقاومتی، استقامتی و کنترل
۰/۰۵۷	۲/۴۴۵	۰/۲۸۰	نسبت تستوسترون به کورتیزول

\* - سطح معنی داری  $P < 0/05$  در نظر گرفته شده است.

هورمونی پایین در این زنان، شاید به دلیل حجم کم توده عضلانی باشد (۴۱ تا ۴۳). به دنبال تمرین شدید، هورمون آزادکننده گنادوتروپین (Gonadotropin Releasing - GnRH) موجب تحریک ترشح هورمون لوتئینی (LH - Hormone) شده سپس هورمون لوتئینی با اثر تحریکی بر سلول‌های تکای تخمدان موجب افزایش ترشح تستوسترون می‌شود (۴۴)؛ همچنین ترشح تستوسترون به میزان بیوستتاز گلوکوکورتیکوئیدها به خصوص کورتیزول بستگی دارد که آدرنوکورتیکوتروپین (ACTH) آنها را تحریک می‌کنند (۴۵). آدرنوکورتیکوتروپین که تحریک ترشح کورتیزول می‌شود، موجب آزادسازی تستوسترون از غدد فوق کلیه نیز سبب می‌شود (۴۶). تارهای عضله اسکلتی دارای گیرنده‌های اختصاصی تستوسترون است که می‌توانند به طور مستقیم، این هورمون‌ها را متابولیزه کنند (۴۷). تستوسترون از تخریب پروتئین عضلات اسکلتی به هنگام تمرین جلوگیری می‌کند و در نتیجه، میزان برداشت آنها در این زمان توسط عضلات افزایش می‌یابد (۴۸). در تحقیق حاضر، شاید افزایش برداشت تستوسترون توسط عضلات موجب عدم افزایش آن با توجه به افزایش کورتیزول متعاقب تمرین استقامتی باشد.

در تحقیق کویلند و همکاران، مقادیر کورتیزول کاهش یافت که آن را بازتاب تغییر شبانه‌روزی هورمون و افزایش آن، پیش از شروع تمرین در پاسخ به روش خاص خون-گیری دانستند (۷). تغییرهای کورتیزول سرم به نوع، شدت و مدت فعالیت بستگی دارد؛ به طوری که یکی از مهم‌ترین محرک‌های ترشح این هورمون، فعالیت بدنی شدید است. فعالیت جسمانی شدید، موجب افزایش ترشح ACTH و در نتیجه، افزایش ترشح کورتیزول می‌شود (۴۹ و ۵۰). به نظرمی‌رسد در تحقیق حاضر، شدت تمرین مقاومتی به اندازه کافی زیاد نبوده تا افزایش بیشتر کورتیزول را سبب شود. عواملی بسیار، مانند فشارهای فیزیولوژیکی، ریتم

پاسخ‌های هورمونی به تمرین به چندین عامل از قبیل مدت زمان، نوع تمرین (۱۸)، شدت فعالیت عضلانی (۱۹)، زمینه ژنتیکی، جنسیت، تغذیه، سن، الگوی ترشح شبانه‌روزی (۲۰) و میزان ورزیدگی افراد بستگی دارد (۱۸). میزان توده عضلانی درگیر در فعالیت (۲۱) تا (۲۳)، شدت و حجم تمرین (۲۴ تا ۲۸)، غذای مصرفی (۲۹)، سن (۳۰) و تجربه تمرینی (۳۱ و ۳۲) از عوامل مؤثر بر میزان پاسخ هورمون تستوسترون هستند (۳۲). فعالیت‌هایی شدید برای ایجاد پاسخ تستوسترون مورد نیازند. نشان داده شده‌است که پروتکل‌های تمرینی شدید که عضلات بزرگ و نیز چند مفصل را درگیر می‌سازند، موجب افزایش حاد غلظت‌های تستوسترون می‌شوند (۳۳). حرکاتی مانند لیفت المپیک (۳۴)، لیفت مرده (۳۵) و اسکات پرشی (۲۲) به پاسخ بالاتر تستوسترون منجر می‌شوند (۳۶ و ۳۷). نشان داده شده‌است زمانی که میزان بار در تمرین مقاومتی از ده تکرار بیشینه به ده تکرار با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه کاهش یابد، پاسخ-های هورمونی در هر دو جنس کم می‌شود (۲۵)؛ بنابراین شاید حجم و شدت تمرین در تحقیق حاضر به اندازه کافی بالا نبوده یا حرکات انجام شده توده عضلانی بزرگ را به اندازه کافی به کارنگرفتند تا سبب تغییر معنی‌داری در سطوح بین‌گروهی تستوسترون شود. افزایش تستوسترون در برخی تحقیق‌ها ممکن است به دلیل تحریک آدرنالینی (۳۸)، اثر تحریکی لاکتات (۳۹) یا توانایی سازگاری ترشح تستوسترون باشد (۴۰). پژوهشگران نشان داده‌اند که پاسخ تستوسترون به تمرین در افراد تمرین‌کرده نسبت به افراد تمرین‌نکرده بالاتر است (۱۹)؛ بنابراین با توجه به اینکه آزمودنی‌های تحقیق حاضر، غیرورزشکار بوده‌اند، شاید این عامل دلیل عدم همخوانی نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق کویلند و همکاران باشد که افراد شرکت‌کننده، تمرین کرده بودند؛ همچنین پاسخ

