Medical Journal
of
Tabriz University of Medical Sciences and Health Services

Original Article

Comparsion the changes in hormonal levels of testosterone and cortisol following resistance training with and without blood flow restriction in female athletes

Maryam Janbozorgi[1], Mojdeh Khajehlandi[2]*

[1] Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
[2] Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
*Corresponding author; E-mail: mojdeh.khajehlandi@gmail.com

Received: 22 November 2017 Accepted: 2 January 2018 First Published online: 18 November 2019
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 December-2020 January; 41(5):25-33

Abstract

Background: There is a great deal of variability in the response of cortisol and testosterone to different methods of exercise training. One of the methods of exercise that is considered today is the exercises with blood flow restriction. Therefore, this study aimed to compare the changes in hormonal levels of testosterone and cortisol following resistance training with and without blood flow restriction in female athletes.

Methods: 30 active females aged 23-30 years were randomly divided into three groups: traditional resistance training, resistance training with blood flow restriction and control. Training started with one set of 30 reps and ended with two sets repeated until exhaustion. Blood sampling prior to and immediately after exercise training took place to measure levels of testosterone and cortisol. T-test for comparison within group and one-way ANOVA was used to compare between groups comparison.

Results: Results showed no significant increase for testosterone levels in within and between groups comparison. (P=0/724). Also, cortisol levels were significantly increased only in group without blood flow restriction compared to the pre-test (P=0/001). But in between groups comparison, there was a significant increase in serum levels of cortisol in two training groups compared to the control group (P=0/002).

Conclusion: It seems that athletes who are in the rehabilitation phase and are not capable of lifting heavy weights, low intensity exercises with blood flow restriction can be replaced with without blood flow restriction exercises with high intensity.

Keyword: Testosterone, Cortisol, Blood flow restriction, Athlete.

How to cite this article: Janbozorgi M, Khajehlandi M. [Comparsion the Changes in hormonal levels of testosterone and cortisol following resistance training with and without blood flow restriction in female athletes]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 December-2020 January; 41(5):25-33. Persian.

© 2019 The Author(s). This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقاله پژوهشی

مقایسه تغییرات سطوح هورمونی تستوسترون و کورتیزول متعاقب تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون در ورزشکاران دختر

مریم جان بزرگی[۱]، مژده خواجه لندی[۲*]

[۱] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

[۲] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

[*] نویسنده مسوول؛ ایمیل:mojdeh.khajehlandi@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۶/۹/۱ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۲ انتشار برخط: ۱۳۹۸/۸/۲۷

مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. آذر و دی ۱۳۹۸؛ ۴۱(۵):۲۵-۳۳

چکیده

زمینه: تغییرپذیری زیادی در پاسخ کورتیزول و تستوسترون به روش‌های مختلف تمرین ورزشی وجود دارد. از جمله روش تمرین ورزشی که امروزه مورد توجه قرار گرفته است، تمرینات همراه با محدودیت جریان خون است. از این رو هدف مطالعه حاضر مقایسه تغییرات سطوح سرمی تستوسترون و کورتیزول متعاقب تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون در ورزشکاران دختر بود.

روش‌کار: ۳۰ دختر ورزش‌کار با دامنه سنی ۳۰-۲۳ سال به‌طور تصادفی به سه گروه: تمرین مقاومتی سنتی، تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون و کنترل تقسیم شدند. تمرین با یک ست ۳۰ تکرار شروع و با دو ست تکرار تا حد خستگی پایان یافت. نمونه‌گیری خونی برای اندازه‌گیری سطوح هورمون تستوسترون و کورتیزول قبل و بلافاصله پس از اتمام تمرین صورت گرفت. آزمون تی وابسته برای مقایسه درون‌گروهی، آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه برای مقایسه بین‌گروهی استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج حاکی از عدم افزایش معنادار هورمون تستوسترون در مقایسه درون‌گروهی و بین‌گروهی بود (P= ۰/۷۲۴). هم‌چنین میزان کورتیزول فقط در گروه بدون انسداد نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنادار داشت (P= ۰/۰۰۱)، اما در مقایسه بین‌گروهی هر دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری در سطوح سرمی هورمون کورتیزول داشتند (P= ۰/۰۰۲).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد برای ورزشکارانی که در مرحله بازتوانی هستند و توانایی بلند کردن وزنه سنگین را ندارند می‌توان تمرینات همراه با محدودیت جریان خون با شدت پایین را با تمرینات بدون انسداد با شدت بالا جایگزین کرد.

کلید واژه‌ها: تستوسترون، کورتیزول، محدودیت جریان خون، ورزشکار

نحوه استناد به این مقاله: جان بزرگی م، خواجه لندی م. مقایسه تغییرات سطوح هورمونی تستوسترون و کورتیزول متعاقب تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون در ورزشکاران دختر. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. ۱۳۹۸؛ ۴۱(۵):۲۵-۳۳

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.

این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز تحت مجوز کریتیو کامنز (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

