

اثر دوزهای مختلف عصاره ریشه شیرین بیان با یک دوره تمرین مقاومتی بر فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام خون مردان کم تحرک و دارای اضافه وزن

حسن نقی زاده^۱

۱. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران*

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۱۷

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی اثر دوزهای مختلف ریشه شیرین بیان با تمرین مقاومتی بر فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام خون مردان کم تحرک و دارای اضافه وزن بود. در یک کارآزمایی نیمه تجربی - با طرح دوسویه کور، ۹۰ مرد کم تحرک و دارای اضافه وزن به شش گروه ۱۵ نفری (اول، تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۲۵۰ میلی گرم مکمل شیرین بیان در روز؛ دوم، تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی گرم مکمل شیرین بیان در روز؛ سوم، مصرف ۲۵۰ میلی گرم مکمل شیرین بیان در روز؛ چهارم، مصرف ۵۰۰ میلی گرم مکمل شیرین بیان در روز؛ پنجم، تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۲۵۰ میلی گرم دارونما در روز و ششم، کنترل با مصرف ۲۵۰ میلی گرم دارونما در روز) تقسیم شدند. برنامه تمرین مقاومتی به مدت هشت هفته و هفته ای سه جلسه اجرا شد. نتایج درون گروهی بیانگر افزایش معنادار گلوکاتایون پراکسیداز و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام در گروه تمرین - مکمل ۲۵۰ میلی گرم ($P = 0.023$)، تمرین - مکمل ۵۰۰ میلی گرم ($P = 0.014$)، و تمرین - دارونما ($P = 0.038$) بود. بیشترین درصد افزایش معنادار گلوکاتایون پراکسیداز (۴/۱۰ درصد) و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (۲۹/۷۱ درصد) به گروه تمرین - مکمل ۵۰۰ میلی گرم اختصاص داشت. نتایج بین گروهی نشان داد که اختلاف معنادار افزایشی بین گروه تمرین - مکمل ۲۵۰ میلی گرم، تمرین - مکمل ۵۰۰ میلی گرم و تمرین - دارونما با گروه های مکمل ۲۵۰، ۵۰۰ میلی گرم و کنترل در میانگین غلظت گلوکاتایون پراکسیداز و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام وجود داشت ($P < 0.05$). انجام تمرینات مقاومتی همراه با مصرف مکمل شیرین بیان احتمالاً می تواند در تقویت وضعیت آنتی اکسیدانی مردان کم تحرک و اضافه وزن مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: تمرین مقاومتی، مکمل شیرین بیان، گلوکاتایون پراکسیداز، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام، فشار اکسیداتیو

مقدمه

اضافه‌وزن و به‌دنبال آن چاقی، با افزایش فرایندهای التهابی، فراخوانی اجزای سیستم ایمنی به محل التهاب، افزایش مصرف ناکارآمد اکسیژن، تولید رادیکال‌های آزاد واکنشی و آپوپتوز همراه هستند که در نهایت، به مرگ بافت‌های حیاتی بدن منجر می‌شوند (۱). حاصل عمل رادیکال‌های آزاد محصولات متنوعی هستند که بر ساختارهای غشایی سلول‌ها، پروتئین‌های ساختمانی، آنزیمی و لیپیدی بدن اثرهای تخریبی دارد (۲)؛ البته دستگاه‌های حیاتی بدن با برخورداری از سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی از قبیل پاراکسوناز^۱ (PON)، سوپر اکساید دیسموتاز^۲ (SOD)، کاتالاز^۳ (CAT)، گلوتاتیون پراکسیداز^۴ (GSH-Px)، بیلی‌روبین، ویتامین E، C و غیره، تولید و شکل‌گیری رادیکال‌های آزاد را به حداقل می‌رسانند و بدین‌شکل از اثرهای مخرب آن‌ها جلوگیری می‌کنند (۳،۲). از عوامل اصلی شکل‌گیری اضافه‌وزن و چاقی کم‌تحرکی است که با کاهش سوخت‌وساز بدن و کاهش پایداری غشای سلول‌ها و بافت‌ها، موجب زمینه‌شکل‌گیری بیش‌از‌حد رادیکال‌های آزاد و تضعیف عملکرد دستگاه آنتی‌اکسیدانی بدن می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که در افراد کم‌تحرک چاق و دچار اضافه‌وزن، سطح فعالیت دستگاه آنتی‌اکسیدانی بدن پایین است و شواهد حاکی از دخالت اجزای سندروم متابولیک در این فرایندها است (۵،۴). در این راستا، اثبات شده است که فعالیت بدنی عاملی است که سبب افزایش سوخت‌وساز بدن می‌شود و از این طریق باعث ایجاد تعادل انرژی در بدن می‌شود و حتی در افراد چاق با ایجاد تعادل منفی انرژی، باعث افزایش و تقویت فعالیت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۶). بخش عمده‌ای از فعالیت‌های ورزشی، فعالیت‌های مقاومتی هستند که مکمل فعالیت‌های هوازی و بی‌هوازی هستند؛ البته آنچه به‌نظر می‌رسد مهم باشد، طراحی یک برنامه‌تربینی مناسب و کارآمد برای رسیدن به اهداف مطلوب است. بنابراین، آنچه در پژوهش حاضر بنابر اهمیت موضوع از دیدگاه سلامتی به آن پرداختیم، بررسی اثرهای مخرب اضافه‌وزن بر فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام^۵ مردان جوان کم‌تحرک با استفاده از تمرینات مقاومتی غیرخطی (با ویژگی استقامت عضلانی) همراه با مصرف دوزهای مختلف عصاره ریشه گیاه دارویی شیرین‌بیان است. الگوی تمرینات مقاومتی غیرخطی (با ویژگی استقامت عضلانی، تکرار و حجم تمرین بالا) به‌گونه‌ای است که با بهبود نیمرخ ترکیب بدنی (کاهش درصد چربی

-
1. Paraoxonase
 2. Superoxide Dismutase
 3. Catalase
 4. Glutathione Peroxidase
 5. Total Antioxidant Capacity (TAC)

بدن^۱، کاهش شاخص توده بدن^۲، کاهش توده چربی بدن^۳ و افزایش توده بدون چربی^۴، افزایش آمادگی قلبی- تنفسی (افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه^۵) و عملکرد عضلانی (افزایش قدرت عضلانی) باعث انسجام و پایداری غشاهای سلولی در برابر وضعیت‌های اکسیداسیونی می‌شود که این ویژگی اخیر وجه تمایز و منحصر به فرد این فعالیت‌ها از فعالیت‌های بدنی دیگر است (۹-۷). براساس مبانی نظری (۱۰-۸) و نتایج پژوهش نیک‌سرشت و همکاران (۷)، مشخص شده است که اجرای تمرین مقاومتی غیرخطی در افراد چاق و اضافه‌وزن با ایجاد سازگاری‌هایی البته سودمند در دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی (افزایش ظرفیت و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی)، دستگاه ایمنی (کاهش شاخص‌های التهابی) و ترکیب بدنی (کاهش وزن نامطلوب، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن و افزایش توده عضلانی) همراه است. همچنین، گزارش شده است که میزان تغییرات فشار اکسیداتیوی ناشی از برنامه‌های تمرین مقاومتی، تحت تأثیر اشکال مختلف تمرینات مقاومتی قرار دارد (۱۱). منصور و همکاران (۱۲) بیان کردند که هشت هفته تمرین مقاومتی غیرخطی در مقایسه با تمرین مقاومتی خطی، با کاهش بیشتر وزن اضافی نامطلوب، افزایش متوسط توده عضلانی، ایجاد فشار اکسیداتیو بالا و تقویت وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن همراه است؛ درحالی‌که عزیزبگی و همکاران (۱۳) نشان دادند که هشت هفته تمرین مقاومتی فزاینده خطی بر فعالیت سوپر اکساید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و استرس اکسیداتیو، در گلبول‌های قرمز مردان سالم اثر معناداری نداشته است (۱۳).

مطالعات فارماکولوژی نشان می‌دهند در جوامعی که از گیاهان دارویی استفاده می‌کنند، افراد از وضعیت سلامتی و اجتماعی مطلوب‌تری برخوردارند (۱۴، ۱۵). یکی از این گیاهان، گیاه شیرین بیان است. ریشه شیرین بیان دارای ترکیبات متعددی نظیر دکسی کورتیکوسترون^۶، اسید گلیسیریزین^۷، آسپاراژین^۸، رزین‌ها^۹، روغن‌های فرار (۱۶، ۱۷) و ترکیبات فلاونوئیدی مانند لیکیریتینجین^{۱۰}،

1. Body Fat Percentage (%BF)
2. Body Mass index (BMI)
3. Body Fat Mass (BFM)
4. Fat Free Mass (FFM)
5. VO2max
6. Doxy-Corticosterone
7. Glycyrrhizin Acid
8. Asparagine
9. Resins
10. Liquiritigenin