تستوسترون را برای تحریک گیرنده‌های سلول عضلانی و رشد بافت عضله کافی می‌دانند (۵۳).

با توجه به نتایج به دست آمده نمی‌توان به طور قاطع و صریح گفت که یک جلسه تمرین مقاومتی و استقامتی مجزا تأثیری حاد بر سطوح تستوسترون، کورتیزول و نسبت میان این دو در زنان یائسه ندارد. یک جلسه تمرین استقامتی بر سطوح کورتیزول تأثیر دارد و موجب افزایش آن می‌شود ولی این افزایش در تمرین مقاومتی مشاهده نشد.

با توجه به کم بودن تعداد آزمودنی‌ها پیشنهاد می‌شود تحقیق‌هایی بیشتر در این زمینه انجام گیرد و همچنین تأثیر حاد و مزمن تمرین‌های مقاومتی و استقامتی بر سطوح هورمون‌های مذکور و همچنین هورمون‌های آنابولیک دیگر نظیر هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین در زنان تمرین‌نکرده و ورزشکار در سنین مختلف بررسی شود.

#### تقدیر و تشکر:

انجام این تحقیق با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و همکاری واحد جهاد دانشگاهی مشهد میسر شد که بدین وسیله از آنها قدردانی می‌شود.

شبانه‌روزی و درجه حرارت بدن بر پاسخ حاد کورتیزول بر یک جلسه فعالیت بدنی تأثیری نگذاشتند (۵۱). کورتیزول در فعالیت‌هایی که موجب هیپوکسی می‌شوند نسبت به فعالیت‌هایی که هیپوکسی را سبب نمی‌شوند بیشتر افزایش می‌یابد (۵۲)؛ همچنین افزایش دمای مرکزی بدن موجب افزایش ترشح کورتیزول می‌شود؛ ساختار این افزایش را رهایی هورمون از پروتئین‌های ناقل و تغییر در پروتئین‌های حامل دانسته‌اند (۴۸)؛ بنابراین احتمال دارد افزایش کورتیزول متعاقب تمرین استقامتی در تحقیق حاضر به دلیل هیپوکسی یا افزایش دمای مرکزی بدن باشد که در تمرین مقاومتی ایجاد نشده است. اگرچه سطوح زیاد و طولانی مدت کورتیزول ممکن است تأثیرهایی زیان‌آور داشته باشد، اما افزایش حاد آن، بخشی از روند شکل‌گیری پروسه رشد عضله است (۵۳).

از نسبت تستوسترون به کورتیزول برای ارزیابی پاسخ به تمرین و پیشگویی ظرفیت عملکردی افراد استفاده می‌شود؛ زمانی که این نسبت بالا باشد، نشان‌دهنده شرایط آنابولیک است و زمانی که ۳۰ درصد یا بیشتر کاهش یابد، نشان‌دهنده شرایط کاتابولیک در بدن است. یک جلسه تمرین، تغییرهایی کوتاه مدت را در تعادل آنابولیکی و کاتابولیکی بدن ایجاد می‌کند که به شدت و مدت جلسه تمرین بستگی دارد. تمرین‌های استقامتی مکرر بدون دوره‌های بازیافت کافی می‌تواند به اختلال در تعادل آنابولیک و کاتابولیک بدن منجر شود. تمرین‌های شدید و طولانی مدت موجب کاهش نسبت تستوسترون به کورتیزول و ایجاد شرایط کاتابولیکی در بدن می‌شوند (۲۹). عدم افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول شاید به این دلیل است که فعالیت برای آزمودنی‌ها خیلی خسته‌کننده نبوده، خستگی متابولیک را سبب نشده است (۳۳). نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرین مقاومتی به شرایط آنابولیکی بیشتری منجر می‌شود. کرایمر و همکاران (۱۹۹۲)، افزایش اندک



