

مقایسه سه شیوه تمرین ورزشی بر غلظت پروتئین واکنش دهنده C و گلبول‌های سفید خونی در بیماران دیابتی نوع ۲

علی حیدریان پور^۱، محمد علی سمواتی شریف^۲✉، مریم کشوری^۳، علیرضا احمدوند^۴، حجت الله سیاوشی^۵

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزشی دانشگاه بوعلی همدان
۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی دانشگاه بوعلی همدان
۳. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه بوعلی همدان
۴. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه بوعلی همدان
۵. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه بوعلی همدان

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۱/۵

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۶/۶

چکیده

هدف: دیابت از جمله بیماری‌هایی است که باعث کاهش عملکرد سیستم دفاعی بدن در برابر عفونت‌ها می‌شود. از گونه میانجی‌های التهابی که به دنبال فعل‌وانفعالات التهاب در کنار گلبول‌های سفید ترشح می‌شود، پروتئین واکنش‌دهنده C (CRP) است، که نشانگر حساسی برای التهاب سیستمیک محسوب می‌شود. تمرین منظم با کنترل سوخت و ساز در دیابتی‌ها باعث کنترل قند خون می‌شود و به دنبال آن پاسخ دفاعی بدن را افزایش می‌دهد. به همین منظور این مطالعه به مقایسه اثر سه شیوه تمرین ورزشی بر CRP و گلبول‌های سفید در بیماران دیابتی نوع II طراحی شده است. **روش شناسی:** در این پژوهش، ۵۲ بیمار مرد دیابتی نوع II (۴۰-۶۵ سال) بطور تصادفی به ۴ گروه تمرینی هوازی، مقاومتی، ترکیبی و کنترل تقسیم شدند. در هر گروه ۱۳ نفر قرار گرفت. تمرینات سه جلسه در هفته، هر جلسه ۶۰ دقیقه بمدت ۱۰ هفته بطول انجامید. hs-CRP به روش الایزا و شمارش عناصر WBC در ابتدا و پایان مطالعه اندازه‌گیری شد. **نتایج:** یافته‌ها تحقیق نشان داد که تمرینات هوازی بطور معنی‌داری باعث کاهش hs-CRP و افزایش مونوسیت‌ها شد. همچنین تمرینات ترکیبی نیز باعث کاهش سطح CRP و نوتروفیل‌ها و افزایش مونوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها شد. کاهش CRP در گروه ترکیبی نسبت به گروه هوازی بنهایی بارزتر بود ولی در عناصر WBC تفاوتی نداشت. **بحث و نتیجه‌گیری:** براساس یافته‌های پژوهش تجویز تمرینات ورزشی هوازی و بویژه ترکیبی می‌تواند روش مناسب برای جلوگیری از بروز عوارض دیابت نوع II باشد.

کلید واژه‌ها: CRP، گلبول‌های سفید، تمرینات ورزشی، دیابت نوع دو.

Comparison of three exercise training method on plasma CRP levels and WBC in patients with type II diabetes

Abstract

Purpose Diabetes is a disease that causes a decrease in the function of the immune system of the body against infections. One of the inflammatory mediators, secreted along the white corpuscles after the interactions of inflammation, is CRP, which is a sensitive marker for systemic inflammation. Regular exercise with controlling metabolism in diabetes controls the blood glucose level and subsequently increases the immune response of body. For this purpose, this study has been designed to compare three different ways of training on CRP and WBC levels in type 2 diabetic patients. **Methods:** 52 patients with type 2 diabetes (40-65 years old) were randomly divided into four groups: aerobic training, resistance, combined (aerobic and resistance) and control groups and each group consisted of 13 subjects. The exercises were done 3 times a week for 60 minutes each session and lasted for 10 weeks. The WBC counts and high-sensitivity CRP (hs-CRP) at baseline and at the end of the study were measured by ELISA. **Results:** The research findings showed significant reduction in hs-CRP and increased MONO, aerobic exercise group and decrease in CRP and NEUT levels and increase in MONO and LYM were seen in the combination group. CRP in the combination group was significantly higher than aerobic alone, but no difference in WBC groups was noticed. **Conclusions:** According to the findings, the research prescribes aerobic exercise training can be a particularly suitable compound to prevent complications of type 2 diabetes.

Keywords: C-reactive protein, white blood cell, exercise training, type 2 diabetes.

✉ نویسنده مسئول: محمد علی سمواتی شریف تلفن: ۰۹۱۸۸۱۲۴۴۵۶

دانشگاه همدان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزش
پست الکترونیکی m-samavati@basu.ac.ir

مقدمه

دیابت به عنوان یک فرآیند التهابی مزمن مرتبط با مقاومت به انسولین یا کاهش ترشح آن شناخته شده است (۱)، که این التهاب مزمن سیستمی خفیف از ویژگی‌های بارز این بیماری به شمار می‌آید. مشخص شده است که دیابت مستقل از انسولین با تغییر در فاکتورهای خونی و میانجی‌های التهابی بدن، ارتباط گسترده‌ای دارد (۲)، که می‌تواند عامل‌های تشدیدکننده و حتی القاکنندهٔ دیابت محسوب گردند (۳).

میانجی‌های التهابی یا سایتوکین‌ها گروهی از پروتئین‌های تنظیمی با وزن مولکولی کم هستند که توسط گلبول‌های سفید خون و انواع دیگری از سلول‌های بدن در پاسخ به تعدادی از محرک‌ها ترشح می‌شوند. سایتوکین‌ها توانایی تحریک سلول‌های پیرامونی (تأثیرگذار بر سایر سلول‌ها) و خودی (تأثیرگذار بر خود) را دارند که به تولید بیشتر سایتوکین و تقویت یک پاسخ مشخص منجر می‌شود. بنابراین، تحریک سلولی و هدف بیولوژیکی سایتوکین‌ها به یک سلول یا اندام (همانطور که در مورد هورمون‌ها وجود دارد) محدود نمی‌شود. سایتوکین‌ها عموماً به عنوان مولکول‌های پیام‌رسان داخل سلولی عمل می‌کنند که فعالیت‌های بیولوژیکی مشخص را بعد از اتصال به یک گیرنده در روی سلول هدف‌پذیر، شروع می‌نمایند (۴).

