اثر یک دوره فعالیت ورزشی مقاومتی با دو شدت و ریکاوری متفاوت بر فاکتورهای تومورنکروز آلفا، پروتئین شوک حرارتی ۷۰ کیلودالتونی، پروتئین واکنشی سی و فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز سرم خونِ زنان بدنساز

دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۳ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

آذر ممتاز [۱]، رامین شعبانی [۲*]، علیرضا علمیه [۳]

۱. دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی ،گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران ۲.استاد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران۳. دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

چکیده

مقدمه و هدف: تمرینات مقاومتی با بار زیاد موجب تغییرات فیزیولوژیکی در سیستم ایمنی می‌شودکه بر سلامت و کارایی ورزشکار تاثیر دارد. این مطالعه، اثر یک وهله فعالیت مقاومتی با دو شدت و ریکاوری متفاوت را بر فاکتور های TNF-α، hs-CRP و HSP-70 و BDNF سرم خون زنان بدنساز را بررسی کرد.

روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی، ۱۲ زن ورزشکار بدنساز سالم با بازه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال، داوطلب شدند، پس از پر کردن فرم رضایت نامه، برنامه‌های تمرینی با شدت‌های ۷۵٪ و ۸۵٪ یک تکرار بیشینه (1RM) را با دو زمان ریکاوری یک و دو دقیقه اجرا کردند. ۳۶ ساعت بعد از هر جلسه تمرین و پس از ۱۰ ساعت ناشتایی، نمونه‌گیری خونی انجام شد. نمونه‌های خونی با ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و در دمای ۲۰°C- نگهداری شدند. در پایان همه مقادیر TNF-α، hs-CRP، HSP-70 وBDNF هر چهار مرحله، هم زمان روی سرم خون بررسی شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از نرم افزار SPSS نسخه ۲۷ در سطح معناداری p≤۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: براساس نتایج، تمرین مقاومتی با شدت بالا (1RM ۸۵٪) و ریکاوری یک دقیقه در مقایسه با تمرینات مقاومتی با شدت کمتر کاهش معناداری در سطح TNF-α (p<۰/۰۰۱) و میزانhs-CRP (p<۰/۰۲۵) و HSP-70 (p<۰/۰۰۱) و همچنین افزایش معناداری در سطح سرمی BDNF (p<۰/۰۰۱) مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: HLRT اثر منفی بر سیستم ایمنی نداشته و احتمالا موجب کاهش فاکتورهای TNF-α[۱]، hs-CRP[۲]، HSP-70[۳] و افزایش فاکتو BDNF[۴] در زنان بدنساز می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: پروتئین واکنشی C; پروتئین‌های شوک حرارتی؛ تمرینات مقاومتی؛ فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز؛ فاکتور نکروز تومور- آلفا

* **نویسنده مسئول:** استاد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

ایمیل: dr.ramin.shabani@gmail.com **تلفن:** ۰۹۱۱۲۳۲۴۷۹۶ **نمابر:** ۰۱۳۳۳۴۲۳۳۰۸

[1] Tumor Necrosis Factor-alpha
[2] C-Reactive Protein
[3] Heat-Shock Proteins
[4] Brain-Derived Neurotrophic Factor

مقدمه

امروزه تمرینات مقاومتی، یکی از جذاب‌ترین و مؤثرترین روش‌ها برای تناسب اندام است. بسیاری از ورزشکاران مبتدی و حرفه‌ای رشته‌های مختلف به استفاده از تمرینات مقاومتی فزاینده به‌عنوان تمرینات پایه‌ای تاثیرگزار برای افزایش توانایی عضلات و ایجاد قدرت بیشتر متمرکز شده‌اند. اما با وجود اثرات مثبت این‌گونه تمرینات بر دستگاه عضلانی-اسکلتی، نگرانی‌هایی درباره احتمال آسیب بعضی سیستم‌های بدن از جمله سیستم ایمنی و ایجاد فرایند التهابی وجود دارد که می‌تواند عاملی برای ایجاد بیماری‌های التهابی و همچنین مانعی در برابر اجرای عملکرد مطلوب ورزشی باشد (۱).

طراحی اجرای حرکات ورزشی به‌وسیله وزنه‌ها که شامل هالتر، دمبل، کتل بل و دستگاه‌های مکانیکی است را تمرینات مقاومتی می‌نامند. از طرفی ورزشکاران استقامتی هم معمولاً از رویکرد تمرین مقاومتی مبتنی بر استقامت پیروی می‌کنند. این شامل انجام تکرارها و ست‌های بالا در تمرینات مقاومتی است. با این حال، تمرینات مقاومتی با بار بالا (HLRT[1]) بیشتر به یک امر عادی در تمرینات تبدیل شده است. HLRT شامل استفاده از تمرینات کم تکرار است که معمولاً بار با شدت بیش از 1RM ۸۵٪ هستند (۲). البته در مقالاتی نیز از 1RM ۷۵٪ تعریف می‌شود (۳).

تمرین مقاومتی (RT)[2] با کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های مرتبط با التهاب با درجه پایین مرتبط است (۴)، اما میزان شدت این تمرینات از آن جمله در تمرین مقاومتی با بار بالا (HLRT) می‌تواند این نتیجه را تحت تأثیر قرار دهد (۵). تحقیقات نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی با شدت بالا احتمالاً اثرات مفیدی بر بعضی از نشانگرهای التهابی داشته (۶) و همزمان باعث افزایش فاکتورهای پیش التهابی نیز نشده است (۷). مطالعه مشابه‌ای در افراد چاق که در معرض خطر بالای ابتلا به بیماری‌های التهابی سیستمیک بودند نشان داد که ورزش مقاومتی شدید می‌تواند متناسب با پروتکل تمرین در کاهش فاکتورهای التهابی تأثیرگذار باشد. در یک تحقیق متا آنالیز بیان شد که در افراد مسن، دوره تمرین، شدت، زمان تحت تنش و استراحت در بین ست‌ها نقش مهمی در تغییرات فیزیولوژیک بدن ایفا می‌کند. از سوی دیگر در مطالعه‌ای نشان داده شد که در بیماران التهابی شدت ورزش می‌تواند در فرآیند درمان و یا در مقابل پیشروی بیماری مؤثر باشد (۸). همچنین نشان داده شد که تمرین مقاومتی دارای اثرات ضدالتهابی است که البته به میزان بار خارجی برنامه تمرینات بستگی دارد (۹).

