

مقایسه پاسخ های حاد سطوح پلاسمایی CRP و اینترلوکین-۶ زنان دارای اضافه وزن به یک جلسه تمرین مقاومتی، تناوبی

الهام نظری ریزی

کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی محض دانشگاه علوم تحقیقات آزاد تهران (یزد).

Elhamnizr00@gmail.com

چکیده

سازمان جهانی بهداشت، شیوه زندگی غیر فعال و چاقی، را مهمترین عامل در به خطر انداختن سلامتی بشر معرفی کرده است. همچنین درصد بالایی از مرگ و میر را ناشی از پدیده چاقی می‌داند. هدف از انجام پژوهش حاضر، مقایسه پاسخ های حاد سطوح پلاسمایی CRP و اینترلوکین-۶ زنان دارای اضافه وزن به یک جلسه تمرین مقاومتی، تناوبی است. روش: این تحقیق از نوع نیمه تجربی است. ۳۰ خانم دارای اضافه وزن (با میانگین و انحراف استاندارد سن: $29/31 \pm 3/39$ سال، وزن: $60/1 \pm 7/08$ کیلوگرم و شاخص توده ی بدنی: $30/53 \pm 1/6$ کیلوگرم بر متر مربع) بطور داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند و سپس به صورت تصادفی در دو گروه مقاومتی (۱۵ نفر) و تناوبی (۱۵ نفر) قرار گرفتند. خونگیری قبل و بعد از انجام یک جلسه تمرین حاد برای اندازه گیری متغیرهای IL-۶ و CRP از آزمودنی ها گرفته شد. از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و تی وابسته برای تحلیل نتایج استفاده گردید. سطح معنی داری فرض آماری ($p > 0/05$) در نظر گرفته شد. یافته: نتایج تفاوت معناداری بین پاسخ های متغیر CRP، در هر دو شیوه ی تمرینی مقاومتی، تناوبی در مقایسه با پس از آزمون نشان نداد ($p > 0/05$). با این حال، پاسخ متغیر IL-۶ به تمرینات مقاومتی، تناوبی در مقایسه با حالت پایه افزایش معناداری را نشان داد ($p < 0/05$). اما این پاسخ ها بین دو شیوه ی تمرینی تفاوت معنی دار را نشان نداد ($p > 0/05$). نتیجه گیری: با توجه به یافته‌های پژوهش می‌توان بیان کرد یک جلسه مقاومتی، تناوبی حاد تغییر معنی داری بر سطوح CRP نداشت، اما موجب افزایش معنی داری در سطوح IL-۶ شد.

واژگان کلیدی: اینترلوکین-۶، سی آر پی، تمرین مقاومتی، تمرین تناوبی

مقدمه

شیوع چاقی و کم متحرکی و نتایج منفی آن ها بر سلامت در کشور های توسعه یافته، در حال توسعه و همچنین در ایران به سرعت در حال افزایش است (سروقدی و همکاران، ۲۰۱۷). چاقی و اضافه وزن، خطر ابتلا به بیماری هایی مانند دیابت نوع ۲، بیماری های قلبی عروقی، پرفشارخونی، افزایش لیپیدها و قندخون، آرتروز، آسم و انواع مشخصی از سرطان را افزایش می دهد (گرینبرگ، ۲۰۱۶). علیرغم پیشرفت های بسیار در شناخت عوامل خطر و مکانیسم های ایجادکننده، هنوز این بیماری به طور کامل قابل پیشگیری نیست و بسیاری از بیماران بدون داشتن عوامل خطر اصلی مبتلا به بیماری های عروقی کرونر می شوند (نمازی و همکاران، ۲۰۰۵). آترواسکلروز که به عنوان بیماری انباشت چربی در نظر گرفته می شود، شامل پاسخ های التهابی مداوم است (لیبی و همکاران، ۲۰۰۲). در تحقیقات اخیر نشان داده شده است که نشانگرهای حساس و مشخصی از التهاب می تواند بیماری قلبی-عروقی و مرگ را تا حدودی پیش بینی کند. چاقی عاملی است که به میزان زیادی با سطوح بالاتر التهاب ارتباط داشته و ممکن است فعالیت جسمانی همراه با کاهش چاقی، سطوح التهاب را کاهش دهد (آبرامسون، ۲۰۲۰).

