

دو فصلنامه مطالعات کاربردی تندرستی در
فیزیولوژی ورزش
سال سوم، شماره اول؛ بهار و تابستان ۱۳۹۵
صفحات ۱۲۸-۱۱۵

مقایسه سطوح استراحتی ویسفاتین کاراته‌کاران حرفه‌ای و غیر ورزشکاران متعاقب مصرف
مکمل امگا ۳ با دو دوز متفاوت به همراه فعالیت ورزشی شدید
اقبال موسوی فر^{۱*}، خسرو جهان سیر^۱

۱. اداره آموزش و پرورش شهرستان مراغه. مراغه. ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۶

چکیده

التهابات ناشی از فعالیت‌های ورزشی موجب افزایش سایتوکاین‌هایی همچون ویسفاتین می‌شود. درحالی‌که سایتوکاین‌های التهابی به وسیله محرک‌های فیزیولوژیکی همچون مکمل‌های غذایی تنظیم می‌شوند؛ بنابراین هدف از مطالعه حاضر مقایسه سطوح استراحتی ویسفاتین کاراته‌کاران حرفه‌ای و غیر ورزشکاران متعاقب مصرف مکمل امگا ۳ با دو دوز متفاوت به همراه فعالیت ورزشی شدید است. بدین منظور ۵۶ مرد با میانگین سنی $24 \pm 4/05$ سال، قد $177/56$ سانتی‌متر، شاخص توده بدنی $23/75$ کیلوگرم بر مترمربع و حداکثر اکسیژن مصرفی $31/311$ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه در دو گروه ۲۸ نفر ورزشکار کاراته‌کار و ۲۸ نفر غیر ورزشکار به صورت هدفمند انتخاب شده و سپس هرکدام از گروه‌ها به صورت تصادفی به چهار گروه ۷ نفر تقسیم شدند: گروه ورزشکار شامل: (مصرف $1/2$ گرم امگا ۳ + فعالیت ورزشی؛ مصرف $1/8$ امگا ۳ + فعالیت ورزشی؛ دارونما + فعالیت ورزشی و گروه غیر ورزشکار نیز شامل: (مصرف $1/2$ گرم امگا ۳؛ مصرف $1/8$ گرم امگا ۳؛ دارونما و گروه کنترل) تقسیم شدند. نمونه‌های خونی در هر دو گروه ورزشکاران و غیر ورزشکاران ۴۸ ساعت قبل و پس از آخرین جلسه تمرینی و مصرف نکردن هرگونه ماده غذایی حاوی امگا ۳ به دنبال ناشتایی شبانه ۱۲ ساعته جمع‌آوری شد ویسفاتین به روش الایزا اندازه‌گیری شد. تحلیل واریانس و آزمون تعقیبی توکی نشان داد که تمرینات ورزشی با شدت بالا به همراه مصرف مکمل امگا ۳ با دو دوز متفاوت به مدت چهار هفته بر سطوح استراحتی ویسفاتین کاراته‌کاران نخبه و همچنین غیر ورزشکاران تأثیر معناداری دارد.

کلمات کلیدی: امگا ۳، ویسفاتین، کاراته‌کاران، غیر ورزشکاران.

* آدرس نویسنده مسئول: اقبال موسوی فر، اداره آموزش و پرورش شهرستان مراغه، تلفن: ۰۹۱۴۳۲۱۶۳۱۱ آدرس الکترونیکی e_mosavifar@yahoo.com

Biannual JAHSSP
Volume 3, Number 1; 2015
115-128

Compare of resting levels of Visfatin in professional karate's and non-athletes, with two different doses of omega-3 supplementation along with intense physical activity

Eghbal mosavifar^{1*}, Khosro Jahansier¹
1. Maragheh City Department of Education

Abstract

High intensity exercises increased cytokines of such as visfatin. However, cytokines that are regulated by physiological stimuli such as dietary supplements. Thus, this study was designed to assess effect of contraction high intensity exercise training and supplementation omega-3 with two different doses levels on Visfatin, in elite karate athletes and compare with non-athletes. Therefore 56 males, mean age $24 \pm 4/05$ years, height 56.177 cm, 23.75 kg of body mass and maximal oxygen consumption per minute at 31.311 ml kg groups were karate athletes and non-athletes participated in this study. Athletes and non-athletes subjects in both groups were, Then each of the main groups divided to 4 groups: Athlete groups Include supplements and exercise groups with 2 doses divided: [e+s (1.2 g/d); e+s (1.8 g/d); p+e and e] and non-athletes groups Include supplements: [s (1.2 g/d); s (1.8 g/d); p and co]. Blood samples from athletes in the following 48 hours ago and after the last training session and no consume any food containing omega-3 following the 12- hour overnight fasting and in the non-athletes group following 48 hours do not consume foods containing omega-3 following the 12-hour overnight fasting were collected. And the Visfatin, in measured by ELISA method and statistical analysis of data showed through the variance factor and post hoc Tokay test to determine where the differences between the groups showed: High- intensity exercise with omega- 3 supplementation for four weeks with two different doses on resting levels of Visfatin has effect on elite karate and also, omega3 supplementation with two different doses has effect on non- athletes.

Key word: omega-3, Visfatin, elite karate athletes, non-athletes.

* **Corresponding Author:** Eghbal mosavifar, Maragheh City Department of Education, Tel: 09143216311, Email: e_mosavifar@yahoo.com

مقدمه

دوره‌های تمرین و رقابت شدید جزء جدایی‌ناپذیر فعالیت ورزشی، ورزشکاران حرفه‌ای است؛ اما پس از اجرای تمرینات شدید و مداوم و شرکت در مسابقات، در یک دوره معین کاهش قابل توجهی در عملکرد دستگاه ایمنی ورزشکاران حرفه‌ای مشاهده می‌شود که پاسخ سیستم ایمنی با توجه به شدت تمرین تغییر می‌کند و با ایجاد پنجره باز در دستگاه ایمنی موجب افزایش احتمال ابتلا به عفونت در ورزشکاران می‌شود (مک کینون^۱ و همکاران، ۲۰۰۳ و احمدی و همکاران، ۱۳۹۴، ص. ۲۵-۱۶). ایجاد آسیب عضلانی و التهابی، به شدت، نوع و مدت تمرینات بستگی دارد (نیمن^۲ و همکاران، ۲۰۰۳، ص. ۱۹۲۵-۱۹۱۷؛ آن‌دراد و همکاران، ۲۰۰۷، ص. ۱۴۰-۱۳۹^۳). آسیب‌ها همچنین می‌تواند افزایش یا کاهش سایتوکین‌ها را در پی داشته باشد (پدرسن و جزایو^۴، ۲۰۰۸، ص. ۱۴۰۶-۱۳۷۹).

