

Effect of Resistance Training on the Level of Cortisol, Testosterone Hormone, and Some Body Composition and Physical Fitness Factors of Males Washed out from Methamphetamine Addiction in Rehabilitation Period

Narges Pourmirzai¹, Ramin Shabani^{2*}, Zahra Hojjati Zidashti³, Fatemeh Izaddoust¹, Ali Akbar Moayedi⁴

1. Master of Arts, Department of Exercise Physiology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
3. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
4. PhD, Department of Psychology, Faculty of Dr Moein, Rasht, Iran

Received: 2017.May.13

Revised: 2017.July.14

Accepted: 2017.August.19

Abstract

Background and Aims: The previous studies showed that exercise training has been shown to benefit diverse medical and behavioral conditions. The purpose of the current study was to investigate the effect of resistance training on the level of cortisol, testosterone hormone, and some physical fitness factors of males washed out from methamphetamine addiction in rehabilitation period.

Materials and Methods: A total of 19 washed out males (Age 29.8±4.5 yr) from methamphetamine were randomly divided in to two resistance group (n=10) and control group (n=9). The training group performed eight weeks of training at 50-80 percent of one repetition maximum. Before and after the eight weeks of training, blood sample were obtained to measure serum cortisol and testosterone. Also, participants' muscle strength and endurance and body composition were measured. One-way covariance test and dependent t-test were run to analyze the hypothesis. All data were analyzed using statistical software of SPSS, version 20, and a P-value of P≤0.05 was considered statistically significant.

Results: The results showed that the levels of cortisol has a significant decrease in experimental group (p=0.05), while cortisol levels were not found to be significantly different between the two groups (p>0.05). Testosterone was slightly increased in training group but the increase was not found to be significant (p>0.05). Moreover, the results demonstrated that there were no significant differences between experimental and control groups in testosterone levels (P=0.24). The muscle strength of the upper extremity and muscle endurance, and the circumference of the chest, arm, and waist of the experimental group had a significant increase compared with those of the control group, too (P=0.01).

Conclusions: It seems that a period of resistance training for eight weeks can be effective as a non-pharmacological treatment strategy in wash out period related to addiction of previously metamphetamine dependent individuals. Also, it could improve physical and functional status of these persons.

Keywords: Resistance Training; Cortisol; Testosterone; Methamphetamine; Addiction

Cite this article as: Narges Pourmirzai, Ramin Shabani, Zahra Hojjati Zidashti, Fatemeh Izaddoust, Ali Akbar Moayedi. Effect of Resistance Training on the Level of Cortisol, Testosterone Hormone, and Some Body Composition and Physical Fitness Factors of Males Washed out from Methamphetamine Addiction in Rehabilitation Period. J Rehab Med. 2018; 7(1): 154-163.

* **Corresponding Author:** Ramin Shabani, Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
Email: shabani_msn@yahoo.com

DOI: 10.22037/jrm.2018.110909.1615

اثر تمرین مقاومتی بر سطوح خونی هورمون‌های کورتیزول، تستوسترون و برخی شاخص‌های آمادگی جسمانی در مردان پاک‌شده از اعتیاد به مت‌آفتامین در دوره بازتوانی

نرجس پورمیرزایی^۱، رامین شعبانی^{۲*}، زهرا حجتی^۳، فاطمه ایزددوست^۱، علی‌اکبر موبدی^۴

۱. کارشناس ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران
۲. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران
۳. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران
۴. دکتر، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشکده دکتر معین رشت، رشت، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۶/۰۲/۲۳ بازنگری مقاله ۱۳۹۶/۰۴/۲۳ پذیرش مقاله ۱۳۹۶/۰۵/۲۸ *

چکیده

مقدمه و اهداف

پژوهش‌ها نشان داده که تمرینات ورزشی داری مزایای طبی و رفتاری فراوانی است. هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر یک دوره تمرین مقاومتی بر سطوح خونی هورمون‌های کورتیزول، تستوسترون و برخی شاخص‌های آمادگی جسمانی در مردان پاک‌شده از اعتیاد به مت‌آفتامین در دوره بازتوانی است.

مواد روش‌ها

۱۹ مرد (سن 29.8 ± 5.4 سال) پاک‌شده از مت‌آفتامین در دوره بازتوانی به طور تصادفی به دو گروه تمرین مقاومتی (۱۰ نفر) و کنترل (۹ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرینی تمرینات را سه جلسه در هفته به مدت ۸ هفته با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند. قبل و پس از دوره تمرین، پس از ۸ ساعت ناشتا خونگیری جهت اندازه‌گیری میزان سرمی هورمون‌های کورتیزول و تستوسترون به عمل آمد. همچنین میزان قدرت و استقامت عضلانی و شاخص‌های ترکیب بدن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. جهت آزمون فرضیه‌ها از آزمون کواریانس یک‌راهه و آزمون t وابسته استفاده شد و کلیه اطلاعات توسط نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۰ تجزیه و تحلیل گردید. سطح معناداری $\alpha \geq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطح استراحتی کورتیزول در گروه تجربی کاهش معناداری داشت ($P=0.05$)، با این وجود در مقایسه بین گروهی این افزایش معنادار نبود. میزان سرمی تستوسترون در گروه تجربی افزایش ناچیزی داشت (0.05). به علاوه، مقایسه تغییرات سطوح تستوسترون بین دو گروه تفاوت معناداری را نشان نداد ($P=0.24$). میزان قدرت عضلانی اندام فوقانی و استقامت عضلانی، دور سینه، دور بازو و دور کمر آزمودنی‌های گروه تجربی نیز در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری داشت ($P=0.01$).

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد یک دوره تمرین مقاومتی به مدت ۸ هفته به عنوان یک راهبرد درمانی غیردارویی در دوره ترک اعتیاد ضمن تاثیر کاهشی بر کورتیزول و افزایش نسبی و غیرمعنادار تستوسترون موجب بهبود وضعیت جسمانی افراد معنادار می‌شود.

