



دانشگاه شهید بهشتی

فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنه

بهار و تابستان ۹۹، دوره ۱۳، شماره ۱، صفحه های ۵۶-۴۰

اثر یک دوره تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مردان جوان غیرفعال

یزدان فروتن^{۱*}، ناصر بهپور^۲، وحید تادیبی^۲، سعید دانشیار^۳

^۱گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اسدآباد، همدان، ایران.

^۲دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

^۳گروه تربیت بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره)، لرستان، ایران.

*نویسنده مسئول: یزدان فروتن، تلفن: ۰۹۱۸۹۰۵۸۸۶۱، رایانامه: yazdanfrotan@yahoo.com

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۵/۱۳

ویرایش مقاله: ۱۳۹۷/۰۵/۰۱

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۲/۰۴

چکیده

هدف: تحقیق حاضر با هدف تعیین تأثیر یک دوره تمرین قدرتی با فواصل استراحت متفاوت بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در مردان غیرفعال سالم انجام شد.

روش‌ها: سی مرد جوان غیرورزشکار (سن $18/97 \pm 2/30$ سال، قد $187/28 \pm 4/89$ سانتی‌متر، وزن $68/94 \pm 1/35$ کیلوگرم) به صورت تصادفی در سه گروه تمرین قدرتی با استراحت کاهنده (۳ دقیقه به ۳۰ ثانیه)، تمرین قدرتی با استراحت فزاینده (۳۰ ثانیه به ۳ دقیقه) و تمرین قدرتی با استراحت ثابت (۳ دقیقه؛ گروه کنترل) تقسیم شدند. گروه‌های تمرینی (با دوره‌بندی ویژه از نظر بار، شدت و فاصله استراحتی بین نوبت‌ها) به مدت ۹ هفته و ۳ جلسه در هفته اجرا داشتند. برنامه تمرینات قدرتی (۵ تا ۸ نوبت با ۳ تا ۱۵ تکرار و باری معادل ۶۰ تا ۹۰ درصد ۱-RM) به صورت مشترک اعمال شد و تنها تفاوت بین گروه‌ها فاصله استراحتی اعمال شده بین نوبت‌ها بود. همچنین، دو جلسه تمرین مکمل پلايومتریک (با شدت ۶۰ درصد HRres) در طول هفته اجرا شد. نمونه‌های خونی قبل و بعد از ۴۸ ساعت پس از دوره تمرین در ساعت ۱۰ صبح در حالت ناشتا گرفته و با استفاده از روش رادیوایمونوسی در آزمایشگاه تجزیه و تحلیل شد. داده‌های پژوهش با استفاده از آزمون کوواریانس بررسی شد.

نتایج: قدرت بیشینه، استقامت عضلانی و غلظت هورمون تستوسترون در هر سه گروه به طور معناداری افزایش یافت؛ و تفاوت بین گروه‌ها نیز معنادار بود، اما درصد تغییرات همه آزمون‌ها در گروه اول و دوم نسبت به گروه سوم بیشتر بود، اما معنادار نبود. همچنین، بعد از جلسه تمرینی، غلظت هورمون‌های رشد، درصد چربی، توده چربی آزاد و شاخص توده چربی بدن به طور معناداری به ترتیب افزایش و کاهش یافت؛ البته، تفاوت بین گروه‌ها معنادار نبود.

نتیجه‌گیری: احتمالاً تمرین مقاومتی با فواصل استراحت فزاینده و کاهنده در مقایسه با فواصل استراحت ثابت، اثر بیشتری بر افزایش قدرت بیشینه، استقامت عضلانی و برخی عوامل بیوشیمیایی و هورمونی دارد.

واژه‌های کلیدی: استقامت عضلانی، استراحت فزاینده، استراحت کاهنده، ترکیب بدنی، قدرت بیشینه، هورمون‌های آنابولیکی.

مقدمه

عضله اسکلتی قابلیت شگفت‌انگیزی برای سازگاری با محرک‌های گوناگون دارد. یکی از این محرک‌ها، تمرین مقاومتی است که سازگاری‌های عصبی، ساختاری و عملکردی زیادی را گسترش می‌دهد. این سازگاری‌ها به تأثیر متقابل متغیرهای برنامه‌ی تمرینی بستگی دارد، از جمله بار تمرین (شدت)، حجم تمرین، تواتر تمرین، ترتیب حرکات، دوره‌های استراحت و سرعت تکرارها که جزو مداخلات تمرین است و با توجه به اهداف تمرین دستکاری می‌شود [۱]. زمان استراحت بین نوبتی و حرکتی یکی از متغیرهای مهم به شمار می‌رود که دستکاری آن در برنامه‌ی تمرین قدرتی اثر معناداری بر پاسخ‌های عصبی-عضلانی، هورمونی، سوخت‌وسازی و قلبی-عروقی دارد [۲]. استراحت^۱ اعمال‌شده بین نوبت‌ها یکی از مهم‌ترین شاخص‌های برنامه‌ی تمرین با وزنه است، که با توجه به اهداف تمرین ممکن است متفاوت و قابل دستکاری باشد. طول فاصله‌ی استراحت با دیگر متغیرهای حاد برنامه از جمله شدت، حجم، ترتیب حرکت و سرعت تکرار در تعامل در ارتباط است؛ و به اهداف تمرینی شخص، میزان آمادگی و دستگاه انرژی هدف بستگی دارد [۳، ۴].

گفتنی است تنها با تعادل مناسبی از باردهی پیش‌رونده و فواصل استراحت کافی می‌توان اجرای عضله را بهبود بخشید؛ بنابراین، باید به استراحت بین دوره‌های ورزش و جلسات ورزشی توجه ویژه‌ای شود [۵، ۶]. بهترین روش اختصاص زمان استراحت بین نوبت‌ها، اطلاع از میزان خستگی عضلانی است. این میزان خستگی با درگیر شدن تارهای عضلانی در حرکت مورد نظر رابطه‌ی مستقیمی دارد. عضله‌ای قوی‌تر خواهد شد که فشار تمرینی لازم را تحمل کند تا به افزایش استقامت و در نتیجه توسعه قدرت عضله منجر شود. مدت زمان استراحت و تمرینات منظم به‌طور غیرمستقیم در افزایش قدرت تأثیر دارد [۷، ۸، ۲۵]. علاوه بر

این، فواصل استراحت در هر گروه عضله در حال ورزش، به شدت و حجم آن وابسته است؛ هر چه شدت ورزش زیادتر باشد، فاصله‌ی استراحت طولانی‌تر خواهد بود [۹، ۱۰].

برای تمرین مقاومتی با شدت متوسط، دوره‌ی استراحت ۲ تا ۳ دقیقه‌ای بعد از هر دوره پیشنهاد می‌شود. فاصله‌ی استراحت کوتاه‌تر برای ورزش با شدت کم مناسب است؛ فواصل استراحت طولانی‌تر ۴ تا ۵ دقیقه‌ای برای تمرین مقاومتی با شدت زیاد مناسب است، به‌خصوص هنگام ورزش دادن عضلات بزرگ و چند مفصله مانند عضلات همسترینگ که سریع‌تر خسته می‌شود [۵، ۱۱، ۱۶].

علاوه بر این، فعالیت عضلانی به تنظیم و هماهنگی بسیاری از دستگاه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نیاز دارد. چنین یکپارچگی‌ای با تعامل پیچیده بین دستگاه عصبی خودکار و بافت‌های تخصص‌عمل‌یافته بدن مانند غدد ترشح‌کننده هورمون به وجود می‌آید [۳، ۵، ۸]. برای به‌دست‌آوردن مزایای یاد شده پس از تمرین مقاومتی، باید تغییرات عصبی و هورمونی ایجاد شود.

تمرینات مقاومتی محرک اصلی برای افزایش غلظت هورمون‌هاست. حداکثر قدرت، هایپرتروفی و توان، تنها زمانی کامل می‌شود که بیشترین واحد حرکتی به کار گرفته شود که این امر از طریق تغییرات عصبی ایجاد می‌شود. در همین راستا، یکی از بهترین روش‌ها برای اندازه‌گیری میزان اثرگذاری تمرین، فشار تمرین و میزان خستگی اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی خون است. از میان این متغیرها، هورمون‌های سوخت‌وسازی (آنابولیکی - کاتابولیکی) اهمیت فراوانی دارند. تغییر در ترشح هورمون‌های آنابولیکی و کاتابولیکی ناشی از تمرین مقاومتی به عوامل متنوعی بستگی دارد، از جمله طول دوره‌ی استراحت، شدت تمرین، حجم تمرین، نوع انقباض، و سرعت حرکت.