امروزه آثار مثبت تمرین و فعالیت بدنی برای پیشگیری اولیه و ثانویه بیماری های قلبی- عروقی به درستی ثابت شده است. تمرین و فعالیت بدنی به طور کلی با شیوه زندگی سالم ارتباط دارد (محبی، ۱۳۸۴). افزون بر این، فعالیت بدنی منظم عامل مهمی در پیشگیری و درمان انواع بیماری ها است. فعالیت جسمانی از طریق مکانیسم های کاهش بافت چربی، کاهش فشار خون، کاهش احتمال ابتلا به دیابت، افزایش حساسیت به انسولین و بهبود عملکرد قلبی- عروقی، سلامت بدن را ارتقا می بخشد. با وجود این نشان داده شده است که فعالیت ورزشی شدید موجب ایجاد شرایط التهابی در بدن می شود (نیلسن، ۲۰۱۸). تصلب شرایین، بیماری قلبی- عروقی پیشرونده ای است که از دوران کودکی آغاز و در سنین بالا بروز می کند و عامل اصلی مرگ و میر در دنیای کنونی به شمار می رود. تصلب شرایین، افزایش ضخامت موضعی در لایه میانی پوشش داخلی رگ است که به علت رسوب سلول ها عناصر بافت همبند، لیپیدها و برخی از پس مانده های طبیعی به وجود می آید. از عوامل التهابی مهم میتوان به پروتئین واکنشی C اشاره کرد. سطوح پایه پروتئین واکنشی C در مردان و زنان سالم به میزان زیادی پیش بینی کننده خطر آتی حملات و سکتة قلبی، مرگ قلبی ناگهانی و پیشرفت بیماری سرخرگ محیطی است. خطر بیماری های قلبی- عروقی در افرادی که سطوح CRP بالایی دارند، حدود دو تا سه برابر بیشتر از کسانی است که میزان CRP پایین تری دارند (ریدکر، ۲۰۲۳).

پروتئین واکنشگر C (CRP) به عنوان شاخص حساس و غیر اختصاصی، به طور وسیع مورد مطالعه قرار گرفته است. میزان CRP عمدتاً توسط عملکرد برخی سایتوکین ها به ویژه اینترلوکین-۶ (IL-۶) تنظیم می شود. CRP عضوی از خانواده پنتراکسی ها است که نقش مهمی در پاسخ ایمنی دارد. اگرچه این ماده در کبد تولید می گردد، تحقیقات جدید نشان داده است که در لایه انتیمای عروق مبتلا به آترواسکلروز هم ساخته می شود (پدرسون، ۲۰۱۸). IL-۶ اغلب به عنوان یک سایتوکین پیش التهابی طبقه بندی می شود، اگرچه داده ها عنوان می کنند که IL-۶ تنظیم کننده، ضد التهاب و مهارکننده ایمنی است و ممکن است بطور منفی پاسخ فاز حاد را نیز تنظیم کند (اندرسون، ۲۰۲۰). افزایش توده چربی بدن به نوبه خود می تواند منجر به افزایش آدیپوست های (سلول های چربی زیر پوستی) التهابی از جمله IL-۶ و CRP شود، فعالیت های ورزشی با تحت تاثیر قرار دادن توده چربی بدن می تواند بر این عوامل التهابی موثر باشد. پژوهش ها نشان می دهند که فعالیت جسمانی می تواند وضعیت التهابی را تغییر دهد. با توجه به نتایج تحقیقات قبلی مشاهده می شود که شیوه زندگی و انجام فعالیت بدنی در شدت های مختلف تاثیرات متفاوتی بر میزان شاخص التهابی پیشگویی کننده بیماری های قلبی- عروقی و درصد چربی بدن دارد. بیشتر تحقیقات به مطالعه اثر تمرینات هوازی بر شاخص های التهابی و پروتئین واکنشی C پرداخته اند و تحقیقات بسیار اندکی اثر تمرینات مقاومتی را در آزمودنی های چاق مورد مطالعه قرار داده اند. به نظر می رسد، تمرینات مقاومتی و تناوبی نیز می توانند مانند تمرینات هوازی به کاهش شاخص های التهابی منجر شوند (گری، ۲۰۱۸). بهبود سطوح پروتئین واکنشی C را پس از سیزده هفته تمرین مقاومتی در مردان چاق گزارش کردند (حقیقی و همکاران، ۱۳۸۵). مطالعه ی دیگر نیز نشان داد که هشت هفته تمرین مقاومتی در مردان مسن باعث کاهش معنادار پروتئین واکنشی C شد (سهیلی، ۲۰۱۹). کاهش پروتئین واکنشی C را پس از تمرینات تداومی در موش های صحرایی نژاد ویستار مشاهده کردند (دبیدی روشن، ۲۰۱۷). همچنین در پژوهشی دیگر، نیز بهبود سطوح پروتئین واکنشی C را پس از یک سال تمرین مقاومتی در زنان چاق گزارش کردند (آلسون، ۲۰۱۷). در حالی که به نظر می رسد تحقیقات در مورد کاهش CRP در اثر تمرین اتفاق نظر ندارند، به طوری که سایر تحقیقات نتایج دیگری را گزارش می دهند، به عنوان مثال، پس از دوازده هفته برنامه تمرینی منظم مقاومتی - هوازی، عدم تغییر سطوح CRP را در افراد چاق گزارش کردند (اونگ و همکاران، ۲۰۱۸). تحقیقی دیگر نشان داد اثر هجده ماه تمرین ترکیبی مقاومتی و هوازی در مردان و زنان چاق مسن با نشانه استئوآرتریت زانو را بررسی کرده و به این نتیجه دست یافتند که تمرینات ورزشی تأثیر معناداری بر شاخص های التهابی ندارند (نیکلاس و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین اثر هشت هفته تمرین هوازی را بر پروتئین واکنشی

