Concentrations of homocysteine and CRP after 8 weeks of resistance training circle with different rest intervals

Etemad Z., PhD Candidate[1], Nikbakht H., PhD[2], Azarbaijani M.A., PhD[3], Gholami M., PhD[4]
1. PhD Candidate of Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor of Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (Corresponding Author), Tel:+98-87-3324919, hojnik1937@yahoo.com
3. Professor, Department of Exercise Physiology, Tehran central Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

ABSTRACT

Background and Aim: Resistance training exercise is one of the most common methods in fitness programs and health programs for athletes and therapists. Manipulation of every variable of training, such as rest intervals changes the adaptation and lead to the acquisition of more strength, higher endurance or biochemical changes in the body or cells. The purpose of this study was to determine the effects of two resistance exercise (RE) protocols with different rest intervals (RI) on serum homocysteine and CRP concentrations.

Material and Methods: This study included sedentary men between 19-28years of age who were randomly divided into 3 groups: two experimental groups including RE with RI of 90 (n=10) seconds and RE with RI of 180 seconds (n=10), and a control group (n=10). Exercise protocol included 8 exercises with intensity of 50% of 1RM in the first session and 85% of 1RM in the last session. The participants' weight, body fat percentage and body mass index were measured before and after intervention.In addition fasting homocysteine and CRP levels were measured by use of ELISA method before and after the exercise program for the 3 groups. ANOVA test was used to analyze the data. We used Benferoni statistical test in order to determine and arrange the mean differences within every group.

Results: The results showed that resistance training for eight weeks with different RI can lead to significant decrease in the levels of homocysteine and CRP in healthy sedentary men.

Conclusion: Circuit resistance training with different RI decreased the serum levels of homocysteine and CRP in the healthy sedentary men. Therefore, these exercises may decrease the risk of cardiovascular diseases.

Keywords: Resistance training, Rest interval, C-reactive protein (CRP), Homocysteine

Received: Aug 31, 2016 **Accepted:** Sep 27, 2016

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان / دوره بیست و دوم / فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۶/ ۱۱۹-۱۰۷

پاسخ غلظت سرمی هموسیستئین و CRP به ۸ هفته تمرینات مقاومتی دایره ای با فواصل طاستراحتی متفاوت

ظاهر اعتماد[۱]،حجت اله نیکبخت[۲]،محمدعلی آذربایجانی[۳]،ماندانا غلامی[۴]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲. دانشیارگروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران (مولف مسوول)، تلفن ثابت: ۳۳۲۴۹۱۹-۰۸۷، hojnik1937@yahoo.com

۳. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز،تهران، ایران.

۴. استادیارگروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف:تمرینات مقاومتی یکی از رایج ترین شیوه های تمرینات ورزشی جهت آمادگی جسمانی ورزشکاران وبرنامه های سلامتی درمانگران می باشد. دستکاری هر یک از متغیرها ی تمرین، از جمله فاصله استراحتی ، سازگای را تغییر داده و باعث کسب بیشتر قدرت، استقامت بالاتر و یا تغییرات متفاوت بیوشمیایی در محیط و یا درون سلولها می گردد. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تأثیر فواصل استراحتی بین دوره ها متعاقب دو نوع تمرین مقاومتی با حجم و شدت برابر بر تغییرات سطوح سرمی هموسیستئین و CRP بود.

روش بررسی:آزمودنی های این مطالعه، مردان غیرفعال ۱۹-۲۸ ساله بودند که به صورت تصادفی به دو گروه تمرین مقاومتی با فاصله استراحتی ۹۰ ثانیه (۱۰ نفر) ، تمرین مقاومتی با فاصله استراحتی ۱۸۰ ثانیه (۱۰ نفر) و یک گروه کنترل (۱۰ نفر)تقسیم شدند. برنامه تمرینی شامل ۸ حرکت بود، که با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه در جلسه اول شروع و در جلسه آخر با ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه بصورت دایره ای انجام شد.متغیرهای وزن،درصدچربی ، شاخص توده ی بدنی(BMI)، سطوح هموسیستئین و CRP پلاسما در حالت ناشتا به روش الیزا قبل و بعد از مداخله در هر سه گروه اندازه گیری شد. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون آماری تحلیل واریانس استفاده شد. برای تعیین محل دقیق اختلاف میانگین‌ها در درون هر گروه از آزمون آماری تعقیبی بونفرونی استفاده شد.

یافته ها: تجزیه و تحلیل یافته ها کاهش معنی داری در سطوح هموسیستئین و CRPرا پس از هشت هفته تمرین مقاومتی بافواصل استراحتی متفاوت در گروههای تجربی نسبت به گروه کنترل نشان داد($p< ۰/۰۵$).

نتیجه گیری: با توجه به نتایج حاصل از تمرین مقاومتی دایره ای با فواصل استراحتی که باعث کاهش سطوح هموسیستئین و CRPدر مردان غیر فعال شد, می توان احتمال داد که این تمرینات بتوانند باعث کاهش خطر ابتلا به بیماریهای قلبی و عروقی شوند.

واژگان کلیدی:تمرینات مقاومتی دایره ای،فاصله استراحتی،هموسیستین ،CRP.

وصول مقاله :۹۵/۶/۱۰ اصلاحیه نهایی:۹۵/۷/۳ پذیرش:۹۵/۷/۶

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

مقدمه

تمرینات مقاومتی یکی از رایج ترین و اساسی ترین شیوه های تمرینات ورزشی جهت آمادگی جسمانی ورزشکاران وبرنامه های سلامتی درمانگران می باشد. هدف اصلی این تمرینات کسب حجم عضلانی و افزایش قدرت بوده و جهت دستیابی به این موضوع از شیوه های مختلف تمرینات مانند مقاومت های متغیر، ترکیب کردن نوبت های متفاوت، استفاده از تکرار های متفاوت در هر نوبت و فواصل استراحتی متفاوت بین نوبت ها استفاده می شود(۱).دستکاری هر یک از این متغیرها می توانند سازگای های حاصل از انجام تمرینات مقاومتی را تغییر داده و باعث کسب بیشتر قدرت، استقامت بالاتر و یا تغییرات بیوشمیایی متفاوتی در محیط و یا درون سلولها گردد (۲).

