Medical Journal
of
Tabriz University of Medical Sciences and Health Services

Original Article

The Effect of Four-Weeks Aerobic Exercise with Moderate Intensity on Hs-CRP, IL-10, and BDNF in Women with Syndrome Metabolic with the age of 50-65 Years Old

Ali Osali[1*], Siros Choobineh[2], Rahman Soori[2], Ali Asghar Ravasi[2], HonsseinMostafavi[2*]

[1]Department of Exercise Physiology, Physical Education and Sport Sciences, University of Bonab, Bonab, Iran
[2]Department of Exercise Physiology, Physical Education and Sport Sciences, Tehran University, Tehran, Iran
[3]Department of Neuro Physiology, Medicine Physical, Zanjan University, Zanjan, Iran
*Corresponding author; E-mail: osalialiphd@gmail.com

Received: 11 April 2016 Accepted: 25 May 2016 First Published online: 5 February 2018
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2018April-May;40(1):7-15

Abstract

Background: The aim of this research was to investigate the effect of four weeks aerobic exercise with moderate intensity on hs-CRP, IL-10, and BDNF in women with syndrome metabolic with the age of 50-65 years old.

Methods: 24 women with metabolic syndrome (MetS) took part voluntarily and divided in two-group MetS exercise (ME), MetS control (MC). ME group participated in an aerobic exercise training (AT) program (4 weeks), three session per week, each session contained three performing parts and two rest part. Also, blood samples were conducted before and after training for evaluating levels of hs-CRP, IL-10, BDNF. Data were analyzed using Pried-sample T-Test, and Independent samples T-Test.

Results: IL-10, BDNF after four-weeks aerobic exercise significantly increased ($P<0.05$) also hs-CRP levels had no significantly differences. Hs-CRP, IL-10, BDNF after three months in control group did not significantly changed ($P>0.05$).

Conclusion: These findings indicate four-weeks aerobic exercises induce to increase IL-10 level and did not change hs-CRP level. And BDNF's may increase relative to IL-10 level.

Keywords: Aerobic exercise, Hs-CRP, IL10, BDNF, Metabolic syndrome

How to cite this article: Osali A, Choobineh S, Soori R, Ravasi A A, Mostafavi H.[The Effect of Four-Weeks Aerobic Exercise with Moderate Intensity on Hs-CRP, IL-10, and BDNF in Women with Syndrome Metabolic with the age of 50-65 Years Old]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2018April-May;40(1):7-15. Persian.

© 2018 The Author(s). This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقاله پژوهشی

تاثیر چهار هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر سطوح hs-CRP، IL-10 و BDNF زنان ۵۰– ۶۵ ساله‌ی مبتلا به سندروم متابولیک

علی اوصالی[۱*]، سیروس چوبینه[۲]، رحمان سوری[۲]، علی اصغر رواسی[۲]، حسین مصطفوی[۳]

[۱]گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بناب، بناب، ایران
[۲]گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۳]گروه فیزیولوژی اعصاب، فیزیولوژی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران
* نویسنده مسؤول؛ ایمیل: osalialiphd@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۵/۱/۲۳ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۵ انتشار برخط: ۱۳۹۶/۱۱/۱۶
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز. فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۷؛ ۴۰(۱):۷–۱۵

چکیده

زمینه: افزایش سن، عوامل التهابی و سندروم متابولیک از عوامل موثر در کاهش عملکرد شناختی هستند. هدف از این تحقیق بررسی اثرگذاری چهار هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر سطوح hs-CRP، IL-10 و BDNF زنان ۵۰–۶۵ ساله‌ی مبتلا به سندروم متابولیک می‌باشد.

مواد و روش‌ها: ۲۴ زن مبتلا به سندروم متابولیک به طور داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه ۱۲ نفره تمرین و کنترل تقسیم شدند. گروه تمرین، هفته اول سه ست ۸ دقیقه‌ای با فواصل استراحت پنج دقیقه با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد از ضربان قلب ذخیره‌ای تمرینات خود را انجام دادند. با سپری شدن هر هفته، یک دقیقه به مدت زمان ست‌های تمرین افزوده می‌شد. میزان سطوح hs-CRP، IL-10 وBDNF توسط رادیوایمونواسی مورد بررسی قرار گرفت. برای تجزیه تحلیل داده‌ها از روش آماری تی مستقل و تی جفتی استفاده گردید.

یافته‌ها: میزان سطوح BDNF و IL-10 پس از یک ماه تمرین هوازی نسبت به پیش آزمون افزایش معنی‌داری یافتند (**P**<۰/۰۵) ولی تغییر معنی‌داری در hs-CRP مشاهده نگردید(**P**> ۰/۰۵). همچنین هیچ تغییری معنی‌داری در سطوح hs-CRP، IL-10 وBDNF گروه کنترل مشاهده نگردید (**P**>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: در اثر تمرین هوازی یک ماهه با شدت متوسط، میزان IL-10 افزایش یافت ولی میزان hs-CRP تغییر معنی‌داری نیافت. در نتیجه می‌توان گفت احتمالا اولین سازگاری برای افزایش سطوحBDNF در زنان ۵۰–۶۵ ساله‌ی مبتلا به سندروم متابولیک افزایش عوامل ضد التهابی می‌باشد.