همچنین، یکی از عواملی که در تعیین اندازه‌های اثر تمرین مقاومتی نقش دارد، شیوه‌های تمرین است؛ برای نمونه، از میان شیوه‌های مختلف تمرین، الگوهای تمرینی متفاوت در افزایش قدرت و استقامت عضلانی نقش بیشتری دارد. از سوی دیگر، حفظ سازگاری‌های به‌دست‌آمده از تمرین مهم‌ترین موضوعاتی است که باید مورد توجه مربیان و ورزشکاران قرار گیرد. نوع و شدت انقباض نیز در اندازه‌سازی‌ها مؤثر است؛ برای نمونه، قدرت کسب‌شده به روش ایزومتر، به‌طور کامل و به شکل آهسته از دست می‌رود و قدرت ایزوکنتریک نیز به میزان بالایی کاهش می‌یابد، اما مقادیر آن بالاتر از سطوح پیش از تمرین بزرگسالان و کودکان باقی می‌ماند. شدت مناسب تمرین قدرتی شدتی است که در نهایت، باعث نگهداری قدرت، استقامت عضلانی و توده عضلانی در دوره بی‌تمرینی شود.

این اطلاعات در طراحی برنامه مناسب برای ورزشکاران مفید است. همچنین، تغییرات زمان تحت تنش و بار حجمی، ویژگی‌های تارهای قابل انقباض عضله را به صورت معناداری تحت تأثیر قرار می‌دهد که این مطلب بر اختلاف تولید نیرو در محل اتصال عصبی-عضلانی بازتاب دارد. میزان خستگی عضلانی در زمان‌های تحت تنش مختلف، متفاوت است.

در همین حیطه، ولی‌پورده و همکاران [۱۲] افزایش قدرت بیشینه، استقامت توان و لاکتات را پس از تمرین مقاومتی با فواصل استراحت فزاینده و استراحت ثابت نشان دادند. در تأیید این یافته‌ها کمانکش و همکاران [۶] نیز اثر مثبت فواصل استراحت ثابت و کاهنده را به‌همراه مکمل کراتین در مردان تمرین‌نکرده بر افزایش قدرت نشان دادند. دسوزا جویز و همکاران [۱۳] نیز در پژوهشی موافق نشان دادند اجرای تمرینات قدرتی با فواصل استراحتی ثابت و کاهنده به‌همراه مکمل کراتین باعث افزایش قدرت، گشتاور و سطح مقطع عرضی عضلانی آزمودنی‌های تمرین‌نکرده می‌شود. جفری و همکاران [۳] و پرستس و همکاران [۱۱] نیز اثر

هورمون رشد یکی از مهم‌ترین هورمون‌های آنابولیکی است که سلول‌های اسیدوفیلی^۲ موجود در بخش قدامی هیپوفیز آن را می‌سازد. پژوهشگران از جمله دلایل احتمالی افزایش ترشح هورمون رشد پس از تمرینات قدرتی با شدت، حجم و استراحت بین نوبت‌ها را افزایش فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیکی عنوان می‌کنند. افزایش فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیکی سبب ترشح اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین و نیز تحریک فعالیت نرون‌های مرکزی آدرنژی می‌شود. در نتیجه، میزان ترشح هورمون رشد نیز افزایش خواهد یافت [۵، ۱۱]. هورمون تستوسترون نیز هورمونی آنابولیکی است، که باعث افزایش میزان سنتز پروتئین و مهار تجزیه پروتئین می‌شود. در مطالعات نشان داده شده است که سطوح کم تستوسترون، عامل محدودکننده قدرت و رشد عضلانی است. همچنین، این احتمال وجود دارد که کاهش نسبت هورمون‌های آنابولیکی به کاتابولیکی در افراد، با کاهش قدرت و افت بار ارتباط داشته باشد [۳، ۸].

نشان داده شده است که یک دوره تمرین با دوره‌بندی مناسب به افزایش هورمون‌های آنابولیکی (مانند تستوسترون و هورمون رشد) و کاهش هورمون‌های کاتابولیکی (مانند کورتیزول) منجر می‌شود. این احتمال وجود دارد که این افزایش و کاهش، سبب بهبود توانایی فرد در رقابت شود، اما فرایند آنابولیکی که فرایندی جبرانی است، باعث تغییر بیشتر در بافت عضلانی می‌شود [۵، ۱۱].

در همین راستا، دی‌سوزا و همکاران [۸] و بروش و همکاران [۵] بر آثار مثبت تمرینات قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت در افزایش غلظت سرمی هورمون رشد تأکید داشتند. جفری و همکاران [۳] نیز نشان دادند تمرینات قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت (۲ و ۴ دقیقه‌ای) سطوح سرمی هورمون تستوسترون را افزایش می‌دهد.

است که آیا برنامه تمرین مقاومتی با فواصل استراحت ثابت، فزاینده و کاهشنده بین نوبتی همزمان با تمرین مکمل پلايومتریک تأثیری بر برخی شاخص‌های قدرت، ترکیب بدنی و هورمونی مردان سالم غیرورزشکار دارد؟

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش

پژوهش حاضر در قالب طرح نیمه‌تجربی سه گروهی و با استفاده از طرح دو آزمون مقدماتی و نهایی منظم انجام شد. سی مرد غیرورزشکار (سن 27.30 ± 18.97 سال، قد 187.4 ± 28.89 سانتی‌متر، وزن 68.94 ± 11.35 کیلوگرم) به صورت تصادفی در سه گروه تمرین قدرتی با استراحت کاهشنده (۳ دقیقه به ۳۰ ثانیه)، تمرین قدرتی با استراحت فزاینده (۳۰ ثانیه به ۳ دقیقه) و تمرین قدرتی با استراحت ثابت (۳ دقیقه؛ گروه کنترل) قرار گرفتند. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بود از برخورداری از ترکیب بدن (نمایه توده بدن و درصد چربی) طبیعی، عدم مصرف دارو، عدم مصرف هر گونه مکمل، عدم استعمال الکل و دخانیات، عدم ابتلا به بیماری قلبی-عروقی، دیابت و چربی خون، همچنین عدم شرکت در برنامه تمرینی منظم طی ۶ ماه قبل از شرکت در این تحقیق. تمامی آزمودنی‌ها از نظر سلامت عمومی و قلبی-تنفسی برای شرکت در تحقیق تحت معاینه و آزمایش‌های پزشکی قرار گرفتند و پرسشنامه اطلاعات فردی و سوابق پزشکی آنان جمع‌آوری شد. همه آزمودنی‌ها پس از آگاهی کامل از ماهیت مطالعه و قبل از شروع کار، فرم رضایتنامه را تکمیل کردند. به منظور به حداقل رساندن آثار رژیم غذایی بر نتایج تحقیق، به آزمودنی‌ها تأکید شد که ضمن رعایت دستورالعمل رژیم غذایی روزانه، از مکمل‌های غذایی و داروهای نیروزا به صورت خودسرانه استفاده نکنند.

فعالیت مقاومتی را با فواصل استراحتی متفاوت بین نوبت‌ها بر افزایش قدرت بیشینه، استقامت عضلانی و ترکیب بدنی مثبت بیان داشتند.

در تأیید صحت این یافته‌ها، بروش و همکاران [۵] اثر تمرینات قدرتی با فواصل استراحتی (اول ۱ دقیقه و دوم ۲/۵ دقیقه‌ای) را بر افزایش معنادار قدرت بیشینه و سطح مقطع عرضی عضلات نشان دادند. به طور کلی، اطلاعات در خصوص نقش تمرینات قدرتی با دوره‌بندی متفاوت محدود است. همچنین، در تحقیقات پیشین، تنها اثر تمرینات صرف قدرتی (بدون یا با تأکید بر فواصل استراحتی ثابت بین نوبت‌ها) بر توسعه قدرت، عوامل فیزیولوژیایی و هورمونی مقایسه شده بود. اما، تاکنون تحقیقات متمرکزی که در آن از تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت کوتاه‌مدت (۱۰ تا ۵۰ ثانیه)، میان‌مدت (۱ تا ۲ دقیقه) و بلندمدت (۲ تا ۵ دقیقه‌ای و بیشتر) و با تأکید بر افزایش کاهش استراحت بین نوبت‌ها استفاده شده باشد، محدود و اندک‌شمار بوده است [۵، ۹، ۱۶].