هنگام فعالیت ورزشی، بدن باید به سرعت به نیازهای فزاینده‌ای که بر آن تحمیل می‌شود پاسخ دهد. به‌عبارت دیگر، فعالیت بدنی به تنظیم و هماهنگی بسیاری از دستگاه‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی نیاز دارد. چنین یکپارچگی به وسیله‌ی تعامل پیچیده‌ی بین دستگاه عصبی خودکار و بافت‌های تخصص یافته‌ی بدن (غدد) که هورمون‌ها را ترشح می‌کنند، به وجود می‌آید. سازماندهی پاسخ‌های شناخته شده‌ی هورمونی به فعالیت‌های ورزشی، در عملکردهای بیولوژیکی برای توانایی تحمل فشار فعالیت‌های ورزشی مهم می‌باشند (۱). در سال‌های اخیر شناسایی شیوه‌های تمرینی جدید و مؤثر، همواره مورد توجه محققان علوم ورزشی بوده است. یک نوع از این تمرین‌ها، تمرین ورزشی با محدودیت جریان خون (BFR) است که برای اولین بار در کشور ژاپن، با عنوان «تمرین کاتسو»، معروف به یک روش تمرین ورزشی متداول همراه با «محدودکردن جریان خون در عضو» در اختیار عموم مردم قرار گرفت و از جمله ورزش‌های جدید به شمار می‌آید (۲). شدت این تمرینات به طور معمول بین ۲۰ تا ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه تقریباً معادل شدت فعالیت روزانه‌ی افراد در نظر گرفته می‌شود. بنابراین برای افراد با ویژگی‌های جسمانی متفاوت قابل تحمل است. ویژگی مهم ورزش با شدت پایین این است که می‌تواند باعث افزایش قابل ملاحظه‌ی توده و قدرت عضلانی شود. در تمرین‌های ورزشی BFR کاهش جریان خون منجر به کاهش جریان اکسیژن می‌شود؛ بنابراین در این تمرین‌ها نیروی تولید شده توسط تارهای عضلانی تند انقباض، نقش مهمی در افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی دارد. به عبارت دیگر در تمرین‌های ورزشی BFR، تارهایی که پتانسیل بیشتری برای افزایش رشد عضله دارند (تارهای تند انقباض) منبع اصلی توان و قدرت عضلانی به حساب می‌آیند، فراخوانده می‌شوند (۳). تحقیقات نشان می‌دهند پاسخ‌های هورمونی متعددی در اثر تمرینات مقاومتی رخ می‌دهد که نتیجه‌ی آن افزایش ظرفیت، کارایی و اندازه‌ی سلول‌های عضلانی است. بخشی ازآثار تمرینات مقاومتی از طریق تغییر سطوح هورمون‌ها انجام می‌گیرد. مقدار پاسخ هورمونی به بار تمرینی، شدت، حجم و نوع تمرین بستگی دارد. تکرارهای کوتاه تمرینات شدید ممکن است باعث افزایش غلظت هورمون‌های آنابولیک (مثل: تستوسترون، هورمون رشد) و هورمون‌های کاتابولیک (مثل؛ کورتیزول) شود (۴). یکی از بهترین روش‌ها برای اندازه‌گیری میزان اثرگذاری تمرین، فشار تمرین و میزان خستگی اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی خون است. از میان این متغیرها،هورمون‌های متابولیکی آنابولیک –کاتابولیک حائز اهمیت می‌باشد. اعتقاد براین است که آندروژن‌ها به طور عمده متابولیسم استخوان را تنظیم می‌کنند. به‌علاوه نقش آن‌ها به ویژه تستوسترون در پیشگیری از کاهش توده‌ی استخوانی (۵) افزایش گلبول‌های قرمز خون، ارتقای سلامتی، شادکامی و میل جنسی نیز مهم است (۶، ۷). تستوسترون و کورتیزول به ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین هورمون‌های استروئیدی آنابولیک و کاتابولیک شناخته شده‌اند (۸). تستوسترون یک استروئید آنابولیک است که سنتز پروتئین را از سلول‌های میان‌بافتی لیدینگ تحریک می‌کند. این هورمون سبب هایپرتروفی عضلانی و افزایش قدرت و تونوس عضلانی می‌شود و یکی از هورمون‌های مهم در فعالیت‌های بدنی به حساب می‌آید (۹). تحقیقات متعددی افزایش مقدار تستوسترون سرم را متعاقب تمرینات قدرتی گزارش نموده‌اند (۱۱ و ۱۰). هورمون کورتیزول نیز یک گلوکوکورتیکوئید است که از کرتکس آدرنال ترشح می‌شود و افزایش آن در بدن نشان دهنده‌ی این است که بدن در وضعیت کاتابولیسم قرار دارد. میزان این هورمون در شرایط استرس زا مانند تأثیرات محیطی، فشار هیجانی و فعالیت ورزشی تغییر می‌کند و در حفظ غلظت گلوکز پلاسما نیز دخالت دارد. نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که تغییرات کورتیزول، به شدت و مدت تمرین بستگی دارد. نسبت تستوسترون به کورتیزول بیان کننده تعادل متابولیسم آنابولیک و کاتابولیک عضله است (۱۲). هم‌چنین از این نسبت به عنوان شاخص فشار تمرین استفاده می‌شود و تغییر در این شاخص، نشان دهنده چندین پاسخ به تمرین مانند هایپرتروفی و افزایش قدرت است (۱۳). تستوسترون و کورتیزول مهمترین تنظیم کننده‌ها در سازگاری به تمرین محسوب می‌شوند (۱۴). نقش پاسخ‌های حاد هورمونی به فعالیت بدنی، بسیار مهم است زیرا هورمون‌های آنابولیک، مانند تستوسترون موجب افزایش سنتز پروتئین‌های عضله می‌شوند (۱۳). نتایج مطالعه Fujita و همکاران روی مردان جوان نشان داد سطح کورتیزول در گروه تمرین با انسداد بیشتر از گروه بدون انسداد است (۱۵). یافته‌های Kim و همکاران نشان داد پس از یک جلسه فعالیت ورزشی در دختران میزان کورتیزول در هر دو گروه تمرینی افزایش معناداری نسبت به قبل از تمرین داشتند (۱۶). به دلیل ماهیت تمرین‌های BFR، برای ورزشکاران پرورش اندام، وزنه برداران و دیگر ورزشکاران رقابتی و دانشجویان، به ویژه در فصل مسابقات که زمان کمتری برای رسیدن به آمادگی عضلانی دارند، این نوع تمرینات با شدت پایین و در زمان کوتاه‌تر، با تغییر در سطوح هورمونی و متعاقب آن افزایش حجم و قدرت عضله، می‌توانند مفید باشند و باعث افزایش رشد و قدرت قابل توجه عضله و در نتیجه افزایش سطح عملکرد شوند. هم‌چنین برای ورزشکارانی که آسیب دیده‌اند و توانایی بلند کردن وزنه سنگین را ندارند این تمرینات ایده‌آل به نظر می‌رسد. علاوه بر این پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه‌ی پاسخ هورمون‌ها به تمرینات، نتایج متناقضی دارند که می‌تواند به دلیل تفاوت در شدت، حجم، مدت، زمان استراحت، سن و سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها باشد و پژوهش در زمینه بررسی تغییرات سطوح هورمونی متعاقب تمرینات BFR بر دختران

