

Original Article

The Effect of Six-Months Aerobic Exercise with Moderate Intensity on IL1 β , TNF- α , and Brain volume in 50-65 Years Old Women with Syndrome Metabolic

Ali Osali 

Department of Exercise Physiology, School Physical Education and Sport Sciences, Bonab University, Bonab, Iran.

*Corresponding author; E-mail: osalialiphd@gmail.com

Received: 21 July 2016 Accepted: 17 August 2016 First Published online: 22 September 2018

Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2018 October-November; 40(4):7-15

Abstract

Background: The aim of this research was to evaluate the effect of six months aerobic exercise with moderate intensity on IL1 β , TNF- α , and brain volume in 50-65 years old women with syndrome metabolic.

Methods: 24 women with metabolic syndrome (MetS) took part voluntarily and divided in two groups: MetS exercise (ME), MetS control (MC). ME group participated in an aerobic exercise training (AT) program (six months), three sessions per week, each session contains three performing parts and two rest parts. Also blood samples were conducted before and after six months training to evaluate levels of IL1 β , TNF- α . Brain volume was measured by MRI.

Results: IL1 β and TNF- α after six months aerobic exercise significantly decreased ($P < 0.05$). Brain volume after six months did not significantly change ($P > 0.05$).

Conclusion: With modulating the time and the intensity of exercise can affect the brain volume.

Keywords: Aerobic Exercise, IL1 β , TNF- α , Brain Volume, Metabolic Syndrome

How to cite this article: Osali A. [The Effect of Six-Months Aerobic Exercise with Moderate Intensity on IL1 β , TNF- α , and Brain volume in 50-65 Years Old Women with Syndrome Metabolic]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2018 October-November;40(4):7-15. Persian.

مقاله پژوهشی

تاثیر شش ماه تمرین هوازی بر سطوح پلاسمایی $TNF-\alpha$ ، $IL1\beta$ و حجم مغز زنان ۵۰-۶۵ ساله مبتلا به سندرم متابولیک

علی اوصالی^۱

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بناب، بناب، ایران
*نویسنده مسئول؛ ایمیل: osalialiphd@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۵/۴/۳۱ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۲۷ انتشار برخط: ۱۳۹۷/۶/۳۱
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. ۱۳۹۷ مهر و آبان؛ ۴۰(۴):۷-۱۵

چکیده

زمینه: افزایش سن، سندرم متابولیک و عوامل التهابی از عوامل موثر در کاهش حجم مغز می‌باشند. هدف از این تحقیق بررسی اثرگذاری شش ماه تمرین هوازی با شدت متوسط بر سطوح پلاسمایی $TNF-\alpha$ ، $IL1\beta$ و سطوح مغز زنان ۵۰-۶۵ ساله مبتلا به سندرم متابولیک می‌باشد. روش کار: ۲۴ زن مبتلا به سندرم متابولیک به طور داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه ۱۲ نفری تمرین و کنترل تقسیم شدند. گروه تمرین، در یک برنامه تمرینی هوازی شش ماهه که هر هفته سه جلسه، هر جلسه شامل سه ست تمرینی و دو ست استراحت بود شرکت کردند. در ابتدا مدت زمان ست تمرینی ۸ دقیقه بود که با سپری شدن هر هفته تا هفته دوازدهم، یک دقیقه به مدت زماست‌های تمرینی افزوده می‌شد. تصویربرداری از سطوح مغز و خون‌گیری برای اندازه‌گیری $TNF-\alpha$ و $IL1\beta$ قبل و شش ماه بعد انجام گرفت. برای تجزیه تحلیل داده‌ها از روش آماری تی مستقل و تی جفتی استفاده گردید. سطح معنی‌داری ($P \leq 0/05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: شش ماه تمرین هوازی موجب کاهش معنی‌دار $TNF-\alpha$ و $IL1\beta$ شد ($P < 0/05$). سطوح مغز در اثر شش ماه تمرین هوازی تفاوت معنی‌داری نکرد ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج مذکور این احتمال وجود دارد که تعدیل زمان و شدت تمرین ورزشی موجب تاثیر تمرین بر حجم مغز شود.

کلید واژه‌ها: تمرین هوازی، $IL1\beta$ ، $TNF-\alpha$ ، سطوح مغز، سندرم متابولیک

نحوه استناد به این مقاله: اوصالی ع. تاثیر شش ماه تمرین هوازی بر سطوح پلاسمایی $TNF-\alpha$ ، $IL1\beta$ و حجم مغز زنان ۵۰-۶۵ ساله مبتلا به سندرم متابولیک. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. ۱۳۹۷؛ ۴۰(۴):۷-۱۵

حق تألیف برای مؤلف محفوظ است.

این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز تحت مجوز کرییتیو کامنز (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

