مقاله اصیل

تأثیر سه شیوه‌ی تمرینی هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر غلظت CRP پلاسمای بیماران دیابتی نوع دو

دکترعلی حیدریان پور [۱*]***، مریم کشوری*** [۲]

[۱] دانشیارفیزیولوزی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه بوعلی سینا، همدان

[۲] کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی ، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه بوعلی سینا

* **نشانی نویسنده مسؤول:** همدان، خیابان مهدیه، چهارراه پژوهش، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی،
E-mail: heidarian317@gmail.com

وصول:۹۵/۱۱/۱۳، اصلاح:۹۶/۱/۲۷، پذیرش:۹۶/۳/۲

چکیده

مقدمه: مطالعات مختلف نشان‌دهنده‌ی نقش عوامل التهابی در ایجاد و پیشرفت عوارض ناشی از دیابت هستند. در میان این بیومارکرهای التهابی **CRP**، سریع‌ترین واکنش‌دهنده‌ی فاز حاد است که افزایش می‌یابد و با درمان موفقیت‌آمیز سریع به حد طبیعی بازمی‌گردد. مطالعات متعددی اثر ضدالتهابی تمرین‌های ورزشی را در مطالعات مقطعی و طولی تأیید می‌کنند و به تأثیر آن بر سایتوکین‌های مختلف التهابی و پیش التهابی اشاره‌کرده‌اند. به همین منظور این مطالعه به مقایسه‌ی سه شیوه‌ی تمرینی مختلف بر CRP پلاسمای بیماران دیابتی نوع دو پس از ده هفته تمرین طراحی‌شده است.

مواد و روش‌ها: برای انجام این پژوهش ۵۲ بیمار دیابتی نوع دو (۶۵-۴۰ سال) به‌طور تصادفی به چهار گروه تمرینی هوازی، مقاومتی، ترکیبی (هوازی و مقاومتی) و کنترل تقسیم شدند. در هر گروه سیزده نفر قرار گرفت. تمرین‌های سه بار در هفته، هر جلسه شصت دقیقه به مدت ده هفته به طول انجامید. پروتئین واکنش‌دهنده با حساسیت بالا (hs-CRP) در ابتدا و در پایان مطالعه به روش الایزا اندازه‌گیری شد. برای تحلیل داده‌هاازنرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۰ در سطح معنی‌داری ($P\leq$ ۰/۰۵) استفاده شد.

نتایج: یافته‌های تحقیق نشان داد که تمرین هوازی به مدت ده هفته به‌طور معنی‌داری سطح hs-CRP را کاهش داد. سطح hs-CRP در اثر تمرین مقاومتی به مدت ده هفته تغییر معنی‌داری نداشت ($P>$ ۰/۰۵). تمرین ترکیبی به‌طور معنی‌داری سطح CRP را کاهش داد و این کاهش نسبت به گروه هوازی به‌تنهایی بارزتر بود.

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های پژوهش تجویز تمرین‌های ورزشی هوازی و به‌ویژه ترکیبی می‌تواند روش مناسبی برای جلوگیری از بالا رفتن بیومارکرهای التهابی مثل CRP در بیماران دیابتی نوع دو باشد درنتیجه با انجام مطالعات بیشتر در آینده شاید برای جلوگیری از بروز عوارض دیابت مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: *CRP*، دیابت نوع دو، ورزش استقامتی، ورزش قدرتی.

مقدمه

دیابت ملیتوس یکی از شایع‌ترین بیماری‌های متابولیکی در انسان می‌باشد (۱) که در سال‌های اخیر مطالعات مختلفی در خصوص یافتن راهکارهای درمانی