هنگام التهاب، میانجی‌های التهابی مختلفی از سوی سلول‌های دستگاه ایمنی غیراختصاصی و اختصاصی ترشح می‌شوند (۵). تولید کبدی CRP^۱ توسط عوامل پیش‌التهابی اینترلوکین ۶ و به میزان کمتری توسط اینترلوکین ۱ و فاکتور نکروز تومور در پاسخ به التهاب و عفونت در فاز حاد بیمار سنتز می‌شود. این پروتئین در خون یافت می‌شود و سطح آن در پاسخ به التهاب افزایش می‌یابد و جز پروتئین‌های فاز حاد تقسیم‌بندی می‌شود که در حالات التهابی به سرعت (در عرض ۶ تا ۱۰ ساعت) ظاهر و غلظت آن تا هزار برابر افزایش می‌یابد. پروتئین واکنشی C سریع‌ترین واکنش‌دهنده فاز حاد است که افزایش می‌یابد و متعاقب درمان موفقیت‌آمیز به سرعت به حد طبیعی باز می‌گردد. در افرادی که چاق و یا دارای انسولین خونی بالا

هستند، سلول‌های چربی‌شان برخی از شاخص‌های التهابی از قبیل CRP، اینترلوکین ۶^۲ و فاکتور نکروز تومور را بیشتر تولید می‌کنند (۶). که با توسعه و پیشرفت مشکلات قلبی عروقی همراه می‌باشد (۷). به طوری که در جریان این بیماری، نقش اینترلوکین ۶ در متابولیسم گلوکز از طریق تغییر در حساسیت به انسولین و ارتباط فاکتور نکروز تومور^۳ با نقص عملکرد انسولین در بافت‌های محیطی ثابت شده است (۸).

مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد که بین شاخص‌های پیش‌بینی کنندهٔ التهاب و دیابت از جمله CRP و گلبولهای سفید خون ارتباط وجود دارد (۹-۱۲). بنابراین تلاش پژوهشگران در پیشگیری و درمان، موضوع را به این نقطه می‌کشد که فاکتورهای تشدیدکننده را شناسایی و در صورت امکان توسط روش‌های درمانی مانند تمرین‌های ورزشی آن‌ها را کاهش دهند، بطوری که در مطالعات مقطعی و طولی اثر ضدالتهابی تمرینات ورزشی تأیید و به تاثیر آن بر سایتوکین‌های مختلف التهابی و پیش‌التهابی اشاره شده است (۱۳). وجود یک ارتباط قوی و دائمی بین آمادگی بدنی و نشانگرهای التهابی مثل CRP سرم ثابت شده است (۱۴).

هم چنین مطالعات محدودی در جهت تعیین مقایسهٔ بین میزان تغییرات CRP و WBC^۴ در بیماران دیابتی بدنبال ورزش انجام شده است. به همین خاطر هدف پژوهش حاضر، به بررسی مقایسه اثرات دیابت و تمرینات ورزشی هوازی، مقاومتی و ترکیبی در تغییر سطح استراحتی CRP پلازما و عناصر گلبول‌های سفید خونی می‌پردازد.

روش پژوهش

این تحقیق از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بوده و جامعه آماری آن را کلیه مردان مبتلا به دیابت نوع دو مراجعه کننده به آزمایشگاه‌های کلینیکی سطح شهرستان همدان با میانگین سن ۵۲/۶۷±۷/۲۷ سال (دامنه سنی ۴۰-۶۵) تشکیل می‌دهند. از بین افراد تعداد ۵۲ نفر از بیمارانی که داوطلب همکاری با طرح بودند به روش غربالگری و پس از انجام مصاحبه حضوری و بررسی سوابق پزشکی به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. شرایط

ادامه خواهد داد و عفونت عمیق‌تر خواهد شد) و ۳- توجه به دریافت مایعات کافی بود (در هنگام ورزش افراد دیابتی توجه به مصرف مطلوب مایعات ضروری است. کم‌آبی بدن می‌تواند اثرات سوء مختلفی در یک فرد دیابتی به جای بگذارد. نخست آنکه مقادیر قند خون در صورت وجود کم‌آبی بدن بالا می‌رود. همچنین با توجه به اینکه افراد چاق اغلب مبتلایان دیابت نوع ۲ را تشکیل می‌دهند و چاقی از عوامل زمینه‌ساز کم‌آبی بدن و گرم‌زدگی است، ورزش در گرما مستلزم توجه خاص به دریافت مناسب مایعات است. دریافت کافی مایعات پیش از ورزش به کلیه افراد دیابتی توصیه می‌شود.

تمرینات هوازی پیش‌رونده (زیر بیشینه) شامل سه جلسه در هفته، هر جلسه تمرین شامل، ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۲۵ تا ۴۰ دقیقه راه رفتن و دویدن با شدت ۵۵ تا ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. بخش اصلی تمرین ۲۵ تا ۴۰ دقیقه راه رفتن و دویدن با شدت ۵۵ تا ۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره در نظر گرفته شده بود.

