دانشور
پزشکی

دوماهنامه علمی–پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال نوزدهم– شماره ۹۷
اسفند ۱۳۹۰

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

نویسندگان: دنیا صورتی جابلو[1*]، سید رضا عطارزاده حسینی[2]، دلارام صیادپور زنجانی[3]، امین احمدی[1] و جلال منصوری[1]

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 ایفامی‌کند. از نسبت تستوسترون به کورتیزول به‌عنوان شاخص فشار تمرین استفاده‌می‌شود و افزایش این نسبت نشانگر هایپرتروفی 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 ۳/۷۴±۵۴/۳۰ سال و نمایهٔ تودهٔ بدن ۲/۰۷±۲۴/۸۸ 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) شرکت‌کردند. مقادیر تستوسترون و کورتیزول سرم نمونه‌های خون قبل، بلافاصله و ۱۵ دقیقه بعد از مداخلهٔ هریک از سه برنامه جمع‌آوری و اندازه‌گیری‌شد. داده‌ها با استفاده از روش اندازه‌گیری‌های تکراری تحلیل‌شدند و برای آزمون آنها سطح معنی‌داری $P<0/05$ درنظرگرفته‌شد.

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

Archive of SID
www.SID.ir

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 به‌پایان‌می‌رسد و به اتمام دوران باروری در زن می‌انجامد. در سنین بعد از یائسگی، زنان در معرض مشکلات جسمی و روانی متعددی قرارمی‌گیرند 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 ٤٠ سالگی کاسته می‌شود؛ به‌طوری‌که بین سنین ٤٠ تا ٥٠ 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 تولیدمی‌شود (٤). در سنین بعد از یائسگی، تخمدان‌ها منبع اصلی تولید تستوسترون هستند به‌طوری‌که ۵۰ درصد به‌وسیله تخمدان‌ها، ۱۰ درصد به‌وسیله قشر غده فوق کلیوی و ٤٠ درصد از طریق تبدیل محیطی تولیدمی‌شود (٥ و٦)؛ همچنین با افزایش سن، سطح پایه کورتیزول افزایش‌می-یابد (۷ و۸). کورتیزول مهم‌ترین هورمون گلوکوکورتیکوئیدی است که در پاسخ به تحریک‌های بدنی، روان‌شناختی و فیزیولوژیکی از بخش قشری غده فوق‌کلیوی ترشح‌می‌شود؛ همچنین، این هورمون از بافت‌های دیگر بدن مانند عضله اسکلتی، چربی و کبد آزاد می‌شود (۹ و۱۰). 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 تولیدکند (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 درواقع، نسبت تستوسترون به کورتیزول بیان‌کننده تعادل متابولیسم آنابولیک و کاتابولیک عضله است (۱۱)؛ همچنین از این نسبت به-عنوان شاخص فشار تمرین استفاده‌می‌شود 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 انجام‌شده‌است؛ *یوچیدا و همکاران* (۲۰۰٤) تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی را بر نسبت تستوسترون به کورتیزول در ٥ زن جوان ورزشکار بررسی‌کردند. نتایج تحقیق، افزایش ۲۰ درصدی در این نسبت را نشان‌داد اما هیچ تغییری در حداکثر قدرت ایجادنشد (١٤). *کوپلند و همکاران* (۲۰۰۲) در تحقیقی که روی ۳۰ زن سالم تمرین‌کرده ١٦ تا ٦٩ ساله انجام-دادند، مشاهده‌شد که سطوح هورمون تستوسترون پس از هر دو تمرین استقامتی و مقاومتی افزایش‌یافت و کورتیزول طی جلسات تمرین مقاومتی و استقامتی

