

اثر تمرین مقاومتی تکی و ترکیبی با نوروفیدبک بر سطوح سرمی کورتیزول، گلوبولین پیوندی هورمون جنسی و شاخص‌های ترکیب بدنی در مردان جوان

بهلول قربانیان^{۱*} - بهروز قربانزاده^۲ - عسگر ایرانیپور^۳ - بهمن صمدی^۴

۱. دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
۳. دانشجوی دکتری، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. ۴. کارشناس ارشد، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۶، تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۵/۳۱)

چکیده

به نظر می‌رسد مداخله نوروفیدبک توأم با تمرین مقاومتی بر تغییرات سطوح هورمون‌های مرتبط با ترکیب بدنی مؤثر باشد. از این رو هدف از این پژوهش، بررسی اثر تمرین مقاومتی تکی و ترکیبی با نوروفیدبک بر سطوح سرمی کورتیزول، گلوبولین پیوندی هورمون جنسی و شاخص‌های ترکیب بدنی در مردان جوان بود. ۳۰ مرد جوان به صورت تصادفی در گروه‌های تمرین مقاومتی (۱۰ نفر؛ میانگین \pm انحراف معیار سنی، ۲۰/۲ \pm ۲/۰۵ سال؛ شاخص توده بدنی، ۲۴/۱ \pm ۱/۱۲ کیلوگرم بر متر مربع)، تمرین مقاومتی + نوروفیدبک (۱۰ نفر؛ میانگین \pm انحراف معیار سنی، ۲۰/۵ \pm ۲/۲۱ سال؛ شاخص توده بدنی، ۲۴/۳ \pm ۱/۳۵ کیلوگرم بر متر مربع) و کنترل (۱۰ نفر؛ میانگین \pm انحراف معیار سنی، ۲۰/۲ \pm ۳/۱۱ سال؛ شاخص توده بدنی، ۲۴/۱ \pm ۱/۰۵ کیلوگرم بر متر مربع) تقسیم شدند. گروه‌های مورد مداخله به مدت ۸ هفته تمرین مقاومتی (۳ جلسه در هفته / ۶۰ دقیقه در هر جلسه / با شدت افزایش تدریجی از ۲۰-۴۰ درصد یک تکرار بیشینه در شروع تا ۸۵-۹۰ درصد در پایان جلسات) یا مقاومتی + نوروفیدبک (تمرین مقاومتی مذکور همراه با تحریک الکتریکی ۳۰ دقیقه‌ای مغز مشتمل بر افزایش و تقویت موج آلفا در ناحیه T3 و تقویت آلفا و سرکوب تتا در ناحیه Pz) را اجرا کردند. در مراحل پیش و پس از آزمون سطوح هورمون‌های کورتیزول، گلوبولین متصل‌شونده به هورمون جنسی و شاخص‌های ترکیب بدنی اندازه‌گیری شد ($P \leq 0.05$). سطوح کورتیزول سرمی گروه‌های تمرین مقاومتی ($P = 0.001$) و تمرین مقاومتی + نوروفیدبک ($P = 0.008$) نسبت به گروه کنترل تفاوت معناداری داشت. همچنین سطوح گلوبولین پیوندی هورمون جنسی در گروه تمرین مقاومتی + نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل تفاوت معناداری داشت ($P = 0.001$). نسبت سطوح مطلق کورتیزول به گلوبولین پیوندی به هورمون جنسی در گروه‌های تمرین مقاومتی و تمرین مقاومتی + نوروفیدبک نسبت گروه کنترل تفاوت معناداری ($P = 0.001$) داشت. بنابراین تغییرات کاهشی سطوح کورتیزول در مردان جوان با تمرین مقاومتی + نوروفیدبک نسبت به تمرین مقاومتی بیشتر صورت می‌گیرد. این در حالی است که سطوح گلوبولین پیوندی هورمون جنسی در هر دو گروه تمرین مقاومتی + نوروفیدبک و تمرین مقاومتی تغییرات افزایشی دارد.

واژه‌های کلیدی

تمرین مقاومتی، کورتیزول، گلوبولین پیوندی به هورمون جنسی، مردان جوان، نوروفیدبک.

مقدمه

کورتیزول از بااهمیت‌ترین هورمون‌ها در گردش خون است که از کورتکس آدرنال به داخل سرم یا بزاق ترشح می‌شود و نقش کلیدی در سوخت‌وساز، سیستم ایمنی و تنظیم پاسخ‌های استرس فیزیولوژیکی ایفا می‌کند (۱). تستوسترون یکی دیگر از هورمون‌های کلیدی آنابولیکی است که به همراه کورتیزول در شکل‌گیری ترکیب بدنی مطلوب و تقویت قدرت عضلانی نقش اساسی دارد (۲). در گردش خون عمومی، تستوسترون کل به چهار شکل موجود است: تستوسترون اتصالی به گلوبولین پیوندی هورمون جنسی (SHBG) (تقریباً ۴۴ درصد)، تستوسترون پیوندی به آلبومین (تقریباً ۵۰ درصد)، تستوسترون اتصالی به گلوبولین پیوندی کورتیزول (تقریباً ۴ درصد) و تستوسترون آزاد یا غیراتصالی (تقریباً ۲ درصد). در این بین، SHBG بیشتر با تغییرات ترکیب بدنی و افزایش خطر ابتلا به اختلالات متابولیکی مانند دیابت نوع مرتبط است (۳). همچنین تغییرات سطوح کورتیزول با حفظ سطوح گلوکز خون در طول فعالیت ورزشی مرتبط است که با افزایش سوخت‌وساز اسیدهای آمینه و چربی‌ها توسط عضله اسکلتی و بافت آدیپوز، این قابلیت را حفظ می‌کند. بنابراین پایش تغییرات هورمون کورتیزول و SHBG در افراد بزرگسال مستعد اختلالات ترکیب بدنی به منظور جلوگیری از برهم خوردن تعادل وزنی و ترکیب بدنی و تبدیل شدن این افراد به گروه‌های جمعیتی چاق اهمیت فراوانی دارد (۵). زیرا هورمون کورتیزول سوخت‌وساز اسیدهای آمینه و چربی‌ها را در بافت آدیپوز و عضله افزایش می‌دهد (۴).