کلید واژه‌ها: تمرین هوازی، hs-CRP، IL-10، BDNF، سندروم متابولیک

نحوه استناد به این مقاله: اوصالی ع، چوبینه س، سوری ر، رواسی ع ا، مصطفوی ح. تاثیر چهار هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر سطوح hs-CRP، IL-10 و BDNF زنان ۵۰– ۶۵ ساله‌ی مبتلا به سندروم متابولیک. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز. ۱۳۹۷؛ ۴۰(۱):۷–۱۵

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.
این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز تحت مجوز کریتیو 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

افزایش سن و سندروم متابولیک همراه با افزایش التهاب مزمن می‌باشد(۱). با توجه به تغییر سبک زندگی شیوع سندروم متابولیک در جامعه امروزی بیشتر شده است(۲). سندروم متابولیک به حضور حداقل ۳ از ۵ عوامل خطر اطلاق می‌شود. این عوامل عبارتند از: چربی دور کمر بیشتر از ۹۴ سانتی‌متر، تری‌گلیسیرید بالاتر از ۱۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، سطح HDL-c کمتر از ۴۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، هایپرگلیسیمی (گلوکز بیشتر از ۱۱۰ میلی-گرم در دسی‌لیتر) و فشار خون بالاتر از ۱۳۰/۸۵ میلی‌متر جیوه(۳, ۴). بافت چربی نقش مهمی در علت شناسی سندروم متابولیک دارد. تک تک موارد مطرح در سندروم متابولیک ارتباط نزدیکی با افزایش فاکتورهای التهابی دارند(۲, ۵). بافت چربی همچون غده درون‌ریزی که آدیپوسایتوکاین و سایتوکاین را ترشح می‌کند عمل نموده و این امر به صورت غیرمستقیم بر سطح IL-6 و hs-CRP تاثیر می‌گذارد (۶-۴). Ye و همکاران کاهش IL-10 را در افراد مسن گزارش کردند و علت افزایش عوامل التهابی را نیز کاهش IL-10 بیان نمودند (۷). اختلال در تعادل عوامل التهابی و ضد التهابی از دلایل احتمالی نقص عملکرد شناختی و تحلیل نورونی می‌باشد (۸). عوامل التهابی قابلیت عبور از سد خونی و مغزی را دارند (۹). عوامل التهابی طی مکانیزمی موجب جلوگیری از افزایش بیان عامل رشدی مشتق از مغز می‌شود. BDNF عامل نوروتروفیکی است که موجب بقاء و شکل‌گیری نورون و نروژنز می‌گردد (۱۱و۱۰). بیان بیش از اندازه‌ی IL-6 و TNF-a تخریب سلول‌های نورونی را افزایش می‌دهد (۱۲و۱۰). همچنین Tanaka و همکاران در تحقیق خود گزارش نمودند افزایش سطوح TNF-a و IL1β در سلول میکروگلیال موجب کاهش بیان BDNF در هیپوکمپ می‌شود (۱۱). اکثر محققین تاثیر مثبت ورزش بر سندروم متابولیک را گزارش نموده‌اند (۱۳). تاثیر ورزش بر کاهش مقدار گلوکز خون مورد تائید محققین می‌باشد. همچنین Meek و همکاران و Krabbe و همکاران ارتباط معکوس و معنی‌دار گلوکز و BDNF را گزارش نمودند (۱۵ و ۱۴). BDNF از طریق کاهش بیان ژن گلوکونئوژنز موجب کاهش تولید گلوکز کبدی می‌گردد (۱۴). افزایش گلوکز خون مزمن و فشار خون در بیماران مبتلا به سندروم متابولیک خود مانع نروژنز خواهد گردید که در نتیجه این احتمال وجود دارد که با کاهش BDNF حجم مغز یا شکل پذیری نرونی کاهش و در پی آن، کاهش عملکرد شناختی اتفاق بیفتد (۱۶). Almeida و همکاران در تحقیق خود اشاره کردند ۱۰ روز تمرین ورزشی موجب افزایش معنی‌دار BDNF، IL-6، IL-10 و TNF-a گردید (۱۷). Stensvold و همکاران Christiansen و همکاران و Lee و همکاران پس از سه ماه تمرین استقامتی هیچ تغییر معنی‌داری را در میزان سطح سرمی IL6 و hs-CRP مشاهده نکردند. البته میزان TNF-a کاهش یافته بود ولی این میزان معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵)(۲۰-۱۸). در مقابل Troseid و همکاران و نیز Oberbach و همکاران تمرین ورزشی را موثر در کاهش التهاب افراد مبتلا به سندروم متابولیک دانستند (۲۲و۲۱). تناقض در نتایج تحقیقات گذشته نشان از عدم پیروی از پروتکل مناسب، یکسان نبودن آزمودنی‌ها، تفاوت در زمان نمونه‌گیری و... می‌باشد. Babaei و همکاران تاثیر ۸ هفته و همچنین Erickson و همکاران تاثیر یکسال تمرین هوازی را بر میزان عملکرد شناختی و BDNF را مورد بررسی قرار دادند(۲۴و۲۳). Lee و همکاران نیز تاثیر سه ماه تمرین را بر میزان عوامل التهابی و BDNF را بررسی کردند(۲۰). لازم بذکر است تحقیقات اندکی همزمان تاثیر تمرین ورزشی بر میزان عوامل التهابی، ضد التهابی و BDNF را مورد بررسی قرار داده‌اند. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر یک ماه تمرین هوازی با شدت متوسط بر مقدار سطوح hs-CRP، IL-10 و BDNF می‌باشد. در این تحقیق تاثیر یا عدم تاثیر ورزش هوازی با شدت متوسط بر میزان سطوح BDNF و رابطه میزان سطوح hs-CRP، IL-10 با سطوح BDNF مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که افزایش چربی دور کمر، تری‌گلیسیرید، گلوکز خون و فشار خون و کاهش سطح HDL-c در ارتباط با کاهش عوامل ضد التهابی و افزایش عوامل التهابی می‌باشد (۲۶و۲۵و۱۰) حساسیت برای بررسی تاثیر ورزش در تعدیل سطوح BDNF در زنان ۵۰ تا ۶۵ ساله‌ی مبتلا به سندروم متابولیک بیشتر می‌شود. با توجه به محدودیت های ایجاد شده برای زنان ۵۰-۶۵ ساله‌ی مبتلا به سندروم متابولیک در انجام ورزش‌های شدید این سوال مطرح می‌گردد که آیا انجام تمرین یک ماهه با شدت متوسط موجب کاهش عوامل التهابی، افزایش عوامل ضد التهابی و BDNF خواهد شد؟

