

# پاسخ سطوح سرمی ICAM-1، VCAM-1 و CRP به تمرینات استقامتی با شدت متوسط و بالا در موش های صحرائی دیابتی نر نژاد اسپراگ داولی

سیروس فارسی<sup>۱</sup>، محمد علی آذربایجانی<sup>۱</sup>، سید علی حسینی<sup>۲</sup>، مقصود پیری<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، <sup>۲</sup>گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرودشت، مرودشت، ایران

تاریخ وصول: ۱۳۹۵/۶/۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۵

## چکیده

زمینه و هدف: دیابت از جمله بیماری های مزمن است که موجب افزایش عوامل التهابی و اختلالات اندوتلیال می گردد. هدف از تحقیق حاضر بررسی پاسخ VCAM-1، ICAM-1 و CRP به فعالیت های ورزشی استقامتی با شدت متوسط و بالا در موش های صحرائی مبتلا به دیابت بود.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، ۳۲ سر موش صحرائی نر دیابتی نژاد اسپراگ داولی انتخاب و بر اساس گلوکز خون در ۴ گروه ۸ سری شامل؛ دیابت قربانی هفته اول، دیابت قربانی هفته آخر، تمرین استقامتی با شدت متوسط و تمرین استقامتی با شدت بالا تقسیم شدند و جهت بررسی اثرات القای دیابت ۱۶ سر موش سالم انتخاب و در ۲ گروه سالم قربانی هفته اول و سالم قربانی هفته آخر تقسیم شدند. موش های گروه های تمرین استقامتی با شدت متوسط و تمرین استقامتی با شدت بالا به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه به ترتیب با سرعت ۱۰ تا ۱۷ متر بر دقیقه و ۱۷ تا ۲۸ متر بر دقیقه روی نوارگردان دویدند. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون های آماری کالموگروف - اسمیرنوف، تحلیل واریانس یک راهه به همراه آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

یافته ها: نتایج نشان داد القاء دیابت منجر به افزایش معنی دار ICAM-1 ( $p=0/001$ )، VCAM-1 ( $p=0/001$ ) و CRP ( $p=0/01$ ) موش های صحرائی می گردد. ۸ هفته تمرین استقامتی با شدت متوسط اثر معنی داری بر کاهش ICAM-1 ( $p=0/001$ )، VCAM-1 ( $p=0/003$ ) و CRP ( $p=0/001$ ) موش های صحرائی دیابتی دارد، ۸ هفته تمرین استقامتی با شدت بالا اثر معنی داری بر کاهش ICAM-1 ( $p=0/04$ )، VCAM-1 ( $p=0/04$ ) و CRP ( $p=0/001$ ) موش های صحرائی دیابتی دارد همچنین تمرین استقامتی با شدت متوسط و بالا اثرات یکسانی بر ICAM-1 ( $p=0/52$ )، VCAM-1 ( $p=0/90$ ) و CRP ( $p=0/99$ ) موش های صحرائی دیابتی دارند.

نتیجه گیری: تمرین های استقامتی با شدت متوسط و بالا اثرات یکسانی بر کاهش ICAM-1، VCAM-1 و CRP موش های صحرائی دیابتی دارند.

واژه های کلیدی: ICAM-1، VCAM-1، CRP، تمرین

\* نویسنده مسئول: محمد علی آذربایجانی، تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، گروه فیزیولوژی ورزشی

Email: ali.azarbayjani@gmail.com

## مقدمه

دیابت یکی از شایع‌ترین بیماری‌های غیر واگیر و مزمن در کشورهای توسعه یافته غربی و کشورهای در حال توسعه است (۱). در سال ۲۰۰۰ تعداد مبتلایان به دیابت در حدود ۱۴۷ میلیون نفر تخمین زده شد و پیش‌بینی می‌شود که این تعداد تا سال ۲۰۲۵ به ۳۲۰ میلیون نفر برسد (۲). در مطالعه‌های مختلف بیان شده است سطوح افزایش یافته گلوکز در بیماران دیابتی با گذر زمان اثرات سویی بر عروق کوچک و بزرگ دارد از اینرو کنترل مناسب بیماران دیابتی می‌تواند نقش ارزشمندی در تأخیر بروز مرگ و میر ناشی از دیابت داشته باشد (۳). CRP بیشترین پروتئین فاز حاد است که در پاسخ به جراحات متعددی مثل جراحی، آسیب بافتی، التهاب و ورزش از کبد آزاد می‌شوند. این پروتئین نشان دهنده ابتلا به التهاب سیستمیک می‌باشد (۴). پروتئین فاز حاد (CRP) (۵) به عنوان حساس‌ترین شاخص التهابی پیشگویی کننده مستقل قوی خطر ناراحتی‌های قلبی - عروقی در ارزیابی خطر حملات قلبی - عروقی شناخته شده است، به طوری که افزایش آن باعث افزایش دو تا پنج برابری خطر بیماری سرخرگ کرونری می‌گردد (۵). همچنین از CRP به عنوان یک عامل مؤثر در پیش‌بینی بیماری دیابت نوع ۲ در مطالعه‌های مختلفی یاد شده است (۶). تغییرات CRP ممکن است حساسیت به انسولین و متابولیسم گلوکز را به طور مستقیم یا غیرمستقیم تحت تأثیر قرار دهد. چنانچه تأثیر

ژنوتیپ CRP بر تغییرات حساسیت به انسولین ناشی از فعالیت ورزشی تأیید شده است. همچنین سطوح CRP در افراد دارای چربی بالا افزایش می‌یابد و با حساسیت به انسولین ارتباط معکوس دارد (۷). همچنین مولکول‌های چسبان بین سلولی (ICAM-1) (۸) و عروقی (VCAM-1) (۹) از حساس‌ترین نشانگرهای سلولی در زمینه شناسایی روند تشکیل پلاک آترواسکلروزی در دیواره اندوتلیال عروق می‌باشند. شواهد رو به افزایش نشان می‌دهد که ICAM-1 موجب افزایش فعالیت آندوتلیال عروقی می‌شود و می‌توان جهت پیش‌بینی و پیشگویی بیماری‌های قلبی - عروقی از آن استفاده نمود (۸). گزارش شده است با افزایش سطوح چربی بدن و کاهش آمادگی قلبی - تنفسی سطوح سرمی ICAM-1 افزایش می‌یابد (۹). همچنین رابطه معنی دار مثبتی بین سطوح گلوکز خون و ICAM-1 بیماران دیابتی گزارش شده است (۱۰) و در بیماران دیابتی مبتلا به نروپاتی (۱۱)، رتینوپاتی (۱۲)، نروپاتی (۱۳) و میکروآلبومینوری (۱۴) سطوح آن به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. یافته‌های پژوهش‌های انجام شده در بررسی اثرات فعالیت‌های ورزشی تمرین هوازی بر سطوح سرمی مولکول‌های چسبان و CRP (به عنوان شاخص‌های معتبر در ارزیابی التهاب عمومی) بیماران مبتلا به دیابت متفاوت می‌باشد، به طوری که نتایج برخی از مطالعه‌ها نشان دهنده