Archive of SID

www.SID.ir

کاهشی معنی‌دار پیداکرد (۷). *هاکینن 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 بررسی‌کردند. نتایج تحقیق، تغییری معنی‌دار را در سطوح تستوسترون و کورتیزول نشان‌نداد (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 نشان‌داده‌اند، پاسخ‌های هورمونی در زنان یائسه پایین‌تر از زنان غیریائسه است (۷). ازآنجاکه 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 دربارهٔ پاسخ هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک به تمرین در زنان یائسه می‌تواند دریچه 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 دعوت‌شدند. 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 انتخاب‌شدند. 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 نمایهٔ تودهٔ 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) بررسی‌شد و افرادی که غیرورزشکار بودند برای تحقیق انتخاب‌شدند. نخست همه آزمودنی‌ها دربارهٔ مراحل تحقیق توجیه و از اهداف و اهمیت پژوهش آگاه شدند و با رضایت آگاهانه در تحقیق شرکت‌کردند؛ همچنین به آزمودنی‌ها توضیح‌داده‌شد که در هر مرحله‌ای از پژوهش می‌توانند انصراف خود را از شرکت در آن اعلام‌کنند. همه آزمودنی‌ها برگه رضایت-نامه شرکت در پژوهش و پرسش‌نامه‌های آمادگی انجام فعالیت ورزشی (PAR-Q)، سلامت عمومی($GHQ_{۲۸}$)، وضعیت تغذیه و مطالعه سلامت زنان ماساچوست (MWHS) را تکمیل‌کردند؛ پیش از شروع تحقیق، مجوز کمیته اخلاق دریافت‌شد و پزشک عدم محدودیت انجام فعالیت ورزشی آزمودنی‌ها را تأییدکرد. 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-۷۲۰ Body Composition Analyzer) ساخت کشور کره جنوبی اندازه‌گیری‌شد. هشت روز پیش از اولین جلسه تمرین، حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون آمادگی هوازی دوچرخه آستراند و همچنین، تکرار بیشینه (۱RM) حرکات وزنه تمرینی با فاصله چهار روز

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین‌شد. داده‌های مربوط به سن، قد، وزن، نمایه توده بدن، درصد چربی و حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده‌است؛ سپس آزمودنی‌ها طی دوازده روز، سه جلسه تست را با فاصله چهار روز استراحت میان جلسات تکمیل‌کردند. تمامی تست‌ها در ساعت ۸ تا ۱۰:۳۰ صبح انجام‌گرفت. طرح تحقیق به‌صورت متقاطع انجام‌شد به‌نحوی‌که نمونه‌های آماری به‌طور تصادفی به دو گروه ۵ نفری تقسیم‌شدند؛ گروه اول به‌ترتیب در جلسات تمرین استقامتی، مقاومتی و استراحت و گروه دوم به‌طور موازی و هم‌زمان به‌ترتیب در جلسات تمرین مقاومتی، استقامتی و استراحت شرکت‌کردند. به آزمودنی‌ها گفته‌شد ۲٤ ساعت پیش از هر جلسه از فعالیت بدنی شدید اجتناب‌کنند و رژیم غذایی ثابتی داشته‌باشند؛ همچنین دو ساعت قبل از هر جلسه، کافئین مصرف‌نکنند. صبح روز هر جلسه (۲/۵ ساعت پیش از شروع جلسه) به تمام آزمودنی‌ها یک وعده غذای استاندارد معادل ٤/۳ کیلوکالری انرژی به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن، شامل ٦۵ درصد کربوهیدرات، ۲۰ درصد چربی و ۱۵ درصد پروتئین داده‌شد (۱۷). در این پژوهش از نان تست مارک سه نان و پنیر خامه‌ای مارک پگاه استفاده‌شد که هر دو محصول، دارای نشان استاندارد بودند.