به نظر می‌رسد که تغییرات هورمون‌های آنابولیکی و کاتابولیکی با میزان سازگاری با فعالیت ورزشی مقاومتی مرتبط باشند (۵). پورمیرزایی و همکاران (۱۳۹۶) اثر ۸ هفته تمرین مقاومتی بر سطوح کورتیزول، تستوسترون و

برخی شاخص‌های آمادگی جسمانی در مردان پاک‌شده از اعتیاد به مت‌آمفتامین در دوره بازتوانی را بررسی و تغییر کاهشی بر سطوح کورتیزول همراه با بهبود وضعیت ترکیب بدنی در این گروه را گزارش کردند (۶). در حالی که شریعت و همکاران (۱۳۹۰) تأثیرات حاد تمرین مقاومتی سنگین بر سطوح کورتیزول بزاقی را معنادار و تغییرات روزانه کورتیزول متعاقب این مدل از تمرین ورزشی را غیرمعنادار گزارش دادند (۷). در تحقیقی دیگر، صارمی و همکاران (۱۳۸۷) افزایش قدرت عضلانی، توده بدون چربی و سطوح تستوسترون همراه با کاهش سطوح کورتیزول و میوستاتین را متعاقب ۸ هفته تمرین مقاومتی مطرح کردند (۸). از طرفی به نظر می‌رسد که علاوه بر تمرین مقاومتی سایر مداخله‌ها نیز در کاهش سطوح کورتیزول نقش دارند. به طوری که در تحقیق بنت^۱ و همکاران (۲۰۱۸) کاهش سطوح کورتیزول در مردان جوان سطح دانشگاهی متعاقب تمرین نوروفیدبکی گزارش شد (۹). با وجود این سازوکار کاهش سطوح کورتیزول پس از این مداخلات متفاوت است، زیرا در تحقیقی مونتنگرو^۲ و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر تحریک الکتریکی مغز در ناحیه حرکتی بر عملکرد قدرتی مردان جوان سالم را بررسی و بر عدم تأثیر معنادار این تحریک بر قدرت عضلانی این آزمودنی‌ها اشاره کردند (۱۰). از طرفی، علاوه بر فعالیت ورزشی، در برخی تحقیقات نشان داده شده است که سطوح کورتیزول به تحریک نوروفیدبکی نیز پاسخ کاهشی داده است. در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی نشان داده‌اند که آموزش نوروفیدبک موجب بهبود برخی جنبه‌های عملکرد شناختی و جسمانی می‌شود. نوروفیدبک اندازه‌گیری و ارائه اطلاعات (پس‌خوراند) شاخص‌های زیست‌شناسی روانی است که می‌توان برای افزایش عملکرد از آن استفاده کرد. هنگامی که مغز نظم یافته و توان خودتنظیمی پیدا می‌کند، نشانه‌هایی

همکاران (۲۰۲۰) اثر تمرین تک‌جلسه‌ای نوروفیدبکی بر سطوح کورتیزول را در مردان سالم بررسی و کاهش سطوح کورتیزول متعاقب این مدل از تمرین را مطرح کردند (۱۳). همچنین سطوح SHBG به‌عنوان شاخصی از سطوح تستوسترون آزاد پس از تمرین مقاومتی در برخی مطالعات عدم تغییر (۱۴) یا کاهش (۱۵) نشان داده است. در تحقیق پاردریج^۲ و همکاران (۱۹۸۸) بیان شده است که پروتئین‌های پیوندی استروئیدها به‌صورت انتخابی با سازوکار اندوسیتیک وارد جریان خون مغزی می‌شوند و با افزایش فعالیت هورمون‌ها از قبیل SHBG مرتبط‌اند (۱۶). بنابراین تغییرات نوروپلاستی در سلول‌های مغزی با تغییرات هورمون‌های مرتبط با ترکیب بدنی به‌نوعی ارتباط دارند. در این زمینه مطالعه طرح مقطعی نشان داد که سطح پایین SHBG با افزایش شیوع بیماری‌های متابولیکی در مردان مرتبط است (۱۷). از آنجا که در دوران جوانی شاهد تغییرات در سطوح هورمون‌های مرتبط با عملکرد متابولیکی مانند تستوسترون، کورتیزول و SHBG هستیم، زمینه شیوع بیماری‌های متابولیکی و گسترش در سنین بالاتر افزایش می‌یابد (۱۸). بنابراین تغییرات نسبت کورتیزول به SHBG متعاقب مدالیته‌های تمرینی مختلف، می‌تواند به‌عنوان یک شاخص وضعیتی آنابولیکی به کاتابولیکی عضله اسکلتی در طول فعالیت ورزشی مقاومتی مورد توجه قرار گیرد. از این‌رو هدف از این پژوهش پاسخ به این فرضیه است که آیا تمرین ترکیبی مقاومتی و نوروفیدبکی اثر متفاوتی با تمرین تکی مقاومتی بر سطوح کورتیزول و SHBG دارد؟

که ظاهراً منشأ و خاستگاه‌هایی مجزا دارند، بهبود پیدا می‌کنند. رفتار بهتر می‌شود، تمرکز و توجه افزایش می‌یابد، خواب طبیعی می‌شود، استرس کم می‌شود و خلق مثبت پیدا می‌کند. این اتفاقات حاصل انعطاف‌پذیری و قابلیت تغییر در مغز انسان هستند. این قابلیت‌های ذاتی را می‌توان از طریق آموزش امواج مغزی که به‌عنوان نوروفیدبک شناخته می‌شود، فعال کرد. نوروفیدبک یا EEG، بیوفیدبک از انواع بازخورد زیستی است که افراد از طریق آن یاد می‌گیرند امواج مغزی خود را کنترل کنند (۱۱). به‌طور معمول افراد به‌دلیل ناآگاهی از الگوهای امواج مغزی، قادر به تغییر آنها نیستند، اما پس از گذشت چند هزارم ثانیه، با مشاهده این امواج روی صفحه کامپیوتر، به تدریج توانایی تغییر و تأثیر گذاشتن بر آنها را کسب می‌کنند؛ بنابراین می‌توان گفت نوروفیدبک همان آموزش امواج مغز است. با توجه به نوپا بودن دیدگاه نوروفیدبک و روش‌های مختلف به‌کار گرفته‌شده در تحقیقات اندکی که تاکنون انجام گرفته و چالش‌ها و بحث‌های علمی فراوانی که در این زمینه وجود دارد، از این‌رو تحقیقات بسیاری مورد نیاز است تا با بررسی عوامل گوناگون و کنترل دقیق شرایط و اجرای پروتکل‌های مختلف، بتوان تأثیرات شناختی و رفتاری واقعی نوروفیدبک را از موارد دیگر جدا کرد و پروتکل‌های مؤثر بر بهبود اجرا را مشخص کرد. این مهم، دریچه‌ای به روی تحقیقات و بررسی‌های دیگر خواهد گشود. عوامل رفتاری، روانی و اجتماعی، نقش حیاتی در عملکرد ورزشی ورزشکاران دارند. از مهم‌ترین عوامل مؤثر استرس است. واکنش بدن هنگام مواجهه با اختلالات غیرعادی از جمله استرس، افزایش فعالیت محور هیپوتالاموس-هیپوفیز است. نوروفیدبک به‌عنوان روش درمانی نوین، این قابلیت را دارد که با تغییر و بازآموزی امواج مغزی، عملکرد بهینه را در ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی تقویت کند (۱۲). گادائه^۱ و