کریمر ، اظهار داشت پیاده سازی متغیرهای تمرینات مقاومتی در بافت، پاسخهای فیزیولوژیکی و سازگاری با تمرین را تعیین می کنند.متغیرهای برنامۀ تمرین مقاومتی عبارتند از :انتخاب حرکت، ترتیب حرکت، بار(شدت)، حجم وفواصل استراحت(۴و۳).طول فاصلۀ استراحت با دیگر متغیرها شامل شدت،حجم، ترتیب حرکت در تعامل است و به اهداف تمرینی شخص، میزان آمادگی و دستگاه انرژی هدف وابسته است(۵) فاصله استراحت عنصری بسیار مهم از برنامۀ تمرین مقاومتی است که در بازیافت اثرات تمرین مرتبط با خستگی و یا جبران پاسخ های نامطلوب ناشی از تمرین، ضروری است .گفتنی است تنها با تعادل مناسبی از باردهی پیش رونده و فواصل استراحت کافی می توان اجرای عضله را جهت آمادگی و یا برنامه های تندرستی بهبود بخشید؛ بنابراین، باید به فواصل استراحت بین دوره ها در تمرینات مقاومتی توجه شود (۶) .

سبک زندگی غیر فعال ، با خطر بالای افزایش بیماریهای قلبی و عروقی همراه است.علیرغم پیشرفتهای بسیار در شناسایی عوامل خطر و مکانیسمهای ایجادکننده، هنوز این بیماریها به طورکامل قابل پیشگیری نیستند(۷). در مورد سبب شناسی این بیماریها دو دسته عوامل خطرزا را مسئول میشناسند: دسته اول عواملی که طی سالها مورد پژوهش قرارگرفته اند از جمله هیپرلیپیدمی، دیابت، سیگار و سابقه خانوادگی بیماری قلبی و دسته دوم عواملی که کمتر مورد پژوهش قرارگرفته اند که شامل هموسیستئین،CRP وغیره می باشند(۹و۸).

هموسیستئین یک اسیدآمینه حاوی سولفور است که در جریان متابولیسم متیونین به وجود می‌آید(۱۰و۹) عوامل مختلفی بر افزایش سطوح هموسیستئین تاثیر دارند که از آن جمله میتوان به شیوه زندگی نظیر عدم فعالیت بدنی،مصرف الکل،سیگار،تغذیه نامناسب و...اشاره کرد(۱۱).به ازای هرمیکرومول افزایش،شانس بیماری۶ تا ۷٪ افزایش می یابد(۷). اختلالات کاتابولیسم هموسیستئین به طور مؤثرآغازگرفرایندهای التهابی وآترواسکلروز است و از طریق تشدید تولیدگونه های اکسیژن واکنشی، فشار اکسیداتیو را افزایش میدهد(۱۲)CRPیک واکنش دهنده مرحله حاد است و در پاسخ به التهاب مقادیرآن به سرعت درگردش خون افزایش می یابد.CRP درکبد ساخته شده و افزایش تولیدآن پاسخی به بیماریهای عفونی، التهاب و یا آسیبهای بافتی است (۱۰). تحقیقات نشان داده است که CRPجدای از نقش نشانگر التهابی،میتواند باعث تخریب رگ نیز بشود. افزایش این پروتئین (به عنوان حساسترین شاخص التهابی و پیش بینی کننده مستقل خطرقلبی-عروقی) باعث افزایش۲تا۵ برابری خطرحوادث قلبی-عروقی می گردد(۱۳).

احتمالاًداشتن سبک زندگی فعال (از لحاظ جسمانی) یا انجام تمرین ورزشی منظم همراه با کاهش درصدچربی، منجر به کاهش سطح هموسیستیئین وCRP شده و خطر ابتلاء به بیماریهای مزمن را کاهش دهد (۱۴و۱۳). فعالیت جسمانی موجب چند تغییر بیوشیمیایی می شود که میتواند بر

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

مسیر متابولیسم هموسیستئین و CRP اثرکند. دراین ارتباط ممکن است بهبودترکیب بدنی، افزایش جذب ویتامینها در روده، افزایش فعالیت آنزیمهای مربوطه(۱۱) و شاید از همه مهمترکاهش استرس اکسایشی نقش عمده تری داشته باشد(۸).نتایج برخی از تحقیقات نشان میدهد شرکت منظم در برنامه های ورزشی باعث کاهش سطح هموسیستئین و CRPمی شود(۱۵و۸). از سوی دیگر برخی از مطالعات تاثیر فعالیت بدنی بر هموسیستئین وCRP را گزارش نکرده اند(۱۶). به عنوان مثالHudson و همکاران(۱۷) ، اثرات دو نوع پروتکل تمرینات مقاومتی هایپرتروفی (۹۰ ثانیه استراحت بین دوره ها) و قدرتی(۱۸۰ ثانیه استراحت بین دوره ها) را به مدت شش هفته بررسی و گزارش دادند که هر دو نوع پروتکل تمرینی (۹۰ و ۱۸۰ ثانیه استراحت بین دوره ها) می تواند غلظت فاکتورهای التهابی(هموسیستئین و CRP) را کاهش دهد.با این حال Mayhewوهمکاران (۱۸)تاثیر تمرینات مقاومتی با فاصله استراحتی متفاوت بر فاکتورهای التهابی را در دانشجویان غیرفعال بررسی و مشاهده کردند که تمرینات با استراحت کمتر نسبت به تمرینات با استراحت بیشتر باعث افزایش سطح هموسیستئین وCRP شده است.همچنین غفوری و همکاران(۱۹) ، نیکبخت و همکاران(۲۰) ، نمازی و همکاران(۲۱) پس از برنامه تمرین منظم مقاومتی و یا هوازی عدم تغییر سطوح هموسیستئین و CRP راگزارش کردند. بنابراین یافته های پژوهشی موجود نتایج ضد و نقیضی را در خصوص اثرات تمرینات مقاومتی نسبت به سطوح هموسیستئین وCRP گزارش کرده اند.

تغییر در فواصل استراحتی می تواند پاسخ های سوخت و سازی ، هورمونی و قلبی – عروقی را دستخوش تغییر نمایید.(۲۲) فاصلهٔ استراحتی بین نوبتها بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمایی، دورهٔ بازیافت، سوخت وساز انرژی، محتوای کراتین عضله و درنهایت بر اجرا تأثیر می گذارد.با این حال استفاده از فواصل استراحتی متفاوت در تمرینات مقاومتی دارای نقاط مبهمی است و مطالعات اندکی به بررسی پاسخ شاخص های التهابی پس از تمرینات مقاومتی با فواصل استراحتی متفاوت پرداخته اند. بنابراین با توجه به گرایش روزافزون افراد به تمرینات مقاومتی به عنوان جزیی مهم از برنامه آمادگی جسمانی و سلامتی (۲۳)، ارتباط شاخص های التهابی(هموسیستئین و CRP) با تمرینات مقاوتی از یک سو و بیماریهای قلبی عروقی از سوی دیگر و همچنین نتایج محدود و متناقض مطالعات پیشین در این زمینه، لذا لزوم بررسی موضوع مطرح می شود. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین تاثیر هشت هفته تمرینات مقاومتی با فواصل استراحتی متفاوت بر سطوح سرمی هموسیستئین و CRP برمردان غیرفعال سالم ،طراحی و اجرا شده است.