1) Reactive protein-C.

2) Interleukin-6.

C در کودکان دارای اضافه وزن مورد مطالعه قرار داده و مشاهده کردند، تمرین به کار رفته، نه موجب کاهش وزن و نه تغییر پروتئین واکنشی C شد (کلی و همکاران، ۲۰۱۷).

با توجه به ماهیت متفاوت پژوهش‌ها، نتایج مطالعات انجام شده در خصوص تاثیر تمرین ورزشی بر سطوح IL-6 و CRP متفاوت است. به نظر می‌رسد علت اصلی تفاوت در نتایج، متفاوت بودن نوع و شدت و ویژگی های فردی آزمودنی‌ها باشد. از این رو، در تحقیق حاضر سعی بر آن است که پاسخ سطوح IL-6 و CRP متعاقب یک جلسه تمرین مقاومتی، تناوبی حاد در زنان دارای اضافه وزن بررسی شود و در صورت تاثیر معنی دار، آیا تفاوت معنی داری بین آنها وجود دارد؟

روش تحقیق

افراد مورد مطالعه

این تحقیق نیمه تجربی است که با طرح پیش آزمون و پس آزمون انجام گرفته و روش از نظر هدف کاربردی می باشد. جامعه آماری تمام زنان دارای اضافه وزن استان اصفهان می باشد. نمونه‌ی آماری تحقیق را تعداد ۳۰ نفر از زنان دارای اضافه وزن شهر اصفهان تشکیل می‌دهند که به شکل قابل دسترس انتخاب و به صورت تصادفی به عنوان آزمودنی‌های تحقیق در گروه های تمرین مقاومتی (۱۵ نفر)، تناوبی (۱۵ نفر) قرار گرفتند.

اندازه گیری متغیر های مورد مطالعه

جهت تعیین سوابق بیماری افراد و سوابق بیماری‌های خانوادگی و درجه یک آن‌ها و همچنین سوابق آسیب‌دیدگی از پرسشنامه سوابق پزشکی و ارتوپدی استفاده شد. جهت تعیین میزان فعالیت بدنی، آگاهی از مصرف دارو و مکمل، تعیین میزان و همچنین اطلاعات شخصی افراد از برگه جمع‌آوری اطلاعات استفاده شد و از فرم رضایت نامه برای مکتوب کردن رضایت افراد در شرکت استفاده شد. قد و وزن آزمودنی‌ها به ترتیب با ترازو و قد سنج سکا اندازه گیری شد. فشار خون سیستولی و دیاستولی بر حسب میلی لیتر جیوه و ضربان قلب بر حسب ضربه در دقیقه در حالت خوابیده و با استفاده از فشار سنج دیجیتال آزمایشگاهی OMRON مدل OMRON MX₃ ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌های فشار خون با ۳ تکرار گرفته شد به طوری که بین تکرارها ۲ تا ۳ دقیقه فاصله منظور گردید و از میانگین ۳ تکرار در تجزیه تحلیل داده‌ها استفاده شد. نمونه‌گیری خون برای تعیین غلظت برای تعیین غلظت CRP و IL-6 پلاسما انجام شد و آزمودنی‌ها پروتکل تمرینات (تناوبی، مقاومتی) را انجام خواهند داد. این پروتکل شامل ۹۰ دقیقه خواهد بود که بعد از فرایند گرم کردن بطور عملی تمرینات را زیر نظر مربی متخصص انجام خواهند داد و نمونه خونی پس آزمون از سیاهرگ بازویی گرفته خواهد شد. جلسه آزمون با تمرینات سرد کردن به پایان خواهد رسید.