واژه‌های کلیدی

تمرین مقاومتی؛ کورتیزول؛ تستوسترون؛ مت‌آفتامین؛ اعتیاد

نویسنده مسئول: رامین شعبانی. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران

آدرس الکترونیکی: shabani_msn@yahoo.com

مقدمه و اهداف

سوء مصرف مواد مخدر یکی از معضلات بارز آسیب‌های روانی-اجتماعی است که سبب آشفتگی فردی و خانوادگی، اجتماعی و فرهنگی در جامعه و از بین رفتن نیروی کار، انگیزه و علایق افراد شده و امکانات مادی و معنوی جامعه صرف درمان و بازپروری این افراد می‌گردد.^[۱] مصرف مواد مخدر سبب کاهش کیفیت زندگی، افزایش میزان مرگ و میر، کاهش ارزش‌های اجتماعی و اخلاقی و افزایش رفتارهای مجرمانه می‌شود.^[۲] بر اساس تعریف سازمان بهداشت جهانی^۱ (WHO) وابستگی به مواد مخدر، مسمومیت حاد یا مزمنی است که برای افراد اجتماع مضر بوده و ناشی از سوء مصرف داروی طبیعی یا صنعتی است. اعتیاد به اعتقاد فیزیولوژیست‌ها اعتیاد عبارت است از حالتی از مصرف متوالی یا متناوب که ماده‌ی مخدر در فرد به وجود می‌آورد. با مصرف مواد تحریک‌پذیری سلول‌های عصبی و دستگاه عصبی بیشتر شده و در نتیجه داروی بیشتری نیاز است تا به حالت تعادل برگردد.^[۳] متیل‌آمفتامین که در بازار سیاه به شیشه شهرت دارد، نام یک ماده روان‌گردان و یک محرک اعتیادآور بسیار قوی، با تاثیر شدید بر سیستم عصبی است که به اسامی کریستال و یخ نیز شناخته می‌شود و به شکل دانه‌های کریستالی شفاف، به صورت پودر تکه‌ای فروخته می‌شود.^[۴] تکرار مصرف این داروها موجب برانگیختن مکانیسم‌های سازشی، تغییرات کوتاه‌مدت و نیز ماندگار در عملکرد نوروها و شبکه‌های عصبی حساس به اویپوئیدها می‌شود. ایجاد تحمل، وابستگی و حساس شدن از جمله مکانیسم‌های سازشی محسوب شده و علت آسیب‌پذیری افراد تا سال‌های بعد از ترک می‌باشد.^[۵] از جمله عوارض مصرف مواد اختلالات هورمونی محور هیپوتالاموس-هیپوفیز گناد و اختلالات اسپرماتوژنز است.^[۶]

تستوسترون هورمونی آنابولیکی با عملکردهای فیزیولوژیک چندگانه در بدن است و در مردان، عمدتاً در سلول‌های لیدینگ بیضه تولید و ترشح می‌شود. تستوسترون به خصوص در رشد و ثبات عضلات مخطط، استخوان و سلول‌های قرمز خون نقش دارد که بر عملکرد ورزشی تاثیرگذار می‌باشد.^[۷، ۸] برخلاف تستوسترون، کورتیزول هورمونی کاتابولیک و اصلی‌ترین شکل گلوکوکورتیکوئید در انسان بوده و از قشر غده فوق کلیه در پاسخ به استرس‌های فیزیولوژیک و روانی ترشح می‌شود.^[۹]

هورمون‌ها نقش حائز اهمیتی در رشد عضلانی دارند؛ از این رو تغییر در ترشح هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک، سبب تغییر سلولی ناشی از ساخته شدن پروتئین‌ها و سازگاری در تارهای عضلانی می‌شود. افزایش هورمون‌های کاتابولیکی، ممکن است سبب افزایش تجزیه پروتئین‌ها شود، به طوری که کاهش در اندازه تارهای عضلانی با افزایش غلظت کورتیزول در آزمودنی‌هایی که فعالیت استقامتی انجام دادند، مرتبط بوده است. تمرینات مقاومتی غلظت کورتیزول را کاهش می‌دهد و فراهم‌کننده فضای آنابولیکی بهتر جهت رشد عضلانی هستند (ناشی از نسبت بالای تستوسترون به کورتیزول) در حالی که تمرینات استقامتی احتمالاً موجب افزایش غلظت کورتیزول می‌گردند. از این رو افزودن تمرین مقاومتی به برنامه تمرین استقامتی ممکن است توده عضلانی را با افزایش پاسخ‌های آنابولیک حفظ کند. این امر از اثرات کاتابولیکی افزایش غلظت کورتیزول جلوگیری کرده و ممکن است محرک کافی برای افزایش مختصر تارهای عضلانی نوع دوم را نیز فراهم کند.^[۱۰]

تقوی و همکاران در سال ۱۳۸۶، اثرات مت‌آمفتامین بر خصوصیات اسپرم موش صحرایی بالغ را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که مصرف مکرر دوزهای بالای داروی مت‌آمفتامین، سبب کاهش تعداد اسپرم‌های بالغ موجود در اپیدیدیم می‌شود و بر روی قدرت تولید مثل آنها اثرات منفی دارد.^[۱۱] همچنین مت‌آمفتامین منجر به القاء مرگ برنامه‌ریزی شده، در لوله‌های اسپرم‌ساز می‌شود.^[۱۲] علاوه بر این، مصرف طولانی‌مدت مت‌آمفتامین در موش‌های صحرایی منجر به آتروفی بیضه‌های چپ و راست می‌شود.^[۱۳] مصرف مت‌آمفتامین احتمالاً از طریق کاهش میزان ترشح هورمون آزادکننده گنادوتروپین^۲ (GnRH) موجب هیپوگنادیسم در جنس نر می‌شود.^[۶]

وابستگی به مواد و انواع داروها به صورت یک معضل جهانی و فراگیر نمایان شده و آمارهای منتشر شده از سوی سازمان‌های بین‌المللی به ویژه سازمان بهداشت جهانی، کمیته کنترل جهانی مواد مخدر و سازمان یونسکو حاکی از مصرف روزافزون این مواد در سطح جهان می‌باشد.^[۱۴] درمان‌های رفتاری می‌تواند اثربخشی داروهای پزشکی را افزایش داده و به بیماران کمک کند تا مدت طولانی‌تری درمان را ادامه دهند.^[۱۵] از مهمترین دلایل انجام پژوهش حاضر آمار روزافزون گرایش و مصرف مواد در کشور و گرایش بیشتر افراد به مصرف مواد سنگین از جمله مت‌آمفتامین (شیشه) و هزینه درمان این مواد و اثر آن بر سلامت جامعه می‌باشد، با در نظر گرفتن این نکته که بیشتر مصرف‌کنندگان شیشه قشر جوان هستند، این امر بر سلامت جامعه اثر بسزایی می‌گذارد. تحقیقات نشان‌دهنده اثربخشی یک دوره تمرینی بر کاهش مواد در افراد بوده است.^[۱۶] در حالی که برخی پژوهش‌ها نشانگر افزایش میزان تستوسترون پلازما پس از تمرینات ورزشی هستند^[۱۷]، اما برخی تحقیقات گزارش کرده اند که تمرینات مقاومتی با شدت کم، تغییر معناداری در هورمون تستوسترون انسان به وجود نمی‌آورد.^[۱۸] از سوی دیگر کاهش پاسخ کورتیزول متعاقب تمرینات ورزشی^[۱۹] با کاهش سطوح هورمون‌های کاتابولیک می‌تواند در