با این حال، یافته‌ها در مورد، بعضی متغیرهای مربوط به تمرین مقاومتی، مانند فاصله استراحت بین نوبتی و حرکتی، کمتر است و هنوز به بررسی بیشتری نیاز دارد. در تمام مطالعاتی که ذکر شد، طول فاصله استراحت بین گروه‌های تحقیق متفاوت بوده است و درصد تعیین میزان تفاوت بین آن‌ها بوده‌اند. لذا، در مطالعه حاضر، سعی بر آن بود تا طول فاصله استراحت در گروه‌های تحقیق برابر و جزو فواصل استراحتی میان‌مدت و شیوه اعمال فاصله استراحت نیز به صورت ثابت، فزاینده و کاهشنده اعمال شد. طبق بررسی‌های انجام گرفته، در پژوهش‌های اندکی از این شیوه دوره‌بندی استفاده شده است و بیشتر فواصل استراحتی ثابت بررسی شده است. همچنین، به نظر می‌رسد فاصله استراحت فزاینده و کاهشنده سودمندتر از فاصله استراحت ثابت باشد. بنابراین، پژوهش حاضر در پی یافتن این سؤال

پروتکل پژوهش

اظهارات خود شخص که آزمودنی‌ها آن را قبلاً در طول تمرینات خود اجرا کرده بودند، تمرین آغاز شد. پس از ۳ تا ۵ دقیقه استراحت، به تدریج بر مقدار وزنه‌ها افزوده شد و تا مرحله‌ای پیش رفت که آزمودنی تلاش نهایی برای تعیین یک تکرار بیشینه را انجام داد. اگر مجدداً تلاش برای بلندکردن وزنه موفقیت‌آمیز بود و آزمودنی به راحتی قادر به انجام وزنه بیش از چند تکرار بود، مجدداً پس از ۳ تا ۵ دقیقه استراحت، دوباره بر مقدار وزنه‌ها افزوده می‌شد و این کار تا جای ادامه یافت که آزمودنی‌ها حداکثر باید در ۵ یک تکرار بیشینه خود می‌رسیدند. میزان قدرت بیشینه آزمودنی‌ها، یک هفته قبل از شروع دوره تمرینات مقاومتی و پس از آشنایی آزمودنی‌ها با نحوه اجرای حرکات مقاومتی، با استفاده از آزمون یک تکرار بیشینه و معادله برزی سکی^۳ تعیین شد. سپس، بار تمرین به تدریج در طول دوره به صورت اصل اضافه‌بار تدریجی فزاینده اعمال شد [۱۵].

روش‌های آزمایشگاهی

با قرار قبلی و رأس ساعت ۱۰ صبح، از آزمودنی‌ها در حالت ناشتا خون‌گیری به عمل آمد و از روز بعد پروتکل تمرین قدرتی منتخب آغاز شد. نمونه‌های خونی آزمودنی‌ها را تکنسین علوم آزمایشگاهی در وضعیت نشسته از ورید بازویی در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد گرفت و در لوله‌های برچسبدار خشک سیترا ته ریخت و بلافاصله بعد از هر مرحله خون‌گیری در ظروف مخصوص به آزمایشگاه منتقل شد. پس از جداسازی پلاسما، در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد و تا زمان تحلیل نگهداری شد. تحلیل نمونه‌های خونی در دو مرحله یکسان انجام گرفت. درصد هماتوکریت بلافاصله در هر مرحله اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خونی پس از جمع‌آوری، به آزمایشگاه منتقل شد. پس از جداسازی سرم، در ۷۰- درجه سانتی‌گراد برای تعیین مقدار هورمون تستوسترون و هورمون رشد تجزیه و تحلیل صورت گرفت. پس از اتمام دوره تمرینات، هورمون

در مرحله مقدماتی، آزمودنی‌ها با نحوه صحیح اجرای حرکات آشنا شدند و حرکات را دقیقاً طبق برنامه تمرینی، با میله هالتر و بدون وزنه انجام دادند. هر سه گروه، قبل و پس از ۴۸ ساعت از دوره تمرین (۹ هفته‌ای) با استفاده از آزمون‌هایی که در ادامه ذکر شده‌اند، ارزیابی شدند. پیش از شروع تمرینات، اندازه‌گیری‌های زیر از تمامی آزمودنی‌ها به عمل آمد. ۴۸ ساعت قبل از شروع برنامه‌های تمرینی، آزمون‌های مورد نظر در دو روز گرفته شد. در صبح روز اول، قبل از اجرای مداخلات، بر اساس شاخص توده بدنی، آزمودنی‌ها در سه گروه همگن قرار گرفتند. در این راستا، قد آزمودنی‌ها با قدسنج سکا (ساخت آلمان) با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن بدن آزمودنی‌ها، در وضعیت ناشتا و حتی‌الامکان پس از تخلیه مثانه و روده و با پوشش شورت، با استفاده از ترازوی دیجیتالی امرون ساخت کشور کره جنوبی، با دقت ۰/۱ کیلوگرم صورت گرفت.

نمایه توده بدنی با استفاده از نسبت وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) محاسبه شد. به منظور تعیین درصد چربی بدن آزمودنی‌ها از معادله هفت نقطه‌ای (سینه، سه سر، تحت کتفی، زیربغل، شکم، پهلو، ران) جکسون-پولاک، معادله سیری و کالیپر VOGEL ساخت آلمان، با دقت ۰/۱ سانتی‌متر استفاده شد [۱۴]. همچنین، از وزنه‌های تمرینی با وزن‌های مختلفی برای تنظیم وزنه مورد نظر در برآورد یک تکرار بیشینه پرس سینه و پرس پا استفاده شد. برای تعیین یک تکرار بیشینه برای مشخص کردن بار تمرین در طول دوره، ابتدا آزمودنی با ۵ تا ۱۰ یک تکرار بیشینه وزنه در حدود ۵۰ درصد قدرت یک تکرار بیشینه خود به صورت سبک گرم کرد. به دنبال ۱ دقیقه استراحت با حرکات کششی، آزمودنی‌ها با اجرای ۳ تا ۵ تکرار با ۶۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه احتمالی پیش‌بینی شده و بر اساس

آمریکا و کیت Monobind hGH Kit با حساسیت 0.125 BIU/ml و در دستگاه گاماکانتر رایانه‌ای تجزیه و تحلیل شد.

تستوسترون و رشد به ترتیب با استفاده از روش رادیویمونوسی^۴ و به کاربردن کیت‌های آزمایشگاهی معتبر با مارک Spectria, Finland با دقت 0.1 nmol/l ساخت

جدول ۱. پروتکل تمرین منظم قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت. برگرفته از [۱، ۵، ۱۳، ۲۰، ۲۶] با اعمال

تغییرات

زمان‌بندی ۹ هفته‌ای تمرینات قدرتی با فواصل استراحتی کاهنده، افزایشده و ثابت									
هفته‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
بار تمرین (درصد)	۵۵	۶۵	۷۰	۷۵	۸۰	۸۳	۸۵	۹۰	۳'
تکرار	۱۸	۱۸	۱۶	۱۴	۱۲	۱۰	۸	۶	۶
استراحت افزایشده	۳۰"	۳۰"	۲'	۲'	۲/۱۵'	۲/۱۵'	۲/۳۰'	۳'	۳'
استراحت کاهنده	۳'	۳'	۲/۳۰'	۲/۱۵'	۲/۱۵'	۲'	۲'	۳۰"	۳۰"
استراحت ثابت	۳'	۳'	۳'	۳'	۳'	۳'	۳'	۳'	۳'
میانگین بار در هر دو گروه معادل ۷۷/۵ یک تکرار بیشینه در نظر گرفته شد.									

ثانیه شروع شد و در ۸ هفته بعدی با روند صعودی تدریجی به ۲ دقیقه افزایش یافت. در گروه ثابت نیز فاصله استراحتی بین نوبت‌ها در ۹ هفته دوره تمرین ثابت بود. آزمودنی‌ها به مدت ۹ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه، هم‌گام با هم در هنگام عصر تمرینات منتخب بالاتنه و پایین‌تنه را به ترتیب اجرا کردند [۳، ۱۱]، به طوری که همه عضلات فعال در این حرکات، در هر جلسه تحت تمرین قرار گرفت. لازم به ذکر است که پروتکل تمرین قدرتی هر دو گروه و تمرین مکمل پلايومتری به‌طور هم‌زمان در هر دو گروه در روزهای متفاوت به شرح ذیل اجرا می‌شد: در روزهای شنبه، دوشنبه و چهارشنبه تمرینات قدرتی و در روزهای یکشنبه و سه شنبه تمرین مکمل پلايومتری. در هر جلسه تمرین، پژوهشگر بر کار آزمودنی‌ها نظارت داشت. مدت زمان تمرینات هر دو گروه تجربی در هر جلسه تقریباً ۹۰ دقیقه بود. در هر جلسه تمرینی، ۱۰ دقیقه از وقت تمرین به