ویسفاتین از جمله سایتوکین‌هایی است که در فرایند التهابی نقش دارد. این سایتوکین نقش خود را در تولید و یا تحریک سنتز عوامل التهابی اعمال می‌کند. همچنین، در بافت چربی احشایی افراد چاق به میزان بیشتری تولید می‌شود، بنابراین کاهش وزن می‌تواند موجب کاهش غلظت ویسفاتین شود (برنتانو^۵ و همکاران، ۲۰۰۷، ص. ۲۸۳۹-۲۸۲۹؛ داهی^۶ و همکاران، ۲۰۱۲، ص. ۲۴۳-۲۲۹). شیوه و نوع تمرینات ورزشی و همچنین تغذیه مکمل‌های غذایی همچون امگا ۳ از عواملی است که می‌تواند به ورزشکاران در کاهش میزان التهاب کمک کند. از سوی دیگر هر دو عامل می‌تواند در عناصر تأثیرگذار بر التهاب چون ویسفاتین مؤثر باشد (مک کینون و همکاران، ۲۰۰۳). پیچیدگی تمرینات ورزشی نتایج متنوعی را درباره سیستم ایمنی بدن و ویسفاتین به وجود آورده است. تحقیقات نشان داده است که فعالیت‌های ورزشی قدرتی و استقامتی باعث کاهش درصد چربی بدن می‌شود (رضایی شیرازی و حسینی، ۱۳۹۲، ص. ۵۸-۴۷). هردو نوع شیوه تمرینی توانسته محرک‌های لازم را برای کاهش توده چربی اعمال نماید تا به واسطه آن در کاهش سطح ویسفاتین پلازما مؤثر باشد (رضایی شیرازی و حسینی، ۱۳۹۲، ص. ۵۸-۴۷؛ چوآی^۷ و همکاران، ۲۰۰۷، ص. ۴۴۲-۴۳۷؛ برندت^۸ و همکاران، ۲۰۰۵، ص. ۲۹۱۶-۲۹۱۱؛ روس^۹ و همکاران، ۲۰۰۰، ص. ۱۰۳-۹۲). این در حالی است که بعضی پژوهش‌های دیگر تأثیر فعالیت‌های ورزشی را بر ویسفاتین رد می‌کنند (سی او^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۷، ص. ۲۶-۲۱).

1. Mackinnon
2. Nieman
3. Andrad
4. Pedersen & Febbraio
5. Brentano
6. Dahii
7. Choi
8. Bernd
9. Roos
10. Seo

مکمل‌های غذایی همچون امگا ۳ نیز با تنظیم مقدار سایتوکین‌ها و همچون ویسفاتین در بدن فعالیت‌های شیمیایی را کنترل می‌کنند (حسین‌زاده عطار و حاجیان فر، ۱۳۹۲، ص. ۱۴۵۹-۱۴۵۰). در این ارتباط بعضی از پژوهش‌ها خواص ضدالتهابی امگا ۳ را که قادر به کاهش میزان التهاب و همچنین تأثیرگذاری بر سایتوکین‌هاست، نشان داده‌اند (کالو و همکاران، ۲۰۰۵، ص. ۱۷۲۸-۱۷۲۳)^۱. همچنین جاودزوس^۲ و همکاران (۲۰۰۸، ص. ۱۳۴۲-۱۳۳۶) اعتقاد دارند که امگا ۳ می‌تواند ترشح بیش‌ازحد سایتوکین‌ها را کاهش داده و تحت کنترل درآورد. سطح سایتوکین‌ها در خون ارتباط غیرمستقیم با بیماری‌های خود ایمنی و التهاب مزمن دارد (سیلویا^۳ و همکاران، ۲۰۱۱، ص. ۶۱۲-۵۹۹). پژوهشگران معتقدند که امگا ۳ می‌تواند غلظت سرمی ویسفاتین را تغییر داده و باعث افزایش آن شود (حسین‌زاده عطار و همکاران، ۱۳۹۱، ص. ۳۲-۲۶). همچنین تفاوت معناداری را در توده چربی بدن، دور کمر، دور باسن و نسبت آن‌ها و همچنین ویسفاتین بعد از تأثیر مداخله‌گر امگا ۳، مشاهده کردند (حسین‌زاده و حاجیان فر، ۱۳۹۲، ص. ۱۴۵۹-۱۴۵۰).

بر اساس یافته‌ها، هیچ‌کدام از پژوهش‌ها اثر مقادیر دوز مصرفی امگا ۳ را بر متغیرها مطالعه نکرده‌اند. در این پژوهش، با ترکیب فعالیت‌های ورزشی خاص و مکمل امگا ۳ اثرگذاری این دو عامل بر سطوح ویسفاتین و نهایتاً بر التهاب ورزشکاران حرفه‌ای و غیر ورزشکاران مورد بررسی قرار گرفته است و محقق در نظر دارد، مصرف ۴ هفته مکمل امگا ۳ با دو دوز (۱/۲ گرم و ۱/۸ گرم) به همراه چهار هفته تمرینات ورزشی با شدت بالا در افراد ورزشکار حرفه‌ای (کاراته‌کاران نخبه) و غیرورزشکاران را مطالعه نماید.

روش

پژوهش حاضر کاربردی بوده و روش انجام پژوهش از نوع نیمه تجربی است. جامعه آماری این پژوهش را ۵۶ نفر از ورزشکاران حرفه‌ای کاراته‌کا و غیر ورزشکار شهرستان قزوین تشکیل می‌دهند، ۲۸ نفر از کاراته‌کاران نخبه و ۲۸ نفر از غیر ورزشکاران به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شده و به صورت تصادفی در ۸ گروه ۷ نفر به شکل گروه ورزشکار به: ۱- مصرف ۱/۲ گرم امگا ۳ + تمرینات ورزشی ۲- مصرف ۱/۸ گرم امگا ۳ + تمرین ورزشی ۳- دارونما + تمرین ورزشی و ۴- گروه تمرین ورزشی تقسیم شدند. گروه غیر ورزشکار نیز هم به گروه‌های ۵- مصرف ۱/۲ گرم امگا ۳، ۶- مصرف ۱/۸ گرم امگا ۳، ۷- دارونما و ۸- گروه کنترل تقسیم شدند و مشخصات عمومی آن‌ها شامل: قد، وزن، توده بدن، درصد چربی، حداکثر اکسیژن مصرفی، پروتئین، مواد معدنی، کل آب بدن (TBW)، حجم عضله، کالری مصرفی روزانه، عوامل خونی، پروفایل چربی و ایمنی اندازه‌گیری شد.