لیکیریتین^۱، ایزولیکیریتین^۲، ایزولیکیریتیجنین^۳ و کومارین^۴ (هرنیارین^۵ و اومبلی فرن^۶) است (۱۸، ۱۹). در این راستا، بیراری^۷ و همکاران (۲۰) اثرهای آنتی‌اکسیدانی، ضدچاقی و کاهش‌دهندگی لیپیدهای خون را در اثر مصرف شیرین‌بیان گزارش کردند. دلربا و همکاران (۲۱)، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز) گیاه شیرین‌بیان را در پاسخ به تنش‌های اکسیداتیو و پاکسازی رادیکال‌های آزاد نشان دادند. شاپنا^۸ و همکاران (۲۲) نشان دادند که عصاره متانولی شیرین‌بیان به دلیل وجود گلابرن، لیکوایزوفلاون B و گانکاوونین-۱ فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی در برابر شرایط تنش‌زا داشت. لیانگ^۹ و همکاران (۲۳) نشان دادند که سه ماه برنامه تمرینی کاهش وزن و مصرف اسید گلیسیریزین (مؤثرترین ماده آنتی‌اکسیدان شیرین‌بیان) در افراد چاق با افزایش غلظت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و مهار AGEs (عامل آپوپتوز سلول‌های اندوتلیال سیاهرگ بندناف انسانی) همراه است. به نظر می‌رسد که اسید گلیسیریزین، آنزیم‌های پراکسیداز، آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و ترکیبات فلاونوئیدی موجود در ریشه گیاه شیرین‌بیان، بیشترین سازش و اثر تعاملی را با فعالیت‌های بدنی داشته باشند. براساس فرضیات موجود، به نظر می‌رسد مکانیسمی که شیرین‌بیان به واسطه آن باعث تقویت دستگاه آنتی‌اکسیدانی بدن می‌شود، حساسیت چشمگیر اسید گلیسیریزین، ترکیبات فلاونوئیدی (لیکیریتیجنین، لیکیریتین، ایزولیکیریتین و ایزولیکیریتیجنین) و آنزیم‌های پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز موجود در ریشه گیاه شیرین‌بیان در پاک‌سازی و قطع زنجیره‌های رادیکال‌های آزاد واکنشی (اکسیژن یکتایی، هیدروکسیل، پراکسید هیدروژن و سوپراکسید) باشد (۲۱-۲۳). براساس مطالب ذکر شده می‌توان به خوبی نقش انکارناپذیر فعالیت‌های بدنی و مصرف گیاهان دارویی را در بهبود و تقویت دستگاه‌های بدن درک کرد و نتیجه‌گیری درست از این موضوع که مصرف گیاهان دارویی در کنار فعالیت‌های بدنی می‌تواند اثرهای هم‌افزایی مثبتی در بهبود و تقویت عملکرد دستگاه‌های بدن از جمله دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی داشته باشد، نیازمند انجام پژوهش‌های علمی دقیق‌تر است. همچنین، با توجه به علم دردسترس ما و بررسی پیشینه مطالعه حاضر، پژوهشی که به بررسی اثر تعاملی تمرین مقاومتی غیرخطی و گیاه شیرین‌بیان بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن پرداخته باشد، یافت نشد و تنها در چند مطالعه و آن هم فقط اثر اصلی تمرین یا گیاه شیرین‌بیان بررسی شده است؛ بر همین اساس، پژوهش

1. Liquiritin
2. Isoliquiritin
3. Isoliquiritigenin
4. Coumarins
5. Herniarin
6. Umbria Frene
7. Birari
8. Shapna
9. Liang

حاضر در تلاش است به این سؤال اصلی پژوهش پاسخ دهد که آیا اثر تعاملی تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف عصاره ریشه گیاه شیرین بیان بر فعالیت آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام مردان جوان کم تحرک و دارای اضافه وزن، معنادار است یا نه؟

روش پژوهش

دانشجویان پسر جوان سالم کم تحرک و دارای اضافه وزن شهرستان یزد در سال ۱۳۹۵ جامعه آماری پژوهش حاضر را تشکیل دادند؛ براین اساس، در یک کارآزمایی نیمه تجربی - با طرح دوسویه کور، ۹۰ دانشجوی پسر جوان سالم کم تحرک و دارای اضافه وزن با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال با روش نمونه گیری تصادفی ساده انتخاب شدند و در شش گروه ۱۵ نفری شامل تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۲۵۰ میلی گرم مکمل شیرین بیان در روز (NRT+SG250mg)، تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی گرم مکمل شیرین بیان در روز (NRT+SG500mg)، گروه مصرف ۲۵۰ میلی گرم مکمل شیرین بیان در روز (SG250mg)، مصرف ۵۰۰ میلی گرم مکمل شیرین بیان در روز (SG500mg)، گروه تمرین مقاومتی غیرخطی - دارونما (NRT+P250mg) و گروه کنترل - دارونما (C+P250mg) قرار گرفتند. آزمودنی ها از لحاظ شاخص های سن، قد، یک تکرار بیشینه^۱ پرس سینه، %BF، BMI و VO₂max همگن شدند. حجم نمونه براساس مطالعات قبلی در سطح معناداری آلفا یا خطای نوع اول (۰/۰۵ درصد) و توان بتا یا خطای نوع دوم (۰/۸) با استفاده از نرم افزار اس.پی.اس.اس.^۲ نسخه ۲۲ برای هر گروه ۱۵ نفر تعیین شد. پس از انتخاب آزمودنی ها، اهداف و اقداماتی که طی پژوهش انجام می شدند، برای آزمودنی ها شرح داده شدند و آزمودنی ها فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش را امضا کردند. معیارهای ورود به پژوهش عبارت بودند از: نداشتن بیماری های قلبی و عروقی، تنفسی، کلیوی و متابولیکی، نداشتن رژیم های غذایی خاص، مصرف نکردن مکمل های آنتی اکسیدانی، کم تحرک بودن و نداشتن فعالیت بدنی منظم در طول شش ماه قبل از انجام پژوهش. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل شرکت نامنظم در پروتکل تمرین، مصرف نکردن مکمل شیرین بیان به طور منظم، مبتلا شدن به بیماری، مصرف مکمل های رژیمی دیگر و شرکت در فعالیت های بدنی خارج از پروتکل تمرینی پژوهش حاضر بودند. در جدول شماره یک، مشخصات جسمانی آزمودنی ها ارائه شده است. اطلاعات جدول شماره یک نشان می دهد که گروه ها در زمان پیش آزمون تفاوت معناداری در مشخصات فیزیولوژیک و آنتروپومتریک نداشتند و گروه ها از این لحاظ همگن بودند.

1. One Maximum Repetition (1RM)
2. SPSS

جدول ۱- مشخصات جسمانی آزمودنی‌ها در شروع مطالعه (میانگین \pm انحراف استاندارد)

P	F	کنترل-دارونما		تمرین مقاومتی		تمرین مقاومتی غیرخطی		تمرین مقاومتی غیرخطی		گروه
		مکمل	۵۰ میلی گرم	مکمل	۲۵۰ میلی گرم	مکمل	۵۰۰ میلی گرم	مکمل	۲۵۰ میلی گرم	
۰/۸۳۵	۱/۷۶۴	۲۰/۸۷ \pm ۲/۷۹	۲۱/۴۱ \pm ۳/۱۵	۲۰/۳۰ \pm ۳/۲۷	۲۲/۶۴ \pm ۲/۴۳	۲۲/۰۳ \pm ۲/۱۱	سن (سال)			
۰/۷۱۱	۰/۸۹۴	۱۷۲/۶۰ \pm ۳/۸۱	۱۷۵/۵۸ \pm ۵/۱۱	۱۸۰/۷۰ \pm ۳/۲۳	۱۷۸/۱۶ \pm ۵/۱۷	۱۷۵/۱۹ \pm ۴/۱۷	قد (سانتی‌متر)			
۰/۱۱۰	۰/۴۱۰	۷۹/۴۰ \pm ۵/۱۸	۸۷/۲۴ \pm ۳/۷۰	۸۸/۱۴ \pm ۳/۹۳	۸۶/۱۷ \pm ۲/۷۰	۸۴/۱۹ \pm ۲/۷۲	وزن بدن (کیلوگرم)			
۰/۹۲۱	۱/۴۸۷	۲۲/۱۵ \pm ۲/۶۴	۲۲/۶۹ \pm ۱/۱۶	۲۲/۴۰ \pm ۳/۸۲	۲۱/۴۸ \pm ۳/۲۴	۲۲/۵۹ \pm ۲/۱۰	%BF (درصد)			
۰/۵۱۱	۰/۵۱۱	۶۲/۴۸ \pm ۳/۱۶	۶۵/۶۲ \pm ۴/۵۰	۶۶/۱۴ \pm ۲/۳۷	۶۶/۲۶ \pm ۲/۵۹	۶۴/۱۳ \pm ۳/۸۳	FFM (کیلوگرم)			
۰/۲۱۹	۱/۳۸۰	۲۶/۹۱ \pm ۱/۱۰	۲۷/۶۰ \pm ۱/۰۹	۲۷/۲۰ \pm ۲/۱۸	۲۷/۲۶ \pm ۲/۳۱	۲۷/۵۱ \pm ۱/۰۸	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)			
۰/۲۱۶	۰/۳۴۱	۰/۹۲ \pm ۰/۰۲	۰/۹۱ \pm ۰/۰۱	۰/۹۱ \pm ۰/۰۲	۰/۹۲ \pm ۰/۰۳	۰/۹۲ \pm ۰/۰۱	WHR (درصد)			
۰/۱۶۵	۰/۴۰۲	۸۰/۱۶ \pm ۱/۵۰	۷۹/۳۷ \pm ۲/۷۷	۷۹/۲۴ \pm ۲/۴۳	۸۱/۰۶ \pm ۱/۵۹	۸۰/۳۸ \pm ۱/۷۰	فشارخون دیاستول (میلی‌متر جیوه)			
۰/۵۹۸	۰/۳۹۸	۱۲۰/۰۵ \pm ۱/۴۱	۱۲۰/۱۴ \pm ۲/۰۸	۱۲۰/۵۲ \pm ۱/۶۲	۱۱۹/۷۲ \pm ۱/۷۳	۱۱۹/۳۰ \pm ۲/۴۰	فشارخون سیستول (میلی‌متر جیوه)			
۰/۴۸۷	۱/۴۱۱	۳۷/۷۱ \pm ۳/۴۳	۳۶/۴۸ \pm ۳/۶۱	۳۴/۴۱ \pm ۳/۱۰	۳۴/۹۰ \pm ۴/۴۷	۳۶/۲۹ \pm ۲/۵۲	IRM پرس پا (کیلوگرم)			
۰/۲۷۶	۲/۱۷۶	۳۳/۶۲ \pm ۴/۱۰	۳۲/۸۷ \pm ۳/۵۱	۳۰/۳۸ \pm ۴/۴۸	۳۱/۸۱ \pm ۳/۱۸	۲۹/۸۸ \pm ۳/۴۰	IRM پرس سینه (کیلوگرم)			
۰/۶۵۷	۰/۳۸۷	۳۶/۱۹ \pm ۲/۱۷	۳۴/۰۸ \pm ۵/۲۵	۳۵/۴۰ \pm ۳/۴۱	۳۴/۲۹ \pm ۳/۵۲	۲۶/۱۷ \pm ۲/۹۲	VO2max (ml.kg.min)			