روش آماری

جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از آمار توصیفی و استنباطی با توجه به اهداف پژوهش استفاده شد. از آزمون‌های آماری t وابسته، آزمون تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. برای مشخص کردن تعیین توزیع طبیعی از آزمون نرمال بودن توزیع نمرات با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۹ در سطح کمتر از ۰/۰۵ استفاده شد. هدف اصلی این پژوهش، مقایسه پاسخ‌های حاد یک جلسه تمرین مقاومتی و تناوبی بر غلظت CRP و IL-6 سرم زنان دارای اضافه وزن بود. مهم ترین یافته های پژوهش در بخش زیر بیان شده است. اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها شامل: میانگین و انحراف استاندارد سن: ۲۹/۳۱±۳/۳۹ سال، وزن: ۶۰/۱ ± ۷/۰۸ کیلوگرم و شاخص توده ی بدنی: ۳۰/۵۳ ± ۱/۶ کیلوگرم بر متر مربع بدست آمد.

جدول شماره ۱ مربوط به تحلیل آماری متغیر CRP در تمرین مقاومتی است، که نشان می دهد در متغیر CRP بین پیش آزمون و پس آزمون در گروه تناوبی تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

جدول ۱: تحلیل آماری متغیر CRP تمرین مقاومتی

سطح معنی داری	درجه آزادی	T	سطح اطمینان ۹۵٪		خطای معیار میانگین	انحراف معیار	میانگین	
			بالا تر	پایین تر				
۰/۳۴	۹	۱	۰/۰۰۰۳۳	-۰/۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۱۰	۰/۰۰۰۳۲	۰/۰۰۰۱۰	CRPb - CRPa

جدول شماره ۲ مربوط به تحلیل آماری متغیر CRP در تمرین تناوبی است، که نشان می دهد در متغیر CRP بین پیش آزمون و پس آزمون در گروه مقاومتی تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

جدول ۲: تحلیل آماری متغیر CRP تمرین تناوبی

سطح معنی داری	درجه آزادی	T	سطح اطمینان ۹۵٪		خطای معیار میانگین	انحراف معیار	میانگین	
			بالا تر	پایین تر				
۰/۳۴	۹	۱	۰/۰۰۰۳۳	-۰/۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۱۰	۰/۰۰۰۳۲	۰/۰۰۰۱۰	CRPb - CRPa

4

جدول شماره ۳ مربوط به تحلیل آماری متغیر IL-6 در گروه مقاومتی است، که نشان می دهد در پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معنی داری مشاهده شد.

جدول ۳: تحلیل آماری متغیر IL-6 تمرین مقاومتی

سطح معنی داری	درجه آزادی	T	سطح اطمینان ۹۵٪		خطای معیار میانگین	انحراف معیار	میانگین	
			بالا تر	پایین تر				
۰/۰۰۲	۱۴	۳/۷۹	۱۸/۸۸	۵/۲۵	۳/۱۷	۱۲/۳۰	۱/۲۰	ILb - ILa

جدول شماره ۴ مربوط به تحلیل آماری متغیر IL-6 در گروه تناوبی است، که نشان می دهد در پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معنی داری مشاهده شد.