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 حاضر ۲۷۷ نفر همسر شهید ۵۰ تا ۶۵ ساله‌ی شهرستان زنجان بود که بدلیل محدودیت‌های موجود حجم نمونه به روش نمونه‌ی در دسترس مورد استفاده قرار گرفت. پس از پخش آگهی در اداره کل بنیاد شهید و امور ایثارگران استان زنجان و ارسال دعوت‌نامه به جامعه آماری، در آغاز تحقیق تعداد ۷۰ زن میانسال داوطلب شهر زنجان (۵۰ تا ۶۵ ساله) برای اخذ مجوز حضور در فعالیت جسمانی مد نظر پژوهش، توسط پزشک از لحاظ سوابق بیماری و ناراحتی‌های جسمانی، مشکلات روانشناختی، 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 برای شناسایی شاخص‌های خطر متابولیک استفاده شد که به حضور سه از پنج شاخص، مد نظر بود (دور کمر بیش از ۹۴ سانتی‌متر، تری‌گلیسریدخون بیش‌از 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 بردسی‌لیتر) (۲). 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 سندروم متابولیک لحاظ شدند که تعداد افراد واجد شرایط ۳۰ نفر بودند. لازم به ذکر است که چهار نفر از آزمودنی‌ها به دلیل عدم حضور منظم در تمرینات و نیز دو نفر از افراد گروه کنترل به دلیل عدم حضور در پس آزمون از جریان تحقیق خارج شدند و در پایان، نتایج ۲۴ نفر وارد تجزیه تحلیل آماری گردید. ملاک خروج افراد از جریان تحقیق غیبت بیش از سه جلسه از دوازده جلسه بود(۴).

از آزمون تی‌مستقل برای بررسی تغییرات بین گروهی و از آزمون تی‌وابسته جهت بررسی تغییرات درون گروهی استفاده گردید. معنی‌دار بودن تفاوت‌های داده‌ها در سطح (**P**<۰/۰۵) محاسبه گردید. برای بررسی ارتباط بین متغیرهای وابسته از آزمون آماری همبستگی پیرسون استفاده شد(**P**<۰/۰۵).

تمرینات مربوط به گروه تمرین (ME) شامل چهار هفته که هر هفته شامل ۳ روز و هرروز به مدت ۲۴ تا ۳۳ دقیقه در زمان معینی از روز (۹ تا ۱۲ صبح) (۲۶) با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد از ضربان قلب ذخیره ای انجام شد. هر جلسه، تمرینات در قالب سه ست متوالی با فاصله استراحت ۵ دقیقه در بین ست ها انجام می‌شد. زمان ست‌های تمرینی در هفته اول، هشت دقیقه بود و با سپری شدن هر هفته، یک دقیقه به مدت زمات ست‌های تمرین افزوده می‌شد، به طوری که در هفته چهارم مدرت زمان تمرین به سه ست ۱۱ 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 می‌گردید. کل‌جلسات‌تمرین با ۵ دقیقه گرم‌کردن (نرمش و تمرینات کششی) آغاز می‌شد و در پایان نیز ۵ دقیقه سردکردن وجود داشت. گروه کنترل در این مدت چهار هفته‌ای، از انجام فعالیت‌بدنی غیرمعمول منظم اجتناب کردند. ضربان قلب ذخیره از طریق فرمول کاروونن محاسبه گردید(۵).

ضربان قلب استراحت + [(۶۰ تا ۷۰٪) ⊗ (ضربان قلب استراحت – حداکثر ضربان قلب)] = ۶۰ تا ۷۰٪ ضربان قلب ذخیره ای
ضربان قلب زمان بیدار شدن از خواب و قبل از برخاستن از رختخواب به حالت درازکشیده = ضربان قلب استراحت

از تمام آزمودنی‌ها در دو مرحله شامل پیش‌آزمون و پس آزمون (بعد از چهار هفته)، خون‌گیری به صورت ناشتا در ساعت ۹ صبح برای اندازه‌گیری سطوح hs-CRP، IL-10، BDNF، گلوکز، تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین پرچگال به‌عمل آمد. البته لازم به ذکر است جهت حذف تاثیرات حاد ورزش از جمله کوفتگی تاخیری و آسیب‌های احتمالی کوچک در ساختار عضله بر میزان سطوح عوامل التهابی خون‌گیری در مرحله پس آزمون، چهار روز پس از آخرین جلسه‌ی تمرینی انجام شد (۱۰،۲۷). در هر بار خون‌گیری، بخشی از نمونه‌های خونی (۲ سی‌سی) سیاهرگ-بازوئی در تیوب‌های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA جمع‌آوری می شد و پس از سانتریفوژ (۱۲ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه) و جداسازی پلاسما، 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 کوباس میرا اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات این کیت در هر سنجش و بین سنجش های مختلف 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٪ و۱/۲۸٪ بود (۲۶). بخش دیگری از نمونه های خونی (۴ سی‌سی) در تیوب های ویژه (BD Vacutainer® SST II Advance) جمع‌آوری شدند، پس از یک ساعت برای خون لخته شده سانتریفوژ (۱۲ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه) شد، سرم به دست آمده در دمای ۸۰– درجه سیلسیوس منجمد گردید. سطوح hs-CRP، IL-10 و BDNF به روش الایزا توسط کیت ویژه سنجش مقدار BDNF (Adipo Bioscience, USA) Catalog number SK00752-01 با حساسیت کمتر از ۰/۰۵ ng/mL و کیت ویژه سنجش مقدار IL-10Catalog number BMS215HS (eBioscience, Vienna, Austria) با حساسیت ۰/۰۵ pg/ml و کیت ویژه سنجش مقدار hs-CRP (eBioscience, Vienna, Austria) Catalog number ۸۸–۷۵۰۲–۲۸ با حساسیت ۱۵۰ pg/mL مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نحوه ی محاسبه امتیاز Z