محدود به نظر می‌رسد. بنابراین تحقیق حاضر با این هدف که تأثیر یک جلسه تمرین بر غلظت تستوسترون و کورتیزول در دو گروه با و بدون محدودیت جریان خون در دختران بسکتبالیست بررسی نماید انجام گرفت.

روش کار

تحقیق حاضر کاربردی و از نوع نیمه‌تجربی با گروه کنترل و طرح پیش‌آزمون–پس‌آزمون است. جامعه آماری این پژوهش دختران بسکتبالیست با سن ۳۰–۲۳ سال استان خوزستان می‌باشد. جهت مشارکت داوطلبانه آزمودنی‌ها از طریق مراکز آموزشی ورزشی استان خوزستان هماهنگی‌های لازم صورت پذیرفت. از جمله ملاک‌های ورود به تحقیق داشتن فعالیت ورزشی بدون گریز در ۶ ماه اخیر و سابقه ۱۰–۷ سال بازی بسکتبال بود. تمام آزمودنی‌ها قبل از ورود به تحقیق توسط پزشک (ازنظر مصرف داروی خاص، سلامت عمومی، سلامت قلبی_عروقی، فشارخون و تشخیص هرگونه بیماری) معاینه شدند. پس از آن مجوز شرکت ایشان در این تحقیق توسط پزشک صادر گردید. سپس رضایت نامه کتبی مبنی بر شرکت داوطلبانه و آگاهانه در جلسات تمرین از آزمودنی‌ها دریافت شد. سه روز قبل از شروع مطالعه، آزمودنی‌ها در یک جلسه تمرین آشنایی با تمرین هالتر قرار گرفتند. در این جلسات نحوه‌ی اجرای صحیح حرکات، تنفس صحیح و ملاحظات ویژه آموزش داده و توسط آزمودنی‌ها تمرین شد و حداکثر قدرت عضلانی با استفاده از فرمول برزیسکی با قرار دادن میزان وزنه منتخب توسط هر آزمودنی (برآورد شده توسط آزمودنی‌ها)، تعداد تکرار همان مقدار وزنه درحرکت جلو بازو (که توانستند در تا حداکثر ۱۰ بار بزنند)، در در فرمول مذکور به دست آمد. سپس مقدار وزنه‌های مورد نیاز برای هر فرد مطابق با درصدهای مقدار یک تکرار بیشینه مختص هر آزمودنی برآورد گردید. در همان جلسه نیز اندازه‌گیری قد، وزن، شاخص توده‌ی بدنی (در حالت ناشتا و پس از تخلیه مثانه) با استفاده از Body Composition Analyser, in body 3 و حداکثر اکسیژن مصرفی به عمل آمدکه حد اقل میزان آن برای ورود به تحقیق ml/kg/min ۳۹ بوده است.

$$۱RM = \frac{\text{وزنه جابجا شده } (kg)}{1.0278-\left(0.0278\times \text{تعداد تکرار}\right)}$$

پس از آن داوطلبان به طور تصادفی به سه گروه: بدون محدودیت جریان خون (Traditional Resistance Training, TRT) (۱۰ نفر)، تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تمرین BFR و تمرین بدون محدودیت جریان خون یک جلسه تمرین در سالن بدنسازی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام دادند. جلسه تمرین با ۵ دقیقه حرکات کششی_نرمشی دست به‌منظور گرم کردن شروع می‌شد. گروه BFR به این صورت خواهد بود که ابتدا یک بازوبند فشاری طراحی و در قسمت فوقانی هر بازو بسته می‌شد. هر بازوبند شامل یک کیسه پنوماتیک در بخش داخلی هست که به یک دستگاه فشارسنج دستی متصل می‌شد. تمرین جلوبازو باهالتربا یک ست ۳۰ تکرار شروع و با دو ست و تکرار تا حد خستگی با استراحت ۳۰ ثانیه‌ای پایان یافت. گروه BFR با شدت ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه و گروهTRT با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه حرکات را انجام دادند. گروه کنترل نیز محدودیت جریان خون در ۳ نوبت با استراحت ۳۰ ثانیه‌ای داشتند اما هیچ‌گونه تمرینی انجام ندادند. لازم به ذکر است که فشار کاف ثابت و ۱۲۰ میلی‌لیتر جیوه بود. به منظور اندازه‌گیری میزان ترشح و غلظت هورمون‌ها، نمونه‌ی خون ورید بازویی از آزمودنی‌ها گرفته شد. نمونه‌ی اول پیش از آغاز (پس از حدود ۸ ساعت ناشتا از ساعت ۲۴ تا ۸ صبح) و نمونه‌ی دوم بلافاصله پس از پایان پروتکل پژوهش، صورت گرفت. پس از خون‌گیری، نمونه‌های خونی به آزمایشگاه تخصصی انتقال یافت و در دمای ۷۰- فریز شد. به‌منظور اندازه‌گیری هورمون تستوسترون از روش الایزا و کیت شرکت Diagnostics Biochem (کانادا) با در جه حساسیت ۰/۰۲۲ نانوگرم در میلی‌لیتر و برای اندازه‌گیری کورتیزول از روش Biovision Calorimetric و کیت شرکت AC با درجه حساسیت ۰/۰۲ میلی‌مول در میلی لیتر استفاده شد. برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از آزمون شپیرو ویلکز برای طبیعی بودن بررسی شدند. برای بررسی تغییرات درون‌گروهی از آزمون تی وابسته، برای مقایسه اثر بخشی بین پروتکل‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه با سطح معناداری (P< ۰/۰۵) و از آزمون تعقیبی بونفرونی برای اختلاف هر یک از میانگین‌ها استفاده شد. اطلاعات مورد نیاز پس از جمع‌آوری، توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ پردازش و سپس تحلیل شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ برخی خصوصیات آنتروپومتریکی و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها به همراه آزمون لون برای اثبات همگن بودن هر یک از متغیرها درگروه‌های مختلف آمده است. در جدول ۲ نیز نتایج تجزیه و تحلیل آماری به تفکیک گروه‌های تمرینی و کنترل نشان داده‌شده است که نشان‌دهنده‌ی تغییرات درون‌گروهی و مقایسه بین‌گروه‌های تمرینی و گروه کنترل است.