جلسه تمرین استقامتی شامل ٤۵ دقیقه فعالیت روی دوچرخه کارسنج تکنوجیم با شدت ٦۰ تا ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بود. شدت تمرین به‌طور مداوم با استفاده از ضربان‌سنج پلار کنترل‌شد و آزمودنی‌ها هر ۵ دقیقه با استفاده از شاخص درک تلاش بورگ (Borg) شدت تمرین را اعلام‌کردند. جلسه تمرین مقاومتی به مدت ٤۵ دقیقه و شامل سه ست ۱۰ تکراری با ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه و با استراحت‌های ۱ دقیقه‌ای میان ست‌ها روی دستگاه‌های بدنسازی ایزوتونیک انجام‌شد. حرکات عبارت‌بودند از: ۱) پرس سینه خوابیده؛ ۲) کشش پشت؛ ۳) پرس پای نشسته؛ ٤) جلو بازو؛ ۵) پشت بازو سیم‌کش؛ ٦) 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 گرم‌می‌کردند. در طول جلسه گروه کنترل به مدت ٤۵ دقیقه، هیچ فعالیتی انجام‌ندادند 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 انجام‌شد، طی جلسه کنترل نیز سه بار خون‌گیری در زمان‌های مشابه با جلسات تمرین انجام‌شد. در هر نوبت، ۵ سی‌سی خون از ورید آنتی‌کوبیتال گرفته‌شد. نمونه‌های خونی در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد فریز شدند و پس از جمع‌آوری، تمامی‌نمونه‌ها در یک روز مورد بررسی قرارگرفتند. مقادیر تستوسترون و کوتیزول با روش کمی‌لومنیسانس (Chemiluwomenecence) و با دستگاه و کیت لیایسون (Liaison) ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری‌شدند. پس از جمع‌آوری و وارد‌کردن داده‌ها در محیط نرم‌افزاری آماری SPSS (نسخه ۱٦) داده‌های خام تجزیه‌وتحلیل‌شدند؛ این کار با کمک آمار توصیفی و استنباطی انجام‌شد، به‌طوری‌که برای محاسبه شاخص‌های میانگین و پراکندگی و رسم نمودارها از آمار توصیفی استفاده‌شد؛ همچنین از آزمون اکتشافی کولموگروف اسمیرنوف و لوین به‌ترتیب برای تعیین نرمال‌بودن توزیع داده‌ها و تجانس واریانس گروه‌ها و از آزمون آماری آنووا (اندازه‌های تکرارشونده) برای تعیین تغییرهای درون و بین‌گروهی استفاده‌شد. برای تصمیم آماری، سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ درنظر‌گرفته‌شد.

Archive of SID

www.SID.ir

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
نمایهٔ تودهٔ بدن(کیلوگرم بر متر مربع)	۲۴/۸۸	۲/۰۷
درصد چربی بدن(درصدی از وزن بدن)	۳۳/۵۰	۲/۶۳
حداکثر اکسیژن مصرفی(میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه)	۲۷/۳۲	۲/۴۹

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 نشان‌داده‌شده‌است. همان‌طورکه مشاهده‌می‌شود تغییرهای درون‌گروهی، مقادیر تستوسترون متعاقب تمرین مقاومتی (P=۰/۰۰۸) و استقامتی (P=۰/۰۰۳) 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=۰/۰۰۱).

تغییرهای بین‌گروهی و تعاملی مقادیر تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول گروه‌های تحقیق در جدول ۳ نشان‌داده‌شده‌است؛ همان‌طورکه مشاهده‌می‌شود تغییرهای بین‌گروهی مربوط به غلظت کورتیزول سرمی‌گروه‌های تحقیق، تفاوت معنی‌دار داشت (P=۰/۰۰۲). براساس نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی، این تفاوت از تغییرهای غلظت کورتیزول گروه استقامتی، ناشی بود (P<۰/۰۵). در پی افزایش محسوس غلظت کورتیزول سرمی‌متعاقب تمرین استقامتی و نیز کاهش و تغییرهای بسیار کم مقادیر کورتیزول سرمی‌گروه‌های مقاومتی و کنترل، تعامل تغییرهای گروه‌ها و مراحل، معنی‌دار بود (P=۰/۰۳۷)؛ به‌عبارت‌دیگر، تغییرهای کورتیزول سرمی، متعاقب مداخلهٔ یک جلسه تمرین استقامتی و مقاومتی از الگوی مشابه پیروی‌نمی‌کند؛ همچنین براساس نتایج جدول ۳ تغییرهای بین‌گروهی 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 نشان‌داد 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 بررسی‌کرده‌اند، محدودند. *کوپلند و همکاران* (۲۰۰۲) افزایش تستوسترون و کاهش کورتیزول متعاقب تمرین مقاومتی و استقامتی را گزارش‌کردند (۷). *هاکینن و همکاران* (۱۹۹۵) هیچ‌گونه تغییری در مقادیر تستوسترون و کورتیزول متعاقب تمرین مقاومتی را گزارش‌نکردند (۱۵). در تحقیق حاضر، مقادیر تستوسترون بعد از تمرین، تغییری معنی‌دار نیافت که با نتایج تحقیق *هاکینن و همکاران* همخوانی‌دارد و با نتایج تحقیق *کوپلند و*

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران مخالف است؛ همچنین مقادیر کورتیزول بعد از تمرین مقاومتی، تغییری معنی‌دار نیافت که با نتایج تحقیق *کوپلند و همکاران* مخالف است و با نتایج تحقیق *هاکینن و همکاران* همخوانی‌دارد؛ اما بعد از تمرین استقامتی افزایش‌یافت که با نتایج تحقیق *کوپلند و همکاران* مخالف است. نسبت تستوسترون به کورتیزول بعد از تمرین افزایش‌یافت و این افزایش بعد از تمرین مقاومتی نسبت به تمرین استقامتی بیشتر بود اما در مقایسه با گروه کنترل این افزایش معنی‌دار نبود.