روش پژوهش

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون است که به مدت ۸ هفته متوالی با جلسات تمرینی در روزهای متناوب (۳ جلسه در هفته) اجرا شده است. جامعه آماری تحقیق مردان جوان سالم با سبک زندگی غیرورزشی شهر تبریز بود که با روش نمونه‌گیری در دسترس هدفمند ۳۰ نفر به‌عنوان نمونه آزمودنی انتخاب شدند. تمامی شرکت‌کنندگان در تحقیق داوطلبانه برگه رضایت‌نامه شرکت در پروتکل تمرینی را تکمیل کردند. معیار اصلی ورود به پژوهش شامل انجام برخی فعالیت‌های بدنی کمتر از ۱۵۰ دقیقه از فعالیت ورزشی متوسط یا ۶۰ دقیقه فعالیت ورزشی شدید در طول یک هفته با ترکیبی از حرکات مربوط به خانه، محیط کار، مسیر رفت و آمد و یا هرگونه حرکات اختیاری توسط فرد به‌صورت خوداظهاری تعیین و کنترل شد (۱۹). سایر معیارهای ورود به پژوهش شامل داشتن وضعیت جسمانی سالم، نداشتن بیماری قلبی-عروقی یا تنفسی، عدم مصرف دخانیات و نداشتن سابقه خانوادگی بیماری‌های قلبی-تنفسی بود. همچنین در هر مرحله از اجرای تحقیق چنانچه هریک از آزمودنی‌ها یکی از معیارهای خروج از پژوهش (شرکت در برنامه تمرین مقاومتی در ۸ هفته نزدیک به شروع مطالعه، آسیب‌دیدگی جسمانی و عدم داشتن انگیزه برای شرکت پژوهش) را داشت، از فرایند تحقیق کنار گذاشته می‌شد. در این تحقیق

تمامی آزمودنی‌ها طبق برنامه مدنظر محققان پیش رفتند و هیچ موردی از خروج از پژوهش وجود نداشت. در مرحله بعد، آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی‌سازی ساده با اعداد تصادفی در گروه تمرین مقاومتی (۱۰ نفر)، گروه تمرین مقاومتی + نوروفیدبک (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

سنجش ترکیب بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی

آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت پیش از شروع دوره، از هرگونه فعالیت بدنی منع شده و ابتدا شاخص‌های تن‌سنجی افراد شامل قد، وزن، دور کمر و درصد چربی بدن (روش سه‌نقطه‌ای (سینه، شکم و ران) با کالیپر هارپندن (مدل HSB-BI)) اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی از تقسیم وزن بدن برحسب کیلوگرم بر مجذور قد به متر محاسبه شد. همچنین به‌منظور برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی (VO₂max) از آزمون یک مایل (۱۹۰۰ متر) پیاده‌روی تند راکپورت (به‌دلیل محدودیت‌های ناشی از شرایط همه‌گیر ویروس کرونا در استفاده از سالن ورزشی و تردمیل، از این آزمون در محیط باز استفاده شد) استفاده شد (۲۰).

پروتکل تمرینات مقاومتی

آزمودنی‌های گروه تجربی، ابتدا در یک جلسه آشنایی شرکت کردند و با روش صحیح اجرای تمرین با وزنه آشنا شدند و سپس یک تکرار بیشینه برای حرکات‌های موردنظر با استفاده از فرمول برزسکی^۱ محاسبه شد (۲۲).

$$((\text{تکرار} \times 0.278) - 1) / 0.278 = \text{یک تکرار بیشینه (IRM)}$$

سپس به‌صورت اختصاصی حرکات مربوط به گرم کردن عضلات درگیر در تمرین مقاومتی را اجرا کردند. برنامه تمرین مقاومتی با هدف افزایش قدرت بیشینه اجرا شد.

پیش از شروع برنامه تمرینی اصلی آزمودنی‌ها به مدت ۱۵ دقیقه حرکات مربوط به گرم کردن عمومی بدن با هدف افزایش ضربان قلب و افزایش دمای بدن انجام دادند و

کاهش اضطراب است. این پروتکل حداقل به مدت ۲۰ دقیقه طول می‌کشد.

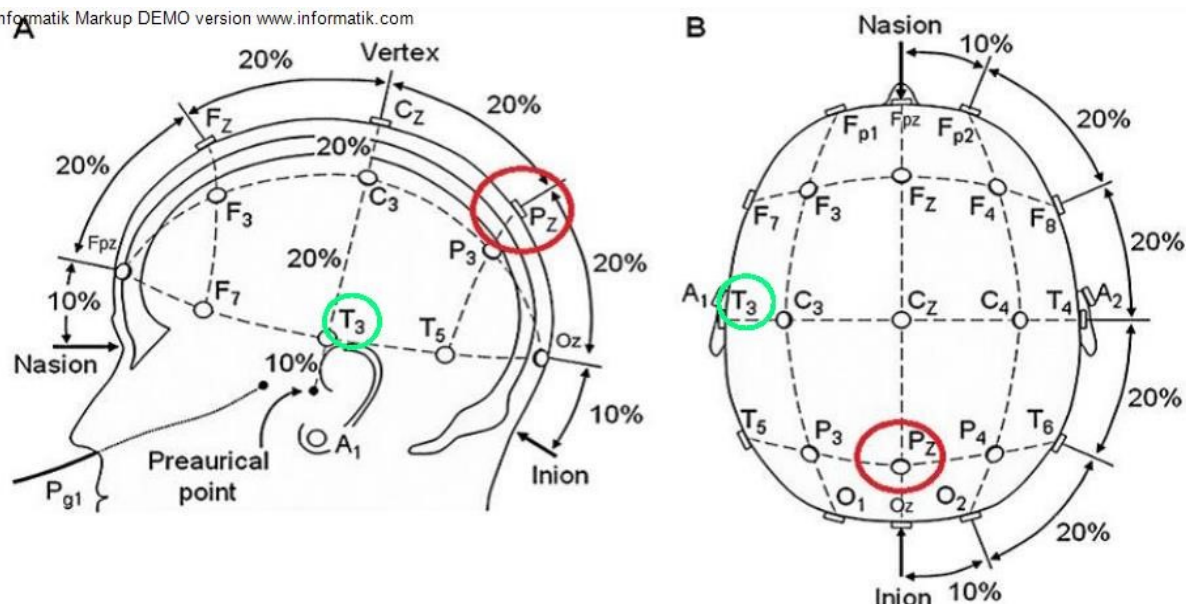
برای مشخص کردن نقاط نصب الکتروود روی جمجمه از سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ استفاده شد. به این منظور الکتروود اکتیو و رفرنس در نقطه T3 و الکتروود گراند به لاله گوش چپ نصب شد. گروه نوروفیدبک به صورت ۲۰ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای مشتمل بر ۱۰ دقیقه اول افزایش و تقویت موج آلفا در ناحیه T3 و ۲۰ دقیقه دیگر به تقویت آلفا و سرکوب تتا در ناحیه Pz اختصاص داشت (۱۷). در ابتدای جلسه اول دو نوار الکتروآنسفالوگرام از نقطه CZ یعنی نقطه مرکزی جمجمه ثبت می‌شد.