مناسب با کمترین عوارض جانبی برای دیابت نوع دو انجام‌شده است. در میان عوارض بلندمدت این بیماری، بیماری قلبی–عروقی، به‌ویژه تصلب شرایین رایج‌ترین علت مرگ در ارتباط با این بیماری است (۳ و ۲). تحقیقات نشان داده‌اند که حضور سطوحی از التهاب سیستمیک، مستقل از کنترل قند خون، به ایجاد عوارض بیماری دیابت، مخصوصاً بیماری قلبی- عروقی کمک می‌کند (٤) و کاهش التهاب در این بیماران می‌تواند در جهت کاهش عوارض قلبی–عروقی مؤثر باشد (٥). CRP یکی از شاخص‌های التهابی است که به دلیل دارا بودن بیشترین همبستگی با بیماری قلبی (٦) و نیز نقش مستقیم آن به‌عنوان پاتوژن در شکل‌گیری تصلب شرایین (۸ و ۷)، بیشترین تحقیقات را در بین شاخص‌های التهابی به خود اختصاص داده است (۹) و از طرفی سطوح آن در بیماران دیابتی بالاتر از افراد سالم است (٤)؛ بنابراین، به نظر می‌رسد کاهش سطوح سرمی CRP در بیماران مبتلابه دیابت، احتمالاً می‌تواند در جهت کاهش عوارض دیابت، مخصوصاً مخاطرات قلبی–عروقی در این بیماران امیدبخش باشد. از طرفی ورزش منظم به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان یک استراتژی درمانی مؤثر برای مدیریت دیابت نوع ۲ در نظر گرفته‌شده است (۱۰). در همین راستا فعالیت جسمانی و ورزش در طول چند دهه، به‌عنوان یکی از ارکان اساسی مراقبت و مدیریت دیابت مطرح بوده است که هزینه اندک و ماهیت غیر دارویی فعالیت جسمانی، اهمیت درمانی آن را افزون‌تر می‌سازد. محققان زیادی تأثیر ورزش بر شاخص‌های التهابی را بررسی کرده‌اند. به‌طوری‌که هافمن و همکارانش، لاکا و همکارانش، لامونت، چارج و کلو ارتباط معکوسی بین مقادیرپروتئین واکنش‌دهنده با حساسیت بالا (hs-CRP) و مقدار فعالیت بدنی و آمادگی قلبی تنفسی را مشاهده کردند (۱۵–۱۱)، پژوهش‌هایی نیز عدم ارتباط بین فعالیت بدنی hs-CRP را گزارش کردند (۱۸–۱٦) از طرفی این موضوع به‌خوبی شناخته‌شده که ورزش منظم به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی و استراتژی ضدالتهابی برای جلوگیری از تکامل دیابت نوع ۲ و عوارض جدی آن می‌باشد (۱۹). بااین‌حال مکانیسم کاهش hs-CRP پس از انجام تمرین‌های ورزشی و اینکه چه نوع ورزشی بیشترین اثر را در کاهش hs-CRP دارد به‌درستی مشخص نشده است، هرچند برخی از پژوهشگران براین باورند که به‌احتمال‌زیاد کاهش وزن بدن و کاهش تودهی چربی به دنبال فعالیت ورزشی عامل اصلی این کاهش است برخی نیز معتقدند بهبود آمادگی جسمانی ناشی از فیزیولوژی تمرین عامل اساسی کاهش سطح hs-CRP است (۲۰) ارتباط بین افزایش سطح فعالیت ورزشی با کاهش hs-CRP حتی پس از کنترل کردن نمایه‌ی تودهی بدن ونسبت دورکمربه لگن مشاهده‌شده است، بنابراین، به نظرمی رسد عوامل دیگری به‌جز ترکیب بدن می‌تواند در کاهش عوامل التهابی پس از تمرین‌های ورزشی مؤثر باشد که پژوهشگران این عوامل را به ویژگی ضدالتهابی فعالیت ورزشی نسبت می‌دهند (۲۱). برخی از ویژگی‌های ضدالتهابی فعالیت ورزشی ممکن است با تعدیل سایتوکین‌های تولیدشده چربی، عضلات اسکلتی و سلول‌های تک‌هسته‌ای باشد (۲۲). با توجه به مکانیسم‌های مطرح‌شده و نقش برجستهٔ هرکدام از شیوه‌های مختلف تمرینی (هوازی، مقاومتی ترکیبی) بر سازوکارهای بیان‌شده و ارتباط مثبت بیماری دیابت و افزایش سطح hs-CRP در مطالعه‌ی حاضر، اثربخشی هر یک از تمرین‌های هوازی و مقاومتی را به‌تنهایی و همچنین به‌صورت یک برنامه‌ی تمرینی ترکیبی بر سطح CRP پلاسما مردان دیابتی نوع دو بررسی شد.

روش پژوهش

در این مطالعه‌ی نیمه تجربی تعداد ۵۲ مرد دیابتی نوع دو با محدوده‌ی سنی ٦۵–٤۰ سال از میان ۱٦۰ بیمار که از طریق مرکز دیابت شهرستان همدان و مراجعه به مطب پزشکان غدد و متابولیسم ثبت‌نام کردند، انتخاب