این در حالی است که در مطالعه‌ای تغییرات در دفاع آنزیمی آنتی‌اکسیدانی و نشانگرهای التهابی متعاقب تمرین مقاومتی، مستقل از شدت تمرین، نشان داده شد (۱۰). در پژوهشی که در مردان چاق انجام شد نشان داد تمرین مقاومتی با کاهش فاکتور پیش التهابی TNF-α باعث کاهش مقاومت به انسولین شد (۱۱). این در حالی است که در برخی پژوهش‌ها بیان شد که تمرینات طولانی‌مدت و شدید می‌تواند به‌طورکلی منجر به افزایش واسطه‌های التهابی شده و در نتیجه خطر آسیب و التهاب مزمن را افزایش دهند. در مقابل، ورزش با شدت متوسط به همراه دوره‌های استراحت مناسب می‌تواند موجب کاهش التهاب شود (۱۲).

TNF-α[3] عمدتاً توسط ماکروفاژها و لنفوسیت‌ها در پاسخ به آسیب سلولی ناشی از عفونت یا التهاب ترشح می‌شود (۱۳). TNF-α فاکتوری پیش‌التهابی است که با طیف وسیعی از عملکردها، احتمال ایجاد التهاب با آن بررسی می‌شود (۱۴). نتایج تحقیقی نشان داد که شدت متفاوت در تمرینات مقاومتی روی فاکتورهای التهابی TNF-α، hs-CRP[4] (یک پروتئین واکنشگر C با حساسیت بالا) تغییراتی ایجاد نمی‌کند (۱۵). در مقابل نتایج تحقیقی بیانگر آن بود که تمرینات مقاومتی بدون توجه به شدت و مدت آن می‌تواند بر کاهش عوامل التهابی مؤثر باشد (۱۶). در مقابل در تحقیق دیگری نشان داده شد که حجم و شدت تمرین از عوامل مهم پیش التهابی محسوب می‌شوند و تمرینات مقاومتی با شدت بالا می‌تواند فاکتورهای پیش التهابی را افزایش دهد (۱۷).

در مطالعاتی نشان داده شد که فاکتور ضدالتهاب HSP-70[5] (پروتئین‌های شوک حرارتی ۷۰ کیلودالتون) متأثر از ورزش مقاومتی است (۱۸). از طرفی در پژوهشی روشن شد که افزایش فاکتور HSP-70 حین تمرینات ورزشی بر سیستم ایمنی تأثیرگذار است (۲۲). نتایج تحقیق دیگری بیان‌گر آن بود که حتی در بیماران دیابتی هم تمرین مقاومتی با کاهش فاکتور ضدالتهابی HSP-70، بر بهبود وضعیت بیماران تأثیرگذار است (۱۹). البته میزان تغییر در فاکتور HSP-70 علاوه بر شدت به نوع تمرین و همچنین دما و شرایط محیطی وابسته است (۲۰).

[1] High Load Resistance Training
[2] Resistance training
[3] Tumor Necrosis Factor Inhibitors
[4] C-Reactive Protein
[5] Heat-Shock Proteins

ورزش مقاومتی به اندازه‌ی ورزش هوازی بر میزان فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز[1](BDNF) تأثیرگذار نیست (۲۱). از طرفی در مطالعه دیگری یافته‌ها نشان داد که هر دو مداخلات تمرینات قدرتی و استقامتی در افزایش BDNF اثر مشابه دارند (۲۲). در مقابل مطالعه‌ای، تمرینات مقاومتی را موجب افزایش میزان BDNF دانست (۲۳). افزایش این فاکتور متعاقب تمرینات مقاومتی سبک نیز تأیید شد (۲۴).

مردان و زنان تأثیرات و بازخورد متفاوتی را در مواجه با تمرین مقاومتی در پاسخ‌های التهابی نشان می‌دهند (۲۵). با توجه به این که توجه کمی به اثرات تمرینات ورزشی مقاومتی بر زنان شده نیاز به مطالعات بیشتری در جهت تعیین میزان و نحوه پاسخ فیزیولوژیک زنان به ورزش مقاومتی در سیستم التهابی و ایمنی موردنیاز است (۲۶). همچنین با توجه به نتایج متناقض در مورد تأثیر شدت و مدت تمرینات مقاومتی نیاز به پژوهش بیشتری در این زمینه وجود دارد. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی با دو شدت (بار) متفاوت در دو زمان متفاوت ریکاوری بر فاکتور پیش التهابی TNF-α، HSP-70، فاکتور التهابی hs-CRP و فاکتور BDNF در زنان بدنساز بود.

روش کار

این مطالعه نیمه تجربی یک گروهه به صورت طرح تکراری انجام شد. در مطالعات مداخله‌ای، هرگاه امکان تخصیص تصادفیِ نمونه‌ها؛ گروه‌های مداخله و کنترل وجود نداشته باشد، آن را می‌توانیم یک مطالعه شبه آزمایشی یا شبه تجربی بنامیم. چون در این مطالعه تغییر در میانگین نمرات بیش از سه بار آزمایش (۴ تکرار) را در زمان‌های مختلف بررسی می‌کرد از آنالیز واریانس طرح تکراری استفاده شد. تعیین حجم نمونه با نرم‌افزار G*Power[2] انجام شد. معیار ورود به مطالعه سابقه حداقل دو سال اجرای مداوم و منظم تمرینات ورزشی که با توجه به مطالعات گذشته انتخاب شد (۲۷)، همچنین عدم مصرف دارو یا مکمل در شش ماه گذشته، عدم مصرف سیگار و الکل، سن بین ۵±۳۵ و شاخص توده بدنی ۵±۲۵ بودند (۲۸). در صورتی که در طی دوره‌ی تحقیق نمونه‌ها دچار آسیب شده و یا از ادامه تحقیق انصراف می‌دادند از حجم نمونه خارج می‌شدند. قبل از شروع مطالعه، از کلیه شرکت‌کنندگان فرم رضایت‌نامه آگاهانه اخذ شد.