امتیاز Z = (لیپوپروتئین پرچگال-۴۰) + انحراف معیار/(۱۵۰ - تری گلیسرید) + انحراف معیار/(قندخون ناشتا -
انحراف معیار/(۱۳۰ - فشارخون سرخرگی) + انحراف معیار/(۹۴ - دورکمر) + انحراف معیار/(۱۱۰

یافته‌ها

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 استفاده گردید. در (جدول ۱) مقایسه درون گروهی مقادیر شاخص سندروم متابولیک، وزن، درصد چربی، BMI، امتیاز Z گروه EM و CM اشاره شده است. آزمودنی‌های گروه ME در طول ۱۲ جلسه تمرین، با میزان پایبندی ۹۱ درصدی در این تحقیق مشارکت نمودند. طبق اینکه هردو گروه در ابتدا از لحاظ میزان کل کالری دریافتی، کالری دریافتی از پروتئین، کربوهیدرات، چربی و مقادیر امتیاز z، درصد چربی و شاخص توده بدن همگن بودند و باوجود اینکه در نتایج آزمون تی مستقل اختلاف معنی‌داری نداشتند لذا هیچ یک از متغیرها را به عنوان متغیر مخدوش‌گر لحاظ ننمودیم

(جدول ۲). نتایج آزمون آماری تی‌جفتی نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در افزایش IL-10، BDNF و غیرمعنی‌دار hs-CRP گروه تمرین می‌باشد در حالی که تفاوت معنی‌داری در مقادیر گروه کنترل مشاهده نگردید (جدول ۳).

جدول ۱: مقادیر شاخص سندروم متابولیک، وزن، BMI، امتیاز z و مقایسه درون گروهی گروه EM و CM

شاخص	زمان اندازه‌گیری	گروه			
		EM	sig	CM	sig
فشارخون دیاستول (میلی‌مترجیوه)	پیش‌آزمون	۱۳۷/۶۶±۱۷/۴۱	۰/۰۱۵	۱۳۹/۰۰±۱۹/۰۳	۰/۵۶۲
	پس آزمون	۱۲۷/۱۱±۴/۶۰		۱۴۰/۱۲±۱۷/۴۳	
دور کمر (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۱۰۳/۲۵±۹/۷۸	۰/۰۱۳	۱۰۳/۰۸±۸/۹۶	۰/۷۵۲
	پس آزمون	۹۸/۵۳±۸/۴۳		۱۰۳/۷۸±۷/۵۴	
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۱۳۰/۵۸±۶۴/۳۳	۰/۱۲۸	۱۳۰/۴۱±۶۳/۵۹	۰/۴۳۸
	پس آزمون	۱۲۱/۰۶±۴۷/۳۷		۱۳۱/۳۲±۴۶/۴۹	
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۲۱۱/۵۰±۷۹/۹۳	۰/۰۲۲	۲۱۲/۰۸±۷۶/۹۴	۰/۲۷۸
	بعد از یک ماه	۱۶۷/۶۸±۴۹/۷۳		۲۱۴/۳۵±۵۳/۷۸	
لیپوپروتئین پرچگال (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۵۰/۶۶±۱۳/۶۲	۰/۴۱۲	۴۹/۵۰±۱۲/۸۵	۰/۰۲۰
	پس آزمون	۴۹/۹۸±۱۶/۳۸		۴۷/۸۳±۱۲/۵۵	
امتیاز Z	پیش‌آزمون	-۳/۴۶±۱/۷۹	۰/۰۰۸	-۳/۴۹±۱/۷۷	۰/۳۵۹
	بعد از یک ماه	-۱/۸۷±۱/۹۴		-۳/۷۵±۱/۸۰	
BMI	پیش‌آزمون	۳۱/۴۳±۳/۲۷	۰/۰۰۰	۳۱/۸۶±۳/۰۹	۰/۷۵۴
	پس آزمون	۳۱/۲۲±۲/۵۶		۳۲/۱۲±۲/۲۶	
وزن	پیش‌آزمون	۷۵/۹۰±۸/۱۹	۰/۰۰۰	۷۷/۰۴±۸/۴۹	۰/۵۱۷
	پس آزمون	۷۴/۵۶±۷/۶۷		۷۷/۷۸±۴/۵۴	
درصد چربی بدن	پیش‌آزمون	۳۹/۹۲±۵/۴۷	۰/۰۰۰	۳۸/۷۶±۵/۲۳	۰/۰۰۳
	پس آزمون	۳۷/۸۷±۵/۳۴		۳۹/۲۱±۶/۴۸	