شدند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از داشتن دیابت نوع دو به مدت بیش از یک سال، نداشتن بیماری‌های قلبی–عروقی، کلیوی و چشمی، سبک زندگی کم‌تحرک، توانایی انجام حرکات ورزشی، شرکت نکردن در برنامه‌ی ورزشی حداقل دو ماه پیش از شروع اجرای این طرح بود. بعد از توضیح طرح تحقیق و کسب رضایت‌نامه‌ای آگاهانه از بیماران و تأیید کمیته‌ی اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی، بیماران به‌صورت تصادفی دریکی از چهار گروه تمرین‌های هوازی، مقاومتی، ترکیبی و کنترل تقسیم شدند. به آزمودنی‌های گروه کنترل نیز توصیه شد که همان سبک زندگی قبلی خود را تا پایان کار تحقیقی ادامه دهند و از پزشکان آن‌ها درخواست شد تا ما را از تغییرات برنامه‌های درمانی آن‌ها مطلع سازند. فاکتور CRP پلاسما با استفاده از کیت الایزای ساخت کشور امریکا و دستگاه الایزا مدل TECAN قبل و پس از مطالعه اندازه‌گیری شد. همه‌ی بیماران قندخون خود را به‌وسیله‌ی گلوکومتر یا در آزمایشگاه‌های معتبر شهر کنترل می‌کردند. ضربان قلب و فشارخون بیماران نه‌تنها در ابتدا و انتهای مطالعه بلکه طی جلسات تمرین نیز کنترل می‌شد. قد و وزن آزمودنی‌ها با ترازو و قد سنج پزشکی بیکم اسکال با ظرفیت ۱۴۰ کیلوگرم و ۱۹۵ سانتیمتر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ظرفیت هوازی (vo2max) از تست زیربیشینه‌ی ابیلینگ و برای برآورد یک تکرار بیشینه (1RM) از روش فرمول برزیکی در دو نوبت استفاده شد. جلسات تمرین ورزشی به‌طور مرتب سه جلسه در هفته تحت نظارت کادر تحقیقاتی صورت گرفت. احتمال بروز موارد هیپوگلسمیک و نوسانات فشارخون به‌طور منظم کنترل شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد خوراکی یا نوشیدنی شیرین همراه خود داشته باشند و داروهای خود را بلافاصله قبل از شروع تمرین‌های مصرف نکنند. جلسات تمرین ازنظر شدت و مدت افزایش یافت. همه‌ی جلسات شامل ده تا پانزده دقیقه حرکات کششی و انعطافی برای گرم کردن و ده تا پانزده دقیقه برای سرد کردن بود. شرکت‌کنندگان در گروه هوازی برنامه‌ی پیشرونده‌ی خود را ده هفته، سه جلسه در هفته، هر جلسه به مدت چهل‌وپنج تا شصت دقیقه انجام می‌دادند، که بخش اصلی تمرین بیست‌وپنج تا چهل دقیقه راه رفتن و دویدن با شدت پنجاه‌وپنج تا هشتادوپنج درصد ضربان قلب ذخیره بود. جهت کنترل ضربان قلب در حین تمرین‌های نیز از دستگاه‌های ضربان سنج مچی بیورر مدل PM100 ساخت کشور آلمان استفاده شد. تمرین‌های پیشرونده‌ی گروه مقاومتی نیز شامل ده هفته، سه جلسه درهفته بود. هفته‌ی اول آزمودنی برای سازگاری آناتومیکی یک‌سری تمرین‌های کنترل‌شده زیر نظر مربی بدن‌ساز انجام دادند و سپس تست‌های حداکثر یک تکرار بیشینه‌ی شش عضله موردنظر گرفته شد. براساس داده‌های به‌دست‌آمده برنامه‌ی تمرینی برای هر آزمودنی طراحی شد. برنامه‌ی تمرین هر آزمودنی شامل انجام ٦ حرکت ایستگاهی به صورت دایره‌ای به مدت بیست‌و پنج تا سی دقیقه بر طبق توصیه‌های دانشکده‌ی طب ورزشی آمریکا طراحی شد بود (۲۲). شرکت‌کنندگان شش تمرین با استفاده از دستگاه‌های کار با وزنه، سه موردجهت اندام‌های فوقانی (پرس سینه‌ی نظامی، لت‌پول‌داون، و حرکت پارویی یا قایقی) و سه مورد جهت اندام‌های تحتانی (پرس پا نشسته، جلوپانشسته، پشت پا خوابیده) انجام دادند. این تمرین‌های به این علت انتخاب شدند که ممکن بود عضلات چند مفصل بزرگ از اندام‌های فوقانی و تحتانی را تقویت کنند. برنامه‌ی تمرین درهرجلسه شامل سه دور با دوازده تکرار و با شدت پنجاه تا هفتادوپنج درصدیک تکرار بیشینه بود. زمان استراحت بین ایستگاه‌ها، چهل‌وپنج تا شصت ثانیه و زمان استراحت بین هر دور صدوبیست ثانیه درنظرگرفته شد. اصل اضافه‌بار به‌گونه‌ای طراحی شد که بعد از هردو هفته تمرین، یک آزمون یک تکرار بیشینه برای هر فرد درهرایستگاه انجام شود و مقدار پنج درصد وزنه به آن اضافه گردد. برای تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول

برزیکی، میزان حداکثر قدرت مطلق برای هرکدام از عضلات به‌دست می‌آمد.

((تعداد تکرار – ۳۷) / ۳۶) × وزن جابه‌جاشده = حداکثر قدرت مطلق (1RM)

آزمودنی‌های گروه ترکیبی نیز سه جلسه در هفته تمرین داشتند که شامل یک جلسه تمرین هوازی، سپس یک جلسه تمرین مقاومتی، و جلسه‌ی سوم تمرین هوازی، و هفته بعد سه جلسه تمرین که شامل یک جلسه تمرین مقاومتی، سپس یک جلسه تمرین هوازی و جلسه‌ی سوم تمرین مقاومتی بود. شدت و مدت برنامه‌ی تمرینی آن‌ها هم همانند تمرین‌های دو گروه قبلی بود. در پایان دوره‌ی تمرینی، آزمودنی‌هایی که در بیش از هشتاد درصد کل جلسات شرکت داشتند وارد تجزیه‌وتحلیل آماری شدند. پس از جمع‌آوری داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. درآماراستنباطی از آزمون کولموگروف-اسمیرنف جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها استفاده شد. از آزمون آماری تی همبسته جهت بررسی اختلاف معناداری میانگین‌های درون‌گروهی و از تحلیل واریانس یک طرفه نیز جهت بررسی اختلاف معناداری میانگین‌های بین گروه‌ها و در صورت معنی‌دار بودن نتایج از آزمون پس تعقیبی توکی (Post hoc tukey test) برای مقایسه‌ی زوج‌ها استفاده شد. کلیه‌ی داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS۲۰ تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها

میانگین سنی کل شرکت کنندگان در مطالعه ۵۲/۶۷±۷/۲۷ سال بود (دامنه‌ی سنی ۶۵–۴۰). جدول ۱ میانگین سن، وزن، قد، شاخص توده‌ی بدن و سابقه‌ی دیابت آزمودنی‌های چهار گروه را نشان می‌دهد.

۱– مقایسه‌ی CRP پلاسمای گروه کنترل در محدوده‌ی ده هفته

اندازه‌گیری‌ها نشان داد که مقادیر CRP افراد گروه کنترل با توجه به میانگین‌های قبل و بعد از ده هفته تغییرات نداشتند، این اختلاف در میانگین‌ها ازنظر آماری معنی‌داری نبود (p>۰/۰۵). مقادیر به‌صورت Mean±SEM نمایش داده‌شده است (نمودار ۱).

۲– اثر تمرین‌های هوازی بر CRP پلاسما افراد دیابتی نوع۲

تمرین‌های هوازی باعث تغییر در سطح CRP سرم افراد این گروه نسبت به قبل تمرین‌های شده است. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، ۱۰ هفته تمرین هوازی موجب کاهش CRP پلاسمای افراد دیابتی در مقایسه با قبل از تمرین‌های شده و نتایج بدست آمده از آزمون تی همبسته نشان داد که تفاوت میانگین CRP افراد در دو زمان قبل و بعد از انجام تمرین‌های معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). نمودار ۲

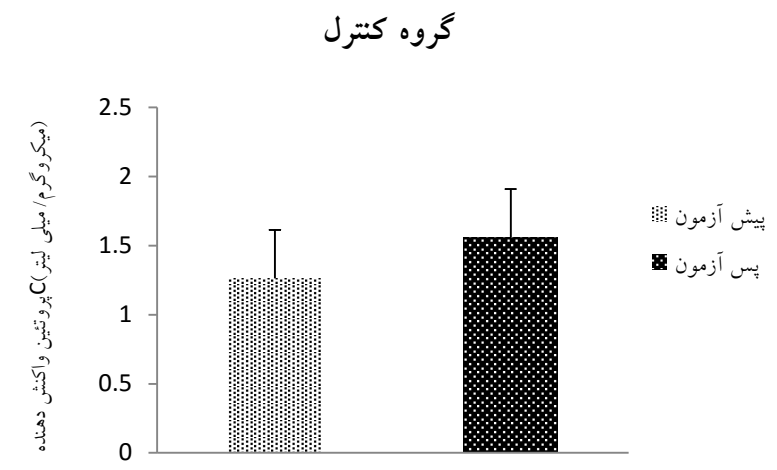
۳– اثر تمرین‌های مقاومتی بر CRP پلاسما افراد دیابتی نوع دو

تمرین‌های مقاومتی سبب کاهش اندک CRP پلاسما در مقایسه با قبل از تمرین‌های شده است؛ ولی با توجه به نتایج به‌دست آمده از آزمون تی همبسته، تفاوت معنی‌داری در میانگین CRP افراد در دو زمان قبل و بعد از انجام تمرین‌های مشاهده نشد (p>۰/۰۵). نمودار ۳

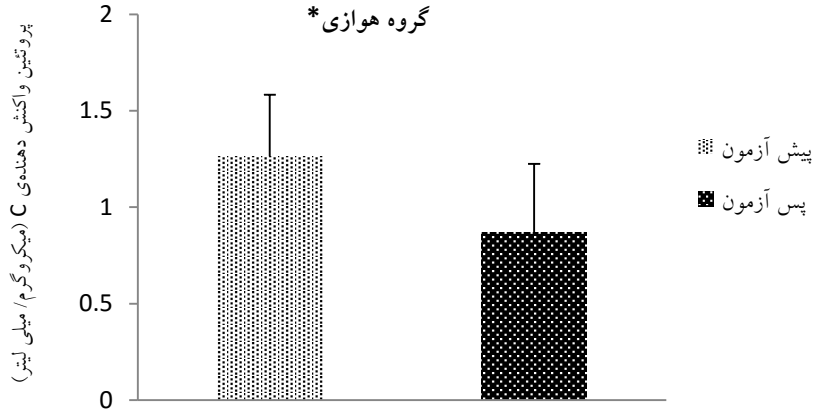
جدول ۱: مشخصات فردی و آنتروپومتریک آزمودنی‌های موردمطالعه