برنامه تمرین ۳ جلسه در هفته و ۶۰ دقیقه در هر جلسه و به مدت ۸ هفته بود. حرکات شامل پرس پا، پشت پا، جلو پا، اسکوات، پرس سینه، جلو بازو، پرس ایستاده و حرکت پارویی بود (۱۸). در حین هفته اول آزمودنی‌ها دو دوره ۲۰-۱۵ تکرار با شدت ۲۰-۴۰ درصد یک تکرار بیشینه را انجام دادند. در هفته دوم برنامه شامل سه دوره ۲۰-۱۵ تکراری با شدت ۴۰-۵۰ درصد یک تکرار بیشینه بود. در هفته‌های سوم تا چهارم تعداد تکرارها به ۱۲-۱۵ تکرار کاهش یافت، درحالی‌که شدت به ۶۰-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه افزایش یافت. بین هفته‌های پنجم تا ششم، تعداد تکرارها به ۸ تا ۱۲ کاهش و شدت به ۷۰-۸۵ درصد یک تکرار بیشینه افزایش یافت. در دو هفته انتهایی تعداد تکرارها به ۵ تا ۸ تکرار کاهش یافت، اما شدت تمرین به ۸۵-۹۰ درصد یک تکرار بیشینه رسید (۲۲). در پایان هر جلسه آزمودنی برنامه سرد کردن خود را به مدت ۱۵ دقیقه به صورت اختیاری اجرا کردند.

پروتکل تمرین نوروفیدبکی

جهت تمرینات نوروفیدبک برای گروه‌های مداخله دستگاه نوروفیدبک با سخت‌افزار پروکامپ ۱۲ و نرم‌افزار بیوگراف ۲ (هر دو ساخت کانادا) استفاده شد. تمرین نوروفیدبک به صورت ۲۰ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای مشتمل بر ۱۰ دقیقه اول افزایش و تقویت موج آلفا در ناحیه T3 و ۲۰ دقیقه دیگر به تقویت آلفا و سرکوب تتا در ناحیه Pz اجرا شد (۱۹). هدف این پروتکل ایجاد وضعیت آرمیدگی عمیق هوشیارانه است. در این پروتکل، بازخورد به صورت صوتی (صدای موج اقیانوس و رودخانه) ارائه شد. فرد با چشمان بسته در حالت آرامش کامل، اما هوشیار روی صندلی می‌نشیند و به اصوات گوش می‌دهد. آنچه در این پروتکل اتفاق می‌افتد، مواجهه فرد با افکار عمیق در حالت آرامش، کاهش و رفع تنش‌ها و عوارض نامطلوب تجارب گذشته و

Informatik Markup DEMO version www.informatik.com



شکل ۱. تقسیم‌بندی مجمله براساس سیستم ۱۰-۲۰ و نواحی مورد تحریک در این پژوهش (۲۰)

برنامه تمرین مقاومتی گروه تمرین مقاومتی شرکت داشت و به صورت جلسات جداگانه تمرین نوروفیدبکی را نیز دریافت می‌کرد. همچنین گروه کنترل در طول دوره مداخله با رعایت معیارهای ورود و خروج از تحقیق به فعالیت روزمره خود ادامه دادند.

سنجش فاکتورهای خونی

برای بررسی سطوح متغیرهای سرمی، خون‌گیری (۱۰ میلی‌لیتر) از ورید بازو و در حالت نشسته در دو مرحله، یک روز پیش از اولین جلسه تمرین (پیش‌آزمون) و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین در هفته هشتم و پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی با مدنظر قرار دادن نیمه عمر هورمون‌ها به عمل آمد. پس از پایان خون‌گیری، نمونه‌ها در لوله‌های آزمایش ریخته شد و سپس از طریق سانتریفیوژ با سرعت ۳۵۰۰ دور در ثانیه به مدت ۱۵ دقیقه، سرم جدا شده و در درون میکروتیوب‌ها ریخته شد و در منفی ۸۰ درجه سانتی‌گراد برای آنالیزهای بعدی فریز شد. برای اندازه‌گیری کورتیزول و گلوبولین متصل‌شونده به هورمون جنسی در آزمایشگاه از روش الیزا (ELISA) توسط کیت

برای ثبت EEG پیش‌آزمون ابتدا نقطه CZ با کمک سیستم تقسیم‌بندی ۱۰-۲۰ روی مجمله فرد مشخص می‌شد. سپس با الکل سفید پوست سر فرد پاک شده و با کمک ژل استاندارد نیوپرپ تمیز شد. الکتروادکتیو (آبی) با کمک چسب ۱۰-۲۰ روی سر و در نقطه موردنظر قرار گرفت. لاله گوش چپ و راست نیز با الکل و ژل نیوپرپ تمیز شده و بعد الکتروادگراند روی لاله گوش راست، و الکتروادفرنس روی گوش چپ نصب شد. هر ثبت بیس لاین ۲ دقیقه و ۱۰ ثانیه به طول کشید. سپس نقاط C3-C4 روی مجمله آزمودنی مشخص و با الکل سفید و ژل نیوپرپ تمیز شد. پروتکل تمرینی موردنظر (تقویت موج آلفا) از نوع بایوپلار (دو الکترواد روی مجمله نصب می‌شود) بوده و هر دو الکتروادکتیو (آبی) و رفرنس (زرد) روی مجمله و در نقاط C3-C4 با کمک چسب ۱۰-۲۰ نصب شد. ۲۰ دقیقه دیگر به تقویت آلفا و سرکوب تتا در ناحیه Pz اختصاص داشت. الکتروادگراند روی گوش راست باقی ماند. این برنامه تا ۲۰ جلسه ادامه یافت. گروه تمرین نوروفیدبکی علاوه بر مداخله تمرین نوروفیدبکی در همان

آزمون شاپیروویلیک، طبیعی بودن توزیع داده‌ها بررسی شد. برای مقایسه میانگین‌های آماری گروه‌ها از آزمون پارامتریک تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون تعقیبی بونفرونی و برای مقایسه تفاوت میانگین‌های مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون تی وابسته استفاده شد. همچنین به‌منظور اجرای تمامی آزمون‌های آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج

در جدول ۱، برخی از ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های پژوهش مانند سن، قد، وزن، چربی بدنی، محیط دور کمر، شاخص توده بدنی (BMI) و حداکثر اکسیژن مصرفی (Vo2max) گزارش شده است (جدول ۱).

آزمایشگاهی ویژه هر کدام استفاده شد. کورتیزول توسط کیت Human Cortisol ELISA Kit ساخت شرکت Biocompare آمریکا با حساسیت ۰/۰۴۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر و ضریب تغییرات درون و برون‌آزمی به ترتیب کمتر از ۸ و ۱۰ درصد اندازه‌گیری شد و گلوبولین پیوندی به هورمون جنسی نیز توسط کیت Human SHBG ELISA Kit ساخت شرکت Biocompare آمریکا با حساسیت ۰/۳۱۲ نانوگرم بر میلی‌لیتر و ضریب تغییرات درون و برون‌آزمی به ترتیب کمتر از ۵/۹ و ۹/۱ درصد اندازه‌گیری شد.