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

	گروه تمرین	گروه کنترل	آزمون همسانی واریانس(لون)		Sig
			F	Sig	
کل کالری دریافتی	۲۴۸۳/۷۵±۱۴۵/۲۹	۲۵۴۱/۸۳±۱۱۸/۱۷	۰/۱۶۲	۰/۶۹۱	۰/۲۹۵
کالری دریافتی از پروتئین	۴۹۱/۷۵±۶۱/۰۷	۴۹۶/۰۰±۵۶/۸۱	۰/۱۵۷	۰/۶۹۵	۰/۸۶۲
کالری دریافتی از کربوهیدرات	۱۲۵۶/۰۸±۸۹/۹۶	۱۲۹۷/۸۳±۶۳/۲۸	۰/۶۱۷	۰/۴۴۱	۰/۲۰۴
کالری دریافتی از چربی	۷۳۵/۸۳±۷۹/۳۳	۷۴۳/۴۱±۸۴/۳۸	۰/۰۶۱	۰/۸۰۷	۰/۸۲۳
درصد چربی	۳۹/۹۲±۵/۴۷	۳۸/۷۶±۵/۲۳	۰/۰۰۱	۰/۹۷۱	۰/۶۰۲
BMI	۳۱/۴۳±۳/۲۷	۳۱/۸۶±۳/۰۹	۰/۰۰۱	۰/۹۷۳	۰/۷۵۹
امتیاز Z	-۳/۴۶±۱/۷۹	-۳/۴۹±۱/۷۷	۰/۰۱۱	۰/۹۱۷	۰/۹۶۶

جدول ۳: میزان تغییرات درون گروهی IL-10، hs-CRP، BDNF

	مرحله	IL-10	Sig	hs-CRP	Sig	BDNF	Sig
گروه تمرین	پیش آزمون	۰/۹۵±۰/۱۷	۰/۰۰۰	۲/۷۸±۱/۰۶	۰/۲۲۴	۶/۴۹±۰/۳۷	۰/۰۰۰
	پس آزمون	۱/۳۵±۰/۸۲		۳/۳۲±۱/۲۱		۱۱/۷۸±۲/۷۳	
گروه کنترل	پیش آزمون	۰/۹۷±۰/۲۰	۰/۲۵۴	۲/۷۲±۰/۹۹	۰/۵۲۸	۶/۳۶±۰/۳۶	۰/۲۵۰
	پس آزمون	۰/۹۶±۰/۳۱		۳/۰۰±۱/۲۳		۶/۲۹±۰/۳۲	

جدول ۴: مقایسه بین گروهی IL-10، hs-CRP، BDNF

متغیر	EM	CM	sig
hs-CRP	۳/۳۲±۱/۲۱	۳/۰۰±۱/۲۳	۰/۲۸۹
IL-10	۱/۳۵±۰/۸۲	۰/۹۶±۰/۳۱	۰/۰۰۰
BDNF	۱۱/۷۸±۲/۷۳	۶/۲۹±۰/۳۲	۰/۰۰۰

نتایج آزمون آماری تی مستقل نشان دهنده تفاوت معنی‌دار IL-10، BDNF می‌باشد درحالیکه در مقادیر hs-CRP تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴).