گلوکز خون، فشار خون و کاهش سطح HDL-c با کاهش BDNF و افزایش عوامل التهابی در ارتباط می‌باشد حساسیت برای بررسی اندازه سطوح مغز بیشتر می‌شود تا مکانیسم های دخیل در آن روشن گردد. تاکنون تحقیقات زیادی، تأثیر تمرین ورزشی بر میزان عوامل التهابی را مورد بررسی قرار داده‌اند. ولی تحقیقی که تأثیر شش ماه ورزش هوازی با شدت متوسط بر سطوح پلاسمایی عوامل التهابی و اندازه سطوح مغزی را همزمان مورد بررسی قرار دهد وجود ندارد. بطور مثال Stensvold و همکاران (۲۰۱۲) پس از سه ماه تمرین استقامتی شدید، هیچ تغییر معنی‌داری را در میزان سطح سرمی IL-6 و hs-CRP مشاهده نکردند. البته میزان TNF- α کاهش غیر معنی‌داری داشت (۱۴). Christiansen و همکاران (۲۰۱۰) نیز پس از سه ماه تمرین استقامتی هیچ تغییری در میزان عوامل التهابی IL-6 مشاهده نکردند (۱۵). Sung و همکاران (۲۰۱۴) تغییر معنی‌داری در میزان عوامل التهابی پس از سه ماه تمرین استقامتی مشاهده نکردند (۱۶). در مقابل Troseid و همکاران (۲۰۰۹) تمرین ورزشی را موثر در کاهش التهاب افراد مبتلا به سندرم متابولیک دانستند (۱۷). از طرف دیگر Balducci و همکاران (۲۰۰۸) کاهش hs-CRP و IL-6 را گزارش نمودند. Erickson و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود علت آتروفی مغز را در طی ۲ سال عدم تحرک، کاهش آمادگی قلبی و تنفسی بیان نمودند (۱۸). Mortimer و همکاران (۲۰۱۲) اشاره نمودند که ۴۰ هفته پیاده روی هیچ تأثیری بر حجم مغز افراد مسن نداشت (۱۹). Erickson و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که یک سال تمرین هوازی، هر هفته سه بار با شدت متوسط موجب افزایش حجم مغز می‌گردد (۲۰). تناقض نتایج تحقیقات گذشته و تفاوت مند تمرینی تحقیقات ذکر شده از لحاظ شدت و مدت با تحقیق حاضر و جامع نبودن تحقیقات گذشته و نیز تفاوت آزمودنی‌ها می‌تواند از دلایل انجام تحقیق حاضر باشد. چرا که این تحقیق کاربردی بوده و به تأثیر و عدم تأثیر شش ماه تمرین هوازی با شدت متوسط بر میزان عوامل التهابی و سطوح مغز زنان ۵۰-۶۵ ساله مبتلا به سندرم متابولیک می‌پردازد.

روش کار

روش بررسی نیمه تجربی از نوع بررسی‌های کاربردی می‌باشد که طرح پژوهشی شامل پیش آزمون و پس آزمون با یک گروه شاهد و یک گروه تجربی بود. جامعه آماری پژوهش، همسران شهید ۵۰ تا ۶۵ ساله مبتلا به سندرم متابولیک شهرستان زنجان بودند. پس از پخش آگهی در اداره کل بنیاد شهید و امور ایثارگران استان زنجان، در آغاز تحقیق ۷۰ نفر به صورت داوطلبانه حاضر به مشارکت شدند. تعداد ۲۴ نفر شرایط شرکت در تحقیق را داشتند که به دو گروه ۱۲ نفره تمرین و کنترل تقسیم شدند.

افزایش سن و سندرم متابولیک همراه با التهاب خفیف می‌باشد (۱). با توجه به تغییر سبک زندگی، شیوع سندرم متابولیک در جامعه امروزی بیشتر شده است (۲). سندرم متابولیک به حضور حداقل ۳ از ۵ عوامل خطر اطلاق می‌شود. این عوامل عبارتند از: چربی دور کمر بیشتر از ۹۴ سانتی متر، تری گلیسیرید بالاتر از ۱۵۰ mg/dl سطح HDL-c کمتر از ۴۰ mg/dl، هایپرگلیسمی (گلوکز بیشتر از ۱۱۰ mg/dl) و فشارخون بالاتر از ۱۳۰/۸۵ (۲،۳). بافت چربی نقش مهمی در علت شناسی سندرم متابولیک دارد. تک تک موارد مطرح در سندرم متابولیک ارتباط نزدیک با افزایش سایتوکاین‌های پیش التهابی دارد (۲). بافت چربی همچون یک غده درون ریزی که آدیپوسایتوکاین و سایتوکاین را ترشح می‌کند عمل نموده و این امر به صورت غیرمستقیم بر سطح IL-6 (Interleukin 6) تأثیر می‌گذارد (۴-۶). عوامل التهابی همچون IL-6 قابلیت عبور از سد خونی را دارند (۷). عوامل التهابی طی مکانیزمی موجب جلوگیری از افزایش بیان عامل رشدی مشتق از مغز می‌گردد. BDNF (Brain-derived neurotrophic factor) عامل نوروتروفیکی است که موجب بقاء و شکل‌گیری نورون و نوروزن می‌گردد (۸،۹). بیان بیش از اندازه‌ی IL-6 و TNF- α (Tumor necrosis factor alpha) تخریب سلول‌های نورونی را افزایش می‌دهد (۸،۱۰). همچنین Tanaka و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیق خود افزایش سطوح TNF- α و IL1 β (Interleukin-1 beta) در سلول میکروگلیا که موجب کاهش بیان BDNF در هیپوکامپ می‌شود را گزارش نمودند (۹). اکثر محققین تأثیر مثبت ورزش بر سندرم متابولیک را گزارش نموده‌اند (۱۱). تأثیر کاهشی ورزش بر مقدار گلوکز خون مورد تأیید محققین می‌باشد همچنین Thomas و همکاران (۲۰۱۳) ارتباط معکوس و معنی‌دار گلوکز و BDNF را گزارش نمودند (۱۲). افزایش مزمن گلوکز خون و فشار خون در بیماران مبتلا به سندرم متابولیک خود مانع نوروزن خواهد گردید که در نتیجه این احتمال وجود دارد که با کاهش بیان BDNF، حجم مغز نیز کاهش یافته و در نتیجه منجر به کاهش عملکرد شناختی گردد (۱۳). جلوگیری از کاهش حجم مغز یکی از مسائل مورد بحث علوم مختلف می‌باشد چراکه احتمالاً کاهش حجم مغز در اثر بیماری سندرم متابولیک منجر به اختلال عملکرد شناختی می‌گردد (۲). هدف از این تحقیق بررسی تأثیر انجام تمرین هوازی با شدت متوسط بر عوامل پیش التهابی و اندازه سطوح مغز می‌باشد. این تحقیق تأثیر یا عدم تأثیر ورزش هوازی با شدت متوسط بر سطوح مغز را مورد بررسی و مکانیسم‌های موثر بر حجم مغز را نیز تحت بررسی قرار خواهد داد. نتایج چند تحقیق بنیادی نشان از وجود روابط بین کاهش بیان BDNF و افزایش عوامل پیش التهابی در افراد مبتلا به سندرم متابولیک می‌باشد و از جایی که افزایش چربی دور کمر، تری گلیسیرید،