جدول ۴: تحلیل آماری متغیر IL-6 تمرین تناوبی

سطح معنی داری	درجه آزادی	T	سطح اطمینان ۹۵٪		خطای معیار میانگین	انحراف معیار	میانگین	
			بالا تر	پایین تر				
۰/۰۳	۹	۲/۴۱	۱۵/۳۷	۰/۴۸	۳/۲۸	۱۰/۴۰	۷/۹۳	ILb - ILa

بحث و نتیجه گیری

نتایج در مورد متغیر CRP نشان داد که یک جلسه فعالیت حاد مقاومتی، تناوبی تاثیری بر CRP سرم زنان دارای اضافه وزن ندارد. همسو با نتایج تحقیق حاضر، شمسی در مطالعه خود اثرات ضد التهابی یک وهله فعالیت مقاومتی دایره ای با شدت متوسط

در مردان چاق غیر فعال را مورد ارزیابی قرار داده ا در پژوهشی، که بر روی ۱۴ مرد سالم غیر فعال انجام شده بود، عدم اختلاف معنی دار CRP را پس از انجام ۲۴ انقباض استریک بیشینه در عضلات فلکسور آرنج گزارش کرده اند. در پژوهشی، که بر روی ۱۴ مرد سالم غیر فعال انجام شده بود، عدم اختلاف معنی دار CRP را پس از انجام ۲۴ انقباض استریک بیشینه در عضلات فلکسور آرنج گزارش کرده اند.

بر خلاف نتایج تحقیق حاضر، مطالعات دیگری نشان داده اند که فعالیت بدنی با شدت بالا، تاثیر منفی بر سیستم ایمنی بدن می گذارد (نوزاکا و همکاران، ۱۹۹۶). در پژوهش دیگر، نیز تاثیر یک نوبت تمرین قدرتی بر برخی شاخص های التهابی پسران ورزشکار را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که در این پژوهش هم در گروه ورزشکار و هم در گروه غیر ورزشکار افزایش معنی دار CRP را داشته اند (بحرینی پور و همکاران، ۱۳۹۹). جعفری و همکاران، تاثیر حاد تمرین قدرتی را بر CRP و فیبرینوزن مورد بررسی قرار داده اند و مشخص گردید که CRP سرم مردان میانسال غیر فعال، پس از انجام تمرین قدرتی به طور معنی داری افزایش یافت (جعفری و همکاران، ۲۰۲۱). با وجود این، میزان IL-1، IL-6، و عامل TNF- α پس از یک جلسه فعالیت بدنی شدید به میزان ۱۰۰ برابر افزایش می یابد و سنتز کبدی CRP را تحریک می نماید، از این رو می توان انتظار داشت که انقباضات شدید عضلانی و آسیب عضلانی ناشی از آن ها، محرک های اصلی پاسخ IL-6 به یک نوبت فعالیت بدنی شدید باشد. این آسیب های عضلانی موجب افزایش فرایندهای ترمیمی شامل ورود ماکروفاژها به عضله می گردند، که خود محرکی برای تولید بیشتر IL-6 و در نتیجه سنتز CRP از کبد می شود (کاساپیس و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج مطالعه حاضر افزایش معنی داری در IL-6 در گروه های مقاومتی، تناوبی نشان داد. همچنین تغییرات بین گروهی در این متغیر معنی دار نبود. همسو با نتایج حاضر، فیلیپ، افزایش معنادار IL-6 را در پاسخ به فعالیت حاد مقاومتی با شدت و تکرارهای مختلف در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نمودند، همچنین در شدت های پایین تر و حجم کلی بالاتر افزایش بیشتری مشاهده شد که ظرف مدت ۶ ساعت پس از فعالیت به سطوح استراحتی بازگشته است (فلیپس و همکاران، ۲۰۲۰). ناهمسو با نتایج تحقیق حاضر، راین گزارش کرده است که، یک برنامه تمرین مقاومتی باعث کاهش غلظت IL-6 در زنان چاق می شود (راین و همکاران، ۲۰۱۴).