روش اجرا

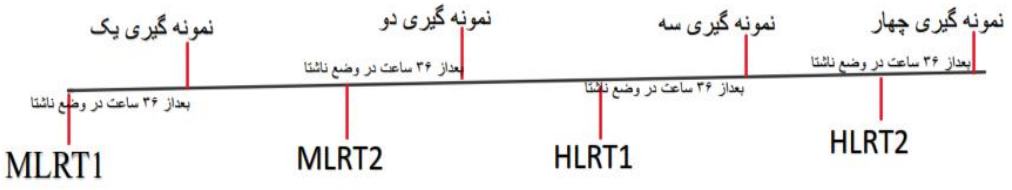
آزمودنی‌های این پژوهش زنان بدنساز بودند. این طرح در تابستان ۱۴۰۲ انجام شد. طرح پژوهش یک گروه با چهار پروتکل (۸۵٪ و ۷۵٪ یک تکرار بیشینه با ریکاوری یک و دو دقیقه) بود. پروتکل تمرینات شامل چهار حرکت در کل بدن (پرس سینه، هالتر سرشانه نظامی، اسپیلت اسکات و اسکات پشت) در دو شدت متفاوت طراحی شد. همچنین آزمودنی‌ها دو روز در هفته به تمرینات بدنسازی معمول خود پرداختند. ۳۶ ساعت بعد از هر وهله تمرین بعد از ده ساعت ناشتا، نمونه‌گیری خونی در آزمایشگاه طبی انجام شد. نمونه‌های خونی با ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و در دمای ۲۰°C- فریز شدند. در پایان دوره یک ماهه نمونه‌های خونی با هم برای بررسی به پژوهشگاه هیستوژنیک پاسارگاد تهران فرستاده و به روش الایزا مورد بررسی قرار گرفتند. روش الایزا روشی ایمونولوژیکی حساس برای تشخیص و سنجش واکنش آنتی‌ژن و آنتی‌بادی است. این روش جهت بررسی میزان پروتئین‌ها، گلیکوپروتئین‌ها و هورمون‌ها در یک نمونه بافت، سلول و یا ترشحات بدن استفاده می‌شود. اساس انجام این آزمون، اتصال آنتی‌بادی اختصاصی به آنتی‌ژن مربوطه است. در این پژوهش از پلاسمای خون نمونه‌ها استفاده شد. در آزمایشگاه پس از شستشو و خشک کردن محلول موردنیاز به چاهک اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه پلیت در تاریکی در دمای ۳۷°C انکوبه شد. بعد به همه چاهک‌ها محلول متوقف کننده اضافه شد تا رنگ آبی به رنگ زرد تبدیل شود. جذب نور چاهک در طول موج ۴۵۰ نانومتر بوسیله دستگاه الایزاریدر بایوتک (ساخت تایوان) خوانش شد. با استفاده از جذب نوری نمونه‌های استاندارد با منحنی استاندارد رسم و سپس با استفاده از فرمول بدست آمده مقادیر هر نمونه محاسبه گردید. مراحل مطالعه در شکل ۱ نشان داده شد.

[1] Brain-Derived Neurotrophic Factor

[2] .ابزاری برای محاسبه تجزیه و تحلیل توان آماری برای بسیاری از تست‌های مختلف است

پروتکل تمرین

شامل چهار جلسه تمرین با دو شدت حداکثر یک تکرار بیشینه متوسط (1RM ٪۷۵) و بالا (1RM ٪۸۵) و با دو زمان ریکاوری یک و دو دقیقه بود که در طی چهار هفته متوالی اجرا گردید. همچنین نمونه‌ها دو روز در هفته نیز به تمرینات معمول خود پرداختند. چهار پروتکل تمرین در جدول ۱ با جزییات نشان داده شد.



MLRT-1[1]:70% 1RM, Rest :2min ; MLRT-2: 70%1RM, Rest:1min; HLRT-1[2]: 85%1RM, Rest:2min; HLRT-2: 85%1RM, Rest: 1min

شکل ۱. روند اجرای پژوهش

جدول ۱. پروتکل تمرینات

زمان ریکاوری بین ست	زمان کل تمرین	شدت تمرین (درصد یک تکرار بیشینه)
هفته اول(ریکاوری دو دقیقه) هفته دوم (ریکاوری یک دقیقه) هفته سوم(ریکاوری دو دقیقه) هفته چهارم (ریکاوری یک دقیقه)	هفته اول(۱۰۰ دقیقه با ریکاوری ۲ دقیقه) هفته دوم (۹۰ دقیقه با ریکاوری یک دقیقه) هفته سوم(۸۰ دقیقه با ریکاوری دو دقیقه) هفته چهارم (۷۰ دقیقه با ریکاوری یک دقیقه)	هفته اول و دوم (1RM ٪۷۵) هفته دوم و سوم با(1RM ٪۸۵)

[1] Moderate load resistance training
[2] High load resistance training

جمع‌آوری نمونه‌های خونی

هر یک از این چهار برنامه تمرین در عصر روز چهارشنبه انجام شد. ۳۶ ساعت بعد و متعاقب ۱۰ ساعت ناشتایی، نمونه خون در آزمایشگاه طبی از ورید آنتی کوبیتال گرفته شد، بعد از سانتریفیوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه توسط دستگاه Hitachi (آلمان)، سرم خون برای بررسی الایزا در دمای ۲۰°C- نگهداری شد. میزان HS-CRP با کیت انسانی هماتوژنیک (شرکت پارس طب، ایران) بررسی شد و برای فاکتور تومور نکروز- آلفا (TNF-α)، HSP-70 وBDNF از کیت‌های الایزای زلبایو (ZellBio GmbH, Germany) به روش الایزا و از دستگاه الایزا ریدر (DANA-3200, Iran) استفاده شد.

روش تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ (IBM, SPSS, Statistics 27) انجام شد. توزیع طبیعی داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک بررسی و بعد از مشخص شدن نرمال بودن داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس طرح تکراری استفاده شد. جهت ارزیابی آزمون بین گروهی آزمون تعقیبی بونفرونی (Bonferroni) بکار گرفته شد.

نتایج

مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در مطالعه در جدول ۲ ارائه شد.

جدول ۲. مشخصات دموگرافیک زنان بدنساز شرکت‌کننده در مطالعه

متغیرها	انحراف معیار± میانگین
سن (سال)	۳۵±۵
سابقه بدنسازی (سال)	۳±۰/۷
شاخص توده بدنی kg/m2	۲۵±۱/۶۷

نتایج آزمون آنالیز واریانس طرح تکراری

توصیف تغییرات میانگین و انحراف معیار متغیرها در جدول شماره ۳ آورده شد.

جدول۳. تغییرات میانگین و انحراف معیار متغیرها در طی چهار پروتکل تمرینی

پروتکل تمرین / متغیروابسته	MLRT1 انحراف معیار± میانگین	MLRT2 انحراف معیار± میانگین	HLRT1 انحراف معیار± میانگین	HLRT2 انحراف معیار±میانگین	آنالیز واریانس F	آنالیز واریانس P value
TNF-α	۲۴۵/۱±۳۰/۵۳	۱۴۳/۹±۲۷/۵۵	۱۳۳/۸±۲۷/۱۷	۹۵/۳۴±۲۱/۶۷	۶۷/۶۳	*۰/۰۰۱
HS-CRP	۰/۷۹۰۸±۰/۵۳	۰/۸۲۸±۰/۵۱۷	۰/۶۷۸±۰/۶۷۸	۰/۳۴۱±۰/۳۴۱	۵/۰۴	*۰/۰۲۵
HSP-70	۰/۸۵۶۰±۰/۰۵	۰/۷۴۵۴±۰/۱۰۲	۰/۶۶۲±۰/۰۵	۰/۴۸۶±۰/۱۰۳	۴۹/۹۹	*۰/۰۰۱
BDNF	۰/۲۷۶۶±۰/۰۴۲	۰/۴۵۲۴±۰/۰۴۱	۰/۵۰۶±۰/۰۳۵	۰/۷۰۲±۰/۰۷۸	۱۲/۶۶	*۰/۰۰۱