دقیقه) و جداسازی پلاسما سطوح پلاسمایی IL1 β و TNF- α به روش الیزا توسط کیت‌های زیر اندازه‌گیری شد: کیت ویژه سنجش مقدار TNF- α (eBioscience, Vienna, Austria) با حساسیت ۰/۱۳ pg/ml و کیت ویژه سنجش مقدار IL1 β (eBioscience, Vienna, Austria) با حساسیت ۰/۰۵pg/mL. مقدار گلوکز خون به روش گلوکز اکسیداز و سطوح چربی به روش آنزیماتیک استاندارد (کیت پارس آزمون، کرج، ایران) با استفاده از دستگاه اتوانالایزر بیوشیمی مدل کوپاس میرا اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات این کیت در هر سنجش و بین سنجش‌های مختلف (inter-assay variation) به ترتیب برای تری گلیسرید برابر با ۱/۸۲٪ و ۱/۶٪، برای قند خون برابر با ۱/۷۴٪ و ۱/۱۹٪ برای HDL برابر با ۲/۱۵٪ و ۱/۲۸٪ بود. قبل و شش ماه بعد از تمرینات از آزمودنی‌ها جهت اندازه‌گیری سطوح مغز توسط دستگاه MRI تصویربرداری از سطوح ساجیتال، فرونتال و هوریزنتال انجام گرفت. ملاک برای ارزیابی وسیعترین سطح بود. لازم بذکر است MRI در پیش و پس آزمون می‌بایست توسط یک متخصص انجام گیرد. مساحت توسط خود دستگاه به میلی‌متر مربع گزارش گردید. دستگاه MRI ساخت کشور چین سال ۲۰۱۵، شرکت GE، مدل XBO، پرمنت ۰/۴۵ تسلا بود. درصد چربی بدن آزمودنی‌ها توسط دستگاه بادی کامپوزیشن مدل BF500 OMRON ساخت کشور آلمان محاسبه گردید. آزمودنی‌ها قبل از شروع پروتکل تمرینی (ابتدا، اواسط و انتهای هفته) مواد غذایی مصرفی روزانه را در برگه یادداشت ثبت نمودند و سپس کالری مواد غذایی مصرف شده در صبحانه، میان وعده‌ها، نهار و شام توسط نرم افزار N4 محاسبه گردید. پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌های کسب شده توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف، از درصد فراوانی، میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف ویژگی‌های فردی و از آزمون تی مستقل برای بررسی تغییرات بین گروهی و از آزمون تی جفتی جهت بررسی تغییرات درون گروهی استفاده گردید. معنی‌داری در سطح (P \leq ۰/۰۵) محاسبه گردید.

یافته‌ها

نتایج مقایسه درون گروهی شاخص‌های سندرم متابولیک، BMI، وزن، درصد چربی بدن، TNF- α ، IL1 β و سطوح مغز گروه EM و CM در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد.

آزمودنی‌ها برای اخذ مجوز حضور در فعالیت جسمانی مد نظر پژوهش، توسط پزشک از لحاظ سوابق بیماری و ناراحتی‌های جسمانی، مشکلات روانشناختی و خواب و فشارخون معاینه شدند و در صورت نیاز از برخی از آنها تست سلامت قلب به عمل آمد. هیچ یک از آزمودنی‌ها در طی یک سال گذشته، سابقه شرکت در فعالیت بدنی منظم نداشتند. لازم به ذکر است که در این تحقیق از ملاک ATPIII (Adult treatment panel iii) برای شناسایی شاخص‌های خطر متابولیک استفاده شد که به حضور سه از پنج این موارد (دور کمتر بیش از ۹۴ سانتی‌متر، تری-گلیسرید خون بیش از ۱۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، HDL خون کمتر از ۴۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، فشار خون بیش از ۱۳۰/۸۵ میلی‌مترجیوه و گلوکز خون ناشتای بالاتر از ۱۱۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) در فرد، فرد مورد نظر به عنوان شخص مبتلا به سندرم متابولیک لحاظ گردید (۳). به بیان دیگر، افراد داوطلب در صورت دارا بودن سه و یا بیش از سه شاخص خطر متابولیک بر اساس ملاک ATPIII، به عنوان آزمودنی دارای سندرم متابولیک لحاظ شدند. ملاک خروج افراد، غیبت بیش از سه جلسه از ۱۲ جلسه بود. لازم بذکر است که با تشخیص پزشک تیم، آزمودنی‌های هر دو گروه هیچ دارویی شش ماه قبل از شروع تحقیق و طول مدت تحقیق مصرف نکردند. گروه تمرین شش ماه هر هفته سه جلسه در زمان معینی از روز (۹ تا ۱۲ صبح) با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد از ضربان قلب ذخیره تمرینات خود را انجام دادند. در هر جلسه تمرینات در قالب سه ست متوالی با فاصله استراحت ۵ دقیقه در بین ست‌ها انجام می‌شدند. زمان ست‌های تمرینی در هفته اول، هشت دقیقه بود و با سپری شدن هر هفته تا هفته دوازدهم، یک دقیقه به مدت زمان ست‌های تمرین افزوده می‌شد، به طوری که در هفته دوازدهم تمرین به سه ست ۱۹ دقیقه‌ای رسید. لازم به ذکر است که ضربان قلب استراحتی، هر هفته چک می‌شد و شدت برنامه تمرین از روی آن با استفاده از دستگاه ضربان سنج پلار (Polar: Finland) تنظیم می‌شد. کل جلسات تمرین با ۵ دقیقه گرم‌کردن (نرمش و تمرینات کششی) آغاز می‌شد و در پایان نیز ۵ دقیقه سرد کردن وجود داشت. گروه کنترل در این مدت، از انجام فعالیت‌بدنی غیرمعمول منظم اجتناب کردند (۲۱). از تمام آزمودنی‌ها در دو مرحله شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون (بعد از شش ماه تمرین)، خون‌گیری به صورت ناشتا در ساعت ۹ صبح به‌عمل آمد. البته لازم به ذکر می‌باشد جهت حذف تأثیرات حاد ورزش از جمله کوفتگی تاخیری و آسیب‌های احتمالی کوچک در ساختار عضله بر میزان IL1 β و TNF- α خونگیری در مرحله پس‌آزمون، چهار روز پس از آخرین جلسه‌ی تمرینی انجام شد (۸،۲۲). در هر بار خونگیری، بخشی از نمونه‌های خونی (۲ سی-سی) سیاهرگ‌بازوئی در تیوب‌های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA جمع‌آوری شدند و پس از سانتریفوژ (۱۲ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در