¹ World Health Organization

² Gonadotropin-Releasing Hormone

با توجه به مطالب فوق، تحقیق حاضر به دنبال بررسی این هدف بوده که تمرین مقاومتی چه تاثیری بر سطح هورمون‌های کورتیزول و تستوسترون و برخی شاخص‌های آمادگی جسمانی در مردان پاک‌شده از اعتیاد به مت‌آمفتامین در دوره بازتوانی دارد.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری پژوهش حاضر، ۴۳ نفر از مردان پاک‌شده از مت‌آمفتامین در دوره بازتوانی مقیم در مرکز اجتماع درمان‌مدار^۳ (T.C) بودند که به صورت نمونه‌گیری در دسترس جهت انجام پژوهش حاضر انتخاب شدند. از این میان ۲۰ بیمار داوطلب به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (با میانگین سنی ۲۹/۸±۵/۴ سال) و ۱۰ نفر به عنوان گروه کنترل (با میانگین سنی ۲۸/۴±۵/۱ سال) تقسیم شدند که با اطلاع از شرایط پژوهش و اخذ رضایت‌نامه کتبی در پژوهش حاضر شرکت کردند. البته یک نفر از گروه کنترل از ادامه شرکت در تحقیق انصراف داد. به منظور اطلاع از سلامت جسمی آزمودنی‌ها و آمادگی آنها برای آغاز فعالیت از پرسش‌نامه فعالیت بدنی^۴ (PAR-Q) استفاده شد. شرایط گزینش داوطلبان شامل نداشتن سابقه بیماری‌های عفونی و واگیردار و عدم مصرف مکمل‌های اثرگذار بر پژوهش بود و شرط خروج از تحقیق نیز عدم شرکت در برنامه تمرین سه جلسه متوالی و یا چهار جلسه متناوب در نظر گرفته شد. این پژوهش با شناسه IR.IAU.RASHT.REC.1395.43 کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی واحد رشت به ثبت رسیده است.

در پیش‌آزمون، از آزمودنی‌ها خواسته شد که ۴ ساعت از خوردن و آشامیدن و تا ۱۲ ساعت از ورزش پرهیز کرده و ۳۰ دقیقه پیش از آزمون مثانه خود را تخلیه نمایند. آزمودنی‌ها برای چند ثانیه بدون حرکت روی ترازو ایستاده و وزن آنها به کیلوگرم ثبت شد. شاخص توده بدن نیز با استفاده از فرمول وزن بر مجذور قد بر حسب واحد کیلوگرم بر متر مربع محاسبه شد. درصد چربی بدن به روش جکسون پولاک و اندازه‌گیری میزان چربی زیر جلد سه ناحیه سینه‌ای، شکمی و رانی با استفاده از دستگاه کالیپر Sahen (ساخت کشور کره) انجام شد. برای اندازه‌گیری دور کمر از آزمودنی خواسته شد بدون پوشش بالاتنه و بدون هیچ انقباضی، راحت ایستاده، به طوری که دست‌ها در طرفین بدن و پاها کنار هم قرار گیرد. سپس با استفاده از متر نواری دور کمر آزمودنی از ناحیه گودی کمر پس از یک بازدم عادی بر حسب سانتی‌متر، اندازه‌گیری دور لگن از ناحیه عریض‌ترین قسمت لگن، برای اندازه‌گیری محیط بازو، ناحیه میانی بازو آزمودنی‌ها حد فاصل بین زائده آخروی و لبه خلفی زائده آرنجی در ناحیه جانبی بازو در حالت ایستاده و جهت اندازه‌گیری دور سینه برجسته‌ترین نقطه دور سینه اندازه‌گیری شد.

به منظور انجام اندازه‌گیری‌های اولیه و اجرای آزمون‌های مورد نظر، همه آزمودنی‌ها با نحوه اجرای آزمون‌ها آشنا شدند. قبل و پس از دوره تمرین، پس از ۸ ساعت ناشتا در ساعت ۸ صبح خونگیری از ورید بازویی و توسط سوزن و نوجکت جهت اندازه‌گیری میزان سرمی هورمون‌های کورتیزول و تستوسترون به عمل آمد و پس از خونگیری نمونه‌های خونی به سرعت به آزمایشگاه انتقال یافت و توسط دستگاه سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس برای اندازه‌گیری متغیرهای هورمونی (کورتیزول و تستوسترون) سرم از نمونه خون مجزا و مورد آزمایش قرار گرفت. هورمون‌های کورتیزول و تستوسترون با روش رادیوایمنواسی، با استفاده از کیت ایمنوتک ساخت کشور فرانسه و دستگاه گاماکانتر ساخت کشور فنلاند سنجیده شد.

از سوی دیگر جهت تعیین شدت تمرینات مقاومتی از تعیین میزان انجام یک تکرار بیشینه (IRM) استفاده شد. این عمل مستلزم تعیین حداکثر وزنه‌ای است که شخص می‌تواند در یک حالت معین، تنها یک بار بلند کند. برای اندازه‌گیری این شاخص در تمرین‌های خم کردن زانو، راست کردن زانو، پرس سینه، ساق پا ایستاده، جلو بازو و پشت بازو، آزمودنی‌ها پس از گرم کردن، به روش آزمون و خطا در (محدوده ۳ تا ۵ تکرار) حداکثر وزنه‌ای که در آزمون آخر هر تمرین با موفقیت جابه‌جا شود، به عنوان یک تکرار بیشینه در آن تمرین ثبت گردید.^[۲۰] استقامت عضلانی، حالتی است که در آن گروه‌های عضلانی ویژه می‌تواند در برابر یک بار معین در یک دوره زمانی ویژه و به تعداد تکرار معین، به انقباض خود ادامه دهند. برای اجرای این آزمون وزنه‌ای با ۷۰ تا ۷۵ درصد IRM به آزمودنی داده شد، سپس تعداد تکرارها ثبت گردید.

