Journal of Sport and Exercise Physiology
2023, 16(2): 80-93

Original Article

The comparison of the effect of variable and constant resistance training on the salivary testosterone, cortisol and growth hormone in trained men

Alireza Emtiaz[1], Seyed Alireza Hosseini Kakhk[*2], Amirhossein Haghighi[1]

1 Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

2 Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract

Background and Purpose: Variable resistance training (VRT) is a type of resistance training that helps to improve muscle strength and function through extra resistance such as elastic bands and chains. The comparison of the effect of constant resistance training (CRT) versus VRT on hormonal response has not been fully studied. Therefore, this study investigated the acute and chronic effects of VRT versus CRT on the salivary concentration of testosterone, growth hormone, and cortisol in trained men.

Materials and Methods: Thirty young resistance-trained men were recruited for this study and were randomly assigned to three groups including VRT, CRT, and control. Subjects in both training groups performed an exercise protocol at an intensity corresponding to 65 to 85% of 1RM for 10 weeks, three sessions per week. The training included the upper and lower extremity exercises and the rest periods between the sets and exercises were 1 and 2-3 minutes, respectively. In addition, the VRT group used 7.5 kg chains as an external variable resistance. Oral saliva samples were collected before and after the first (acute response) and the last sessions (chronic response) and analyzed by ELISA technique. Data were analyzed by using repeated measures analysis of variance and Bonferroni's post-hoc test. The significance level was set at $P \leq 0.05$.

Results: A significant group×time interaction was observed only for the acute response of salivary testosterone (P=0.003), so that a significant increase was observed in the salivary of testosterone in the VRT compared to CRT (P=0.001) and control (P=0.003). However, no significant differences were observed for cortisol (P=0.64), growth hormone (P=0.52) and testosterone to cortisol ratio (P=0.49). Inaddition, no significant group×time interaction was observed for testosterone (P=0.377), cortisol (P=0.57), testosterone to cortisol ratio (P=0.91), and growth hormone (P=0.200) in fpllowing training.

Conclusion: The results showed that a session of VRT caused a significant increase in testosterone hormone though 10 weeks of VRT or CRT had no significant effect on the levels of testosterone, cortisol, and growth hormone. It seems that if VRT is performed with higher intensity or volume, additional hormonal responses will occur as a result of exercise, and therefore the effectiveness of the exercise will rise.

Keywords: Variable Resistance Training, Constant Resistance Ttraining, Hormonal Responses

How to cite this article: Emtiaz A, Hosseini Kakhk S A , Haghighi A. The comparison of the effect of variable and constant resistance training on the salivary testosterone, cortisol and growth hormone in trained men. J Sport Exerc Physiol. 2023;16(2):80-93.

*Corresponding Author's E-mail: hosseinik@um.ac.ir
https://doi.org/10.48308/joeppa.2023.103587

Received: 24/12/2023 Revised: 04/02/2023 Accepted: 15/02/2023

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی
۱۴۰۲/ دوره ۱۶/ شماره ۲/ صفحه‌های ۸۰-۹۳

مقاله پژوهشی

مقایسهٔ تأثیرات تمرین مقاومتی با بار متغیر و بار ثابت بر هورمون‌های تستوسترون، کورتیزول و رشد بزاقی در مردان تمرین‌کرده

علیرضا امتیاز[۱]، سید علیرضا حسینی کاخک[۲*]، امیرحسین حقیقی[۳]

۱ گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۲ گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

چکیده

زمینه و هدف: تمرین مقاومتی با بار متغیر نوعی شیوهٔ تمرینی است که با استفاده از مقاومت اضافی خارجی مانند زنجیر و نوارهای الاستیکی، به بهبود قدرت و عملکرد عضلانی کمک می‌کند. مقایسهٔ اثر تمرینات مقاومتی با بار ثابت در برابر بار متغیر بر پاسخ‌های هورمونی کمتر بررسی شده است. ازاین‌رو در این پژوهش تأثیرات حاد و مزمن تمرین مقاومتی با بار متغیر در مقابل تمرین مقاومتی با بار ثابت بر پاسخ هورمون‌های تستوسترون، رشد و کورتیزول در مردان تمرین‌کرده بررسی شده است.

مواد و روش‌ها: ۳۰ مرد جوان دارای تجربهٔ تمرین مقاومتی برای این تحقیق انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در یکی از سه گروه، تمرین مقاومتی با بار متغیر، تمرین مقاومتی با بار ثابت و گروه کنترل قرار گرفتند. آزمودنی‌های هر دو گروه تمرینی، تمرین را با شدت ۶۵ تا ۸۵ درصد 1RM در سه نوبت و به مدت ده هفته (سه جلسه در هفته) انجام دادند. برنامهٔ تمرینی اغلب شامل انجام حرکات اصلی بالاتنه و پایین‌تنه و استراحت بین نوبت‌ها و حرکات به‌ترتیب یک و دو تا سه دقیقه بود. افزون‌بر این، گروه تمرین مقاومتی با بار متغیر از زنجیر ۷/۵ کیلوگرمی به‌عنوان بار مقاومت متغیر استفاده کردند. نمونه‌های بزاق برای سنجش غلظت هورمون‌های تستوسترون، کورتیزول و رشد در پیش و پس از اولین جلسه (پاسخ حاد) و آخرین جلسه (پاسخ مزمن) جمع‌آوری و سپس به روش الایزا اندازه‌گیری شد. از روش آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بنفرونی برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده شد و سطح معناداری نیز P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج: نتایج حاکی از آن بود که در مورد اثر حاد، تنها تغییرات تستوسترون معنادار بود (P=۰/۰۰۳)، به‌طوری‌که افزایش معناداری در تستوسترون بزاقی در تمرین مقاومتی با بار متغیر در مقایسه با گروه تمرین مقاومتی با بار ثابت (P=۰/۰۰۱) و گروه کنترل (P=۰/۰۰۳) مشاهده شد. ولی در سطح کورتیزول (P=۰/۶۴)، هورمون رشد (P=۰/۵۲) و نسبت تستوسترون به کورتیزول (P=۰/۴۹) تغییر معناداری مشاهده نشد. در مورد پاسخ سازگاری نیز بین گروه‌ها اختلاف معناداری در تستوسترون بزاقی (P=۰/۳۷۷)، کورتیزول (P=۰/۵۷۰)، هورمون رشد (P=۰/۲۰۰) و نسبت تستوسترون به کورتیزول (P=۰/۹۱) مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که یک جلسه تمرین مقاومتی با بار متغیر نسبت به بار ثابت موجب افزایش هورمون تستوسترون بلافاصله پس از تمرین می‌شود، ولی ده هفته تمرین مقاومتی با بار ثابت و متغیر تأثیری بر مقادیر هورمون‌های تستوسترون، کورتیزول و رشد ندارد. به‌نظر می‌رسد چنانچه تمرینات مقاومتی با بار متغیر با حجم یا شدت بالاتر انجام گیرند، پاسخ‌های هورمونی بیشتری در پاسخ به تمرین اتفاق بیفتد و در نتیجه اثربخشی این تمرینات بیشتر شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی با بار متغیر، تمرین مقاومتی با بار ثابت، پاسخ‌های هورمونی

نحوه استناد به این مقاله: امتیاز ع، حسینی کاخک س ع، حقیقی ا. مقایسهٔ تأثیرات تمرین مقاومتی با بار متغیر و بار ثابت بر هورمون‌های تستوسترون، کورتیزول و رشد بزاقی در مردان تمرین‌کرده. نشریهٔ فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۴۰۲؛۱۶(۲):۸۰-۹۳.

* رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول: hosseinik@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۶

مقدمه

هورمون‌ها تا حد زیادی مسئول ارتباطات یکپارچه‌سازی چندین دستگاه فیزیولوژیکی‌اند و نقش مهمی در تعدیل رشد و توسعهٔ سلولی دارند. هورمون تستوسترون از آندروژن‌های اصلی است که با اتصال به گیرنده در هستهٔ سلول عضلانی موجب فعال‌سازی مسیرهای پیام‌رسانی آنابولیک و در نهایت سنتز پروتئین می‌شود. در نقطهٔ مقابل هورمون تستوسترون، هورمون کورتیزول است که از غدهٔ فوق‌کلیوی تحت تأثیر هورمون آدرنوکورتیکوتروپیک هیپوفیز قدامی ترشح می‌شود. هورمون کورتیزول نقش مهمی در کاتابولیسم پروتئین، لیپولیز و گلوکونئوژنز کبدی دارد. هورمون کورتیزول با اتصال به گیرنده در هستهٔ سلول عضلانی فرایندهای کاتابولیکی از جمله تولید مایوستاتین را موجب می‌شود. این هورمون در فرایندهای پیام‌رسانی آنابولیک می‌تواند اختلال ایجاد کند، به‌طوری‌که سطوح بالای آن موجب کاهش سنتز عامل رشد شبه‌انسولین یک (IGF-1) عضلانی از طریق تنظیم منفی در رونویسی IGF-1 می‌شود (۱).

به‌خوبی نشان داده شده است که تمرینات مقاومتی پاسخ‌های هورمونی بی‌شماری را به‌دنبال دارند. ازاین‌رو چنانچه برنامهٔ تمرین مقاومتی به‌خوبی طراحی و اجرا شود، می‌توان انتظار داشت که پاسخ‌ها و سازگاری‌های هورمونی به‌نحوی رخ دهد که پیامد آن افزایش سنتز پروتئین عضلانی و هایپرتروفی عضلات باشد. ولی باید توجه داشت که تمرینات مقاومتی با توجه به متغیرهای حاد برنامهٔ تمرینی (مانند تعداد نوبت‌ها، شدت، فواصل استراحتی، نوع انقباضات عضلانی، ترتیب حرکات و غیره) می‌تواند تأثیرات گوناگونی بر پاسخ‌های هورمونی داشته باشد (۲،۳). تمرینات مقاومتی سنتی به‌طور معمول با استفاده از بارهای ثابت اجرا می‌شود، به‌طوری‌که وزنهٔ به‌کاررفته در طول اجرای حرکت ثابت است. بررسی پاسخ‌های هورمونی به این نوع تمرینات مقاومتی با بار ثابت همواره از موضوعات مورد علاقهٔ پژوهشگران بوده است، هرچند تناقض زیادی بین نتایج پژوهش‌ها به چشم می‌خورد. برای نمونه در تحقیقی نشان داده شد تمرین مقاومتی (صرف‌نظر از شدت آن) اثری بر غلظت تستوسترون و کورتیزول ورزشکاران اندام‌پرور بلافاصله و یک ساعت پس از تمرین ندارد (۴). درحالی‌که نتایج تحقیق دیگری حاکی از آن بود که یک جلسه تمرین مقاومتی سوپر ست با شدت ۷۵ درصد 1RM در مردان میانسال تمرین‌کرده تنها به افزایش معنادار تستوسترون آزاد سرمی (و نه تستوسترون تام) پس از تمرین منجر می‌شود، ولی بر سطوح کورتیزول اثری ندارد (۵). همچنین بیون و همکاران (۲۰۱۱) با تحقیق روی بازیکنان نیمه‌حرفه‌ای راگبی به این نتیجه رسیدند که یک جلسه تمرین ترکیبی (مقاومتی-توانی) به افزایش اندک در تستوسترون و افزایش شایان توجه در کورتیزول بزاقی منجر می‌شود (۶). در تحقیق فرای و همکاران (۲۰۱۰) نیز پس از یک جلسه تمرین مقاومتی توانی بار ثابت، با وجود افزایش معنادار در سطح اسید لاکتیک، تغییر معناداری در سطح هورمون تستوسترون و کورتیزول بلافاصله پس از تمرین اتفاق نیفتاد (۷). ریتنج و همکاران (۲۰۱۴) نیز با مقایسهٔ پاسخ‌های هورمونی به دو جلسه تمرین مقاومتی با شدت متوسط (۷۰ درصد 1RM) و شدت بالا (۹۰ درصد 1RM) به این نتیجه رسیدند که شدت متوسط برای تأثیر معنادار بر غلظت تستوسترون کافی است و نیازی به اعمال شدت‌های بالای تمرین نیست (۸). در یکی از جدیدترین تحقیقات میراندا و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که پس از یک جلسه تمرین مقاومتی سنتی در برابر تمرین یک‌ستی همزمان عضلات آگونیست و آنتاگونیست، تفاوتی از لحاظ تأثیر بر تستوسترون بلافاصله پس از تمرین مشاهده نشد و هر دو برنامه به یک نسبت موجب افزایش تستوسترون می‌شود (۹). در تحقیق جدید و جامع دیگری، تأثیرات کوتاه‌مدت تمرین مقاومتی با بار ثابت یکطرفه (تک‌پا) در برابر دوطرفه (دوپا) بر تغییرات هورمونی در مردان تمرین‌کرده بررسی شد. نتایج نشان داد افزایش هورمون تستوسترون و کورتیزول در هر دو نوع تمرین بود و تفاوتی بین دو شیوهٔ تمرین وجود نداشت (۱۰). به‌نظر می‌رسد با توجه به متغیرهای حاد برنامهٔ تمرینی و همچنین سن، پاسخ‌ها و سازگاری‌های هورمونی کاملاً می‌توانند متفاوت و حتی متناقض باشد. برای نمونه در پژوهش اراضی و همکاران (۲۰۱۳)، هشت هفته تمرین مقاومتی با شدت متوسط موجب افزایش هورمون رشد و تستوسترون هم در مردان جوان و هم میانسال شد، هرچند افزایش تستوسترون در مردان جوان بیشتر از مردان میانسال بود. همچنین سطح کورتیزول در هر دو گروه سنی کاهش یافت (۱۱). در تحقیق دیگری روی مردان جوان تمرین‌کرده مشخص

شد که کورتیزول پس از شش و ۱۱ هفته تمرین مقاومتی معمولی کاهش معنادار پیدا کرد، درحالی‌که در گروه تمرینی تا سر حد خستگی این اتفاق نیفتاد. همچنین تستوسترون پس از شش هفته تغییری نکرد، ولی پس از ۱۱ هفته تمرین مقاومتی معمولی افزایش یافت (۱۲). درحالی‌که در پژوهش دیگری نشان داده شد که ده هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای در مردان جوان اثری بر غلظت هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول و نسبت این دو نداشت (۱۳). در تحقیقی مشابه نیز مشخص شد که ده هفته تمرین مقاومتی با حجم‌های گوناگون (سه نوبت در برابر شش نوبت) اثری بر غلظت تستوسترون و کورتیزول ادراری مردان جوان تمرین‌کرده ندارد (۱۴).