بحث

در این تحقیق، چهار هفته تمرین هوازی با شدت متوسط موجب کاهش گلوکز از ۱۳۰ به ۱۲۱، تری‌گلیسرید از ۲۱۱ به ۱۶۷، لیپوپروتئین پرچگال از ۵۰ به ۴۹، دور کمر از ۱۰۳ به ۹۸ و همچنین فشار خون از ۱۳۷ به ۱۲۷ را موجب گردید که این تغییرات در کاهش میزان گلوکز و لیپوپروتئین پرچگال معنی‌دار نبود (P> ۰/۰۵) ولی کاهش مقادیر تری‌گلیسرید، دور کمر و فشار خون معنی‌دار می‌باشد (P< ۰/۰۵). در مجموع امتیاز Z شاخص-های سندروم متابولیک از ۳/۴۶- به ۱/۸۷- افزایش یافت و این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار بود (P< ۰/۰۵) که این افزایش گواه بهبود وضعیت شاخص‌های سندروم متابولیک می‌باشد و نشان دهنده‌ی تاثیر یک ماه تمرین هوازی با شدت متوسط بر مجموع امتیاز Z شاخص‌های سندروم متابولیک می‌باشد. طبق بررسی‌هایی که در میزان درصد چربی، وزن و BMI صورت گرفت این متغیرها نیز در اثر تمرین هوازی یک ماهه تغییر یافت، وزن از ۷۵/۹ به ۷۴/۵، درصد چربی از ۳۹/۹ به ۳۷/۸ و همچنین میزان شاخص توده بدن از ۳۱/۴۳ به ۳۱/۲۲ کاهش یافت که این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار بود (P< ۰/۰۵). در مقابل مقادیر شاخص‌های سندروم متابولیک در گروه کنترل بدین ترتیب می‌باشد: افزایش گلوکز از ۱۳۰ به ۱۳۱/۳، تری‌گلیسرید از ۲۱۲ به ۲۱۴، دور کمر از ۱۰۳ به ۱۰۳/۷، فشار خون از ۱۳۹ به ۱۴۰ و همچنین موجب کاهش لیپوپروتئین پرچگال از ۴۹ به ۴۷ گردید که این تغییرات در افزایش میزان گلوکز، تری گلیسرید و فشار خون معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) ولی کاهش مقادیر لیپوپروتئین پرچگال و افزایش دور کمر و درصد چربی بدن معنی‌دار می‌باشد (P< ۰/۰۵). در مجموع امتیاز Z شاخص-های سندروم متابولیک از ۳/۴۹- به ۳/۷۵- کاهش یافت و این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبوند (P>۰/۰۵). طبق بررسی‌ایی که در مقادیر وزن و BMI صورت گرفت این متغیرها نیز در گروه کنترل پس از یک ماه تغییر یافت، وزن از ۷۷ به ۷۷/۷ و همچنین میزان شاخص توده بدن از ۳۱/۸ به ۳۲/۱۲ افزایش یافت، این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبوند (P>۰/۰۵). انجام یک ماه تمرین هوازی با شدت متوسط موجب افزایش معنی‌دار IL-10 از ۰/۹۵ به ۱/۳۵ شد (P<۰/۰۵) و همچنین تغییر معنی‌دار درhs-CRP ایجاد نشد (P>۰/۰۵). نتایج تحقیق حاضر با نتایج Christiansen و همکاران و Lee و همکاران ۲۰۱۴ همخوانی دارد (۲۰-۱۹). Almeida و همکاران ۲۰۱۳ تاثیر و عدم تاثیر ۱۰ روز فعالیت ورزشی را به ترتیب بر میزان IL-10 و IL-6 را گزارش کردند، میزان IL-6 و IL-10 در تحقیق Almeida و همکاران افزایش معنی‌داری داشت(P<۰/۰۵). یافته‌های Almeida و همکاران نشان از این دارد که ۱۰ روز تمرین ورزشی برای کاهش IL-6 کافی نمی‌باشد و فرد باید دوره تمرینی بیشتری را انجام دهد (۱۷). باتوجه به اینکه طول دوره تمرینی در تحقیق حاضر یک ماه می‌باشد و طبق اینکه مقدار hs-CRP تغییر معنی‌داری نکرد می‌توان گفت برای ایجاد سازگاری و کاهش عوامل التهابی انجام تمرین می‌بایست بیشتر از یک ماه باشد. Gomes و همکاران ۲۰۱۳ تاثیر و عدم تاثیر ۱۰ روز فعالیت ورزشی متوالی را به ترتیب بر میزان عوامل ضد التهابی و عوامل التهابی را اظهار داشتند (۱). Gomes و همکاران در مقایسه درون گروهی خود تغییر معنی‌داری را از بابت میزان hs-CRP، TNF، IL6 را مشاهده نکردند (P>۰/۰۵) ولی افزایش میزان IL10 معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، نکته تحقیق Gomes و همکاران این بود که نسبت عوامل التهابی به عامل ضد التهابی کاهش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)(۱). این مشاهدات نشان دهنده آن می باشد که مدت زمان بیشتری برای کاهش عوامل التهابی لازم می‌باشد و در مقابل می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تغییر مثبت در میزان IL-10 از مراحل اولیه تمرین اتفاق می‌افتد. با توجه به نتایج آزمون آماری تی تک نمونه‌ای در تحقیق حاضر میزان گلوکز، تری‌گلیسرید، سایز دور کمر، فشار خون بعد از یک ماه تمرین هوازی با شدت متوسط تغییر معنی‌داری با نورم‌های طبیعی خود نداشتند. درحالیکه درصد چربی بدن و BMI بعد از یک ماه تمرین هنوز بطور معنی‌داری بالاتر از نورم طبیعی می‌باشد (P=۰/۰۰۰) شاید علت عدم کاهش hs-CRP در تحقیق حاضر بالا بودن درصد چربی بدن و BMI از نورم طبیعی باشد. لازم بذکر است زمان نمونه‌گیری در تحقیق Almeida و همکاران (۱۷) و Gomes و همکاران (۱) یک ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی می‌باشد. این احتمال وجود دارد اگر زمان نمونه‌گیری پس از ۳ الی ۴ روز از آخرین جلسه تمرینی انجام می‌گرفت مقدار عوامل التهابی کاهش معنی‌داری را تجربه می‌کرد. دورس‌استین‌اسوولد پس از سه ماه تمرین استقامتی شدید هیچ تغییر معنی‌داری را در میزان سطوح سرمی IL6 و hs-CRP مشاهده نکردند البته میزان TNF کاهش یافته بود ولی این میزان معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). باتوجه به اطلاعات حاصل از تحقیق می‌توان این عدم کاهش را به بالا بودن فشار خون ۱۴۰، تری گلیسرید ۲۳۰، دور کمر ۱۰۹/۶ و کم بودن زمان تمرین (۱۶ دقیقه) در هرجلسه مربوط دانست. Christiansen و همکاران نیز پس از سه ماه تمرین استقامتی هیچ تغییری در میزان عوامل التهابی IL6 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 (۱۹). با توجه به کاهش معنی‌دار وزن بدن و دور کمر (P<۰/۰۵) علت عدم کاهش IL-6 در پژوهش یاد شده را احتمالا می‌توان به زمان خون‌گیری

نزدیک به آخرین جلسه تمرینی مربوط دانست. چرا که بر اساس مطالعات گذشته زمان خون‌گیری مطلوب برای حذف عوامل تاثیرگذار بر سطوح فاکتورهای التهابی ۳ یا ۴ روز بعد از آخرین جلسه تمرینی می‌باشد(۲۷).