1- Creactive Protein  
2-Intracellular Adhesion Molecule -1  
3-Vascular cell Adhesion Molecule -1

پرورش حیوانات واقع در خانه حیوانات دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت خریداری شد. تمامی موش‌های صحرایی پس از خریداری به محل اتاق نگهداری حیوانات آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی (دمای محیطی  $22 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، نورکنترل شده (چرخه ۱۲ ساعته روشنایی و تاریکی)) منتقل شده و دوره سازش‌پذیری هشت روزه را طی نمودند. در طول دوره دسترسی حیوانات به آب و غذا آزاد بود. در روز هشتم، پس از یک شب ناشتایی ۴۴ سر موش صحرایی با کلروفورم بیهوش شده و تحت تزریق داخل صفاقی ۶۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن استرپتوزوتوسین (ساخت شرکت سیگما) حل شده در بافر سیترات قرار گرفتند. چهار روز پس از تزریق از دم حیوانات به روش پانچ کردن جهت سنجش قند خون با استفاده از دستگاه گلوکومتر خون‌گیری به عمل آمد (۲). تعداد ۳۲ سر موش صحرایی که دارای گلوکز خون بالاتر از ۳۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بودند به عنوان نمونه آماری وارد تحقیق شدند (۱). شروع برنامه تمرینی یک هفته پس از القاء دیابت و نگهداری موش‌ها صورت گرفت. موش‌های دیابتی بر اساس گلوکز خون به ۴ گروه مساوی ۸ سری شامل؛ گروه ۱ دیابت قربانی هفته اول، گروه ۲ دیابت قربانی هفته آخر، گروه ۳ تمرین استقامتی با شدت متوسط و گروه ۴ تمرین استقامتی با شدت بالا تقسیم شدند. این نکته قابل ذکر است با توجه به این که دامنه گلوکز خون موش‌های صحرایی در دامنه تقریبی ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود، در ابتدا موش‌های صحرایی دارای گلوکز خون در دامنه ۳۰۰ تا ۴۰۰

فعالیت‌های ورزشی منجر به کاهش قابل توجه (۱۵-۲۰) و یا بدون تغییر (۲۲ و ۲۱) در سطوح سرمی مولکول‌های چسبان و CRP می‌گردند. برای مثال ۱۲ هفته تمرین‌های استقامتی با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه (۱۵) و همچنین ۶ ماه تمرین‌های استقامتی با شدت متوسط و کنترل شده (۱۹) منجر به کاهش معنی دار ICAM-1 و VCAM-1 بیماران مبتلا به دیابت شد با وجود این ۸ هفته تمرین‌های هوازی با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد اوج اکسیژن مصرفی اثر معنی داری بر مولکول‌های چسبان بیماران مبتلا به دیابت نداشت (۲۱). پژوهشگران هنوز نتوانسته‌اند پیرامون تغییرات این شاخص‌های التهابی ناشی از فعالیت ورزشی در پیش‌گویی بیماری‌های قلبی-عروقی بیماران مبتلا به دیابت به نتیجه مشخصی دست یابند. از آنجا که شناسایی عوامل خطر ساز بیماری‌های قلبی-عروقی در درمان و پیشگیری از پیشرفت بیماری و همچنین کاهش هزینه‌های درمانی اهمیت فراوانی دارد، بنابراین لزوم انجام تحقیقی در این زمینه احساس می‌شود، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی پاسخ ICAM-1، VCAM-1 و CRP به تمرین‌های استقامتی با شدت متوسط و بالا در موش‌های صحرایی دیابتی بود.

## روش بررسی

در این مطالعه تجربی ۶۰ سر موش صحرایی نر بالغ نژاد اسپراگ-داولی از مرکز

میلی‌گرم در دسی لیتر در گروه‌های چهارگانه تقسیم شدند. در ادامه موش‌های صحرایی دارای گلوکز خون در دامنه ۴۰۱ تا ۵۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در گروه‌های چهارگانه تقسیم شدند. هم‌چنین جهت بررسی اثرات القای دیابت بر میزان تغییرات سطوح سرمی VCAM-1، ICAM-1 و CRP تعداد ۱۶ سر موش سالم انتخاب و در دو گروه سالم قربانی هفته اول و سالم قربانی هفته آخر تقسیم شدند. در ابتدا گروه‌های سالم قربانی هفته اول و دیابت قربانی هفته اول به صورت ۱۶ ساعت ناشتا بیهوش شده و جهت اندازه‌گیری سطوح سرمی VCAM-1، ICAM-1 و CRP از آنها خونگیری به عمل آمد. در ادامه موش‌های گروه‌های تمرین استقامتی با شدت متوسط و تمرین استقامتی با شدت بالا به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه به ترتیب با سرعت ۱۰ تا ۱۷ و ۱۷ تا ۲۸ متر بر دقیقه روی نوارگردان دویند (۲۳). بعد از این مدت، نمونه‌گیری خون از بقیه موش‌های صحرایی سالم و دیابتی انجام شد تا سطوح سرمی VCAM-1، ICAM-1 و CRP اندازه‌گیری شوند. قبل از انجام خون‌گیری، حیوانات به مدت ۱۶ ساعت ناشتا نگه داشته شدند. تمام جنبه‌های اخلاقی و حقوقی این پژوهش در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت بررسی و با کد IR.MIAU.REC.1395.101 تأیید شده است.

جهت اجرای تمرین‌های استقامتی در ابتدا جهت آشنایی حیوانات با نحوه اجرای پروتکل تمرین استقامتی آنها روی دستگاه نوارگردان قرار می‌گرفتند و با سرعت ۸ متر در دقیقه با شیب صفر