	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	شاخص توده بدن (کیلوگرمبرمجذورمتر)	سابقه دیابت (سال)
گروه کنترل	۵۳/۲۴±۷/۳۷	۸۷/۸۱±۳۴/۲۹	۱۶۷/۶۳±۶/۳۷	۳۱/۳۰±۱۲/۴۹	۷/۸۳±۴/۵۰
گروه هوازی	۵۴/۱۷±۶/۰۳	۸۳/۵۳±۱۰/۱۹	۱۶۵/۸۳±۶/۳۸	۳۰/۴۲±۳/۷۱	۶/۱۷±۵/۴۰
گروه مقاومتی	۵۱/۳۶±۸/۶۳	۸۳/۳۶±۱۳/۲۲	۱۶۹/۷۱±۵/۵۷	۲۸/۹۳±۴/۴۲	۱۰/۴۶±۷
گروه ترکیبی	۵۱/۹۲±۷/۰۸	۸۱/۰۷±۱۳/۵۷	۱۶۵/۳۳±۶/۷۶	۲۹/۶۳±۴/۴۲	۶±۵/۶۶

داده‌ها به‌صورت Mean±SEM بیان شده است.



نمودار۱: مقادیرCRP پلاسمای گروه دیابتی کنترل در ابتدا وانتهای آزمایش.
مقادیر به‌صورت Mean±SEM نمایش داده شده است، p>۰/۰۵ می‌باشد



نمودار۲- تأثیر ۱۰ هفته تمرین هوازی بر CRP پلاسما افراد دیابتی نوع ۲.
مقادیر به‌صورت Mean±SEM نمایش داده‌شده است، (p<۰/۰۵)*می‌باشد.

٤- اثر تمرین‌های ترکیبی بر CRP پلاسما افراد دیابتی نوع دو

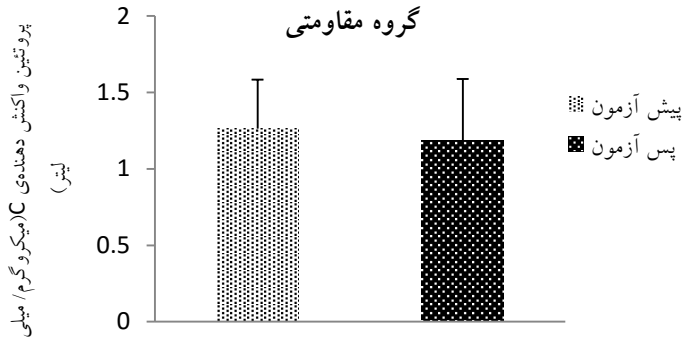
تأثیر توأم تمرین‌های استقامتی (هوازی) و مقاومتی را بر CRP پلاسما بیماران دیابتی نشان می‌دهد. اندازه‌گیری‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میانگین CRP این افراد در دو زمان قبل و بعد از انجام تمرین‌های وجود دارد (p<۰/۰۱). نمودار ٤

٥- CRP پلاسمای گروه‌های تمرینی بعد از ده هفته تمرین و مقایسه‌ی آن‌ها باهم دیگر و گروه کنترل

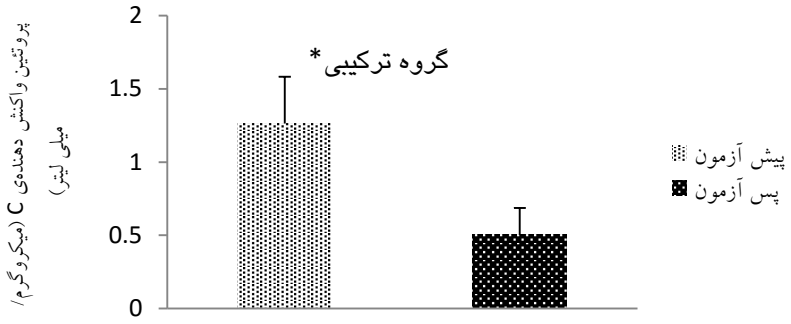
میانگین CRP پلاسمای افراد در گروه‌های مختلف تمرین کرده، متفاوت بود؛ اما نتیجه‌ی آماری آزمون تحلیل واریانس یک طرفه که برای مقایسه‌ی میانگین گروه‌های تمرینی و کنترل بعد از اتمام تمرین‌های ده‌هفته‌ای انجام شد، فقط تفاوت معنی‌داری بین میانگین CRP پلاسمای گروه ترکیبی و کنترل وجود دارد (p<۰/۰۵). نمودار۳

بحث و نتیجه‌گیری

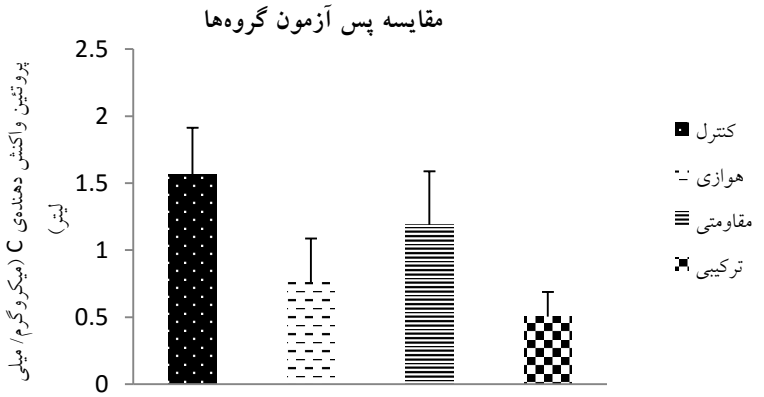
نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقادیر درون‌گروهی CRP سرم در سه گروه تمرینی بعد از اتمام تمرین‌های در گروه هوازی ۳۹/۹۵ درصد، گروه مقاومتی ٦/۰۲ درصد و در گروه ترکیبی ٦۰/۲۰ درصد کاهش داشت. این کاهش در گروه‌های هوازی و ترکیبی ازنظر