برنامه تمرینی مورد استفاده در پژوهش حاضر شامل یک دوره تمرینات مقاومتی بود. آزمودنی‌ها به مدت ۸ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه تمرین مقاومتی را به شیوه دایره‌ای شامل سه ست ۸-۱۲ تکراری متشکل از ۶ حرکت با فواصل استراحتی ۱-۲ دقیقه بین ست‌ها و ۳-۵ دقیقه بین دایره اجرای حرکات انجام دادند. شدت تمرینات با ۵۰ درصد IRM شروع، هر هفته ۵ درصد بر شدت آن افزوده و پایان هفته هشتم شدت به ۸۰ درصد IRM رسید.^[۲۱] جلسات تمرینی در ساعت ۱۷ بعد از ظهر روزهای تمرین آغاز شد و حرکات شامل خم و باز کردن زانو، پرس سینه، جلو بازو، پشت بازو، ساق پا ایستاده و دراز و نشست بود.

به دلیل قوانین مرکز اجتماع درمان‌مدار نوع تغذیه آزمودنی همسان بوده است. به جهت تاثیرگذاری آن بر برخی متغیرها به آزمودنی‌ها

³ Therapeutic Community

⁴ The Physical Activity Readiness Questionnaire

توصیه شد که حداقل ۲ ساعت قبل از آزمون و تمرین مواد غذایی مصرف نکنند. رژیم غذایی آزمودنی‌ها شامل مصرف حدود ۲۵۰۰ کالری در روز بر طبق قوانین مرکز درمانی بود. در رابطه با فعالیت‌های بدنی در روزهای غیر از روزهای آزمون، توصیه شد نمونه‌ها فعالیت‌های معمول و روزانه خود را انجام دهند، اما به منظور جلوگیری از اثرات احتمالی فعالیت ورزشی بر نتایج پژوهش حاضر از آنها خواسته شد ۴۸ ساعت پیش از آزمون‌ها از هر گونه فعالیت ورزشی شدید خودداری نمایند. جهت آمار توصیفی از شاخص‌های مرکزی میانگین و انحراف معیار و جهت تجزیه تحلیل استنباطی یافته‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای آزمون توزیع طبیعی داده‌ها و آزمون آماری کوواریانس یک‌راهه (آنکوا) برای آزمون فرضیه‌های پژوهش استفاده شد. سطح معناداری در همه تحلیل‌ها $\alpha \geq 0.05$ در نظر گرفته شد و تحلیل آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد.

یافته‌ها

جامعه آماری پژوهش حاضر را مردان پاک‌شده از مت‌آمفتامین در دوره بازتوانی مقیم در مرکز اجتماع درمان‌مدار زیباکنار تشکیل دادند. گروه تجربی (۱۰ نفر) با میانگین سنی $(29/8 \pm 4/5)$ یک دوره تمرین مقاومتی را انجام داده و گروه کنترل (۹ نفر) با میانگین سنی $(28/4 \pm 5/1)$ نمونه آماری پژوهش حاضر بودند. آزمون کلموگراف-اسمیرنوف توزیع طبیعی داده‌ها را در کلیه متغیرها نشان داد ($P > 0.05$), در حالی که در دوره تحقیق تمامی شاخص‌ها در گروه کنترل تغییر معناداری نداشت، لیکن در گروه تجربی تغییرات به شرح زیر بود: جدول شماره ۱ نتایج آزمون t وابسته را در خصوص متغیرهای پژوهش نشان می‌دهد. یافته‌ها نشان داد که میزان افزایش دور بازو، دور سینه، قدرت عضلات فوقانی و استقامت عضلانی در گروه تجربی معناداری بود. همچنین کاهش معنادار در متغیر دور کمر و میزان کورتیزول در گروه تجربی مشاهده شد.

جدول ۱: نتایج آزمون t وابسته متغیرهای پژوهش جهت مقایسه نتایج پیش و پس‌آزمون در دو گروه کنترل (تعداد نمونه ۹ نفر) و تجربی (تعداد نمونه ۱۰ نفر)

متغیر	گروه	انحراف معیار \pm میانگین	مقدار P	معناداری آماری
دور کمر (سانتی‌متر)	کنترل	$90/8 \pm 20/3$ $91/1 \pm 20/6$	-0/55	0/59
	تجربی	$93/4 \pm 9/5$ $91/4 \pm 9/4$	2/79	0/02*
دور لگن (سانتی‌متر)	کنترل	$95/6 \pm 21/2$ $96/0 \pm 21/8$	-0/89	0/39
	تجربی	$94/1 \pm 18/0$ $99/8 \pm 6/1$	-1/06	0/3
دور بازو (سانتی‌متر)	کنترل	$30/1 \pm 5/3$ $30/4 \pm 5/9$	-1/41	0/19
	تجربی	$30/4 \pm 1/7$ $32/1 \pm 2/2$	-6/01	0/001*
دور سینه (سانتی‌متر)	کنترل	$99/7 \pm 14/4$ $100/3 \pm 14/6$	-2/29	0/051
	تجربی	$98/0 \pm 5/5$ $100/1 \pm 6/7$	-4/4	0/002*
شاخص توده بدن (وزن بر مجذور قد بر حسب متر)	کنترل	$26/6 \pm 7/2$ $26/9 \pm 7/6$	-1/73	0/12
	تجربی	$25/2 \pm 2/7$ $25/4 \pm 2/6$	-1/55	0/15
درصد چربی بدن	کنترل	$28/5 \pm 8/4$ $28/9 \pm 8/7$	-1/67	0/13
	تجربی	$24/4 \pm 5/9$ $23/5 \pm 4/9$	1/40	0/19
قدرت عضلات فوقانی (کیلوگرم)	کنترل	$32/5 \pm 10/0$ $30/0 \pm 8/6$	1/74	0/12
	تجربی	$42/0 \pm 8/1$	-2/38	0/04*

		۴۷/۰±۸/۱		
۰/۴۲	-۰/۸۳	۱۴/۰±۳/۶	کنترل	استقامت عضلانی (تعداد دفعات انجام حرکت با وزنه)
۰/۰۰۱*	-۱۵/۴	۱۳/۵±۳/۷	تجربی	
۰/۸۶	-۰/۱۷	۱۶/۸۷±۶/۵	کنترل	کور تیزول پلاسما (میکروگرم در میلی لیتر)
۰/۰۵*	۲/۲۵	۱۷/۰۲±۴/۶	تجربی	
۰/۰۸	۱/۹۵	۵/۴۸±۱/۹	کنترل	تستوسترون (نانوگرم در میلی لیتر)
۰/۱۱	-۱/۷	۵/۱±۱/۹	تجربی	
		۷/۹±۱/۷		
		۸/۷±۲/۶		

P≤۰/۰۵*

جهت بررسی نتایج بین گروهی در پس آزمون از آزمون کواریانس یک راهه استفاده شد که با حذف اثر کواریانس پیش آزمون نتایج در جدول ۲ ارائه گردید. نتایج این جدول نشان داد که در پس آزمون میزان کاهش دور کمر، افزایش دور بازو، دور سینه، قدرت عضلات اندام فوقانی و استقامت عضلانی در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل معنادار بود، لیکن سطح تغییرات کورتیزول علی رغم کاهش معنادار در آزمون t وابسته، معنادار نبود.