درجه به مدت ۱۰ دقیقه دویند (این سرعت دویدن و راه رفتن هیچگونه تأثیری بر افزایش توان هوازی و عوامل فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها ندارند). در انتهای دستگاه نوارگردان یک شوک الکتریکی بسیار ضعیف تعبیه شده بود تا حیوانات را وادار به ادامه حرکت کند. برای جلوگیری از آسیب‌های احتمالی به وسیله شوک الکتریکی، از همان ابتدا حیوانات از طریق ضربه زدن آرام به دستگاه نوارگردان و ایجاد صدای نسبتاً ضعیف و یا از طریق لمس دم حیوان، شرطی شدند. پروتکل تمرین استقامتی شامل ۸ هفته دویدن فزاینده روی دستگاه نوارگردان بدون شیب (شیب صفر درصد) با سرعت‌های ۱۰ تا ۱۷ (یک متر در دقیقه افزایش سرعت در هر هفته) و ۱۷ تا ۲۸ متر در دقیقه (دو متر در دقیقه افزایش سرعت در هر هفته به طوری که در هفته هفتم افزایش سرعت یک متر در دقیقه بود و سرعت در هفته هشتم و هشتم ثابت نگهداشته شد) و به مدت ۶۰ دقیقه در هر جلسه و ۳ جلسه در هفته انجام شد. برای گرم کردن حیوانات در جلسه‌های تمرین، ابتدا پس از قراردادن حیوانات روی دستگاه نوارگردان، حیوانات به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۸ متر در دقیقه می‌دویند سپس برنامه تمرینی اجرا شد. پس از اتمام برنامه تمرینی، به منظور اجرای برنامه سرد کردن سرعت دستگاه به طور معکوس کاهش داده می‌شد تا سرعت دستگاه به صفر برسد. این برنامه حدود ۵ تا ۷ دقیقه ادامه داشت. در حقیقت کل برنامه‌های تمرینی روزانه در ابتدا تنظیم و به حافظه دستگاه سپرده می‌شد و دستگاه به طور خودکار با

مرحله گرم کردن شروع به کار می‌نمود و پس از پایان مرحله سرد کردن به کار خاتمه می‌داد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری کلوموگروف-اسمیرنوف، تحلیل واریانس یک راهه و آزمون تعقیبی توکی تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها**

سطوح پیش آزمون و پس آزمون وزن موش‌های صحرایی در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین در جدول ۲ سطوح ICAM-1، VCAM-1 و CRP موش‌های صحرایی در گروه‌های شش گانه ارائه شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه نشان داد تفاوت معنی داری در سطوح ICAM-1 ( $F_{5, 42} = 16/08, p = 0/001$ )، VCAM-1 ( $F_{5, 42} = 9/67, p = 0/001$ ) و CRP ( $F_{5, 42} = 23/17, p = 0/001$ ) گروه‌های تحقیق وجود دارد. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد سطوح ICAM-1، VCAM-1 و CRP در گروه دیابتی قربانی هفته اول به طور معنی داری بالاتر از سالم قربانی هفته اول بود از اینرو القاء دیابت منجر به افزایش معنی دار ICAM-1 ( $p = 0/001$ )، VCAM-1 ( $p = 0/001$ ) و CRP ( $p = 0/001$ ) موش‌های صحرایی گردید؛ سطوح ICAM-1، VCAM-1 و CRP در گروه ۸ هفته تمرین استقامتی با شدت متوسط به طور معنی داری پایین‌تر از گروه دیابتی قربانی هفته اول بود، لذا ۸ هفته تمرین استقامتی با شدت بالا به طور معنی داری پایین‌تر از گروه دیابتی قربانی هفته اول بود، لذا ۸ هفته تمرین استقامتی با شدت بالا اثر معنی داری بر کاهش ICAM-1 ( $p = 0/04$ )، VCAM-1 ( $p = 0/04$ ) و CRP ( $p = 0/001$ ) موش‌های صحرایی دیابتی دارد. همچنین با توجه به این که تفاوت معنی داری در سطوح ICAM-1، VCAM-1 و CRP گروه ۸ هفته تمرین استقامتی با شدت متوسط و ۸ هفته تمرین استقامتی با شدت بالا ندارد، ۸ هفته تمرین استقامتی با شدت متوسط دارای اثرات یکسانی با ۸ هفته تمرین استقامتی با شدت بالا بر ICAM-1 ( $p = 0/53$ )، VCAM-1 ( $p = 0/99$ ) و CRP ( $p = 0/90$ ) موش‌های صحرایی دیابتی می‌باشد.

جدول ۱: وزن موش‌های صحرایی در گروه‌های تحقیق

جدول ۱: وزن موش‌های صحرایی در گروه‌های تحقیق

گروه	وزن پیش آزمون (گرم)	وزن پس آزمون (گرم)
سالم قربانی هفته اول	176/12 ± 19/63	222/75 ± 37/61
سالم قربانی هفته آخر	187/25 ± 32/53	191/87 ± 79/67
دیابتی قربانی هفته اول	204/12 ± 52/62	185/87 ± 46/47
دیابتی هفته آخر	156/00 ± 22/75	185/25 ± 23/98
تمرین استقامتی با شدت متوسط	150/12 ± 29/04	
تمرین استقامتی با شدت بالا		

جدول ۲: سطوح VCAM-1، ICAM-1 و CRP موش های صحرایی گروه های شش گانه تحقیق

متغیر گروه	ICAM-1 (نانوگرم در میلی لیتر)	VCAM-1 (نانوگرم در میلی لیتر)	CRP (نانوگرم در میلی لیتر)
سالم قربانی هفته اول	۱/۷۷±۰/۶۸	۸۷/۳۲±۱۸/۹۸	۰/۰۵±۰/۰۴
سالم قربانی هفته آخر	۱/۶۹±۰/۶۰	۱۰۰/۵۱±۱۶/۹۲	۰/۰۳±۰/۰۱
دیابتی قربانی هفته اول	۵/۳۲±۱/۹۸*	۱۷۲/۷۲±۵۹/۲۸*	۰/۲۱±۰/۰۷*
دیابتی هفته آخر	۶/۱۶±۱/۴۵	۱۸۴/۴۶±۴۰/۷۵	۰/۴۰±۰/۱۹
تمرین استقامتی با شدت متوسط	۳/۰۷±۱/۲۶**	۱۱۱/۸۶±۳۳/۵۴**	۰/۰۳±۰/۰۲**
تمرین استقامتی با شدت بالا	۴/۱۸±۱/۳۱**	۱۳۰/۱۵±۲۸/۲۱**	۰/۰۳±۰/۰۱**
سطح معنی داری	۰/۰۰۱€	۰/۰۰۱€	۰/۰۰۱€

\* افزایش معنی دار نسبت به گروه سالم قربانی هفته اول (معنی دار در سطح  $p < 0.05$ )

\*\* کاهش معنی دار نسبت به گروه دیابتی قربانی هفته آخر (معنی دار در سطح  $p < 0.05$ )

€ تفاوت معنی دار بین کلیه گروه های تحقیق

جدول ۳: آزمون تعقیبی توکی جهت مقایسه سطوح سرمی VCAM-1، ICAM-1 و CRP بین گروه های شش گانه تحقیق