شرکت‌کنندگان در گروه مقاومتی، شش حرکت تمرین را با استفاده از دستگاه‌های کار با وزنه و در هفته سه جلسه انجام می‌دادند. تمرینات در هر جلسه شامل، سه حرکت تمرینی برای اندام‌های فوقانی (پرس سینه نظامی، اجرا حرکت کشش سیم به پایین با دستان باز یا حرکت زیر بغل^۵ و حرکت پارویی یا قایقی) و سه حرکت تمرینی برای اندام‌های تحتانی (پرس پا نشسته، جلوپا نشسته، پشت پا خوابیده) بود. تمرینات با دوازده تکرار با شدت ۵۰ تا ۷۵٪ یک تکرار بیشینه و در سه دور در نظر گرفته شده بود (اصل اضافه بار در طول ۱۰ هفته رعایت گردید).

برنامه تمرینی ترکیبی، نیز سه جلسه در هفته که به طور متوالی، شامل یک جلسه تمرین هوازی (زیر بیشینه)، سپس یک جلسه تمرین مقاومتی، تا طول دوره درمان (۱۰ هفته)، ادامه داشت. شدت و مدت برنامه تمرینی آن‌ها هم همانند تمرینات دو گروه قبلی بود. پس از اتمام دوره ده هفته‌ای تمرینات، مجدداً متغیرهای مورد نظر اندازه‌گیری شد تا نتایج حاصل از دوره‌های درمانی بر روی

قرار گرفتن در تحقیق شامل جنسیت مرد، ابتلا به 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 برنامه ورزشی حداقل دو ماه پیش از شروع اجرای این طرح بود. داوطلبان پس از تکمیل پرسشنامه سابقه پزشکی، اطلاعات مربوط به دموگرافیک و سوابق بیماری و پزشکی آن‌ها پرسیده شد و همچنین مجوزهای لازم برای بیماران شرکت‌کننده در این طرح از کمیته اخلاق پزشکی و پزشکان متخصص گرفته شد و به داوطلبان اطمینان داده شد که اطلاعات دریافتی از ایشان کاملاً محرمانه خواهد ماند. از شرکت‌کنندگان در طرح رضایت‌نامه کتبی اخذ گردید. سپس داوطلبان شرکت‌کننده در این طرح، طی یک جلسه با نوع، اهداف و روش اجرای طرح به طور کتبی و شفاهی آشنا شدند. داوطلبان قبل از اجرای پروتکل تمرینی برای انجام آزمایش خون ناشتا به آزمایشگاه معرفی شدند. سپس به صورت تصادفی در چهار گروه تمرین هوازی، مقاومتی، ترکیبی و کنترل قرار گرفتند.

نکات ایمنی که قبل از شروع هر جلسه مورد ارزیابی قرار می‌گرفت عبارت بودند از: ۱- محدوده مناسب قند خون (طبق توصیه انجمن دیابت آمریکا اگر قند خون بیش از ۳۰۰ - ۲۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر باشد، باید از شرکت در تمرین خودداری شود و در صورتی که سطح گلوکز خون پیش از شروع جلسه تمرین کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر باشد، در بیمارانی که از انسولین یا داروهای افزایش‌دهنده ترشح انسولین استفاده می‌کنند، توصیه می‌شود که قبل از آغاز تمرین، مقداری کربوهیدرات مصرف کنند. به‌علاوه، در دسترس بودن منابع خوراکی کربوهیدرات در حین ورزش نیز منطقی است)، ۲- کفش مناسب (بسیاری از فعالیتهای هوازی نظیر پیاده‌روی و دویدن نرم مستلزم کفش مناسب هستند. کفش نامناسب ممکن است به ایجاد فشارهای غیرطبیعی بر پا، خون‌رسانی ناکافی و التهاب ناشی از فشار مکرر منجر شود که ممکن است به ایجاد زخمهای پوستی منتهی گردد. در صورتی که زخم عفونی شود و بیمار آن را تشخیص ندهد، به راه رفتن

غلظت پروتئین واکنش دهنده C و گلبول‌های سفید خونی مشخص گردد. به گروه کنترل توصیه شد تا ۱۰ هفته از شرکت در تمرینات ورزشی خودداری نمایند.

تحلیل آماری

پس از جمع آوری داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. در آمار استنباطی از آزمون کولموگروف-اسمیرنف جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و از آزمون آماری تی همبسته برای بررسی اختلاف معناداری میانگین‌های درون گروهی استفاده شد و همچنین از تحلیل واریانس یک طرفه برای بررسی اختلاف معناداری میانگین‌های بین گروه‌ها و در صورت معنی‌دار بودن نتایج از آزمون پس تعقیبی شفه برای مقایسه زوج‌ها استفاده شد. همه نتایج به صورت میانگین \pm انحراف معیار نشان داده شده‌اند و مقادیر $P < 0.05$ از نظر آماری معنی‌دار تلقی شد. کلیه داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS ۱۸ تجزیه و تحلیل شد.

نتایج

جدول ۱، میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های آنتروپومتریکی (سنی، وزن، قد، شاخص توده بدن و سابقه دیابت) آزمودنی‌ها و میزان قند خون ناشتا را در چهار گروه نشان می‌دهد.