براساس نتایج تغییرات میزان هورمون تستوسترون در پس‌آزمون در هیچ گروهی افزایش معناداری نداشت و در مقایسه بین‌گروهی نیز هر دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل نیز تغییر معناداری نداشتند (P= ۰/۷۲۴). تغییر سطوح هورمون کورتیزول فقط در گروه بدون انسداد نسبت به قبل از آزمون افزایش معناداری داشت (P= ۰/۰۰۱) و در مقایسه بین‌گروهی هر دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشتند (P= ۰/۰۰۲).

جدول ۱: خصوصیات آنتروپومتریکی و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها در حالت پایه

گروه	کنترل	BFR	TRT	P بین‌گروهی (آزمون لون)
سن (سال)	۲۶/۴۰± ۰/۷۰	۲۵/۴۰± ۰/۵۴	۲۶/۱۸± ۰/۵۵	۰/۷۳۱
قد (سانتی‌متر)	۱۶۹/۲۰± ۰/۹۸	۱۶۹/۵۰± ۱/۷۸	۱۷۰/۴۰± ۱/۷۰	۰/۸۵۴
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۷۰± ۱/۱۱	۶۶/۶۰± ۱/۸۷	۶۶/۷۰± ۱/۲۷	۰/۵۵۲
BMI (کیلوگرم/ مجذور قد (متر))	۲۳/۶۵± ۰/۱۴	۲۳/۰۵± ۰/۱۲	۲۳/۱۹± ۰/۲۳	۰/۲۱۵
حداکثر اکسیژن مصرفی ml/kg/min	۴۲/۹۰± ۱/۴۰	۴۱/۵۰± ۰/۹۲	۴۰/۰۹± ۰/۷۹	۰/۹۲۵

جدول ۲: مقایسه درون‌گروهی و بین‌گروهی هورمون تستوسترون و کورتیزول، قبل و بلافاصله پس از تمرین

متغیرها	گروه‌ها	پیش ازمون	پس آزمون	P درون‌گروهی	گروه‌ها	P بین گروهی	آزمون تعقیبی
تستوسترون (ng/ml)	تمرین BFR	۰/۶۱±۰/۰۵	۰/۶۶±۰/۰۶	۰/۰۵۲	BFR و BFR		ــــــــ
	TRT	۰/۵۳±۰/۰۵	۰/۵۸±۰/۰۳	۰/۲۱۳	BFR و کنترل	۰/۷۲۴	ــــــــ
	کنترل	۰/۵۷±۰/۰۳	۰/۵۹±۰/۰۵	۰/۳۴۹	TRT و کنترل		ــــــــ
کورتیزول (µg/ml)	تمرین BFR	۲۴/۵۰±۱/۰۶	۲۸/۴۰±۱/۳۲	۰/۰۹	BFR و TRT		۱
	TRT	۲۳/۸۰±۱/۰۸	۲۸/۷۰±۱/۳۵	❋۰/۰۰۱	TRT و کنترل	#۰/۰۰۲	#۰/۰۰۸
	کنترل	۲۲/۹۰±۰/۶۵	۲۴/۱۰±۰/۵۵	۰/۸۶۴	BFR و کنترل		#۰/۰۰۵

❋ P تفاوت درون‌گروهی (P< ۰/۰۵)؛ # P تفاوت بین‌گروهی و آزمون تعقیبی (P< ۰/۰۵)