روش‌های آماری

پس از جمع‌آوری داده‌های خام برای آزمون فرضیه‌های تحقیق از روش‌های آمار استنباطی استفاده شد. ابتدا با

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه کنترل	گروه تمرین	گروه تمرین و نوروفیدبک
سن (سال)	۲۰/۳ ۲±/۱۱	۲۰/۲ ۲±/۰۵	۲۰/۵ ۲±/۲۱
قد (سانتی متر)	۱۶۷/۷ ۰±/۵۶	۱۶۷/۲ ۰±/۳۸	۱۶۹/۵ ۰±/۶۶
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۶ ۱±/۰۱	۶۷/۲ ۱±/۳۱	۶۹/۲ ۰±/۹۵
چربی بدن (درصد)	۱۲/۰±۱/۷۱	۱۲/۰±۲/۶۸	۱۲/۲ ۰±/۹۳
محیط دور کمر (سانتی متر)	۹۲/۰ ۱±/۲۶	۹۱/۲ ۰±/۸۶	۹۱/۸ ۱±/۰۲
BMI (kg/m ²)	۲۴/۱±۳/۰۵	۲۴/۱±۱/۱۲	۲۴/۱±۳/۳۵
Vo2max (ml/kg/min)	۵۴/۱±۴/۴۸	۵۴/۰±۲/۸۸	۵۴/۰±۳/۵۴

۰/۸۰ P=، تمرین مقاومتی نسبت به تمرین مقاومتی و نوروفیدبک برابر با ۰/۵۸ (P=) درصد چربی بدنی در مردان جوان لاغر با وضعیت کم‌حرکی سطح دوم تأثیر معناداری ندارد. سطوح مطلق کورتیزول سرمی متعاقب تمرین مقاومتی تکی نسبت به گروه کنترل تفاوت کاهشی غیرمعنادار (P=۰/۳۱) و نسبت به پیش‌آزمون تفاوت کاهشی معناداری داشت (P=۰/۰۰۱). همچنین سطوح مطلق کورتیزول سرمی در گروه تمرین مقاومتی و نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل و پیش‌آزمون تفاوت

نتایج پژوهش نشان داد شرکت در ۸ هفته برنامه تمرین مقاومتی تکی و ترکیبی با نوروفیدبک با جلسات تمرینی متناوب بر تغییرات مطلق (تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل برابر با ۰/۹۱ P=، تمرین مقاومتی و نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل برابر با ۰/۳۰ P=؛ تمرین مقاومتی و نسبت به پیش‌آزمون برابر با ۰/۶۲ P=، تمرین مقاومتی و نوروفیدبک نسبت به پیش‌آزمون برابر با ۰/۲۸ P=) و نسبی (تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل برابر با ۰/۸۸ P=، تمرین مقاومتی و نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل برابر با

نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل تفاوت معناداری نشان نداد ($P=0/118$). همچنین تغییرات نسبی سطوح کورتیزول سرمی در گروه تمرین مقاومتی نسبت به تمرین مقاومتی و نوروفیدبک درصد تغییرات متوسط (۲۶/۶۶ درصد) و معناداری ($P=0/008$) داشت.

کاهش معناداری نشان داد ($P=0/001$). بررسی تغییرات نسبی سطوح کورتیزول سرمی در گروه تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل درصد تغییرات بالا (۴۲/۳۵ درصد بیشتر) و معناداری ($P=0/001$) را نشان داد. تغییرات نسبی سطوح کورتیزول سرمی در گروه تمرین مقاومتی و

جدول ۲. نتایج مقایسه تفاوت میانگین‌های متغیرهای اندازه‌گیری شده در گروه‌های مورد مطالعه

متغیرها	گروه کنترل		گروه تمرین مقاومتی		گروه تمرین مقاومتی و نوروفیدبک	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
چربی بدن (درصد)	۱۲/۰±۱/۷۱	۱۲/۰±۱/۴۴	۱۲/۲±۰/۹۳	۱۲/۲±۰/۸۴	۱۲/۰±۲/۲۱	۱۲/۰±۲/۲۱
Pvalue			$p=0/58, p=0/88$		$p=0/28, p=0/30$	
کورتیزول (میکروگرم بر دسی‌لیتر)	۶/۰±۱/۰۷	۵/۲±۰/۰۵	۵/۹±۰/۰۶	۵/۰±۰/۰۵	۶/۵±۰/۰۸	۶/۵±۰/۰۸
Pvalue			$p=0/001 \ddagger, p=0/001 \ddagger, p=0/31 \ddagger$		$p=0/008 \ddagger, p=0/18 \ddagger, p=0/001 \ddagger \#$	
SHBG (نانومول بر لیتر)	۲۴/۱±۰/۳۶	۲۳/۰±۲/۲۲	۲۲/۵±۰/۴۱	۲۵/۰±۵/۴۸	۲۴/۰±۰/۵۳	۲۴/۰±۰/۵۳
Pvalue			$p=0/12, p=0/42, p=0/001 \ddagger \#$		$p=0/001 \ddagger, p=0/002 \#, p=0/001 \ddagger \#$	
SHBG/کورتیزول (نسبت)	۰/۲۴±۰/۰۱	۰/۲۲±۰/۰۰۲	۰/۲۵±۰/۰۱	۰/۱۹±۰/۰۰۳	۰/۲۷±۰/۰۲	۰/۲۷±۰/۰۲
Pvalue			$p=0/001 \ddagger, p=0/001 \ddagger \#$		$p=0/001 \ddagger, p=0/001 \ddagger \#$	

تفاوت معنی‌دار بین گروه کنترل و تجربی (\ddagger)، تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون ($\#$)، تفاوت معنی‌دار بین دو گروه تجربی ($\#$)

نوروفیدبک نسبت گروه کنترل و پیش‌آزمون (سطوح مطلق نه نسبی) تفاوت معناداری ($P=0/001$) را نشان داد. همچنین بین سطوح نسبی نسبت کورتیزول به SHBG در گروه تمرین مقاومتی نسبت به گروه تمرین مقاومتی و نوروفیدبک تفاوت معناداری ($P=0/94$) مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان داد متعاقب ۸ هفته تمرین مقاومتی تکی نسبت به تمرین مقاومتی ترکیبی با نوروفیدبک، سطوح کورتیزول سرم کاهش بیشتری را نشان می‌دهد. درحالی‌که سطوح SHBG در تمرین مقاومتی ترکیبی با نوروفیدبک افزایش معناداری داشت. در نهایت این پاسخ‌های متقابل سطوح کورتیزول و SHBG به تمرین مقاومتی تکی و ترکیبی با نوروفیدبک، سبب همسانی نتیجه در نسبت سطوح کورتیزول به SHBG در هر دو گروه شده است که نسبت به شرایط کنترل تغییرات معناداری داشته

همچنین سطوح مطلق SHBG در گروه تمرین مقاومتی و گروه تمرین مقاومتی و نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل تفاوت معناداری ($P=0/001$) را نشان داد. سطوح مطلق SHBG در گروه تمرین مقاومتی نسبت به پیش‌آزمون تفاوت غیرمعنادار ($P=0/42$) و سطوح مطلق SHBG در گروه تمرین مقاومتی و نوروفیدبک نسبت به پیش‌آزمون تفاوت معناداری ($P=0/003$) داشت. مقایسه میانگین‌های تغییرات نسبی سطوح SHBG در گروه تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل تفاوت غیرمعنادار ($P=0/12$) و در گروه تمرین مقاومتی و نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل تفاوت معناداری داشت ($P=0/001$). همچنین مقایسه تغییرات نسبی سطوح SHBG گروه تمرین مقاومتی نسبت به تمرین مقاومتی و نوروفیدبک تغییرات غیرمعناداری ($P=0/09$) را نشان داد. در نهایت، بررسی سطوح مطلق و نسبی کورتیزول به SHBG در گروه تمرین مقاومتی تکی و تمرین مقاومتی ترکیبی با