جدول ۱: مقایسه درون گروهی شاخص‌های سندرم متابولیک، BMI، وزن و درصد چربی بدن $TNF-\alpha$ ، $IL1\beta$ و سطوح مغز گروه EM و CM

شاخص	زمان اندازه‌گیری	EM (۱۲ نفر)	sig	CM (۱۲ نفر)	sig
فشارخون دیاستول (میلی‌متر جیوه)	پیش‌آزمون	۱۳۷/۶۶±۱۳/۴۱	۰/۰۰۰	۱۳۹/۰۰±۱۹/۰۳	۰/۳۵۱
	پس‌آزمون	۱۲۰/۲۵±۳/۲۵		۱۴۵/۶۶±۱۶/۰۵	
دور کمر (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۱۰۳/۲۵±۹/۷۸	۰/۰۰۰	۱۰۳/۰۸±۸/۹۶	۰/۰۰۰
	پس‌آزمون	۹۱/۳۳±۴/۵۹		۱۰۶/۰۸±۸/۹۷	
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۱۳۰/۵۸±۶۴/۳۳	۰/۰۷۱	۱۳۰/۴۱±۶۳/۵۹	۰/۲۵۲
	پس‌آزمون	۹۳/۱۶±۹/۲۴		۱۴۰/۰۰±۶۲/۴۳	
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۲۱۱/۵۰±۷۹/۹۳	۰/۰۲۴	۲۱۲/۰۸±۷۶/۹۴	۰/۱۰۲
	پس‌آزمون	۱۴۲/۰۸±۱۳/۴۰		۲۳۷/۰۸±۷۱/۲۴	
لیپوپروتئین پرچگال (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۵۰/۶۶±۱۳/۶۲	۰/۳۷۲	۴۹/۵۰±۱۲/۸۵	۰/۰۰۰
	پس‌آزمون	۵۹/۸۳±۷/۵۱		۴۳/۱۶±۷/۶۶	
BMI (kg/m^2)	پیش‌آزمون	۳۱/۴۳±۳/۲۷	۰/۰۰۰	۳۱/۸۶±۳/۰۹	۰/۰۱۵
	پس‌آزمون	۲۸/۸۴±۲/۸۵		۳۳/۰۰±۲/۶۸	
وزن (Kg)	پیش‌آزمون	۷۵/۹۰±۸/۱۹	۰/۰۰۰	۷۷/۰۴±۸/۴۹	۰/۱۲۳
	پس‌آزمون	۶۹/۶۲±۷/۰۵		۷۹/۹۰±۸/۲۵	
درصد چربی بدن	پیش‌آزمون	٪۳۹/۹۲±۵/۴۷	۰/۰۰۰	٪۳۸/۷۶±۵/۳۳	۰/۰۳۹
	پس‌آزمون	٪۲۹/۷۵±۲/۵۲		٪۴۱/۴۱±۳/۹۱	
$IL1\beta$ (pg/mL)	پیش‌آزمون	۴/۳۳±۱/۵۹	۰/۰۰۰	۴/۴۲±۱/۷۷	۰/۰۰۰
	پس‌آزمون	۲/۹۵±۰/۰۵		۵/۲۵±۱/۴۳	
$TNF-\alpha$ (pg/mL)	پیش‌آزمون	۴/۱۹±۱/۱۳	۰/۰۰۰	۴/۰۸±۱/۰۹	۰/۰۰۰
	پس‌آزمون	۲/۶۲±۰/۶۲		۴/۸۶±۰/۹۴	
سطح ساجیتال (mm^2)	پیش‌آزمون	۱۴۶۸۱/۳۷±۶۶۲/۲۰	۰/۴۹۲	۱۴۸۰۰/۶۳±۸۰۹/۲۸	۰/۰۰۰
	پس‌آزمون	۱۳۷۴۰/۶۳±۴۰۵۹/۸۰		۱۴۴۸۳/۸۱±۷۸۳/۲۸	
فروناتال (mm^2)	پیش‌آزمون	۱۱۶۵۷/۳۷±۵۲۹/۹۳	۰/۸۹۲	۱۱۹۱۴/۲۷±۶۳۳/۸۵	۰/۰۰۰
	پس‌آزمون	۱۱۶۴۹/۸۱±۳۹۱/۶۹		۱۱۵۸۳/۲۷±۶۷۴/۲۲	
هوریزنتال (mm^2)	پیش‌آزمون	۱۵۶۰۲/۴۵±۱۲۲۸/۴۸	۰/۹۷۶	۱۵۶۴۷/۳۶±۱۱۵۱/۴۰	۰/۰۰۰
	پس‌آزمون	۱۵۵۹۲/۸۲±۱۱۳۸/۷۱		۱۵۱۳۶/۰۰±۱۱۰۴/۱۱	

داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار ارائه شده‌اند. معناداری در سطح $(P \leq 0/05)$

جدول ۲: نتایج مقایسه شاخص‌های تغذیه‌ای پیش‌آزمون در بین آزمودنی‌های دو گروه سندرم متابولیک تمرین و کنترل

شاخص تغذیه‌ای	گروه تمرین (۱۲ نفر)	گروه کنترل (۱۲ نفر)	Sig
کل کالری دریافتی	۲۴۸۳/۷۵±۱۴۵/۲۹	۲۵۴۱/۸۳±۱۱۸/۱۷	۰/۲۹۵
کالری دریافتی از پروتئین	۴۹۱/۷۵±۶۱/۰۷	۴۹۶/۰۰±۵۶/۸۱	۰/۸۶۲
کالری دریافتی از کربوهیدرات	۱۲۵۶/۰۸±۸۹/۹۶	۱۲۹۷/۸۳±۶۳/۲۸	۰/۲۰۴
کالری دریافتی از چربی	۳۳۵/۸۳±۷۹/۳۳	۷۴۳/۴۱±۸۴/۳۸	۰/۸۲۳

داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار ارائه شده‌اند. معناداری در سطح $P \leq 0/05$

جدول ۳: مقایسه بین گروهی شاخص‌های سندرم متابولیک، BMI، وزن و درصد چربی بدن $TNF-\alpha$ ، $IL1\beta$ و سطوح مغز پس از شش ماه

متغیر	EM (۱۲ نفر)	CM (۱۲ نفر)	sig
فشارخون دیاستول	۱۲۰/۲۵±۳/۲۵	۱۴۵/۶۶±۱۶/۰۵	۰/۰۰۰
دور کمر	۹۱/۳۳±۴/۵۹	۱۰۶/۰۸±۸/۹۷	۰/۰۱۱
گلوکز	۹۳/۱۶±۹/۲۴	۱۴۰/۰۰±۶۲/۴۳	۰/۰۰۰
تری‌گلیسرید	۱۴۲/۰۸±۱۳/۴۰	۲۳۷/۰۸±۷۱/۲۴	۰/۰۰۰
لیپوپروتئین پرچگال	۵۹/۸۳±۷/۵۱	۴۳/۱۶±۷/۶۶	۰/۰۰۰
BMI (kg/m^2)	۲۸/۸۴±۲/۸۵	۳۳/۰۰±۲/۶۸	۰/۰۰۰
وزن (Kg)	۶۹/۶۲±۷/۰۵	۷۹/۹۰±۸/۲۵	۰/۰۰۰
درصد چربی بدن	٪۲۹/۷۵±۲/۵۲	٪۴۱/۴۱±۳/۹۱	۰/۰۰۰
$IL1\beta$ (pg/mL)	۲/۹۵±۰/۰۵	۵/۲۵±۱/۴۳	۰/۰۰۰
$TNF-\alpha$ (pg/mL)	۲/۶۲±۰/۶۲	۴/۸۶±۰/۹۴	۰/۰۰۰
سطح ساجیتال (mm^2)	۱۳۷۴۰/۶۳±۴۰۵۹/۸۰	۱۴۴۸۳/۸۱±۷۸۳/۲۸	۰/۶۴۲
سطح فرونتال (mm^2)	۱۱۶۴۹/۸۱±۳۹۱/۶۹	۱۱۵۸۳/۲۷±۶۷۴/۲۲	۰/۰۰۰
سطح هوریزنتال (mm^2)	۱۵۵۹۲/۸۲±۱۱۳۸/۷۱	۱۵۱۳۶/۰۰±۱۱۰۴/۱۱	۰/۰۲۴

داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار ارائه شده‌اند. معناداری در سطح $(P \leq 0/05)$

تری‌گلیسرید، دور کمر، فشار خون، درصد چربی، وزن و BMI ربط داد. Stensvold و همکاران پس از سه ماه تمرین استقامتی شدید هیچ تغییر معنی‌داری را در میزان سطوح سرمی IL-6 و hs-CRP مشاهده نکردند؛ البته میزان TNF- α کاهش یافته و این میزان کاهش معنی‌دار نبود. با توجه به اطلاعات حاصل از تحقیق می‌توان این عدم کاهش را به بالا بودن فشارخون ۱۴۰ میلی‌متر جیوه، تری‌گلیسرید ۲۳۰ mg/dl، دور کمر ۱۰۹/۶ سانتی‌متر ربط داد در حالی که این موارد به ترتیب در تحقیق حاضر پس از سه ماه تمرین هوازی با شدت متوسط ۱۲۲، ۱۴۷، ۹۶ بود و این مقادیر نیز نسبت به پیش آزمون کاهش معنی‌داری داشتند. همچنین با توجه به این که مدت زمان تمرین بدون محاسبه وقت استراحت و گرم کردن در تحقیق Stensvold و همکاران ۱۶ دقیقه بود و این مدت تمرین در مقابل مدت زمان متد تمرینی تحقیق حاضر بسیار کم می‌باشد می‌توان علت عدم کاهش عوامل التهابی را نیز به آن نسبت داد (۱۴). Christiansen و همکاران نیز پس از سه ماه تمرین استقامتی هیچ تغییری در میزان عوامل التهابی IL-6 مشاهده نکردند. در مطالعه مذکور وزن از ۱۰۰ به ۹۷ و دور کمر از ۱۰۴ به ۹۸/۸ کاهش یافته بود و زمان خونگیری ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی انجام شده بود (۱۵). می‌توان یکی از علت‌های عدم کاهش IL-6 در پژوهش یاد شده را مربوط به وزن بالا و بیشتر بودن سائز دور کمر دانست زیرا مقادیر آنها در پس آزمون هنوز به سطح مطلوب کاهش نیافته است. از دلایل دیگر می‌توان به مناسب نبودن زمان خونگیری در پس آزمون اشاره کرد. لازم به ذکر است زمان خونگیری مطلوب برای حذف عوامل تاثیرگذار بر سطوح فاکتورهای التهابی ۳ یا ۴ روز بعد از آخرین جلسه تمرینی می‌باشد (۲۶). Sung و همکاران تغییر معنی‌داری در میزان عوامل التهابی دو گروه چاق و دیابتی پس از سه ماه تمرین استقامتی مشاهده نکردند (۱۶). علت عدم همخوانی نتایج را می‌توان به یکسان نبودن بیماری، سطوح استراحتی عوامل التهابی، سن آزمودنی‌ها و طول مدت پروتکل تمرینی ربط داد. میزان IL-6 در آزمودنی‌های Sung و همکاران به طور متوسط در پیش آزمون ۰/۹ بود و این مقدار در افراد شرکت کننده که مبتلا به سندرم متابولیک بودند در تحقیق حاضر ۴/۰۷ می‌باشد. همچنین میانگین سنی آزمودنی‌های Sung و همکاران ۱۶ سال و میانگین سنی در تحقیق حاضر ۵۸ سال می‌باشد. نتایج تحقیق Troseid و همکاران، Sergio Gomes و همکاران و Osali و همکاران با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد (۲۷). Troseid و همکاران تمرین ورزشی را موثر در کاهش التهاب افراد مبتلا به سندرم متابولیک دانستند (۱۷). همچنین Balducci و همکاران و Oberbach و همکاران کاهش hs-CRP و IL-6 را گزارش نمودند. نکته قابل ذکر این می‌باشد که نتایج یکسان تحقیق ما در مقابل یک سال تمرین با شدت بالا هر هفته دو بار و هر جلسه ۶۰ دقیقه بود در حالی که تمرین شش ماهه‌ی