جدول شماره ۲. تغییرهای درون‌گروهی مقادیر تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول (میانگین±انحراف‌معیار) گروه‌ها

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

*- سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ درنظرگرفته‌شده‌است.

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

متغیرها	تغییرهای بین‌گروهی		تعامل تغییرهای گروه‌ها و مراحل	
	مقدارF	سطح معنی‌داری*	مقدارF	سطح معنی‌داری*
تستوسترون(نانوگرم بر میلی‌لیتر) گروه‌های: مقاومتی، استقامتی و کنترل	۰/۱۱۱	۰/۸۹۵	۱/۳۵۵	۰/۲۶۲
کورتیزول(میکروگرم بر دسی‌لیتر) گروه‌های: مقاومتی، استقامتی و کنترل	۷/۶۷۷	۰/۰۰۲*	۳/۷۲۹	۰/۰۳۷*
نسبت تستوسترون به‌کورتیزول	۱/۳۳۴	۰/۲۸۰	۲/۴۴۵	۰/۰۵۷

*- سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ درنظرگرفته‌شده‌است.

www.SID.ir

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 میـزان ورزیدگی افراد بستگی‌دارد (۱۸). میـزان توده عضلانی درگیر در فعالیت (۲۱ تا ۲۳)، شدت و حجم تمرین (۲٤ تا ۲۸)، غذای مصرفی (۲۹)، سن (۳۰) و تجربه تمرینی (۳۱ و۳۲) از عوامل مؤثر بر میـزان پاسخ هورمـون تستوسترون هستند (۳۲). فعالیت‌هایی شدید برای ایجاد پاسخ تستوسترون مورد نیازند. نشان‌داده‌شده‌است که پروتکل‌های تمرینی شدید که عضلات بزرگ و نیز چند مفصل را درگیرمی‌سازند، موجب افزایش حاد غلظت‌های تستوسترون می‌شوند (۳۳). حرکاتی مانند لیفت المپیک (۳٤)، لیفت مرده (۳۵) و اسکات پرشی (۲۲) به پاسخ بالاتر تستوسترون منجرمی‌شوند (۳٦ و۳۷). نشان‌داده‌شده‌است زمانی که میزان بار در تمرین مقاومتی از ده تکرار بیشینه به ده تکرار با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه کاهش‌یابد، 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 انجام‌شده توده عضلانی بزرگ را به اندازه کافی به‌کارنگرفتند 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 (٤۰). پژوهشگران نشان‌داده‌اند که پاسخ تستوسترون به تمرین در افراد تمرین‌کرده نسبت‌به 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 *کوپلند و همکاران* باشد که افراد شرکت‌کننده، تمرین‌کرده بودند؛ همچنین پاسخ هورمونی پایین در این زنان، شاید به دلیل حجم کم توده عضلانی باشد (٤۱ تا ٤۳). به دنبال تمرین شدید، هورمون آزادکننده گنادوتروپین (Gonadotropin Releasing –GnRH Hormone) موجب تحریک ترشح هورمون لوتئینی (LH– Luteinizing Hormone) شده سپس هورمون لوتئینی با اثر تحریکی بر سلول‌های تکای تخمدان موجب افزایش ترشح تستوسترون می‌شود (٤٤)؛ همچنین ترشح تستوسترون به میزان بیوسنتز گلوکوکورتیکوئیدها به‌خصوص کورتیزول بستگی‌دارد که آدرنوکورتیکوتروپین (ACTH) آنها را تحریک‌می‌کنند (٤۵). آدرنوکورتیکوتروپین که تحریک ترشح کورتیزول می‌شود، موجب آزادسازی تستوسترون از غدد فوق‌کلیه نیز سبب‌می‌شود (٤٦). تارهای عضله اسکلتی دارای گیرنده‌های اختصاصی تستوسترون است که می‌توانند به‌طور مستقیم، این هورمون‌ها را متابولیزه‌کنند (٤۷). تستوسترون از تخریب پروتئین عضلات اسکلتی به هنگام تمرین جلوگیری‌می‌کنند و درنتیجه، میزان برداشت آنها در این زمان توسط عضلات افزایش‌می‌یابد (٤۸). در تحقیق حاضر، شاید افزایش برداشت تستوسترون توسط عضلات موجب عدم افزایش آن با توجه به افزایش کورتیزول متعاقب تمرین استقامتی باشد.