1. Calo
2. Javed Zous
3. Silva

مقایسه سطوح استراحتی ویسفاتین کاراته‌کاران حرفه‌ای و غیرورزشکاران متعاقب مصرف مکمل امگا ۳ □ ۱۱۹

برای جمع‌آوری داده‌ها، اندازه‌گیری از قد، وزن، ترکیب بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی ($VO_2 \max$) انجام گرفت. بدین منظور آزمودنی‌ها بدون کفش و کاملاً پشت صاف درروی دستگاه قد سنج ایستاده و اندازه‌گیری قد به سانتی‌متر ثبت شد و وزن آزمودنی‌ها نیز به کیلوگرم ثبت گردید.

اطلاعات مربوط به ترکیب بدن شامل توده بدنی، توده بدون چربی، درصد چربی بدن، میزان متابولیسم پایه، درصد پروتئین، مواد معدنی، کل آب بدن (TBW)، حجم عضله توسط دستگاه Body composition ساخت کشور کره جنوبی اندازه‌گیری شد و قبل از اندازه‌گیری، آزمودنی‌ها به علت حساسیت دستگاه از خوردن و نوشیدن منع شدند.

برای تعیین $VO_2 \max$ در گروه ورزشکاران، آزمودنی‌ها تمرین فزاینده‌ای را با شدت ۷۰ تا ۸۵٪ حداکثر ضربان قلب با فرمول زیر انجام دادند که توسط ضربان سنج پولار که به بازوی آزمودنی‌ها وصل شد اندازه‌گیری گردید.

$$1) \text{HR}_{\text{Max}} = 220 - \text{سن}$$

استراحت $\text{HR} - \text{HR}_{\text{Max}} =$ ضربان قلب ذخیره $(\% \text{HRR})^2$

(ضربان قلب استراحت - ضربان قلب بیشینه) $0.70 +$ ضربان قلب استراحت = ضربان قلب نشان $(\% \text{THR})^3$

سپس مقدار حداکثر ضربان قلب، شدت تمرین و حداکثر اکسیژن مصرفی ($VO_2 \max$) محاسبه شد.

همچنین در گروه غیرورزشکار نیز از آزمون زیربیشینه پله مک آردل (Mc-Ardle یا Queen's college) برای تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی استفاده گردید.

آزمودنی‌ها هیچ‌گونه بیماری جسمی یا روحی نداشته و در طول دوره مصرف امگا ۳ از خوردن ماهی و فرآورده‌های آن و همچنین مکمل‌های ویتامینی منع شدند. ورزشکاران سابقه شرکت در مسابقات داخلی و خارجی را داشتند و هیچ‌کدام دخانیات و دارو مصرف نمی‌کردند.

از سوی دیگر ۲ گروه (ورزشکار و غیر ورزشکار) روزانه به مقدار ۱۸۰۰ میلی‌گرم امگا ۳ که در مجموع روزانه سه وعده، حاوی ۳۲۴۰۰ میلی‌گرم EPA (ایکوزاپنتانوئیک اسید) و ۲۱۶۰۰ میلی‌گرم DHA (دوکوزهگزانوئیک اسید) و گروه دوم (ورزشکار و غیر ورزشکار) روزانه به مقدار ۱۲۰۰ میلی‌گرم که در مجموع روزانه سه وعده، حاوی ۲۱۶۰۰ میلی‌گرم ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم دوکوزهگزانوئیک اسید (DHA) و گروه دارونما (ورزشکار و غیر ورزشکار) روزانه ۶ عدد کپسول امگا ۳ مصرف کردند و دو گروه کنترل (ورزشکار و غیرورزشکار) هیچ‌گونه مکمل یا دارویی مصرف نکردند.

همزمان با مصرف مکمل در گروه ورزشکاران هر ۴ گروه در برنامه تمرینی ورزشی نیز شرکت داشتند که برنامه تمرین با شدت ثابت و مطابق با فصل مسابقات بود (جدول ۱).

پس از چهار هفته مصرف امگا ۳ و اجرای تمرینات ورزشی نمونه‌های خونی آزمودنی جمع‌آوری شد.

1. Heart Rate Maximum
2. Heart Rate Reserve
3. Target Heart Rate

بدین منظور ۴۸ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی، خون محیطی به میزان ۱۰ میلی‌لیتر درحالی‌که آزمودنی‌ها به مدت ۱۵ دقیقه بر روی صندلی نشسته بودند از ورید بازویی تهیه گردید. لازم به ذکر است که همه آزمودنی‌ها ۱۲ ساعت قبل از جمع‌آوری نمونه خونی در حالت ناشتا بودند و نمونه‌های خونی بین ساعت ۸ تا ۱۰ صبح از داوطلبین گرفته شد. میزان ویسفاتین پلاسمای خون با استفاده از روش الایزا و به‌وسیله کیت آزمایشگاهی مارک ایستویوفارم مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای توصیف و تحلیل داده‌ها از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی و رسم نمودارها در قالب روش‌های آمار توصیفی انجام شد. در بخش آمار استنباطی به‌منظور بررسی طبیعی بودن توزیع متغیرها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد و از آزمون لوین جهت بررسی تجانس واریانس، برای بررسی تغییرات از مدل آماری تحلیل واریانس عاملی استفاده شد و از آزمون تعقیبی توکی نیز برای تعیین محل تفاوت بین گروهی استفاده گردید. سطح معناداری نیز برای تمام محاسبات ($P < 0/05$) در نظر گرفته شد.