جدول ۲: نتایج آزمون کواریانس متغیرهای پژوهش جهت مقایسه نتایج بین گروهی در پس آزمون با حذف نتایج عامل کواریانس پیش آزمون در دو گروه کنترل (تعداد نمونه ۹ نفر) و تجربی (تعداد نمونه ۱۰ نفر)

متغیر	آزمون	مقدار F	معناداری	میزان مجذور اتا
دور کمر (سانتی متر)	پیش آزمون	۱۱۶۰/۴	۰/۰۰۱*	۰/۹۸
	پس آزمون	۶/۵	۰/۰۲*	۰/۲۹
دور لگن (سانتی متر)	پیش آزمون	۲۴/۸	۰/۰۰۱*	۰/۶
	پس آزمون	۱/۰۵	۰/۳۱	۰/۰۶
دور بازو (سانتی متر)	پیش آزمون	۵۹۵/۳	۰/۰۰۱*	۰/۹۷
	پس آزمون	۱۶/۹	۰/۰۰۱*	۰/۵۱
دور سینه (سانتی متر)	پیش آزمون	۱۵۷۸/۹	۰/۰۰۱*	۰/۹۹
	پس آزمون	۹/۲	۰/۰۰۸*	۰/۳۶
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مجذور قد بر حسب متر)	پیش آزمون	۳۹۵۹/۴	۰/۰۰۱*	۰/۹۹
	پس آزمون	۰/۴۷	۰/۵	۰/۰۲
درصد چربی	پیش آزمون	۲۸۱/۶	۰/۰۰۱*	۰/۹۴
	پس آزمون	۴/۱	۰/۰۶	۰/۲
قدرت عضلات فوقانی (کیلوگرم)	پیش آزمون	۲۶/۳	۰/۰۰۱*	۰/۶۲
	پس آزمون	۱۳/۲	۰/۰۰۲*	۰/۴۵
استقامت عضلانی (تعداد دفعات انجام حرکت با وزنه)	پیش آزمون	۱۹۰/۷	۰/۰۰۱*	۰/۹۲
	پس آزمون	۶۰/۳	۰/۰۰۱*	۰/۷۹
کور تیزول (میکروگرم در میلی لیتر)	پیش آزمون	۱۶/۴	۰/۰۰۱*	۰/۵۰
	پس آزمون	۱/۱	۰/۳	۰/۰۶
تستوسترون (نانوگرم در میلی لیتر)	پیش آزمون	۶۹/۴	۰/۰۰۱*	۰/۸۱
	پس آزمون	۱/۴	۰/۲۴	۰/۰۸

p≤۰/۰۵*

بحث

هدف پژوهش حاضر بررسی اثر یک دوره تمرین مقاومتی بر سطوح خونی هورمون‌های کورتیزول، تستوسترون و برخی شاخص‌های

آمدگی جسمانی در مردان پاک‌شده از اعتیاد به مت‌آمفتامین در دوره بازتوانی بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که یک دوره تمرین مقاومتی به مدت ۸ هفته با کاهش معنادار کورتیزول همراه بود. همچنین، به طور غیرمعنادار موجب افزایش تستوسترون خون مددجویان شد.

تستوسترون یک هورمون آنابولیکی اصلی است و سنتز پروتئین را در بافت‌های عضلانی و اسکلتی تحریک می‌کند. تکامل آنتوژنیک^۵ (تاریخچه نمو کامل یک ارگانسیم) عضلات اسکلتی با تأثیر متابولیک تستوسترون ارتباط بالایی دارد.^[۲۳] تارهای تند انقباض تحت تأثیر تستوسترون بیشتر از همه گسترش می‌یابند، بنابراین در مردان جوان قدرت عضلانی و بازده توانی به طور بارزی افزایش خواهند داشت.^[۱۹] افزایش غلظت تستوسترون بدون تحریک ترشحی از لوتروپین، به تجزیه تستوسترون نسبت داده شده است. از این رو هنگام فعالیت بدنی، سرعت دفع تستوسترون از خون کاهش می‌یابد.^[۲۳، ۱۹] اما شواهد محکمی در دست نیست که این ساز و کار عمل تستوسترون و ویژگی‌های زمانی آن را مورد تأیید قرار دهد. پژوهش‌های بسیاری آثار آنابولیک تستوسترون بر عضله اسکلتی را نشان داده‌اند.^[۲۴-۲۶] این شواهد افزایش توده عضلانی توسط تستوسترون با افزایش تعداد سلول‌های ماهواره‌ای و هسته عضلانی نشان می‌دهد.^[۲۵، ۲۶] با توجه به این که یکی از مضرات مصرف مواد و به ویژه مت‌آمفتامین‌ها کاهش سطح تستوسترون و عملکرد بیضه‌ها و میزان باروری می‌باشد^[۶]، به نظر می‌رسد تمرینات مقاومتی در بهبود این وضعیت تأثیرگذار باشد.^[۲۷-۲۹، ۱۶] آهتیانین و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کرده‌اند که پاسخ تستوسترون در افراد تمرین کرده نسبت به تمرین نکرده بالاتر است.^[۱۶] از آنجا که آزمودنی‌ها تحقیق حاضر غیرورزشکار بودند، شاید این عامل، دلیل دیگر برای معنادار نبودن تغییرات باشد. از سوی دیگر، اسپرینگ و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که تارهای عضله اسکلتی دارای گیرنده‌های اختصاصی آندروژن می‌باشد و می‌تواند با افزایش متعاقب فعالیت ورزشی با متابولیزه کردن این هورمون‌ها موجب افزایش برداشت و پاک‌کنندگی آنها از گردش خون شود.^[۳۰] از این رو بخشی از عدم تغییر معنادار سطح تستوسترون در گروه تمرینی ممکن است به این علت باشد.