متغیر	گروه	سالم قربانی هفته آخر	دیابتی قربانی هفته اول	دیابتی هفته آخر	تمرین استقامتی با شدت متوسط	تمرین استقامتی با شدت بالا
ICAM-1	سالم قربانی هفته اول	M=۰/۰۷ p=۰/۹۹	M=-۳/۵۴ p=۰/۰۰۱*	M=-۴/۳۹ p=۰/۰۰۱*	M=-۲/۴۰ p=۰/۰۰۸*	M=-۱/۲۹ p=۰/۳۶
	سالم قربانی هفته آخر		M=-۳/۶۲ p=۰/۰۰۱*	M=-۴/۴۷ p=۰/۰۰۱*	M=-۲/۴۸ p=۰/۰۰۶*	M=-۱/۳۷ p=۰/۳۰
	دیابتی قربانی هفته اول			M=-۰/۸۴ p=۰/۷۸	M=۱/۱۴ p=۰/۵۰	M=۲/۲۵ p=۰/۰۱*
	دیابتی هفته آخر				M=۱/۹۸ p=۰/۰۴*	M=۲/۰۹ p=۰/۰۰۱*
	تمرین استقامتی با شدت متوسط					M=۱/۱۰ p=۰/۵۳
	سالم قربانی هفته اول	M=-۱۳/۱۸ p=۰/۹۷	M=-۸۵/۴۰ p=۰/۰۰۱*	M=-۹۷/۱۴ p=۰/۰۰۱*	M=-۴۲/۸۲ p=۰/۱۸	M=-۲۴/۵۴ p=۰/۷۴
VCAM-1	سالم قربانی هفته آخر		M=-۷۲/۲۱ p=۰/۰۰۲*	M=-۸۳/۹۵ p=۰/۰۰۱*	M=-۲۹/۶۳ p=۰/۵۷	M=-۱۱/۳۵ p=۰/۹۸
	دیابتی قربانی هفته اول			M=-۱۱/۷۳ p=۰/۹۸	M=۴۲/۵۷ p=۰/۱۹	M=۶۰/۸۶ p=۰/۰۱*
	دیابتی هفته آخر				M=۵۴/۳۱ p=۰/۰۴*	M=۷۲/۶۰ p=۰/۰۰۲*
	تمرین استقامتی با شدت متوسط					M=۱۸/۲۸ p=۰/۹۰
	سالم قربانی هفته اول	M=۰/۰۱ p=۰/۹۹	M=-۰/۱۵ p=۰/۰۱*	M=-۰/۳۵ p=۰/۰۰۱*	M=۰/۰۱ p=۰/۹۹	M=۰/۰۱ p=۰/۹۹
	سالم قربانی هفته آخر		M=-۰/۱۷ p=۰/۰۰۶*	M=-۰/۳۶ p=۰/۰۰۱*	M=۰/۰۱ p=۰/۹۹	M=۰/۰۱ p=۰/۹۹
CRP	دیابتی قربانی هفته اول		M=-۰/۱۹ p=۰/۰۰۱*	M=-۰/۱۹ p=۰/۰۰۱*	M=۰/۱۷ p=۰/۰۰۴*	M=۰/۱۷ p=۰/۰۰۵*
	دیابتی هفته آخر				M=۰/۳۷ p=۰/۰۰۱*	M=۰/۳۷ p=۰/۰۰۱*
	تمرین استقامتی با شدت متوسط					M=-۰/۰۰۴ p=۰/۹۹

\* معنی داری در سطح  $p < 0.05$  است.

## بحث

دیابت یکی از بیماری‌های شایع می‌باشد و میزان ابتلای آن به شدت رو به افزایش است. در این بیماری به علت فقدان نسبی یا مطلق انسولین در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها اختلال ایجاد می‌شود (۱). عوامل سببی آترواسکلروزیس و امراض قلبی در افراد دیابتی پیچیده است، با وجود این اختلال اندوتلیال به عنوان عامل اصلی در پیشرفت و توسعه بیماری قلبی - عروقی و آترواسکلروزیس در نظر گرفته شده است. VCAM-1 یکی از عوامل اختلال آندوتلیال شناخته شده است که به وسیله سلول‌های آندوتلیال بعد از تحریک به وسیله سیتوکین‌های التهابی بیان می‌شود و در چسبندگی لکوسیت‌ها در سول‌های عروق شرکت دارد (۲۰). نتایج مطالعه حاضر نشان داد القاء دیابت منجر به افزایش معنی‌دار ICAM-1 و VCAM-1 در موش‌های صحرایی می‌گردد. در تأیید یافته‌های تحقیق حاضر گزارش شده در بیماران دیابتی با افزایش سطوح گلوکز خون سطوح ICAM-1 افزایش می‌یابد (۲۴)، هم‌چنین در مبتلایان به هایپرفیلتریشن گلومرولی دیابتی (۱۱)، رتینوپاتی دیابتی (۱۲)، نوروپاتی دیابتی (۱۳) و میکروآلبومین اوری دیابتی (۱۴) سطوح مولکول‌های چسبان افزایش می‌یابد. در مطالعه حاضر اگرچه القاء دیابت منجر به افزایش معنی‌دار ICAM-1 و VCAM-1 موش‌های صحرایی گردید، هشت هفته تمرین‌های استقامتی با شدت متوسط و بالا منجر به کاهش معنی‌دار

ICAM-1 و VCAM-1 موش‌های صحرایی دیابتی گردید به طوری که این دو نوع تمرین دارای اثرات یکسانی بودند. به نظر می‌رسد فعالیت‌های ورزشی منظم با کاهش تحریک سمپاتیکی و افزایش سیتوکین‌های ضد التهابی، رهایش میانجی‌های التهابی از بافت چربی را مهار می‌کند و به دنبال آن، غلظت ICAM-1 و VCAM-1 کاهش می‌یابد (۲۵) و ساز و کار دیگر در کاهش شاخص‌های التهابی ICAM-1 و VCAM-1 ممکن است اثرات ضد اکسایشی فعالیت‌های ورزشی هوازی باشد، زیرا رادیکال‌های آزاد اکسیژن موجب افزایش بروز میانجی‌های التهابی و ICAM-1 می‌شود. در حقیقت فعالیت‌های ورزشی هوازی با تقویت دفاع ضد اکسایشی و هم‌چنین کاهش رادیکال‌های آزاد می‌تواند منجر به کاهش شاخص‌های التهابی گردد (۲۶). در معدود مطالعه‌هایی که به بررسی اثرات فعالیت‌های ورزشی بر مولکول‌های چسبان پرداخته شده است، نتایج مبهم و متناقضی گزارش شده است، با وجود این اغلب حاکی از اثرات کاهنده مولکول‌های چسبان می‌باشند. برای مثال گزارش شد ۶ هفته و ۳ جلسه در هفته تمرین‌های اینتروال با شدت بالا به صورت ۴ تا ۶ تکرار با حداکثر سرعت بالای ۲۰ متر و سپس ۲۰ تا ۳۰ ثانیه استراحت فعال منجر به کاهش معنی‌داری ICAM-1 دختران جوان دارای اضافه وزن شد (۲۷)، دوازده هفته تمرین استقامتی و هر هفته ۳ جلسه با شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره‌ای منجر به کاهش معنی‌دار ICAM-1 مردان