جدول ۱: برنامه تمرینی گروه ورزشکار

| نوع تمرین | تمرینات کششی | دویدن هوازی | گرم کردن مفاصل | تمرین مهارتی | تمرین در شرایط مسابقه | ریکاوری | کل تمرین |
|-----------|--------------|-------------|----------------|--------------|-----------------------|-----------|------------------|
| مدت | ۸ دقیقه | ۱۲ دقیقه | ۷ دقیقه | ۱۸ دقیقه | ۴۰ دقیقه | ۵ دقیقه | ۹۰ دقیقه |
| شدت | آستانه درد | ۷۰٪ | ۶۰-۷۰٪ | ۷۵-۷۰٪ | ۸۵-۹۰٪ | ۵۰-۴۰٪ | هوازی و بی‌هوازی |
| | | ضربان قلب | ضربان قلب | ضربان قلب | ضربان قلب | ضربان قلب | |

یافته‌های تحقیق

نتایج تحلیل واریانس بر سطوح ویسفاتین نشان می‌دهد که تفاوت معناداری در سطح استراحتی ویسفاتین بین غیرورزشکاران و کاراته‌کاران نخبه وجود ندارد؛ اما عامل گروه که نشان‌دهنده اعمال امگا ۳ بود که تفاوت معناداری را نشان داد. همچنین، بین گروه کنترل با گروه‌های مکمل امگا ۳ در دو دوز متفاوت اختلاف معناداری مشاهده گردید. جدول (۲) میانگین ویسفاتین گروه‌های هشت‌گانه را نشان می‌دهد.

نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد که در گروه غیر ورزشکار بیشترین مقدار ویسفاتین در زمان پیش از مصرف با ۱/۴۷ (میلی مول بر لیتر) مربوط به گروه مکمل امگا ۳ دوز ۱/۸ گرم و کمترین آن مقدار ۰/۴۴ (میلی مول بر لیتر) مربوط به گروه کنترل است.

در گروه غیر ورزشکار بیشترین مقدار ویسفاتین در زمان پس از مصرف با ۱/۲۸ (میلی مول بر لیتر) مربوط به گروه مکمل امگا ۳ دوز ۱/۸ گرم و کمترین آن مقدار ۰/۴۲ (میلی مول بر لیتر) مربوط به گروه مکمل امگا ۳ دوز ۱/۲ گرم است.

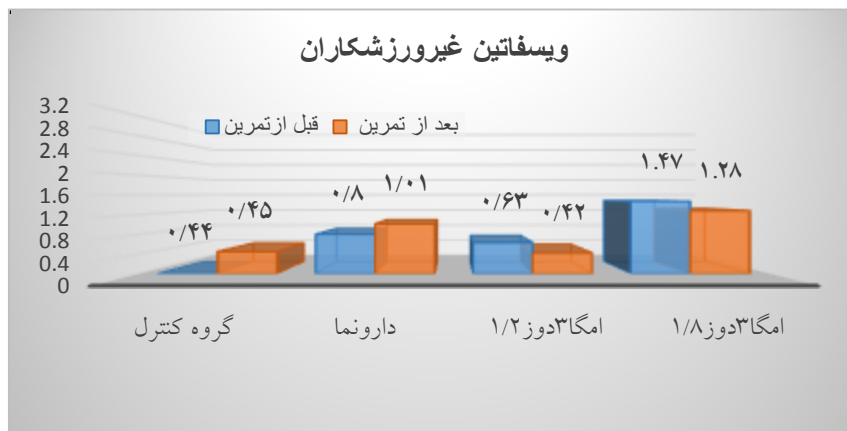
در گروه ورزشکار بیشترین مقدار ویسفاتین در زمان پیش از مصرف با ۳/۴۸ (میلی مول بر لیتر) مربوط به گروه مکمل امگا ۳ دوز ۱/۸ گرم و کمترین آن مقدار ۰/۴۷ (میلی مول بر لیتر) مربوط به گروه کنترل است.

مقایسه سطوح استراحتی ویسفاتین کاراته‌کاران حرفه‌ای و غیرورزشکاران متعاقب مصرف مکمل امگا ۳ □ ۱۲۱ موسوی فر و جهان‌پور

جدول (۲): توصیف آماری میانگین ویسفاتین (میلی مول بر لیتر) در گروه‌های هشت‌گانه آزمودنی‌ها برحسب شاخص‌های مرکزی و پراکندگی

| متغیر ویسفاتین | غیر ورزشکار | | | | ورزشکار | | | |
|------------------|-------------|---------|-------------------------|-------------------------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|
| | کنترل | دارونما | مکمل امگا ۳ دوز ۱/۲ گرم | مکمل امگا ۳ دوز ۱/۸ گرم | کنترل | دارونما | مکمل امگا ۳ دوز ۱/۲ گرم | مکمل امگا ۳ دوز ۱/۸ گرم |
| پیش از مصرف | ۰/۴۴ | ۰/۸۰ | ۰/۶۳ | ۱/۴۷ | ۰/۴۷ | ۰/۵۶ | ۰/۵۶ | ۳/۴۸ |
| انحراف استاندارد | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| پس از مصرف | ۰/۰۶ | ۰/۵۲ | ۰/۳۵ | ۱/۲۷ | ۰/۰۷ | ۰/۱۴ | ۰/۱۶ | ۶/۵۹ |
| انحراف استاندارد | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| پس از مصرف | ۰/۴۵ | ۱/۰۱ | ۰/۴۲ | ۱/۲۸ | ۰/۵۳ | ۰/۵۱ | ۳/۱۱ | ۱/۴۷ |
| انحراف استاندارد | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| | ۰/۰۷ | ۰/۸۸ | ۰/۰۸ | ۱/۴۷ | ۰/۰۵ | ۰/۰۴ | ۱/۳۰ | ۱/۶۴ |

در گروه ورزشکار بیشترین مقدار ویسفاتین (میلی مول بر لیتر) در زمان پس از مصرف با ۷/۶۷ (میلی مول بر لیتر) مربوط به گروه مکمل امگا ۳ دوز ۱/۲ گرم و کمترین آن مقدار ۰/۵۱ (میلی مول بر لیتر) مربوط به گروه دارونما است.