در تحقیق *کوپلند 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 بستگی‌دارد؛ به‌طوری‌که یکی از مهم‌ترین محرک‌های ترشح این هورمون، فعالیت بدنی شدید است. فعالیت جسمانی شدید، موجب افزایش ترشح ACTH و درنتیجه، افزایش ترشح کورتیزول می‌شود (٤۹ و۵۰). 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

Archive of SID

www.SID.ir

شبانه‌روزی و درجه حرارت بدن بر پاسخ حاد کورتیزول بر یک جلسه فعالیت بدنی تأثیرمی‌گذارند (۵۱). کورتیزول در فعالیت‌هایی که موجب هیپوکسی می‌شوند نسبت‌به فعالیت‌هایی که هیپوکسی را سبب‌نمی‌شوند 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 (٤٨)؛ بنابراین احتمال‌دارد افزایش کورتیزول متعاقب تمرین استقامتی در تحقیق حاضر به دلیل هیپوکسی یا افزایش دمای مرکزی بدن باشد که در تمرین مقاومتی ایجادنشده‌است. اگرچه سطوح زیاد و طولانی‌مدت کورتیزول ممکن است تأثیرهایی زیان‌آور داشته‌باشد، 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 کاهش‌یابد، نشان‌دهنده شرایط کاتابولیک در بدن است. یک جلسه تمرین، تغییرهایی کوتاه‌مدت را در تعادل آنابولیکی و کاتابولیکی بدن ایجادمی‌کند که به شدت و مدت جلسه تمرین بستگی‌دارد. تمرین‌های استقامتی مکرر بدون دوره‌های بازیافت کافی می‌تواند به اختلال در تعادل آنابولیک و کاتابولیک بدن منجرشود. تمرین-های شدید و طولانی‌مدت 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 سبب‌نشده‌است (۳۳). نتایج تحقیق حاضر نشان‌داد تمرین مقاومتی به شرایط آنابولیکی بیشتری منجرمی-شود. *کرایمر و همکاران* (۱۹۹۲)، افزایش اندک تستوسترون را برای تحریک گیرنده‌های سلول عضلانی و رشد بافت عضله کافی می‌دانند (۵۳).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده نمی‌توان به‌طور 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 تأثیردارد و موجب افزایش آن می‌شود ولی این افزایش در تمرین مقاومتی مشاهده‌نشد.

با توجه به کم‌بودن تعداد آزمودنی‌ها پیشنهادمی‌شود تحقیق‌هایی بیشتر در این زمینه انجام‌گیرد 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 بررسی‌شود.

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.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

۱. Orsatti FL, Naha EAP, Maesta N, Nahas-Neto J, Burini RC. Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women. Maturitas ۲۰۰۸; ۵۹:۳۹٤–٤۰٤.

۲. Copeland JL, Chu Samuel Y, and Tremblay MS. Aging, Physical Activity, and Hormones in Women-A Review. Journal of Aging and Physical Activity ۲۰۰٤; ۱۱: ۱۰۱–۱۱٦.

۳. 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 ۲۰۰۹; ۵۳:۸.

٤. Saad F, Gooren L. The role of testosterone in the metabolic syndrome: a review. Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology ۲۰۰۹; ۱۱٤: ٤۰–٤۳.

۵. Braunstein GD. Androgen insufficiency in women. Growth hormone & IGF research ۲۰۰٦; ۱٦: ۱۰۹–S۱۱۷.

٦. Palacios S. Androgens and female sexual function. Maturitas ۲۰۰۷; ۵۷: ٦۱–٦۵.

۷. Copeland JL, Consitt LA, Trembla MS. Hormonal Responses to Endurance and Resistance Exercise in Females Aged ۱۹–٦۹ Years. Journal of Gerontology: Biological Sciences ۲۰۰۲; ۵۷(٤): ۱۵۸–۱٦۵.