از طرفی، تمرین مقاومتی با بار متغیر، یکی دیگر از شیوه‌های تمرینی مقاومتی انطباقی است. در این شیوهٔ تمرینی برخلاف تمرین سنتی با بار ثابت، از زنجیر یا نوار الاستیکی برای تغییر در بار اعمال‌شده روی عضله استفاده می‌شود. این شیوهٔ تمرین می‌تواند به طرز مؤثرتری ضعیف‌ترین نقطه از دامنهٔ حرکتی را تحریک کند، همچنین با اعمال بار متغیر، مقاومت بیشتری را در نواحی با قدرت زیادتر ایجاد کند تا منحنی‌های تولید نیروی عضلات اسکلتی در محدودهٔ وسیع‌تری عمل کنند (۱۵). این در حالی است که تمرین با مقاومت ثابت، تحریک عضلانی مؤثر در ضعیف‌ترین نقطه از دامنهٔ حرکتی ایجاد نمی‌کند (۱۶)، ولی تمرین مقاومتی با بار متغیر سبب افزایش فراخوانی واحد حرکتی و میزان نرخ تحریک و تأثیرات بیشتر تمرین می‌شود (۱۷). از طرفی تمرین مقاومتی با بار متغیر موجب تحریک بیشتر عضلات در مرحلهٔ برون‌گرا می‌شود و در نتیجه سرعت توسعهٔ نیرو را افزایش می‌دهد. در پی سازگاری عصبی- عضلانی با تمرین مقاومتی با بار متغیر، تارهای عضلانی و واحدهای حرکتی بیشتری برای مشارکت در انقباض درگیر می‌شوند که میزان تنش در مرحلهٔ برون‌گرا و درون‌گرا را افزایش می‌دهد (۱۶). گزارش‌ها نشان می‌دهد که تمرین مقاومتی با بار متغیر نسبت به ثابت از طریق القای خستگی عامل بهبود پاسخ‌های هورمونی در مردان است (۱۸). همچنین برخی تحقیقات نشان داده‌اند که تمرین مقاومتی با بار متغیر در بهبود قدرت بیشینه مؤثرتر است (۱۹،۲۰). تحقیقات انجام‌گرفته در زمینهٔ پاسخ‌های هورمونی به شیوه‌های تمرین مقاومتی با بار متغیر محدود است. در یکی از این پژوهش‌ها نشان داده شد که تفاوت معناداری بین تمرین مقاومتی با بار ثابت در برابر بار متغیر (با شدت متوسط) در پاسخ‌های هورمون‌های رشد، تستوسترون و غلظت لاکتات، در دو و ۲۴ ساعت پس از تمرین در مردان مسن وجود ندارد، هرچند غلظت کورتیزول بلافاصله پس از تمرین در هر دو نوع تمرین کاهش یافت (۲۱). در تحقیقی دیگر گزارش شد که تمرین مقاومتی با بار متغیر در مقایسه با بار ثابت سبب افزایش غلظت هورمون‌های تستوسترون، رشد و کورتیزول بلافاصله پس از تمرین می‌شود، درحالی‌که تمرین با بار ثابت تنها موجب افزایش هورمون رشد می‌شود. ولی در ۳۰ دقیقه پس از تمرین، هورمون رشد و کورتیزول در هر دو نوع تمرین همچنان در حال افزایش باقی ماند و بین دو نوع تمرین تفاوتی وجود نداشت (۱۸). همچنین نشان داده شده است که تمرین مقاومتی با بار متغیر در برابر بار ثابت به پاسخ هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول بیشتری در مردان منجر می‌شود (۲۲)، ولی مارانج و همکاران (۲۰۱۸) به این نتیجه رسیدند که تفاوتی بین تمرین مقاومتی با بار ثابت در برابر بار متغیر بر پاسخ‌های بزاقی هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول و نسبت آن‌ها در مردان تمرین‌کردهٔ مقاومتی وجود ندارد (۲۳). با توجه به متناقض بودن تحقیقات گذشته و عدم توافق پژوهشگران در زمینهٔ سازگاری‌های هورمونی در پی تمرینات مقاومتی با بار متغیر در مقابل تمرینات مقاومتی با بار ثابت نیاز است که مطالعات بیشتر در این زمینه انجام گیرد. بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی تفاوت تأثیر تمرین مقاومتی با بار متغیر در مقابل بار ثابت بر پاسخ‌های حاد و مزمن هورمون‌های آنابولیک-کاتابولیک در مردان تمرین‌کرده بود.

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: این تحقیق به‌صورت کاربردی و از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون انجام گرفت. ۳۰ مرد تمرین‌کرده داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و به‌طور تصادفی به سه گروه تمرین مقاومتی با بار متغیر (۱۰ نفر)، گروه تمرین مقاومتی با بار ثابت (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. حجم نمونه به کمک نرم‌افزار G-Power نسخهٔ ۳،۱،۱ و بر اساس توان آماری ۰/۸۰، خطای ۰/۰۵و تعداد سه گروه و دو مرحله اندازه‌گیری برآورد شد.

معیارهای ورود به پژوهش عبارت بود از تجربهٔ تمرین با وزنه بین یک تا دو سال، تجربهٔ تمرین با وزنه دست‌کم سه جلسه در هفته در سال گذشته، عدم مصرف داروهای نیروزا، عدم آسیب‌دیدگی و مصدومیت و دامنهٔ سنی بین ۲۰ تا ۳۰ سال. معیارهای خروج از پژوهش نیز عبارت بود از غیبت بیش از دو جلسه در تمرینات، مصدومیت و استفاده از مکمل‌ها یا داروها. پیش از شروع دورهٔ تمرین، از هر شرکت‌کننده خواسته شد که برگهٔ رضایت‌نامهٔ پژوهش را مطالعه و امضا کند. پرسشنامه‌های سلامت عمومی گلدبرگ نیز تکمیل شد. مجوز اخلاقی توسط کمیتهٔ اخلاق در پژوهش دانشگاه حکیم سبزواری با کد IR.NUMS.REC.1398.001 نیز اخذ شد و مطالعه تحت استانداردهای اخلاقی بیانیهٔ هلسینکی انجام گرفت. به آزمودنی‌ها تأکید شد که تغذیهٔ خود را تغییر ندهند، البته برای اطمینان از همسان بودن رژیم غذایی آزمودنی‌ها، پرسشنامهٔ یادآمد غذایی ۲۴ ساعته تکمیل شد. به این صورت که در هفتهٔ اول از آزمودنی‌ها خواسته شد در سه روز غیرمتوالی رژیم غذایی خود را یادداشت کنند. در هفتهٔ آخر نیز دقیقاً همین کار تکرار شد. تجزیه‌وتحلیل مواد غذایی توسط کارشناس تغذیه و به کمک نرم‌افزار Nutrition۴ انجام گرفت و نتایج نشان داد بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد.

نمونه‌گیری بزاقی برای سنجش تستوسترون، کورتیزول و هورمون رشد پیش و پس از ده هفته تمرین انجام گرفت. مراحل اندازه‌گیری پیش و پس از اولین و آخرین جلسهٔ تمرین با وزنه بود. طرحوارهٔ مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. طرحوارهٔ طرح پژوهش

نمونه‌گیری	۳۰ نفر مرد دارای سابقهٔ تمرین با وزنه
گروه‌بندی	تقسیم به روش تصادفی ساده: کنترل (۱۰ نفر)، تمرین مقاومتی متغیر (۱۰ نفر)، تمرین مقاومتی ثابت (۱۰ نفر)
برآورد قدرت عضلانی	از طریق فرمول برزسکی
نمونه‌گیری بزاق (پاسخ حاد)	نمونه‌گیری بزاق پیش از تمرین - انجام برنامهٔ تمرین - نمونه‌گیری بزاق پس از تمرین
برنامهٔ تمرین	مدت دورهٔ تمرین: ۱۰ هفته تعداد جلسات هفتگی: سه جلسه در هفته شدت: ۶۵ تا ۸۵ درصد 1RM (زنجیر ۷/۵ کیلوگرمی به طول ۳/۷۰ متر) استراحت بین نوبت و حرکت: ۱ و ۳ دقیقه حرکات: اسکوات از پشت، پرس سینه روی میز و جلوبازو در وضعیت ایستاده، کشش زیر بغل از بالای سر، پرس پا با دستگاه، پرس شانه با دستگاه و پشت بازو سیم‌کش در وضعیت ایستاده
نمونه‌گیری بزاق (پاسخ به سازگاری)	نمونه‌گیری بزاق پیش از تمرین - انجام برنامهٔ تمرین - نمونه‌گیری بزاق پس از تمرین

روش اجرای پژوهش: اندازه‌گیری شاخص‌های تن‌سنجی: قد و وزن هر شرکت‌کننده، توسط دستگاه سنجش قد و وزن برند سکا ساخت آلمان اندازه‌گیری شد. میزان حساسیت سنجش قد ۰/۰۱ متر و برای وزن ۱۰۰ گرم بود و برای شاخص تودهٔ بدن، از مجذور قد (متر) بر کیلوگرم وزن بدن به کیلوگرم بر مترمربع استفاده و ثبت شد.