منابع

1. Orsatti FL, Naha EAP, Maesta N, Nahas-Neto J, Burini RC. Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women. *Maturitas* 2008; 59:394-404.
2. Copeland JL, Chu Samuel Y, and Tremblay MS. Aging, Physical Activity, and Hormones in Women-A Review. *Journal of Aging and Physical Activity* 2004; 11: 101-116.
3. Nóbrega LHC, Azevedo GD, Lima JG, Ferriani RA, Spritzer PM, Sá MFS, Maranhão TMO. Analysis of testosterone pulsatility in women with ovulatory menstrual cycles. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2009; 53:8.
4. Saad F, Gooren L. The role of testosterone in the metabolic syndrome: a review. *Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology* 2009; 114: 40-43.
5. Braunstein GD. Androgen insufficiency in women. *Growth hormone & IGF research* 2006; 16: 109-S117.
6. Palacios S. Androgens and female sexual function. *Maturitas* 2007; 57: 61-65.
7. Copeland JL, Consitt LA, Trembla MS. Hormonal Responses to Endurance and Resistance Exercise in Females Aged 19-69 Years. *Journal of Gerontology: Biological Sciences* 2002; 57(4): 158-165.
8. Izquierdo M, Hakkinen K, Ibanez J, Garrues M, Anton A, Zunga A, Larrío NJL, Gorostiaga EM. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J Appl Physiol* 2001; 90: 1497-150743.
9. Hill EE, Zack E, Battaglini C, Viru M, Viru A, Hackney AC. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. *J. Endocrinol. Invest* 2008; 31: 587-591.
10. Kraemer WJ and Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training, Review Article. *Sports Med* 2005; 35 (4): 339-361.
11. Izquierdo M, Hakkinen K, Anton A, Garrues M, Iban EJ, Ruesta M, Gorostiaga EM. Maximal strength and power, endurance performance, and serum hormones in middle-aged and elderly men. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2001; 1: 91-95.
12. Rahimi R, Rohani H, Ebrahimi M. Effects of very short rest periods on testosterone to cortisol ratio during heavy resistance exercise in men. *Apunts Med E sport* 2011; 03.002.
13. Cardinale M, Soiza RL, Leiper JB, Gibson A, Primrose WR. Hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in elderly individuals. *Br. J. Sports Med* 2008; 10: 1132-1136.
14. Uchida MC, Bacurau RFP, Navarro F, Pontes FL, Tessuti5 VD, Moreau RL, et al. Alteration of testosterone:cortisol ratio induced by resistance training in women. *Rev Bras Med Esporte* 2004; 10:169-175.
15. Häkkinen K, Pakarinen A. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in men and women at different ages. *Int J Sports Med* 1995; 16:507-513.
16. Hawkins VN, Foster-Schubert K, Chubak J, Sorensen B, Ulrich CM, Stanczyk FZ, Plymate S, et al. Effect of exercise on serum sex hormones in men: a 12-month randomized clinical trial. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2008; 40(2): 23-33.
17. Grosvenor MB, Smolin LA. *Nutrition from science to life*. Publishers: University of connecticut 2002 .P: 89-91.
18. Karkoulis K, Habeos I, Charokopos N, Tsiamita M, Mazarakis A, Pouli A, et al. Hormonal responses to marathon running in non-elite athletes. *Eur J Intern Med* 2008; 19:598-601.
29. Majumdar P, Srividhya S, Mandal M, Kalinski M. Response of selected hormonal markers during training cycles on Indian females swimmers. *Biology of Sport* 2010; 27:53-57.
20. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training, Review Article. *Sports Med* 2005; 35: 339-361.
21. Weiss LW, Cureton KJ, Thompson FN. Comparison of Serum Testosterone and Androstenedione Responses to Weight Lifting in Men and Women. *Eur. J.Appl. Physiol* 1983; 50: 413.
22. Volek JS, Kraemer WJ, Bush JA, Bush LL, Incledon T, Boetes M. Testosterone and cortisol in relationship to dietary nutrients and resistance exercise. *J Appl Physiol* 1997; 8: 49-54.
23. Hansen S, Kvorning T, Kjaer M, Kjaer M, Sjøgaard G. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. *Med Sci Sport* 2001; 11: 347-54.
24. Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Harman E, Dziados JE, Mello R, et al. Hormonal and Growth Factor Responses to Heavy Resistance Exercise Protocols. *Appl. Physiol* 1990; 4: 1442.
25. Linnamo V, Pakarinen A, Komi PV, Kraemer WJ, Hakkinen K. Acute hormonal response to submaximal and maximal heavy resistance and explosive exercise in men and women. *Journal of strength and conditioning research* 2005; 19: 566-571.
26. Kraemer WJ, Gordon SE, Fleck SJ. Endogenous Anabolic Hormonal and Growth Factor Responses to Heavy Resistance Exercise in Males and Females. *Int.J. Sports Med* 1991; 12: 228.
27. Vingren. JL, Kraemer WJ, Hatfield DL, Volek JS, Ratamess NA, Anderson JM, et al. Effect of resistance exercise on muscle steroid receptor protein content in strength-trained men and women. *Steroids* 2009;74: 1033-1039.
28. Fry AC, Kraemer WJ, Ramsey LT. Pituitary Adrenal Gonadal Responses to High Intensity Resistance Exercise Overtraining. *J. Appl. Physiol* 1998; 85: 2352.