*p<0.05

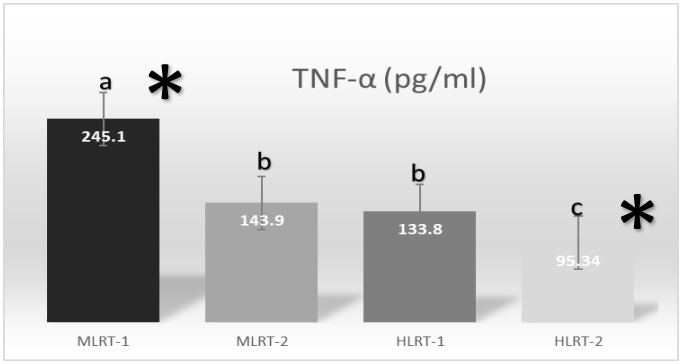
MLRT-1:70% 1RM, Rest: 2min; MLRT-2: 70%1RM, Rest: 1min; HLRT-1: 85%1RM, Rest: 2min; HLRT-2: 85%1RM, Rest: 1min

براساس نتایج آزمون تحلیل واریانس و آزمون تعقیبی بونفرنی؛ با توجه به مقدار فاکتور پیش التهابی TNF-α به شکل معناداری با افزایش شدت بار و کاهش زمان ریکاوری کاهش یافت. در پروتکل تمرین ۷۵٪ تکرار بیشینه با ریکاوری دو دقیقه (MLRT1) در مقایسه با تمرین ۷۵٪ یک تکرار بیشینه و ریکاوری یک دقیقه (MLRT2) هم در مقایسه با پروتکل ۸۵٪ یک تکرار بیشینه با ریکاوری دو دقیقه (HLRT1) و در مقایسه با پروتکل تمرین ۸۵٪ یک تکرار بیشینه با ریکاوری یک دقیقه (HLRT2) همچنین کاهش معناداری در میزان TNF-α دیده شد (p≤۰/۰۰۱). در مقایسه پروتکل MLRT2 با تمرین HLRT1 با اینکه در میزان TNF-α کاهش دیده شد اما این کاهش معنادار نبود (p>۰/۰۵). در مقایسه تمرین ۷۵٪ یک تکرار بیشینه و ریکاوری یک دقیقه (MLRT2) با تمرین ۸۵٪ یک تکرار بیشینه با ریکاوری یک دقیقه (HLRT2) این کاهش معنادار بود (p≤۰/۰۰۱). همچنین در مقایسه تمرین ۸۵٪ یک تکرار بیشینه با ریکاوری دو دقیقه (HLRT1) با تمرین ۸۵٪ یک تکرار بیشینه با ریکاوری یک دقیقه (HLRT2) این کاهش معنادار بود (p≤۰/۰۵). نتایج در شکل ۲ آورده شده است.

براساس نتایج آزمون تحلیل واریانس و آزمون تعقیبی بونفرنی؛ مقدار فاکتور hs-CRP با افزایش شدت بار و کاهش زمان ریکاوری کاهش معنادار یافت. اما در مقایسه تمرین ۷۵٪ یک تکرار بیشینه و ریکاوری یک دقیقه (MLRT2) با تمرین ۸۵٪ یک تکرار بیشینه با ریکاوری یک دقیقه (HLRT2) مقدار فاکتور hs-CRP کاهش معنادار داشت (p≤۰/۰۰۸) در شکل ۳ این مقایسه نشان داده شد.

براساس نتایج آزمون تحلیل واریانس و آزمون تعقیبی بونفرنی، مقدار فاکتور HSP-70 با افزایش شدت بار و کاهش زمان ریکاوری کاهش معنادار یافت (p≤۰/۰۰۱). شکل ۴ نشان می‌دهد که افزایش شدت و کاهش زمان استراحت موجب کاهش HSP-70 گردید.

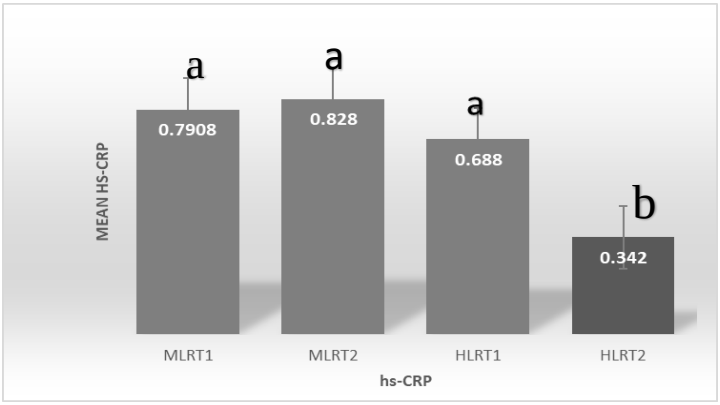
براساس نتایج آزمون تحلیل واریانس و آزمون تعقیبی بونفرنی؛ میزان فاکتور BDNF با افزایش شدت بار و کاهش زمان ریکاوری افزایش معنادار یافت (p≤۰/۰۰۱). شکل ۵ نشان داد که با افزایش شدت و کاهش مدت ریکاوری میزان BDNF افزایش معنی‌دار داشت.



شکل ۲. میانگین TNF-α سرم خون بعد از اجرای هر وهله تمرین

a*تفاوت تمرین MLRT1 با سه تمرین دیگر که کاهشی معنادار مشاهده شد. b تفاوت تمرین MLRT2 و HLRT1 با MLRT1 و HLRT2 است. c* تفاوت تمرین HLRT2 با بقیه گروه‌ها که کاهش معنادار را نشان داد.

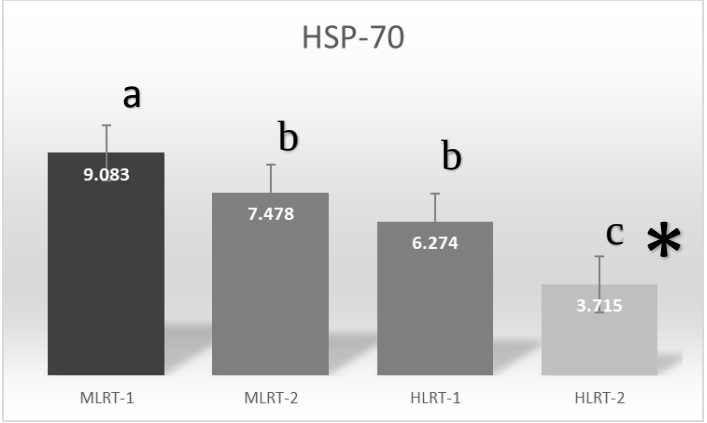
MLRT-1:75% 1RM, Rest: 2min; MLRT-2: 75%1RM, Rest: 1min; HLRT-1: 85%1RM, Rest: 2min; HLRT-2: 85%1RM, Rest: 1min