بحث

یکی از فاکتورهای اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر هورمون تستوسترون بودکه بین تغییرات سطوح آن بلافاصله بعد از انجام تمرین در هر سه گروه در مقایسه با پیش‌آزمون تفاوت معناداری وجود نداشت (P> ۰/۰۵). هر چند در گروه BFR این تغییر نزدیک به معناداری بود (P= ۰/۰۵۲). تستوسترون یکی از هورمون‌های آنابولیک است که به نظر می‌رسد ترشح آن از مکانیسم پاسخ دوز تبعیت می‌کند. ازاین رو تمرین با شدت بیشتر برای پاسخ تستوسترون ضروری است. بنابراین احتمالاً مقدار افزایش تستوسترون در اثر ورزش تحت تأثیر شدت، مدت و نوع ورزش است. بیشتر مطالعات از تغییر در سطوح تستوسترون در نتیجه‌ی تمرین مقاومتی در زنان حمایت نمی‌کنند زیرا در زنان سطوح تستوسترون پایه بسیار پایین است: بنابراین این طبیعی است که پس از تمرین، پاسخ تستوسترون در زنان بسیار ناچیز باشد. بر اساس پژوهش Lianne و همکاران حتی ورزش درمانده‌ساز گاهی می‌تواند تأثیر منفی روی رهایی تستوسترون داشته باشد (۱۷). بنابراین، از جمله دلایل عدم افزایش معنی‌دار سطوح این هورمون پس از فعالیت ورزشی بنابر برخی تحقیقات این است که سطح پایه‌ی پایین‌تر تستوسترون در زنان در مقایسه با مردان، به عنوان اصلی‌ترین عامل است. تمرین موجب فعال شدن محور هیپوفیز_هیپوتالاموسی می‌شود که این فعال شدن نیز به شدت و آستانه‌ی تمرین وابسته است. بر این اساس تحقیقات حاکی از آن است اگر شدت تمرین ورزشی در حدی باشد که نتواند محور هیپوفیزی_هیپوتالاموسی را برای تولید تحریک کند، نمی‌تواند سبب تولید تستوسترون شود (۱۸). نتیجه حاصل از پژوهش حاضر با نتیجه تحقیق Schumann و همکاران (۱۱) و Spiering و همکاران (۱۹) و West و همکاران (۲۰) ناهمسو است. Schumann و همکاران نشان دادند که افزایش معناداری در تستوسترون سرم آزمودنی ها متعاقب تمرین مقاومتی مشاهده شد. از جمله دلایل این اختلاف می‌توان به نوع آزمودنی‌ها، سطح آمادگی آنها و همچنین به تنوع پروتکل تمرینی که ترکیب تمرین مقاومتی و استقامتی بود اشاره نمود. در مطالعه‌ی متقاطعی که توسط Spiering و همکاران انجام شد تاثیر دو نوع تمرین مقاومتی با شدت کم و شدت بالا بر پاسخ هورمونی تستوسترون سرمی بررسی گردید و نتایج نشان داد تمرین مقاومتی با شدت بالا ۱۶ درصد میزان تستوسترون سرم را در مقایسه با مرحله پیش‌آزمون افزایش داده بود. در حالی که افزایش معناداری در گروه تمرینات با شدت کم بوجود نیامده بود (۱۹). از عوامل موثر بر میزان پاسخ هورمون تستوسترون به تمرین و عدم مشابهت نتایج تحقیق در این راستا می‌توان به شدت، حجم، مدت، زمان استراحت بین نوبت‌ها، گروه‌های عضلانی فعال، سابقه و تجربه تمرین مقاومتی اشاره داشت. ازآن‌جایی که افزایش هورمون تستوسترون در اثر فعالیت، مستلزم انجام فعالیت‌های شدیدی است که عضلات بزرگ و چند مفصل را درگیر می‌سازد، پروتکل‌های تمرینی با شدت و حجم بالا بیشترین افزایش حاد را در تولید تستوسترون دارند (۲۱). پس از جمله دلایل دیگر در عدم افزایش معنادار هورمون تستوسترون در پژوهش حاضر می‌توان به عدم بکارگیری عضلات بزرگتر درگیر در حرکت اشاره نمود. در بررسی دیگری، West و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر دو برنامه‌ی ورزش مقاومتی با شدت و حجم زیاد، و ورزش مقاومتی با شدت زیاد و حجم کم را بر پاسخ‌های هورمونی در مردان جوان بررسی کردند. برنامه‌ی حجم کم شامل

یک وهله ورزش جلو بازو به صورت ۴ ست ۱۰ تکراری در ۹۵ درصد ۱۰ تکرار بیشینه بود که با دو دقیقه استراحت بین ست‌ها اجرا می‌شد. برخلاف این که شکست ارادی در ست چهارم اتفاق افتاد، اما یافته‌های آن‌ها نشان داد برنامه‌ی دیگر با حجم بالا (ست‌های زیادتر برای اندام فوقانی و تحتانی همراه با استراحت‌های کوتاه‌تر) سبب افزایش انسولین تا ۹۰ دقیقه پس از ورزش و افزایش هورمون رشد، تستوسترون تا ۳۰ دقیقه پس از ورزش گردید (۲۰). از طرفی افزایش مقدار تستوسترون در پژوهش وی می‌تواند مربوط به مکانیسم‌های دیگری باشد که توسط محققان گزارش شده است: افزایش گردش خون بیضه‌ای، تحریک لاکتات تغییرات در حجم پلاسما غلظت هورمون لوتیئنی، کاهش پاک‌سازی تستوسترون از گردش خون باشد. لازم به ذکر است که تغییرات در حجم پلاسما نیز موجب تغییرات غلظت تستوسترون می‌شود که در پژوهش حاضر اندازه‌گیری نشد. مکانیسم دیگر افزایش غلظت تستوسترون در هنگام تمرین کاهش جریان خون کلیوی در هنگام تمرین است که منجر به کاهش پاک‌سازی تستوسترون از خون می‌شود. شاید در تمرینات مقاومتی این حالت باعث افزایش بیشتر تستوسترون شده باشد (۲۲). نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های Goto و همکاران (۲۳) Reeves و همکاران (۲۴) همسو است. در مطالعه Goto و همکاران تاثیر سه برنامه ورزش مقاومتی با شدت بالا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه با حرکت طبیعی، ورزش مقاومتی با شدت پایین ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه با حرکت آهسته و ورزش مقاومتی شدت پایین با حرکت طبیعی را بر پاسخ‌های هورمونی در شش مرد سالم فعال بررسی کردند. برنامه‌ی تمرین شامل ۵ ست اکستنشن زانو تا واماندگی با یک دقیقه استراحت بین ست‌ها بود. یافته‌های پژوهش وی نشان داد ورزش با شدت بالا، و ورزش با شدت پایین و حرکت آهسته سبب افزایش اپینفرین و نوراپینفرین بلافاصله بعد از ورزش گردید، اما تغییر معناداری در فاصله‌ی ۳۰ دقیقه پس از تمرین در سطوح هورمون تستوسترون مشاهده نشد (۲۳). Reeves و همکاران پاسخ‌های هورمونی را به دنبال یک جلسه ورزش مقاومتی سبک ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه با انسداد عروقی در مردان جوان بررسی کردند. برنامه شامل سه ست تا شکست با یک دقیقه استراحت بین ست‌ها بود. یافته‌ها نشان داد برخلاف افزایش لاکتات در هر دو برنامه، تغییر معناداری در تستوسترون و کورتیزول مشاهده نشد. هم‌چنین، تمرین مقاومتی به سبک همراه با انسداد عروقی سبب افزایش هورمون رشد در مقایسه با تمرین بدون انسداد گردید (۲۴). پژوهش Reeves و همکاران توضیح روشنی برای عدم تغییر پاسخ‌های هورمونی عنوان نشده است، اما به‌طور کلی بیان نموده است که حجم و شدت برنامه‌ها و یا استفاده از گروه‌های عضلانی بزرگ به گونه‌ای نبوده که سبب ایجاد تغییرات معنادار گردد. در واقع پاسخ‌های هورمونی به تمرین به عواملی چون مدت و نوع تمرین، میزان توده عضلانی، زمینه ژنتیکی، جنسیت، تغذیه، سن، چرخه شبانه‌روزی و میزان ورزیدگی افراد بستگی دارد. علاوه بر این شدت و حجم تمرین، استراحت بین ست‌ها، غذای مصرفی، سن و تجربه تمرینی مستقل از میزان قدرت عضلانی از عوامل مؤثر بر میزان پاسخ هورمون تستوسترون هستند (۲۵). پس عدم افزایش معنادار هورمون تستوسترون در پژوهش حاضر بنا به بسیاری از مطالب فوق‌الذکر قابل توجیه می‌باشد.