روش بررسی

پژوهش حاضر یک مطالعه تجربی، میدانی و کاربردی و طرح آن بصورت پیش آزمون ـ پس آزمون بود.پس از فراخوان در بین دانشجویان علاقمند پسرشاغل به تحصیل در دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج و در اختیار قرار دادن اطلاعات جامع و کاملی از تحقیق به صورت کتبی و شفاهی ، از میان آزمودنی هایی که رضایت نامه ی کتبی داشته وشرایط لازم را برای ورود به مطالعه دارا بودند نهایتا ۳۰ آزمودنی با دامنه سنی ۲۸– ۱۹ سال به صورت تصادفی به دو گروه فعالیت مقاومتی با فاصله استراحتی ۹۰ ثانیه (۱۰ آزمودنی) و ۱۸۰ ثانیه (۱۰ آزمودنی) و یک گروه کنترل (۱۰ آزمودنی) تقسیم شدند. معیارهای ورودشامل برخورداری از سلامت کامل بدنی، عدم انجام تمرینات بدنی منظم، عدم استفاده از رژیم غذایی خاص، عدم مصرف دخانیات و دارو بویژه داروهای ضد التهاب غیر استروئیدی بود. سپس ویژگیهای عمومی آزمودنیها شامل سن،

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

وزن،(توسط ترازو بدون کفش و جوراب با حداقل لباس بادقت ۰/۱کیلوگرم)قد،(با استفاده از میله سنجش قد عمودیی که بر روی ترازو قرار داشت با دقت ۰/۱ سانتی متر)،نمایه توده بدن(وزن بر حسب کیلوگرم تقسیم بر مجذور قد بر حسب متر) و درصد چربی بدن(به طور غیر مستقیم و برآوردی از طریق اندازه گیری چربی زیر پوستی در سه نقطه شکم، فوق خاصره و سه سر بازو با استفاده از کالیپر و چگالی بدن با معادله سه نقطه ای Pollockو Jackson(۲۴) و نهایتا فرمولSiri(۲۵)ثبت گردید.تمامی اندازه گیرهای قبل از شروع نمونه گیری خون و تمرینات مقاومتی انجام شد. برای تعیین شدت تمرین از1RMاز طریق فرمول (Brzycki) استفاده شد.(۲۶)

{تعداد تکرارها*(۰/۰۲۷۸)-۱/۰۲۷۸}/مقدار وزنه= یک تکرار بیشینه

بعد از مرحله آشنایی با تمرینات ، آزمودنیها در سالن حاضر شده و پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن، هر دو گروه تجربی تمرینات مقاومتی دقیقا مشابه ، با فاصله استراحتی متفاوت ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه را جهت بررسی پاسخ های آن بر شاخص التهابی انجام دادند.این تمرینات به شکل دایره ای وشامل پرس سینه، کشش زیر بغل با قرقره، جلو بازو و پشت بازو با هالتر ، اسکوات با استفاده از دستگاه (هاگ پا)، پشت پا و جلو پا با دستگاه قرقره و دراز و نشست بود که به صورت اصل اضافه بارانجام شد.هفته اول تمرین با شدت ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه ، سه دوره با ۸ تکرار انجام شد به طوریکه بین دوره ها در یکی از گروه ها ۹۰ ثانیه ودر گروه دوم ۱۸۰ ثانیه استراحت گنجانده شد.برای شدت تمرین هر هفته ۵ درصد یک تکرار بیشینه افزوده می شود به طوریکه شدت تمرینات در هفته هشتم به ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه رسید. همچنین ۱۰ دقیقه سرد کردن یا دوره بازیافت در انتهای هر جلسه گنجانده شد.نمونه گیری خون در ساعت۸ تا۸/۳۰ صبح در آزمایشگاه تشخیص طبی در حالت ناشتا از ورید بازوئی دست راست و در حالت نشسته به مقدار ۱۰ سی سی انجام گردید. نمونه گیری قبل از شروع برنامه تمرینات و بعد از اتمام آن مجددا به همین منوال تکرار گردید. بلافاصله ماده ضد انعقادی ،EDTA به نمونه اضافه گردید و به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردیده و پلاسمای حاصل از سانتریفوژ خون به فریزر منتقل گردید.غلظت هموسیستئین با روش HPLC ازکیت آزمایشگاهی هموسیستئین ساخت شرکت Axis–shield diagonistکشورآلمان استفاده گردید. وCRP به روش الایزا (ELISA) و کیت Diagnostic Biochem ساخت کشورکانادا اندازه گیری شدند.

اطلاعات پژوهش حاضر در سطوح توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.از آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های آماری با رعایت پیش‌فرض استفاده از آزمون پارامتریک، از آزمون آماری تحلیل واریانس یک راهه استفاده شد. برای تعیین محل دقیق اختلاف میانگین‌ها در درون هر گروه از آزمون آماری تعقیبی بونفرونی استفاده شد.تمامی عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22در سطح معنی‌داری($P\leq ۰/۰۵$) انجام شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها وتغییرات آنها مانند سن، قد، وزن ،درصد چربی بدن،BMI و توده خالص بدنی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون، پس از ۸ هفته تمرینات مقاومتی دایره‌ای با تناوب استراحتی مختلف در جدول ۱ ارائه شده است.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

جدول ۱.ویژگی‌های توصیفی (میانگین±انحراف استاندارد) آزمودنی‌ها قبل و بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای در گروه‌های مختلف

گروه / متغیر		۱۸۰ ثانیه ($\bar{X} \pm SD$)	۹۰ ثانیه ($\bar{X} \pm SD$)	کنترل ($\bar{X} \pm SD$)	سطح معنی‌داری
سن (سال)		۲۳/۵± ۲/۴۶	۲۲/۷±۲/۰۰۳	۲۳/۱±۲/۲۳	
قد (سانتی‌متر)		۱۷۳/۸±۳/۸۸	۱۷۴/۸±۳/۴۹	۱۷۴/۵±۴/۳۳	
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۷۲/۰۳±۴/۸۶	۷۳/۳۲ ±۴/۷۶	۷۲/۵۲± ۵/۳۷	۰/۳۱۸
	پس‌آزمون	۷۱/۶۱±۴/۹۲	۷۲/۷۵±۴/۳۶	۷۲/۵۲± ۵/۳۷	
درصد چربی بدن(درصد)	پیش آزمون	۱۸/۲۲±۱/۹۲	۱۹/۱±۱/۶۹	۱۷/۸۸± ۱/۵۴	[a] ۰/۰۱۷
	پس‌آزمون	۱۷/۰۵±۱/۷۶	۱۸/۱۱±۱/۶۴	۱۷/۹۱± ۱/۴	
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	پیش آزمون	۲۳/۸۳±۰/۸۹	۲۳/۹۸± ۱/۰۶	۲۳/۸± ۱/۱۳	۰/۱۱۳
	پس‌آزمون	۲۳/۶۵±۰/۹۸	۲۳/۷۹±۰/۹۱	۲۳/۸۳± ۱/۰۷	
توده خالص بدنی (کیلوگرم)	پیش آزمون	۵۶/۸۴±۳/۶۶	۵۷/۳۵±۳/۷۷	۵۸/۰۴±۵/۰۲	[a] ۰/۰۲۴
	پس‌آزمون	۵۸/۸۳±۳/۸۳	۵۸/۶۳±۳/۶۶	۵۸/۰۹±۴/۹۵	