نتایج Balducci و همکاران(۲۸) و نیز Oberbach و همکاران (۲۲) با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. علت عدم همخوانی را یکسان نبودن طول دوره تمرین و شدت تمرین می‌توان ذکر نمود. در تحقیق مذکور آزمودنی‌ها یک سال تمرین با شدت بالا، هر هفته دو بار و هر جلسه ۶۰ دقیقه را انجام دادند در حالیکه در تحقیق حاضر یک ماه تمرین هر هفته سه جلسه و هر جلسه تقریبا در آخرین ماه از تمرین ۳۳ دقیقه تمرین انجام دادند(۲۸و۲۲). در تحقیق حاضر مقادیر BDNF در پیش آزمون ۶/۴۹ بود که پس از یک ماه تمرین هوازی با شدت متوسط به ۱۱/۷۸ افزایش یافت که این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد (**P**<۰/۰۵). باتوجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر می‌توان کاهش معنی‌دار تری گلیسرید، سایز دور کمر، فشار خون، درصد چربی بدن، وزن، BMI و افزایش معنی‌دار امتیاز Z حاصل از شاخص‌های سندروم متابولیک را موثر در افزایش عامل تغذیه کننده مشتق از مغز دانست. نتایج همبستگی پیرسون نیز رابطه‌ی منفی و معنی‌داری را بین کاهش تری‌گلیسرید، سایز دور کمر، فشار خون، درصد چربی بدن، وزن، BMI و BDNF را نشان می‌دهد. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین امتیاز Z وBDNF مشاهده گردید(**P**<۰/۰۵). با وجود اینکه کاهش گلوکز معنی‌دار نبود ولی مقدار گلوکز پس از یک ماه تمرین هوازی با شدت متوسط ۱۱۸ شد که نزدیک به مقدار معیار (گلوکز ۱۱۰) می‌باشد و نتایج حاصل از آزمون آماری تی تک نمونه‌ای(One sample T Test) نشان از عدم تفاوت معنی‌داری مقدار گلوکز پس از یک ماه تمرین هوازی با نورم طبیعی بود (**P**=۰/۶۱۳). این عدم تفاوت نشان از این موضوع دارد که تمرینات یک ماهه در ایجاد عدم تفاوت گلوکز پس آزمون با مقدار گلوکز معیار موثر می‌باشد با انجام آزمون آماری همبستگی پیرسون، همبستگی بین تغییرات گلوکز و BDNF منفی و معنی‌دار می‌باشد (**P**<۰/۰۵).

نتایج آزمون همبستگی پیرسون رابطه‌ی مثبت و معنی‌داری را بین افزایش IL-10 و افزایش عامل تغذیه کننده‌ی مشتق از مغز نشان داد (**P**<۰/۰۵) همچنین رابطه‌ی معنی‌داری بین hs-CRP و BDNF مشاهده نگردید (**P**>۰/۰۵). طبق نتایج تحقیق می‌توان گفت افزایش BDNF در ارتباط با افزایش عوامل ضد التهابی می‌باشد و این احتمال وجود دارد که کاهش عوامل التهابی با ادامه تمرینات موجب افزایش مضاعف BDNF گردد. افزایش IL-10 از طریق مکانیسم زیر موجب افزایش بیان BDNF می‌گردد. فعال شدن NF-κB موجب جلوگیری از بیان BDNF می‌گردد. افزایش IL-10 در سیتوپلاسم فعالیت NF-κB را در دو مرحله متوقف می‌کند: بوسیله توقف فعالیت IKK و بوسیله جلوگیری از اتصال NF-κB به DNA (۲۹) در نهایت افزایش IL-10 منجر به افزایش بیان BDNF می‌گردد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق Babaei و همکاران همخوانی ندارد. Babaei و همکاران کاهش BDNF را پس از شش هفته تمرین هوازی باشدت متوسط را گزارش نمودند (۲۴). این درحالی بود که سطوح BDNF در پیش آزمون بالا بود (۲۴) و علت آن پاسخ جبرانیBDNF در مراحل اولیه سندروم متابولیک می‌باشد. علت کاهش سطوح BDNF در اثر تمرین را افزایش پردازش سلولی (سنتز، ترشح، جذب و تجزیه) گزارش کردند (۳۰). به هرحال با مشاهده کاهش BDNF به همراه بهبود وضعیت متابولیک در آزمودنی های سندروم متابولیک در پاسخ به تمرین هوازی، به نظر می رسد که شاید بتوان از تغییرات BDNF به عنوان ملاک پایش بهبود وضعیت سلامتی در افراد در معرض خطر استفاده کرد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق Lee و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد. میزان کاهش وزن در تحقیق Lee و همکاران، BMI و چربی همچون تحقیق حاضر معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) که علت افزایش میزان BDNF را می‌توان کاهش معنی‌دار وزن، BMI و چربی ربط داد (۲۰).

نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت چهار هفته تمرین ورزشی با شدت متوسط موجب افزایش معنی‌دار سطوح IL-10 و غیرمعنی‌دار hs-CRP می‌گردد. همچنین می‌توان علت افزایش سطوح پایه BDNF را افزایش IL-10 عنوان نمود.

قدردانی

از تمام آزمودنی ها که در این تحقیق شرکت نمودند سپاسگزاریم. همچنین از ریاست محترم بنیاد شهید که فضای اجرایی تحقیق را در اختیار قرار دادند کمال تشکر را داریم.

ملاحظات اخلاقی

پروتکل این مطالعه در کمیته پزشکی دانشگاه علوم پزشکی استان سمنان به شماره مرجع IR.SEMUMS.REC.1396.107 به تایید رسیده است.

منافع متقابل

مؤلف اظهار می دارد که منافع متقابلی از تالیف و یا انتشار این مقاله ندارد.

مشارکت مؤلفان

ع اوصالی و همکاران طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را بر عهده داشتند همچنین مقاله را تالیف نموده و نسخه نهایی آن را خوانده و تایید می نمایند.