شکل ۱. میانگین ویسفاتین غیرورزشکاران قبل و بعد از تمرین در چهار گروه



شکل ۲. میانگین ویسفاتین ورزشکاران قبل و بعد از تمرین در چهار گروه

برای آزمون اثر تمرین با شدت بالا بر سطوح استراحتی ویسفاتین در افراد غیر ورزشکار و کاراته‌کاران نخبه پس از مصرف مکمل امگا ۳ از تحلیل واریانس استفاده گردید. نتایج تحلیل واریانس عاملی بر مقادیر ویسفاتین در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس عاملی بر سطوح ویسفاتین در گروه‌های هشت گانه

| اندازه اثر | p | نسبت F | میانگین مجزورات | درجات آزادی df | مجموع مجزورات SS | منابع تغییر ویسفاتین |
|------------|--------|--------|-----------------|----------------|------------------|-----------------------------|
| ۰/۰۳۴ | ۰/۱۸۰ | ۱/۸۲ | ۱/۴۸ | ۱ | ۱/۴۸ | سطح آمادگی جسمانی |
| ۰/۰۳۶ | ۰/۱۰۱ | ۲/۷۶ | ۲/۲۴ | ۱ | ۲/۲۴ | زمان |
| ۰/۱۵۱ | ۰/۰۰۷* | ۴/۴ | ۳/۵۷ | ۳ | ۱۰/۷۲ | گروه |
| ۰/۰۴۶ | ۰/۰۶۲ | ۳/۵۷ | ۲/۹۰ | ۱ | ۲/۹۰ | سطح آمادگی جسمانی*زمان |
| ۰/۱۴۶ | ۰/۰۰۸* | ۴/۲۱ | ۳/۴۲ | ۳ | ۱۰/۲۸ | سطح آمادگی جسمانی*گروه |
| ۰/۰۹۵ | ۰/۰۶۰ | ۲/۵۸ | ۲/۰۹ | ۳ | ۶/۲۹ | زمان*گروه |
| ۰/۱۳۲ | ۰/۰۱۴* | ۳/۷۵ | ۳/۰۴ | ۳ | ۹/۱۴ | سطح آمادگی جسمانی*زمان*گروه |
| | | | | ۹۰ | ۲۰۰/۷۸ | جمع |

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که تفاوت معناداری در سطح استراحتی ویسفاتین بین افراد غیرورزشکار و کاراته‌کاران نخبه وجود ندارد ($p=0/180$). همچنین زمان اندازه‌گیری نیز تأثیر معناداری بر غلظت ویسفاتین نداشت ($p=0/101$)؛ اما عامل گروه که نشان‌دهنده اعمال مکمل امگا ۳ بود تفاوت معناداری را نشان داد ($p=0/007$). بررسی‌های بعدی نشان داد، تفاوت معنادار بین گروه کنترل با گروه مکمل امگا ۳ با دوز ۱/۳

مقایسه سطوح استراحتی ویسفاتین کاراته کاران حرفه‌ای و غیرورزشکاران متعاقب مصرف مکمل امگا ۳ □ ۱۲۳

($p=0/042$) و گروه مکمل امگا ۳ با دوز ۱/۸ ($p=0/012$) وجود دارد. بررسی اثر متقابل سطح آمادگی جسمانی و زمان اندازه‌گیری نیز تفاوت معناداری را نشان نداد. این عدم معناداری نشان می‌دهد که هم افراد غیر ورزشکار و هم کاراته کاران نخبه در طول چهار هفته روند تغییرات متفاوتی در غلظت ویسفاتین نداشتند ($p=0/062$). اندازه اثر مشاهده شده نیز بسیار اندک بود ($\mu=0/046$) که تأییدکننده عدم اثر متقابل سطح آمادگی جسمانی و زمان است. بررسی اثر متقابل سطح آمادگی جسمانی و عامل گروه تفاوت معناداری را نشان داد ($p=0/008$) که این تفاوت نشان می‌دهد هم افراد غیر ورزشکار و هم کاراته کاران نخبه با مکمل‌گیری متفاوت امگا ۳ روند تغییرات متفاوتی در غلظت ویسفاتین داشتند. اندازه اثر مشاهده شده ($\mu=0/146$) نیز نشان‌دهنده یک اثر ضعیف است. اثر متقابل زمان و گروه نیز غیر معنادار بود ($p=0/060$) که نشان می‌دهد گروه‌ها با مکمل‌گیری دو دوز متفاوت امگا ۳ و عدم مکمل‌گیری روند تغییرات زمانی متفاوتی در غلظت ویسفاتین نداشتند. اندازه اثر مشاهده شده برای اثر متقابل زمان و گروه نیز تأییدکننده یک اثر اندک است ($\mu=0/095$). در پایان این که اثر متقابل سطح آمادگی جسمانی ورزشکاران، مدت یک‌ماهه تمرین و گروه‌های تجربی معنادار بود ($p=0/014$) اندازه اثر مشاهده شده برای اثر متقابل سطح آمادگی جسمانی ورزشکاران، مدت تمرین و گروه یک تجربی، اثر اندک را نشان می‌دهد ($\mu=0/132$). بر این اساس مشاهده می‌شود که چهار هفته تمرینات ورزشی با شدت بالا بر سطوح استراحتی ویسفاتین در افراد غیر ورزشکار و کاراته کاران نخبه پس از مصرف مکمل امگا ۳ تأثیر معناداری دارد.

جدول ۴. تحلیل تفاوت به‌وسیله آزمون تعقیبی (توکی)

| گروه | کنترل | دارونما | مکمل امگا ۳ | مکمل امگا ۳ |
|-------------------------|-------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | دوز ۱/۲ گرم | دوز ۱/۸ گرم |
| کنترل | - | $M=-0/28$ $p=0/771$ | $M=-0/772$ $p=0/042$ | $M=-0/917$ $p=0/012$ |
| دارونما | | - | $M=-0/492$ $p=0/225$ | $M=-0/637$ $p=0/076$ |
| مکمل امگا ۳ دوز ۱/۲ گرم | | | - | $M=-0/145$ $p=0/940$ |
| مکمل امگا ۳ دوز ۱/۸ گرم | | | | - |

* نشانه تفاوت معناداری

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معناداری در سطح استراحتی ویسفاتین بین غیرورزشکاران و کاراته کاران نخبه وجود ندارد ($p=0/180$). همچنین زمان اندازه‌گیری نیز تأثیر معناداری بر غلظت ویسفاتین نداشت ($0/101$). اما بین گروه کنترل و گروه مکمل امگا ۳ در سطوح استراحتی ویسفاتین در مقادیر ۱/۲ گرم و ۱/۸ گرم تفاوت معناداری مشاهده شد ($p=0/007$). تحقیقات انجام‌گرفته در این زمینه اکثراً با نتایج پژوهش حاضر همسو

بوده و بیانگر این موضوع است که ورزش و مکمل امگا ۳ باعث کاهش سطوح در گردش ویسفاتین پلاسما می‌شود. چنانچه محمدی دمیه و همکاران (۱۳۸۹، ص. ۲۴۲-۲۳۳)، کاهش معناداری در غلظت ویسفاتین پلاسما مشاهده کردند که همسو با نتایج تحقیق حاضر است و این احتمال وجود دارد که تفاوت به وجود آمده در غلظت ویسفاتین پلاسما به واسطه کاهش توده چربی به علت انجام فعالیت بدنی است. این یافته توسط رضایی شیرازی و حسینی (۱۳۹۲، ص. ۵۸-۴۷) نیز تأیید شده است.