اندازه‌گیری یک تکرار بیشینه: برای اندازه‌گیری یک تکرار بیشینه، ۱۵ دقیقه گرم کردن عمومی و تخصصی صورت گرفت، سپس با استفاده از فرمول برزسکی ((تعداد تکرار × ۰/۰۲۷۸)- ۱/۰۲۷۸) ÷ مقدار وزنه (kg) = یک تکرار بیشینه) استفاده شد. یک تکرار بیشینه حرکات در نظر گرفته‌شده برای شیوهٔ تمرین مقاومتی تعیین شد. این فرمول برآورد معقولی از یک تکرار بیشینه ارائه می‌دهد، به‌شرطی که تعداد تکرارها از ده مرتبه بیشتر نباشد. از هر شرکت‌کننده خواسته شد وزنه‌ای را انتخاب کند که تعداد تکرار از ده مرتبه بیشتر نشود و در صورت نیاز به میزان بار اضافه شد (۲۴).

تمرین مقاومتی: برنامهٔ تمرینی به مدت ده هفته و با تواتر سه جلسه در هفته انجام گرفت. پیش از انجام تمرین اصلی، هریک از شرکت‌کنندگان برنامهٔ گرم کردن را در دو بخش عمومی و اختصاصی انجام دادند. برنامهٔ

گرم کردن عمومی شامل دویدن با شدت کم، و برنامهٔ گرم کردن اختصاصی شامل دو نوبت ۲۰ تکراری با ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه با فواصل استراحت ۳۰ ثانیه‌ای بین هر نوبت و ۴۵ ثانیه‌ای پس از هر حرکت بود، شایان ذکر است حرکات انتخاب‌شده در گرم کردن اختصاصی مشابه برنامهٔ تمرین اصلی در نظر گرفته شده بود. برنامهٔ تمرینی شامل حرکات اسکوات پا با هالتر، پرس سینه با هالتر، پرس پا با دستگاه، پرس سرشانه با دستگاه، کشش زیر بغل با دستگاه لت، جلوبازو با هالتر ایستاده و پشت‌بازو با سیم‌کش ایستاده بود. استراحت پس از هر نوبت و هر حرکت به‌ترتیب یک دقیقه و دو تا سه دقیقه بود. شدت تمرین برای هر دو گروه بین ۶۵ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه بود. تنها برای گروه تمرین مقاومتی با بار متغیر یک زنجیر ۷/۵ کیلوگرمی به طول ۳/۷۰ متر اضافه شد. به این ترتیب که این زنجیر به میلهٔ هالتر وصل می‌شد و با بالا بردن میله خلاف جاذبه، طول بیشتری از زنجیر تحمل می‌شد و ازاین‌رو وزن افزایش می‌یافت و برعکس با پایین آوردن میله طول بیشتری از زنجیر روی زمین قرار می‌گرفت و وزن آن کاهش می‌یافت. در طول دامنهٔ حرکت وزن جابه‌جاشده متغیر بود (۲۵). برنامهٔ کامل تمرینی در جدول ۲ نشان داده شده‌است.

جدول ۲. برنامهٔ تمرین مقاومتی با بار متغیر و با بار ثابت

هفته	شدت (درصد یک تکرار بیشینه)	تعداد نوبت	تعداد تکرار	مقاومتی اضافه‌شده در گروه تمرین مقاومتی با بار متغیر
اول	۶۵ تا ۷۰	۳	۱۰ تا ۱۲	زنجیر ۷/۵ کیلوگرمی اضافه‌شده
دوم	۶۵ تا ۷۰		۱۰تا ۱۲	
سوم	۶۵ تا ۷۰		۱۰ تا ۱۲	
چهارم	۷۰ تا ۷۵		۸ تا ۱۰	
پنجم	۷۰ تا ۷۵		۸ تا ۱۰	
ششم	۷۰ تا ۷۵		۸ تا ۱۰	
هفتم	۷۵ تا ۸۰		۶ تا ۸	
هشتم	۷۵ تا ۸۰		۶ تا ۸	
نهم	۸۰ تا ۸۵		۴ تا ۶	
دهم	۸۰ تا ۸۵		۴ تا ۶	

روش‌های آزمایشگاهی: اندازه‌گیری تستوسترون، کورتیزول و هورمون رشد: برای اندازه‌گیری سطوح سرمی تستوسترون، کورتیزول و هورمون رشد، نمونه‌گیری به روش بزاقی انجام گرفت. برای تهیهٔ نمونه‌های بزاقی، پیش و پس از اولین و آخرین جلسهٔ تمرین از هر شرکت‌کننده خواسته شد دست‌کم به مدت یک ساعت پیش از نمونه‌گیری هیچ نوع مواد غذایی را مصرف نکند و مسواک بزند. سپس از آنها خواسته شد که چندین بار دهان خود را دست‌کم به مدت یک دقیقه با آب مقطر شست‌وشو دهند و سپس پنج دقیقه استراحت کنند. در ضمن از آنها درخواست شد ۲۴ ساعت پیش از نمونه‌گیری از فعالیت بدنی شدید اجتناب ورزند. از هر شرکت‌کننده خواسته شد آب دهان خود را در لولهٔ استریل ۵۰ میلی‌لیتری وارد کند. نمونهٔ بزاق روی ظرف یخ قرار داده شد. سپس نمونه‌های بزاق سانتریفیوژ شده و مادهٔ رویی یا سوپرناتانت به میکروتیوب‌های ۱/۵ سی‌سی منتقل و سپس در دمای ۸۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد (۲۶). اندازه‌گیری غلظت بزاقی هورمون تستوسترون، کورتیزول و هورمون رشد با روش الایزا انجام گرفت. افزون‌بر این، به‌منظور اندازه‌گیری تستوسترون و کورتیزول از کیت دیامترا ساخت ایتالیا با حساسیت ۳/۲۸ پیکوگرم در میلی‌لیتر، ۰/۱۲ نانوگرم بر میلی‌لیتر و همچنین درصد ضریب تغییر درون‌سنجشی کورتیزول ۱۰۷ > نانوگرم در میلی‌لیتر و درصد ضریب تغییر درون‌سنجشی تستوسترون ۸۰ تا ۹۰ درصد استفاده شد. همچنین برای اندازه‌گیری هورمون رشد کیت

ایست بیوفارم ساخت چین با حساسیت ۰/۲۸ نانوگرم بر میلی‌لیتر و درصد ضریب تغییر درون‌سنجشی یک میلی‌گرم استفاده شد.

تحلیل آماری: به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. پیش‌فرض‌های این آزمون شامل همگنی واریانس‌ها و طبیعی بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون‌های مربوط (آزمون کرویت موخلی، لوین، کولموگروف اسمیرنوف و شاپیروویلک) بررسی و تأیید شد. در این روش، اثر زمان، اثر گروه و اثر تعاملی زمان و گروه تحلیل شد. در مواردی که اثر تعاملی زمان و گروه معنادار بود، برای مقایسه‌های چندگانه از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. همهٔ تجزیه‌وتحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزاری آماری SPSS نسخهٔ ۲۳ صورت پذیرفت و سطح معناداری کوچک‌تر یا مساوی از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

شاخص‌های تن‌سنجی مانند سن، قد، وزن و شاخص تودهٔ بدن در هر سه گروه در جدول ۳ گزارش شده است.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار شاخص‌های تن‌سنجی شرکت‌کنندگان به تفکیک گروه

متغیر	گروه کنترل (میانگین و انحراف معیار)	گروه تمرین مقاومتی ثابت (میانگین و انحراف معیار)	گروه تمرین مقاومتی با بار متغیر (میانگین و انحراف معیار)
سن (سال)	۲۲/۵ ± ۲/۵	۲۳/۸ ± ۱/۳	۲۴/۳ ± ۳/۸
قد (متر)	۱/۷۹ ± ۰/۰۸	۱/۷۵ ± ۰/۰۵	۱/۷۹ ± ۰/۹۶
وزن (کیلوگرم)	۸۲/۶۰/ ± ۱۰/۹	۷۸/۳۰ ±۰/۵۲	۷۹/۸۰ ± ۱۱/۰۷
شاخص تودهٔ بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۵/۵۴ ± ۲/۱۴	۲۵/۴۲ ± ۰/۲۱	۲۴/۷۳ ± ۲/۵۸

نتایج پاسخ حاد (پس از یک جلسه) هورمون‌های تستوسترون، کورتیزول و رشد: با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، نتایج نشان داد اثر تعاملی (گروه × زمان) برای هورمون تستوسترون بزاقی (P=۰/۰۰۳؛ η^2 =۰/۴۳۰) معنادار است، ولی برای هورمون‌های کورتیزول (P=۰/۶۴۰؛ η^2 =۰/۰۴۰) و رشد بزاقی (P=۰/۴۹۱؛ η^2 =۰/۰۷۰) و نسبت تستوسترون به کورتیزول (P=۰/۵۲۷؛ η^2 =۰/۰۶۰) معنادار نبود (جدول ۴). بنابراین آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی هورمون تستوسترون استفاده شد و نتایج نشان داد که در گروه تمرین مقاومتی با بار متغیر در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، تغییرات تستوسترون بزاقی افزایش معناداری داشته است (P=۰/۰۴۶). همچنین در تغییرات بین‌گروهی مشاهده شد که تمرین مقاومتی با بار متغیر نسبت به گروه کنترل در پس‌آزمون معنادار است (P=۰/۰۰۳)، همچنین با گروه تمرین مقاومتی ثابت (P=۰/۰۰۱) تفاوت معناداری وجود دارد.