[a] نشانه اختلاف معنی‌دار مرحله پس آزمون با مرحله پیش‌آزمون در سه گروه (P<۰/۰۵)

نتایج جدول ۱ نشان داد که هشت هفته تمرینات مقاومتی دایره‌ای موجب کاهش معنی‌دار درصد چربی بدن و افزایش معنی‌دار توده خالص بدنی در مراحل پیش آزمون و پس آزمون پس از ۸ هفته در گروه‌های دو گانه (۱۸۰ ثانیه، ۹۰ ثانیه) شد. ولی تمرینات مقاومتی دایره‌ای اثر معنی‌دار روی وزن و شاخص توده بدنی نداشت.

غلظت سطوح سرمی هموسیستئین و CRPو تغییرات آنها در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون، پس از ۸ هفته تمرینات مقاومتی دایره‌ای با فاصله استراحتی مختلف در جدول ۲ ارائه شده است.

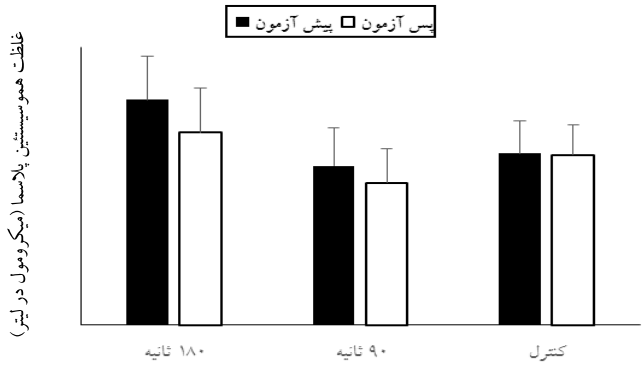
جدول ۲. (میانگین±انحراف استاندارد)ویژگی‌های فیزیولوژیکی قبل و بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای در گروه‌های مختلف

گروه / متغیر	۱۸۰ ثانیه	۹۰ ثانیه	کنترل
CRP (پیکوگرم/میلی‌لیتر)			
پیش‌آزمون	۱/۴۸۱±۰/۱۹	۱/۵۸۰±۰/۲	۱/۶۶۶±۰/۲۲
پس‌آزمون	۱/۴۲۱±۰/۱۸	۱/۵۵۷±۰/۱۸	۱/۶۶۴±۰/۲
سطح معنی‌داری	[a]۰/۰۲۵	[a]۰/۰۴۵	NS
هموسیستئین (میکرومول در لیتر)			
پیش‌آزمون	۹/۰۵±۰/۷۹	۷/۸۶±۰/۶۸	۸/۰۹±۰/۵۸
پس‌آزمون	۸/۴۶±۰/۸۱	۷/۵۶±۰/۶۱	۸/۰۶±۰/۵۵
سطح معنی‌داری	[a]۰/۰۱۱	[a]۰/۰۳۲	NS

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

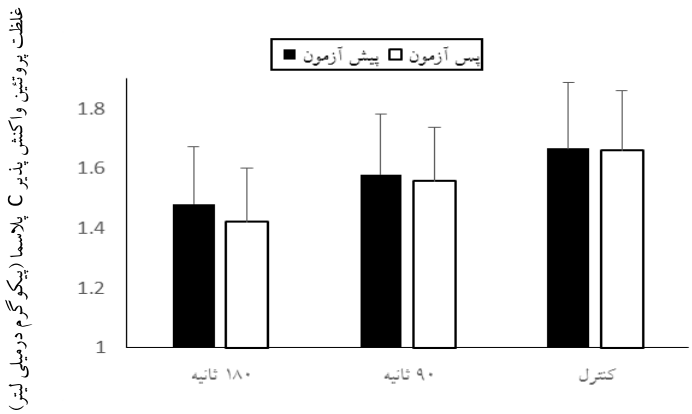
[DOI: 10.22102/22.1.107]

براساس نتایج ارائه شده در نمودار ۱ مشخص شد که غلظت هموسیستئین پلاسما در مراحل مختلف اندازه‌گیری کاهش معنی‌داری وجود دارد(P=۰/۰۰۱).



نمودار ۱. مقایسه غلظت هموسیستئین پلاسما در گروه‌های پژوهش بین مراحل مختلف اندازه‌گیری

براساس نتایج ارائه شده در نمودار۲ مشخص شد که غلظت پروتئین واکنش‌پذیر C پلاسما در مراحل مختلف اندازه‌گیری کاهش معنی‌داری داشت (P=۰/۰۱۳) .



نمودار ۲. مقایسه غلظت پروتئین واکنش‌پذیر C پلاسما در گروه‌های پژوهش بین مراحل مختلف اندازه‌گیری

بحث

فاصلهٔ استراحت یک متغیر مهم ومرتبط در طراحی پروتکل تمرینات مقاومتی است که می تواند مستقیماً اجرای دوره های بعدی، قدرت و استقامت عضله را تحت تأثیر قرار دهد، همچنین تغییرات بسیار مهم هورمونی، بیوشیمایی و فیزیولوژیکی را در پی داشته باشد و بر کارایی و اثربخشی تمرینات مقاومتی بیفزاید(۲۷).با توجه به اهمیت موضوع هدف این مطالعه، تعیین تاثیر هشت هفته تمرینات مقاومتی دایره ای با فواصل استراحتی ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه بر سطوح سرمی هموسیستئین و CRP برمردان غیرفعال سالم بود.

نتایج نشان داد سطح هموسیستئین سرم پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره ای در گروهای تجربی با فاصله

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

استراحت۹۰ و ۱۸۰ ثانیه بین ست ها به طور معنی داری کاهش یافت ، در حالی که در گروه شاهد تغییر معنی داری مشاهده نشد. همچنین، مقایسه ی بین گروهی اختلاف معنی داری را بین تغییرات هموسیستئین در دو گروه تجربی و شاهد نشان داد. ($p< ۰/۰۵$).