از دیگر متغیرهای اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر هورمون کورتیزول بود. نتایج نشان داد که تغییرات سطوح این هورمون فقط در گروه بدون محدودیت جریان خون نسبت به قبل از تمرین افزایش معنادار داشتند (P= ۰/۰۰۱). در مقایسه بین‌گروهی تفاوت معناداری بین سه گروه مشاهده شد و هر دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشت (P= ۰/۰۰۲). بنابر بسیاری از نتایج تحقیقات سطوح سرمی کورتیزول تحت تأثیر متغیرهای مختلفی از جمله عوامل محیطی، رژیم غذایی، تمرین بدنی و خواب قرار می‌گیرد و از تنظیم بسیار پیچیده‌ای برخوردار است (۲۶). این گونه بیان شده است که تمرین حاد موجب بسیاری از تغییراتی در غلظت کورتیزول پلاسما می‌شود که به نوع ورزش بستگی دارد (۱۸). نتایج تحقیق حاضر با نتیجه پژوهش Kim و همکاران (۲۷)، حسینی و همکاران (۲۵)و Goto و همکاران (۲۸) ناهمسو است. در مطالعه Kim و همکاران کورتیزول و هورمون رشد در هر دو گروه با و بدون محدودیت جریان خون افزایش یافت، در مقابل سطوح لاکتات خون در گروه بدون محدودیت جریان خون افزایش معناداری داشت. Goto و همکاران نیز نشان دادند ورزش مقاومتی با شدت ۸۰ ٪ یک تکرار بیشینه سبب افزایش اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین و عدم تغییر میزان کورتیزول، می‌گردد. در تحقیق حسینی و همکاران تغییرات سطوح هورمونی پس از یک دوره تمرین همراه با محدودیت جریان خون در دختران جوان بررسی گردید و نتایج نشان داد که پس از سه هفته تمرین تغییرات سطوح هورمون کورتیزول در مقایسه بین‌گروهی تفاوت معناداری وجود نداشت (۲۵). نتیجه پژوهش حاضر با یافته‌های محمدی و همکاران (۲۹) همسو است. در تحقیق محمدی و همکاران که به بررسی اثر تمرین مقاومتی کم‌شدت با جریان خون محدود شده بر سطح سرمی هورمون رشد، کورتیزول، تستوسترون و IGF-1 در مردان جوان پرداختند. ۳۰ مرد جوان سالم با دامنه‌ی سنی ۲۴-۱۹ سال در مطالعه شرکت داشتند. سه گروه: تمرین مقاومتی کم‌شدت BFR با شدت ۲۰ درصد، یک ست ۳۰ تکرار و ۲ ست ۱۵ تکرار)، تمرین مقاومتی شدید بدون محدودیت جریان خون سه ست ۱۰ تکرار با شدت ۸۰ درصد و گروه کنترل در تحقیق وی وجود داشت. هر دو گروه تمرینی هفته‌ای سه روز تمرینات اسکوات و اکستنشن زانو را به مدت سه