علاوه بر این، حقیقی و همکاران نشان دادند که اجرای تمرین های مقاومتی از نوع دایره ای، موجب کاهش سطح پلاسمایی IL-6 در مردان چاق شده است (حقیقی و همکاران، ۲۰۱۵). والتر نیز در پژوهشی در افراد میانسال دچار بیماری قلبی - عروقی به این نتیجه رسید که فعالیت ورزشی موجب کاهش IL-6 شده است (والتر و همکاران، ۲۰۱۸). علت تناقض یافته ها با نتایج پژوهش حاضر می تواند به علت نوع و مدت و شدت فعالیت ورزشی باشد. افزایش چشمگیر IL-6 بعد از فعالیت ورزشی حاد و تناوبی در تحقیقات گوناگونی گزارش شده است (آندرسون و همکاران، ۲۰۲۰). بعد از شش دقیقه فعالیت ورزشی شدید، سطح IL-6 پلازما دو برابر افزایش نشان داد. استروسکی و همکاران نشان دادند که افزایش سطوح IL-6 خون از دقیقه ۳۰ به بعد هنگام دویدن روی تردمیل شروع به افزایش می کند و بعد از ۲/۵ ساعت به اوج خود می رسد (اوسترویسکی، ۱۹۹۹). یک جلسه تمرین مقاومتی، تناوبی حاد با توجه به این که تغییر معنی داری بر سطوح CRP سرم زنان دارای اضافه وزن نداشت، موجب افزایش معنی داری در سطوح IL-6 زنان دارای اضافه وزن شد. IL-6 از جمله فاکتورهای التهابی قلبی - عروقی شناخته شده است و افزایش این فاکتور طی فعالیت منجر به آسیب های قلبی - عروقی می شود. با توجه به تحقیقات گذشته و همچنین مکانیزم های بیان شده در ارتباط با چربی و میزان آزاد سازی IL-6 پیشنهاد می شود در افراد دارای اضافه وزن و چاق فشار تمرینی را کاهش داده و با استفاده از فعالیت های با شدت پایین تر چربی بدنی را کاهش داده و ورزشکار برای کاهش آسیب های قلبی - عروقی در حین ورزش اولویت اول را چربی سوزی قرار دهد تا احتمال آسیب نیز کمتر شود.



منابع

- Sarvghadi F, Rambod M, Hosseinpanah F, Hedayati M, Tohidi M, and Azizi F. **Prevalence of obesity in subjects aged 50 years and over in Tehran.** Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2017; 9(1): 118
- Hu G, Tuomilehto J, Silventoinen K, Barengo N, and Jousilahti P. **Joint Effects of Physical Activity, Body Mass Index, Waist Circumference and Waist-To-Hip Ratio With The Risk of Cardiovascular Disease Among Middle-Aged Finnish Men and Women.** Eurpean Heart Journal. 2022; 24:2212-2219
- Greenberg, AS and Obin, MS. **Obesity and the Role of Adipose Tissue in Inflammation and Metabolism.** The American Journal of Clinical Nutrition. 2016; 83(2):461 S-465S
- Libby P, Ridker PM, and Maseri A. **Inflammation and Atherosclerosis.** Circulation. 2002;105:1135-1143
- Tuomisto K, Jousilahti P, Sundvall J, Pajunen P, and Salomaa V. **C-Reactive Protein, Interleukin-6 and Tumor Necrosis Factor Alpha as Predictors on Incident Coronary and Cardiovascular Events and Total Mortality.** Thromb Haemost. 2016; 95:511-8.
- Abramson JL and Vaccarino V. **Relationship Between Physical Activity and Inflammation Among Apparently Hearty Middle-Aged and Other Us Adult.** Arch Intern Med. 2020; 162:1286-1292.
- Nielsen, Søren, & Pedersen, Bente Klarlund. (2018). **Skeletal muscle as an immunogenic organ.** Current opinion in pharmacology, 8(3346-351).
- Mohbi H, Ramezaninejad, Amiri Domar AD. (1384). **Cardiorespiratory fitness, body fat and coronary heart disease risk factors in young boys.**
- Ridker M. **C-Reactive Protein. A Simple Test to Help Predict Risk of Heart Attack and Stroke.** Circulation. 2023; 108:81-85.
- Pedersen, Bente K, & Febbraio, Mark A. (2018). **Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6.** Physiological reviews, 88(4), 1379-1406.
- Andersson, Helena, Bøhn, Siv Kjølrsrud, Raastad, Truls, Paulsen, Gøran, Blomhoff, Rune, & Kadi, Fawzi. (2020). **Differences in the inflammatory plasma cytokine response following two elite female soccer games separated by a 72-h recovery.** Scandinavian journal of medicine & science in sports, 20(5), 740-747.
- Gray SR, Barker G, Wright A, Fitzsimons CF, Mutri N and Nimmo MA. **The Effect of a 12 Week Walking Intervention on Markers of Insulin Resistance and Systemic Inflammation.** Preventive Medicin. 20218; 48(1):39-44.
- Haghighi AH, Hamedinia MR, Jamili P. **The effect of resistance training on CRP in obese male.** Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2006; 4(13): 204-210.
- Soheili SH, Gaeini AA, Sourì R. **The effect of resistance training on systemic inflammatory markers in old men.** Olympic. 2019; 4(48): 51- 62.
- Dabidi Roshan V, Gaini AA, Namvar Asl N. **The effect of four weeks detraining on CRP in rats.** Olympic. 2017; 15(1):62-71.
- Olsan TP, Dengel DR, Leon AS, and Schmitz KH. **Changes in Inflammatory Biomarkers Following One-Year of Moderate Resistance Training in Over Weight Women.** Intertaional PF Obesity. 2017; 31: 996-1003.
- Wong PCH, Chia AYW, Tsou IYY, Wansaicheong GKL, Tan B, Wang JCK, et al. **Effects of 12- Weeks Exercise Training Programme on Aerobic Fitness, Body Composition, Blood Lipids and C-Reactive Protein in Adolescents With Obesity.** Ann Acad Med Singapore. 2018; 37:286-93.
- Nicklas BJ, Ambrosius W, Messier SP, Miller GD, pennix BWJH, Loeser RF, et al. **Diet – Induced Weight Loss, Exercise, and Chronic Inflammation in Older, Obese Adults:A Randomized Controlled Clinical Trail.** American Journal of Clinical Nutrition. 2023; 79:544 – 551
- Kelly AS et al.; **In the absence of weight loss, exercise training does not improve adipokines or oxidative stress in overweight children.** Metabolism Clinical Experimental. 2017; 56: 1005-1009
- Kashef M, Barati of martyrs oven, Khalili temperament. (2022). **Effect of periodic and continuous aerobic exercise on inflammatory marker predictive of cardiovascular disease HS-CRP and its relationship with non-athletic male body fat percentage.** Journal of Applied Research in Sport Management, 1 (2), 19-26.
- Nosaka, Kazunori, & Clarkson, Priscilla M. (1996). **Changes in indicators of inflammation after eccentric exercise of the elbow flexors.** Medicine and science in sports and exercise, 28(8), 953-961.
- Bahrainis pour the knowledge. (1399). **The effect of strength training on some inflammatory markers once athletic and non-athletic boys.** National and Fifth International Conference on Iranian Biology Conference
- S jafari, Rashidlamir. (2021). **Acute effects of strength training on some inflammatory markers predictive of atherosclerosis in middle-aged men disabled.** Faculty of Tehran University of Medical Sciences, 69