جدول ۲؛ مقایسه تغییرات شاخص‌های مورد مطالعه را به تفکیک در چهار گروه در قبل و بعد از مداخله ورزشی نشان می‌دهد. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود در طی ده هفته تمرینات در تعداد گلبول‌های سفید و ائوزینوفیل‌ها، در هیچ یک از گروه‌های تمرینی تغییر معنی‌داری مشاهده نشده است، میزان نوتروفیل‌ها در

گروه‌های کنترل، مقاومتی و ترکیبی کاهش داشت که از این میان کاهش گروه کنترل و هوازی معنی‌دار و گروه مقاومتی معنی‌دار نشد. در مورد گروه هوازی نیز تغییری ایجاد نشد. نتایج آزمون تی همبسته، افزایشی در لنفوسیت گروه‌های کنترل، مقاومتی و ترکیبی نسبت به پیش آزمون نشان داد، که این افزایش در گروه‌های کنترل و ترکیبی معنی‌دار و در گروه هوازی اندکی کاهش مشاهده شد که معنی‌دار نبود. افزایش در مونوسیت گروه‌های هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر اثر ده هفته تمرین حاصل شده است که این افزایش در گروه‌های هوازی و ترکیبی معنی‌دار بود. همچنین نتایج این آزمون برای پروتئین واکنش دهنده C، کاهش در گروه‌های تمرینی نسبت به پیش آزمون را نشان داد، که این کاهش در گروه‌های هوازی و ترکیبی معنی‌دار، در گروه مقاومتی غیر معنی‌دار و در گروه کنترل معنی‌داری نبود. نتایج آماری آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای مقایسه میانگین‌های بین گروهی گروه‌های تجربی و کنترل قبل و بعد از اتمام تمرینات ده هفته‌ای، نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین گروه‌ها در گلبول‌های سفید، نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها، ائوزینوفیل‌ها و لنفوسیت‌های قبل و بعد از تمرینات، وجود نداشت، ولی میانگین CRP پلاسمای افراد در گروه‌های مختلف متفاوت بود و تفاوت معنی‌داری بین میانگین CRP گروه‌ترکیبی و کنترل وجود داشت. قابل ذکر است که واریانس یک طرفه قبل از تمرینات در تمامی فاکتورها در گروه‌های مورد مطالعه معنی‌دار نبود.

جدول ۱. مشخصات فردی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌های مورد مطالعه

متغیر	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	BMI (کیلوگرم / متر مربع)	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 به صورت میانگین و انحراف استاندارد (Men \pm SEM) بیان شده است.

جدول ۲: تغییرات شاخص های مورد مطالعه نسبت به سه روش تمرینی، در مراحل پیش و پس از آزمون

مغز	گروه	پیش آزمون M ± SD	پس آزمون M ± SD	اختلاف درون		اختلاف بین گروهی (P)			
				گروهی		کنترل	تمرین هوازی	تمرین مقاومتی	تمرین ترکیبی
				t	P				
WBC (10 ⁶ /ml)	کنترل	۴۵۸±۷۸۲۵	۶۰۷±۷۴۹۱	۰/۵۰	۰/۶۹		۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۳
	تمرین هوازی	۲۳۸±۶۲۶۱	۹۲۹±۷۰۴۶	۰/۳۲	-۱/۰۱	۰/۹۸		۰/۹۲	۰/۷۷
	تمرین مقاومتی	۶۹۳±۷۰۳۰	۴۴۷±۶۷۱۰	۰/۳۹	۰/۸۹	۰/۹۹	۰/۹۲		۰/۹۸
	تمرین ترکیبی	۶۰۵±۷۱۲۰	۵۵۷±۶۶۳۰	۰/۱۳	۱/۶۴	۰/۹۳	۰/۷۷	۰/۹۸	
LYM (%)	کنترل	۲/۶۶±۳۲	۱/۵۸±۴۰/۲۷	۰/۰۲	-۲/۶۶		۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۹۶
	تمرین هوازی	۱/۵۲±۴۰/۷۶	۳/۱۴±۴۰/۳۰	۰/۸۵	۰/۱۸۸	۰/۹۳		۱	۰/۶۶
	تمرین مقاومتی	۲/۲۴±۳۶/۸۰	۱/۷۴±۳۸/۵۰	۰/۳۸	-۰/۹۱	۰/۹۱	۱		۰/۶۳
	تمرین ترکیبی	۳۰/۰۲±۳۵/۹۰	۲/۰۲±۴۳/۲۰	۰/۰۲	-۲/۶۶	۰/۹۶	۰/۶۶	۰/۶۳	
NEUT (%)	کنترل	۲/۶۷±۶۳/۷۲	۱/۶۶±۵۴/۴۵	۰/۰۱	۲/۸۴		۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۶۹
	تمرین هوازی	۱/۹۲±۵۴/۴۶	۳/۳۷±۵۴/۷۶	۰/۹۱	-۰/۱۱	۰/۹۹		۱	۰/۵۰
	تمرین مقاومتی	۲/۲۸±۵۸/۸۰	۱/۹۰±۵۶/۹۰	۰/۴۶	۰/۷۵	۰/۹۹	۱		۰/۴۹
	تمرین ترکیبی	۳/۳۳±۵۹/۳۰	۴/۵۸±۴۷/۸۰	۰/۰۳	۲/۵۴	۰/۶۹	۰/۵۰	۰/۴۹	
MONO (%)	کنترل	۰/۳۰±۲/۳۳	۰/۱۹±۲/۷۲	۰/۳۹	-۰/۸۸		۰/۷۶	۰/۹۷	۰/۷۶
	تمرین هوازی	۰/۱۸±۱/۶۶	۰/۳۹±۲/۹۱	۰/۰۲	-۲/۶۱	۰/۷۶		۰/۹۱	۱
	تمرین مقاومتی	۰/۲۳±۲	۰/۲۳±۲/۶۶	۰/۱۱	-۱/۷۸	۰/۹۷	۰/۹۱		۰/۹۲
	تمرین ترکیبی	۰/۱۴±۲	۰/۲±۳/۲	۰/۰۰	-۴/۱۲	۰/۷۶	۱	۰/۹۲	
EOS (%)	کنترل	۲/۴۲±۰/۴۲	۳/۰۲۸/۸۰±	۰/۲۸	-۱/۱۶		۰/۹۵	۰/۹۹	۱
	تمرین هوازی	۴±۱/۶۲	۳/۱۱۲/۲۱±	۰/۱۱	۱/۸۲	۰/۹۵		۰/۹۸	۰/۸۹
	تمرین مقاومتی	۳/۱۶±۰/۶۰	۳±۱/۶۳	۰/۸۸	۰/۱۵	۰/۹۹	۰/۹۸		۰/۹۷
	تمرین ترکیبی	۱/۲۶±۳/۵۰	۰/۴۱±۲/۲۵	۰/۲۶	۱/۲۱	۱	۰/۸۹	۰/۹۷	
CRP (Mg/ml)	کنترل	۰/۳۱۹±۱/۲۶۴	۰/۳۴۹±۱/۵۶۳	۰/۴۲	-۰/۸۵		۰/۲۱	۰/۴۱	۰/۴۹
	تمرین هوازی	۰/۳۰۹±۱/۴۱۶	۰/۲۳۷±۰/۶۹۱	۰/۰۳	۳/۰۵۳	۰/۲۱		۰/۹۵	۰/۹۷
	تمرین مقاومتی	۰/۲۹۸±۱/۲۰۲	۰/۳۳۸±۱۸/۱۸	۰/۹۶	۰/۰۴	۰/۴۱	۰/۹۵		۰/۷۸
	تمرین ترکیبی	۰/۳۰۱±۱/۵۴۱	۰/۱۴۲±۰/۵۰۳	۰/۰۰	۷/۲۹۰	۰/۴۹	۰/۹۷	۰/۷۸	