نتایج آزمون آماری تی جفتی افزایش معنی‌دار HDL گروه تمرین را نشان داد. همچنین کاهش معنی‌داری در مقادیر فشار خون، دور کمر، گلوکز، تری‌گلیسرید، BMI، وزن، درصد چربی بدن، IL-1 β و TNF- α پس از شش ماه تمرین هوازی با شدت متوسط در زنان ۵۰-۶۵ ساله‌ی مبتلا به سندرم متابولیک ایجاد گردید و نیز تغییر معنی‌داری در سطوح مغز گروه تمرین کرده مشاهده نگردید (جدول ۱). آزمودنی‌های گروه ME در طول ۷۲ جلسه تمرین، با میزان پایبندی ۹۱ درصدی در این تحقیق مشارکت نمودند. در ابتدا جهت کنترل متغیرهای مخدوشگر مقادیر کالری دریافتی روزانه مورد بررسی قرار گرفت. طبق اینکه هر دو گروه در ابتدا از لحاظ میزان کل کالری دریافتی، کالری دریافتی از پروتئین، کربوهیدرات و کالری دریافتی از چربی همگن بودند و با وجود اینکه در نتایج آزمون تی مستقل اختلاف معنی‌داری نداشتند لذا هیچ یک از متغیرها را به عنوان متغیر مخدوشگر لحاظ نمودیم (جدول ۲).

در مقایسه بین گروهی میزان فشار خون، دور کمر، گلوکز، تری‌گلیسرید، BMI، وزن، درصد چربی بدن، IL-1 β و TNF- α گروه تمرین کرده نسبت به گروه کنترل کمتر بود و این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد. همچنین HDL گروه تمرین نسبت به گروه کنترل بیشتر بود و این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد. همچنین اختلاف معنی‌داری در میزان سطوح مغز گروه کنترل و گروه تمرین کرده مشاهده شد (جدول ۳).

بحث

در این تحقیق شش ماه تمرین هوازی با شدت متوسط موجب کاهش معنی‌دار تری‌گلیسرید، گلوکز، دور کمر، فشار خون، وزن، درصد چربی بدن و شاخص توده بدن و افزایش معنی‌دار لیپوپروتئین پرچگال شد. انجام سه ماه تمرین هوازی با شدت متوسط موجب کاهش معنی‌دار IL-1 β ، TNF- α شد و این نتایج با نتایج (۲۳، ۲۴) همسو می‌باشد که علت کاهش عوامل پیش التهابی را تاثیر ورزش بر کاهش درصد چربی بدن، کاهش دور کمر، BMI و لپتین و افزایش آدیپونکتین و حساسیت انسولینی می‌دانند. از مکانیسم‌های موثر دیگر در کاهش التهاب به وسیله ورزش بهبود عملکرد سلول‌های آندوتلیال می‌باشد. فعالیت منظم طولانی مدت موجب افزایش آنتی‌اکسیدانت از طریق افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی می‌گردد. تمرین ورزشی به طور مستقیم از طریق کاهش تولید سایتوکاین بافت آدیپوز، عضله، و سلول‌های تک هسته‌ای و به طور غیرمستقیم به وسیله افزایش حساسیت انسولینی، افزایش عملکرد آندوتلیال و کاهش وزن بدن موجبات کاهش عوامل پیش التهابی می‌گردد (۲۵). حال با توجه به کاهش معنی‌دار میزان گلوکز، تری‌گلیسرید، دور کمر، فشار خون، درصد چربی، وزن و BMI پس از سه ماه تمرین هوازی با شدت متوسط می‌توان علت کاهش عوامل التهابی را به تاثیر سه ماه تمرین در کاهش میزان

همکاران همخوانی دارد. Osali و همکاران سه ماه تمرین هوازی با شدت متوسط را موثر در کاهش عوامل التهابی و افزایش بیان BDNF گزارش نمودند. همچنین علت عدم افزایش حجم مغز را کم بودن طول دوره تمرین عنوان کردند (۲۷). Mortimer و همکاران اشاره نمودند که ۴۰ هفته پیاده روی به علت پائین بودن شدت تمرین تأثیری بر حجم مغز افراد مسن نداشت (۱۹). با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان گفت انجام شش ماه تمرین در مقایسه با سه ماه تمرین Osali و همکاران موجب افزایش بیان بیشتر BDNF می‌گردد. چرا که هم کاهش عوامل التهابی و هم درصد چربی بدن، تری گلیسرید، گلوکز، وزن، BMI، سایز دور کمر نسبت به نتایج Osali و همکاران بیشتر است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج Erickson همخوانی ندارد و علت عدم همخوانی نتایج یکسان نبودن طول دوره تمرین می‌باشد. Erickson و همکاران نشان دادند که یک سال تمرین هوازی هر هفته سه بار با شدت متوسط موجب افزایش حجم مغز می‌گردد. آنها افزایش حجم مغز را در ارتباط با افزایش VO_{2max} و همچنین افزایش سطح BDNF ذکر نمودند. با توجه به نتایج تحقیقات انجام گرفته شده می‌توان گفت که کاهش درصد چربی بدن و بهبود سندرم متابولیک و افزایش طول دوره تمرینات از عوامل موثر بر افزایش حجم مغز هستند (۲۷، ۲۰).