39. Kraemer WJ, Volek JS, Bush JA, Putukian M, Sebastianelli WJ. Hormonal responses to consecutive days of heavy-resistance exercise with or without nutritional supplementation. *J Appl Physiol* 1998; 85: 1544-55.
30. Hakkinen K, Pakarinen A, Newton RU, Kraemer WJ. Acute hormone responses to heavy resistance lower and upper extremity exercise in young versus old men. *Eur J Appl Physiol* 1998; 77: 312-319.
31. Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol* 2004; 96: 531-539.
32. Kraemer WJ, Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Fry AC, Gordon SE, et al. The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *Eur J Appl Physiol* 1998; 78: 69-76.
33. Lohnes CA. Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance exercise. *Human Physiology* 2010; 36: 457-461.
34. Kraemer WJ, Fry AC, Warren BJ. Acute hormonal responses in elite junior weightlifters. *Int J Sports Med* 1992; 13:103-9.
35. Fahey TD, Rolph R, Moungee P, Nagel J, Mortara S. Serum testosterone, body composition, and strength of young adults. *Med. Sci. sport* 1976; 8:31-34.
36. Ratamess NA, Kraemer WJ, Volek JS, et al. Effects of heavy resistance exercise volume on post-exercise androgen receptor content in resistance-trained men. *J Steroid Biochem Molec Biol* 2005; 93: 35-42.
37. Ballor DL, Becque MD, Katch VL. Metabolic responses during hydraulic resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1987; 19:363-7.
38. Jezova D, Vigas M. Testosterone response to exercise during blockade and stimulation of adrenergic receptors in man. *Horm Res* 1981; 15: 141-7.
39. Lu SS, Lau CP, Tung YF. Lactate and the effect of exercise on testosterone secretion: evidence for the involvement of acAMP-mediated mechanism. *Med Sci Sports Exercise* 1997; 29:1048-54.
40. Fry AC, Kraemer WJ. Resistance exercise overtraining and over reaching: neuroendocrine responses. *Sports Med* 1997; 23: 106-29.
41. Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, Harman EA, Marchitelli LJ, Gordon SE, et al. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J Appl Physiol* 1993; 75: 594-604.
42. Bunt JC, Bahr JM, Bembien DA. Comparison of Estradiol and Testosterone Levels During and Immediately following Prolonged Exercise in Moderately Active and Trained Males and Females. *Exercise and Sport Sciences* 1987; 13: 157-172.
43. Nindl BC, Kraemer WJ, Gotshalk LA, Marx JO, Volek JS, Bush FA, et al. Testosterone responses after resistance exercise in women: influence of regional fat distribution. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001; 11: 451-465.
44. Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone Physiology in Resistance Exercise and Training. *Sports Med*. 2010; 40 (12): 1037-1053.
45. Schwanbeck SR. The Effects of Training with Free Weights or Machines on Muscle Mass, Strength, and Testosterone and Cortisol Levels. M.S Thesis, College of Graduate Studies and Research, University of Saskatchewan 2008.
46. Nakamura Y, Hornsby PJ, Casson P, Morimoto R, Satoh F, Xing Y, et al. Type 5 17beta-hydroxysteroid dehydrogenase (AKR1C3) contributes to testosterone production in the adrenal reticularis. *J Clin Endocrinol Metab* 2009; 94: 2192-8.
47. Snochowski M, Saartik T, Dahlerg E. Androgen and glucocorticoid receptors in human skeletal cytosol. *J Steroid Biochem* 1981; 14: 765-771.
48. Azarbaijani MA, Nikbakht H, Rasae MJ, Sabeti Kh. Effect of exhaustive incremental exercise session on salivary testosterone and cortisol in wrestlers. *Research on Sport Science* 2002; 4: 101-114.
49. Hill EE, Zack E, Battaglini C, Viru M, Viru A, Hackney AC. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. *J. Endocrinol. Invest* 2008; 31: 587-591.
50. Brownlee KK, Moore AW, Hackney AC. Relationship between circulating cortisol and testosterone: influence of physical exercise. *Journal of Sports Science and Medicine* 2005; 4: 76-83.
51. Howlett TA. Hormonal response to exercise and training: a short review. *Clinical Endocrinology* 1987; 26, 723-742.
52. Terblanche SE. Recent advances in hormonal response to exercise, mini-review. *Comp. Biochem. Physiol* 1989; 93:11:727-739.
53. Sedghi B, Kahrizi S, Zakeri HR, Omidfar K, Rahmani M. Evaluation of acute hormonal responses to concentric, eccentric and concentric-eccentric muscle actions in healthy young men. *Physiology and Pharmacology* 2009; 13: 216 – 228.