۸. Izquierdo M, Hakkinen K, Ibanez J, Garrues M, Anton A, Zunga A, Larrio NJL, Gorostiaga EM. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. J Appl Physiol ۲۰۰۱; ۹۰: ۱٤۹۷–۱۵۰۷٤۳.

۹. Hill EE, Zack E, Battaglini C, Viru M, Viru A, Hackney AC. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. J. Endocrinol. Invest ۲۰۰۸; ۳۱: ۵۸۷–۵۹۱.

۱۰. Kraemer WJ and Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training,Review Article. Sports Med ۲۰۰۵; ۳۵ (٤): ۳۳۹-۳٦۱.

۱۱. 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 ۲۰۰۱; ۱: ۹۱–۹۵.

۱۲. 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 ۲۰۱۱; ۰۳,۰۰۲.

۱۳. 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 ۲۰۰۸; ۱۰: ۱۱۳۲-۱۱۳٦.

۱٤. Uchida MC, Bacurau RFP, Navarro F, Pontes FL, Tessuti۵ VD, Moreau RL, et al. Alteration of testosterone:cortisol ratio induced by resistance training in women. Rev Bras Med Esporte ۲۰۰٤; ۱۰:۱٦۹–۱۷۵.

۱۵. Häkkinen K, Pakarinen A. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in men and women at different ages. Int J Sports Med ۱۹۹۵; ۱٦:۵۰۷–۵۱۳.

۱٦. Hawkins VN, Foster-Schubert K, Chubak J, Sorensen B, Ulrich CM, Stancyzk. FZ, Plymate S, et al. Effect of exercise on serum sex hormones in men: a ۱۲-month randomized clinical trial. Medicine & Science in Sports & Exercise ۲۰۰۸; ٤۰(۲): ۲۳-۳۳.

۱۷. Grosvenor MB, Smolin LA. Nutrition from science to life. Publishers: University of coonnecticut ۲۰۰۲ .P: ۸۹-۹۱.

۱۸. Karkoulias 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 ۲۰۰۸; ۱۹:۵۹۸-٦۰۱.

۲۹. Majumdar P, Srividhya S, Mandal M, Kalinski M. Response of selected hormonal markers during training cycles on Indian females swimmers. Biology of Sport ۲۰۱۰; ۲۷:۵۳–۵۷.

۲۰. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training, Review Article. Sports Med ۲۰۰۵; ۳۵: ۳۳۹–۳٦۱.

۲۱. Weiss LW, Cureton KJ, Thompson FN. Comparison of Serum Testosterone and Androstenedione Responses to Weight Lifting in Men and Women. Eur. J.Appl. Physiol ۱۹۸۳; ۵۰: ٤۱۳.

۲۲. 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 ۱۹۹۷; ۸: ٤۹–۵٤.

۲۳. Hansen S, Kvorning T, Kjaer M, Kjær M, Sjøgaard G. The effect of short-termstrength training on human skeletal muscle: the importance ofphysiologically elevated hormone levels. Med Sci Sport ۲۰۰۱; ۱۱: ۳٤۷–۵٤.

۲٤. 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 ۱۹۹۰; ٤: ۱٤٤۲.

Archive of SID

www.SID.ir

۲۵. 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 ۲۰۰۵; ۱۹: ٥٦٦–٥٧١.

۲٦. Kraemer WJ, Gordon SE, Fleck SJ. Endogenous Anabolic Hormonal and Growth Factor Responsesto Heavy Resistance Exercise in Males and Females. Int.J. Sports Med ۱۹۹۱; ۱۲: ۲۲۸.

۲۷. 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 ۲۰۰۹;۷٤: ۱۰۳۳–۱۰۳۹.

۲۸. Fry AC, Kraemer WJ, Ramsey LT. Pituitary_Adrenal Gonadal Responses to High Intensity Resistance Exercise Overtraining. J. Appl. Physiol ۱۹۹۸; ۸٥: ۲۳٥۲.

۲۹. Kraemer WJ, Volek JS, Bush JA, Putukian M, Sebastianelli WJ. Hormonal responses toconsecutive days of heavy-resistance exercise with or withoutnutritional supplementation. J ApplPhysiol ۱۹۹۸; ۸٥: ۱٥٤٤–٥٥.

۳۰. 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 ۱۹۹۸; ۷۷: ۳۱۲–۳۱۹.