از آنجایکه هرگونه فعالیت بدنی منظم ممکن است بر شاخص های التهابی تاثیر مثبت داشته باشد، پژوهشهای گوناگون ارتباط معکوس و معنی داری را بین فعالیت بدنی منظم و شاخصهای التهابی نشان داده اند و گزارش کرده اند، افرادی که از نظر بدنی فعالتر و آمادگی جسمانی بهتری دارند، سطح پایینتری از شاخصهای التهابی را دارا میباشند(۲۸). Nygardو همکاران(۲۹) ، Gaume و همکاران(۳۰) گزارش کردندکه میزان هموسیستئین سرم در افراد غیرفعال بیشتراست. که با یافته های پژوهش حاضرهمراستا است. یکی از دلایل احتمالی این همخوانی ممکن است سطح اولیه ی هموسیستئین و البته آمادگی جسمانی باشد . زیرا کاهش معنی دار هموسیستئین متعاقب ورزش، نشان میدهد سطح اولیه ی هموسیستئین و آمادگی جسمانی بر تغییرات ناشی از تمرین مؤثر هستند(۳۱). یافته های پژوهش حاضر نیز حاکی از آن است که آزمودنیهای غیرفعالی که دارای آمادگی جسمانی کمتر و سطح اولیه ی بالاتری از هموسیستئین بودند،تأثیرتمرین بیشتر بوده است. Randeva و همکاران (برنامه ی تمرین مقاومتی شش ماهه)(۳۲)Vincentوهمکاران(۶ماه تمرین مقاومتی درافراد مسن چاق و دارای وزن طبیعی)،(۳۳)Hudson و همکاران(۱۷) اثرات دو نوع پروتکل تمرینات مقاومتی هایپرتروفی (۹۰ ثانیه استراحت بین دوره ها) و قدرتی(۱۸۰ ثانیه استراحت بین دوره ها) به مدت شش هفته ،همگی گزارش دادندکه تمرین سبب کاهش سطح هموسیستئین می شود.Robinson و همکاران اثرات سه فاصله استراحتی (۳۰ ،۹۰ و ۱۸۰ ثانیه)بر قدرت بیشینه مردان غیرفعال را بررسی کرده و گزارش دادند ، در فواصل استراحتی ۱۸۰ ثانیه ، قدرت بیشینه در حرکت اسکوات نسبت به فواصل استراحتی ۳۰ و ۹۰ ثانیه بیشتر است(۳۴). ویلاردسون و همکاران تأثیر سه فاصلهٔ استراحتی ۳،۱ و۵ دقیقه بین ست های تمرین بر انجام تکرارهای حرکت پرس سینه بررسی ومشاهده کردند که اجرای حرکات با فاصلهٔ استراحتی ۵ دقیقه بین ست های تمرین در مقایسهٔ با ۳ و ۱ دقیقه کامل تر و بهتر است ، ویلاردسون و همکاران تأثیر سه فاصلهٔ استراحتی ۳۰ ثانیه، ۱ و ۲ دقیقه بین ست های تمرین بر توانایی حفظ تکرار در حرکت پرس سینه و اسکوات رابررسی و مشاهده کردند که توانایی حفظ تکرار در ست های با فاصلهٔ استراحتی ۲ دقیقه نسبت به ۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه بهتر بوده است(۳۵) می توان گفت نتیجهٔ این تحقیقات به نتایج این پژوهش نزدیک است زیرا اجرای کامل تر و بهتر و توانایی حفظ تکرار در فواصل استراحتی بالاتر در حرکت پرس سینه و اسکوات که از حرکات اصلی تمرینات مقاومتی جهت عضلات بالا تنه و پایین تنه می باشند به منزله تمرینات منظم به مدت طولانی می باشد. بطور کلی تمرینات ورزشی منظم نیاز واکنش های متابولیکی نوسازی و ترمیم بافت عضلانی را افزایش می دهد که باعث نیاز زیاد به متیونین برای تولید انرژی و سنتز پروتئین می شود و چون هموسیستئین به عنوان یکی از مواد واسطه ای متابولیسم متیونین بکار می رود ، بنابراین مقدار آن کاهش می یابد(۳۶).همچنین تمرینات ورزشی منظم باعث کاهش کسر اکسیژن شده و بدنبال آن وابستگی بدن به سیستم فسفاژن کاهش می یابد و چون تولید کراتین در بدن طی واکنش های انتقال متیل که درآن متیونین با تبدیل شدن به هموسیستئین باعث سنتز کراتین می شود، بنابراین کاهش نیاز به سنتز کراتین در بدن با کاهش هموسیستئین همراه است(۳۸و۳۷). بنابراین یکی دیگر از دلایل احتمالی کاهش هموسیستئین در این مطالعه می تواند به دلیل فواصل

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

استراحتی و زمان بازیافت مناسب و کاهش وابستگی به سیستم فسفاژن هنگام کسر اکسیژن باشد.از طرفی دیگر McAnulty و همکاران(۳۹)(یک مسابقه رقابتی سه گانه) Hammouda و همکاران (۴۰)(یک جلسه تمرین مقاومتی حاد درمردان کم تحرک جوان)روی سطوح هموسیستئین به این نتیجه رسیدند که اختلاف معنی دار ی در میزان هموسیستئین گروه تجربی و شاهد مشاهده نشد. De Salles و همکاران اثر فواصل استراحتی متفاوت ۳۰ و۶۰ و ۹۰و ۱۸۰ ثانیه بین دوره های فعالیت مقاومتی برشاخص های التهابی در مردان گزارش دادند که در ۱۸۰ و ۹۰ ثانیه با فاصله استراحتی مناسب شاخص التهابی هموسیستئین کاهش اما در ۳۰ و ۶۰ ثانیه اختلاف معنی دار ی در میزان هموسیستئین مشاهده نشد(۴۱).Mayhew و همکاران (۱۷)(تاثیر فاصله استراحتی در تمرینات مقاومتی با شدت بالاو متوسط بر فاکتورهای التهابی در دانشجویان غیرفعال) گزارش دادند تمرینات با فاصله استراحتی کمتر نسبت به تمرینات با فاصله استراحتی بیشتر باعث افزایش معنی داری در سطح هموسیستئین می شود.همچنین Antunes و همکاران،(۴۲) اجرای چهار هفته تمرینهای استقامتی باشدت و حجم زیاد در افراد فعال و ورزشکار ، همگی نشان دادندکه این نوع تمرینها یا موجب عدم معنی داری و یا موجب افزایش هموسیستئین سرم میشود.که نتایج این تحقیقات با یافته‌ی تحقیق حاضرمغایر است. زیرا تمرینات بلند مدت و سنگین ، متابولیسم پروتئین و غلظت های خونی آمینو اسیدهای مشخصی راتغییر می دهد و موجب کاهش غلظت متیونین می شود. در این مسیر مکانیسم ، نقل و انتقال پروتئین ، غلظت هموسیستئین را در طول تمرینات طولانی مدت و یا شدید افزایش می دهد(۴۳). بنابراین به احتمال زیاد یکی از دلایل عدم همخوانی این یافته ها استفاده از تمرینهای شدید ، طولانی مدت و سنگین باشد.اما تحقیق حاضر با وجود فواصل استراحتی مناسب در دسته بندی این گونه تمرینات قرارنمی گیرد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد سطح CRP پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره ای درگروهای تجربی بافاصله استراحت۹۰ و ۱۸۰ ثانیه بین ست ها به طور معنی داری کاهش یافت، در حالیکه درگروه شاهد تغییر معنی داری مشاهده نشد. همچنین،مقایسه ی بین گروهی اختلاف معنی داری را بین تغییرات CRP در دوگروه تجربی و شاهد نشان داد ($p< ۰/۰۵$).