نتیجه‌گیری

شش ماه تمرین هوازی موجب کاهش $TNF-\alpha$ و $IL1\beta$ شد. سطوح مغز در اثر شش ماه تمرین هوازی تفاوت معنی‌داری نکرد. با توجه به نتایج مذکور این احتمال وجود دارد که تعدیل زمان و شدت تمرین ورزشی موجب تأثیر تمرین بر حجم مغز شود.

قدردانی

از تمام آزمودنی‌ها که داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند و همچنین از ریاست محترم بنیاد شهید و امور ایثارگران استان زنجان که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند، صمیمانه تشکر می‌نماییم.

تحقیق حاضر، هر هفته سه جلسه و هر جلسه تقریباً ۵۷ دقیقه بود (۲۸، ۲۹). از علت‌های دیگر کاهش عوامل التهابی در تحقیق حاضر، کاهش معنی‌دار درصد چربی بدن، وزن و BMI می‌توان اشاره نمود. Osali و همکاران نیز کاهش $TNF-\alpha$ ، $IL1\beta$ ، $IL-6$ را پس از سه ماه تمرین هوازی گزارش نمودند. شدت تمرینات در هر دو تحقیق یکسان بود ولی مدت تمرین در تحقیق حاضر ۶ ماه می‌باشد. لازم بذکر است کاهش درصد چربی بدن، وزن، تری گلیسرید و گلوکز نیز نسبت به نتایج Osali و همکاران بیشتر می‌باشد. در نتیجه می‌توان علت کاهش بیشتر عوامل التهابی در تحقیق حاضر نسبت به تحقیق Osali و همکاران را همین موارد اشاره نمود. Sérgio Gomes و همکاران عدم تأثیر ۱۰ روز فعالیت ورزشی متوالی را بر میزان عوامل التهابی اظهار نمودند (۱). این مشاهدات نشان دهنده آن می‌باشد که مدت زمان تمرین برای کاهش عوامل التهابی باید بیشتر باشد. علت عدم همخوانی نتایج، احتمالاً تفاوت در مدت تمرین و زمان نمونه‌برداری می‌باشد. Sérgio Gomes و همکاران بلافاصله بعد از آخرین جلسه تمرینی نمونه‌برداری کردند و اینکه اگر آنها مثل تحقیق حاضر پس از چهار روز نمونه‌برداری می‌کردند این احتمال وجود داشت که نتایجی همسان گزارش می‌کردند. در تحقیق حاضر مقادیر سطوح مغز پس از شش ماه تمرین هوازی با شدت متوسط تفاوت معنی‌داری با مقادیر پیش آزمون نداشت. برای مقایسه بین گروهی اختلاف سطوح مغز در پیش و پس آزمون را ملاک قرار دادیم. بطوری که عدم تحرک در گروه شاهد موجب کاهش حجم مغز و انجام تمرین شش ماهه تمرینات در گروه تجربی موجب جلوگیری از کاهش حجم مغز گردید و همین عامل باعث معنی‌دار بودن اختلاف حجم مغز گروه شاهد با گروه تجربی گردید. با توجه به نتایج آزمون آماری تی جفتی (جدول ۱) می‌توان علت عدم تغییر معنی‌دار سطوح مغز را نیاز به تمرین بیشتر و در نتیجه زمان بر بودن این تغییر و تحولات نام برد. بالا بودن سطوح عوامل التهابی موجب افزایش فعالیت $NF-\kappa B$ (nuclear factor kappa B) می‌شود. $NF-\kappa B$ نیز با اتصال خود به DNA موجب جلوگیری از بیان BDNF می‌گردد. پائین بودن سطوح BDNF نیز منجر به تحلیل نورون‌های عصبی و در نتیجه آتروفی مغز اتفاق می‌افتد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج Osali و همکاران و Mortimer

brain magnetic resonance imaging, and cognition. *Diabetes Care* 2010; **33**(12): 2489-2495. doi: 10.2337/dc10-0851

- Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American heart association/national heart, lung, and blood institute scientific statement. *Circulation* 2005; **112**: 2735-2752. doi: 10.1161/circulationaha.105.169404

References

- Sérgio Gomes da Silva, Priscila Santos Rodrigues Simões, Renato Arruda Mortara, Fulvio Alexandre Scorza, Esper Abrão Cavalheiro, Maria da Graça Naffah-Mazzacoratti, et al. Exercise-induced hippocampal anti-inflammatory response in aged rats. *Neuro inflammation* 2013; **10**: 61. doi: 10.1186/1742-2094-10-61
- Cavalieri M, Ropele S, Petrovic K, Pluta-Fuerst A, Homayoon N, Enzinger C, et al. Metabolic syndrome,