برنامه تمرین قدرتی در هر دو گروه از لحاظ حجم و شدت مشابه بود و تنها تفاوت در نحوه اعمال فواصل استراحتی بین نوبت‌ها بود: پروتکل تمرین قدرتی به شکل دایره‌ای و شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن در ۵ نوبت ۱۰ تکراری با باری معادل ۵۰ و ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه، قبل از شروع برنامه بود. سپس، ۳ دور تمرینات قدرتی منتخب (بالاتنه و پایین‌تنه) را با باری بین ۶۰ تا ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند (جدول ۱). همچنین، فاصله استراحتی بین نوبت‌ها در ۳ هفته اول ۲ دقیقه و در ۶ هفته بعدی متغیر (با دوره‌بندی ویژه از نظر بار، شدت و فاصله استراحتی بین نوبت‌ها) در نظر گرفته شد؛ به این منوال که تمرین گروه کاهنده عبارت بود از فاصله استراحتی بین نوبت‌ها در هفته اول با ۲ دقیقه شروع و در ۸ هفته بعدی با روند نزولی تدریجی به ۳۰ ثانیه کاهش یافت. در مقابل، در تمرین گروه افزایشده، فاصله استراحتی بین نوبت‌ها در هفته اول با ۳۰

نتایج

در آزمودنی‌های هر سه گروه در هیچ یک از متغیرها تفاوت معناداری در پیش‌آزمون مشاهده نشد، که نشان‌دهنده توزیع تصادفی و همگن بودن آن در گروه‌هاست. در جدول ۲، داده‌های مربوط به مشخصه‌های عمومی (شامل سن، قد و وزن) هر سه گروه تمرین (تمرین قدرتی با استراحت کاهنده، تمرین قدرتی با استراحت افزایشی، و تمرین قدرتی با استراحت ثابت) ارائه شده است. در جدول ۳، تغییرات متغیرهای پژوهش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و درصد تغییرات آن نسبت به یکدیگر در هر سه گروه تمرین قدرتی نشان داده شده است. داده‌های موجود در این جدول نشان می‌دهد غلظت هورمون رشد و تستوسترون در پلاسما پس از انجام این دو نوع تمرین، به‌طور معناداری افزایش یافت ($P < 0.05$).

جدول ۲. ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها، قبل و بعد از دورهٔ

تمرین

گروه‌ها متغیر	استراحت کاهنده	استراحت فزاینده	استراحت ثابت
سن (سال)	۱۸/۲±۵۷/۳۷	۱۹/۲±۳۸/۹۲	۲۰/۲±۳۸/۹۹
قد (سانتی‌متر)	۱۷۷/۴±۵۷/۵۷	۴±۱۷۹/۸۹	۴±۱۸۱/۸۹
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۱±۶۲/۳۳	۷۰/۱±۷۶/۹۰	۷۲/۱±۷۶/۹۹

همان‌طور که در داده‌های جدول ۳ مشاهده می‌کنید، میانگین قدرت بیشینه و استقامت عضلانی پرس‌سینه و پرس پا در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در هر سه گروه تمرین قدرتی افزایش معناداری نشان داد. همچنین، در مقایسهٔ تغییرات بین گروهی با استفاده از آزمون تعقیبی بنفرونی، تفاوت معناداری بین سه گروه تمرین با فاصلهٔ استراحتی کاهنده، فزاینده و ثابت مشاهده شد. این تفاوت در استقامت عضلانی و قدرت بیشینه به‌ترتیب در گروه با فاصلهٔ استراحتی کاهنده، فزاینده و ثابت سیر نزولی و در قدرت بیشینه به‌ترتیب در گروه تمرین فزاینده، ثابت و کاهنده سیر نزولی نشان داد. این نکته مؤید نقش مؤثر و مهم فواصل استراحتی بین نوبتی و حرکتی با توجه به

گرم‌کردن (دویدن آرام، حرکات کششی و جنبشی) و در پایان جلسهٔ تمرینی، ۱۰ دقیقه به سردکردن (حرکات کششی) اختصاص داشت.

هر دو هفته یکبار، از آزمودنی‌ها آزمون یک تکرار بیشینه گرفته می‌شد. با توجه به مقدار وزنهٔ جابه‌جاشده، برنامهٔ جدیدی به آزمودنی داده می‌شد، تا اصل اضافه‌بار رعایت شده باشد. همچنین، در طول هفته برای جلوگیری از تمرین‌زدگی و یکنواختی در اجرای تمرینات، ۲ جلسه تمرین هوازی به مدت ۳۰ دقیقه با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه پروتکل تمرینی مکمل در کنار تمرینات قدرتی اعمال شد.

تحلیل آماری

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌های پژوهش و استفاده از آزمون‌های پارامتری یا ناپارامتری، از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، روش آماری پارامتری استفاده شد. آزمون لون نیز، به‌منظور بررسی همگنی واریانس، به‌کار رفت. همچنین، برای مقایسهٔ میانگین داده‌های سه گروه، از تحلیل عاملی کوواریانس (آنووا) به‌همراه آزمون تعقیبی (ال‌اس‌دی) استفاده شد. پیش‌آزمون نیز کوواریانس قرار داده شد. به‌منظور بررسی تغییرات درون‌گروهی نیز از آزمون تی-زوجی استفاده شد. علاوه‌بر این، آمار تو صیفی برای تعیین شاخص‌های اصلی نظیر میانگین، انحراف معیار، و پراکندگی به‌کار برده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۴ انجام شد. تمام مراحل تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح معناداری ۵ درصد انجام شد. برای محاسبهٔ درصد تغییرات بعد از تمرینات نسبت به نتایج قبل از تمرین از فرمول $100 \times \frac{(pos-pre)}{pre}$ استفاده شد.

اهداف تمرین در برنامه‌ریزی تمرینات قدرتی است
($P < 0.05$).

جدول ۳. مقادیر (میانگین \pm انحراف معیار) برخی شاخص‌های قدرتی، بیوشیمیایی و هورمونی قبل و پس از دوره تمرین در سه گروه