معنادار گزارش کردند (۱۲) که موافق با یافته ماست. در این زمینه دالی^۳ و همکاران (۲۰۰۵) اثر تمرین مقاومتی و کاهش وزن را بر سطوح SHBG بررسی و تغییر افزایشی در سطوح SHBG را متعاقب تمرین مقاومتی گزارش کردند، با وجود این اثر مطلق کاهش وزن بر سطوح SHBG را بدون تغییر گزارش کردند (۲۷). بنابراین به نظر می‌رسد دلیل و سازوکار اثر تمرین مقاومتی بر سطوح درصد چربی بدنی با تغییرات سطوح SHBG و کورتیزول اندکی متفاوت باشد. در برخی تحقیقات نشان داده شده است که سطوح SHBG بیشتر با وضعیت مقاومت به انسولین مرتبط است (۲۸)، بنابراین پاسخ وضعیت مقاومت به انسولین به تمرین می‌تواند در میزان تغییرات این فاکتور بعد از مشارکت در فعالیت ورزشی مؤثر باشد. همچنین در پژوهش دیگری، مرادی و همکاران (۱۳۹۲) اثر ۱۲ هفته از تمرین مقاومتی بر سطوح کورتیزول، تستوسترون و درصد چربی بدنی مردان جوان لاغر کم‌تحرک را بررسی کردند و به این نتیجه دست یافتند که درصد چربی و سطوح کورتیزول در این گروه از آزمودنی‌ها متعاقب این مدل از پروتکل تمرینی تغییری نمی‌کند. ولی سطوح تستوسترون را معنادار گزارش کردند و دلیل افزایش مطلوب وزن در این گروه را به این فاکتور نسبت دادند (۲۹). به لحاظ عدم تغییر معنادار درصد چربی بدنی در مردان جوان نتایج دو تحقیق موافق، ولی به لحاظ عدم تغییر سطوح کورتیزول در پژوهش مرادی و همکاران، نتایج تحقیق ما مغایر با یافته مرادی و همکاران است، زیرا در تحقیق ما با وجود ۸ هفته تمرین مقاومتی (۱۲ هفته تمرین در تحقیق مرادی و همکاران) سطوح کورتیزول در مردان جوان کاهش معناداری به لحاظ مطلق و نسبی داشت.

است. نتایج پژوهش حاضر موافق با یافته روبرتز^۱ و همکاران (۲۰۱۳) است که کاهش سطوح کورتیزول متعاقب ۱۲ هفته از تمرین مقاومتی را در مردان جوان دارای اضافه وزن و چاق گزارش کردند (۲۵). تفاوت دو تحقیق در نوع آزمودنی‌هاست که در پژوهش روبرتز و همکاران مردان جوان چاق و در تحقیق حاضر مردان جوان معمولی بود، که به نظر می‌رسد این تفاوت آزمودنی‌ها، موجب کاهش درصد چربی بدنی در تحقیق روبرتز و همکاران و عدم تغییر درصد چربی در آزمودنی‌های شده است. نکته جالب توجه دو مطالعه پاسخ کاهشی کورتیزول به تمرین مقاومتی با و بدون تغییر درصد چربی بدنی است. به نظر می‌رسد که تغییرات سطوح کورتیزول مجزا از وضعیت ترکیب بدنی آزمودنی‌ها، در مردان جوان به تمرین مقاومتی پاسخ کاهشی می‌دهد. همچنین در تحقیق روبرتز و همکاران سطوح SHBG افزایش معناداری داشت که موافق با نتایج ماست. با وجود این در بررسی نسبی تغییرات سطوح SHBG در گروه تمرین مقاومتی تکی شاهد تغییرات افزایشی ولی غیرمعناداری هستیم. بنابراین به نظر می‌رسد که نسبت به کورتیزول سطوح SHBG بیشتر با تغییرات چربی بدنی مرتبط باشد. همچنین غلامی و همکاران (۱۳۹۷) اثر ۸ هفته از تمرین مقاومتی بر سطوح SHBG و درصد چربی بدنی در زنان میانسال دارای اضافه وزن را بررسی و افزایش سطوح SHBG همراه با کاهش درصد چربی بدنی را در این گروه از آزمودنی‌ها گزارش کردند (۲۶). به نظر می‌رسد که پاسخ درصد چربی بدنی و SHBG متناسب با وضعیت ترکیب بدنی آزمودنی‌ها متفاوت است. در تحقیقی دیگر، کال^۲ و همکاران (۱۹۹۹) اثر ۸ هفته تمرین مقاومتی بر سطوح SHBG را در مردان جوان کم‌تحرک بدون تغییر معنادار و کاهش سطوح کورتیزول را

³. Daly

¹. Roberts

². Call

سازوکار عمل تغییرات سطوح کورتیزول متعاقب تمرین مقاومتی را در بیشتر مطالعات به فشار ذهنی ناشی از شدت تمرین نسبت داده‌اند (۳۰) که در پژوهش ما شدت تمرین در گروه تمرین مقاومتی تکی به صورت تدریجی افزایش یافت و به نظر می‌رسد که این مدل از پروتکل تمرینی از دلایل معنادار بودن سطوح کورتیزول در گروه تمرین مقاومتی تکی باشد. همچنین سازوکار تغییرات سطوح SHBG را می‌توان به تغییرات سطوح کورتیزول و انسولین نسبت داد (۳۱). هواتانن^۱ و همکاران (۲۰۰۰) اشاره کردند که سطوح SHBG با بالا رفتن تراکم انسولینی کاهش پیدا می‌کند و دلیل اصلی این تغییرات را افزایش آدیپوسیتی و بالا رفتن سطوح کورتیزول در آزمودنی‌های چاق عنوان کردند (۳۲). بنابراین این استدلال می‌تواند شکل گیرد که با کاهش آدیپوسیتی و پاسخ کاهشی سطوح کورتیزول، سطوح SHBG افزایش یابد. ادبیات پژوهشی در زمینه اثر تمرین ورزشی بر سطوح آدیپوسیتی به‌طور بدیهی نشان داده‌اند که شرکت در برنامه تمرین ورزشی (با هر مدل از پروتکل تمرینی) با کاهش سطوح چربی بدنی همراه است، بنابراین انتظار می‌رود که سطوح SHBG نیز به تناسب افزایش یابد. با وجود این، با استناد به نتایج این پژوهش می‌توان گفت که این استدلال در آزمودنی‌های معمولی نمی‌تواند به‌طور مطلق صادق باشد، زیرا در این گروه از آزمودنی‌ها سطوح SHBG بدون تغییر محسوس در سطوح چربی بدنی نیز روند افزایشی داشته است. بنابراین سازوکار عمل این تغییر را باید در موارد دیگری مانند تغییرات سایر هورمون‌ها مانند سطوح کورتیزول جست‌وجو کرد. نتایج ما از این ادعا حمایت می‌کند که متعاقب تمرین مقاومتی تکی در آزمودنی‌های مرد جوان تغییرات سطوح کورتیزول و SHBG تقریباً متقابل همدیگرند. درحالی‌که متعاقب تمرین مقاومتی و نوروفیدبک این رابطه تا حدودی تعدیل