شکل ۳. مقایسه میانگین hs-CRP سرم خون بعد از اجرای هر وهله تمرین

b* کاهش معنی‌دار HLRT2 را با سه تمرین دیگر

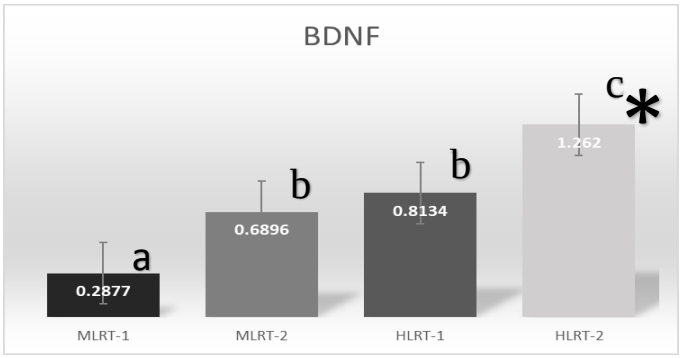
MLRT-1:75% 1RM, Rest: 2min; MLRT-2: 75%1RM, Rest: 1min; HLRT-1: 85%1RM, Rest: 2min; HLRT-2: 85%1RM, Rest: 1min



شکل ٤. مقایسه میانگینHSP-70 سرم خون بعد از اجرای هر وهله تمرین

c* کاهش معنی‌دار تمرین HLRT2 نسبت به سه تمرین دیگر

MLRT-1:70% 1RM, Rest: 2min; MLRT-2: 70%1RM, Rest: 1min; HLRT-1: 85%1RM, Rest: 2min; HLRT-2: 85%1RM, Rest: 1min



شکل ۵. مقایسه میانگینBDNF سرم خون بعد از اجرای هر وهله تمرین

b. فقدان معنی‌داری. *c افزایش معنی‌دار نسبت به سه تمرین دیگر، a اختلاف معنی‌دار نسبت به سه گروه دیگر

MLRT-1:75% 1RM, Rest: 2min; MLRT-2: 75%1RM, Rest: 1min; HLRT-1: 85%1RM, Rest: 2min; HLRT-2: 85%1RM, Rest: 1min

بحث

در این پژوهش بین یک وهله تمرین مقاومتی با شدت بار متوسط (1RM ۷۵٪) و تمرین با شدت بالا (1RM ۸۵٪) بعد از ۳۶ ساعت بعد از تمرین کاهش معناداری در میزان عامل پیش التهابی TNF-α، HSP-70 و فاکتور التهابی hs-CRP مشاهده شد و همچنین افزایش معنادار در فاکتور BDNF وجود داشت.

در تحقیقی نشان دادند که تمرینات HLRT همچون تمرینات با بار پایین (LLRT) بیومارکرهای التهابی در گردش را کاهش می‌دهند (۲۹). همچنین صبوری و همکاران بهبود فاکتورهای التهابی در اثر تمرینات مقاومتی را مشابه تمرینات استقامتی نشان دادند (۳۰). در پژوهشی بیان شد تمرینات مقاومتی موجب کاهش سطح TNF-α و بهبود عملکرد ورزشی شد (۳۵). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که تمرینات مقاومتی با کاهش فاکتور TNF-α و کاهش التهاب به عملکرد بهتر قلب کمک می‌کند (۳۱). در مطالعه‌ای که بر روی ۴۰ مرد جوان انجام شد نتایج نشان داد که سطوح پلاسمایی TNF-α پس از اتمام برنامه تمرینی به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت و آسیب ورزشی نیز گزارش نشد (۳۲). در مقابل در مطالعه مروری دیگری نشان داده شد تمرینات طولانی‌مدت و شدید می‌تواند منجر به افزایش واسطه‌های التهابی شوند و در مقابل تمرینات متوسط و شدید با دوره‌های استراحت مناسب می‌تواند حداکثر بهبود را در این زمینه ایجاد کند (۱۲). در مطالعه دیگر نیز ارتباط مستقیم بین شدت تمرین و افزایش عوامل التهابی وجود داشت (۹). در مقاله مروری بر تأثیر تمرینات ورزشی بر القا ژن‌هایی از جمله TNF- α و درنتیجه افزایش در میزان التهاب تأکید کردند (۳۳). از دلایل احتمالی نتایج متناقض در تحقیقات فوق می‌توان به نوع و شدت تمرینات و همچنین جنسیت نمونه‌ها و ساعت خونگیری بعد از تمرین اشاره نمود.

در خصوص تأثیر تمرینات مقاومتی بر مقادیر hs –CRP، در تحقیقی که بر ۹ زن سالم انجام شد، مشخص شد که تمرینات مقاومتی و استقامتی باعث کاهش معنادار مقادیر این پروتئین التهابی گردید (۳۴). همچنین مطالعه‌ای دیگر بر زنان سالم میانسال نشان داد که کاهش معنادار hs –CRP را بعد از تمرینات مقاومتی وجود دارد (۳۵). در مطالعه‌ای نشان داده شد که تمرینات مقاومتی با شدت پایین با کاهش التهاب ارتباط مستقیمی دارد (۳۶). از سوی دیگر اثرات متناقضی را در مورد تمرینات مقاومتی و التهاب گزارش کردند که شامل افزایش میزان فاکتور hs -CRP در تمرینات مقاومتی بود (۳۷). در مطالعه دیگر غلظت CRP پس از تمرین مقاومتی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۳۸). دلایل احتمالی ناهمسویی در این تحقیقات احتمالاً طراحی متفاوت تمرینات و شرایط نمونه‌های تحقیق بود.

در این پژوهش کاهش مقادیر HSP-70 در تمرینات HLRT مشاهده شد. بخش بسیار مهمی از ابزارهای سلولی جهت تا شدگی صحیح پروتئین‌ها، HSP-70 است که سلول را در برابر استرس و فشار وارده محافظت می‌کند (۳۹). در مطالعه‌ای نشان داده شد که تمرینات ورزشی با تأثیر بر فاکتور HSP-70، احتمال ایجاد التهاب را کاهش می‌دهند (۲۱). از سوی دیگر در پژوهشی افزایش مقادیر HSP-70 متعاقب تمرینات ورزشی مشاهده شد (۱۹). در مطالعه‌ی دیگر بیان شد که استرس بالای ورزشی سطح HSP-70 را بالا می‌برد (۴۶) و تغییر سطح HSP-70 متناسب با آسیب به عضلات در ورزش رخ می‌دهد که نشان‌دهنده تأثیر نوع و شدت تمرینات ورزشی بر مقادیر این پروتئین می‌باشد.