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تغییرات		اندازه اثر (درصد)
				درون گروهی	بین گروهی	
				Sig	F	Sig
پرس سینه (حداکثر قدرت). kg	استراحت کاهنده	۳۹/۱ \pm ۲۵/۳۴	۴۹/۰ \pm ۰/۵۶	۰/۰۰۰*	۲۴/۸۴	۰/۵۲
	استراحت فزاینده	۳۹/۲ \pm ۸۸/۰۵	۴۵/۱ \pm ۱۳/۳۵	۰/۰۰۴*	۱۳/۱۶	# $\alpha=0/044$
	استراحت ثابت	۳۹/۱ \pm ۲۵/۲۵	۴۲/۲ \pm ۲۷/۱۱	۰/۰۱۰*	۹/۵	
پرس پا (حداکثر قدرت). kg	استراحت کاهنده	۸۶/۱ \pm ۷۵/۹۸	۸۸/۲ \pm ۸۸/۰۷	۰/۰۰۱*	۱۳/۹۹	۰/۶۲
	استراحت فزاینده	۸۰/۲ \pm ۷۵/۸۲	۹۱/۱ \pm ۵۰/۵۵	۰/۰۰۱*	۱۳/۳۱	# $\alpha=0/052$
	استراحت ثابت	۸۲/۱ \pm ۱۱/۳۵	۸۶/۱ \pm ۲۵/۹۵	۰/۰۱۳*	۴/۸	
پرس سینه (تعداد تکرار)	استراحت کاهنده	۱۵/۰ \pm ۰/۶۷	۱۹/۲ \pm ۰/۷۲	۰/۰۰۰*	۳۱/۲۸	۰/۵۳
	استراحت فزاینده	۱۷/۲ \pm ۲۹/۰۵	۲۶/۱ \pm ۸۶/۱۷	۰/۰۰۰*	۵۷/۰۳	# $\alpha=0/047$
	استراحت ثابت	۱۶/۱ \pm ۲۲/۵۵	۱۹/۱ \pm ۸۸/۹۸	۰/۰۱۳*	۱۸/۴	
پرس پا (تعداد تکرار)	استراحت کاهنده	۳۳/۲ \pm ۷۵/۰۰	۳۸/۱ \pm ۵۰/۶۳	۰/۰۰۵*	۱۴/۰۷	۰/۷۵
	استراحت فزاینده	۳۰/۱ \pm ۳۸/۹۱	۴۲/۱ \pm ۳۸/۱۴	۰/۰۰۰*	۳۹/۵۰	# $\alpha=0/038$
	استراحت ثابت	۳۱/۱ \pm ۴۷/۹۹	۳۵/۱ \pm ۲۲/۱۱	۰/۰۱۴*	۱۰/۶	
چربی زیر پوستی (درصد)	استراحت کاهنده	۱۲/۱ \pm ۲۲/۲۷	۱۱/۱ \pm ۷۷/۱۳	۰/۰۰۰*	-۸/۰۴	۰/۶۵
	استراحت فزاینده	۱۴/۱ \pm ۱۱/۲۱	۱۲/۱ \pm ۱۳/۱۷	۰/۰۰۰*	-۶/۱۶	# $\alpha=0/086$
	استراحت ثابت	۱۳/۱ \pm ۰۲/۴۵	۱۱/۱ \pm ۲۲/۱۲	۰/۰۰۴*	۲/۹	
FM (kg)	استراحت کاهنده	۸/۱ \pm ۴۴/۱۰	۷/۰ \pm ۵۵/۹۹	۰/۴۵۰	-۱/۱۹	۰/۸۵
	استراحت فزاینده	۷/۰ \pm ۸۶/۹۹	۷/۱ \pm ۲۲/۲۰	۰/۴۰۱	-۱/۳۱	# $\alpha=0/025$
	استراحت ثابت	۸/۱ \pm ۶۵/۲۲	۷/۱ \pm ۷۱/۰۵	۰/۵۴۲	۳/۳	
FFM (kg)	استراحت کاهنده	۶۵/۳ \pm ۲۶/۸۰	۷۱/۲ \pm ۲۵/۲۸	۰/۰۰۰*	۷/۷۶	۰/۹۸
	استراحت فزاینده	۶۵/۵ \pm ۶۹/۶۹	۷۱/۴ \pm ۲۵/۷۹	۰/۰۰۰*	۷/۰۴	# $\alpha=0/0145$
	استراحت ثابت	۶۵/۳ \pm ۵۵/۹۰	۷۰/۲ \pm ۹۹/۴۵	۰/۰۰۸*	۵/۰۰	
هورمون تستوسترون (ug/dl)	استراحت کاهنده	۱۲/۰ \pm ۹۶/۷۱	۱۴/۰ \pm ۴۷/۵۳	۰/۰۲۳*	۱۱/۶۲	۰/۶۲
	استراحت فزاینده	۱۲/۰ \pm ۰۴/۶۸	۱۵/۰ \pm ۹۷/۷۶	۰/۰۰۵*	۳۲/۶۴	# $\alpha=0/046$
	استراحت ثابت	۱۱/۰ \pm ۵۵/۵۶	۱۲/۰ \pm ۶۸/۶۸	۰/۰۴۵*	۸/۹	
هورمون رشد (ug/l)	استراحت کاهنده	۷/۰ \pm ۸۴/۵۹	۱۹/۲ \pm ۹۷/۷۵	۰/۰۰۱*	۶۰/۹	۰/۸۵
	استراحت فزاینده	۷/۰ \pm ۰۹/۶۹	۲۵/۲ \pm ۷۵/۸۶	۰/۰۰۴*	۷۲/۵	# $\alpha=0/098$
	استراحت ثابت	۸/۰ \pm ۰۱/۴۵	۱۹/۲ \pm ۰۵/۲۱	۰/۰۱۷*	۵۸/۰۰	

* اختلاف معنادار با پیش‌آزمون

اختلاف معنادار بین گروهی ($P < 0/05$)

سه گروه تمرین قدرتی کاهش معناداری نشان داد. همچنین، مقایسه در صد تغییرات بین گروهی با استفاده از آزمون تعقیبی تفاوت معناداری بین دو گروه تمرین با فاصله

همان‌طور که در داده‌های جدول ۳ مشاهده می‌کنید، میانگین توده تغییرات چربی زیر پوستی و شاخص توده چربی بدن (FM) پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در هر

یافته‌های پژوهش نشان داد که تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت، استقامت عضلانی و قدرت بیشینه در آزمودنی‌های جوان تمرین‌نکرده به‌طور معناداری افزایش داشت، و تفاوت بین گروه‌ها معنادار بود. البته، شایان ذکر است که این افزایش استقامت عضلانی به‌ترتیب در گروه استراحت کاهنده، ثابت و فزاینده سیر نزولی داشت. همچنین، قدرت بیشینه نیز به‌ترتیب در گروه با استراحت فزاینده، ثابت و کاهنده کاهش در میانگین یک تکرار بیشینه در پایان دوره تمرینی را نشان داد.

یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج ولی‌پورده‌نو و همکاران [۱۶] همسوست. آن‌ها نشان دادند تمرین قدرتی با فواصل استراحت ثابت و فزاینده باعث افزایش قدرت بیشینه، استقامت توان و لاکتات می‌شود و اذعان داشتند که تمرین مقاومتی با فواصل استراحت فزاینده در مقایسه با فواصل استراحت ثابت، باعث افزایش مشهودتری در میانگین قدرت، توان و استقامت عضلانی آزمودنی‌ها شد.

کمانکش و همکاران [۶] نیز اثر تمرین قدرتی با فواصل استراحت ثابت و کاهنده را به‌همراه مکمل کراتین در مردان تمرین‌نکرده بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که مکمل کراتین، سازگاری با تمرین با فاصله استراحت کاهنده را تقویت می‌کند.

همچنین، در پژوهش دیگری در همین حیطة، سوزا جونیور و همکاران [۱۳] پاسخ قدرت و هایپرتروفی با فواصل استراحت ثابت و کاهنده را به‌همراه مکمل کراتین در مردان تمرین‌نکرده مقایسه کردند. آن‌ها نشان دادند که در هر دو گروه به یک اندازه منجر به افزایش قدرت، گشتاور و سطح مقطع عرضی شده است، در حالی که حجم تمرین در گروه با فاصله استراحت ثابت بیشتر بود. بر این اساس نتیجه گرفتند که مکمل کراتین، سازگاری با تمرین با فاصله استراحت کاهنده را تقویت می‌کند.

استراحتی کاهنده و فزاینده نشان نداد ($P < 0.05$). به‌علاوه، نتایج پژوهش نشان داد که میانگین توده چربی آزاد بدن (FFM)، غلظت هورمون تستوسترون و رشد نیز در پس‌آزمون در قیاس با پیش‌آزمون در هر سه گروه تمرین قدرتی افزایش معناداری داشت. نتایج آزمون تعقیبی بین سه گروه تمرین با فاصله استراحتی کاهنده، فزاینده و ثابت در غلظت پلاسمایی هورمون رشد تفاوت معناداری نداشت. این امر بر این نکته اذعان دارد که تمرین قدرتی هر سه گروه تقریباً به‌صورت برابر باعث افزایش این متغیرها شده است، اما در مقابل، تفاوت بین گروهی مربوط به میانگین غلظت هورمون تستوسترون معنادار بود که این افزایش غلظت به‌ترتیب در گروه با فاصله استراحتی فزاینده، ثابت و کاهنده به‌طور معناداری کمتر بود ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

تمرینات قدرتی با فاصله استراحتی متفاوت موجب پاسخ‌های فیزیولوژیکی و هورمونی متفاوتی می‌شود. این پاسخ‌ها با توجه به نوع، شدت، حجم برنامه و فواصل استراحتی بین نوبت‌های تمرینی متفاوت است. فاصله استراحت، با تمرین مقاومتی مرتبط است که مستقیماً بر اجرای قدرتی عضله تأثیر می‌گذارد و بر کارایی و اثربخشی برنامه‌های تمرین مقاومتی می‌افزاید. نتایج این مطالعه نشان داد که هر سه پروتکل تمرین مقاومتی با فواصل استراحت بین نوبتی متفاوت، توانایی افزایش قدرت بیشینه، استقامت عضلانی و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی و هورمون‌های آنابولیکی را دارا است. یافته‌های تحقیق نشان داد که قدرت، ترکیب بدنی، غلظت تستوسترون و رشد متعاقب تمرینی مقاومتی با فواصل استراحتی کاهنده، فزاینده و ثابت در هر سه گروه به‌طور معناداری بهبود یافت. این تغییرات گروه تمرین با استراحت فزاینده و کاهنده نسبت به گروه با فاصله استراحتی ثابت به‌طور مشهودی بیشتر بود.

این یافته‌ها با نتایج مطالعات قراخانلو و همکاران در دو مطالعه مجزا در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ [۱۸، ۱۹] و معمارباشی و همکاران [۲۶] همسوست. آن‌ها نشان دادند تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت به بهبود معنادار شاخص‌های ترکیب بدنی آزمودنی‌ها منجر شده است. شاید متفاوت بودن استراحت بین نوبت‌ها در پژوهش حاضر عاملی بر معنادار شدن کاهش درصد چربی زیرپوستی و شاخص‌های مرتبط با آن در تناوب‌های استراحت متفاوت (کوتاه، متوسط و بلندمدت) باشد. زمان استراحت بین نوبت‌ها امکان بازیافت و برگشت به حالت اولیه بیشتری را در اختیار آزمودنی‌ها می‌گذارد و عاملی اثرگذار در بهبود شاخص‌های مرتبط با تمرین است.