قد و همچنین، وزن آزمودنی‌ها با استفاده از ترازوی پزشکی (سکا، مدل ۲۲۰، آلمان) به کیلوگرم اندازه‌گیری و ثبت شد. شاخص توده بدن براساس نسبت وزن (کیلوگرم) به مجذور قد (مترمربع) برآورد شد. نسبت دور کمر به دور باسن (WHR)^۱ با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شد. درصد چربی بدن به‌طور غیرمستقیم و برآوردی از طریق اندازه‌گیری چربی زیرپوستی در سه نقطه شکم، فوق‌خاصه و سه‌سربازو با استفاده از کالیپر لافایت مدل ۱۱۲۷، ساخت آمریکا اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۷):

$$\begin{aligned} & \times (0/00105) - (\text{مجموع چربی زیرپوستی سه نقطه}) \times (0/39287) = \text{درصد چربی بدن} \\ & 4/18845 - (\text{سن}) \times 0/15772 + (\text{مجموع چربی زیرپوستی سه نقطه}) \\ & \text{وزن کل} \times \text{درصد چربی بدن} = \text{توده چربی بدن} \\ & \text{توده چربی بدن} - \text{وزن کل} = \text{توده بدون چربی بدن} \end{aligned}$$

اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریکی و ترکیب بدنی در وضعیت بدون کفش و جوراب با حداقل لباس بعد از هشت ساعت ناشتایی صورت گرفت. از فشارسنج جیوه‌ای برای اندازه‌گیری فشارخون سیستول و دیاستول استفاده شد؛ به‌طوری‌که فرد در وضعیت نشسته و عضلات دست در حالت شل قرار داشت. اندازه‌گیری توسط فرد متخصص از سمت دست راست درحالی‌که روی میز گذاشته شده بود، صورت گرفت. از آزمودنی‌ها خواسته شد که حداقل یک ساعت قبل از اندازه‌گیری فشارخون، فعالیت شدید نداشته باشند و غذای سنگین، قهوه و دیگر نوشیدنی‌های محرک مصرف نکرده باشند. آزمودنی‌ها نباید برای مدت طولانی ناشتا باشند. پنج دقیقه قبل از معاینه، آزمودنی‌ها باید استراحت کامل داشته باشند و در هنگام معاینه لباس‌های سبک با آستین گشاد بر تن داشته باشند. اتاق معاینه هنگام اندازه‌گیری فشارخون باید ساکت و آرام باشد. از گفت‌وگوهای مهیج و شوخی هنگام اندازه‌گیری فشارخون باید خودداری شود. با توجه به احتمال افزایش فشارخون در اثر مصرف بیش‌ازحد شیرین بیان، کنترل فشارخون آزمودنی‌ها یکی از مهم‌ترین متغیرهای کنترل‌شده در این پژوهش بود که به‌صورت سه بار در هفته انجام گرفت. هیچ‌کدام از آزمودنی‌ها در طول دوره تمرینات با افزایش فشارخون که دارای علائم بالینی باشند، مواجه نشدند. برای سنجش IRM در حرکات تمرینی، آزمودنی‌ها در یک جلسه تحت آموزش نحوه اجرای درست برنامه تمرینات و نکات ایمنی قرار گرفتند. در ادامه، IRM در حرکات موردنظر (پرس پا، پرس سینه، پرس سینه شیب‌دار، پارویی نشسته، لیفت مرده، شکم با زانوی خمیده، کشش از بالا، بلندشدن روی پنجه پا، پشت ران، پرس

1. Waist to Hip Ratio

شانه، کشش هالتر تا چانه و جلو بازو هالتر) با استفاده از معادله برزیسکی^۱ برآورد شد؛ مطابق فرمول زیر (۱۳):

$$IRM = (0.0278 \times \text{تعداد تکرار}) - [1/0.278] = \text{وزنه جابه‌جاشده (کیلوگرم)}$$

برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی، ابتدا آزمودنی‌ها با نحوه دویدن روی نوارگردان آشنا شدند. در ادامه، حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از برنامه استاندارد آزمون بروس (۲۴) سنجش شد. با توجه به اینکه آزمودنی‌های این پژوهش مردان غیرفعال بودند، از فرمول زیر (۲۴) برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی استفاده شد:

$$= \text{حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)} \\ (آزمان \times 0.012) - (آزمان \times 0.451) + (\text{زمان} - 1/379) - 14/80$$

معیارهای قطع آزمون بروس برای آزمون شونده عبارت بودند از: افزایش ناگهانی و بیش‌ازحد ضربان قلب برای مدت طولانی و بازنگشتن آن به حالت طبیعی‌تر، افزایش ضربان قلب بیش از ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه، رنگ‌پریدگی مفرط صورت، داشتن سرگیجه و حفظ‌نکردن تعادل روی نوارگردان (۲۴).

تمام مراحل پژوهش در شرایط دمایی (۲۶-۲۷ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت نسبی (۵۰-۵۵ درصد) مشابه و یکسان در دو مرحله (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) با استفاده از ابزارها و روش‌های آزمایشگاهی معتبر انجام شدند.

برنامه تمرین مقاومتی غیرخطی طبق جداول شماره دو و شماره سه، براساس مدل پیشنهادی کرامر و فلک^۲ (۷، ۲۵) به مدت هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه اجرا شد. تمرینات مقاومتی به شکل دایره-ای و به صورت اصل اضافه‌بار انجام شدند؛ بدین صورت که IRM آزمودنی‌ها دو هفته یک بار تعیین شد و هفته‌های سوم و چهارم، پنجم و ششم، هفتم و هشتم، پروتکل تمرینی براساس IRM جدید و به‌کارگیری اصل اضافه‌بار انجام شد. همچنین، ۱۰ دقیقه برنامه گرم‌کردن در ابتدای شروع تمرینات و ۱۰ دقیقه دوره سردکردن در انتهای هر جلسه اجرا شد.

1. Brzycki
2. Kramer & Felk

جدول ۲- برنامه تمرین مقاومتی غیرخطی به ترتیب تعداد تکرار، درصد یک تکرار بیشینه و تعداد ست‌ها

شدت حرکات	خیلی سبک	سبک	متوسط	سنگین
پرس پا	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۳	۴/۹۰ × ۳
پرس سینه	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۳	۴/۹۰ × ۳
پرس سینه شیب‌دار	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	-	-
پارویی نشسته	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۳	۴/۹۰ × ۳
لیفت مرده	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۳	۴/۹۰ × ۳
شکم با زانوی خمیده	۱×۲۰	۲×۲۰	۳×۱۵	۳×۱۸
کشش از بالا	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	-
بلندشدن روی پنجه پا	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	۴/۹۰ × ۲
پشت ران	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	۴/۹۰ × ۲
پرس شانه	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	۴/۹۰ × ۲
کشش هالتر تا چانه	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	۴/۹۰ × ۲
جلو بازو هالتر	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	۴/۹۰ × ۲

استراحت بین حرکات و نوبت‌ها ۱، ۲-۱، ۳-۵ به ترتیب برای شدت‌های خیلی سبک، سبک و متوسط، سنگین

جدول ۳- ترتیب جلسات در برنامه تمرین مقاومتی غیرخطی

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
جلسه اول	L	L	M	VL	M	L	VL	H
جلسه دوم	M	VL	H	H	M	M	M	VL
جلسه سوم	L	H	L	L	L	H	L	M

شدت تمرینات: خیلی سبک (VL)، سبک (L)، متوسط (M)، سنگین (H)

آماده‌سازی و میزان مصرف مکمل شیرین بیان (با ماده مؤثر اسید گلیسرین کمتر از پنج درصد) به شرح زیر صورت گرفت. ابتدا با مطالعات فارماکولوژیک (۲۶، ۱۹، ۱۸) اطلاعات لازم در خصوص تهیه عصاره شیرین بیان که دارای بالاترین سودمندی باشد، به دست آمد. در ادامه، ریشه گیاه شیرین بیان در اوایل زمستان ۱۳۹۳ از مزرعه‌های پژوهشی-کشاورزی یاسوج جمع‌آوری شد و سپس، با کمک کارشناسان علوم گیاهی شناسایی شد. ریشه‌های مرطوب شیرین بیان پس از تمیزشدن و گرفتن گل‌ولای آن، با قیچی باغبانی به قطعات کوچک‌تری بریده شدند و در آن معمولی با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک هفته خشک شدند. ریشه‌های خشک شده با آسیاب چکشی پودر شدند و در کیسه‌های پلی‌اتیلن در فریزر (۱۸- درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. در ادامه، اندازه مورد نیاز از پودر مورد آزمایش در آب ریخته شد و محلول حاصل به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه گذاشته شد. بعد از ۲۴ ساعت، مایع رویی استخراج و فیلتر شد و توسط دستگاه

تقطیر در خلأ تلغیظ شد. نمونه تلغیظ شده روی شیشه ساعت قرار داده شد و در آون ۴۰ درجه سانتی‌گراد با تبخیر حلال، رسوب خشک شده حلال به دست آمد (۲۷). سپس، نمونه‌های مهیاشده با کمک پژوهشکده فرآورده‌های گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی استان البرز با مجوز بهداشتی لازم از اداره کل نظارت بر مواد غذایی وزارت بهداشت، زیر نظر متخصصان گیاهان دارویی به صورت کپسول‌های ۲۵۰ میلی‌گرمی با ماده مؤثر اسید گلیسیریزین کمتر از پنج درصد تهیه شدند. دارونما نیز در کپسول‌های ۲۵۰ میلی‌گرمی هم‌شکل و هم‌رنگ با کپسول‌های مکمل، اما با محتوای آرد سوخاری تهیه شد. هر روز ساعت ۱۷ عصر قبل از جلسه تمرینی، کپسول‌های مکمل و دارونما توسط مسئول مربوط به گروه‌های مصرف‌کننده شیرین بیان و دارونما داده شدند.