Vidyasagar و همکاران در مطالعه ای که به مقایسه تاثیر سه نوع شدت مختلف ورزشی بر سطوحCRP پرداختند در هر سه گروه با شدت های مختلفCRP کاهش معنی دار یافت (۴۴).Hudson و همکاران (۱۷) ،در بررسی اثرات دو نوع پروتکل تمرینات مقاومتی (۹۰ ثانیه استراحت بین دوره ها) و (۱۸۰ ثانیه استراحت بین دوره ها) به مدت شش هفته گزارش دادند که هر دو نوع تمریناتCRP را کاهش می دهد. در مطالعهStewart و همکاران(۴۵)Phillips و همکاران اجرای تمرین مقاومتی سطوح درگردش CRP را در زنان مسن چاق و یائسه کاهش نشان داد(۴۶). همچنین Miranda و همکاران (۴۷) (تاثیر اجرای تمرینات مقاومتی با فواصل استراحتی ۶۰ ثانیه و ۱۸۰ ثانیه)گزارش دادند که آزمودنی ها توانستند تکرار ، دوره و ست (حجم)بیشتری را در تمرینات با فاصله استراحتی ۱۸۰ ثانیه در مقایسه با ۶۰ ثانیه انجام دهند و کاهش درصد چربی و افزایش معنی دار توده خالص بدن در هر دو گروه اتفاق افتاده است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارند. در چندین مطالعه که به بررسی ارتباط بین کاهش وزن چربی و کاهش التهابCRP پراخته اند گزارش شده است مقدار کاهش توده چربی یک عامل تعیین کننده در کاهش CRP است(۴۷). در گروههای تجربی با فواصل استراحتی ۹۰ ثانیه و ۱۸۰ ثانیه در پژوهش حاضرکاهش وزن چربی مشاهده

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

شده است که شاید این کاهش وزن منجر به کاهش CRP شده باشد.سازو کار کاهشCRP متعاقب کاهش وزن چربی کاملا روشن نیست .یکی از فرضیه ها این است که ماکروفاژهای جذب شده از گردش خون به بافت چربی ، منبع اصلی تولید فاکتورهای التهابی هستند(۴۸).از سویی مشاهده شده است که فعالیت بدنی منجر به کاهش نفوذ ماکرو فاژها به بافت چربی می شود. بنابراین عقیده بر این است که ورزش از طریق کاهش توده چربی و نفوذ کمتر ماکروفاژها باعث تولید کمتر فاکتورهای التهابی توسط بافت چربی می شود(۴۹). شاید برنامه تمرینی مطالعه حاضر ، با کاهش توده چربی به عنوان یک عامل ضد آتروژنیک و عوامل خطرزا در گروههای تجربی با فواصل استراحتی ۹۰ ثانیه و ۱۸۰ ثانیه ، موجب کاهش CRP شده باشد. بطور کلی فعالیت بدنی منظم و تمرینهای ورزشی باعث افزایش ظرفیت حفاظتی قلبی -عروقی در انسان شده و در نتیجه موجب بهبود کیفیت زندگی میشود(۵۰). با این حال ارتباط بین فعالیت بدنی وCRP در برخی پژوهشها تأیید نشده است، فرامرزی نشان دادکه تمرین مقاومتی موجب افزایش سطح سرمیCRP در ورزشکاران میشود . او گزارش کرد که ارتباطی بین آمادگی جسمانی و CRP سرم وجود ندارد(۵۱).Mayhew وهمکاران (۱۸)(تاثیر فاصله استراحتی ۶۰ و ۱۸۰ ثانیه تمرینات مقاومتی بر فاکتورهای آسیب عضلانی در دانشجویان غیرفعال)گزارش دادند، تمرینات با فاصله استراحتی کمتر نسبت به تمرینات با فاصله استراحتی بیشتر موجب افزایش معنی داری در سطح CK و آسیب عضلانی شدند.درتحقیق Swift و همکاران(۵۲) (سه نوع تمرین هوازی ، مقاومتی و ترکیبی به مدت ۹ ماه) مقادیر CRP در واکنش به سه نوع تمرین کاهش معنی داری پیدا نکرد، شیخ الاسلامی وطنی و همکاران(۵۳)نیز نشان دادندکه به دنبال شش هفته تمرین مقاومتی با شدت متوسط یا بالا سطوح CRP در مردان سالم جوان تغییر نیافته است.که با یافته های پژوهش حاضر همخوانی ندارند، این عدم همخوانی ممکن است بدلیل آسیب عضلانی ناشی از ورزش باشد زیرا آسیب عضلانی موجب تولید6 -IL می شود و چون 6- IL که درآغاز پاسخ التهابی و برای ترمیم آسیب عضله تولید میشود محرک اصلی CRP است (۵۳).بنابراین آسیب عضلانی بیشتر و تولید موضعی CRP موجب افزایشCRP سرم پس از تمرین های ورزشی می شود(۲۱). همچنین، افزایش استرس مکانیکی و فعالسازی سلول اندوتلیال از دلایل احتمالی افزایش مقادیر CRP سرم پس از تمرینات طولانی و سنگین عنوان شده است. بنابراین، در تفسیر یافته های مربوط بهCRP باید عواملی مانندآسیبهای احتمالی،شدت ،نوع و حجم تمرین(۵۴ و۵۳) ویژگیهای آزمودنیها همچون (وضعیت سنی،جنس،میزان چاقی ونمایه توده بدن) (۵۳و۵۱و۴۶)، وجود بیماریهای التهابی و عفونی، سطوح پایه CRP(۵۳ و۱۴) و عوامل دیگر در نظرگرفته شود.