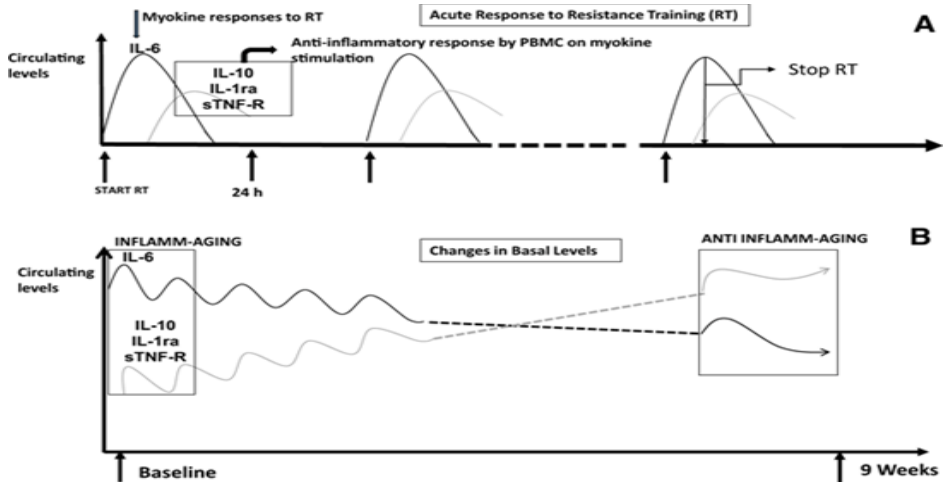
از نتایج دیگر این تحقیق افزایش میزان BDNF متعاقب تمرینات HLRT با میزان ریکاوری یک دقیقه‌ای بین ست‌ها

بود. در مطالعه‌ای که در مقایسه شدت و حجم تمرینات مقاومتی بر BDNF انجام شد روشن شد که در تمرینات مقاومتی حاد بدون توجه به الگوی تمرین، سطح BDNF زیاد می‌گردد. تمرینات مقاومتی با افزایش سطح BDNF بر ارتقا سلامت تأثیرگذار است (۴۰). در مطالعاتی دیگر که مقایسه‌ای بین تمرینات مقاومتی و استقامتی بر روی افراد کهنسال بود مشخص شد که هر دو روش تمرینی سطح BDNF را افزایش می‌دهد (۲۵). تمرین مقاومتی می‌تواند به طور قابل توجهی سطوح BDNF را در میان افراد مسن بیش از ۶۰ سال افزایش دهد (۴۱).

بررسی مطالعات گذشته بیانگر نتایج متناقضی است که می‌تواند مربوط به نوع و شدت تمرین باشد. یافته‌های پژوهش ما نشانگر کاهش عوامل پیش التهابی متناسب با افزایش شدت بار ناشی از فعالیت مقاومتی در زنان بدنساز است. اما برخی مطالعات گذشته این کاهش را وابسته به شدت تمرین ندانسته که نیازمند تحقیقات بیشتری است. در مورد شدت تمرین مقاومتی و زمان ریکاوری بین ستها نیز مطالعات دارای تناقض‌های زیادی است.

یک وهله تمرینات مقاومتی کاهش التهاب را نشان می‌دهد. مشخص شده است که رونویسی ژن TNF-α با کیفیت انقباض ماهیچه‌های اسکلتی مرتبط است (۴۲). تمرین مقاومتی می‌تواند آسیب عضلانی ایجاد کند که التهاب پاسخ فیزیولوژیکی نسبت به آن است و شامل تولید سیتوکین‌هاست. اما پاسخ سیتوکین‌ها ممکن است بر اساس نوع، شدت، مدت و زمان ریکاوری بین دوره‌های تمرین متفاوت باشد. تمرین مقاومتی با کاهش سطوح سیتوکین‌ها روی مسیر التهاب اثر می‌گذارد (۴). اثرات ضدالتهابی تمرین مقاومتی به همراه کاهش CRP و عامل TNF-α، می‌تواند با افزایش توده عضلانی ارتباط داشته باشد. همچنین شواهدی مبنی بر اینکه حجم بالاتر تمرین مقاومتی (تعداد تمرینات، دفعات و مدت‌زمان تمرین) موجب اثرات ضدالتهابی می‌گردد که ممکن است با تغییرات ترکیب بدن مرتبط باشد (۴۳).

یک وهله تمرینات مقاومتی در افراد حرفه‌ای بر کاهش عوامل التهابی تأثیرگذار است (۴۲). مقادیر TNF-α در پاسخ به تمرین مقاومتی حاد افزایش می‌یابد که موجب آزاد شدن نشانگرهای ضد التهابی می‌شود که در افراد تمرین کرده به سرعت از یک وضعیت التهابی به یک وضعیت ضد التهابی تغییر می‌کند. این موارد در شکل ۲ نشان داده شد. تأثیر تمرینات مقاومتی بر فاکتورهای پیش التهابی در بدنسازان که سازگار شدند متفاوت است. سازگاری باعث تولید کمتر عوامل پیش التهابی می‌شود. زیرا فاکتورهای پیش التهابی نظیر TNF-α، در مدت ساعت ۲۴ پس از تمرین به حداکثر میزان خود می‌رسند که خود باعث تحریک و تولید فاکتورهای ضدالتهابی IL-10 می‌شود که با گذشت ۲۴ ساعت باعث کاهش فاکتور TNF-α می‌شود (۵۵). یکی از موارد مهم پژوهش حاضر بالا رفتن عوامل ضد التهابی است که با گذشت ۲۴ ساعت از اتمام تمرین (۳۶ ساعت بعد)؛ باعث کاهش فاکتورهای پیش التهابی شدند.



شکل ٦. پاسخ حاد به تمرین مقاومتی. مقادیر در گردش خونی عوامل التهابی و ضدالتهابی پس از ۹ هفته تمرین قدرتی. a پاسخ حاد به تمرینات مقاومتی. b تغییرات در افراد مسن

از طرفی، تمرین مقاومتی با کاهش سطوح سیتوکین‌ها روی مسیر التهاب اثر می‌گذارد (۴). تحقیقات نشان می‌دهد که کاهش نشانگرهای التهابی احتمالاً با افزایش توده عضلانی مرتبط است. شواهد اولیه نشان داد که افزایش حجم تمرینات

مقاومتی (تعداد تمرینات، دفعات و مدت مداخله) می‌تواند بر اثرات ضد التهابی آن نقش داشته باشد و احتمالاً با تغییرات ترکیب بدن مرتبط است (۴۳). به عبارتی تمرینات مقاومتی با افزایش توده عضلانی و کاهش توده چربی که خود عوامل پیش التهابی تولید می‌کند باعث کاهش عوامل پیش التهابی چون TNF-α می‌شود (۴۴). تمرینات مقاومتی با شدت بیشتر حجم که با افزایش بار و هم کاهش زمان استراحت می‌باشد هر دو موجب کاهش فاکتورهای التهابی و پیش التهابی می‌شوند.