هوای منجر به کاهش معنی‌دار ICAM-1 بیماران مبتلا به آنژین صدری گردید (۳۳)، زوپینی و همکاران نشان دادند ۶ ماه و هر هفته ۲ جلسه تمرین استقامتی با شدت متوسط و کنترل شده منجر به کاهش معنی‌دار ICAM-1 مردان غیر سیگاری مبتلا به گرفتگی عروق آندوتلیال عروقی و مبتلا به دیابت نوع ۲ شد (۱۹)، در مطالعه‌ای دیگر ۴ هفته تمرین‌های ورزشی شدید با حداکثر اکسیژن مصرفی موجب کاهش معنی‌داری ICAM-1 و VCAM-1 پلاسمایی مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ شد (۱۷)، اثر ۶ ماه تمرین ورزشی و هر هفته ۳ جلسه تمرین ورزشی متوسط و کنترل شده موجب کاهش معنی‌دار ICAM-1 گردید (۱۶). علی‌رغم مطالعه‌های مذکور در برخی مطالعه‌ها نشان داده شده فعالیت‌های ورزشی یا بر ICAM-1 و VCAM-1 اثر ندارد و یا این که اثر آن بر ICAM-1 بیشتر از VCAM-1 است. برای مثال نشان داده شد ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه فعالیت ورزشی با شدت ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره‌ای اگرچه منجر به کاهش معنی‌دار ICAM-1 گردید، با وجود این اثر معنی‌داری بر VCAM-1 نداشت (۳۴)، ۲ جلسه تمرین استقامتی با شدت متوسط روی نوارگردان به مدت ۶ ماه اگرچه منجر به کاهش معنی‌دار ICAM-1 مردان ۴۰ تا ۶۵ ساله دیابتی شد، اثر معنی‌داری بر VCAM-1 نداشت (۱۶). همچنین هشت هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۰ دقیقه تمرین‌های ورزشی با شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره‌ای اگرچه

سالمند ۵۰ تا ۷۰ ساله گردید (۲۸)، دوازده هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه تمرین‌های استقامتی با شدت ۵۵ تا ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی ICAM-1 موش‌های صحرایی نر را به طور معنی‌داری کاهش داد (۲۹)، ۲ جلسه تمرین‌های مقاومتی با شدت (۶۰-۴۰ درصد یک تکرار) و استقامتی شنا با شدت (۶۰-۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه) به مدت ۱۰ هفته در زنان چاق غیر فعال موجب کاهش معنی‌داری سطوح سرمی ICAM-1 شد (۳۰)، هشت هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۵ تا ۶۰ دقیقه تمرین‌های هوایی با شدت ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره‌ای منجر به کاهش معنی‌دار مولکول‌های چسبان بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ شد (۲۰)، هشت هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۱۵ تا ۵۰ دقیقه تمرینات هوایی با شدت ۵۵ تا ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی منجر به کاهش معنی‌دار مولکول‌های چسبان شد با وجود این به دنبال ۴ هفته بی‌تمرینی مولکول‌های چسبان به سطوح پایه بازگشت (۳۱)، شش هفته فعالیت ورزشی به صورت ۳ هفته توان بخشی و ۳ هفته تمرین ورزشی کنترل شده در خانه موجب کاهش معنی‌دار ICAM-1 و VCAM-1 بیماران مبتلا به گرفتگی عروق کرونری شد (۳۲)، دوازده هفته، ۳ جلسه در هفته تمرین استقامتی با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه منجر به کاهش معنی‌دار ICAM-1 و VCAM-1 زنان میانسال مبتلا به دیابت شد (۱۵)، در مطالعه‌ای دیگر ۱۲ هفته تمرین



میزان کنترل عوامل مخل باشد. برای مثال از دلایل همسو بودن نتایج مطالعه مقرنسی و همکاران با یافته های تحقیق حاضر می تواند آزمودنی (موش های صحرایی)، سرعت دویدن روی نوارگردان (۱۵ تا ۳۰ متر بر دقیقه)، و همچنین مدت زمان تمرینات روزانه (۶۰ دقیقه) یکسان در هر دو مطالعه باشد (۲۹). همچنین اگرچه آزمودنی های مطالعه سچید برگداهل و همکاران (۲۱) مشابه با مطالعه تونج و همکاران (۱۷) بود، با وجود این یافته های این دو مطالعه متناقض می باشد. یکی از دلایل تناقض در یافته های این دو مطالعه می تواند شدت پایین تر تمرین های ورزشی تجویز شده در مطالعه سچید برگداهل و همکاران (۲۰۰۹) نسبت به مطالعه تونج و همکاران (۲۰۰۷) باشد به طوری که این شدت اثر معنی داری بر بهبود مولکول های چسبان بیماریار مبتلا به دیابت نوع ۲ نداشته است. با توجه به تناقض در یافته های مطالعه های گزارش شده با قاطعیت نمی توان دلایل اثر فعالیت های ورزشی بر مولکول های چسبان را بیان نمود با وجود این می توان بیان نمود OXLDL، TNF- $\alpha$  تولید کننده VCAM-1 را افزایش می دهد و گلیکات شدت LDL، TNF- $\alpha$  تولید کننده VCAM-1 را ۳۵ درصد افزایش می دهد. این نتایج نشان می دهد که اکسید شدن اسید چرب و اجزاء فسفولیپید OXLDL توانایی سلول اندوتلیالی عروق را برای بروز VCAM-1 و ICAM-1 به واسطه سیتوکین ها افزایش دهد. فعالیت های ورزشی استقامتی منظم همراه با کاهش سطوح گلوکز و

منجر به کاهش معنی دار ICAM-1 شد، ولی تغییر معنی داری در سطوح VCAM-1 ایجاد نکرد (۳۵). با وجود این هشت هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه تمرین های هوازی با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد اوج اکسیژن مصرفی اثر معنی داری بر مولکول های چسبان بیماریار میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ نداشت (۲۱)، هشت هفته تمرین مقدماتی شنا و هر هفته ۴ جلسه به مدت ۵۰ دقیقه با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی اثر معنی داری بر ICAM-1 زنان یائسه مبتلا به پر فشاری خون نداشت (۳۶). یک جلسه تمرین تداومی ۲۵ دقیقه دویدن روی نوارگردان با سرعت ۸ کیلومتر بر ساعت و تمرین مقاومتی با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه به مدت ۵۰ تا ۵۵ دقیقه اثر معنی داری بر ICAM-1 مردان دارای اضافه وزن نداشت (۳۷) و ۵ جلسه در هفته هر جلسه ۴۰ تا ۵۰ دقیقه دویدن روی نوارگردان به مدت ۸ هفته اثر معنی داری بر VCAM-1 زنان میانسال دارای اضافه وزن نداشت (۲۲). عدم کاهش مولکول های چسبان در مطالعه های مذکور با گزارش های موجود مبنی بر افت چسبندگی خون در نتیجه فعالیت های ورزشی و تأثیر آن بر کاهش سطح ICAM-1 در تضاد است، زیرا بر اساس شواهد، کاهش فشار برشی موجب افت میزان ICAM-1 و رها سازی آن از سلول های جدار آندوتلیال رگ ها می شود (۳۸). با وجود این تفاوت در یافته های مطالعه های گزارش شده می تواند ناشی از تفاوت در نوع آزمودنی، پروتکل تمرینی، طول دوره تحقیق و یا