بحث و نتیجه گیری

دیابت از جمله بیماری‌هایی است که بر روی سیستم ایمنی تاثیر می‌گذارد و باعث کاهش عملکرد دفاعی بدن در برابر عفونت‌ها می‌شود. تمرین منظم با کنترل سوخت و ساز در افراد دیابتی باعث کنترل مقدار قند خون می‌شود و به دنبال آن پاسخ دفاعی بدن را افزایش می‌دهد. بطور کلی شاخص‌های خونی می‌توانند به طور غیرمستقیم تحت تاثیر مقاومت انسولینی تغییر کنند، بطوری‌که، افرادی که در چارک بالایی مقاومت به انسولین قرار دارند، سطح بالاتری از قند ناشتا، انسولین ناشتا، تری گلیسرید، HCT، HGB، WBC و RBC نسبت به چارک‌های پایین‌تر دارند (۱۵).

بررسی‌های پاتوفیزیولوژیک در انسان و حیوانات به تنظیم فرضیه پاسخ به التهاب آترواسکلروز منجر شده است و به نظر می‌رسد که مولکول‌های چسبان سلولی و میانجی‌های التهابی از مرحله نخست فراخوانی لکوسیت تا پارگی نهایی پلاک مستعد آترواسکلروزی، نقش کلیدی را در پاتوژنز آترواسکلروز ایفا می‌کنند (۱۶). از جمله میانجی‌های التهابی که به دنبال فعل و انفعالات التهاب در کنار گلبول‌های سفید ترشح می‌شود، CRP است که نشانگر حساسی برای التهاب سیستمیک محسوب می‌شود که به واسطه سایر سایتوکین‌ها از جمله اینترلوکین ۶ و عامل نکروز کننده تومور - آلفا تحریک می‌گردد (۱۷).

هدف از پژوهش حاضر مقایسه فاکتور خونی گلبول‌های سفید و CRP پلاسما بود، که مقادیر درون گروهی، تفاوت معنی‌داری در افزایش تعداد مونوسیت‌های خون و کاهش CRP پلاسما در گروه‌های نشان دادند، همچنین تفاوت‌های بارز معنی‌داری در گروه ترکیبی در بین بعضی از فاکتورهای گلبول‌های سفید و CRP یافت شد، بطوری‌که این تفاوت‌ها در کاهش معنی‌دار نوتروفیل‌ها و CRP و افزایش معنی‌دار لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها در این گروه بود. دیگر نتایج این تحقیق چنین بود که تعداد نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌های گروه کنترل در طول این ده هفته دستخوش تغییرات معنی‌دار شد، که این امر می‌تواند به دنبال مداخلات زندگی این افراد باشد. یکی از نتایج مهم دیگر این تحقیق این بود که در میانگین WBC کلی افراد