نمودار٤- تأثیر ۱۰ هفته تمرین مقاومتی بر CRP پلاسمای افراد دیابتی نوع ۲.
مقادیر به‌صورت Mean±SEM نمایش داده‌شده است، p>۰/۰۵ می‌باشد.



نمودار٥- تأثیر ۱۰ هفته تمرین ترکیبی بر CRP پلاسما افراد دیابتی نوع ۲.
مقادیر به‌صورت Mean±SEM نمایش داده‌شده است، (p<۰/۰۱)*می‌باشد



نمودار٦- مقایسه‌ی CRP پلاسمای گروه‌های تمرینی و گروه کنترل بعد از ده هفته تمرین
مقادیر به‌صورت Mean±SEM نمایش داده‌شده است، (p<۰/۰۵)*می‌باشد

دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی بر آمادگی جسمانی مکمل همدیگرند. تمرین‌های هوازی باعث افزایش آمادگی قلبی تنفسی و تمرین‌های مقاومتی باعث افزایش قدرت و تحمل عضلانی می‌شود که همپوشانی این دو

چندین سایتوکین التهابی و چسبندگی مولکول‌های اندوتلیال شود (۳۱). در پژوهشی دیگر که اثرات تمرین‌های مقاومتی بر روی CRP مردان سالم پس از شش هفته تمرین بررسی شد. در این بررسی CRP کاهش

معنی‌دار مشاهده گردید (۳۲). این نتایج با نتایج مطالعه‌ی حاضر ناهم‌سو می‌باشد. این اختلاف شاید به دلیل نوع آزمودنی‌ها و شدت تمرین باشد.

درحالی‌که حاضر، چندین سازوکار بالقوه وجود دارند که با آن‌ها، تمرین طولانی‌مدت تنظیم التهاب راتغییرمی‌دهد. اولین سازوکار این است که تمرین ورزشی بیان ژنی و سطح‌های سرمی مولکول‌های چسبان لکوسیت را کاهش می‌دهد؛ بنابراین، واکنش مونوسیت سلول اندوتلیال رامهار می‌کند. این واکنش باعث سنتز عامل تحریک‌کننده‌ی کلنی ماکروفاژ-گرانولوسیت می‌شود و درنهایت به تولید سایتوکین‌ها می‌انجامد (۳۳). سازوکار دیگر این است که تمرین ورزشی با کاهش عوامل اختلال در عملکرد اندوتلیال (پرفشارخونی، دیابت، غلظت هموسیستئین،LDL-c و رادیکال‌های آزاد) به بهبود عملکرد اندوتلیال منجرمی‌شود. همچنین، تمرین ورزشی با افزایش ترشح نیتریک اکساید عملکرد اندوتلیال را بهبود می‌بخشد؛ بنابراین، با بهبود عملکرد اندوتلیال التهاب کاهش می‌یابد و درکل تمرین ورزشی به پیشگیری از آسیب اندوتلیال و التهاب کمک بیشتری می‌کند(۳٤). ازدیگرسازوکارها این است که تمرین ورزشی با افزایش سنتز پروتئین و تولید و رهایش میوکین منجر به کاهش بیان ژنی سایتوکین ها در بافت عضلانی می‌شود(۳۵)، یا با کاهش وهله‌های روزانه‌ی هایپوکسی تحریک‌کننده‌ی بیان ژنی سایتوکین‌های پیش التهابی به‌واسطه‌ی تولید رادیکال‌های آزاد از طریق تقویت سیستم قلبی عروقی، تولید سایتوکین‌های پیش التهابی از سلول‌های تک‌هسته‌ای را کاهش می‌دهد (۳٦) همچنین، با افزایش تحریک سمپاتیکی، رهایش سایتوکین‌ها از بافت چربی نیز افزایش می‌یابد و نشان می‌دهد فعالیت ورزشی باعث کاهش تحریک سمپاتیکی می‌شود (۳۷).