نتایج پاسخ سازگاری هورمون‌های تستوسترون، کورتیزول و رشد: پس از ده هفته شرکت در برنامه‌های تمرین مقاومتی با بار متغیر و ثابت، پاسخ به سازگاری یک جلسهٔ تمرین بررسی شد. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد اثر تعاملی (گروه × زمان) برای هورمون‌های تستوسترون (P=۰/۳۷۷؛ η^2 =۰/۰۹۰)، کورتیزول (P=۰/۵۷۰؛ η^2 =۰/۰۵۰) و هورمون رشد بزاقی (P=۰/۲۰۰؛ η^2 =۰/۱۵۰) و نسبت تستوسترون به کورتیزول (P=۰/۹۱۹؛ η^2 =۰/۴۲۰) معنادار نیست. به‌عبارتی، نتایج نشان می‌دهد که بین دو شیوهٔ تمرین نسبت به گروه کنترل تفاوت معنادار در هورمون‌ها وجود ندارد (جدول ۴).

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر حاد و مزمن تمرین مقاومتی با بار متغیر در برابر بار ثابت بر پاسخ‌های هورمونی تستوسترون، کورتیزول و رشد در مردان تمرین‌کرده انجام گرفت. تحقیق حاضر از لحاظ روش پژوهش دارای ویژگی و جنبهٔ نوآوری است، چراکه پاسخ‌های هورمونی هم در پاسخ به تمرین و هم در سازگاری به تمرین بررسی شد. نتایج نشان داد که هورمون تستوسترون بزاقی حاد در گروه تمرین مقاومتی با بار متغیر (۵۱ درصد) در مقایسه با گروه‌های تمرین مقاومتی با بار ثابت (۱۹درصد) و گروه کنترل (۱۰ درصد) به‌طور معناداری افزایش یافته است. در مورد کورتیزول،

جدول ۴. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر مقادیر هورمون تستوسترون، کورتیزول، هورمون رشد و نسبت تستوسترون به کورتیزول در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین گروه‌ها

متغیر	گروه	پیش‌آزمون (انحراف معیار ±میانگین)	پس‌آزمون (انحراف معیار ±میانگین)	ضریب تغییرات	نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری: زمان	گروه	اثر متقابل
			پاسخ حاد				
تستوسترن (پیگوگرم بر میلی‌لیتر)	کنترل	۱۵۱/۱۸ ± ۴۲/۷۲	۱۳۵/۸۵ ± ۵۷/۱۰	- ۱۰/۱	*p=۰/۰۱۵ (η^2=۰/۲۶۰)	*p=۰/۰۰۱ (η^2 =۰/۵۸۰)	*p=۰/۰۰۳ (η^2 =۰/۴۳۰)
	تمرین مقاومتی با بار ثابت	۲۴۶/۲۵ ± ۱۶۵/۱۰	۱۹۵/۰۸ ± ۹۶/۴۰	- ۱۹/۱			
	تمرین مقاومتی با بار متغیر	۱۸۱/۴۷ ± ۹۳/۷۸	۲۷۴/۶۶ ± ۲۳۵/۵۷	+ ۵۱/۳			
کورتیزول (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	کنترل	۱۱/۰۷ ± ۶/۹۹	۶/۶۴ ± ۲/۲۵	- ۴۰/۰	*p=۰/۰۰۵ (η^2=۰/۳۳۰)	*p=۰/۰۲۴ (η^2 =۰/۶۴۰)	p=۰/۶۴۰ (η^2 =۰/۰۴۰)
	تمرین مقاومتی با بار ثابت	۱۱/۱۷ ± ۵/۲۳	۷/۵۰ ± ۲/۳۹	- ۳۲/۸			
	تمرین مقاومتی با بار متغیر	۱۲/۲۱ ± ۱۵/۶۵	۹/۳۵ ± ۹/۳۵	- ۲۳/۴			
هورمون رشد (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	کنترل	۲/۵۱ ± ۱/۶۲	۲/۷۲ ± ۱/۹۸	+ ۸/۳	p=۰/۴۸۹ (η^2=۰/۰۲۰)	*p=۰/۰۰۲ (η^2 =۰/۵۷۰)	p=۰/۵۲۷ (η^2 =۰/۰۶۰)
	تمرین مقاومتی با بار ثابت	۲/۳۵ ± ۰/۹۷	۲/۲۵ ± ۰/۶۲	- ۴/۲			
	تمرین مقاومتی با بار متغیر	۲/۶۲ ± ۲/۴۰	۱/۸۱ ± ۰/۴۴	- ۳۰/۹			
نسبت تستوسترون به کورتیزول	کنترل	۱۶/۳۲ ± ۶/۵۴	۲۰/۶۹ ± ۷/۱۰	+۲۶/۷	*p=۰/۰۰۱ (η^2=۰/۴۲۰)	*p=۰/۰۰۱ (η^2 =۰/۵۱۰)	p=۰/۴۹۱ (η^2 =۰/۰۷۰)
	تمرین مقاومتی با بار ثابت	۲۳/۶۰ ± ۱۶/۳۸	۲۸/۲۹ ± ۱۷/۰۴	+۱۹/۸			
	تمرین مقاومتی با بار متغیر	۲۶/۸۰ ± ۱۸/۳۲	۳۸/۷۸ ± ۳۵/۸۳	+۴۴/۷			

سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است.

ادامه جدول ۴. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر مقادیر هورمون تستوسترون، کورتیزول، هورمون رشد و نسبت تستوسترون به کورتیزول در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین گروه‌ها