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی شیرین بیان با استفاده از روش‌های زیر صورت گرفت: اندازه‌گیری رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر طبق روش پروانه (۲۸) انجام شد. اندازه‌گیری قند قبل و بعد از هیدرولیز از رابطه زیر محاسبه شد (۲۹).

$$100 \times (100/4) \times (70/100) \times (\text{مصرفی تیتراسیون} / 25) = \text{درصد قند قبل و بعد از هیدرولیز}$$

$$25\% = \text{ضریب محلول فهلینگ} : 70 = \text{حجم اصلی} : 4 = \text{وزن نمونه}$$

مقدار کل ترکیبات فنولی موجود در عصاره ریشه شیرین بیان توسط رنگ‌سنجی به روش فولین-سیوکالتو^۱ بررسی شد. در این روش، مقدار کل ترکیبات فنولی براساس یک ترکیب فنولی انتخاب شده، بیان می‌شود و در اغلب موارد، این ترکیب اسید گالیک^۲ است و نتایج آن به صورت اکی‌والانت اسیدگالیک بیان می‌شود. مقدار کل ترکیبات فنولی با استفاده از معادله خط رسم شده برای اسیدگالیک برمبنای اسیدگالیک و به صورت میلی‌گرم در گرم نمونه خشک بیان می‌شود (۳۰). ارزیابی میزان مهار رادیکال آزاد دی.پی.پی.اچ. (DPPH)^۳ توسط عصاره با روش شیمیدان^۴ و همکاران (۳۱) و از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$100 \times \frac{(Ac - As)}{Ac} = \text{مهار رادیکال آزاد DPPH} (\%)$$

در این رابطه، Ac و As به ترتیب جذب کنترل و جذب نمونه هستند.

قدرت احیاکنندگی عصاره برای احیای یون‌های آهن سه ظرفیتی با روش یلدریم^۵ و همکاران (۳۲) ارزیابی شد. از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی زیاد و محلول استاندارد گلیسیریزین با خلوص ۷۵

1. Folin-Ciocalteu
2. Gallic Acid
3. 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl
4. Shimada
5. Yildirim

درصد، برای اندازه گیری میزان گلیسیریزین عصاره استفاده شد (۳۳). برای اندازه گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی کل عصاره از روش پریتو^۱ و همکاران (۳۴) استفاده شد.

جدول ۴- ترکیب شیمیایی ریشه شیرین بیان (برحسب وزن خشک)

ترکیب شیمیایی (درصد)	
۷/۳۸ ± ۰/۶۱	پروتئین
۲/۸۹ ± ۰/۳۷	چربی
۸/۰۴ ± ۰/۱۱	خاکستر
۴/۲۵ ± ۰/۵۹	رطوبت
۸/۴۷ ± ۰/۱۸	قند قبل از هیدرولیز
۱۱/۴۲ ± ۰/۷۵	قند بعد از هیدرولیز

جدول ۵- مقدار کل ترکیبات فنولی و میزان اسید گلیسیریزین به دست آمده از ریشه شیرین بیان

۶۱/۴۱۱ ± ۰/۷۲	ترکیبات فنولی (اکی والان اسید گالیک میلی گرم در گرم نمونه خشک)
۲/۰۱۵ ± ۰/۱۳	میزان گلیسیریزین (درصد)

جدول ۶- ارزیابی قدرت احیاکنندگی، ظرفیت آنتی اکسیدانی کل و مهار رادیکال آزاد عصاره شیرین بیان (میلی گرم عصاره در میلی لیتر)

۰/۰۹۴	قدرت احیاکنندگی
۰/۱۰۱	ظرفیت آنتی اکسیدانی کل
۰/۱۸۹	مهار رادیکال آزاد

اقدامات لازم جهت کنترل تغذیه آزمودنی‌ها با توجه به اینکه آزمودنی‌های این مطالعه دانشجویان پسر خوابگاهی بودند و عامل تغذیه از عوامل اصلی اثرگذار بر نتایج پژوهش حاضر بود، بدین شکل اجرا شد که برای کنترل این اثر مخل سعی شد همه آزمودنی‌ها از غذای سلف سرویس دانشگاه با توجه به نظر متخصص تغذیه استفاده کنند. وعده‌های غذایی‌ای که می‌توانستند بر متغیرهای وابسته پژوهش در طول پروتکل تمرینی تأثیرگذار باشند، از برنامه غذایی شرکت کنندگان حذف شدند و وعده‌های غذایی مناسب جایگزین آن‌ها شدند. همچنین، رژیم غذایی آزمودنی‌ها از طریق پرسش‌نامه ۲۴ ساعته یادآمد غذایی، ۲۴ ساعت مانده به اولین و آخرین مرحله خون‌گیری، از نظر

درشت‌مغذی‌ها (کربوهیدرات، چربی و پروتئین) و ریزمغذی‌ها (بتاکاروتن، ویتامین‌های C و E) پایش شد (جدول شماره هفت).

جدول ۷- تجزیه و تحلیل رژیم غذایی آزمودنی‌ها قبل و بعد از مداخله (انحراف استاندارد در میانگین)

معناداری	کنترل-دارونما	تغیرمقاومتی دارونما	مکمل ۵۰ میلی‌گرم	مکمل ۲۵۰ میلی‌گرم	تغیرمقاومتی غیرخطی	مکمل ۵۰۰ میلی‌گرم	تغیرمقاومتی غیرخطی	تغیرمقاومتی غیرخطی	زمان	گروه‌ها
۰/۸۹۰	۲۸۵۳۷ ± ۴۴۶۹	۲۸۳۴۸ ± ۳۷۷۲	۲۸۴۷۰ ± ۴۹۲۶	۲۹۲۱۴ ± ۴۹۳۱	۲۸۷۴۷ ± ۵۷۱۰	۲۹۲۱۴ ± ۴۹۳۱	۲۸۷۴۷ ± ۵۷۱۰	۲۷۹۱۶ ± ۲۱۱۱	پیش	کربوهیدرات (گرم در روز)
۰/۱۰۳	۲۸۹۷۰ ± ۴۶۵۸	۲۹۸۵۵ ± ۳۹۶۰	۲۸۸۷۷ ± ۳۴۴۰	۲۹۶۲۷ ± ۳۳۵۰	۲۹۸۶۴ ± ۶۶۳۷	۲۹۶۲۷ ± ۳۳۵۰	۲۹۸۶۴ ± ۶۶۳۷	۲۹۱۳۵ ± ۲۷۱۸	پس	چربی (گرم در روز)
۰/۱۶۵	۸۸۱۴۷ ± ۱۷۱۶۶	۸۴۴۰ ± ۳۲۷۰	۸۹۷۰ ± ۳۴۳۷	۸۵۱۹ ± ۳۴۱۸	۷۸۱۷ ± ۱۸۱۶	۸۵۱۹ ± ۳۴۱۸	۷۸۱۷ ± ۱۸۱۶	۸۷۳۳ ± ۲۱۱۵	پیش	پروتئین (گرم در روز)
۰/۱۵۷	۸۵۴۴ ± ۱۴۴۰	۹۱۵۱ ± ۲۴۸۱	۹۲۷۹ ± ۲۷۳۰	۹۰۸۴ ± ۲۷۲۶	۸۳۱۹ ± ۲۲۶۸	۹۰۸۴ ± ۲۷۲۶	۸۳۱۹ ± ۲۲۶۸	۹۰۵۴ ± ۲۴۱۸	پس	ویتامین C (گرم در روز)
۰/۴۸۵	۸۳۲۸ ± ۳۷۱۶	۹۱۵۸ ± ۲۵۱۷	۸۶۳۸ ± ۲۴۱۱	۹۳۶۱ ± ۳۰۵۰	۹۰۸۸ ± ۳۷۱۰	۹۳۶۱ ± ۳۰۵۰	۹۰۸۸ ± ۳۷۱۰	۸۴۷۷ ± ۳۲۲۰	پیش	ویتامین E (میلی‌گرم/روز)
۰/۱۸۱	۸۶۴۶ ± ۳۵۰۹	۹۶۶۰ ± ۲۸۱۱	۸۹۴۴ ± ۲۶۴۰	۹۵۶۶ ± ۳۴۶۴	۹۲۱۹ ± ۳۲۱۵	۹۵۶۶ ± ۳۴۶۴	۹۲۱۹ ± ۳۲۱۵	۹۱۸۰ ± ۳۷۲۶	پس	بتاکاروتن (میلی‌گرم/روز)
۰/۱۰۹	۶۲۴۴ ± ۱۶۰۸	۵۶۳۴ ± ۲۱۷۷	۶۲۲۹ ± ۲۱۶۰	۶۰۱۴ ± ۱۷۲۷	۵۷۱۸ ± ۱۷۴۸	۶۰۱۴ ± ۱۷۲۷	۵۷۱۸ ± ۱۷۴۸	۵۱۴۱ ± ۱۳۲۰	پیش	ویتامین E (میلی‌گرم/روز)
۰/۱۶۳	۶۴۳۷ ± ۱۹۱۱	۶۴۶۹ ± ۲۵۸۰	۶۶۵۰ ± ۳۴۱۶	۶۳۳۰ ± ۲۱۱۹	۶۷۲۲ ± ۲۰۳۶	۶۳۳۰ ± ۲۱۱۹	۶۷۲۲ ± ۲۰۳۶	۵۹۴۹ ± ۱۵۱۳	پس	ویتامین E (میلی‌گرم/روز)
۰/۳۷۶	۷۱۵ ± ۱۰۸	۴۵۲ ± ۲۱۰۸	۵۷۴ ± ۲۱۶۹	۴۵۴ ± ۲۱۶۹	۶۳۴ ± ۲۱۴۱	۴۵۴ ± ۲۱۶۹	۶۳۴ ± ۲۱۴۱	۵۱۴ ± ۲۱۱۳	پیش	ویتامین E (میلی‌گرم/روز)
۰/۱۷۹	۷۲۴ ± ۱۲۵	۵۶۸ ± ۲۱۴	۶۳۸ ± ۲۱۷۷	۵۲۶ ± ۲۱۵	۸۵۷ ± ۳۱۰۳	۵۲۶ ± ۲۱۵	۸۵۷ ± ۳۱۰۳	۶۲۴ ± ۳۳۷	پس	بتاکاروتن (میکروگرم/روز)
۰/۸۰۴	۶۱۹۴۸ ± ۳۰۴۷۱	۵۸۶۷۲ ± ۳۲۱۷۷	۵۳۱۱۴ ± ۲۷۷۳۱	۶۷۴۲۴ ± ۱۹۰۳۳	۶۱۵۱۵ ± ۳۷۹۴۹	۶۷۴۲۴ ± ۱۹۰۳۳	۶۱۵۱۵ ± ۳۷۹۴۹	۵۸۹۴۳ ± ۲۱۶۱۷	پیش	انرژی (کیلوکالری)
۰/۳۴۶	۵۹۳۶۹ ± ۲۹۸۲۶	۷۰۵۴۳ ± ۴۰۷۶۳	۶۴۴۲۳ ± ۳۱۷۴۹	۷۴۹۱۹ ± ۲۴۸۹۹	۸۲۵۲۷ ± ۳۰۶۱۵	۷۴۹۱۹ ± ۲۴۸۹۹	۸۲۵۲۷ ± ۳۰۶۱۵	۷۸۶۳۷ ± ۳۵۷۲۵	پس	
۰/۳۷۶	۲۶۴۹۴۸ ± ۹۷۷۴	۲۶۴۴۸۰ ± ۱۱۵۲۱	۲۶۶۲۷۰ ± ۱۰۴۶۹	۲۶۹۵۴۵ ± ۱۱۴۳۰	۲۵۹۱۷۸ ± ۹۸۱۲۶	۲۶۹۵۴۵ ± ۱۱۴۳۰	۲۵۹۱۷۸ ± ۹۸۱۲۶	۲۵۷۰۱۷ ± ۱۰۱۴۷	پیش	
۰/۳۱۶	۲۶۴۹۱۷۶ ± ۱۰۵۸۶	۲۷۹۹۳۴ ± ۱۲۴۱۶	۲۷۲۶۱۶ ± ۱۱۰۵۳	۲۷۷۱۸۱ ± ۱۱۹۱۰	۲۷۰۲۶۶ ± ۱۰۶۱۱	۲۷۷۱۸۱ ± ۱۱۹۱۰	۲۷۰۲۶۶ ± ۱۰۶۱۱	۲۷۳۰۶۰ ± ۱۱۳۱۸	پس	