4. Bullo M, Peeraully MR, Trayhurn P, Folch J, Salas-Salvado J. Circulating nerve growth factor levels in relation to obesity and the metabolic syndrome in women. *Eur J Endocrinol* 2007; **157**(3): 303-310. doi: 10.1530/eje-06-0716
5. Devaraj S, Torok N, Dasu MR, Samols D, Jialal I. Adiponectin decreases C-reactive protein synthesis and secretion from endothelial cells: evidence for an adipose tissue-vascular loop. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2008; **28**: 1368-1374. doi: 10.1161/atvbaha.108.163303
6. Rader DJ. Inflammatory markers of coronary risk. *N Engl J Med* 2000; **343**: 1179-1182. doi: 10.1056/nejm200010193431609
7. Phillips C, Baktir MA, Srivatsan M, Salehi A. Neuroprotective effects of physical activity on the brain: a closer look at trophic factor signaling. *cellular neuroscience* 2014; **8**: 170-179. doi: 10.3389/fncel.2014.00170
8. Patanella AK, Zinno M, Quaranta D, Nociti V, Frisullo G, Gainotti G, et al. Correlations Between Peripheral Blood Mononuclear Cell Production of BDNF, TNF-alpha, IL-6, IL-10 and Cognitive Performances in Multiple Sclerosis Patients. *Journal of Neuroscience Research* 2010; **88**: 1106-1112. doi: 10.1002/jnr.22276
9. Tanaka S, Ide M, Shibusaki T, Ohtaki H, Numazawa S, Shioda S, et al. Lipopolysaccharide-induced microglial activation induces learning and memory deficits without neuronal cell death. *J Neurosci Res* 2006; **83**: 557-566. doi: 10.1002/jnr.20752
10. Yaffe K, Lindquist K, Penninx BW, Simonsick EM, Pahor M, Kritchevsky S, et al. Inflammatory markers and cognition in well-functioning African-American and white elders. *Neurology* 2003; **61**: 76-80. doi: 10.1212/01.wnl.0000073620.42047.d7
11. Kasapis C, Thompson PD. The Effects of Physical Activity on Serum C-Reactive Protein and Inflammatory Markers. *J Am Coll Cardiol* 2005; **45**(10): 1563-15639. doi: 10.1016/j.jacc.2004.12.077
12. Thomas H Meek, Brent E Wisse, Joshua P Thaler, Stephan J Guyenet, Miles E Matsen, Jonathan D Fischer, et al. BDNF action in the brain attenuates diabetic hyperglycemia via insulin-independent inhibition of hepatic glucose production. *Diabetes* 2013; **62**(5): 1512-1518. doi: 10.2337/db12-0837
13. Brown JP, Sollers JJ, Thayer JF, Zonderman AB, Waldstein SR. Blood pressure reactivity and cognitive function in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Health Psychol* 2009; **28**(5): 641-646. doi: 10.1037/a0015215
14. Stensvold D, Stig Arild Slørdahl Md, Wisløff U. Effect of Exercise Training on Inflammation Status Among People with Metabolic Syndrome. *Metabolic Syndrome and Related Disorders* 2012; **10**: 267-272. doi: 10.1089/met.2011.0140
15. Christiansen T, Paulsen SK, Bruun JM, Pedersen SB, Richelsen B. Exercise training versus diet-induced weight-loss on metabolic risk factors and inflammatory markers in obese subjects: a 12-week randomized intervention study. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2010; **298**(4): E824-E831. doi: 10.1152/ajpendo.00574.2009
16. Sung Soo Lee, Jae Ho Yoo, Sung Kang, Jin Hee Woo, Ki Ok Shin, Kwi Beak Kim, et al. The Effects of 12 Weeks Regular Aerobic Exercise on Brain-derived Neurotrophic Factor and Inflammatory Factors in Juvenile Obesity and Type 2 Diabetes Mellitus. *J Phys Ther Sci* 2014; **26**(8): 1199-1204. doi: 10.1589/jpts.26.1199
17. Trosleid M, Lappegard KT, Mollnes TE, Arnesen H, Seljeflot I. The effect of exercise on serum levels of interleukin-18 and components of the metabolic syndrome. *Metab Syndr Relat Disord* 2009; **70**: 579-584. doi: 10.1089/met.2009.0003
18. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2011; **108**(7): 3017-3022. doi: 10.1073/pnas.1015950108
19. Mortimer JA, Ding D, Borenstein AR, DeCarli C, Guo Q, Wu Y, et al. Changes in brain volume and cognition in a randomized trial of exercise and social interaction in a community-based sample of non-demented Chinese elders. *J Alzheimers Dis* 2012; **30**(4): 757-766. doi: 10.3233/jad-2012-120079
20. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci USA* 2011; **108**(7): 3017-3022. doi: 10.1073/pnas.1015950108
21. Babaei P, damirchi A, Azali Alamdari K. Effects of Endurance Training and Detraining on Serum BDNF and Memory Performance in Middle Aged Males with Metabolic Syndrome. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2013; **15**(2): 132-142. doi: 10.1097/jsm.0000000000000082
22. Qi Z, He J, Zhang Y, Shao Y, Ding S. Exercise training attenuates oxidative stress and decreases p53 protein content in skeletal muscle of type 2 diabetic Goto-Kakizaki rats. *Free Radic Biol Med* 2011; **50**(7): 794-800. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2010.12.022
23. Esposito K PA, Di Palo C, Giugliano G, Masella M, Marfella R, Giugliano D. Effect of weight loss and lifestyle changes on vascular inflammatory markers in obese women: a randomized trial. *JAMA* 2003; **289**: 1799-1804. doi: 10.1001/jama.289.14.1799
24. Gielen S AV, Möbius-Winkler S, Linke A, Erbs S, Yu J, Kempf W, et al. Anti-inflammatory effects of

- exercise training in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2003; **42**(5): 861-868. doi: 10.1016/s0735-1097(03)00848-9
25. Romano M SM, Toniatti C, Polentarutti N, Fruscella P, Ghezzi P, Faggioni R, et al. Role of IL-6 and its soluble receptor in induction of chemokines and leukocyte recruitment. *Immunity* 1997; **6**: 315-325. doi: 10.1016/s1074-7613(00)80334-9
26. Abolfazl shayan, Fazlolah Bagherzadeh, mehdi shahbazi, siroos choobineh. The Effect of Two Types of Exercise (Endurance and Resistance) on Attention and Brain Derived Neurotropic Factor Levels in Sedentary Students. *JDML* 2015; **6**(4): 433-452 doi: 10.1159/000322808.
27. Osali ali. The Effect of Three Months Aerobic Exercise with Moderate Intensity on BDNF and Some Inflammatory Factors, Brain Volume and Cognitive Function in 50-65 Years Old Women with Syndrome Metabolic. [Dissertation] Tehran University 2016.
28. Oberbach A, Lehmann S, Kirsch K, Krist J, Sonnabend M, Linke A, et al. Long-term exercise training decreases interleukin-6 (IL-6) serum levels in subjects with impaired glucose tolerance: effect of the K174G/C variant in IL-6 gene. *European Journal of Endocrinology* 2008; **159**: 129-136. doi: 10.1530/eje-08-0220
29. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, 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. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2010; **20**: 608-617. doi: 10.1016/j.numecd.2009.04.015