همچنین، در پژوهش‌های موافق دیگری [۱، ۲۰] نشان داده شده است فعالیت قدرتی منظم باعث بهبود ترکیب بدنی آزمودنی‌های جوان می‌شود. همسو با این یافته‌ها، در مطالعات دیگری [۲۰، ۲۵] نیز بر آثار مثبت تمرینات قدرتی بر بهبود ترکیب بدن تأکید شده و نشان داده شده است که بهبود ترکیب بدن ارتباط مستقیمی با فشار تمرین و فواصل استراحت بین نوبت‌ها دارد؛ بدین صورت که این روش تمرینی باعث افزایش توده بدون چربی و کاهش چربی زیرپوستی و در نهایت باعث بهبود ترکیب بدنی می‌شود. این کاهش به دلیل فعالیت منظم ورزشی است؛ از جمله، دلیل بهبود ترکیب بدن و کاهش معناداری درصد چربی بدن است، ولی دخالت متغیرهای دیگری همچون تغذیه، فعالیت روزانه آزمودنی‌ها، نحوه انجام تمرینات (دایره‌ای، مشابه با تمرینات هوازی) و وضعیت آن‌ها قبل از شروع تحقیق ممکن است از دلایل بروز این نتایج باشد.

در مقابل، در پژوهشی ناهمسو، هاکینن و همکاران [۲۱] نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت بر بهبود ترکیب بدنی اثر مثبتی ندارد. از علل احتمالی مغایرت نتایج پژوهشی می‌توان به تعداد

در تأیید صحت این یافته‌ها، شاکری و همکاران [۱۷] و قراخانلو و همکاران [۲۶] اثر مثبت ۸ هفته فعالیت قدرتی با فواصل استراحتی ۲ دقیقه‌ای بین نوبت‌ها را بر توسعه استقامت عضلانی و قدرت بی‌شینه گزارش کردند. بروش و همکاران [۵] و جفری و همکاران [۳] نیز بر آثار مثبت فعالیت قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت در بهبود قدرت در آزمودنی‌های جوان تأکید داشتند. فعالیت مقاومتی با زمان‌های استراحتی کوتاه نیز به افزایش بیشتر سطوح لاکتات نسبت به زمان‌های استراحتی طولانی منجر می‌شود. این امر در کوتاه‌مدت باعث ایجاد خستگی عضلانی، تجمع لاکتات و سایر شاخص‌های مرتبط با خستگی می‌شود و به کاهش تعداد تکرارها و حداکثر قدرت می‌انجامد. اما، در بلندمدت، زمان‌های استراحت کوتاه‌مدت باعث توسعه حداکثر قدرت و زمان‌های استراحتی بلندمدت باعث توسعه استقامت عضلانی می‌شود.

همچنین، نتایج پژوهش نشان داد ترکیب بدنی آزمودنی‌ها به‌طور معناداری ($P < 0/05$) در هر سه گروه تمرینی بهبود یافت، به‌طوری که میزان شاخص‌های در صد چربی بدنی و FM آزمودنی‌ها کاهش یافت. از طرف دیگر، افزایش FM این تغییرات در سه گروه تمرینی امری طبیعی و قابل پیش‌بینی بود.

همچنین، مقایسه نتایج بین گروهی نشان داد تفاوت معناداری در میزان تغییر شاخص‌های ترکیب بدنی در بین سه گروه تمرینات قدرتی با فواصل استراحتی (فزاینده، کاهنده و ثابت) وجود ندارد. احتمال می‌رود میزان اثرگذاری سه شیوه تمرینی یکسان بوده باشد؛ اما، از طرف دیگر، مقایسه نتایج توده چربی و درصد چربی سه گروه مورد مطالعه نشان داد که میزان کاهش توده چربی در گروه تمرینات کاهنده همراه با تمرین مکمل بیشتر بود اما از لحاظ آماری معنادار نبود. این احتمال وجود دارد که تمرین مکمل باعث این تغییرات همسان در هر سه گروه شده باشد.

قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت کاهنده و فزاینده در بین نوبت‌هاست، زیرا استفاده متناوب از شدت و فواصل استراحتی متفاوت بین نوبت‌ها و سابقه تمرین آزمودنی‌ها متأثر از این عامل‌هاست و باعث افزایش غلظت هورمون تستوسترون شده است.

فرضیه‌های مطرح‌شده بیشتر برای توجیه افزایش تستوسترون بعد از تمرین قدرتی است، اما در پژوهش حاضر افزایش سطوح استراحتی تستوسترون پس از ۹ هفته تمرین را می‌توان این گونه توجیه کرد که پس از هر جلسه تمرین، عوامل مذکور (از جمله استراحت بین نوبت‌ها) موجب افزایش غلظت تستوسترون شده است. از آنجا که آزمودنی‌ها به‌طور پیوسته و مکرر به‌صورت هفته‌ای سه جلسه تمرین فزاینده انجام دادند، این آثار تقویت شده و احتمالاً موجب افزایش سطوح استراحتی تستوسترون شده است. این توجیه بر اساس تبدیل پاسخ به سازگاری‌ها امکان‌پذیر است.

در اثبات این ادعا، می‌توان افزایش بیشتر غلظت تستوسترون در هفته ۹ را (نسبت به هفته ۱) مطرح ساخت. تمرین پیوسته با افزایش استرس بدنی، نه تنها موجب ثبات سطوح استراحتی پایه تستوسترون می‌شود، بلکه آن را در هفته ۹ افزایش داده است [۳، ۵، ۱۷، ۲۶].

همچنین، در پژوهش موافقی در این راستا، اسپرینگر و همکاران [۲۲] نیز افزایش غلظت سرمی تستوسترون را گزارش کردند. در مقابل، فریباک و همکاران [۱۸] تغییر معنادار غلظت سرمی هورمون تستوسترون را نشان ندادند. شاید متفاوت بودن فواصل استراحتی بین نوبت‌ها (مهم‌ترین عامل)، سطح آمادگی آزمودنی‌ها و سابقه تمرین مقاومتی آن‌ها از دلایل احتمالی این تناقض باشد. در پژوهش حاضر، استفاده از فواصل استراحتی متفاوت و متناوب (کوتاه، میان و بلندمدت) بود و آزمودنی‌ها غیرورزشکار بودند و سابقه

آزمودنی‌ها، ویژگی‌های جمعیتی (نوع، نژاد، سن و جنس و وضعیت سلامت و نیز آمادگی بدنی قبلی، شدت فعالیت و نیز تفاوت در نحوه اندازه‌گیری) این شاخص‌ها را شاره کرد. از آنجا که بهبود ترکیب بدن در اثر فعالیت، مستلزم انجام فعالیت‌های با بار و شدت و فاصله استراحت مناسب است که عضلات بزرگ و چند مفصل را درگیر می‌سازد، پروتکل‌های تمرینی با شدت، حجم بالا و استراحت متفاوت بیشترین بهبود را در ترکیب بدنی دارد [۵، ۱۰، ۲۱].

در بخش دیگری از پژوهش، یافته‌ها نشان می‌دهد که تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت (فزاینده، کاهنده و ثابت) سطوح سرمی هورمون تستوسترون آزمودنی‌های جوان تمرین‌نکرده را به‌طور معناداری افزایش داد، و تفاوت بین گروه‌ها معنادار بود. البته، شایان ذکر است که این افزایش غلظت تستوسترون به ترتیب در گروه استراحت کاهنده، ثابت و فزاینده سیر نزولی داشت.

یافته‌های تحقیق با نتایج پژوهش بروش و همکاران [۵] همسو بود. آن‌ها آثار مثبت تمرینات قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت را بر افزایش غلظت پلاسمایی هورمون تستوسترون گزارش کردند. از علل احتمالی این مطابقت می‌توان به متغیرهای تمرین، فواصل استراحتی مناسب بین نوبت‌ها، جنسیت، وسایل و نحوه اندازه‌گیری آزمودنی‌ها اشاره کرد.