به نظر میرسد مواردی همچون کاهش وزن،کاهش درصد چربی(۵۳ و۵۲)،افزایش توده خالص بدن،افزایش کافی قدرت عضلانی(۴۸) وکاهش التهاب (۲۰) به دنبال تمرین میتواند از جمله مکانیسمهای احتمالی باشدکه تمرین ورزشی از طریق آنها برسطوح سرمی هموسیستئین و CRPتاثیر میگذارد. بنابراین تمرینات مقاومتی مطالعه حاضر به دلیل استفاده از فواصل استراحتی مناسب در دسته فعالیت های سنگین و شدید قرار نگرفته و زمان بازیافت مناسبی جهت کسب سازگاری های مثبت فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی داشته و احتمالاًاجرای هشت هفته تمرین مقاومتی دایره ای با فواصل استراحتی ۹۰ ثانیه و ۱۸۰ ثانیه در مطالعه حاضر، مکانیسمهای مذکور را به گونه ای فعال کرده است که منجر به تغییر و کاهش سطوح درگردش هموسیستئین وCRP شده است.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

نتیجه گیری

بطور کلی می توان گفت که هشت هفته تمرین مقاومتی با فواصل استراحتی، از طریق افزایش کافی قدرت عضلانی، کاهش درصد چربی بدن و کاهش ریسک فاکتورهای قلبی عروقی شامل هموسیستئین و CRP در بهبود سلامت قلب و عروق و کاهش خطر بیماری آترو اسکلروز موثر است. همچنین باتوجه به اثرات ضد التهابی ورزش،تمرین نقش مهمی درکاهش شاخصهای التهابی در انسان دارد و تمرینات مقاومتی با فواصل استراحت ۹۰ ثانیه و ۱۸۰ ثانیه می تواند راهکار مناسبی درمقابله با عوامل التهابی و خطرزای قلبی – عروقی باشد. بنابراین پیشنهاد می شود مربیان و درمانگران از تمرینات مقاومتی با فواصل استراحتی ۹۰ ثانیه و ۱۸۰ ثانیه در جهت پیشگیری از اثرات سوءناشی از افزایش بروز بیماری آترواسکلروزیس استفاده و این گونه تمرینات را به عنوان بخشی اساسی در شیوه زندگی افراد غیر فعال در نظر بگیرند.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از اساتید گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه تهران،واحد علوم تحقیقات تهران و تهران مرکزکه در طراحی و اجرای این مطالعه ما را یاری نمودند و نیز از شرکت کنندگان در مطالعه صمیمانه قدردانی به عمل می آید.

References

1.Fleck SJ, and Kraemer WJ. Designing resistance training programs. , *4E*. Human Kinetics Champaign. 2014.p74-115

2. Goldfarb AH, Garten RS, Chee PD, Cho C, Reeves GV, Hollander DB, and et al. Resistance exercise effects on blood glutathione status and plasma protein carbonyls: influence of partial vascular occlusion .Eur J Appl Physiol 2008;104:813-9.

3. Hill-Haas S, Bishop D, Dawson B, Goodman C, Edge J. Effects of rest interval during high-repetition resistance training on strength, aerobic fitness, and repeated-sprint ability. Journal of Sports Sciences 2007; 25:619 - 628.

4.Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: foundations and techniques. FA Davis Company, 5th ed, Arch Street, Philadelphia, 2007.P.148-185.

5.Kraemer WJ, Spiering BA. Skeletal muscle physiology: Plasticity and responses to exercise. Hormone Research 2006;66: 2-16.

6. Grandys M, Majerczak J, Duda K, Zapart-Bukowska J, Sztefko K, Zoladz JA. The effect of endurance training on muscle strength in young, healthy men in relation to hormonal status. Journal of Physiology and Pharmacology 2008; 59:89-103.

7. Neuman JC, Albright KA, Schalinske KL. Exercise prevents hyperhomocysteinemia in a dietary folate restricted mouse model. Nutrition Research 2013; 33: 487–93.

8. Silva Ade S, da Mota MP. Effects of physical activity and training programs on plasma homocysteine levels: a systematic review. Amino Acids 2014; 46: 1795–804.

9. Shi Z, Guan Y, Huo YR, Liu S, Zhang M, Lu H, et al. Elevated total homocysteine levels in acute ischemic stroke are associated with long-term mortality. Stroke 2015;Page 2419-2425

10.Deminice R, Rosa FT, Franco GS, Jordao AA, de Freitas EC. Effects of creatine supplementation on oxidative stress and inflammatory markers after repeated-sprint exercise in humans. Nutrition 2013; 29:1127–32.

11. Manor M, Joubert L. Exercise, nutrition, and homocysteine. Int J Sport Nutrition and Exerc Metabolism 2006; 16: 341-361.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

12. Choi JK, Moon KM, Jung SY, Kim JY, Choi SH, Kim da Y, et al. Regular exercise training increases the number of endothelial progenitor cells and decreases homocysteine levels in healthy peripheral blood. Korean J Physiol Pharmacol 2014; 18: 163–8.
13. Panic N, Leoncini E, de Belvis G, Ricciardi W, Boccia S. Evaluation of the endorsement of the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis (PRISMA) statement on the quality of published systematic review and meta-analyses. PloS One 2013; 8: e83138
14. Samuel L Bckner1, Jeremy P Loenneke and Paul D Loprinzi.Clin Physiol Funct Imaging Single and combined associations of accelerometer-assessed physical activity and muscle-strengthening activities on plasma homocysteine in a national sample. PloS One 2016 ;12: 1-5
15. Shih KC, Janckilab AJ, Kwok CF, Ho LT, Chou YC, Chao TY. Effects of exercise on insulin sensitivity, inflammatory cytokines, and serum tartrate-resistant acid phosphatase 5a in obese Chinese male adolescents. Metabolism Clinical and Experimental Metabolism 2010; 59:144–51.
16. Lee YH, Song YW, Kim HS, Lee SY, Jeong HS, Suh SH, et al. The effects of an exercise program on anthropometric, metabolic, and cardiovascular parameters in obese children.Korean Circ J 2010; 40:179-84.
17. Hudson MB, Hosick PA, McCaulley GO, Schrieber L, Wrieden J, McAnulty SR, and et al. The effect of resistance exercise on humoral markers of oxidative stress. Med Sci Sports Exerc 2008;40:542-8.
18.Mayhew D L, Thyfault J P, Koch A J. Rest-interval length affects leukocyte levels during heavy resistsnce exercise. Journal of Strength and Conditioning Research 2005;19: 16–22.
19.Ghafari G, Bolboli L, Rajabi A, Saedmochshi S. The effect of 8 weeks aerobic training on predictive inflammatory markers of atherosclerosis and lipid profile in obese elderly women. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences 2015; 23:144-154
20.Nikbakht HA, Amirtash AM, Gharouni H, Zafari A. Comparison of physical activity with serum fibrinogen and homocysteine concentration in active, sedentary and with CAD males. Olympic2007; 15:71-80.
21.Namazi A, Aghaalinejad H, Peeri M, Rahbarizadeh F. The effects of short term circuit resistance training on serum homocysteine and CRP concentrations in active and inactive females. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism 2010; 12:169-177.
22. Ratamess NA, Falvo MJ, Mangine GT, Hoffman JR, Faigenbaum AD, Kang J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. Eur J Appl Physiol 2007;100: 1-17
23. Uchida MC, Bacurau RFP, Navarro F, Pontes Jr FL, Tessuti VD, Moreau RL, et al. Alteration of testosterone: cortisol ratio induced by resistance training in women. Rev Bras Med Esporte 2004; 10:169-72.
24. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. Br J Nutr 1978 Nov;40:497-504.
25. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. Nutrition. 1993;9:480-91.
26. Maud PJ, Foster C. Physiological assessment of human fitness.2nd. Champaign: Human Kinetics. 2006.p.185-90.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