به‌طور خلاصه، این احتمال وجود داردکه تمرین ورزشی به‌طور مستقیم با کاهش تولید سایتوکین‌ها از بافت چربی، عضله و سلول‌های تک‌هسته‌ای و به‌طور غیرمستقیم با افزایش حساسیت انسولین، بهبود عملکرد اندوتلیال و کاهش وزن، شاخص‌های التهابی را کاهش دهد؛ بنابراین، درتفسیریافته‌های مربوط به CRP عواملی مانند رشته‌ی ورزشی و آسیب‌های احتمالی و پاسخ‌های التهابی، متفاوت است. تفاوت‌های گروه موردمطالعه، روش ارزیابی یا طرح مطالعاتی، مقادیرپایه این شاخص، نوع و شدت تمرین، وجود بیماری‌های التهابی و عفونی و عوامل دیگر باید در نظر گرفته شود. به‌طورکلی، یافته‌های مربوط به پژوهش‌های مختلف در مورد اثر ورزش بر عوامل خطرساز بیماری‌های قلبی-عروقی و شاخص‌های ایمنی بحث‌انگیز بوده است. یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از آن است که انجام تمرین مقاومتی در کنار ورزش هوازی می‌تواند برای بیماران دیابتی مفیدتر باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری مسؤولین آزمایشگاه بیمارستان شهید بهشتی همدان، در انجام این پژوهش قدردانی می‌نماییم.

References

1. 1.Erkelen DW. Insulin resistance syndrome and type 2 diabetes mellitus.Am J Cardiol.2001; 88: 38-42.
2. Stehno-Bittel L. Organ-Based Response to Exercise inType 1 Diabetes. ISRN Endocrinology. 2012; 2012:318194.
3. Malone JI, Malone MA, Morrison AD.Diabetic Cardiovascular Risk and Carnitine Deficiency.Journal of Diabetes Mellitus.2014; 4: 202-8.
4. Snell-Bergeon JK, West NA, Mayer-Davis EJ, LieseAD, Marcovina SM, Agostino RB and et al. InflammatoryMarkers Are Increased in Youth with Type 1 Diabetes:The SEARCH Case-Control Study. J ClinEndocrinolMetab.2010; 95: 2868-76.
5. Garcia C, Feve B, Ferré P, Halimi S, Baizri H, BordierL and et al. Diabetes and inflammation: fundamental aspectsand clinical implications. Diabetes Metabolism.2010;36: 327–38.

6. Puglisi MJ, Fernandez ML. Modulation of C-reactiveprotein, tumor necrosis factor-a andadiponectin by diet,exercise, and weight loss. J Nutr.2008; 138: 2293-6.
7. Wilson AM, Ryan MC, Boyle AJ. The novel role of Creactiveprotein in cardiovascular disease: Risk markeror pathogen. International Journal of Cardiology.2006;106: 291-7.
8. Sahebkar A. Effect of l-carnitine supplementation oncirculating C-reactive protein levels: a systematic reviewand meta-analysis. J Med Biochem.2015; 34: 151-9.
9. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation.ClinChimActa.2010; 411: 785-93.
10. Bassuk, S S M, JoAnn E. Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. Journal of Applied Physiology. 2005; 99(3): 1193-1204.
11. Kullo, I J, Khaleghi, M, Hensrud, D D. Markers of inflammation are inversely associated with VO2 max in asymptomatic men. Journal of Applied Physiology. 2007; 102(4): 1374-1379.
12. Church, T S, Earnest, C P, Skinner, J S and et al. Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure. JAMA:the journal of the American Medical Association. 2007; 297(19): 2081-2091.
13. Huffman, KM, Samsa, G P, Slentz, C A. and et al. Response of high-sensitivity C-reactive protein to exercise training in an at-risk population. American heart journal. 2006; 152(4): 793-800.
14. Lakka, T A, Lakka, H M, Rankinen, Leon and et al. Effect of exercise training on plasma levels of C-reactive protein in healthy adults: the HERITAGE Family Study. European Heart Journal. 2005; 26(19): 2018-2025.
15. LaMonte, M J, Durstine, J L, Yanowitz, F G.and et al. Cardiorespiratory fitness and C-reactive protein among a tri-ethnic sample of women. Circulation. 2002; 106(4): 403-406.
16. Davis, J M, Marie Trinick, Tom Duly, Ellie Nevill, Alan Davison and et al. Acute effects of walking on inflammatory and cardiovascular risk in sedentary post-menopausal women. Journal of sports sciences. 2008; 26(3): 303-309.
17. Laaksonen, D E, Niskanen, L, Nyyssönen, K and et al. C-reactive protein in the prediction of cardiovascular and overall mortality in middle-aged men: a population-based cohort study. European heart journal. 2005; 26(17): 1783-1789.
18. Marcell, T J, McAuley, K A, Traustadóttir, T and et al. Exercise training is not associated with improved levels of C-reactive protein or adiponectin. Metabolism. 2005; 54(4): 533-541.
19. Teixeira de Lemos, E O, Jorge PáscoaPinheiro, João Reis, Flávio. Regular physical exercise as a strategy to improve antioxidant and anti-inflammatory status: benefits in type 2 diabetes mellitus. Oxidative medicine and cellular longevity. 2012.
20. Esposito K, Marfella R, Giugliano D. Fitness versus fatness: the debate continues. rteriosclerThrombVasc Biol. 2005; 25: 20-1.
21. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. J Am CollCardiol 2005; 45:1563-69.
22. Gielen S, Adams V, Mobius-Winkler S, Linke A, Erbs S, Yu J, et al. Anti-inflammatory effects of exercise training in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure. J Am CollCardiol. 2000; 42: 861-8
23. Linda S, Pescatello, Ross Arena, Deborah Riebe, Paul D. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins. 2014; 326-358.
24. Kadoglou NP, Iliadis F, Angelopoulou F, Perrea N, Ampatzidis D, Liapis G and et al. The anti-inflammatory effects of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus.Eur J CardiovascPrevRehabil. 2007; 14: 837- 43.
25. Cosio-Lima CM, Schuler PB, Reynolds KL, Taylor L,Kellog G, Cerney J. The effects of age and type-2 diabetes on the release of interleukin (IL)-6, IL-10, TNF-alpha, and cortisol in response to acute exercise.JEP.2008; 11: 33-41.
26. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation.ClinChimActa.2010; 411: 785-93.
27. Golbidi S, Badran M, Laher I. Antioxidant and Anti- Inflammatory Effects of Exercise in Diabetic Patients. Exp Diabetes Res. 2012; 2012: 941868.
28. Balducci, S, SNicolucci, AFernando, FCavallo, SCardelli and et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2010; 20(8): 608-617.
29. Jorge, M L. M P, de Oliveira, V N, Resende and et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus.Metabolism. 2011; 60(9): 1244-1252. 30. Hejazi M, A R, Jebelli A, Nornematolahi S, Ghazavi M, Soltani M. The effects of 8 weeks aerobic exercise on levels of homocysteine,