یافته‌های تحقیق با مطالعات دوران و همکاران [۱۰] و شاکری و همکاران [۱۷] نیز همخوانی داشت، اما با نتایج پژوهش جفری و همکاران [۲] ناهمسو بود. آن‌ها افزایش غلظت هورمون تستوسترون را نشان دادند. از جمله دلایل احتمالی این تناقض می‌توان به نوع و زمان اجرای تمرین و نحوه استفاده از فواصل استراحتی اشاره کرد. اما، آنچه پروتکل تمرین این پژوهش را از پروتکل پژوهش‌های پیشین متمایز می‌کند، استفاده از مدل جدیدی از تمرین

دو گروه تمرین شده است. البته، شایان ذکر است که این افزایش غلظت هورمون رشد به ترتیب در گروه استراحت کاهنده، ثابت و فزاینده سیر نزولی داشت و تفاوت بین گروه‌ها معنادار نبود. این یافته‌ها همسو با نتایج پژوهش‌های سیمولونز و همکاران [۲۳] و هانسن و همکاران [۲۰] است که آثار مثبت تمرینات قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت را بر افزایش غلظت سرمی هورمون رشد نشان دادند. از جمله دلایل محتمل مبنی بر افزایش غلظت هورمون رشد می‌توان به مداخلات تمرین و نحوه زمان‌بندی و فواصل استراحت متناوب بین نوبت‌ها اشاره کرد. در ضمن، در بیشتر مطالعات غلظت هورمون رشد متعاقب شرکت در فعالیت بدنی افزایش معناداری داشت و فقط هنگامی که فعالیت بدنی از شدت لازم برخوردار نبود، افزایش غلظت هورمون رشد گزارش نشده است.

در مقابل، لیون و همکاران [۲۴] و بروجردی و همکاران [۹] افزایش غلظت هورمون رشد را گزارش نکردند، که نوع و زمان اجرای تمرین و نحوه استفاده از فواصل استراحتی، از جمله عوامل احتمالی متفاوت بودن نتایج است. از جمله علل مؤثر مبنی بر افزایش غلظت پلاسمایی هورمون رشد متعاقب تمرین قدرتی متأثر از فواصل استراحتی بین نوبت‌ها احتمالاً به افزایش تولید و ترشح نیتریک اکساید، افزایش دستگاه عصبی سمپاتیک (که سبب ترشح اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین و تحریک فعالیت نرون‌های مرکزی آدرنرژیک می‌شود) مربوط است. چراکه شدت تمرین، سن و سطح آمادگی آزمودنی‌ها و مدت زمان استراحت بین نوبت‌ها از علل احتمالی اثرگذار هستند که باعث افزایش این عامل‌ها می‌شوند [۵، ۱۷].

فرضیات احتمالی مطرح شده بیشتر درباره افزایش هورمون رشد متعاقب تمرین قدرتی بوده است، اما در پژوهش حاضر افزایش سطوح استراحتی رشد پس از تمرین قدرتی حاضر را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که پس از هر جلسه تمرین،

تمرینات مقاومتی نداشتند. تأثیر فواصل استراحتی بین نوبت‌ها بدین منوال است که هر چه فواصل استراحتی بین نوبت‌ها کمتر باشد، این فشار و استرس تمرینی باعث درگیری حجم و توده عضلانی بیشتر، افزایش عوامل خونی، خستگی و در نهایت افزایش کارایی و سازگاری‌های ناشی از فشار بر بدن می‌شود. افزایش تستوسترون آزاد در پلازما مؤید پاسخ هومئوستاتیکی فعال در مردان جوان است. همچنین، افزایش میزان تستوسترون تام و آزاد استراحتی، احتمالاً باعث هیپرتروفی و قدرت عضلات می‌شود [۳، ۵].

تپل و همکاران [۱۸، ۲۲] نیز تأثیر میزان آمادگی آزمودنی‌ها بر پاسخ‌های هورمونی را پیشنهاد کرده‌اند. از دیگر عوامل احتمالی می‌توان به شدت، حجم، مدت، زمان استراحت بین نوبت‌ها، گروه‌های عضلانی فعال، سابقه و تجربه تمرین مقاومتی اشاره کرد. از آنجا که افزایش هورمون تستوسترون در اثر فعالیت، مستلزم انجام فعالیت‌های شدیدی است که عضلات بزرگ و چند مفصل را درگیر می‌سازد، پروتکل‌های تمرینی حاضر، به واسطه اعمال فواصل استراحتی مناسب، باعث افزایش فشار تمرینی و در نهایت منجر به بیشترین افزایش در تولید تستوسترون شده است. همچنین، از آنجا که تستوسترون آزاد بخشی از تستوسترون تام هنگام افزایش نیاز به فعالیت‌های بیولوژیکی در دسترس گیرنده‌های سلول‌های هدف قرار می‌گیرد، افزایش معنادار این هورمون در پایان هفته ۹ در پژوهش حاضر، احتمالاً به دلیل افزایش تبدیل تستوسترون تام به تستوسترون آزاد در پاسخ به افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی و برداشت تستوسترون آزاد از جانب بافت‌های فعال است. گلوکوکورتیکوئیدها از کورتکس آدرنال در پاسخ به کشش و فشار ناشی از ورزش ترشح می‌شود.

یافته پایانی پژوهش نشان داد که تمرین قدرتی در دو گروه با فاصله استراحتی کاهنده و گروه با فاصله استراحتی فزاینده موجب افزایش معنادار غلظت هورمون رشد در هر

سبب ترشح بیشتر هورمون‌های مؤثر در روند آنابولیسمی شود [۷، ۱۱، ۲۶].

در مطالعه حاضر، برای اولین بار سه مدل فاصله استراحت فزاینده، کاهنده و ثابت به صورت متمرکز و هم‌زمان به کار رفت تا بتوان بهتر به مقایسه تفاوت‌های احتمالی این فواصل استراحتی به صورت هم‌زمان پرداخت. نتایج نشان داد که سه پروتکل تمرین مقاومتی با فواصل استراحت کاهنده (گروه ۱)، فزاینده (گروه ۲) و ثابت (گروه ۳) تغییرات معناداری را در قدرت بیشینه، استقامت عضلانی، ترکیب بدنی و غلظت سرمی هورمون‌های رشد و تستوسترون به وجود آورد. با وجود اینکه سه برنامه تمرین مقاومتی، اختلاف معناداری با هم نداشت، و درصد تغییرات در گروه اول و دوم به طور مشهودی بیشتر بود. بنابراین، این احتمال وجود دارد که در طولانی مدت اختلاف معناداری بین اثر سه برنامه تمرینی به وجود آید. به هر حال، با توجه به نتایج، پژوهشگر استفاده از استراحت کاهنده و فزاینده را به ترتیب برای بهبود استقامت عضلانی و قدرت بیشینه پیشنهاد می‌کند و چون شیوه دستکاری فاصله استراحت بین دوره‌ها در تمرین مقاومتی کمتر ارزیابی شده است، بررسی دقیق‌تر میزان کارایی پروتکل‌های تمرین مقاومتی با فاصله استراحت فزاینده، کاهنده و ثابت مانند پژوهش حاضر، نیازمند انجام مطالعات بیشتری است (با توجه به عواملی مانند فواصل استراحتی متفاوت بین نوبت‌ها، نوع، سن، جنس آزمودنی‌ها، میزان آمادگی و تعداد آزمودنی‌ها، زمان و نوع قرارداد ورزشی، نوع دوره‌بندی، رژیم غذایی و عوامل محیطی).

تشکر و قدردانی

این مقاله با هزینه شخصی و در قالب طرح پژوهشی انجام شد. جا دارد از زحمات تمامی ورزشکاران شرکت‌کننده در

عوامل مذکور (از جمله استراحت بین نوبت‌ها) موجب افزایش غلظت هورمون رشد شده است. از آنجا که آزمودنی‌ها به طور پیوسته و تمرین دوره‌بندی‌شده با دو فاصله استراحتی کاهنده و فزاینده انجام دادند، این آثار تقویت شده و موجب افزایش سطوح هورمون رشد در نتیجه اعمال فشار و استرس بدنی ناشی از تمرین قدرتی شده است [۱۱، ۲۳]. لذا، می‌توان به افزایش معنادار غلظت هورمون رشد در هفته ۹ اشاره کرد. تمرین مداوم، با وجود فواصل استراحتی مناسب، باعث ایجاد فشار مناسب بدنی برای افزایش استرس جسمانی و فیزیولوژیکی و در نتیجه باعث افزایش هورمون رشد شده است [۲۳، ۲۰، ۲۵].