حسین زاده عطار و حاجیان فر (۱۳۹۲، ص. ۱۴۵۹-۱۴۵۰) از یافته‌های خود نتیجه گرفتند که امگا ۳ باعث کاهش وزن بیماران می‌شود. همچنین مقادیر WHR، BMI کم شده و کاهش ویسفاتین را نیز به همراه دارد. ولی با توجه به این که مدت انجام مطالعه آن‌ها کوتاه بوده است، این تغییرات در بعد از مداخله معنادار نبود؛ اما در میانگین تغییرات آن‌ها تفاوت معناداری مشاهده شد. حسین زاده عطار و همکاران (۱۳۹۱، ص. ۳۲-۲۶) هم نشان دادند که در میانگین سطوح سرمی ویسفاتین قبل از مداخله در هر دو گروه تفاوت معناداری وجود ندارد. ولی بعد از مداخله، تفاوت میانگین در گروه درمان با کپسول امگا ۳ معنادار بود. درحالی که در گروه دارونما تفاوت مذکور غیر معنادار و در سطوح سرمی ویسفاتین میانگین اختلاف قبل و بعد در دو گروه تفاوت معناداری را نشان داد.

چوآی و همکاران (۲۰۰۷، ص. ۴۳۷-۴۴۲) نیز در بررسی تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر ویسفاتین و اوتاکسین پلاسما گزارش کردند که سطح ویسفاتین پلاسما بعد از انجام تمرینات ترکیبی (هوازی- قدرتی) با شدت ۶۰-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه، کاهش می‌یابد که علت آن را کاهش وزن آزمودنی‌ها عنوان کردند. در پژوهش حاضر نیز کاراته‌کاران با کاهش وزن ناشی از فشار تمرین روبرو بودند که شاید یکی از عوامل اثرگذار در تغییرات غلظت ویسفاتین باشد؛ زیرا ویسفاتین آدیپوکینی است که بیشتر از بافت چربی احشایی ترشح می‌شود و کاهش وزن نیز باعث کاهش مقدار چربی احشایی شده و در نتیجه تغییر در غلظت ویسفاتین را به دنبال دارد (حسین زاده عطار و حاجیان فر، ۱۳۹۲، ص. ۱۴۵۹-۱۴۵۰).

وایوگان^۱ و همکاران (۲۰۱۲، ص. ۱۵۲-۱۴۲) نشان دادند که امگا ۳ باعث کاهش وزن بیماران شده است. در صورتی که در بیمارانی که امگا ۳ مصرف نمی‌کردند وزن آن‌ها در طی دوره مداخله، افزایش پیدا کرده و در نتیجه تغییرات وزن در بین دو گروه تفاوت معناداری داشته است. همچنین، مصرف امگا ۳ به‌طور معناداری باعث افزایش فعالیت‌های میتوکندری در مقایسه با گروه کنترل شده است.

برندت^۲ و همکاران (۲۰۰۵، ص. ۲۹۱۶-۲۹۱۱) نشان دادند که ویسفاتین با درصد چربی بدن ارتباط مثبت داشته و این ارتباط مستقل از عوامل دیگر همچون وزن و شاخص توده بدن است و چنانچه چربی احشایی ۱۰-۵ درصد کاهش پیدا کند سطح آدیپوکین‌هایی چون ویسفاتین بهبود می‌یابد. همچنین، پژوهش روس^۳ و همکاران (۲۰۰۰، ص. ۱۰۳-۹۲) نیز نشان دادند که درصد چربی بدن پس از انجام تمرین‌های قدرتی و استقامتی به ترتیب به مقدار

1. Vaughan
2. Berndt
3. Ross

مقایسه سطوح استراحتی ویسفاتین کاراته کاران حرفه‌ای و غیرورزشکاران متعاقب مصرف مکمل امگا ۳ □ ۱۲۵

۵/۴ و ۸/۸ درصد کاهش پیدا می‌کند و هردو نوع شیوه تمرینی می‌تواند تحریک‌های لازم را برای کاهش توده‌ی چربی اعمال نماید تا به‌واسطه آن در کاهش ویسفاتین پلاسما مؤثر باشند. تمرین کاراته نیز ترکیبی از تمرینات قدرتی و استقامتی است که می‌تواند در کاهش توده چربی بدن مفید باشد درحالی‌که پژوهش‌های اندکی نیز وجود دارد که تأثیر فعالیت‌های ورزشی را بر ویسفاتین رد کرده و یا افزایش ویسفاتین را گزارش کرده‌اند. از جمله سی او و همکاران (۲۰۰۷، ص. ۲۶-۲۱) نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین ترکیبی، استقامتی با ۶۰-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه تأثیر معناداری بر سطح ویسفاتین پلاسما ندارد.

در این ارتباط فیلد و شیلی^۱ (۲۰۰۴، ص. ۱۱۹۸-۱۱۹۰) عنوان کرد که بیان ژن mRNA ویسفاتین در چربی زیرپوستی افراد در تمرینات منظم افزایش می‌یابد. این مطالعه نشان داد که تمرینات ورزشی با شدت ۶۰ درصد V_{o2max} با دوچرخه کار سنج در مردان و جوانان سالم باعث افزایش mRNA ویسفاتین در چربی زیرپوستی و بافت چربی می‌شود که نشان می‌دهد ویسفاتین یک نقش متابولیکی در ریکاوری بعد از ورزش دارد. اختلافات در نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند تحت تأثیر عوامل گوناگونی مانند میزان چربی، شرایط التهابی، هورمون‌ها، شدت و مدت ورزش باشد.