یکی از نتایج مهم مطالعه حاضر این بود که مقدار کورتیزول تولیدی در شرایط استراحتی در پاسخ به استرس تمرین مقاومتی کاهش می‌یابد. این نتیجه با مطالعات کرامر و همکاران (۱۹۹۹) و مک کال و همکاران (۱۹۹۹) و اراضی و همکاران (۲۰۱۳) که کاهش سطوح کورتیزول را متعاقب تمرینات مقاومتی گزارش کرده‌اند، همخوانی دارد.^[۳۱، ۲۷، ۱۸] کرامر و همکاران گزارش کردند که کاهش غلظت‌های استراحتی کورتیزول در برنامه تمرینی می‌تواند بدون تغییرات معنادار در مقادیر آدرنوکورتیکوتروپین (ACTH) رخ دهد که این موضوع نشان می‌دهد که گیرنده‌های ACTH در غده فوق کلیه ممکن است دچار تنظیم کاهشی^۶ شوند.^[۲۷] همچنین کاهش پاسخ کورتیزول توسط تمرین، به طور همزمان توسط کاهش پاسخ‌های آدرنوکورتیکوتروپین تقویت می‌شود.^[۱۸] با وجود این که در چندین مطالعه از آزمودنی‌های جوان و سالم استفاده شده بود، بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر به نظر می‌رسد که در افراد جوان دارای سابقه وابستگی به مصرف مت‌آمفتامین نیز متعاقب تمرینات مقاومتی سطح هورمون‌های کاتابولیک کاهش می‌یابد که این موضوع می‌تواند منجر به افزایش سنتز پروتئین و ایجاد یک محیط آنابولیکی مطلوب شود.

از آنجایی که میزان کورتیزول خون با توده عضلانی رابطه دارد و همچنین در مطالعه حاضر توده عضلانی آزمودنی‌ها نیز (به ویژه محیط بازو و محیط سینه) افزایش یافته است، می‌توان انتظار داشت که پس از تمرین سطح کورتیزول کاهش یابد. در گروه کنترل توده عضلانی کاهش و سطح کورتیزول افزایش داشت. با این وجود، هر دو تغییر معنادار نبودند؛ لذا، بر اساس یافته‌های پژوهش به نظر می‌رسد انجام تمرین مقاومتی حداقل به مدت ۸ هفته به منظور کاهش معنادار سطح کورتیزول در افراد دارای سابقه سوء مصرف مواد کافی است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در بین شاخص‌های ترکیب بدنی، پس از یک دوره تمرین مقاومتی، محیط بازو و محیط سینه در گروه تجربی افزایش معناداری داشت، لیکن تمامی شاخص‌های ترکیب بدن در گروه کنترل تغییر معناداری نداشت. علاوه بر این، با مقایسه تغییرات محیط بازو و محیط سینه بین دو گروه تجربی و کنترل تفاوت معناداری مشاهده شد. مارکس و همکاران، مک کال و همکاران و اسمارک و همکاران در مطالعات خود نشان دادند که تمرینات مقاومتی موجب افزایش سطح مقطع عضله و هایپرتروفی یا افزایش اندازه عضله می‌شود.^[۳۲، ۳۱، ۲۸] مطالعه حاضر نشان داد که توده عضلانی در افراد دارای سابقه وابستگی به مت‌آمفتامین پس از تمرین مقاومتی افزایش می‌یابد. این نتایج همسو با نتایج مطالعات قبلی است.^[۳۳، ۲۸، ۱۶] چندین ساز و کار برای توجیه بهبود توده عضلانی متعاقب تمرینات مقاومتی پیشنهاد شده است. این تصور وجود دارد که هورمون تستوسترون مسئول بخشی از این هایپرتروفی باشد، چون یکی از اعمال این هورمون، افزایش رشد عضلانی است.^[۲۷] اگر چه تستوسترون در هایپرتروفی نقش مهمی ایفا می‌کند، اما به تنهایی تعیین کننده میزان هایپرتروفی ناشی از تمرینات مقاومتی نیست. در واقع، غلظت تستوسترون خون با میزان هایپرتروفی ناشی از تمرین همبستگی بسیار کمی دارد. هایپرتروفی تدریجی می‌تواند ناشی از تغییرات زیر باشد: افزایش تارچه‌های عضلانی، افزایش فیلامان‌های اکتین و میوزین، افزایش