متغیر	گروه	پیش‌آزمون (انحراف معیار ±میانگین)	پس‌آزمون (انحراف معیار ±میانگین)	ضریب تغییرات	نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری		
					زمان	گروه	اثر متقابل
			پاسخ سازگاری				
تستوسترن (پیگوگرم بر میلی‌لیتر)	کنترل	۳۲۳/۶۸ ± ۲۸۱/۰۰	۲۴۹/۵۲ ± ۱۴۴/۲۵	- ۲۲/۹	*p=۰/۰۱۹ (η^2=۰/۲۴۰)	p=۰/۹۹۳ (η^2 =۰/۰۰۱)	p=۰/۳۷۷ (η^2 =۰/۰۹۰)
	تمرین مقاومتی با بار ثابت	۳۳۲/۲۵ ± ۲۰۳/۶۷	۲۹۵/۷۵ ± ۱۶۹/۰۸	- ۸/۲			
	تمرین مقاومتی با بار متغیر	۲۳۷/۰۳ ± ۱۸۸/۰۲	۲۶۰/۰۳ ± ۲۰۰/۷۴	+ ۹/۷			
کورتیزول (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	کنترل	۱۲/۶۴ ± ۶/۷۰	۹/۳۷ ± ۶/۳۰	- ۲۵/۸	*p=۰/۰۰۲ (η^2=۰/۵۱۰)	*p=۰/۰۰۱ (η^2 =۰/۵۰۰)	p=۰/۵۷۰ (η^2 =۰/۰۵۰)
	تمرین مقاومتی با بار ثابت	۱۷/۰۸ ± ۱۰/۸۳	۹/۴۳ ± ۳/۴۱	- ۴۴/۷			
	تمرین مقاومتی با بار متغیر	۱۴/۴۸ ± ۱۷/۲۵	۷/۹۸ ± ۲/۹۶	- ۴۴/۸			
هورمون رشد (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	کنترل	۲/۵۴ ± ۲/۵۸	۲/۰۸ ± ۰/۹۸	- ۱۸/۱	*p=۰/۰۱۵ (η^2=۰/۲۶۰)	*p=۰/۰۰۵ (η^2 =۰/۴۱۰)	p=۰/۲۰۰ (η^2 =۰/۱۵۰)
	تمرین مقاومتی با بار ثابت	۲/۰۶ ± ۱/۶۶	۲/۴۵ ± ۱/۲۲	+ ۱۸/۹			
	تمرین مقاومتی با بار متغیر	۲/۲۵ ± ۰/۸۶	۲/۰۳ ± ۰/۵۹	- ۹/۷			
نسبت تستوسترون به کورتیزول	کنترل	۱۶/۳۲ ± ۶/۵۴	۲۰/۶۹ ± ۷/۱۰	+۲۸/۵	*p=۰/۰۱۳ (η^2=۰/۲۷۰)	p=۰/۸۱۵ (η^2 =۰/۰۲۰)	p=۰/۹۱۹ (η^2 =۰/۴۲۰)
	تمرین مقاومتی با بار ثابت	۲۳/۶۰ ± ۱۶/۳۸	۲۸/۲۹ ± ۱۷/۰۴	+۴۲/۷			
	تمرین مقاومتی با بار متغیر	۲۶/۸۰ ± ۱۸/۳۲	۳۸/۷۸ ± ۳۵/۸۳	+۴۱/۴			

سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است.

با اینکه کاهش را در گروه تمرین مقاومتی با بار ثابت (۳۲ درصد)، تمرین مقاومتی با بار متغیر (۲۳ درصد) و گروه کنترل (۴۰ درصد) مشاهده شد، ولی اختلاف معنادار نبود. افزایش تقریباً دوبرابری در نسبت بزاقی تستوسترون به کورتیزول در گروه تمرین مقاومتی با بار متغیر (۴۴ درصد) در مقایسه با دو گروه تمرین مقاومتی (۱۹ درصد) و کنترل (۲۶ درصد) مشاهده شد، ولی اختلاف معنادار نبود. همچنین تغییرات حاد هورمون رشد بین گروه‌ها معنادار نبود. نتایج پاسخ به سازگاری پس از ده هفته نشان داد که اختلاف معناداری بین گروه‌ها در هورمون تستوسترون، کورتیزول، رشد و نسبت تستوسترون به کورتیزول وجود ندارد. با این همه، تغییرات ۹/۷، ۱۰/۹ و ۲۳ درصدی برای تستوسترون، تغییرات ۴۵، ۴۴ و ۲۵ درصدی برای کورتیزول، تغییرات ۳۲/۶، ۴۳ و ۲۸ درصدی نسبت تستوسترون به کورتیزول و تغییرات ۹، ۲۰ و ۲۵ درصدی برای هورمون رشد در گروه‌های تمرین مقاومتی با بار متغیر، با بار ثابت و گروه کنترل مشاهده شد.

همسو و مشابه پژوهش حاضر، در تحقیقی نشان داده شد یک وهله تمرین مقاومتی با شدت بالا به افزایش معنادار تستوسترون در مردان جوان پس از تمرین منجر شد (۲۸). همچنین نتایج تحقیق دیگری حاکی از آن بود که یک جلسه تمرین مقاومتی سوپر ست با شدت متوسط در مردان میانسال تمرین‌کرده پاسخ افزایشی معنادار تستوسترون را پس از تمرین به‌همراه دارد، ولی تأثیری بر سطوح کورتیزول ندارد (۵). در مقابل، در تحقیقی نشان داده شد دو شیوهٔ تمرین مقاومتی با شدت متوسط و بالا اثری بر غلظت تستوسترون و کورتیزول ورزشکاران پرورش اندام بلافاصله و یک ساعت پس از تمرین ندارد (۴). در بررسی اثر یک جلسه تمرین ترکیبی (مقاومتی-توانی) در بازیکنان نیمه‌حرفه‌ای راگبی نیز مشخص شد تستوسترون بزاقی افزایش اندک، درحالی‌که کورتیزول بزاقی افزایش چشمگیر را نشان می‌دهد (۶). عوامل گوناگونی بر پاسخ‌های حاد هورمون تستوسترون به تمرین مقاومتی دخیل است. نشان داده شده است میزان افزایش تستوسترون (سرمی) به تودهٔ عضلانی، شدت و حجم تمرین، وضعیت تغذیه‌ای و تجربهٔ تمرینی فرد وابسته است. در این بین بر اساس نتایج برخی پژوهش‌ها تودهٔ عضلانی درگیر سهم بیشتری در پاسخ تستوسترون دارد. پژوهش‌ها حاکی از آن است که تمرینات مقاومتی با شدت بالا و دوره‌های کوتاه استراحت و به‌کارگیری عضلات بزرگ به پاسخ‌های هورمونی بیشتری نسبت به تمرینات مقاومتی با حجم کم و دوره‌های طولانی استراحت منجر می‌شود (۲۷). درحالی‌که بیشتر پژوهش‌ها حاکی از آن است که شدت تمرین عامل اصلی اثرگذاری روی هورمون‌هاست، در یکی از پژوهش‌ها با هدف مقایسهٔ پاسخ‌های هورمونی به تمرینات مقاومتی با شدت متوسط و شدت بالا، عنوان شد که شدت متوسط نیز برای تأثیر معنادار بر غلظت تستوسترون کافی است و نیازی به اعمال شدت‌های بالای تمرین نیست (۸). درحالی‌که در تحقیقی دیگر، تغییر معناداری در سطح هورمون تستوسترون و کورتیزول بلافاصله پس از تمرین مقاومتی توانی با شدت بالا و بار ثابت اتفاق نیفتاد (۷). همچنین درحالی‌که به‌نظر می‌رسد حجم عضلات درگیر عامل مهم در تأثیرگذاری بر هورمون‌ها باشد، در تحقیقی نشان داده شد بین دو نوع تمرین مقاومتی یکطرفه (تک‌پا) و دوطرفه (دوپا) تفاوتی از لحاظ تأثیر بر هورمون تستوسترون و کورتیزول وجود ندارد و هر دو نوع تمرین موجب افزایش مشابهی در این هورمون‌ها در مردان تمرین‌کرده می‌شوند (۱۰). در بعضی پژوهش‌ها نیز نشان داده شده است که تغییرات تستوسترون تحت تأثیر حجم و شدت تمرین نیست، ولی تغییرات کورتیزول به شدت بالای تمرین وابسته است. این محققان تغییرات لاکتات خون، کاهش یون هیدروژن، افزایش فعالیت آدرنرژیک و کاتکولامینی را سازوکار اثرگذار بر تغییرات هورمونی می‌دانند (۲۹). البته این موضوع مورد توافق همهٔ پژوهشگران نیست، چراکه همبستگی و رابطهٔ مستقیم معنادار بین شدت تمرین، تولید اسید لاکتیک و ترشح تستوسترون و هورمون رشد در پژوهش‌های دیگر در پاسخ به تمرین تأیید شده است (۳۰،۳۱). ازاین‌رو هرچند در این تحقیق اسید لاکتیک اندازه‌گیری نشد که می‌تواند از محدودیت‌های پژوهش حاضر باشد، ولی می‌توان احتمال داد که افزایش تستوسترون پس از تمرین ناشی از افزایش اسید لاکتیک باشد، چراکه این موضوع در پژوهش‌های دیگر نیز نشان داده شده است (۳۰،۳۱). افزایش تستوسترون در پی تمرین مقاومتی در مرحلهٔ حاد را می‌توان به‌دلیل تبدیل آندروستندیون به تستوسترون به‌دنبال تمرین مقاومتی و کاهش جذب کبدی یا کاهش جریان خون کبدی و تحریک مستقیم عصبی بیضه برای آزادسازی

تستوسترون نیز دانست (۱۰). ولی با توجه به اینکه در این پژوهش از افراد تمرین‌کرده استفاده شد و به‌دلیل اینکه افراد تمرین‌کرده در مقایسه با افراد تمرین‌نکرده در بروز سازگاری‌ها به اثر سقف یا پنجرهٔ سازگاری رسیده‌اند (۳۴)، تصور می‌شود اگر شدت تمرین بیشتر یا زمان استراحت بین نوبت‌ها یا حرکات کمتر بود، شاهد تغییرات در سطوح هورمونی در هر دو گروه بودیم.