چربی خون، خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را کاهش می‌دهند. همچنین تمرین‌های استقامتی همراه با کاهش وزن، تحریک سمپاتیکی و افزایش سیتوکین‌های ضد التهابی، منجر به مهار رهایش سیتوکین‌های پیش التهابی  $TNF-\alpha$  و  $IL-1\beta$  از بافت چربی می‌گردند و به دنبال آن سطوح مولکول‌های چسبان کاهش می‌یابد (۲۰).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد القاء دیابت منجر به افزایش معنی‌دار سطوح سرمی CRP موش‌های صحرایی می‌گردد با وجود این ۸ هفته تمرین‌های استقامتی با شدت متوسط و بالا منجر به کاهش معنی‌دار سطوح سرمی CRP موش‌های صحرایی دیابتی می‌گردد. در تأیید نتایج مطالعه حاضر در مطالعه‌های مختلفی بررسی مقادیر CRP در پیشگویی خطر ابتلا به دیابت مورد توجه بوده است، برای مثال سطوح سرمی CRP در ۷۳۷ بیمار دیابتی به طور معنی‌داری بالاتر از ۷۸۵ فرد سالم گزارش شد (۳۹). همچنین در یک مطالعه آینده نگر با ۵ سال پیگیری، در مقایسه ۱۲۷ فرد دیابتی از کل ۵۲۴۵ نفر شرکت کننده با بقیه افراد، نشان داده شد CRP مردان میان سال پیشگویی کننده دیابت است (۷). نشان داده شده است که انجام فعالیت‌های ورزشی می‌تواند منجر به کاهش سطوح استراحتی CRP گردد، با وجود این ممکن است فعالیت ورزشی طولانی مدت و شدید باعث افزایش قابل توجه (بیش از ۲۰ برابر) در غلظت CRP شود (۴۰). در مطالعه‌های موجود نتایج مختلفی گزارش شده است؛ برای مثال

۳ جلسه در هفته تمرین استقامتی با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه به مدت ۱۲ هفته باعث کاهش معنی‌دار CRP زنان میانسال مبتلا به دیابت شد (۱۵). شش هفته فعالیت ورزشی به صورت ۳ هفته توان بخشی و ۳ هفته تمرین ورزشی کنترل شده در خانه موجب کاهش معنی‌دار CRP بیماران مبتلا به گرفتگی عروق کرونری شد (۳۲)، ۵ جلسه در هفته تمرین‌های مقاومتی به مدت ۴ هفته منجر به کاهش معنی‌دار غلظت سرمی CRP موش‌های صحرایی دیابتی شد (۱۸)، به علاوه سه جلسه تمرین‌های ورزشی در هفته به مدت ۱۲ هفته منجر به کاهش معنی‌دار CRP زنان میانسال شد (۴۱)، در مقایسه اثرات تمرین هوازی و تمرین انعطاف‌پذیری-مقاومتی بیان شد تمرین هوازی ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ای ۴۵ دقیقه به مدت ۱۰ ماه می‌تواند CRP را کاهش دهد، ولی نتایج در مورد تمرین انعطاف‌پذیری - مقاومتی معنی‌دار نبود (۴۲) همچنین ۱۸ ماه تمرین‌های ورزشی ترکیبی پیاده روی همراه با وزنه تمرینی اثر معنی‌داری بر CRP مردان سالمند چاق نداشت (۴۳). تفاوت در نتایج می‌تواند ناشی از نوع آزمودنی، سطوح اولیه CRP، پروتکل تمرینی و یا میزان کالری مصرفی باشد. از آنجا که کاهش سطوح CRP می‌تواند ناشی از اثر بالقوه تمرین بر تعدیل التهاب ناشی از دیابت باشد لیکن به طور کلی فعالیت ورزشی به طور مستقیم با کاهش تولید سیتوکین‌ها در بافت چربی، عضله و سلول‌های تک هسته‌ای، و به طور غیرمستقیم با

### نتیجه‌گیری

تمرین‌های استقامتی با شدت‌های متوسط و بالا دارای اثرات یکسانی در بهبود سطوح سرمی ICAM-1، VCAM-1 و CRP موش‌های صحرایی دیابتی می‌باشند.

### تقدیر و تشکر

با توجه به اینکه این مطالعه حاصل رساله دکتری آقای سیروس فارسی مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی می‌باشد، از کمک‌های معنوی معاونت پژوهش این واحد دانشگاهی و همچنین کارشناسان آزمایشگاه تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت سرکار خانم فاطمه فرخایی و جناب آقای امیدرضا صالحی تشکر و قدردانی می‌گردد.

افزایش حساسیت انسولینی و بهبود عملکرد اندوتلیالی می‌تواند موجب کاهش سطوح CRP در گردش خون شود. با این حال سازوکار تأثیر تمرین استقامتی در کاهش التهاب به درستی مشخص نشده است (۱۸). از این رو احتمالاً در مطالعه حاضر تمرین‌های استقامتی با شدت متوسط و بالا با مکانیسم مذکور منجر به کاهش معنی‌دار CRP موش‌های صحرایی گردیده اند.

با توجه به این که در تورش انتخاب، جمعیت تحت مطالعه نماینده جمعیت هدف نمی‌باشد، این تورش ناشی از تفاوت قبلی گروه‌ها می‌باشد و وقتی آزمودنی‌ها به طور تصادفی به گروه‌های تحقیق تقسیم نشوند، ایجاد می‌گردد، لذا در مطالعه حاضر تلاش شد جهت جلوگیری از تورش انتخاب، موش‌های صحرایی دیابتی بر اساس گلوکز ناشتا به طور تصادفی در گروه‌های دیابتی تحقیق قرار گیرند. از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به تعداد کم نمونه‌های آماری هر کدام از گروه‌های تحقیق و عدم توانایی اندازه‌گیری متغیرها در نمونه‌های بافتی اشاره نمود، لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعه‌های آتی از نمونه‌های آماری بیشتر استفاده شود و سطوح ICAM-1 و VCAM-1 در بافت عروق اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گیرد، همچنین با توجه به این که مکمل‌های گیاهی می‌توانند بر کاهش عوامل التهابی اثرگذار باشند، پیشنهاد می‌شود اثرات همزمان تمرین‌های استقامتی و مکمل‌های گیاهی بر CRP، ICAM-1 و VCAM-1 مورد بررسی قرار گیرد.