قبل و بعد از تمرینات، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی تغییرات در فاکتورهای تشکیل دهنده این گروه رخ داده بود. در بررسی بین گروهی تفاوت معنی‌داری بعد از ده هفته تمرین در بین گروه‌ها برای هیچ‌کدام از عناصر گلبول‌های سفید خونی یافت نشد ولی نتیجه واریانس برای فاکتور CRP چنین نبود و گروه ترکیبی تفاوت بارزی با دیگر گروه‌ها داشت. نتایج این مطالعه همسوی مطالعه ۱۲ ماهه بالذوچی و همکاران بر روی مردان و زنان دیابتی بود که کاهش CRP را در گروه‌های تمرینی هوازی با شدت بالا و تمرینات هوازی-مقاومتی بیان کردند (۱۸). همچنین نتیجه مطالعه دیگری که در سال ۲۰۱۱ بر روی مردان و زنان دیابتی به مدت ۱۲ هفته تمرین انجام شده بود، کاهش CRP سرم در هر سه گروه تمرینی هوازی، مقامتی و ترکیبی گزارش کردند که همسوی پژوهش حاضر بود ولی تفاوتی در بین گروه‌های تمرینی مشاهده نکردند. ممکن است علت اختلاف بین میزان تغییرات مشاهده شده در مطالعه حاضر و این یافته ناشی از تفاوت در اجرای تمرینات ترکیبی باشد (۱۹). در تحقیقی که زمانی و همکاران طراحی کردند پس از ۸ هفته ورزش هوازی تغییری در میزان شاخص‌های خونی مشاهده نکردند. نتایج این تحقیق با تحقیق ما ناهمسو بود. این اختلاف می‌تواند به خاطر تفاوت سنی و همچنین دیابتی بودن آزمودنی‌های ما در مقایسه با افراد سالم باشد (۲۰). مطالعه نیک سرشت و همکاران در سال ۲۰۱۳ در بعضی فاکتورهای خونی همسو و در بعضی‌ها ناهمسو با مطالعه ما بود بطوری‌که نتایج این تحقیق جدید که بر روی ۲۸ سر موش با فعالیت هوازی شدید انجام شده بود به این نتیجه رسیدند که لنفوسیت‌ها در گروه دیابتی با تمرین نسبت به سه گروه دیگر و گروه دیابتی بدون تمرین نسبت به گروه کنترل و شوک افزایش معنی‌داری داشت که در تحقیق ما لنفوسیت‌ها در گروه هوازی کاهش ناچیز داشتند که ناهمسوی با مطالعه بود. از دیگر ناهمسوی‌ها، مونوسیت‌ها بودند که در گروه دیابتی با فعالیت بیشینه نسبت به گروه‌های دیگر کاهش معنی‌داری پیدا کردند. نتایج ائوزینوفیل‌ها در گروه دیابتی بدون تمرین ناهمسو و گروه

شش ماه ورزش هوازی متوسط تغییری در تعداد گلبول های سفید مردان مسن ایجاد نکرد. در مطالعه ای که اثر حاد ۱ ساعت دو با شدت ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب روی شاخص های خونی دو گروه دهنده استقامت و بدون تمرین را بررسی کرد. گلبول های سفید، ائوزینوفیل و بازوفیل در هر دو گروه افزایش پیدا کرد. که این افزایش در گروه بدون تمرین بیشتر بود (۲۴). در تحقیق دیگری ۳۰ دقیقه دو جاگینگ دانشجویان (اثر حاد) باعث افزایش معنی دار تعداد گلبول های سفید شد (۲۵). تعداد گلبول های سفید (WBCs) در هیچ یک از گروه های تمرینی ما تغییر معنی دار نکرد. با توجه به تحقیقات گذشته می توان این عدم تغییر را به اثر مزمن تمرینی ما نسبت داد و اینکه نمونه خونی آزمودنی های ما در شرایط استراحت (یعنی حداقل ۷۲ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی) گرفته شده است. در تحقیقی که بابیوف و همکاران^۶ (۲۰۰۹) با هدف بررسی اثر تمرینات مقاومتی روی شاخص های خونی افراد مسن (۶۱-۷۳) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که شاخص های خونی گروه تمرین حتی زمانی که متغیر جنس به عنوان یک متغیر مداخله گر در نظر گرفته شد در مقایسه با گروه کنترل و حتی پیش آزمون اختلاف معنی داری نداشت. شاخص های خونی WBC, LYM, NEUT, MONO, EOS در این تحقیق تغییری نداشت که با گروه مقاومتی در تحقیق حاضر همسو است این شباهت نتیجه، ممکن است به این خاطر باشد که آزمودنی های ما و این مطالعه هر دو افراد مسن بودند و اینکه تعداد جلسات در هفته، تعداد ست، تکرار و بار تمرینی شبیه به هم بودند (۲۶). در مطالعه دیگری که کاراندیش و همکاران به منظور بررسی کمیت های خون ورزشکاران جوان (۱۹-۳۲ سال) بعد از تمرینات مقاومتی فزاینده انجام دادند مشاهده کردند که WBC، نوتروفیل درون گروه کاهش آماری معنی دار ناهمسو با تحقیق حاضر بود. ودر LYM تغییر نشان نداد که همسو با تحقیق حاضر بود (۲۷). با اندکی دقت در پیشینه پژوهش های انجام شده پیرامون اثرات فعالیت های بدنی بر شاخص های خون شناسی روشن می سازد که اطلاعات کمی پیرامون تغییرات خون شناسی پس از تمرینات ترکیبی

دیابتی با تمرین که کاهش معنی دار داشت همسوی این مطالعه بود. نوتروفیل در دو گروه دیابتی با تمرین و بدون تمرین کاهش معنی داری داشت که گروه کنترل همسو و گروه هوازی ناهمسو بود (۲۱). در مجموع، نتایج پژوهش حاضر با بعضی نتایج پژوهش های فوق همخوانی داشت و با بعضی دیگر مغایرت. علت این امر را می توان عدم استفاده از گروه کنترل، غیر تصادفی بودن روش های انجام پژوهش، استفاده از طرح ها و روش های تمرینی گوناگون، استفاده از آزمودنی های سالم، یا عدم همگنی آزمودنی ها از نظر سن و جنس دانست. بطور کلی تغییر در پارامترهای هماتولوژیک بستگی به نوع، شدت و مدت فعالیت بدنی دارد. احتمالاً این تغییرات تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل شیوه آزمایش، طول مدت آزمایش، نوع فعالیت های به کار گرفته شده و سطح آمادگی بدنی افراد قرار می گیرد (۲۲). یکی از تغییرات چشمگیر و ثابتی که در جریان ورزش دیده می شود لکوسیتوز^۶ (افزایش تعداد گلبول های سفید در گردش خون) می باشد. تعداد گلبول های سفید در گردش ممکن است تا چهار برابر زمان استراحت افزایش پیدا کرده، پس از توقف ورزش در حد بالا باقیمانده و بعد از اتمام بعضی انواع تمرین ها به مدت چندین ساعت بالا باقی بماند. به طور کلی به نظر می رسد مقدار لکوسیتوز با شدت و مدت تمرین نسبت مستقیم و بامیزان آمادگی فرد نسبت معکوس داشته باشد. افزایش در تعداد گلبول های سفید در حین و بلافاصله پس از تمرین غالباً به علت افزایش تعداد نوتروفیل ها و به میزان کمتری لنفوسیت ها می باشد. هر چند که تعداد مونوسیت ها نیز ممکن است افزایش پیدا کند. اغلب مطالعات انجام شده در ورزشکارانی که تمرین های متوسط داشته اند نشان می دهد که در مقایسه با معیارهای طبیعی افراد غیر ورزشکار، تعداد گلبول های در گردش و در حال استراحت این افراد در حد طبیعی می باشد. علاوه بر این، مطالعات متعدد نشان می دهد در اشخاصی که قبلاً تمرین نداشته ولی تمرین های متوسط انجام داده اند و همین طور ماه ها پس از تمرین و مسابقه در ورزشکاران، هیچ گونه تغییری در گلبول های سفید در حال استراحت دیده نمی شود (۲۳). در تحقیق وود و همکاران^۷ (۱۹۹۹)