از محدودیت‌های این پژوهش می‌تواند به رده سنی زنان اشاره کرد و پیشنهاد می‌شود که پژوهش حاضر در زنان یائسه و با حضور گروه شاهد انجام شود. همچنین اندازه‌گیری فاکتورهای التهابی و ضد التهابی تحت تأثیر زمان اندازه‌گیری قرار دارد لذا بررسی این فاکتورها در زمان‌های متفاوت بعد از هر وهله تمرین از پیشنهادات دیگر این پژوهش می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات مقاومتی با بار بالا نسبت به تمرینات مقاومتی با بار متوسط، سطح پلاسمایی پیش فاکتور التهابی TNF-α، فاکتورhs-CRP و همچنین فاکتور HSP-70 را کاهش می‌دهد. نتایج همچنین نشان داد که افزایش میزان فاکتور BDNF نیز معنی‌دار بود. با توجه به این یافته‌ها می‌توان بیان کرد که تمرینات مقاومتی با بار بالا (HLRT) می‌تواند باعث کاهش عوامل پیش التهابی در زنان بدنساز شود. تمرینات مقاومتی با شدت و حجم بیشتر که با افزایش بار تمرینات و کاهش زمان استراحت بین ست‌ها ایجاد می‌شود، احتمالاً می‌تواند موجب کاهش فعالیت سیستم ایمنی و در نتیجه کاهش عوامل التهابی شوند. پیشنهاد می‌شود در بسیاری موارد که بدن ورزشکار نیاز به تعدیل فعالیت سیستم ایمنی دارد می‌تواند از تمرینات مقاومتی با بار بالا (HLRT) استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل رساله دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت می‌باشد، لذا پژوهشگران بر خود لازم می‌دانند که از زحمات کارمندان محترم معاونت پژوهشی دانشگاه و نیز پرسنل محترم آزمایشگاه گیل دکتر برزو، آزمایشگاه سازمان مشاوره تحقیقاتی علوم پزشکی هیستوژنوتک پاسارگاد و همچنین کلیه نمونه‌های تحقیق کمال قدردانی و تشکر را دارند.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافعی بین نویسندگان وجود ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش حمایت مالی نداشته است.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله برگرفته از نتایج یک طرح مطالعاتی با مجوز کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت با کد اخلاق IRIAU.RASHT.REC.1402.047 در مرکز ملی تحقیقات راهبرد آموزش پزشکی است. شماره ثبت پژوهش در سایت مرکز ثبت کارآزمایی های بالینی ایران (IRCT) IRCT20240305061178N1

مشارکت نویسندگان

اجرا و نگارش مقاله اولیه توسط آدر ممتاز و تصحیح و بازنگری توسط آقایان دکتر رامین شعبانی و علیرضا علمیه انجام پذیرفت.

References

1. Anjum, M.M., et al., Overcoming barriers in cystic fibrosis therapy through inhalational lipid nanoparticles: Challenges and advances. Journal of Drug Delivery Science and Technology, 2023: .105068. (in Persian).

2. Sarellis S.D., The Effects of high-load versus low-load resistance training on isokinetic knee extensor and flexor peak power, vastus intermedius, and vastus lateralis muscle thickness in untrained overweight and obese adults. 2020, Arizona State University.

3. Kambic T., et al., Protocol: Effects of high-load and low-load resistance training in patients with coronary artery disease: rationale and design of a randomized controlled clinical trial. BMJ Open, 2021. 11(7).

4. Calle M.C., and M.L. Fernandez, Effects of resistance training on the inflammatory response. nutrition research and practice, 2010. 4(4): 259-69.

5. Kitsuda Y., et al., Impact of high-load resistance training on bone mineral density in osteoporosis and osteopenia: a meta-analysis. Journal of Bone and Mineral Metabolism, 2021. 39: 787-803.

6. Sarkar S., et al., Effect of high-intensity interval training on antioxidant status, inflammatory response and muscle damage indices in endurance

team male players. Apunts Sports Medicine, 2021. 56(210): 100352.
7. Liu Y., et al., Short-term resistance exercise inhibits neuroinflammation and attenuates neuropathological changes in 3xTg Alzheimer's disease mice. Journal of Neuroinflammation, 2020. 17: 1-16.
8. Borde R., T. Hortobágyi, and U. Granacher, dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine, 2015. 45: 1693-720.
9. Metsios, G.S., R.H. Moe, and G.D. Kitas, Exercise and inflammation. Best Practice & Research Clinical Rheumatology, 2020. 34(2): 101504.
10. Azizbeigi, K., et al., Effect of moderate and high resistance training intensity on indices of inflammatory and oxidative stress. Research in Sports Medicine, 2015. 23(1): 73-87. (in Persian).
11. Wang, S., et al., Effect of exercise training on body composition and inflammatory cytokine levels in overweight and obese individuals: a systematic review and network meta-analysis. Frontiers in Immunology, 2022. 13: 921085.
12. Cerqueira, É., et al., Inflammatory effects of high and moderate intensity exercise—a systematic review. Frontiers in physiology, 2020. 10: 1550.
13. Beutler, B. and A. Cerami, The biology of cachectin/TNF--a primary mediator of the host response. Annual review of immunology, 1989. 7(1): 625-55.
14. Vassalli, P., The pathophysiology of tumor necrosis factors. Annual Review of Immunology, 1992. 10(1): 411-52.
15. Carneiro, M.A., et al., Effects of resistance training at different loads on inflammatory biomarkers, muscle mass, muscular strength, and physical performance in postmenopausal women. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2022. 36(6): 1582-90.
16. Kim, S.-D. and Y.-R. Yeun, Effects of resistance training on c-reactive protein and inflammatory cytokines in elderly adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022. 19(6): 3434.
17. Benavente, C., et al., Hormonal and inflammatory responses to hypertrophy-oriented resistance training at acute moderate altitude. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021. 18(8): 4233.
18. Akbulut, T., et al., The role of different exercises in irisin, heat shock protein 70 and some biochemical parameters. Journal of Medical Biochemistry, 2022. 41(2): 149.
19. Lu, J., et al., High-intensity interval training alleviates exhaustive exercise-induced HSP70-assisted selective autophagy in skeletal muscle. The Journal of Physiological Sciences, 2023. 73(1): 32.
20. Krüger, K., T. Reichel, and C. Zeilinger, Role of heat shock proteins 70/90 in exercise physiology and exercise immunology and their diagnostic potential in sports. Journal of Applied Physiology, 2019. 126(4): 916-27.
21. Dimauro, I., et al., Systemic response of antioxidants, heat shock proteins, and inflammatory biomarkers to short-lasting exercise training in healthy male subjects. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2021. 2021.
22. Mogharnasi, M., et al., The Effects of resistance and endurance training on levels of nestin-1, HSP70, insulin resistance and body composition in women with type 2 diabetes mellitus. Science & Sports, 2019. 34(1): e15-e23.
23. Quiles, J.M., et al., Impact of resistance training program configuration on the circulating brain-derived neurotrophic factor response. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2020. 45(6): .667-74.
24. Arazi, H., et al., Acute effects of strength and endurance exercise on serum BDNF and IGF-1 levels in older men. BMC Geriatrics, 2021. 21: 1-8. (in Persian).
25. Benini, R., et al., Influence of sex on cytokines, heat shock protein and oxidative stress markers in response to an acute total body resistance exercise protocol. Journal of Exercise Science & Fitness, 2015. 13(1). 1-7.
26. Moran, J., et al., A meta-analysis of resistance training in female youth: its effect on muscular strength, and shortcomings in the literature. Sports Medicine, 2018. 48: 1661-71.
27. Nakhai and Pakrovan's study of the frequency and causes of consumption of nutritional supplements in the athletes of bodybuilding clubs in Kerman, 2013. Scientific Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences, 2014. 12(11): 873-80 (in Persian).