## REFERENCES

1. Hosseini SA, Nikbakht H, Azarbayjani MA. The Effect of aqua extract of saffron with resistance training on glycemic indexes of streptozotocin induced diabetic rats. *Yasuj Med Sci Univ J* 2013; 18 (4): 284- 94.
2. Zar A, Hoseini A, Ahmadi F, Rezaei M. Effects of ginger with swimming training on blood fat profiles in adult diabetic rats with streptozotocin. *Iranian J Nutr Scie Food Tech* 2016; 11(2): 65- 74.
3. Shojae T, Hosseini SA, Hosseini SA. Review the effect of endurance training on glycemic indexes of streptozotocin induced diabetic rats. *Jahesh J* 2013; 15: 39- 46.
4. Nieman DC, Henson DA, McAnulty SR, McAnulty L, Swick NS, Utter AC, et al. Influence of Vitamin C Supplementation on Oxidative and Immune Changes after an Ultra Marathon. *J Appl Physiol* 2002; 92: 1970- 7.
5. Gary MA. Moderate versus high intensity aerobic exercise training on glycemic control and anti inflammatory effects on non-insulin dependent diabetic control and anti inflammatory effects on non-insulin dependent diabetic patients. *World Appl Sci J* 2010; 8(6): 667- 71.
6. Evans JL, Youngren JF, Goldfine ID. Effective Treatments for Insulin Resistance: Trim the Fat and Douse the Fire. *Trends Endocrinol Metab* 2004; 15: 425-31.
7. Freeman DJ, Norrie J, Caslake MJ, Gaw A, Ford I, Lowe GD. West of Scotland C-reactive Protein is an Independent Predictor of Risk for the Development of Diabetes in the West of Scotland Coronary Prevention Study. *Diabetes J* 2002; 51: 1596- 600.
8. Taheri M, Hosseini SA, Edalat manesh MA, Bagherpour M, Nora M, Alishvandi S. The Effect of Eight Weeks Aerobic Training on Intracellular Adhesion Molecule and Lipid Profile of Elderly. *Jahesh J* 2012; 15: 21- 8.
9. Nourshahia M, Zahediasl S, Sehat M. The correlation between plasma icam-1 levels and cardiorespiratory fitness and anthropometric indexes in middle age subjects. *IJEM* 2012; 14(6): 564- 71.
10. Piconi L, Quagliario L, Daros R, Assaloni R, Giugliano D, Esposito K, et al. Intermittent high glucose enhances icam-1, vcam-1, e-selectin and interleukin-6 expression in human umbilical endothelial cells in culture: the role of poly (adp-ribose) polymerase. *J Thromb Haemost* 2004; 1453-9.
11. Sugimoto H, Shikata K, Hirata K, Akiyama K, Matsuda M, Kushiro M, et al. Increased expression of intercellular adhesion molecule-1 (icam-1) in diabetic rat glomeruli: glomerular hyperfiltration is a potential mechanism of icam-1 up regulation. *Diabetes J* 1997; 46(12): 2075- 81.
12. Kamiuchi K, Hasegawa G, Obayashi H, Kitamura A, Ishii M, Yano M, et al. Intercellular adhesion molecule-1 (ICAM-1) polymorphism is associated with diabetic retinopathy in Type 2 diabetes mellitus. *Diabet Med* 2002; 19(5): 371-6.
13. Khalfaoui T, Lizard G, Ouertani-Meddeb A. Adhesion Molecules (ICAM-1 and VCAM-1) and Diabetic Retinopathy in Type 2 Diabetes. *J Mol Histol* 2008; 39(2): 243- 9.
14. Bruno CM, Valenti M, Bertino G, Ardiri A, Bruno F, Cunsolo M, et al. Plasma ICAM-1 and VCAM-1 Levels in Type 2 diabetic patients with and without microalbuminuria. *Minerva Med* 2008; 99(1): 1- 5.
15. Kahkha H, Nasrabadi R, Nuraeinjar M, Effect of Twelve weeks aerobic training on selected molecules 1, TNF-  $\alpha$ , CRP, ICAM-1, VCAM-1 Type 2 diabetes in middle-aged women. *J Sci Res Development* 2015; 2(1): 154- 7.
16. Barone Gibbs B, Dobrosielski DA, Bonekamp S, Stewart KJ, Clark JM. A randomized trial of exercise for blood pressure reduction in type 2 diabetes: effect on flow-mediated dilation and circulating biomarkers of endothelial function. *Atherosclerosis* 2012; 224(2): 446- 53.
17. Tonjes A, Schola M, Fasshauer M, Kratzsch J, Rassoul F, Stumvoll M, et al. Beneficial effects of a 4-week exercise program on plasma concentrations of adhesion molecules. *Diabetes Care* 2007; 30: 1-2.
18. Safarzade A, Gharakhanlou R, Hedayati M, Talebi- Garakani E. The effect of 4 weeks resistance training on serum vaspin, il-6, crp and tnf- $\alpha$  concentrations in diabetic rats. *Iranian J Endo Met* 2012; 14 (1): 68- 75.