می‌شود و با کاهش اندک (نسبت به تمرین مقاومتی) و افزایش بالای سطوح SHBG هستیم. بنابراین با استناد به نتیجه گروه تمرین مقاومتی و نوروفیدبک، مکانیسم عمل ارتباط بین کاهش سطوح کورتیزول و افزایش سطوح SHBG تا حدودی تضعیف می‌شود. احتمالاً عوامل عصبی و تغییرات نواحی بالاتر مغزی نسبت به ارتباط متقابل سطوح کورتیزول و درصد چربی بدنی به‌عنوان عوامل محیطی بدن، در تغییرات سطوح SHBG نقش داشته باشند. در این زمینه بنت^۲ و همکاران (۲۰۱۸) کاهش سطوح کورتیزول را در مردان جوان سطح دانشگاهی متعاقب تمرین نوروفیدبکی تکی گزارش کردند (۳۳) که می‌توان از نتیجه این مطالعه در تأیید ادعای نقش سیستم عصبی در تغییرات سطوح کورتیزول و به تبع آن سطوح SHBG استفاده کرد. مشخص شده است که SHBG به آندروژن‌ها با پیوند نانومولار اتصال می‌یابد. SHBG به دو صورت مهارکنندگی و تسهیل‌کنندگی و یا هر دو در فعالیت زیستی استروئید جنسی عمل می‌کند. این گلوبولین پیوندی همچنین در هر سه سطح داخل سلولی، غشای سلولی و خارج سلولی نقش‌های محوری خود را ایفا می‌کند و به نظر می‌رسد که در کاهش و افزایش آندروژن‌های آزاد و به تبع آن تغییرات ترکیب بدنی افراد نقش بسزایی ایفا می‌کند (۳۴). SHBG بیشتر توسط کبد تولید می‌شود و به درون جریان خون می‌ریزد. دیگر قسمت‌های بدن قابلیت تولید SHBG را دارند که از این قبیل موارد می‌توان به مغز اشاره کرد. ژن مربوط به SHBG تحت عنوان Shbg شناخته می‌شود که در کروموزوم ۱۷ در بخش 17p12→p13 قرار گرفته است. مکانیسم فعال‌کننده و پیش‌برنده SHBG فاکتور هسته‌ای هیپاتوسیت آلفا ۴

2. Bennett

1. Huatanen

(HNF4A)^۱ است که به DR1 متصل است. SHBG در اثر سطوح بالای انسولین، هورمون رشد، فاکتور رشدی شبه‌انسولین، آندروژن‌ها کاهش می‌یابد. همچنین سطوح بالای تیروکسین و استروژن سبب افزایش SHBG می‌شود (۳۵).

به نظر می‌رسد که تغییرات سطوح SHBG و ترکیب بدنی نیازمند سنجش جامع سایر فاکتورهای مرتبط با تغییرات ترکیب بدنی در مردان جوان مانند سنجش سطوح تستوسترون و بررسی نسبت این شاخص با سطوح کورتیزول باشد که به‌عنوان نقاط ضعف این پژوهش برجسته می‌گردد.

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در آزمودنی‌های مرد جوان، تغییرات سطوح کورتیزول و SHBG تا حدودی به عوامل عصبی و تحریکات مغزی نسبت داده می‌شود تا تغییرات سطوح فاکتورهای مرتبط با ترکیب بدنی. نکته کاربردی این تحقیق را می‌توان چنین برجسته کرد که با توجه به نقش عوامل عصبی در تنظیم تغییرات مرتبط با ترکیب بدنی، می‌توان از تعدیل این فاکتور به‌منظور کنترل بهتر ترکیب بدنی بهره‌مند شد. همچنین به‌منظور ادعای قاطع در این زمینه نیاز است تا تحقیقات بیشتری در زمینه ارتباط تغییرات هورمونی و ترکیب بدنی در افراد جوان و پاسخ به مدالیته‌های تمرینی مختلف صورت گیرد. همچنین می‌توان به محدودیت کنترل غذایی و ثبت دقیق میزان فعالیت روزانه آزمودنی‌ها در این تحقیق اشاره کرد که می‌تواند در مطالعات آینده به‌منظور تقویت نتایج مدنظر قرار گیرد.

منابع و مآخذ

1. Schwanbeck SR, Cornish SM, Barss T, Chilibeck PD. Effects of training with free weights versus machines on muscle mass ,strength, free testosterone, and free cortisol levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2020;34(7):1851-9.
2. Gholib G, Wahyuni S, Akmal M, Hasan M, Agil M, Purwantara B. The validation of a commercial enzyme-linked immunosorbent assay and the effect of freeze-thaw cycles of serum on the stability of cortisol and testosterone concentrations in Aceh cattle. *F1000Research*. 2019;8.
3. Li C, Ford ES, Li B, Giles WH, Liu S. Association of testosterone and sex hormone-binding globulin with metabolic syndrome and insulin resistance in men. *Diabetes care*. 2010;33(7):1618-24.
4. Sayyah M, Vakili Z, Ehtram H, Sarbandi F, Amooyi Z. Effects of aerobic exercise on testosterone and cortisol hormone of blood serum of sedentary male students. *International Journal of Sport Studies for Health*. 2019;2(1.(
5. Timon R, Olcina G, Tomas-Carus P, Muñoz D, Toribio F, Raimundo A, et al. Urinary steroid profile after the completion of concentric and concentric/eccentric trials with the same total workload. *Journal of physiology and biochemistry*. 2009;65(2):105-12.
6. Pourmirzaei N SR, Hojjati Zidashti Z, Izaddoust F, Moayedi A. 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. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2018;7:154-63.
7. Shariat A, Kargarfard M, Sharifi GR. The Effect of Heavy Resistance Exercise on Circadian Rhythm of Salivary Cortisol in Male Body Building Athletes. *Journal of Isfahan Medical School*. 2012;29(167.(
8. 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(1-2):25-30.
9. Bennett C. The Impact of a Neurofeedback Training Intervention on College Students' Levels of Anxiety, Stress, Depression, and Cortisol. 2018.
10. Montenegro R, Okano A, Gurgel J, Porto F, Cunha F, Massafferri R, et al. Motor cortex tDCS does not improve strength performance in healthy subjects. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2015; 21(2):185-93.
11. Pop-Jordanova N, Demerdzieva A. Biofeedback training for peak performance in sport-case study. *Macedonian journal of medical sciences*. 2010;3(2):113-8.
12. Hammond DC. What is neurofeedback? *Journal of neurotherapy*. 2007;10(4):25-36.
13. Gadea M, Aliño M, Hidalgo V, Espert R, Salvador A. Effects of a single session of SMR neurofeedback training on anxiety and cortisol levels. *Neurophysiologie Clinique*. 2020.
14. 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.