27.Goessler KF, Polito M. Effect of fixed and self-suggested rest intervals between sets of resistance exercise on post exercise cardiovascular behavior. Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance 2013; 15:467-475.
28. Abramson JL, Vaccarino V. Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. Arch Intern Med 2012; 162: 1286-92.
29. Nygard O, Vollset SE, Refsum H, Stensvold I, Tverdal A, Nordrehaug JE, et al. Total plasma homocysteine and cardiovascular risk profile:The Hordaland homocysteine study JAMA 1995;274: 1526-33.
30. Gaume V, Mougin F, Figard H, Simon-Rigaud ML, N'Guyen UN, Callier J, et al. Physical training decreases total plasma homocysteine and cysteine in middle-aged subjects. Ann Nutr Metab 2005; 49: 125-31.
31. Okura T, Rankinen T, Gagnon J, Lussier-Cacan S, Davignon J, Leon AS, et al. Effect of regular exercise on homocysteine concentrations: the heritage family study. Eur J Appl Physiol 2006; 98: 394-401.
32. Randeva HS, Lewandowski KC, Drzewoski J, Brooke-Wavell K, O'Callaghan C, Czupryniak L, et al. Exercise decreases plasma total homocysteine in overweight young women with polycystic ovary syndrome. J Clin Endocrinol Metab 2002; 87: 4496-501.
33. Vincent HK, Bourguignon C, Vincent KR. Resistance training lowers exercise-induced oxidative stress and homocysteine levels in overweight and obese older adults. Obesity 2006; 14: 1921-30.
34. Robinson JM, Stone MH, Johnson RL. Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance. Journal of Strength and Conditioning Research 1995;9:216-221.
35. Willardson J, MLN Burkett. The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. Journal of Strength and Conditioning Research 2006; 20: 400-403.
36. Joubert L, Manore M. Exercise, nutrition, and homocysteine. Int J Sport Nutr Exerc Metab 2006; 16: 341-361.
37. Libby P, Bonow R, Mann D, Zipes D. Braunwald's Heart Disease: A textbook of cardiovascular medicine. 8th ed. Saunders; 2007. p21-46
38. Vasankari TJ, Kujala UM, Vasankari TM, Ahotupa M. Reduced oxidized LDL levels after a 10-month exercise program. Med Sci Sports Exerc 1998; 30: 1496-501.
39. McAnulty SR, McAnulty LS, Nieman DC, Morrow JD, Shooter LA, Holmes S, et al. Effect of alpha-tocopherol supplementation on plasma homocysteine and oxidative stress in highly trained athletes before and after exhaustive exercise. J Nutr Biochem 2005; 16: 530-7.
40.Hammouda O, Chtourou H, Chaouachi A, Chahed H, Ferchichi S, Kallel C, et al. Effect of short-term maximal exercise on biochemical markers of muscle damage, total antioxidant status, and homocysteine levels in football players. Asian J Sports Med 2012; 3: 239–46.
41. De Salles B F, Simao R, Miranda F, Novaes J S, Lemos A, Willardson JM. Rest interval between sets in strength training. Sports Med 2009; 39: 765-777.
42. Antunes HK, De Mello MT, de Aquino Lemos V, Santos-Galduroz RF, Camargo Galdieri L, Amodeo Bueno OF, et al. Aerobic physical exercise improved the cognitive function of elderly males but did not modify their blood homocysteine levels. Dement Geriatr Cogn Dis Extra 2015; 5: 13–24.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]

43.Silva Ade S, da Mota MP. Effects of physical activity and training programs on plasma homocysteine levels: a systematic review. Amino Acids 2014; 46: 1795–1804.
44. Vidyasagar S. Dose response relationship between exercise intensity and C reactive protein in healthy individuals 2013. . Journal of Science and Medicine in Sport, 16, p.e30.
45. Stewart LK, Flynn MG, Campbell WW, Craig BA, Robinson JP, Timmerman KL, et al. The influence of exercise training on inflammatory cytokines and C-reactive protein. Med Sci Sports Exerc 2007; 39: 1714-9.
46. Phillips MD, Patrizi RM, Cheek DJ, Wooten JS, Barbee JJ, Mitchell JB. Resistance training reduces subclinical inflammation in obese, postmenopausal women. Med Sci Sports Exerc 2012; 44:2099-110.
47.Miranda H, Simão R, Moreira LM, de Souza RA, de Souza J AA, de Salles BF, & Willardson J.Effect of rest interval length on the volume completed during upper body resistance exercise. Journal of Sports Science and Medicine 2009; 8:388-392.
48. Patrick L, Uzick M. Cardiovascular disease: C-reactive protein and the inflammatory disease paradigm: HMG-CoA reductase inhibitors, alpha-tocopherol, red yeast rice, and olive oil polyphenols. A review of the literature. Altern Med Rev 2001; 6: 248-271.
49. Fantuzzi G. Adipose tissue, adipokines, and inflammation. Journal of Allergy and Clinical Immunology 2005; 115: 911-919.
50. Bruun J, Helge J, Richelsen B, Stallknecht B. Diet and exercise reduce low grade inflammation and macrophage infiltration in adipose tissue but not in skeletal muscle in severely obese subjects. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism 2006; 290: E 961.
51. Faramarzi M. Correlation of physical fitness with CRP and plasma lipids levels in athletes and nonathletes. Iranian Journal of Harkat 2008; 36:151-164.
52. Swift DL, Johannsen NM, Earnest CP, Blair SN, Church TS. Effect of exercise training modality on C-reactive protein in type 2 diabetes. Med Sci Sports Exerc 2012; 44: 1028-1034.
53. Sheikholeslami Vatani D, Ahmadi S, Ahmadi Dehrashid K, Gharibi F. Changes in cardiovascular risk factors and inflammatory markers of young, healthy, men after six weeks of moderate or high intensity resistance training. J Sports Med Phys Fitness 2011; 51:695-700.
54. Talebi-Garakani E, Safarzade A. Resistance training decreases serum inflammatory markers in diabetic rats. Endocrine 2013; 43:564-70.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-05-24]

[DOI: 10.22102/22.1.107]