28. Bobeuf, F., et al., Combined effect of antioxidant supplementation and resistance training on oxidative stress markers, muscle and body composition in an elderly population. The Journal of Nutrition, Health & Aging, 2011. 15: 883-9.
29. Carneiro, M.A., et al., Effect of whole-body resistance training at different load intensities on circulating inflammatory biomarkers, body fat, muscular strength, and physical performance in postmenopausal women. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2021. 46(8): 925-33.
30. Sabouri, M., et al., Inflammatory, antioxidant and glycemic status to different mode of high-intensity training in type 2 diabetes mellitus. Molecular Biology Reports, 2021. 48: 5291-304. (in Persian).
31. Nogueira, M.E., et al., High-protein diet associated with resistance training reduces cardiac TNF-α levels and up-regulates MMP-2 activity in rats. Archives of Physiology and Biochemistry, 2022. 128(6): 1630-6.
32. Soltani, N., et al., Resistance exercise training augments the immunomodulatory adaptations to aerobic high-intensity interval training: HIIT prescription, TLR4 pathway, and negative regulatory proteins. European Journal of Sport Science, 2023(just-accepted): 1-24.
33. Gonzalez-Gil, A.M. and L. Elizondo-Montemayor, The role of exercise in the interplay between myokines, hepatokines, osteokines, adipokines, and modulation of inflammation for energy substrate redistribution and fat mass loss: a review. Nutrients, 2020. 12(6): 1899.
34. Ihalainen, J.K., A. Hackney, and R. Taipale, Changes in inflammation markers after a 10-week high-intensity combined strength and endurance training block in women: The effect of hormonal contraceptive use. Journal of Science and Medicine in Sport, 2019. 22(9): 1044-1048.
35. Mardanpour Shahrekordi, Z., E. Banitalebi, and M. Faramarzi, The effect of resistance training on levels of interleukin-6 and high-sensitivity C-reactive protein in older-aged women. Elderly Health Journal, 2017. 3(1):. (in Persian)
36. Kamiya, M., et al., Low-intensity resistance training to improve knee extension strength in community-dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. Experimental gerontology, 2023. 172: 112041.
37. Kehrer, P., K. Kelly, and N. Heffernan, Does immediate feedback while doing homework improve learning? grantee submission, 2013.
38. Tavvafian, N., et al., Effects of glycyrrhizic acid supplementation during nonlinear resistance training on inflammatory markers and muscular damage indices in overweight young men. Obesity Medicine, 2020. 17: 100178. (in Persian)
39. Morano, K.A., New tricks for an old dog: the evolving world of hsp70. Annals of the New York Academy of Sciences, 2007. 1113(1):. 1-14.
40. Eidukaitė, S., N. Masiulis, and M. Kvedaras, Exploring the preliminary effects of Resistance Training on Total Brain-Derived neurotrophic factor (BDNF) levels in elderly individuals: A pilot study. Baltic Journal of Sport and Health Sciences, 2023. 2(129): 4-10.
41. Setayesh, S. and G.R.M. Rahimi, The impact of resistance training on brain-derived neurotrophic factor and depression among older adults aged 60 years or older: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Geriatric Nursing, 2023. 54: 23-31. (in Persian)
42. Nielsen, A.R. and B.K. Pedersen, The biological roles of exercise-induced cytokines: IL-6, IL-8, and IL-15. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2007. 32(5): 833-839.
43. Sardeli, A.V., et al., Effect of resistance training on inflammatory markers of older adults: A meta-analysis. Experimental Gerontology, 2018. 111: 188-96.
44. Valeria Oliveira de Sousa, B., et al., Physical exercise, obesity, inflammation and neutrophil extracellular traps (NETs): a review with bioinformatics analysis. Molecular Biology Reports, 2021. 48(5): 4625-35.

The Effect of a Period of Resistance Exercise with Two Different Intensities and Recovery on Tumor Necrosis Factor-Alpha, 70 Kilodalton Heat Shock Protein, C-Reactive Protein, and Brain-Derived Neurotrophic Factor in Blood Plasma in Female Bodybuilders

Received: 24 Jul 2024 Accepted: 16 Nov 2024

Azar Momtaz[1], Ramin Shabani[* 2], Alireza Elmieh[3]
1. PhD Candidate in Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran 2. Professor in Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran 3. Associate Professor in Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

Abstract

Introduction: Resistance training with high loads of HLRT causes physiological changes in the immune system, affecting the athlete's health and performance. This study investigated the effect of a period of resistance activity with two different intensities and recovery on TNF -α, hs-CRP, HSP-70, and BDNF in the blood serum of female bodybuilders.

Materials and Methods: In this semi-experimental study, 12 healthy female bodybuilders (age 30±5) volunteers, after filling out the consent form, performed exercise programs with 70% and 85% 1RM intensities and two recovery times of one and two minutes. 36 hours after each exercise, blood sampling was done after fasting for 10 hours. Plasma was separated from blood cells by centrifuging at 4000g for 10 min, clear plasma supernatant was aliquot, and stored at −20°C until required for use. In the end, all levels of TNF-α, hs-CRP, HSP-70, and BDNF were checked simultaneously. SPSS version 27 software was used to analyze the data at a significance level of $p \leq 0.05$.

Results: Based on the results, high-intensity resistance training (HLRT) compared to moderate-intensity resistance training (MLRT), with an increase in training intensity up to 85% 1RM and a one-minute recovery, significantly reduced TNF-α levels ($p<0.001$), and hs-CRP ($p<0.025$) and HSP-70 ($p<0.0001$), also resulted in a significant increase in BDNF serum level ($p<0.0001$).

Conclusion: Increasing the intensity of HLRT resistance training has no negative effect on the immune system, and this is probably due to the reduction of the pro-inflammatory factors TNF-α, hs-CRP, and HSP-70 and the increase of the BDNF factor in female bodybuilders.

Keywords: Brain-Derived Neurotrophic Factor; C-Reactive Protein; Heat-Shock Proteins; Tumor Necrosis Factor-alpha; Resistance training

***Corresponding Author:** Professor in Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
Email: dr.ramin.shabani@gmail.com **Tel:** 989112324796 **Fax:** 01333423308