⁵ Ontogenetic

⁶ Down Regulation

سارکوپلاسما، افزایش بافت همبند و یا ترکیبی از موارد بالا^[۳۳] مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که تمرین مقاومتی منظم و در برابر مقاومت بالا، پس از چندین ماه باعث افزایش قابل توجهی در اندازه عضله در افراد تمرین کرده و تمرین نکرده می‌شود.^[۳۲، ۳۸] در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد که تمرین مقاومتی در افراد دارای سابقه وابستگی به مصرف آمفتامین منجر به افزایش حجم عضلانی می‌گردد. در مقابل، در گروه کنترل به دلیل نبود بار تمرینی و همچنین، بالا بودن سطح کورتیزول، آزمودنی‌ها دچار کاهش حجم عضلانی یا آتروفی شدند.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که قدرت در گروه تجربی پس از یک دوره تمرین مقاومتی افزایش معناداری داشته است. در مقابل، در گروه کنترل نیز قدرت با اینکه کاهش یافته، اما از نظر آماری معنادار نبوده است. با این وجود، با مقایسه میزان تغییرات قدرت بین دو گروه اختلاف معناداری مشاهده شد. دلزال و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که ۸ هفته تمرین قدرتی به همراه تمرین استقامتی باعث بهبود قدرت عضلانی در افراد وابسته به مت آمفتامین می‌شود.^[۳۴] کاهش قدرت و حجم عضلانی در گروه کنترل را می‌توان به نقش میوستاتین نسبت داد. از این رو، فرض شده میوستاتین ممکن است در سازگاری‌های عضلانی به تمرین مقاومتی نیز نقش داشته باشد. سارمی و همکاران (۲۰۱۰) و والکر و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعات خود گزارش کردند که سطوح در گردش میوستاتین در پاسخ به تمرین مقاومتی کاهش می‌یابد.^[۳۵، ۳۶] از طرفی هافمن و همکاران (۲۰۱۶) نشان داده‌اند که میزان میوستاتین در طول سه ماه اول افزایش و در سه ماه دوم تمرینات مقاومتی کاهش یافت، اما به دلیل کم بودن حجم تمرینات، این تغییرات معنادار نبود^[۳۷]؛ لذا احتمالاً اگر شدت و حجم و مدت تمرین به اندازه کافی بالا باشد، ژن میوستاتین به تغییرات بار اعمال شده روی عضله سریعاً پاسخ می‌دهد. در مطالعه حاضر با وجود این که سطح میوستاتین اندازه‌گیری نشده بود، افزایش قدرت و حجم عضله را می‌توان به کاهش سطح میوستاتین نسبت داد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استقامت عضلانی و قدرت عضلانی اندام فوقانی در گروه تجربی پس از یک دوره تمرین مقاومتی افزایش معناداری داشت. در مقابل، در گروه کنترل استقامت کاهش یافت، اما این کاهش از نظر آماری معنادار نبود. علاوه بر این، بین تغییرات دو گروه اختلاف معناداری مشاهده گردید. بیشاپ و همکاران (۱۹۹۹) به بررسی تأثیر تمرین مقاومتی بر سطح استقامت عضلانی افراد تمرین کرده پرداخته‌اند و دریافتند که استقامت عضلانی در این افراد متعاقب ورزش مقاومتی بهبود یافت.^[۳۸] با این حال، آنچه که در اغلب مطالعات مشاهده می‌شود این است که تمرین مقاومتی احتمالاً بر بهبود سطح استقامت عضلانی افراد ناچیز داشته یا بی‌اثر است. ویلسون و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی متاآنالیزی بیان داشتند که تمرینات مقاومتی اثر ناچیزی بر بهبود استقامت عضلانی در افراد ۵۰-۲۵ سال تمرین نکرده دارد.^[۳۹] با این وجود در پژوهش حاضر به نظر می‌رسد مدت ۸ هفته تمرین مقاومتی در افراد دارای سابقه مصرف مواد به منظور بهبود استقامت عضلانی کافی باشد. بهبود وضعیت استقامت عضلانی متعاقب تمرینات مقاومتی می‌تواند نشان از چندین عامل باشد: متعاقب تمرینات مقاومتی میزان کراتین فسفات عضله افزایش می‌یابد. از آن جا که نقش کراتین در فعالیت‌های هوازی انتقال انرژی از جایگاه تولید به جایگاه مصرف است، افزایش سطح آن موجب افزایش استقامت عضلانی می‌گردد. همچنین، سازگاری‌های ساختاری ایجاد شده در عضله در فرآیند انقباض و به تعویق افتادن خستگی عصبی-عضلانی در افزایش استقامت عضلانی متعاقب تمرینات مقاومتی نقش دارند.^[۱۹] وابستگی به مواد در بلندمدت موجب ضعف جسمانی و ایجاد خستگی زودرس می‌گردد که حتی تا چند ماه پس از ترک مصرف اثرات آن باقی می‌ماند. برخورداری فرد از استقامت عضلانی موجب حفظ پایداری فرد و تداوم فعالیت در انجام کارهای روزمره و شغلی شده و درک خستگی و ضعف جسمانی را به تعویق می‌اندازد. در نتیجه، وضعیت فرد از نظر جسمانی و به ویژه روانی بهبود یافته و اعتماد به نفس وی افزایش می‌یابد.

نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که مدت زمان ۸ هفته برنامه تمرین مقاومتی احتمالاً منجر به کاهش سطح سرمی کورتیزول، افزایش غیرمعنادار سطح تستوسترون، افزایش اندازه عضله، قدرت و استقامت عضلانی در آزمودنی‌های دارای سابقه سوء مصرف مواد مخدر می‌شود. مطالعات مختلف انجام شده بر روی افراد سالم تمرین کرده و تمرین نکرده نتایج مشابهی را گزارش دادند و با مقایسه نتایج مطالعه حاضر با این مطالعات به نظر می‌رسد پاسخ افراد دارای سابقه سوء مصرف مواد مخدر به تمرین مقاومتی با افراد معمولی مشابه است و این افراد می‌توانند مانند افراد دیگر از فواید تمرینات مقاومتی بهره‌مند شوند. در برخی موارد نتایج مطالعه حاضر با برخی مطالعات هم‌خوانی نداشت که به نظر می‌رسد اختلاف نتایج مربوط به شدت، مدت و نوع تمرینات باشد؛ چرا که برخی از شاخص‌های آمادگی جسمانی و به ویژه تغییرات سطوح هورمونی به طور زیادی با این عوامل رابطه دارند. در پایان، به نظر می‌رسد که انجام تمرینات مقاومتی در دوره ترک اعتیاد موجب بهبود وضعیت سلامتی فرد شده و فواید جسمانی و روانی بسیاری می‌تواند در پی داشته باشد. در این راستا پیشنهاد می‌شود که پرسنل مؤسسات ترک اعتیاد، خانواده‌های افراد و خود افراد دارای سابقه سوء مصرف مواد در دوره ترک، تمرینات مقاومتی با شدت ۵۰ تا ۸۰٪ IRM (برای افراد با شرایط ویژه) را به منظور بهبود وضعیت سلامتی و آمادگی جسمانی انجام دهند. از نقاط ضعف این طرح می‌توان به حجم کم نمونه‌ها و طول مدت محدود آن اشاره کرد و پیشنهاد نمود در تحقیقات بعدی با طول مدت بیشتر و تعداد نمونه کافی این تحقیق صورت پذیرد.

پژوهشگران مراتب سپاس خود را از افراد شرکت کننده در تحقیق حاضر و نیز معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت اعلام می-دارند.