* تفاوت معنادار بین گروهی در سطح P < 0.05

خون‌گیری و تجزیه و تحلیل متغیرهای بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده در تحقیق حاضر به شرح زیر انجام شد. ۴۸ ساعت قبل از شروع پروتکل تمرین و بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی، بین ساعت هشت و نه صبح و قبل از سنجش IRM، مقدار پنج سی‌سی نمونه خونی از ورید بازوئی دست راست آزمودنی‌ها گرفته شد (پیش‌آزمون). همین شیوه خون‌گیری بعد از ۴۸ ساعت از پایان آخرین جلسه تمرین نیز اجرا شد (پس‌آزمون). بخشی از نمونه‌های خونی به شکل سرم (بخش جدا شده پس از انعقاد نمونه خونی) با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ ساخت شرکت هتیج^۱ آلمان (۱۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه) جدا شدند و بخشی دیگر به صورت پلاسما با افزودن ماده ضد انعقاد EDTA تهیه شدند. سپس، نمونه‌های تهیه شده در میکروتیوب‌های ۱/۵ میکرولیتری ریخته شدند و تا زمان تجزیه و تحلیل آزمایش‌های بیوشیمیایی، در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز با استفاده از کیت مدل انسانی مربوط به آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز ساخت کمپانی شیمیایی کایمان آمریکا^۲ به روش کالری متری آنزیمی و الیزا اندازه‌گیری شد. حساسیت روش اندازه‌گیری ۰/۴۰ واحد در میلی‌لیتر و میزان دقت براساس ضریب تغییرات درون‌آزمونی ۲/۳ درصد بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام با استفاده از روش FRAP^۳ اندازه‌گیری شد (۲۶).

تمامی داده‌ها به صورت (میانگین \pm انحراف استاندارد) بیان شدند. ابتدا از آزمون آماری شاپیرو-ویلک^۴ برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها و از آزمون لوین^۵ برای بررسی تجانس واریانس‌ها استفاده شد. از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آنالیز واریانس دوره‌ها با اندازه‌گیری‌های مکرر طرح عاملی برای آزمون فرضیه‌ها استفاده شد. سطح معناداری برای تمام محاسبات $0.05 =$ در نظر گرفته شد و تمام محاسبات با بسته نرم‌افزاری اس.پی.اس.اس.^۶ نسخه ۲۲ انجام شدند.

نتایج

قبل از تمرین، مصرف انرژی روزانه گروه‌های تجربی در مقایسه با گروه کنترل از لحاظ درشت‌مغذی‌ها (کربوهیدرات، چربی و پروتئین) اختلاف معناداری را نشان نداد ($P > 0.05$) (جدول شماره هفت). در طول تمرین، مصرف درشت‌مغذی‌ها افزایش داشت؛ اما تفاوت معناداری بین گروه‌ها

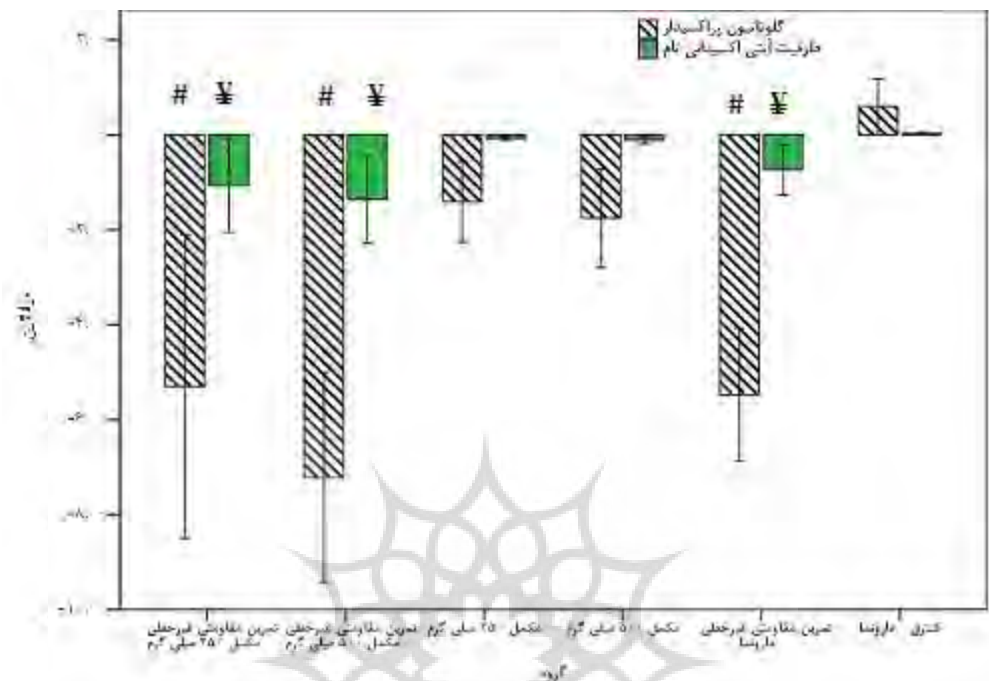
1. Hettich
2. Cayman Chemical Co. (USA)
3. Ferric Reduction Antioxidant Power (FRAP)
4. Shapiro-Wilk
5. Levin
6. SPSS

نیز مشاهده نشد ($P > 0.05$). بیشترین درصد تغییرات معنادار وزن بدن ($۴/۶۲$ درصد)، درصد چربی بدن ($۲۱/۷۲$ درصد)، شاخص توده بدن ($۳/۸۹$ درصد)، WHR ($۱/۰۴$ درصد) و توده بدون چربی بدن ($۱/۳۳$ درصد)، از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون، همگی مربوط به گروه تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در مقایسه با سایر گروه‌ها بودند ($P < 0.05$). از لحاظ عملکرد عضلانی 1RM پرس پا ($۴۳/۱۸$ درصد)، 1RM پرس سینه ($۳۱/۴۶$ درصد) و حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه ($۱۵/۲۳$ درصد)، بیشترین درصد تغییرات معنادار نیز به گروه تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در مقایسه با سایر گروه‌ها اختصاص داشت ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که اثر اصلی تمرین در جهت افزایش برای سطوح سرمی آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز ($P = 0.001$) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام ($P = 0.002$) معنادار است (جدول شماره هشت). اثر اصلی مکمل در جهت افزایش برای سطوح سرمی آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز ($P = 0.002$) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام ($P = 0.003$) نیز معنادار است (جدول شماره هشت). همچنین، مشاهده شد که اثر تعاملی تمرین و مکمل باعث افزایش سطوح سرمی آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام شده است که این افزایش تنها برای آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز ($P = 0.013$) معنادار است (جدول شماره هشت). نشان داده شد که بیشترین تغییرات معنادار افزایشی در آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون مربوط به گروه تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان است. همچنین، بین گروه‌های تمرین - مکمل و تمرین با گروه‌های مکمل و کنترل براساس تفاضل میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام تفاوت معناداری مشاهده شد (شکل شماره یک) ($P < 0.05$). نتایج درون‌گروهی نشان داد که بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام گروه تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان، تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان و گروه تمرین مقاومتی غیرخطی - دارونما، تفاوت معناداری وجود داشت (شکل شماره یک) ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که بیشترین اندازه اثر عامل آزمایشی (ES) بر فعالیت سرمی آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، عامل تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در مقایسه با سایر عامل‌های آزمایشی بود (جدول شماره هشت)؛ به طوری که این عامل بر فعالیت سرمی آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز اندازه اثر متوسط ($ES = 0.40$) و بر فعالیت سرمی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، اندازه اثر بزرگ ($ES = 2.29$) داشت.