References

1. Gomes da Silva S, Simões PSR, Mortara R A, Scorza F A, Cavalheiro E A, Arida R M, et al. Exercise-induced hippocampal anti-inflammatory response in aged rats. *Neuroinflammation*.2013;**10**:61-66.doi:10.1186/1742-2094-10-61
2. Osali A, Choobineh S, Soori R, Ravasi A. A, Mostafavi H. The Effect of three month aerobic exercise whit moderate intensity on IL-6, IL-10, and cognitive performance in 50-65 years old women with syndrome metabolic. *ZUOMS*. 2017;**25**(110):1-12.doi:10.18869/1606-9366-25-110
3. Osali A, Mostafavi H. The Effect of Six month aerobic exercise with moderate intensity on BDNF, IL-6, and Short-term memory in 50-65 years old women with syndrome metabolic. *Yafteh*. 2017;**19**(4):88-101. doi:10.18869/1563-0773-19-4
4. Osali A, Choobineh S, Soori R, Ravasi A.A, Mostafavi H. The Effect of Three -Month Aerobic Exercise with Moderate Intensity on IL1β, IL-6, and brain volume in 50-65 Years Old Women with Metabolic Syndrome. *Yafteh*. 2017;**19**(2):60-71. doi:10.18869/1563-0773-19-2
5. Osali A, Eskandari M. The Effect of three months aerobic exercise with moderate intensity on serum BDNF and TNF-α in women with metabolic syndrome *MUOMS*. 2016;**59**(4):242-51.
6. Rader DJ. Inflammatory markers of coronary risk. *N Engl J Med* 2000;**343**:1179-1182.doi: 10.1056/NEJM200010193431609
7. Ye SM, Johnson RW. An Age-Related Decline in Interleukin-10 May Contribute to the Increased Expression of Interleukin-6 in Brain of Aged Mice. *Neuroimmunomodulation* 2001;**9**:183-192. doi: 10.1159/000049025
8. Viviani B, Boraso M. Cytokines and neuronal channels: a molecular basis for age-related decline of neuronal function?*Exp Gerontol* 2011;**46**(2-3):199-206. doi: 10.1016/j.exger.2010.09.008
9. Phillips C, Baktir MA, Srivatsan M, Salehi A. Neuroprotective effects of physicalactivity on the brain: a closer look at trophic factor signaling. *Cellular Neuroscience* 2014;**8**:1-16. doi: 10.3389/fncel.2014.00170
10. 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
11. Tanaka S, Ide M, Shibutani T, Ohtaki H, Numazawa S, Shioda S, et al. Lipopolysaccharide-induced microglial activation induces learning and memory deficits without neuronal cell death. *J Neurosis Res* 2006;**83**:557-566.doi: 10.1002/jnr.20752
12. 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
13. Christos Kasapis M. The Effects of Physical Activity on Serum C - reactive protein and Inflammatory Markers. *Journal of the American College of Cardiology* 2005;**45**(10):1563-1569.doi: 10.1016/j.jacc.2004.12.077
14. Meek TH, Wisse BE, Thaler JP, Guyenet SJ, Matsen ME, Fischer JD, et al. BDNF action in the brain attenuates diabetichyperglycemia via insulin-independent inhibition of hepatic glucose production. *Diabetes* 2013;**62**(5):1512-1518. doi.10.2337/db12-0837
15. Krabbe KS, Nielsen AR, Krogh-Madsen R, Plomgaard P, Rasmussen P, Erikstrup C, et al. Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and type 2 diabetes. *Diabetologia* 2007;**50**(2):431-438.
16. 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.
17. Almeida AAd, Silva SGd, Fernandes J, Peixinho-Pena LF, Scorza FA, Cavalheiro EA, et al. Differential effects of exercise intensities in hippocampal BDNF, inflammatory cytokines and cell proliferation in rats during thepostnatal brain development. *Neuroscience Letters* 2013; **553**: 1-6 doi: 10.1016/j.neulet.2013.08.015
18. 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
19. 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):E824-831.doi:10.1152/ajpendo.00574.2009
20. Lee SS, Yoo JH, Kang S, Woo JH, Shin KO, Kim KB, 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
21. Troseid M, Lappegard KT, Mollnes TE, Arnesen H, Seljeflot I. The effect of exerciseon 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
22. 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: 10.1080/02640411003702686

23. 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
24. Babaei P, damirchi a, Alamdari KA. 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.
25. Yaffe K, Weston AL, Blackwell T, Krueger KA. The Metabolic Syndrome and Development of Cognitive Impairment among Older Women. *Arch Neurol* 2009;**66**:324-328.doi: 10.1073/pnas.1015950108
26. Dahl A, Hassing LB, Fransson E, Berg S, Gatz M, Reynolds CA, et al. Being Overweight in Midlife Is Associated With Lower Cognitive Ability and Steeper Cognitive Decline in Late Life. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2010;**65**:57-62.doi: 10.1093/gerona/glp035
27. 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: 10.1093/gerona/glp035
28. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P,et al. Anti-inflammatory effectof exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutr Metab Cardiovascular Dis* 2010;**20**:608-617. doi: 10.1016/j.numecd.2009.04.015
29. Schottelius AJ, Mayo MW, Sartor RB, Baldwin AS, Jr. Interleukin-10 signaling blocks inhibitor of kappaB kinase activity and nuclear factor kappaB DNA binding. *J Biol Chem*1999;**274**(45):31868-31874. doi: 10.1074/jbc.274.45.31868
30. Ramsbottom R, Currie J, Gilder M. Relationships between components of physical activity, cardiorespiratory fitness, cardiac autonomichealth, and brain-derived neurotrophic factor. *Journal of sports sciences* 2010;**28**:843-849. doi: 10.1080/02640411003702686