هفته انجام دادند. سطح سرمی کورتیزول، تستوسترون، قبل و بعد از تمرین صبح و در حالت ناشتا اندازه‌گیری شد. بعد از سه هفته تمرین، بین سطوح سرمی کورتیزول گروه تمرین BFR با گروه تمرین مقاومتی بدون محدودیت جریان خون و گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده شد. این در حالیست که، بین سطح سرمی تستوسترون سه گروه در پایان مطالعه تفاوت معناداری مشاهده نشد. تحقیقات نشان می‌دهد تنها تمرین قدرتی با شدت خیلی زیاد پاسخ کورتیزول را تحریک می‌کند و تمرین با شدت متوسط تأثیری ندارد. از سویی تفاوت‌های ژنتیکی و استرس طولانی مدت می‌تواند الگوی ترشح کورتیزول پایه را در افراد مختلف تغییر دهد (۳۰). براساس تحقیق Lianne و همکاران حدس زده می‌شود عوامل ژنتیکی مؤثر در ترشح کورتیزول در زنان و مردان، ممکن است بسیار متفاوت باشد (۱۷). این‌گونه می‌توان بیان داشت از یک سو عدم تغییر معنادار کورتیزول در گروه تمرینی همراه با محدودیت جریان خون تحقیق حاضر شاید به‌دلیل تفاوت‌های فردی بوده است. از سویی در برخی مطالعات نشان داده شده که هایپوکسی موجب ترشح کورتیزول نمی‌شود. پس عدم افزایش معنادار سطوح هورمون کورتیزول به دلایل مذکور قابل توجیه است. هم‌چنین به دلیل این‌که متغیرهای مربوط به تمرین قدرتی مانند حجم، شدت، زمان استراحت بین ست‌ها و غیره می‌تواند در پاسخ‌های هورمونی حاد مؤثر واقع شود، استفاده از پروتکل‌های مختلف با پاسخ‌های متفاوت کورتیزول همراه است. به عنوان مثال در صورتی که مدت زمان استراحت بین ست‌ها کاهش یابد پاسخ کورتیزول به تمرین قابل توجه است: زیرا کاهش زمان استراحت بین ست‌ها موجب افزایش فشار تمرین می‌شود. برای ایجاد افزایش در کورتیزول، شدت تمرین مقاومتی باید به اندازه کافی زیاد باشد. علاوه بر این تفاوت در سطوح کورتیزول بین دو جنس به عامل استرس‌زا بستگی دارد. ایجاد پاسخ کورتیزول به تمرین مقاومتی به عواملی مانند درگیری توده عضلانی بزرگ، شدت و حجم بالای تمرین بستگی دارد. بنابراین به نظر می‌رسد در تحقیق حاضر، شدت تمرین مقاومتی در گروه بدون محدودیت جریان خون به اندازه‌ای بوده که موجب افزایش بیش‌تر کورتیزول شود. هم‌چنین ممکن است تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون به اندازه کافی موجب هیپوکسی نشده تا موجب افزایش بیش‌تر کورتیزول شود. بنابراین در تحقیق اگرچه تستوسترون در مقایسه بین‌گروهی تغییر معناداری نداشت اما کورتیزول در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری داشت.

نتیجه‌گیری

باتوجه به عدم تغییر معنادارهورمون تستوسترون در گروه‌های تمرینی نسبت به گروه کنترل و افزایش هورمون کورتیزول در مقایسه بین‌گروهی در هر دو گروهی تمرینی می‌توان این‌گونه بیان نمود که تمرینات باانسداد اثر مشابه‌ای به تمرینات بدون انسداد در میزان تغییر هورمونی تستوسترون و کورتیزول دارند. از این‌رو می‌توان تمرینات همراه با محدودیت جریان خون با شدت پایین را جایگزین تمرینات بدون محدودیت جریان خون با شدت بالا نمود.

قدردانی

صمیمانه از مسئولین و آزمودنی‌های شرکت کننده در تحقیق سپاس‌گزاری می‌نماییم.

ملاحظات اخلاقی

پروتکل این مطالعه در کمیته پزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز استان خوزستان به شماره مرجع IR.SCU.REC.1396.24.3.77896 به تایید رسیده است.

منابع مالی

حمایت مالی از این طرح تحقیقاتی تحت شماره گرنت ۸۴۴ از طرف محل اعتبارات پژوهانه واحد پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز صورت پذیرفته است.

منافع متقابل

این جانب نویسنده مسئول مقاله اظهار می‌دارم که منافع متقابلی از تالیف یا انتشار این مقاله ندارم.

مشارکت مولفان

م ج. م خ، طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را بر عهده داشته‌اند، مقاله را تالیف نموده و نسخه نهایی را خوانده و تایید کرده‌اند.

References

1. Rasaii M J, Gaeini A A, Nazem F. "*Hormones and exercise adaptation*". 1st ed. Tehran, Tarbiat Modarres University Press, 1995; PP: 2555.
2. Christopher A F, Loenneke J P, Rosso L M, Thiebaud R S, Bemben M G. Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. *Journal of Trainology* 2012; **1**(3): 14-22. doi: 10.17338/trainology.1.1_14
3. Christopher Raymond B S. High intenisty strength training in conjunction with vascular occlusion, for the Degree Master of science. Thesis. In Partial Fulfillment of the Requirements: *Texas State University-San Marcos* 2013.
4. Enea C, Boisseau N, Ottavy M, Mulliez J, Millet C, Ingrand I, et al. Effects of menstrual cycle, oral contraception, and training on exercise-induced changes in circulating DHEA-sulphate and testosterone in young women. *Eur J Appl Physiol* 2009; **106**(3): 365-373. doi: 10.1007/s00421-009-1017-6
5. Saad F, Gooren L. The role of testosterone in the metabolic syndrome: a review. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2009; **114**(1- 2): 40-43.
6. Edwards D A, O'Neal J L. Oral contraceptives decrease saliva testosterone but do not affect the rise in testosterone