جدول ۸- مقادیر سرمی GSH-Px و TAC آزموندهی ها قبل و بعد از هشت هفته مداخله (انحراف استاندارد ± میانگین)

نتایج آنالیز واریانس دو راهه		کنترل - دارونما		تمرین مقاومتی		شیرین بیان ۵۰۰ میلی گرم مکمل		شیرین بیان ۲۵۰ میلی گرم مکمل		شیرین بیان ۱۵۰ میلی گرم مکمل		شیرین بیان ۵۰ میلی گرم مکمل		شیرین بیان ۰ میلی گرم مکمل	
f x s	s	f	t	f	t	f	t	f	t	f	t	f	t	f	t
* / ۰.۱۳	* / ۰.۰۰۲	۱۴۰.۶۵ ± ۱۳.۱۴	۱۵۰.۰۹ ± ۱۹.۱۴	۱۴۸.۳۱ ± ۱۶.۰۱	۱۲۹.۱۵ ± ۱۴.۱۵	۱۵۱.۱۲ ± ۱۷.۱۱	۱۴۵.۱۷ ± ۱۲.۴۰	۱۴۰.۱۵ ± ۱۴.۱۹	۱۵۷.۳۴ ± ۱۹.۴۱	۱۵۰.۴۷ ± ۱۴.۲۶	۱۴۵.۱۷ ± ۱۲.۴۰	۱۴۰.۱۵ ± ۱۴.۱۹	۱۵۷.۳۴ ± ۱۹.۴۱	۱۵۰.۴۷ ± ۱۴.۲۶	۱۴۵.۱۷ ± ۱۲.۴۰
		۰.۰۶	-۰.۴۷	-۱.۵۶	-۱.۰۰	-۶.۲۱	-۵.۳۰	۰.۶۱	۰.۴۷	۰.۴۰	۰.۴۰	۰.۶۱	۰.۴۷	۰.۴۰	۰.۴۰
		% -۰.۴۲	% ۳.۶۴	% ۱.۰۵	% ۰.۷۱	% ۴.۱۰	% ۳.۶۵	% ۰.۷۱	% ۰.۴۷	% ۰.۲۶	% ۰.۲۶	% ۰.۷۱	% ۰.۴۷	% ۰.۲۶	% ۰.۲۶
		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
* / ۰.۵۷	* / ۰.۰۰۲	۷۱.۰ ± ۰.۵۹	۴۷.۷ ± ۰.۸۶	۶۴.۹ ± ۱.۷۱	۵۴.۴ ± ۱.۲۷	۴۶.۱ ± ۰.۷۶	۶۱.۵ ± ۱.۳۷	۵۹.۸ ± ۱.۳۳	۵۹.۸ ± ۰.۸۴	۷۲.۱ ± ۱.۵۱	۶۱.۵ ± ۱.۳۷	۵۹.۸ ± ۱.۳۳	۵۹.۸ ± ۰.۸۴	۷۲.۱ ± ۱.۵۱	۶۱.۵ ± ۱.۳۷
		۰.۰۲	-۰.۷۴	-۰.۱	-۰.۰۸	-۱.۳۷	-۱.۰۶	-۰.۰۸	-۱.۳۷	-۱.۰۶	-۱.۰۶	-۰.۰۸	-۱.۳۷	-۱.۰۶	-۱.۰۶
		% -۰.۱۸	% ۱.۵۵۱	% ۰.۱۵	% ۰.۱۴۷	% ۳.۹۷۱	% ۱.۷۲۳	% ۰.۱۴۷	% ۳.۹۷۱	% ۱.۷۲۳	% ۱.۷۲۳	% ۰.۱۴۷	% ۳.۹۷۱	% ۱.۷۲۳	% ۱.۷۲۳
		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

VP: درصد تغییرات، MD: تفاوت میانگین ها، ES: اثر عامل آزمایشی
 اثر اصلی تمرین، S: اثر اصلی مکمل، ES: اثر تعاملی تمرین و مکمل.
 * تفاوت معنادار در سطح P < 0.05



شکل ۱- تفاضل میانگین تغییرات سرمی گلوکوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام آزمودنی‌ها بعد از هشت هفته مداخله

تفاوت معنادار با گروه مکمل ۲۵۰ میلی گرم، ۵۰۰ میلی گرم و کنترل ($P < 0.05$).

% تفاوت معنادار با پیش‌آزمون ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

کم‌تحرکی، وزن اضافی نامطلوب و متعاقب آن چاقی، از اجزای اصلی سندرم متابولیک و تضعیف سیستم ایمنی و ضداکسایشی بدن به‌شمار می‌روند. این پژوهش با هدف تأثیر مصرف دوزهای مختلف ریشه گیاه شیرین‌بیان و تمرین مقاومتی غیرخطی بر فعالیت آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام بدن مردان کم‌تحرک دارای اضافه‌وزن، اجرا شد. در این پژوهش، مصرف شیرین‌بیان با دوزهای ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم و تمرین مقاومتی غیرخطی، به‌تنهایی و به‌صورت ترکیبی (با انرژی مصرفی مشابه)، اثرهای سودمند معناداری را بر وزن بدن، توده چربی بدن، توده بدون چربی بدن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدن و WHR بعد از هشت هفته پروتکل تمرینی داشت؛ البته بیشترین درصد تغییرات مربوط به تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم شیرین‌بیان در مقایسه با سایر گروه‌ها بود. این تغییرات بر اثر تعاملی تمرین با

مکمل شیرین بیان بر شاخص‌های ذکر شده دلالت دارند. این مسئله از بعد سلامتی می‌تواند حائز اهمیت باشد؛ زیرا، گزارش شده است که چربی بدن و ترکیب بدن بر فشار اکسیداتیو و تولید گونه‌های فعال اکسیژنی تأثیرگذار است (۱، ۱۴).

از نتایج دیگر سودمند پروتکل تمرینی پژوهش حاضر می‌توان به افزایش معنادار قدرت عضلانی (اندازه‌گیری شده به صورت IRM پرس پا و پرس سینه) در تمام گروه‌های تجربی به‌ویژه در گروه تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم شیرین بیان اشاره کرد. این بهبودی در قدرت عضلانی با تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف شیرین بیان، با بهبودی در حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه و کاهش توده چربی بدن، شاخص توده بدن و WHR (اثرهای مثبت) همراه بود. بیشترین بهبودی در حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه (۱۵/۲۳ درصد) بعد از تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم شیرین بیان مشاهده شد که با یافته‌های پژوهش گتمن^۱ و پولاک^۲ همسو است (۳۵، ۳۶). آن‌ها گزارش کردند که برنامه‌های وزنه‌ای کوتاه‌مدت با مصرف مکمل‌های ویتامینی (هشت تا ۲۰ هفته) حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه را در زنان و مردان، به ترتیب چهار و هشت درصد افزایش می‌دهد. گزارش شده است که تمرین مقاومتی با ویژگی استقامت عضلانی به بیوژنز میتوکندریایی منجر می‌شود و سطح مقطع بزرگ‌تر تارها مسافت انتشار اکسیژن و سوبستراها را افزایش می‌دهد (۲۵، ۳۵). افزون‌براین، مصرف شیرین بیان به دلیل داشتن ترکیبات فلاونوئیدی و فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز ظرفیت اکسایشی عضلات را افزایش می‌دهد (۲۳)؛ بنابراین، افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه در پژوهش حاضر را می‌توان به تغییرات احتمالی‌ای که در محیط ساختاری و فیزیولوژیک عضلات به وجود آمده است، نسبت داد. هایری چاکیر- اتابک^۳ و همکاران (۳۷) گزارش کردند که تمرینات مقاومتی با ویژگی هایپرتروفی و قدرتی می‌توانند موجب کاهش آسیب سلولی و فشار اکسیداتیو در طولانی‌مدت شوند. مکانیسم‌های احتمالی افزایش قدرت عضلانی در پژوهش حاضر را می‌توان به فعال‌سازی واحدهای حرکتی، فعال‌سازی پروتئین کیناز و فسفاتاز درون سلولی، فعال‌سازی کلسی نورین، کاهش فعالیت میواستاتین، فعال‌سازی کاتکولامین‌ها و هورمون رشد شبه‌انسولینی، مهار مسیر یو بی کوئیتین- پروتئازوم، تنظیم مثبت کانال رهایش کلسیم و مهار آتروچین-۱ نسبت داد (۳، ۸، ۱۰، ۱۱، ۳۷).

-
1. Gettman
 2. Pollack
 3. Hayriye Cakir-Atabek

از نتایج دیگر پژوهش حاضر می‌توان به افزایش معنادار مقادیر سرمی آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، بعد از هشت هفته پروتکل تمرینی در تمام گروه‌های تجربی در مقایسه با شرایط کنترل اشاره کرد. بیشترین تغییرات افزایشی معنادار مقادیر سرمی آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز (۴/۱۰ درصد) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (۲۹/۷۱ درصد) به گروه تجربی دوم (تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم شیرین بیان) اختصاص داشت. در مقایسه اندازه اثر عامل آزمایشی در پژوهش حاضر به این نکته می‌توان اشاره کرد که بیشترین اندازه اثر عامل آزمایشی بر فعالیت سرمی آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، عامل تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین بیان در مقایسه با سایر عامل‌های آزمایشی بود؛ به طوری که این عامل بر فعالیت سرمی آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز اندازه اثر متوسط ($ES = 0.40$) و بر فعالیت سرمی ATC اندازه اثر بزرگ ($ES = 2.29$) داشت. افزایش فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام بر این موضوع دلالت دارد که احتمالاً تمرین مقاومتی غیرخطی بیان ژن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، بدن را تنظیم مثبت کرده است و به موجب چنین سازگاری‌ای، فعالیت سرمی آنزیم‌ها افزایش یافته است (۳۸، ۳۹). افزون‌براین، این نکته را باید مدنظر داشت که یک نوع از ایزوآنزیم‌های آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز برای انجام فعالیت مطلوب به سلنیوم به‌عنوان کوفاکتور نیاز دارد (۴۰). از آنجایی که در پژوهش حاضر از گیاه دارویی شیرین بیان استفاده شد و در پژوهش‌های فارماکولوژی به وجود سلنیوم در ترکیبات این گیاه اشاره شده است، می‌توان استنباط کرد که مصرف مکمل شیرین بیان همراه با تمرین توانسته است از کاهش کوفاکتور (سلنیوم) گلوکاتایون پراکسیداز جلوگیری کند و فعالیت آنزیم را افزایش دهد و در پی آن، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام بدن افزایش یابد. این موضوع احتمالاً می‌تواند افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام بدن را در پژوهش حاضر توجیه کند. همچنین، گزارش شده است که مصرف اسید گلیسیریزین (مؤثرترین ماده آنتی‌اکسیدانی شیرین بیان) باعث مهار AGEs (عامل مؤثر در تولید ROS و آپوپتوزهای سلول‌های اندوتلیال سیاهرگ بندناف انسانی (HUVECs)، افزایش معنادار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش معنادار فشار اکسیداتیو را به همراه دارد (۲۳). همسو با نتایج پژوهش حاضر، توکر^۱ و همکاران (۴۱) نشان دادند که تمرین اینتروال با شدت بالا در افراد غیرفعال با سندرم متابولیک، با افزایش بیان ژن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی همراه است. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش لیانگ و همکاران (۲۳) مبنی بر اینکه سه ماه برنامه تمرینی کاهش وزن در مردان چاق، فعالیت دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی آنزیمی بدن را متعاقب کاهش وزن افزایش می‌دهد (۲۳) همسو بود و با نتایج پژوهش عزیزبگی و همکاران (۱۳) که گزارش کردند هشت هفته تمرین