منابع

1. Momeni K, Parhoon H, Hasani J. The effect of brief behavioral activation treatment on symptoms of depression, mental health and quality of life among the patients with opioid abuse. *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences (J Kermanshah Univ Med Sci)*. 2015;19(2):74-83.
2. Becker WC, Sullivan LE, Tetrault JM, Desai RA, Fiellin DA. Non-medical use, abuse and dependence on prescription opioids among US adults: psychiatric, medical and substance use correlates. *Drug and alcohol dependence*. 2008;94(1):38-47.
3. WHO. Dependence syndrome 2016. Available from: <http://www.who.int/>.
4. Mehrjerdi ZA. Crystal in Iran: methamphetamine or heroin kerack. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2013;21(1):1.
5. Panenka WJ, Procyshyn RM, Lecomte T, MacEwan GW, Flynn SW, Honer WG, et al. Methamphetamine use: a comprehensive review of molecular, preclinical and clinical findings. *Drug and alcohol dependence*. 2013;129(3):167-79.
6. Heidari-Rarani M, Noori A, Ghodousi A. Effects of Methamphetamine on Pituitary Gonadal Axis and Spermatogenesis in Mature Male Rats. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*. 2014;16(12):37-42. Epub 2013-10-01.
7. Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone physiology in resistance exercise and training. *Sports medicine*. 2010;40(12):1037-53.
8. Weinbauer GF, Luetjens CM, Simoni M, Nieschlag E. Physiology of testicular function. *Andrology*: Springer; 2010. p. 11-59.
9. Buckingham JC. Glucocorticoids: exemplars of multi-tasking. *British journal of pharmacology*. 2006;147(S1):S258-S68.
10. West DW, Burd NA, Staples AW, Phillips SM. Human exercise-mediated skeletal muscle hypertrophy is an intrinsic process. *The international journal of biochemistry & cell biology*. 2010;42(9):1371-5.
11. Taghavi MM, Alavi S, Moallem S, Varasteh A. Determining of Methamphetamine Effects on Sperm Parameters of Mature Rat. *Journal of Kerman University of Medical Sciences*. 2015.
12. Yamamoto Y, Yamamoto K, Hayase T, Abiru H, Shiota K, Mori C. Methamphetamine induces apoptosis in seminiferous tubules in male mice testis. *Toxicology and applied pharmacology*. 2002;178(3):155-60.
13. Frith CH, Chang LW, Lattin DL, Walls RC, Hamm J, Doblin R. Toxicity of methylenedioxymethamphetamine (MDMA) in the dog and the rat. *Fundamental and applied toxicology*. 1987;9(1):110-9.
14. Vsevolozhskaya OA, Anthony JC. Transitioning from First Drug Use to Dependence Onset: Illustration of a Multiparametric Approach for Comparative Epidemiology. *Neuropsychopharmacology*. 2016 02//print;41(3):869-76.
15. Mooney LJ, Cooper C, London E, Chudzynski J, Dolezal B, Dickerson D, et al. Exercise for Methamphetamine Dependence: Rationale, Design, and Methodology. *Contemporary clinical trials*. 2014 11/28;37(1):139-47.
16. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Häkkinen K. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *European journal of applied physiology*. 2003;89(6):555-63.
17. Reeves GV, Kraemer RR, Hollander DB, 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. *Journal of Applied Physiology*. 2006;101(6):1616-22.
18. Arazi H, Damirchi A, Asadi A. Age-related hormonal adaptations, muscle circumference and strength development with 8 weeks moderate intensity resistance training. *Annales d'Endocrinologie*. 2013 2//;74(1):30-5.
19. Deschenes MR, Kraemer WJ. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2002;81(11):S3-S16.
20. Kelleher AR, Hackney KJ, Fairchild TJ, Keslacy S, Ploutz-Snyder LL. The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance exercise in young recreationally active adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(4):1043-51.
21. Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Peeri M, Agha-Alinejad H, Stannard S. The effect of progressive resistance training on oxidant stress and antioxidant enzyme activity in erythrocytes in untrained men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2013;23(3):230-8.

22. Tobin C, Joubert Y. Testosterone-induced development of the rat levator ani muscle. *Developmental biology*. 1991;146(1):131-8.
23. Cooke BA, Lindh ML, Janszen FH. Effect of lutropin on phosphorylation of endogenous proteins in testis Leydig cells. Correlation with testosterone production. *Biochemical Journal*. 1977;168(1):43-8.
24. Häkkinen K, Pakarinen A. Muscle strength and serum testosterone, cortisol and SHBG concentrations in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1993;148(2):199-207.
25. Sinha-Hikim I, Roth SM, Lee MI, Bhasin S. Testosterone-induced muscle hypertrophy is associated with an increase in satellite cell number in healthy, young men. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2003;285(1):E197-E205.
26. Rutherford O. Hormones as stimuli for muscle growth. *BAM-PADOVA*. 1999;9(6):285-8.
27. Kraemer WJ, Häkkinen K, Newton RU, Nindl BC, Volek JS, McCormick M, et al. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *Journal of applied physiology*. 1999;87(3):982-92.
28. Marx JO, Ratamess NA, Nindl BC, Gotshalk LA, Volek JS, Dohi K, et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Medicine and science in sports and exercise*. 2001;33(4):635-43.
29. Hakkinen K, Pakarinen A, Alen M, Kauhanen H, Komi P. Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *Journal of applied physiology*. 1988;65(6):2406-12.
30. Spiering BA, Kraemer WJ, Vingren JL, Ratamess NA, Anderson JM, Armstrong LE, 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):195-9.
31. McCall GE, Byrnes WC, Fleck SJ, Dickinson A, Kraemer WJ. Acute and chronic hormonal responses to resistance training designed to promote muscle hypertrophy. *Canadian Journal of applied physiology*. 1999;24(1):96-107.
32. Esmarck B, Andersen J, Olsen S, Richter EA, Mizuno M, Kjær M. Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *The Journal of physiology*. 2001;535(1):301-11.
33. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(10):2857-72.
34. Dolezal BA, Chudzynski J, Storer TW, Abrazado M, Penate J, Mooney L, et al. Eight weeks of exercise training improves fitness measures in methamphetamine-dependent individuals in residential treatment. *Journal of addiction medicine*. 2013;7(2):122.
35. Saremi A, Gharakhanloo R, Sharghi S, Gharaati M, Larijani B, Omidfar K. Effects of oral creatine and resistance training on serum myostatin and GASP-1. *Molecular and cellular endocrinology*. 2010;317(1):25-30.
36. WALKER KS, KAMBADUR R, SHARMA M, SMITH HK. Resistance Training Alters Plasma Myostatin but not IGF-1 in Healthy Men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004;36(5):787-93.
37. Hofmann M, Schober-Halper B, Oesen S, Franzke B, Tschann H, Bachl N, et al. Effects of elastic band resistance training and nutritional supplementation on muscle quality and circulating muscle growth and degradation factors of institutionalized elderly women: the Vienna Active Ageing Study (VAAS). *European journal of applied physiology*. 2016;116(5):885-97.
38. Bishop D, Jenkins DG, Mackinnon LT, McENIERY M, Carey MF. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1999;31(6):886-91.
39. Wilson JM, Marin PJ, Rhea MR, Wilson SM, Loenneke JP, Anderson JC. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(8):2293-307.