بروش و همکاران [۱] افزایش غلظت هورمون رشد را گزارش نکردند. شاید نوع و زمان اجرای تمرین و نحوه استفاده از فواصل استراحتی، از جمله عوامل متفاوت بودن نتایج باشد. محققان یکی از دلایل احتمالی افزایش هورمون رشد پس از تمرینات قدرتی با فواصل استراحتی را افزایش تولید مواد سوخت‌وسازی نظیر نیتریک اکسید و لاکتات و تحریک دستگاه عصبی سمپاتیکی و ترشح اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین عنوان کردند. همچنین، عقیده بر آن است که این هورمون آثار خود را به صورت مستقیم یا غیرمستقیم، یعنی از طریق تولید پروتئین واسطی در کبد و دیگر سلول‌ها به نام عامل رشد شبه‌انسولین یک (IGF-1) یا سوماتومدین C بر بدن اعمال می‌کند. ساختمان IGF-1 شبیه به پروانسولین است و از این رو شبه‌انسولین نامیده می‌شود. با وجود این، در مورد پاسخ بهینه هورمون رشد به متغیرهای تمرین مقاومتی (بار، تکرار، استراحت بین نوبت‌ها، فراوانی و جزآن) که هنگام طراحی برنامه تمرین مقاومتی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد، اطلاعات کافی وجود ندارد. به نظر می‌رسد مؤثرترین برنامه‌های تمرینی، به‌ویژه تمرینات قدرتی، پروتکل‌هایی است که علاوه بر مرتفع ساختن نیازها و هدف‌های برنامه‌ریزی شده در تمرین،

تحقیق که پژوهشگران را در انجام این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌کنیم.

پی‌نوشت‌ها

¹ Recovery

² Acidophilic

³ Brzucki

⁴ Radio Immuno Assay

منابع

[1] Eidnamansh F, Hamedinia MR, Hosseini E. Improvement of the strength training volume in maximal power recovery with the help of artificial neural network. *Journal Olympic*. 2012; 3(20): 95-112. [in Persian]

[2] Nastaran M, Mirzaei B, Rahmani-Nia F. Comparing effect of 1- and 3-minutes rest intervals between sets and exercises of weight training on muscular damage and sustainability of repetition in consecutive sets in untrained young men. *JME*. 2013; 3(1): 71-87. [in Persian]

[3] Jeffrey M, Willardson L, Burkett N. The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008; 22: 146-152.

[4] Durand RJ, Castracane VD, Hollander DB, Tryniecki JL, Bamman MM, Neal S. Hormonal responses from concentric and eccentric muscle contractions. *Journal Medicine & Science Sports & Exercise*. 2003; 35: 937-43.

[5] Buresh R, Berg K, French J. The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength and hypertrophy with training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009; 23: 62-71.

[6] Kahnakash S, Shiri Nabian V, Razaghi R, Eskandari S. The effect of reducing the rest intervals between training sets along with supplementation of creatine monohydrate has been practiced on women's strength and endurance performance. *Sports Medicine and Physical Fitness Season*. 2004; 2: 67-80. [in Persian]

[7] Van Der Loo H, Van E, Eline M. Effects of high-intensity exercise on the romp training device on muscular strength and body composition. *Journal Medicine & Science Sports & Exercise*. 2007; 39: 303-312.

[8] De Souza LRTP, Fleck SJ, Simao R, Dubas JP, Pereira B, De Brito et al. Comparison between constant and decreasing rest interval: influence on maximal strength and hypertrophy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010; 24: 1843-1850.

[9] Boroujerdi SS, Rahimi R. Reaction hormones IGF-1 and GH intense resistance to the two programs with the same volume with different rest between sets. *Journal Olympic*. 2009; 17: 66-57. [in Persian]

[10] Behrad A, Askari R, Hamedinia MR. The effect of high intensity interval training and circuit resistance training on respiratory function and body composition in overweight females. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2016; 7(4): 89-101. [in Persian]

[11] Prestes J, De Lima C, Frollini AB, Donatto FF, Conte M. Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maximal strength and body composition.

The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009; 23: 266-274.

[12] vali Pourdeh N, Sharafi Dahar F, Gharakhanlu R, Mansour Nazad H. Responsiveness of strength, strength and muscular endurance to resistance training with different resting intervals. Sports Sciences. 2015; 7(1): 77-91. [in Persian]

[13] Souza-Junior TP, Willardson JM, Bloomer R, Leite RD, Fleck SJ, Oliveira PR. et al. Strength and hypertrophy responses to constant and decreasing rest intervals in trained men using creatine supplementation. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2011; 8(17): 1-11.

[14] Jackson AS, pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. Journal Medicine & Science Sports & Exercise. 1980; 12: 175-182.

[15] Brzucki M. Strength testing-predicting a max from reps-to-fatigue. Journal Exercise of Physiology. 1993; 68: 88-90.

[16] vali Pourdeh N, Sharafi Dahar F, Gharakhanlu R, Mansour Nazad H. Responsiveness of strength, strength and muscular endurance to resistance training with different resting intervals. Sports Sciences. 2015; 7(1): 77-91. [in Persian]

[17] Shakeri N, Nikbakht H, Azarbayjani MA, Amirtash AM. The effect of different types of exercise on the testosterone/ cortisol ratio in untrained young males. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2012; 22: 21-27. [in Persian]

[18] 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; 50-158.

[19] Meamarbashi A, Joodat H, Siahkouhian M. Evaluation of computerized diet program on selected anthropometric and performance tests in bodybuilder athletes. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2016; 7(4): 67-75. [in Persian]

[20] Hansen S, Kvorning T, Kjaer M, Sjøgaard G. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2001; 11: 347-54.

[21] Ghahramanloo R, Agha Alinejad H, Gharakhanlou R. Effects of strength, endurance and concurrent training on bioenergetics' characteristics, maximum strength and body composition in untrained men. Journal Olympic. 2007; 15: 40-45. [in Persian]

[22] Spiering BA, Kraemer WJ, Vingren JL, Ratamess NA, Anderson JM, Armstrong LE. Elevated endogenous testosterone concentrations potentiate muscle androgen receptor responses to resistance exercise. The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. 2009; 114: 195-99.

[23] Smilios I, Piliandis T, Karamouzis M, Tokmakidis SP. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. Journal Medicine and Science in Sports and Exercise. 2003; 35: 644-54.

[24] Levine A, Zagoory-sharon O, Feldman R, Lewis JG, Weller A. Measuring cortisol in human psychobiological studies. *Journal Physiology & Behavior*. 2007; 90: 43-53.

[25] Taipale RS, & Häkkinen K. Acute hormonal and force responses to combined strength and endurance loadings in men and women: the “order effect”. *Plos One*.

The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013; 8: 51-55.

[26] Gharakhanlou R, Saremi A, Omidfar K, Sharghi S, Gharaeti MR. Effect strength training on concentration serum Moissan, testosterone and cortisol in yang men. *Journal Olympic*. 2008; 16: 43-51. [in Persian]



Shahid Beheshti University

Sport and Exercise Physiology

Spring and Summer 2020; Vol.13; No.1

The effect of a strength training period with different rest intervals on some physiological and biochemical characteristics of inactive young men

Yazdan Foroutan^{1*}, Nasser Behpoor², Vahid Tadibi², Saeed Daneshyar³

¹Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Assad-Abad, Hamedan, Iran.

²Physiology of Sport, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran.

³Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Ayatollah OzmaBoroujerdi, Lorestan, Iran.

* Corresponding Author: Yazdan Foroutan, Tel: +98-9189058861, E-mail: Yazdanfrotan@yahoo.com.

Received: 24/04/2017

Revised: 23/07/2018

Accepted: 04/08/2018

Abstract

Purpose: The present study aimed to determine the effect of a strength training course with different rest intervals on some physiological and biochemical characteristics in inactive healthy men.

Methods: 30 non-athlete male (18.97±2.30 years old, 18.78±4.89 cm, weight 68.94±1.35 kg) were randomly divided into three groups: strength training with decreasing rest (from 3 minutes to 30 seconds), strength training with increasing rest (30 seconds to 3 minutes) and strength training with constant rest (3 minutes; control group). Training groups (with a special periodization in terms of load, severity and distance between sets) had 9 weeks and 3 sessions a week. Strength training program was 5 to 8 sets with 3 to 15 repetitions and loads of 60 to 90% of a maximum repetition. The only difference between the groups was the gap spacing applied between the sets. Also, two sessions of plyometric supplement training (60% HR intensity) were performed during the week. Blood samples were taken at fasting time before and after 48 hours passed from training period and analyzed by radio-immunoassay method in the laboratory. Data were analyzed using covariance test.

Results: Maximal strength, muscle endurance and testosterone concentration increased significantly in all three groups; and the difference between the groups was significant, but the percentage change in all tests in the first and second groups was higher than in the third group, but not significant. Also, after the training session, the concentration of growth hormones, fat percentage, free fat mass and body fat mass index increased and decreased significantly, respectively; Of course, the difference between the groups was not significant.

Conclusion: Resistance training with rest intervals of increasing and decreasing in comparison with rest intervals constant, due more to increase maximal strength, muscular endurance and some biochemical and hormonal factors.

Keywords: Anabolic hormones, Body composition, Decreasing rest, Increasing rest, Maximum strength, Muscular endurance.