از طرفی دیگر، اثر متقابل مکمل امگا ۳ و اندازه اثر معناداری ویسفاتین در افراد، در تحقیق حاضر نیز مشاهده گردید. سیلویا و همکاران (۲۰۱۱، ص. ۶۱۲-۵۹۹) در بررسی ایکوزاپنتانویک اسید و تحریک فعالیت پروتئین کیناز AMPK و افزایش ترشح ویسفاتین در ادیپوسیت نتیجه‌گیری کردند که تحریک فعالیت EPA بر تولید ویسفاتین شامل فعالیت AMPK در ادیپوسیت‌هاست. ماریا^۲ و همکاران (۲۰۱۰، ص. ۳۳۲-۳۲۴) بیان کردند که مصرف مکمل EPA (اتیل استر) ۱ گرم در کیلوگرم به ازای وزن بدن در موش‌ها به مدت ۳۵ روز قادر است از کاهش بیان ژن ویسفاتین در موش‌های چاق با رژیم غذایی پرچرب جلوگیری کند.

در این ارتباط، کالو^۳ (۲۰۰۵، ص. ۱۷۲۸-۱۷۲۳) نشان داد که اسیدهای چرب امگا ۳ موجب ترشح لپتین و ویسفاتین و کاهش چندین سایتوکاین پیش التهابی از بافت چربی شامل TNF- α ، IL-6، MCP-1 و PAI می‌شود. برنتانو و همکاران (۲۰۰۷، ص. ۲۸۳۹-۲۸۲۹) نیز پیشنهاد کردند که اثر حساسیت انسولینی و EPA می‌تواند با تحریک فعالیت بیان ژن ویسفاتین ارتباط داشته باشد.

همچنین ماریاچی و همکاران (۲۰۱۰، ص. ۳۳۲-۳۲۴) پیشنهاد کردند که تنظیمات متفاوت ویسفاتین بستگی به نوع تغذیه چربی دارد و تنظیم ویسفاتین به‌وسیله EPA می‌تواند به‌وسیله مکانیسم‌های دیگری که به‌واسطه مجموعه امگا ۳ کنترل می‌گردد باعث بهبود حساسیت انسولینی گردد. چنانچه مشاهده شده است ویسفاتین شرکت مستقیمی در التهابات عروقی دارد (روماچو^۴، ۲۰۰۹، ص. ۲۴۶۳-۲۴۵۵)؛ بنابراین مصرف مکمل امگا ۳ همراه با تمرینات ورزشی که باعث کاهش مقدار ویسفاتین پلاسما به‌طور معناداری در این پژوهش شده است، شاید به

1. Field and Schely
2. Maria
3. Calo
4. Romacho

علت مداخله مکمل امگا ۳ در تعدیل التهابات پس از ورزش باشد. بعضی از مطالعات نشان داده‌اند که $TNF-\alpha$ و $IL-6$ از سنتز ویسفاتین در $3T_3-L_1$ در ادیپوسیت‌ها جلوگیری می‌کند. کراکی^۱ و همکاران (۲۰۰۵، ص. ۵۹۰-۵۸۶) نیز معتقدند، شاید علت عدم افزایش $IL-6$ و کاهش ویسفاتین در این پژوهش ناشی از عدم التهاب در ورزشکاران به دلیل سازگاری بدنی با تمرینات و مصرف مکمل امگا ۳ بوده است. از طرفی در پژوهش حاضر هم کاراته‌کاران و هم غیر ورزشکاران با مکمل‌سازی مقادیر متفاوت امگا ۳ و عدم مکمل‌سازی روند تغییرات متفاوتی در غلظت ویسفاتین پلاسما داشتند که نشان‌دهنده این است که شاید مکمل امگا ۳ به‌تنهایی باعث کاهش سطوح در گردش ویسفاتین پلاسما در افراد می‌گردد. نیشان^۲ و همکاران (۲۰۱۱، ص. ۳۱۶-۳۰۴) نتیجه‌گیری کردند که مجموعه امگا ۳ از بروز التهاب جلوگیری می‌کند و برعکس رژیم غذایی پرچرب موجب التهاب بافت چربی و افزایش ترشح ویسفاتین و موجب مقاومت انسولینی در افراد می‌گردد و این موضوع نشان‌دهنده این است که شاید مکمل امگا ۳ مستقل از متغیر ورزش باعث کاهش و تعدیل سطوح در گردش ویسفاتین شود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مقایسه مصرف امگا ۳ با دو دوز متفاوت ($1/2$ و $1/8$ گرم) به همراه فعالیت شدید ورزشی بر سطوح استراحتی ویسفاتین ورزشکاران حرفه‌ای و غیر ورزشکاران، نشان داد که امگا ۳ و فعالیت‌های ورزشی، میزان و سطوح ویسفاتین پلاسما را که ارتباط مستقیم با چربی و چاقی دارد کاهش می‌دهد؛ بنابراین توصیه می‌شود، استفاده امگا ۳ در رژیم غذایی افراد افزایش و فعالیت‌های ورزشی روزانه نیز در برنامه زندگی آنان گنجانده شود.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌هایی که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، تشکر می‌شود.

منابع

۱. احمدی، ف. ثالثی، م و چهرمی کوشکی، م. (۱۳۹۴). تأثیر تمرینات شدید بر پاسخ سایتوکاینی ($Th1$ و $Th2$) بازیکنان مرد فوتبال. مجله دانشگاه علوم پزشکی قم، شماره ۴۵، صص: ۲۵-۱۶.
۲. حسین زاده عطار، م. حاجیان فر، ح. باهنر، ا. محمد، ک. کشاورز، ع. انتظاری، م و عسگری، غ. (۱۳۹۱). اثر اسیدهای چرب امگا ۳ بر غلظت سرمی ویسفاتین در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲. فصلنامه دانشگاه علوم پزشکی جهرم، شماره ۱، صص: ۳۲-۲۶.