HS-CRP serum and plasma fibrinogen in type II diabetic women. Life Science Journal. 2013
30. Zoppini, G, Targher, G, Zamboni, C and et al. Effects of moderate-intensity exercise training on plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in older patients with type 2 diabetes. Nutrition, metabolism and cardiovascular diseases. 2006; 16(8): 543-549.
31. sheikholeslami vatani D, ahmadi S, mojtahedi H, marandi M, ahmadi dehrashid K, faraji H and et al. Influence of Different Intensities of Resistance Exercise on Inflammatory Markers in Young Healthy Men. IJEM.2011; 6 (54): 618-625. (Persian)
32. Adamopoulos, Parissis J, Kroupis C, Georgiadis M, Karatzas D, Karavolias G and et al. Physical training reduces peripheral markers of inflammation in patients with chronic heart failure. Eur Heart J. 2001; 22(9): 791–797.
33. Taddei, S, Galetta F, VirdisA. Physical activity prevents age-related impairment in nitric oxide availability in elderly athletes. Circulation.2000; 101: 2896 –2901.
34. Gielen, S, Adams, V, Mobius-Winkler S. Anti-inflammatory effects of exercise training in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure. J Am CollCardiol. 2003; 42: 861–868. 36. Smith, J K, Dykes R, J E Douglas, Krishnaswamy G, Berk S. Long-term exercise and atherogenic activity of blood mononuclear cells in persons at risk of developing ischemic heart disease.JAMA. 1999; 281: 1722–1727.
35. Chu, N F, J B, Chang, S M, Shieh. Plasma C-reactive protein concentration in relation to 5- year body weight change among children: The Taipei children heart study Inter. J.Obes. 2003;27(6): 735-39.

Effects of Three Types of Exercise aerobic, resistance and concurrent on plasma CRP concentration in type II diabetes patients

Ali Heidarianpour.,
Associate professor of exercise physiology, Department of exercise physiology faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu Ali Sina University, hamedan, Iran

Maryam Keshvari.,
MSc of Exercise Physiology, Department of exercise physiology, faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu Ali Sina university, hamedan, Iran

Received:22/01/2017**, Revised:**16/04/2017**, Accepted:**23/05/2017

Correspond Author:
Department of exercise physiology faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu Ali Sina University, hamedan, Iran
E-mail: heidarian317@gmail.com

Abstract

Background: Several studies have suggested the role of inflammatory factors in the development and progression of complications of diabetes. Among the inflammatory biomarkers CRP, has the most rapid reaction and subside the normal level following a successful treatment. Sectional and longitudinal studies have confirmed the anti-inflammatory effects of exercise and its effects on various inflammatory and pre inflammatory cytokine mentioned. The purpose of this study was to compare three different ways of training on CRP levels in type 2 diabetic patients after a ten -week training is designed.

Methods: 52 patients with type 2 diabetes (65-40 years) were randomly divided into four groups: aerobic training, resistance, combined (aerobic and resistance) and control groups and each group consisted of 13 subjects. Exercise 3 times a week for 60 minutes each session lasted for 10 weeks.The high-sensitivity CRP (hs-CRP) at baseline and at the end of the study were measured by ELISA. The data analysis was done by SPSS20 and $p<0.05$ considered as significance level.

Results: aerobic and combined exercise significantly subsides hs–CRP level in type II diabetes patients, this decrease was more significant pronounced in combined exercise and resistance exercise has not significantly effect on hs–CRP level

Conclusion: According to the findings aerobic exercise training is particularly suitable compound to prevent inflammatory biomarkers such as CRP elevation in patients with type 2 diabetes. Therefore more studies in future maybe useful to prevent diabetic complications.

Key Words: *CRP, type 2 diabetes, aerobic training, resistance training*