بعد از ده هفته باعث کاهش چشم‌گیر نوتروفیل و CRP که می‌توانند عوامل خطرزای مهمی برای این افراد باشد، توصیه شده است، بنابراین، باتوجه به اهمیت انجام تمرینات استقامتی و مقاومتی هم‌زمان و نبود اطلاعات کافی در مورد اثرات این تمرینات بر تغییرات خون‌شناسی و میانجی‌های التهابی، پژوهش حاضر روی بیماران دیابتی نوع ۲ انجام شد.

پی‌نوشت

1. Reactive Protein-C
2. Interleukin-6
3. tumor necrosis factor alpha
4. White blood cells
5. Lat Pull Down
6. Leukocytosis
7. WHO et al
8. Bobeuf et al

منابع

1. Festa A, D'Agostino R, Howard G, Mykkanen L, Tracy RP, Haffner SM. (2002). Chronic subclinical inflammation as part of the insulin resistance syndrome: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study (IRAS). *Circulation*; 102(1):42-7
2. WHO. (1999). Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications. Department of Noncommunicable Disease Surveillance. Geneva. WHO.
3. Russo AF, Dickerson IM. (2006). CGRP: A multifunctional neuropeptide. In: Lim R, editor. *Handbook of Neurochemistry and Molecular Neurobiology*. 3rd. Springer-Verlag Berlin Heidelberg; P 390-426.
4. Visser M, Bouter LM, McQuillan GM, Wener MH, Harris TB. (2001). Low-grade systemic inflammation in overweight children. *Pediatrics*; 107:E13.
5. Peter P. The immune system is body translator, Niknam, kaghazian M, Tehran, vafagh (1384), vol 1 (Persian)
6. McLaughlin, T., FahimLamendola, CindyLiang, LynnReaven, GeraldSchaaf, PatriciaReaven, Peter. (2002). "Differentiation between obesity and insulin resistance in the association with C-reactive protein." *Circulation*. 106(23): 2908-2912.
7. Bots, M. L. L. Lenore J Lindemans, Jan Hoes, Arno W Hofman, Albert Witteman, Jacqueline Koudstaal, Peter J Grobbee, Diederick E. (1999). Homocysteine and short-term risk of myocardial infarction and stroke in the elderly: the Rotterdam Study. *Archives of internal medicine*. 159(1): 38

وجود دارد و اغلب تحقیقات تنها تمرینات استقامتی یا مقاومتی استفاده شده است (۲۸). ماهیت تمرینات ترکیبی به صورتی است که در مدت تمرین مشمول پاسخ‌های دوگانه وابسته هر یک از انواع فعالیت‌های استقامتی (تداوم عملکرد جسمانی با درگیر شدن مکرر دستگاه قلبی-عروقی در فرآیند فیزیولوژیک فعالیت) و مقاومتی (فعالیت‌های کوتاه مدت عضلانی عمدتاً با بار متوسط تا شدید با لحاظ فواصل استراحتی میان این فعالیت‌ها و درگیری عضلات اسکلتی به ویژه بزرگ) می‌شود، تداخل و تناقض این پاسخ‌ها چه بسا از بعد متغیرهای خونی قابل ملاحظه باشد و اثر بالینی خود را در این‌گونه تمرینات نشان دهد. بنابراین با توجه به کمی اطلاعات در مورد پیشینه تحقیق ما در داخل و خارج از کشور، که همزمان اثر فعالیت ورزشی بر تغییرات CRP، لکوسیت‌ها مقایسه و ارتباط آن با التهاب را در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی کند، این تحقیق انجام شده است و این امر، امکان مقایسه یافته‌های پژوهش حاضر را با یافته‌های دیگر مطالعات نمی‌دهد.

گلبول‌های سفید از جمله فاکتورهای خونی که به احتمال زیاد، به روند دیابت مرتبط می‌باشند که در میان آن‌ها نوتروفیل‌ها فراوان‌ترین گروه این دسته در گردش خون و واسطه‌اولین مراحل پاسخ‌های التهابی هستند. نوتروفیل‌ها می‌توانند ظرف چند ساعت پس از ورود میکروب‌ها به مکان‌های عفونت مهاجرت کنند است (۲۹). همچنین در چندین مطالعه نشان داده شده است که اختلال در عملکرد نوتروفیل‌ها می‌تواند به عنوان یک ایجادکننده عفونت در بیماران دیابتی نقش داشته باشد. همچنین اختلال در سوخت‌وساز بدن بیماران دیابتی می‌تواند نقش مهمی در نقص عملکرد نوتروفیل‌ها ایجاد کند. و با توجه به اینکه نوتروفیل به عنوان اولین خط دفاعی بدن در برابر عفونت‌های باکتری‌ها و قارچ‌ها عمل می‌کند و همچنین بیش از ۶۰ درصد گلبول‌های سفید را به خود اختصاص می‌دهند. توجه به این شاخص در بیماران دیابتی حائز اهمیت رابطه مثبت بین کنترل قند خون با انسولین، و عمل سوخت‌وسازی و فاگوسیتوزی نوتروفیل‌ها مشخص شده است (۳۰). در نتیجه تمرینات ترکیبی در این پژوهش