۳۱. Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. J Appl Physiol ۲۰۰٤; ۹٦: ٥۳۱–٥۳۹.

۳۲. 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 ApplPhysiol ۱۹۹۸; ۷۸: ٦۹–۷٦.

۳۳. Lohnes CA. Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance exercise. Human Physiology ۲۰۱۰; ۳٦: ٤٥۷–٤٦۱.

۳٤. Kraemer WJ, Fry AC, Warren BJ. Acute hormonal responses in elite junior weightlifters. Int J Sports Med ۱۹۹۲; ۱۳:۱۰۳–۹.

۳٥. Fahey TD, Rolph R, Moungmee P, Nagel J, Mortara S. Serum testosterone, body composition, and strength of young adults. Med. Sci. sport ۱۹۷٦; ۸:۳۱–۳٤.

۳٦. Ratamess NA, Kraemer WJ, Volek JS, et al. Effects of heavy resistance exercise volume on post-exercise androgen receptorcontent in resistance-trained men. J Steroid Biochem Molec Biol ۲۰۰٥; ۹۳: ۳٥–٤۲.

۳۷. Ballor DL, Becque MD, Katch VL. Metabolic responses during hydraulic resistance exercise. Med Sci Sports Exerc ۱۹۸۷; ۱۹:۳٦۳–۷.

۳۸. Jezova D, Vigas M. Testosterone response to exercise during blockade and stimulation of adrenergic receptors in man. Horm Res ۱۹۸۱; ۱٥: ۱٤۱–۷.

۳۹. Lu SS, Lau CP, Tung YF. Lactate and the effect of exerciseon testosterone secretion: evidence for the involvement ofacAMP-mediated mechanism. Med Sci Sports Exercise ۱۹۹۷; ۲۹:۱۰٤۸–٥٤.

٤۰. Fry AC, Kraemer WJ. Resistance exercise overtraining and over reaching:neuroendocrine responses. Sports Med ۱۹۹۷; ۲۳: ۱۰٦–۲۹.

٤۱. 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 ApplPhysiol ۱۹۹۳; ۷٥: ٥۹٤–٦۰٤.

٤۲. Bunt JC, Bahr JM, Bemben 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 ۱۹۸۷; ۱۳: ۱٥۷–۱۷۲.

٤۳. 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 NutrExercMetab ۲۰۰۱; ۱۱: ٤٥۱–٤٦٥.

٤٤. Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone Physiology in Resistance Exercise and Training. Sports Med.۲۰۱۰; ٤۰ (۱۲): ۱۰۳۷–۱۰٥۳.

٤٥. 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 ۲۰۰۸.

٤٦. Nakamura Y, Hornsby PJ, Casson P, Morimoto R, Satoh F, Xing Y, et al. Type ٥ ۱۷betahydroxysteroid dehydrogenase (AKR۱C۳) contributes to testosterone production in the adrenal reticularis. J ClinEndocrinolMetab ۲۰۰۹; ۹٤: ۲۱۹۲–۸.

٤۷. Snochowski M, Saartik T, Dahlerg E. Androgen and glucocorticoid receptors in human skeletal cytosol. J.Steroid Biochem ۱۹۸۱; ۱٤: ۷٦٥–۷۷۱.

٤۸. 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 ۲۰۰۲; ٤: ۱۰۱–۱۱٤.

Archive of SID

www.SID.ir

۴۹. **Hill EE, Zack E, Battaglini C, Viru M, Viru A, Hackney AC. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect, J. Endocrinol. Invest** ۲۰۰۸; ۳۱: ۵۸۷-۵۹۱.

۵۰. **Brownlee KK, Moore AW, Hackney AC. Rlationship between circulating cortisol and testosterone: influence of physical exercise. Journal of Sports Science and Medicine** ۲۰۰۵; ٤: ۷٦-۸۳.

۵۱. **Howlett TA. Hormonal response to exercise and training: a short review. Clinical Endocrinology** ۱۹۸۷;۲٦, ۷۲۳-۷٤۲.

۵۲. **Terblanche SE, Recent advances in hormonal response to exercise, mini-review. Comp. Biochem. Physiol** ۱۹۸۹; ۹۳۱۱:۷۲۷-۷۳۹.

۵۳. **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** ۲۰۰۹; ۱۳: ۲۱٦ – ۲۲۸.

Archive of SID

www.SID.ir