اما نتایج پژوهش حاضر در بخش پاسخ به سازگاری نیز جالب و در نوع خود جدید بود. نتایج نشان داد که ده هفته تمرین مقاومتی با بار ثابت و بار متغیر تأثیری در غلظت هورمون‌های تستوسترون، رشد و کورتیزول نداشت. مشابه با پژوهش حاضر، مارنگ و همکاران (۲۰۱۸) تفاوت معناداری در غلظت هورمون تستوسترون و کورتیزول در مردان تمرین مقاومتی با بار متغیر مشاهده نکردند (۲۳). اما آتنین و همکاران (۲۰۰۵) اثر تمرین مقاومتی با شدت ده تکرار بیشینه را با دو فاصلهٔ استراحتی دو و پنج‌دقیقه‌ای بین نوبت‌ها بر تغییرات هورمونی بررسی کردند و نتیجه گرفتند که هر دو شیوهٔ تمرین سبب افزایش هورمون تستوسترون، کورتیزول و هورمون رشد می‌شود، ولی بین دو شیوهٔ تمرین تفاوت معنادار وجود ندارد. این پژوهشگران علت این نتایج را کاهش پاسخ فشار و یا کاهش تولید هورمون در افراد تمرین‌کرده در اثر تمرین بیان کردند (۳۵). مانجین و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند که تمرین با حجم بالا (چهار نوبت ۱۰ تا ۱۲ تکراری با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه و یک دقیقه استراحت بین هر ست) در مقابل تمرین با شدت بالا (چهار نوبت سه تا پنج تکراری با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه و سه دقیقه استراحت بین هر ست) می‌تواند با تغییرات متفاوتی بر سطوح هورمونی پس از تمرین بر روی افراد تمرین‌کرده همراه باشد. آنان استدلال کردند که ده هفته تمرین مقاومتی با شدت بالا در پی انجام تمرین مقاومتی با حجم بالا افزایش سطوح هورمون تستوسترون، کورتیزول و هورمون رشد تا ۶۰ دقیقه پس از ده هفته تمرین مشاهده می‌شود که تغییرات افزایشی لاکتات خون را مؤثر دانستند. البته ایشان عدم تغییرات در تمرین با شدت بالا را به استراحت بیشتر و سازگاری افراد تمرین‌کرده به تمرینات شدید نسبت دادند (۳۶). اراضی و همکاران (۲۰۱۲) نیز برخلاف تحقیق حاضر، افزایش معنادار هورمون رشد و تستوسترون و کاهش کورتیزول را پس از هشت هفته تمرین مقاومتی گزارش کردند. آنها کاهش کورتیزول را به کاهش میزان تجزیهٔ پروتئین و فعالیت هورمون آدرنوکورتیکوتروپیک نسبت دادند (۳۷). با توجه به اینکه تمرین مقاومتی میزان تجزیهٔ پروتئین را کاهش می‌دهد، به‌نظر می‌رسد عدم تغییرات معنادار هورمون کورتیزول به وضعیت تمرینی افراد شرکت‌کننده وابسته باشد که به تمرین مقاومتی سازگار شده‌اند. نتایج پژوهش اراضی و همکاران (۲۰۲۰) و واکر و همکاران (۲۰۱۳) نیز مغایر نتایج پژوهش حاضر بود. اراضی و همکاران (۲۰۲۰) پس از هشت هفته تمرین مقاومتی با بار متغیر در مقابل تمرین مقاومتی ثابت به این نتیجه رسیدند که برنامهٔ تمرینی با شیوهٔ متغیر می‌تواند بر پاسخ‌های هورمونی و مایوکاینی اثرگذار باشد (۳۷). واکر و همکاران (۲۰۱۳) نیز استدلال کردند که غلظت تستوسترون، کورتیزول و هورمون رشد پس از ده هفته تمرین مقاومتی با بار متغیر تأثیر معناداری داشته است (۲۲)، به‌نظر می‌رسد که تغییرات غلظت هورمونی در افراد تمرین‌کرده ناشی از اثر سقف تمرینی است که می‌تواند خود به‌دلیل سازگاری به تمرین، تغییر در تعداد گیرنده‌های آندروژنیک و شدت ناکافی تمرین باشد (۵).

نتایج پژوهش حاضر افزایش معنادار تستوسترون و کاهش غیرمعنادار کورتیزول (در پاسخ به تمرین حاد) و افزایش غیرمعنادار نسبت تستوسترون به کورتیزول را به‌دنبال تمرین مقاومتی با بار متغیر در برابر تمرین ثابت نشان داد که تا حدی می‌تواند تأییدکنندهٔ تأثیرات حاد تمرین مقاومتی با بار متغیر باشد که طی آن تنش اضافه‌شدهٔ ناشی از زنجیر توانسته است از طریق فشار مکانیکی و فراخوانی بیشتر تارهای تندانقباض نقش مؤثر در تحریک هورمون‌ها به‌صورت مستقل داشته باشد (۳۹). بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان گفت افزایش تستوسترون در پی تمرین مقاومتی با بار متغیر احتمالاً در فعال‌سازی مسیرهای پیام‌رسانی آنابولیک به‌ویژه فسفوریلاسیون پروتئین MAPK (ERK1/2) پس از جلسهٔ تمرین نقش مؤثری داشته باشد (۲۱). با این همه، اطلاعات کمی در مورد پاسخ‌های هورمونی به‌دنبال تمرین مقاومتی با بار متغیر وجود دارد و نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینهٔ پاسخ‌های هورمونی به این نوع تمرینی وجود دارد. تحقیق حاضر نیز مانند هر پژوهش دیگری محدودیت‌هایی داشت که از جمله می‌توان به عدم اندازه‌گیری لاکتات در مرحلهٔ پاسخ

اشاره کرد. همچنین با توجه به اینکه بخشی از برنامهٔ تمرین مصادف با همه‌گیری کرونا شد، در دو هفتهٔ آخر تمرین، نظم آزمودنی‌ها در شرکت در برنامهٔ تمرینی با اختلال مواجه شد، هرچند همهٔ آزمودنی‌ها بیش از ۷۰ درصد جلسات تمرینی را تکمیل کردند.

نتایج به‌دست‌آمده از تغییرات حاد و مزمن هورمون‌های تستوسترون، کورتیزول و هورمون رشد نشان داد که افزایش هورمون تستوسترون در وضعیت حاد رفتاری مستقل از دیگر هورمون‌ها در پی تمرین مقاومتی با بار متغیر بود، ولی در بلندمدت تغییرات هورمونی بین دو شیوهٔ تمرین مقاومتی با بار متغیر و تمرین مقاومتی با بار ثابت یکسان بودند. بنابراین شاید تنش یا انقباض عضلانی بیشتر در دامنهٔ حرکتی انجام حرکت به‌دنبال تمرین مقاومتی با بار متغیر، یک متغیر قابل دستکاری تعیین‌کننده در مقایسه با دیگر متغیرهای تمرینی، تحریک‌کنندهٔ هورمونی در بلندمدت نیست و نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه کماکان وجود دارد.

تشکر و قدردانی

از آزمودنی‌های این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

حامی/ حامیان مالی

این مقاله برگرفته از رسالهٔ دانشجوی دکتری است و با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه حکیم سبزواری انجام گرفته است.