8. Hotamisligil, G. S. S., Narinder S Spiegelman, Bruce M. (1993). Adipose expression of tumor necrosis factor-alpha: direct role in obesity-linked insulin resistance. *Science*.259(5091): 87-91.
9. Barzilay JI, Abraham L, Heckbert SR, et al. (2001). The relation of markers of inflammation to the development of glucose disorders in the elderly: the Cardiovascular Health Study. *Diabetes*; 50: 2384–2389
10. Dehghan A, Kardys I, de Maat MP, et al. (2007). Genetic variation, C-reactive protein levels, and incidence of diabetes. *Diabetes*;56:872–878
11. Duncan BB, Schmidt MI, Pankow JS, et al.; (2003). Atherosclerosis Risk in Communities Study. Low-grade systemic inflammation and the development of type 2 diabetes: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Diabetes*;52:1799–1805
12. Festa A, D'Agostino R Jr, Tracy RP, Haffner SM; (2002). Insulin Resistance Atherosclerosis Study. Elevated levels of acute-phase proteins and plasminogen activator inhibitor-1 predict the development of type 2 diabetes: the insulin resistance atherosclerosis study. *Diabetes*;51:1131–1137
13. Kaspis C, Thompson P. (2005). 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):1563-9.
14. Frydelund-Larsen L, Akerstrom T, Nielsen S, Keller P, Keller C, Pedersen BK. (2007). Visfatin mRNA expression in human subcutaneous adipose tissue is regulated by exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*; 292(1): E24-31.
15. Ellinger, V., Carlini, L. T., Moreira, R. O., & Meirelles, R. M. (2006). Relation between insulin resistance and hematological parameters in a Brazilian sample. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 50(1), 114-117 .
16. Harrison T, Cecil, Lafayette R. Hematology and Oncology, translation: khodaamorzide D.(1388), Tehran , lofty thoughts. (Persian)
17. Nyström T. (2007). C-reactive protein: a marker or a player? *Clin Sci (Lond)*; 113(2):79-81.
18. Balducci, S., SNicolucci, A, Fernando, FCavallo, SCardelli, PFallucca, SAlessi, ELetizia, CJimenez, A. (2010). "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*. 20(8): 608-617.
19. Jorge, M. L. M. P., de Oliveira, V. N., Resende, N. M., Paraiso, L. F., Calixto, A., Diniz, A. L. D., & Geloneze, B. (2011). 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*, 60(9), 1244-1252.
20. zamani M.(1391). Effect of 8 week aerobic exercise on hematological parameters dependent on morphine withdrawal syndrome .MA thesis Faculty of Literature and Human Sciences, Bu-Ali Sina University (Persian)
21. Nikseresht, A., Sh, F. H., Solhjoo, K., & Kargar Jahromy, H. (2013). Effect of maximum activity on the immune system cells in diabetic rats. *Journal of Jahrom University of Medical Sciences*, 10(4), 43.
22. Çakamakci, E., Sanioglu, A., Vatansev, H., & Marakoglu, K. (2010). The effects of 8-week step-aerobic exercise on the body composition and hematologic parameters in the obese and overweight females. *Sci Mov Health*, 10, 808-813.
23. Mel nikov AA, Kylosov AA, Vikulov AD. (2007). Relationships of Inflammatory Activity with biochemical parameters of the blood and sympathovagal balance of young athletes. *Human Physiology*, vol.33, No.5. PP624-631.
24. Shin .Y, Keun Oh. J, Sik Sohn. H, Sang Bae. J, Young Lee. M , Beom Lee J, Mo Yang .H, Ki Min .Y, Yeon Song H, Kyune Ko. K, Matsumot.T(2004). Expression of exercise-induced HSP70 in long-distance runner's leukocytes, *Journal of Thermal Biology*, 29:769–774.
25. Bhatti R, Shaikh D, (2007). The effect of exercise on blood parameters, *Pak J Physiology*;3(2).
26. Bobeuf, F., Labonté, M., Khalil, A., & Dionne, I. J. (2009). Effect of resistance training on hematological blood markers in older men and women: a pilot study. *Current gerontology and geriatrics research*,
27. Karanysh M, Islami S, Marandi S, zandmoghadam A and Hqyqzadh M., (1387). Effect of protein whey supplementation on blood parameters in healthy young Drvrzshkaran resistance activities .*Journal of Endocrinology . Shaheed Beheshti University of Medical Sciences (period I, No. Y4, page-Hay373-379)*(Persian)
28. Arazi H, Damirchi A, Mostafalu, Ardabil.(1390). Changes in haematological parameters after repeated sessions of resistance training and endurance simultaneously .*University Journal of Medical Sciences*. Volume 9, Volume 2 (Persian)

29. Abul Abbas, Laytmn A, Play S , Translator Mohamdnya M, (1391). amozegar A Cellular and molecular immunology ,Tehran: the next generation (Persian)
30. Alba-Loureiro, T, Hirabara, S., Mendonca, J, Curi, R, & Pithon-Curi, T. (2006). Diabetes causes marked changes in function and metabolism of rat neutrophils. Journal of endocrinology, 188(2), 295-3