15. Häkkinen K, Pakarinen A, Alen M, Kauhanen H, Komi P. Relationships between training volume, physical performance capacity, and serum hormone concentrations during prolonged training in elite weight lifters. *International Journal of Sports Medicine*. 1987;8(S 1):S61-S5.
16. Pardridge WM, Eisenberg J, Fierer G, Musto NA: Developmental changes in brain and serum binding of testosterone and in brain capillary uptake of testosterone-binding serum proteins in the rabbit. *Brain Res* 1988; 466: 245–253.
17. Jaruvongvanich V, Sanguankeo A, Riangwiwat T, et al. Testosterone, sex hormone-binding globulin and nonalcoholic fatty liver disease: A systematic review and meta-analysis. *Ann Hepatol* 2017;16:382–94
18. Sarkar M, VanWagner LB, Terry JG, Carr JJ, Rinella M, Schreiner PJ, Lewis CE, Terrault N, in Young CA. Sex Hormone–Binding Globulin Levels in Young Men Are Associated With Nonalcoholic Fatty Liver Disease in Midlife. *The American journal of gastroenterology*. 2019 May;114(5):758.
19. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U, et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The lancet*. 2012;380(9838):247-57.
20. Ghorbanian B, Nourazarian M, Saberi Y. The effect of one period of progressive resistance training on plasma levels of omentin-1, insulin resistance, non-high density lipoprotein and some cardiovascular risk factors in men. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2017;11(2):94-103.
21. Wittert G, Livesey J, Espiner E, Donald R. Adaptation of the hypothalamopituitary adrenal axis to chronic exercise stress in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1996;28(8):1015-9.
22. Giacobbi Jr PR, Tuccitto DE, Frye N. Exercise, affect, and university students' appraisals of academic events prior to the final examination period. *Psychology of Sport and Exercise*. 2007;8(2):261-74.
23. Landers DM, Petruzzello SJ, Salazar W, Crews DJ, Kubitz KA, Gannon TL, et al. The influence of electrocortical biofeedback on performance in pre-elite archers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1991.
24. Zadkhosh SM, Gharayagh Zandi H, Hemayattalab R. The effects of Neurofeedback on Anxiety decrease and Athletic performance Enhancement. *Journal of Applied Psychological Research*. 2017;7(4):21-37.
25. Roberts CK, Croymans DM, Aziz N, Butch AW, Lee CC. Resistance training increases SHBG in overweight/obese, young men. *Metabolism*. 2013;62(5):725-33.
26. Gholami M TmR. Effect of resistance training on serum levels of estradiol, sex hormone-binding globulin (SHBG) and body composition in overweight premenopausal women. *Sport and exercise physiology*. 2020;2:30-42.

27. Daly RM, Dunstan DW, Owen N, Jolley D, Shaw JE, Zimmet PZ. Does high-intensity resistance training maintain bone mass during moderate weight loss in older overweight adults with type ۲ diabetes? *Osteoporosis international*. 2005;16(12):1703-12.
28. Pugeat M, Moulin P, Cousin P, Fimbel S, Nicolas MH, Crave JC, et al. Interrelations between sex hormone-binding globulin (SHBG), plasma lipoproteins and cardiovascular risk. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*. 1995;53(1-6):567-72.
29. Moradi F, AminiAghdam S, Abdi J, Matinhomae H. Effect of strength training on serum levels of adiponectin, testosterone, and cortisol in sedentary lean men. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2013;20(2):125-35.
30. Mohamadi S, Khoshdel A, Naserkhani F, Mehdizadeh R. The effect of low-intensity resistance training with blood flow restriction on serum cortisol and testosterone levels in young men. *Journal of Archives in Military Medicine*. 2015;3(3).
31. O'LEARY C, Hackney A. Acute and chronic effects of resistance exercise on the testosterone and cortisol responses in obese males: A systematic review. *Physiological research*. 2014;63(6).
32. Hautanen A. Synthesis and regulation of sex hormone-binding globulin in obesity. *International Journal of Obesity*. 2000;24(2):S64-S70.
33. Bennett C. The Impact of a Neurofeedback Training Intervention on College Students' Levels of Anxiety, Stress, Depression, and Cortisol. 2018.
34. Laurent MR, Vanderschueren D. Functional effects of sex hormone-binding globulin variants. *Nature Reviews Endocrinology*. 2014 Sep;10(9):516-7.
35. Feng C, Jin Z, Chi X, Zhang B, Wang X, Sun L, Fan J, Sun Q, Zhang X. SHBG expression is correlated with PI3K/AKT pathway activity in a cellular model of human insulin resistance. *Gynecological Endocrinology*. 2018 Jul 3;34(7):567-73.

The Effect of Single and Combined Resistance Training with Neurofeedback on Serum Levels of Cortisol, Sex hormone Binding Globulin and Body Composition Indices in Young Men

Bahloul Ghorbanian^{*1}- Behrouz Ghorbanzadeh² - Asgar Iranpour³- Bahman Samadi⁴

1, 2. Associate Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz. Iran3. PhD student, Department of Physical Education and Sport Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran 4.M.Sc, Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

(Received:2020/11/26;Accepted:2021/08/22)

Abstract

It seems that neurofeedback intervention with resistance training have an effect on changes in hormone levels related to body composition. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of single and combined resistance training with neurofeedback on serum levels of cortisol, sex hormone binding globulin and body composition indices in young males. Thirty young men were randomly assigned to resistance training (n = 10; mean±SD age, 20/2±2/05; BMI, 24/1±1/12), resistance training + neurofeedback (n = 10; mean±SD age, 20/5±2/21; BMI, 24/3±1/35), and control (n = 10; mean±SD age, 20/3±2/11; BMI, 24/1±1/12) groups. Intervention groups performed resistance training for eight weeks of (3 sessions per week / 60 minutes per session / with a gradual increase in intensity from 20-40% of a maximum repetition at the beginning to 85-90% at the end of sessions) or resistance + neurofeedback (They performed the resistance exercise with 30 minutes of electrical stimulation of the brain, including increasing and amplifying the alpha wave in the T3 region and amplifying the alpha and suppressing theta in the Pz region).In the pre- and post-test stages, levels of cortisol, sex hormone-binding globulin, and body composition indices were measured ($p \leq 0.05$). Serum cortisol levels of resistance training ($p = 0.001$) and resistance training + neurofeedback ($p = 0.008$) groups were significantly different from the control group. Sex hormone-binding globulin levels of resistance training + neurofeedback were significantly different from the control group ($p = 0.001$). The ratio of absolute levels of cortisol to sex hormone binding globulin in resistance training and resistance training + neurofeedback groups was significantly different from the control group ($p = 0.001$). Therefore, decreasing changes in cortisol levels in young men with resistance training + neurofeedback occur more than resistance training. However, sex hormone binding-globulin levels increased in both resistance training + neurofeedback and resistance training groups.

Keywords

Cortisol, Sex Hormone Binding Globulin, Resistance Training, Neurofeedback, young men.

* Corresponding Author: Email: b.gobanian@azaruniv.ac.ir ; Tel:+989143134396