مشارکت نویسندگان

همهٔ نویسندگان در مقاله سهم یکسان دارند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی بین نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Kraemer WJ, Ratamess NA, Hymer WC, Nindl BC, Fragala MS. Growth hormone (s), testosterone, insulin-like growth factors, and cortisol: roles and integration for cellular development and growth with exercise. Frontiers in endocrinology. 2020: 33(11):1-25.
2. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. Sports Med. 2005;35(10):841-51.
3. Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone physiology in resistance exercise and training: the up-stream regulatory elements. Sports Med. 2010 Dec 1;40(12):1037-53.
4. Haghighi A H, Mahmoudi M, Delgosha H. Hormonal responses to two programs of exhaustive resistance training of different intensities in male body builders. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism 2012; 14 (3) :267-274. (In Persian)
5. Cadore EL, Lhullier FL, Brentano MA, da Silva EM, Ambrosini MB, Spinelli R, Silva RF, Kruel LF. Hormonal responses to resistance exercise in long-term trained and untrained middle-aged men. J Strength Cond Res. 2008 Sep;22(5):1617-24.
6. Beaven CM, Gill ND, Ingram JR, Hopkins WG. Acute salivary hormone responses to complex exercise bouts. J Strength Cond Res. 2011 Apr;25(4):1072-8.
7. Fry A, Lohnes C. Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance exercise. Human physiology. 2010;36(4):457-61.
8. Rietjens R. Acute Testosterone Responses to Different Resistance Exercise Intensities. University of Nevada, Las Vegas. UNLV Theses, Dissertations, Professional Papers, and Capstones, 2014.8(1): 10-15.
9. Miranda H, De Souza JAA, Scudese E, Paz GA, Salerno VP, dos Santos Vigбrio P, et al. Acute hormone responses subsequent to agonist-antagonist paired set vs. traditional straight set resistance training. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2020;34(6):1591-9.
10. Walker S, Нdkkinen K, Newton RU, Markworth JF, Pundir S, Haff GG, et al. Acute responses of comprehensive gonadosteroids and corticosteroids to resistance exercise before and after 10 weeks of supervised strength training. Experimental Physiology. 2020;105(3):438-48.
11. Arazi H, Damirchi A, Asadi A. Age-related hormonal adaptations, muscle circumference and strength development with 8 weeks moderate intensity resistance training. Ann Endocrinol (Paris). 2013 Feb;74(1):30-5.
12. Izquierdo M, Ibacez J, Gonzбlez-Badillo JJ, Нdkkinen K, Ratamess NA, Kraemer WJ, French DN, Eslava J, Altadill A, Asiain X, Gorostiaga EM. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. J Appl Physiol (1985). 2006 May;100(5):1647-56.
13. Harber MP, Fry AC, Rubin MR, Smith

JC, Weiss LW. Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. Scand J Med Sci Sports. 2004 Jun;14(3):176-85.
14. Ostrowski KJ, Greg WJ.; Weatherby, Murphy R, Lyttle PW, Lyttle LD. The Effect of Weight Training Volume on Hormonal Output and Muscular Size and Function. Journal of Strength and Conditioning Research 1997, 11(3): 148-154.
15. Smith CM, Housh TJ, Hill EC, Keller JL, Anders JPV, Johnson GO, et al. Variable resistance training versus traditional weight training on the reflex pathway following four weeks of leg press training. Somatosensory & motor research. 2019;36(3):223-9.
16. Lin Y, Xu Y, Hong F, Li J, Ye W, Korivi M. Effects of variable-resistance training versus constant-resistance training on maximum strength: a systematic review and meta-analysis. International journal of environmental research and public health. 2022;19(14):8559.
17. Wilson J, Kritz M. Practical guidelines and considerations for the use of elastic bands in strength and conditioning. Strength & Conditioning Journal. 2014;36(5):1-9.
18. Walker S, Taipale RS, Nyman K, Kraemer WJ, Ндkkinen K. Neuromuscular and hormonal responses to constant and variable resistance loadings. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(1):26-33.
19. Dos Santos WDN, Gentil P, de Araљjo Ribeiro AL, Vieira CA, Martins WR. Effects of variable resistance training on maximal strength: a meta-analysis. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2018;32(11):e52-e5.
20. Andersen V, Prieske O, Stien N, Cumming K, Solstad TEJ, Paulsen G, et al. Comparing the effects of variable and traditional resistance training on maximal strength and muscle power in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. Journal of Science and Medicine in Sport. 2022;25(12):1023-1032.
21. Paunksnis MR, Evangelista AL, La Scala Teixeira CV, Alegretti Joro G, Pitta RM, Alonso AC, et al. Metabolic and hormonal responses to different resistance training systems in elderly men. The Aging Male. 2018;21(2):106-10.
22. Walker S, Hulmi JJ, Wernbom M, Nyman K, Kraemer WJ, Ahtiainen JP, et al. Variable resistance training promotes greater fatigue resistance but not hypertrophy versus constant resistance training. European journal of applied physiology. 2013;113(9):2233-44.
23. Marang CP. The effects of elastic variable resistance training on chronic endocrine adaptations in resistance-trained men: Southern Connecticut State University; 2018;239(18):1-12.
24. Brzycki M. Strength testing, predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. Journal of physical education, recreation & dance. 1993;64(1):88-90.
25. McMaster DT, Cronin J, McGuigan M. Forms of variable resistance training. Strength and Conditioning Journal 2009, 31(1): 50-64.
26. Henson BS, Wong DT. Collection, storage, and processing of saliva samples for downstream molecular applications. Oral Biology: Springer; 2010. p. 21-30.
27. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. Sports Med. 2005;35(4):339-61.
28. Kraemer WJ, Ндkkinen K, Newton RU, Nindl BC, Volek JS, McCormick M, Gotshalk LA, Gordon SE, Fleck SJ, Campbell WW, Putukian M, Evans WJ. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. J Appl Physiol (1985). 1999 Sep;87(3):982-92.
29. Leite R, Prestes J, Rosa C, De Salles B, Maior A, Miranda H, et al. Acute effect of resistance training volume on hormonal responses in trained men. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2011;5.322:(2)1.
30. Vakili J, Nikookheslat S, Pakzad Hassanlou F. The effect of four weeks of resistance training with and without blood flow restriction on levels of anabolic and catabolic hormonal markers in middle-aged sedentary males. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2022, 15 (1): 45-56.(In Persian).
31. Tartibian B, Derafshi B, Abbasi A. Responses of metabolic and anabolic hormones to upper and lower body incremental exercise in young professional karate players. Journal of Sport and Exercise Physiology, 2009, 2 (1): 189-198. (In Persian).
32. Brown GA, McKenzie D. Acute resistance exercise does not change the hormonal response to sublingual androstenediol intake. European journal of applied physiology. 2006;97(4):404-12.
33. Chen CC, Chen CW, Lin PH, Chou JC, Weng TC, Jian CY, et al. Interactive effect of corticosterone and lactate on reg-

ulation of testosterone production in rat Leydig cells. Journal of Cellular Physiology. 2017;232(8):2135-44.
34. Schoenfeld B, Grgic J. Evidence-based guidelines for resistance training volume to maximize muscle hypertrophy. Strength & Conditioning Journal. 2018;40(4):107-12.
35. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Ндkkinen K. Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2005;19(3):572-82.
36. Mangine GT, Hoffman JR, Gonzalez AM, Townsend JR, Wells AJ, Jajtner AR, et al. The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. Physiological reports. 2015;3(8):e12472.
37. Arazi H, Damirchi A, Faraji H, Rahimi R. Hormonal responses to acute and chronic resistance exercise in middle-age versus young men. Sport Sciences for Health. 2012;8. 56-65 :(1).
38. Arazi H, Salek L, Nikfal E, Izadi M, Tufano JJ, Elliott BT, et al. Comparable endocrine and neuromuscular adaptations to variable vs. constant gravity-dependent resistance training among young women. Journal of Translational Medicine. 2020;18 1-12 :(1).
39. Wallace BJ, Bergstrom HC, Butterfield TA. Muscular bases and mechanisms of variable resistance training efficacy. International Journal of Sports Science & Coaching. 2018;13(6):1177-88.