19. Zoppini G, Targher G, Zamboni C, Venturi C, Cacciatori V, Moghetti P, Muggeo M. Effects of moderate-intensity exercise training on plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in older patients with type 2 diabetes. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2006; 16(8): 543- 9.
20. Shavandi N, Saremi A, Tabibirad S. The effect of aerobic training on vascular cell adhesion molecule and insulin resistance index in type 2 diabetes woman. *JME* 2013; 3(1): 1- 10.
21. Scheede-Bergdahl C, Bence Olsen D, Reving D, Boushel R, Dela F. Cardiovascular Disease Markers in Type 2 Diabetes. The Effects of a Moderate Home Based Exercise Training Program. *Diab Vasc Dis Res* 2009; 6(4): 291- 6.
22. Soori R, Ravasi A, Salehi M. The effect of endurance training on vascular and endothelial adhesion molecule in over weight middle age women. *Sport Biolo Sci J* 2011; 8: 55- 69.
23. Rahmati M, Khazani A, Gharakhanlou R, Movahedin M, Manaheji H. Chronic effects of moderate intensity endurance training on neuropathic pain symptoms in diabetic rats. *Physio Pharm J* 2013; 16 (4): 435- 45.
24. Abdul S, Shawk R, Baher H. Intercellular adhesion molecule-1, vascular adhesion molecule-1, interleukin1- $\beta$ , and c - reactive protein levels in iraqi patients with type 2 diabetes mellitus. *J Dental Med Sci* 2014; 13(4): 55- 62.
25. Ding YH, Young CN, Luan X, Li J. Exercise preconditioning ameliorates inflammatory injury in ischemic rats during reperfusion. *Acta Neuro pathol* 2005; 109 (3): 237- 46.
26. Napoli C, Crimi E, Ignarro LJ, Cacciatore F. Mechanisms by which Exercise Training Benefits Patients with Heart Failure. *Nat Rev Cardiol* 2009; 6(4): 292- 300.
27. Abednatanzi H, Choopani Z. The effect of six weeks of high intensity interval training (hiit) on plasmatic levels of cellular adhesion molecules (icam-1) and lipid profile in young overweight women. *IRJABS* 2014; 8(11): 2082- 8.
28. Moradi A, Mogharnasi M, Rahimi E. Effects of 12 weeks of endurance training on soluble intercellular adhesion molecule-1 (sicam-1) (cardiovascular inflammation factor) and lipid profiles of elderly men. *Isfahan Med School J* 2011; 29: 1426- 34.
29. Mogharnasi M, Gaeini AA, Sheikholeslami Vatani D. Changes in pre-inflammatory cytokines and markers of vascular inflammation after regular endurance training. *ZJRMS* 2008; 10(2): 125- 35.
30. Soori R, Khosravi N, Rezaeian N, Montazeri H. Effects of resistance and endurance training on coronary heart disease biomarker in sedentary obese women. *IJEM* 2011; 13(2): 180- 90.
31. Mogharnasi M, Nasseh M. Relationship between loss of exercise consequences and risk of cardiovascular diseases after detraining. *Zahedan Med Sci J* 2010; 13(2): 20- 5.
32. Rankovic G, Milicic B, Savic T, Dindic B, Mancev Z, Pesic G. Effects of physical exercise on inflammatory parameters and risk for repeated acute coronary syndrome in patients with ischemic heart disease. *Vojnosanit Pregl* 2009; 66(1): 44- 8.
33. Jalaly L, Sharifi G, Faramarzi M, Nematollahi A, Rafieian-kopaei M, Amiri M, et al. Comparison of the effects of crataegus oxyacantha extract, aerobic exercise and their combination on the serum levels of icam-1 and e-selectin in patients with stable angina pectoris. *Daru J* 2015; 19: 23- 30.
34. Nikbakht H, Gaeini A, Mohammadzadeh Salamat K. The effect of endurance training on serum adhesion molecules in overweight men. *Kurdistan Med Sci Uni J* 2016; 21(3): 79- 88.
35. Hejazi S, Abrishami L, Mohammad Khani J, Boghrabadi V. The effects of 8-week aerobic exercises on serum levels of cell adhesion molecules among middle-aged women. *Adv Study Bio J* 2013; 5: 279- 89.
36. Sarderoodian M, Hamedinia M, Haghihi A. The effect of elementary swimming training on vascular cell adhesion molecule and blood pressure in hypertensive postmenopausal women. *Appl Physio Res* 2012; 16: 55- 68.
37. Afzalpour M, Miri M, Seghatoleslami A, Aashab Yamin R. Effects of a resistance, interval, and continuing training session on serum intercellular adhesion molecule-1 and c- reactive protein in overweight men. *Sport Physio J* 2014; 27: 45- 64.
38. Roberts CK, Won D, Lin SS, Barnard RJ. Effect of diet and exercise intervention on oxidative stress, inflammation monocyte adhesion in diabetic men. *Diabetes Res Clin Pract* 2006; 73(3): 249- 59.

39. Hu FB, Meigs JB, Li TY, Rifai N, Manson JE. Inflammatory markers and risk of developing type 2 diabetes in women. *Diabetes J* 2004; 53: 693- 700.
40. Aguilo A, Tauler P, Sureda A, Casaf N, Pons A. Antioxidant supplementation enhance aerobic performance in amateur sport men. *J Sport Sci* 2007; 25(11): 1203- 10.
41. Kishiko O, Kiyoshi S, Shuichi M, Mitsuharu O, Katsuhiko S. Resistance exercise training induced muscle hypertrophy was associated with reduction of inflammatory markers in elderly women. *Mediators Inflamm* 2010; 17: 10- 23.
42. Kohut DA. Aerobic Exercise but not flexibility/ resistance exercise reduces serum il-18, crp and il-6 in older adults. *Brain Behav Immun* 2006; 20: 201- 9.
43. Nicklas BJ, Ambrosius W, Messier SP, Miller GD, Pennix B, Losser RF. Exercise and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trail. *Am J Clin Nutria* 2004; 79: 551- 4.

# Response of Serum Levels of ICAM-1, VCAM- 1and CRP to High and Moderate Endurance Trainings in Sprague Dawley Male Diabetic Rats

Farsi S<sup>1</sup>, Azarbayjani MA<sup>1\*</sup>, Hosseini SA<sup>2</sup>, Pirei P<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, <sup>2</sup>Department of Physiology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

Received: 27 Aug 2016 Accepted: 26 Oct 2016

## Abstract

**Background & aim:** Diabetes is a chronic disease which induces a rise in inflammatory response and endothelial disorders. The aim of present study was to review the response of ICAM-1, VCAM-1 and CRP serum level to high and moderate endurance trainings in diabetic rats.

**Methods:** In the present experimental research, thirty-two diabetic male sprague dawley rats were selected and based on their blood glucose, they were divided into four groups of eight: (1) diabetes sacrifice first week, (2) diabetes sacrifice last week, (3) moderate intensity endurance training and (4) high intensity endurance training and for review the effects of diabetes induction 16 healthy rats divided in two groups of healthy sacrifice first week and healthy sacrifice last week. Rats of high and moderate intensity endurance trainings ran on treadmill for eight weeks, three sessions per week and 60 minutes with intensity of 10- 17 and 17- 28 meter per minute. To analyze the data, the Kolmogorov-Smirnov tests, ANOVA with Tukey test was used.

**Results:** Results indicated that induction of diabetes resulted in a significant increase in ICAM-1 (p=0.001), VCAM- 1 (p=0.001) and CRP (p=0.001) respectively. Eight weeks moderate and high intensity endurance training showed a significant reduction on ICAM-1 (p=0.001), VCAM- 1 (p=0.003) and CRP (p=0.001) and such reduction on ICAM-1 (p=0.04), VCAM- 1 (p=0.04) and CRP (p=0.001) respectively. Also moderate and high intensity endurance trainings had equal effects on ICAM-1 (p=0.53), VCAM- 1 (p=0.90) and CRP (p=0.99) on diabetic rats.

**Conclusion:** Moderate and high intensity endurance trainings had equal effects on reduction of ICAM-1, VCAM- 1and CRP on diabetic rats.

**Keywords:** intensity endurance training, ICAM-1, VCAM- 1, CRP

---

**Corresponding author:** Azarbayjani MA, Department of Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Email:** ali.azarbayjani@gmail.com

## Please cite this article as follows :

Farsi S, Azarbayjani MA, Hosseini SA, Pirei P. Response of Serum Levels of ICAM-1, VCAM- 1and CRP to High and Moderate Endurance Trainings in Sprague Dawley Male Diabetic Rats. *Armaghane-danesh* 2016; 21 (8): 757-771.