**Daneshva**

**r**

**Medicine**

## **Comparison of resistance and endurance exercises on testosterone to cortisol ratio in post-menopausal women**

**Donya Sourati Jabloo<sup>1\*</sup>, Seyed Reza Attarzadeh Hosseini<sup>2</sup>, Delaram Sayadpour Zanjani<sup>3</sup>, Amin Ahmadi<sup>1</sup>, Jalal Mansouri<sup>1</sup>**

1. MSc - Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2. Assistant Professor - Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
- 3- Assistant Professor, Pathology Department, Jahad Daneshgahi of Mashhad, Mashhad, Iran.

**E-mail: Donya\_souraty@yahoo.com**

### **Abstract**

**Background and Objective:** Reduction of the anabolic to catabolic hormones plays an important role in muscle loss and strength reduction in post-menopausal women. The ratio of testosterone to cortisol concentration (T:C) is used as indicative of the stress level imposed by the exercise. Increases in this ratio are responsible for hypertrophy and strength gain. The objective of the present study was to investigate the influence of a resistance exercise session and an endurance exercise session on T:C ratio in post-menopausal women.

**Materials and Methods:** In this cross-sectional research study, 10 elderly women (age=54.3±3.74 years, BMI= 24.88±2.07 kg.m<sup>-2</sup>) participated in three protocols: 1) resistance protocol (1 session, 3 sets of 10 repetitions of eight exercises with %80 1RM), 2) endurance protocol (45 minutes of cycling at %60-70 Vo<sub>2</sub>Peak) and 3) rest protocol (control groups). Blood samples were taken before, immediately after and 15 minutes after the end of every protocol. Finally, the serum levels of testosterone and cortisol were measured and data was analyzed using GLM-repeated measures ANOVA at a significance level of p<0.05.

**Results:** Resistance group showed a significant increase in T:C ratio within the groups (p<0.05) but variations in T:C level were not significant between the groups. The difference of T:C levels were not significant within and between the groups in endurance exercise group.

**Conclusion:** The results showed that a single bout of resistance exercise and a single bout of endurance exercise do not acutely influence T:C ratio in post-menopausal women.

**Key words:** Testosterone to cortisol ratio, Resistance exercise, Endurance exercise, Post- menopausal women

Received: 7/10/2011

Last revised: 8/1/2012

Accepted: 9/1/2012