associated with athletic competition. *Horm Behav* 2009; **56**(2): 195-198. doi: 10.1016/j.yhbeh.2009.01.008
7. Izquierdo M, Häkkinen K, Ibanez J, Garrues M, Anton A, Zuniga A, et al. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J Appl Physiol* 2001; **90**(4): 1497-1507. doi: 10.1152/ jappl.2001.90.4.1497
8. Lepanse B, Labsy Z, Baillot A, Vibarel N, Parage G, Albrings D, et al. Changes in steroid hormones during an international powerlifting competition. *Steroids* 2012; **77**(13): 1339-1344. doi: 10.1016/j.steroids.2012.07.015
9. Majumdar S S. Effects of training on hormones testosterone, cortisol and testosterone/ cortisol ratio in male and female Indian Swimmers. *Int J of swimming kinetics* 2012; **1**(1): 13-32.
10. Kraemer W J, Häkkinen K, Newton R U, Nindl B C, Volek J S, McCormick M, et al. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol* 1999; **87**(3): 982-992. doi: 10.1152/ jappl.1999.87.3.982
11. Schumann M, Walker S, Izquierdo M, Newton R U, Kraemer W J, Hakkinen K. The order effect of combined endurance and strength loadings on force and hormone responses: *effects of prolonged training*. *Euro J Appl Physiol* 2014; **114**: 867-880. doi: 10.1007/s00421-013-2813-6
12. Izquierdo M, Hakkinen K, Anton A, Garrues M, Iban E J, Ruesta M, Gorostiaga E M. Maximal strength and power, endurance performance, and serum hormones in middleaged and elderly men. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2001; **1**: 91-95. doi: 10.1097/00005768-200109000-00022
13. Rahimi R, Rohani H, Ebrahimi M. Effects of very shortrest periods on testosterone to cortisol ratio during heavy resistance exercise in men. *Apunts Med E Sport* 2011; **3**: 200. doi: 10.1016/j.apunts.2011.03.002
14. Cardinale M, Soiza R L, Leiper J B, Gibson A, Primrose W R. Hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in elderly individuals. *Br J Sports Med* 2008; **10**: 1132-1136. doi: 10.1136/bjsm.2007.043232
15. Fujita S, Abe T, Drummond M J, Cadenas J G, Dreyer H C, et al. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *J Appl Physiol* 2001; **103**: 903-910. doi: 10.1152/japplphysiol.00195.2007
16. Kim H, Kim J, Kim C S. The effects of Pilates exercise on lipid metabolism and inflammatory cytokines mRNA expression in female undergraduates. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry* 2014; **18**(3): 267. doi: 10.5717/ jenb.2014.18.3.267
17. Lianne M K, Lauren A, Weiss S W, Graves R P, Gordon H, Williams M A, et al. Sex differences in the genetic basis of morning serum cortisol levels: genome-wide screen identifies two novel loci specific to women. *J ClinEndocrin& Met* 2005; **90**(8): 1-12. doi: 10.1210/jc. 2005-0384
18. Nakajima T, Kurano M, Iida H, Takano H, Oonuma H, Morita T, et al. Use and safety of KAATSU training: results of a nationalsurvey. *Int J Kaatsu Training Res* 2006; **2**: 5-14. doi: 10.3806/ijktr.2.5
19. Spiering B A, Kraemer W J, Vingren J L, Ratamess N A, Anderson J M, Armstrong L E, et al. Elevated endogenous testosterone concentrations potentiate muscle androgen receptor responses to resistance exercise. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 2009; **114**(3): 195-199. doi: 10.1016/j.jsbmb.2009.02.005
20. West D W, Kujbida G W, Moore D R, Atherton P, Burd N A, Padzik J P, et al. Resistance exercise-induced increases in putative anabolic hormones do not enhance muscle protein synthesis or intracellular signaling in young men. *J Physiol* 2009; **587**: 5239-5247. doi: 10.1113/jphysiol.2009. 177220
21. Farbiak L. *Effects of lower-and higher-volume resistance exercise on serum total and free testosterone, skeletal muscle testosterone and dihydrotestosterone content, and skeletal muscle androgen receptor mRNA expression and protein content*. PhD Thesis. Baylor University 2013.
22. Ahtiainen J P, Pakarinen A, Alen M, Kraemer W J, Häkkinen K. Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. *J Strength Cond Res* 2005; **19**(3): 572-582. doi: 10.1519/15604.1
23. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc* 2005; **37**: 955-963.
24. Reeves G V, Kraemer R R, Hollander D B, Clavier J, Thomas C, Francois M, et al. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *J Appl Physiol* 2006; **101**: 1616-1622. doi: 10.1152/japplphysiol.00440.2006
25. Hosseinikak A, Zamand P, Khademosharie M. Compare hormonal responses to two types of resistance training and unrestricted blood flow. *Journal of sport biosciences* 2015; **7**(3); 391-405. [Persian].
26. Deuster P A, Petrides J S, Singh A, Lucci E B, Chrousos G P, Gold P W. High Intensity Exercise Promotes Escape of Adrenocorticotropin and Cortisol from Suppression by Dexamethasone: Sexually Dimorphic Responses 1. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 1998; **83**(9): 3332-3338. doi: 10.1210/jc.83.9.3332
27. Kim E, Gregg L D, Kim D, SherkV D, Bemben M G, Bemben D A. Hormone responses to an acute bout of low intensity blood flow restricted resistance exercise in college-aged females. *J Sports Sci Med* 2014; **13**(1): 91-96. doi: 10.1249/01.mss.0000401104.74477.f3
28. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Kraemer RR, Honda Y, Takamatsu K. Hormonal and metabolic responses to slow

movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. *Eur J Appl Physiol* 2009; **106**: 731-739. doi: 10.1007/s00421-009-1075-9

29. Mohammadi S, Madizadeh R, Khoshdel A R, Mirzaii-Dizgah I. The effect of blood flow restricted resistance training on serum hormone levels in relation to muscle size and strength in young men. *Ebnesina* 2014; **15**(4): 10-16.
30. Lemmer J T, Hurlbut D E, Martel G F, Tracy B L, Ivey F M, Metter E J, et al. Age and gender responses to strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc* 2004; **32**(8): 1505-1512. doi: 10.1097/00005768-200008000-00021