- Kasapis, Christos, & Thompson, Paul D. (2015). **The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review.** *Journal of the American College of Cardiology*, 45(10), 1563-1569.
- Phillips, Melody D, Mitchell, Joel B, Currie-Elolf, Lauren M, Yellott, Robert C, & Hubing, Kimberly A. (2020). **Influence of commonly employed resistance exercise protocols on circulating IL-6 and indices of insulin sensitivity.** *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4)1091-1101
- Ryan, Alice S, & Nicklas, Barbara J. (2014). **Reductions in plasma cytokine levels with weight loss improve insulin sensitivity in overweight and obese postmenopausal women.** *Diabetes Care*, 27(7), 1699-1705.
- Haghighi AH, Ravassi AA, Gaeini AA, Aminian T, & MR, Hamedi-Nia. (2015). **Effects of resistance training on cytokines mediated inflammation and resistance to insulin in obese.** *Olympic*, 2, 19-29.
- Walther, Claudia, Möbius-Winkler, Sven, Linke, Axel, Bruegel, Mathias, Thiery, Joachim, Schuler, Gerhard, & Halbrecht, Rainer. (2018). **Regular exercise training compared with percutaneous intervention leads to a reduction of inflammatory markers and cardiovascular events in patients with coronary artery disease.** *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 15(1), 107-112.
- Ostrowski, Kenneth, Rohde, Thomas, Asp, Sven, Schjerling, Peter, & Pedersen, Bente Klarlund. (1999). **Pro-and anti-inflammatory cytokine balance in strenuous exercise in humans.** *The journal of physiology*, 515(1), 287-291.
- Namazi M, Porkiya R. **investigation of plasma homocysteine level with coronary artery disease occurrence: J Beheshti Univ Med 2005; 6: 363-366 (Persian).**