مقایسه سطوح استراحتی ویسفاتین کاراته کاران حرفه‌ای و غیرورزشکاران متعاقب مصرف مکمل امگا ۳ □ ۱۲۷

۳. حسین زاده عطار، م و حاجیان فر، ح. (۱۳۹۲). بررسی اثر امگا ۳ در مقایسه با پلاسیبو بر تغییرات وزن، دور کمر، دور باسن و ارتباط آن با ویسفاتین در بیماران دیابتی نوع ۲. مجله تحقیقات نظام سلامت، ویژه‌نامه تغذیه، صص: ۱۴۵۹-۱۴۵۰.

۴. رضایی شیرازی، ر و حسینی، ف. (۱۳۹۲). مقایسه تأثیر تمرینات هوازی تداومی و تناوبی بر سطوح پلاسمایی ویسفاتین و مقاومت به انسولین مردان چاق. سوخت‌وساز و فعالیت‌های ورزشی، شماره ۱، صفحات: ۵۸-۴۷.

۵. محمدی دمیه، ا. خواجه لندی، ع. رستمی، ا و اسدی، ع. (۱۳۸۹). مقایسه اثرات ۸ هفته تمرین قدرتی و استقامتی بر سطح ویسفاتین پلاسمای مردان میان‌سال. مجله ارمنان دانش، شماره ۳، صص: ۲۴۲-۲۳۳.

6. Andrade PM, Ribeiro BG, Bozza MT, Costa Rosa LF, Tavares do Carmo MG. (2007). Effect of fish- oli supplementation on the immune and inflammatory responses in elite swimmers. Prostaglandins leukotrienes and Essential Fatty acids. 77: 139-140.
7. Berndt J, Kloting N, Kralisch S, Kovacs P, Fasshauer M, schon M.R, & et al. (2005). Plasma visfatin concentrations and fat depot-specific mRNA expression in humans. Diabetes. 54: 2911-6.
8. Brentano F, Schorr O, Ospelt C, Stanczyk J, Gay RE, Gay S, and et al. (2007). Pre- B cell colony – enhancing factor/ visfatin, a new marker of inflammation in rheumatoid arthritis with proinflammatory and matrix-degrading activities. Arthritis Rheum. 56(9): 2829-2839.
9. Calò L, Bianconi L, Colivicchi F, Lamberti F, Loricchio ML, de Ruvo E, & et al. (2005). N-3 Fatty acids for the prevention of atrial fibrillation after coronary artery bypass surgery: a randomized, controlled trial. J American Coll Cardiol. 45: 1723-8.
10. Choi K.M, Kim J.H, Cho G.J, Baik SH, Park H.S, & Kim S.M. (2007). Effect of exercise training on plasma visfatin and exotoxin levels. Europ J Endocrinology. 157: 437-42.
11. Dahl T.B, Holm S, Aukrust P, and Halvorsen B. (2012). Visfatin /NAMPT: a multifaceted molecule with diverse roles in physiology and pathophysiology. J Annu Rev Nutr. 32: 229-43.
12. Field C, and Schely D.P. (2004). Evidence of potential mechanisms for the effect of Conjugated linoleic: lessons from n-3 fatty acids 1,2,3,4. Am J of Clin Nut. 29(6): 1190-98.
13. Jaudszus A, Krokowski M, Möckel P, Darcan Y, Avagyan A, Matricardi P, & et al. (2008). Cis-9, Trans-11- Conjugated linoleic acid inhibits allergic Sensitization and airway inflammation via a PPARγ- related mechanism mice 1-3. Am Society for Nut. 138: 1336-42.
14. Kaluphanna N.S, Claycombe K, Newman S.J, Stewart T, Siriwardhana N, Matthan N, and et al. (2010). Eicosapentaenoic acid prevents and reverses insulin resistance in high-fat diet- induced obese mice via modulation of adipose tissue. J Nutr. 140(11): 1915-22.
15. Kralisch S, Klein J, Lossner U, Bluher M, Paschke R, Stumvoll M, & et al. (2005). Interleukin-6 is a negative regulator of visfatin gene expression in 3T3- L1 adipocytes. Am J Physiol Endocrinol Meta. 289: 586-590.
16. Mackinon L.I. (2003). Exercise and Immunology. Iranlton, Musavi T, Abdollahi m, Emam Hosein university publishing. 1-2 (In Persian).

17. Maria J, Morena A, Silvia Lorente C, and Alfredo JM. (2010). Session 3: fatty acids and the immune system regulation of adipokine secretion by n-3 fatty acids. Proceeding of the Nutrition Society. 69: 324-332.
18. Nieman DC, Davis JM, Henson DA, Walberg-Rankin J, Shute M, Dumke CL, & et al. (2003). Carbohydrate ingestion influences skeletal muscle cytokine mRNA and plasma cytokine levels after a 3-h run. *J Appl Physiol*. 94(5): 1917-25.
19. Nishan S, Kalupahana K, claycombe J, moustaidmoussa N. (2011). (n-3) fatty acids alleviated Adipose Tissue inflammation and insulin resistance: mechanistic insights. *American Society for Nutrition Adv*. 2: 304-16.
20. Pedersen B.K & Febbraio M.A. (2008). Muscle as an endocrine organ: focus on muscle- derived IL-6. *Physiol Re*. 88, 1379-406.
21. Romacho T, Azcutia V, Vázquez-Bella M, Matesanz N, Cercas E, Nevado J, & et al. (2009). Extracellular PBEF/ NAMPT visfatin activates pro-inflammatory signaling in human vascular smooth muscle cells through nicotinamide phosphoribosyl transferase activity. *Diabetologia*. 52: 2455-63.
22. Ross R, Dagnone D, Jones P.G, Smith H, Paddage A, Hudson R, & et al. (2000). Reduction in obesity and related comorbid condition after diet induced weight loss or exercise induced weight loss in men: A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*. 133: 92-103.
23. Seo DI, Jun TW, Park KS, Chang H, So WY, Song W. (2010). 12 weeks combined exercise training is better than aerobic exercise for increasing growth Hormone in middle-aged woman. *International Journal of sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 20: 21-26.
24. Silva F.M, Almedia J.C, and Feoli A.M. (2011). Effect of diet on adiponectin levels in blood. *Nutrition Reviews*. 69: 599-612.
25. Vaughan R.A, Garcia-Smith R, Bisoffi M, Conn C.A, & Trujillo K.A. (2012). Conjugated linoleic acid or omega 3 fatty acids increase mitochondrial biosynthesis and metabolism in skeletal muscle cells. *Lipids Health Dis*. 11: 142-152.