مقاومتی بر فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام بدن گلبول‌های قرمز مردان چاق تأثیر معناداری نداشت، مغایرت داشت. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سطوح شاخص‌های آسیب سلولی و فشار اکسیداتیو بعد از انجام فعالیت مقاومتی دایره‌ای با شدت ۱۰ تکرار بیشینه شش و ۲۴ ساعت بعد از آن، در مردان سالم به‌طور معناداری افزایش می‌یابد (۱۳). علاوه بر این، هافمن^۱ و همکاران (۴۲) گزارش کردند که فشار اکسیداتیو بعد از فعالیت با شدت ۶۰ و ۹۰ درصد تکرار بیشینه، به‌طور معناداری افزایش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد که فعالیت‌های مقاومتی با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و ایجاد فشار اکسیداتیو در محیط سلول، موجب سازگاری (بیوسنتز DNA آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی) و کاهش فشار اکسیداتیو در بلندمدت می‌شوند. لیو^۲ و همکاران (۴۳) گزارش دادند که یک هفته تمرین مقاومتی شدید در وزنه‌برداران موجب کاهش فعالیت دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی می‌شود و فشار اکسیداتیو را افزایش می‌دهد و حجم‌های تمرینی زیاد و بازیافت کوتاه‌مدت بعد از تمرینات می‌توانند پاسخ فشار اکسیداتیو را به‌همراه داشته باشند. باید خاطر نشان کرد که دوره بازیافت بلندمدت ۳۰ تا ۹۰ ثانیه در تمرینات مقاومتی با شدت متوسط حجم بالا و دوره بازیافت بلندمدت دو تا پنج دقیقه در تمرینات مقاومتی شدید با حجم کم می‌تواند در سازگاری‌های احتمالی تأثیرگذار باشد و حتی تعداد حرکات تمرین مقاومتی و نیز نوع گروه عضلانی مورد استفاده در نتیجه‌گیری نهایی مؤثر است؛ به‌طوری‌که در پژوهش حاضر از یازده حرکت و کل بدن استفاده شده است و شاید این موضوع توجیه مناسبی برای تناقض‌های موجود باشد. برخی گزارش‌ها حاکی از آنند که افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و در پی آن، کاهش فشار اکسیداتیو در آزمودنی‌های جوان نسبت به آزمودنی‌های مسن بیشتر است (۱۳). پاریس^۳ و همکاران (۴۴) گزارش کردند که ۱۴ هفته تمرین مقاومتی سطوح استراحتی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (CuSOD, MnSOD, GSH-Px) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام مردان مسن را افزایش نداد که این یافته با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد و دلیل احتمالی آن را می‌توان به مصرف مکمل و آزمودنی‌های جوان پژوهش حاضر نسبت داد.

در یک نگاه، از این نتایج می‌توان استنباط کرد که تمرین مقاومتی غیرخطی اثرهای سودمندی بر فعالیت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن (افزایش مقادیر سرمی آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام) دارد؛ البته بیشترین سودمندی و اندازه اثر عامل آزمایشی زمانی حاصل شد که به‌همراه تمرین، مکمل ۵۰۰ میلی‌گرمی شیرین بیان (گیاه دارویی با خواص مهم آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، اکسیداسیون چربی، زخم معده، آنتی‌موتاژنیک، کاهنده کلسترول و غیره) مصرف شد

-
1. Haffman
 2. Liu
 3. Parise

که نتایج گروه تجربی دوم این موضوع را تأیید می‌کند. چندین مکانیسم برای افزایش ظرفیت اکسایشی بدن به دنبال فعالیت‌های بدنی پیشنهاد شده‌اند که شامل آنزیم‌های کلیدی میتوکندریایی، انتقال‌دهنده‌های گلوکز، انتقال‌دهنده‌های لاکتات غشای عضلانی، فعال‌سازی ۵-آدنوزین مونوفسفات فعال شده با پروتئین کیناز (AMPK) و PGC-1، فاکتور هسته‌ای-B (NF-B)، کاهش توده چربی بدن، کاهش حضور مهارکننده‌های گردشی درون‌زا (۱۳) و کاهش اختلالات متقابل آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (۴۶، ۴۵) هستند و شاید اثرهای تطابقی آنزیم ذکر شده و احتیاج بیشتر مسیر این آنزیم در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد تولید شده در طی تمرینات مقاومتی باشد. در گذشته، بعضی پژوهش‌ها اثرهای فعالیت‌های کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت را بر استرس اکسیداتیو و دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن بررسی کرده‌اند (۴۷، ۲۹)؛ اما این نتایج کاملاً متناقض هستند؛ به طوری که بعضی از این نتایج پیشنهاد می‌کنند که افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن ناشی از فعالیت است (۴۸، ۳۰)؛ در حالی که مطالعات دیگر نشان داده‌اند که فعالیت‌های کوتاه‌مدت موجب کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شوند (۴۹). به طور کلی، تناقض در نتایج مطالعات انجام شده را می‌توان به وضعیت سلامتی آزمودنی‌ها، میزان تأثیرپذیری و پاسخ‌های متفاوت آزمودنی‌ها نسبت به تمرینات مقاومتی، جنسیت، سابقه تمرینی، نوع تمرینات، مکمل‌سازی، وضعیت تغذیه، نوع نمونه ارزیابی شده، نوع تارهای عضلانی، نژاد آزمودنی‌ها، نمونه‌های حیوانی در مقابل انسانی، روش‌های سنجش شاخص‌های بیوشیمیایی، زمان نمونه‌گیری و زمان سنجش متغیرها نسبت داد. این پژوهش مانند پژوهش‌های دیگر خالی از محدودیت نبود. نبود پیشینه پژوهشی مشابه و تعداد نمونه‌های کم، از محدودیت‌های بارز پژوهش حاضر به‌شمار می‌روند. همچنین، برای روشن‌تر شدن سازوکارهای مولکولی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و تغییرات آن‌ها در بدن به دنبال تمرینات مقاومتی غیرخطی با مصرف مکمل شیرین‌بیان، انجام پژوهش‌های گسترده‌ای نیازمند است. در نهایت، امید است نتایج حاصل از این پژوهش توانسته باشد اطلاعات هرچند اندک اما سودمندی را در اختیار پژوهشگران آینده بگذارد.

در این پژوهش، میزان فعالیت آنزیم گلوکاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، قدرت عضلانی و حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه مردان کم‌تحرك دارای اضافه‌وزن افزایش داشت؛ اما توده چربی بدن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدن و WHR کاهش نشان داد. بیشترین درصد تغییرات در شاخص‌های ذکر شده در گروه تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم شیرین‌بیان مشاهده شد؛ بنابراین، با توجه به معنادار بودن این تغییرات، افراد کم‌تحرك و با اضافه‌وزن می‌توانند برای تقویت دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن از تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف شیرین‌بیان استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسنده از همکاری تمام افرادی که در پژوهش حاضر شرکت داشتند، تشکر و قدردانی می نماید.

منابع

1. Sekeroglu MR, Tarakcioglu M. Effect of acute and regular exercise on antioxidative enzymes, tissue damage markers and membrane lipid peroxidation of erythrocytes in sedentary students. *Tr J of Medical Sciences*.2013;18:411- 4.
2. Roberta C, Maria V, Guglielmo D, Ivan D, Federico Q, Monica P. et al. Oxidative stress responses to a graded maximal exercise test in older adults following explosive-type resistance training. *J Redox Biology*. 2014;(2):65-72.
3. Delavar R, Mogharnasi M, Khoobkhahi N. The Effects of Combined Training on Oxidative Stress and Antioxidant Defense Indicators. *Int J Basic Sci Med*, 2017;2(1):29-32.
4. Farzanegi P, Habibian M, Kaftari A. Effect of 6-weeks aerobic exercise training on oxidative stress and enzymatic antioxidants in postmenopausal women with hypertension: Case Stud. 2014. *J Mazandaran Univ Med Sci*, 2014;23(108):134-6.
5. Pasaoglu H, Sancak B, Bukan N. Lipid peroxidation and resistance to oxidation in patients with type 2 diabetes mellitus. *Tohoku J Exp Med*. 2004;203(3):211-8.
6. Samadi A, Gaeini A, Hedayati M, Rahimi, M. The effect of resistance exercise on oxidative stress in cardiac and skeletal muscle tissues of streptozotocin-induced diabetic rats. *J Basic and Clinical Pathophysiology*. 2013;2(1):28-33.
7. Nikseresht M, Agha-Alinejad H, Azarbayjavi M, Ebrahim K. Effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on cytokines and insulin resistance in sedentary men who are obese. *J Strength Cond Res*. 2014;28(9):2560-8.
8. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, et al. American college of sports medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *J Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011;43(7):1334-59.
9. Fleck S. Non-linear periodization for general fitness & athletes. *J Human Kinetics*. 2011;29(Special Issue):41-5.
10. McNamara JM, Stearne DJ. Flexible nonlinear periodization and beginner college weight training class. *J Strength Cond Res*. 2010;24:17-22
11. Zembron-Lacny A, Slowinska-Lisowska M, Szygula Z, Witkowski K, Stefaniak T, Dziubek W. Assessment of the antioxidant effectiveness of alpha-lipoic acid in healthy men exposed to muscle-damaging exercise. *J Physiol Pharmacol*. 2009;60(2):139-43.
12. Mansor, D.A., Kadir, Z.A. and Azidin, R.F.R. A Comparison of Periodization Models on Muscular Strength. In *Proceedings of the International Colloquium on Sports Science, Exercise, Engineering and Technology; 2014 (ICoSSEET 2014)*. pp: 335-47.

13. Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Peeri M, Agha-alinejad H, Stannard S. The effect of progressive resistance training on oxidative stress and antioxidant enzyme activity in erythrocytes in Untrained Men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2013;23:230-8.
14. Dong Y, Zhao M, Zhao T, Feng M, Chen H, Zhuang M, Lin L. Bioactive profiles, antioxidant activities, nitrite scavenging capacities and protective effects on H₂O₂-Injured PC12 cells of glycyrrhiza glabra L. Leaf and root extracts. *Molecules.* 2014; 19:9101-13.
15. Campone L, Piccinelli AL, Pagano I, Carabetta S, Di-Sanzo R, Russo M, Rastrelli L. Determination of phenolic compounds in honey using dispersive liquid-liquid microextraction. *J Chromatogr.* 2014;1334:9-15.
16. Nasiriasl M, Hossienzadeh H. A review of the anti-viral effects of licorice, and its active constituents, (Glycyrrhizin). *J Herbal Medicines.* 2008;6(2):24-36. (In Persian).
17. Lee CK, Son SH, Park KK, Park JHY, Lim SS, Chung WY. Isoliquiritigenin inhibits tumor growth and protects the kidney and liver against chemotherapy-induced toxicity in a mouse xenograft model of colon carcinoma. *J Pharmacol Sci.* 2008;106:444-51.
18. Dastagir G, Rizvi MA. Glycyrrhiza glabra L. (Liquorice). *Pak J Pharm Sci.* 2016;29(5):1727-33.
19. Asgari P, Bahramnezhad F, Narenji F, Golitaleb M, Askari M. A clinical study of the effect of Glycyrrhiza glabra plant and exercise on the quality of life of menopausal women. *J Chronic Diseases.* 2016;3(2):79-86.
20. Birari RB, Guptab S, Mohan CG, Bhutania KK. Antiobesity and lipid lowering effects of Glycyrrhiza chalcones: Experimental and computational studies. *J Phytomedicine.* 2011;18:795-801.
21. Delroba-Soltani N, Karimian R, Ranjbar M. Interaction of salicylic acid and cold stress on activity of antioxidant enzymes in glycyrrhiza glabra L. *J. Herbal Medicines.* 2015;2(1):7-13. (In Persian).
22. Shapna S, Afroza H, Kaiser H, Kaniz F, Sumon R. Antimicrobial, cytotoxic and antioxidant activity of methanolic extract of Glycyrrhiza glabra. *Agric Biol J N Am.* 2010; 1(5): 957-60. (In Persian).
23. Liang KW, Lee WJ, Lee IT, Lee WL, Lin SY, Hsu SL, et al. Persistent elevation of paraoxonase-1 specific enzyme activity after weight reduction in obese non-diabetic men with metabolic syndrome. *J Clinica Chimica Acta.* 2011;412(19-20):1835-41.
24. Foster C, Jackson AS, Pollock ML, Taylor MM, Hare J. et al. Generalized equations for predicting functional capacity from treadmill performance. *J American Heart.* 1984;107:1229-34.
25. Kraemer WJ, Fleck SJ. *Optimizing strength training: Designing nonlinear periodization workouts.* Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishing; 2007.
26. Benzie IF, Strain JJ. The ferric reducing ability of Plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The "frap" assay. *J Anal Biochem.* 1996;239:70-6.
27. Pan X, Liu H, Jia G, Shu Y. (2000). Microwave-assisted extraction of glycyrrhizic acid from licorice root. *J Biochemical Engineering.* 2000;5:173-7.
28. Parvaneh, V. *Quality control and chemical tests of food.* Publishing and Printing Institute of the University Tehran; 2006. (In Persian).

29. Helrich K. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (AOAC). 15th ed. Arlington, VA: The Association: 1990.
30. Lin J, Tang C. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *J Food Chemistry*. 2007;101:140-7.
31. Shimada K, Ujikawa FK, Yahara K, Nakamura T. Antioxidative properties of xanthin on autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *J Agricultural and Food Chemistry*. 1992;40:945-8.
32. Yildirim A, Mavi A, Kara AA. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. *J Agricultural and Food Chemistry*. 2001;49:4083-9.
33. Shi OE. & Mei LS. Pressurized hot water extraction of berberin, baicalein and glycyrrhizin in medicinal plants. *J Analytica Chimica Acta*. 2003;482:81-9.
34. Prieto P, Pineda M, Aguilar, M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. *J Analytical Biochemistry*. 1990; 269: 337-41.
35. Gettman, LR, Pollock ML. Circuit weight training: A critical review of its physiological benefits. *Phys Sports Med*. 2013;9:44-60.
36. Polak J, Klimcakova E, Moro C, Viguerie N, Berlan M, Hejnova J, et al. Effect of aerobic training on plasma levels and subcutaneous abdominal adipose tissue gene expression of adiponectin, leptin, interleukin 6, and tumor necrosis factor alpha in obese women. *J Metabolism*. 2006;55:1375-81.
37. Cakir- Atabek H, Demir S, Pinarbasili RD, Gunduz N. Effect of diffrenet resistance training intensity on indices of oxidative stress. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(9):2491-7.
38. Naghizadeh H, Akbarzade H. Effect of moderate aerobic exercise with vitamin E consumption on total anti-oxidant capacity, lipid peroxidation and muscle damage in active male students. *J Applied Exercise Physiology*. 2013; 9(17):27-42. (In Persian).
39. Naghizadeh H, Akbarzade H. The comparison of total antioxidant capacity and glutathion peroxidase and lipid profile serum of endurance swimmers and non-athletes males. *J Applied Exercise Physiology*. 2009;5(10): 59-63. (In Persian).
40. Damle, M. *Glycyrrhiza glabra* (Liquorice)-a potent medicinal herb. *Intl J Herbal Medicine*, 2014;2(2):132-6.
41. Tucker PS, Briskey DR, Scanlan AT, Coombes JS, Dalbo VJ. High intensity interval training favourably affects antioxidant and inflammation mRNA expression in early-stage chronic kidney disease. *J Free Radical Biology and Medicine*. 2015;(89):466-72.
42. Hoffman JR, Im J, Kang J, Maresh CM, Kraemer WJ, French D, et al. Composition of low and high-intensity resistance exercise on lipid peroxidation: Role of muscle oxygenation. *J Strength Cond Res*. 2007;21:118-22.
43. Liu JF, Chang WY, Chan KH, Tsai WY, Lin CL, Hsu MC. Blood lipid peroxides and muscle damage increased following intensive resistance training of female weightlifters. *J Ann N Y Acad Sci*. 2005;1042:255-61.

44. Parise G, Brose AN, Tarnopolsky MA. Resistance exercise training decreases oxidative damage to DNA and increases cytochrome oxidase activity in older adults. *J Exp Gerontol.* 2005;40(3):173-80.
45. Halverstadt A, Phares DA, Wilund KR, Goldberg AP, Hagberg JM. Endurance exercise training raises high-density lipoprotein cholesterol and lowers small low-density lipoprotein and very low-density lipoprotein independent of body fat phenotypes in older men and women. *J Metabolism.* 2007;56:444-50.
46. Naghizadeh H, Afzalpour ME, Akbarzade H. Comparison of antioxidant and cardiovascular risk factors athletes Zurkhaneh (ancient athletes) and non-athletes. *JSSU.* 2009;14(4): 34-40.
47. Oztasan N, Taysi S, Gumustekin K, Altinkaynak K, Aktas O, Timur H, et al. Endurance training attenuates exercise-induced oxidative stress in erythrocytes in rat. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(5-6):622-7.
48. Atalay M, Sen CK. Physical exercise and antioxidant defenses in the heart. *J Ann NY Acad Sci.* 2015;874:169-77.
49. Kaviarasan S, Vijayalakshmi K, Anuradha CV. Polyphenolrich extract of fenugreek seeds protect erythrocytes from oxidative damage. *J Plant Foods Hum Nutr.* 2004;59(4):143-7.

ارجاع دهی

نقی‌زاده حسن. اثر دوزهای مختلف عصاره ریشه شیرین‌بیان با یک دوره تمرین مقاومتی بر فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام خون مردان کم‌تحرک و دارای اضافه‌وزن. فیزیولوژی ورزشی. پاییز ۱۳۹۷؛ ۱۰(۳۹): ۷۴-۵۱. شناسه دیجیتال: 10.22089/spj.2018.5033.1676

Naghizadeh H. The Effect of Different Doses of Licorice Root with Resistance Exercise on Blood Glutathione Peroxidase Activity and Total Antioxidant Capacity in Sedentary and Overweight Men. *Sport Physiology.* Fall 2018; 10(39): 51-74. (In Persian). Doi: 10.22089/spj.2018.5033.1676

The Effect of Different Doses of Licorice Root with Resistance Exercise on Blood Glutathione Peroxidase Activity and Total Antioxidant Capacity in Sedentary and Overweight Men

H. Naghizadeh¹

1. Assistant Professor of Sport Physiology, Ardakan University, Ardakan, Iran*

Received: 2017/11/08

Accepted: 2018/04/28

Abstract

The aim of this research was to study the effect of different doses of licorice root with resistance training on blood glutathione peroxidase activity and total antioxidant capacity in sedentary and overweight men. In a semi-experimental trial with double-blind, 90 sedentary and overweight men were divided in six groups of fifteen people: (G1: NRT+SG250mg in the day, G2: NRT+SG500mg in the day, G3: SG250mg in the day, G4: SG500mg in the day, G5: NRT+P250mg in the day and G6: C+P250mg in the day). The resistance training program was conducted for 8 weeks and three sessions per week. Within-group results indicate a significant increase in glutathione peroxidase and total antioxidant capacity in the NRT+SG250mg ($P=0.023$), NRT+SG500mg ($P=0.014$) and NRT+P250mg (0.038) group. The highest percentage significant incremental changes of glutathione peroxidase (4.10%) and total antioxidant capacity (29.71%) was related to NRT+SG250mg group. Between-group results showed that there was incremental significant difference between the NRT+SG250mg, NRT+SG500mg, and NRT+P250mg with SG500mg, SG250mg and control groups in the mean concentration of glutathione peroxidase and total antioxidant capacity ($P<0.05$). Probably, performing resistance training along with taking licorice supplementation can be effective in enhancing the antioxidant status of sedentary and overweight men.

Keywords: Resistance Training, Supplement Licorice, Glutathione Peroxidase, Total Antioxidant Capacity, Oxidative Stress

Corresponding Author:

E-mail: naghizadeh2011@ardakan.ac.ir