Effects of long-term aerobic activity on plasma levels of apelin and omentin in rats

H. Alizadeh Palavani[*] F. Daryanoosh[**] M. Sherafati Moghadam[***] B. Keshtkar Hesam Abadi[****]

*M.Sc. in Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Behbahan Branch, Behbahan, Iran
**Associate Professor of Exercise Physiology, School of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran
*** Ph.D. Student of Exercise Physiology, School of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran
****M.Sc. in Exercise Physiology, School of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran

Abstract

Background: Apelin and omentin are adipose tissue-secreted hormones and affect the metabolism.
Objective: The aim of this study was to investigate the effects of long-term aerobic activity with different intensities on plasma levels of apelin and omentin in female rats.
Methods: This experimental study was conducted on 60 Sprague-Dawley female rats (2-month-old) in laboratory affiliated to Shiraz University of Medical Sciences during 2014. Blood samples were taken from15 rats in the pre-test group to measure the variables of interest. The remaining rats were divided into three groups based on treadmill speed (12, 14, and 16m/min). After a single 45-min session of treadmill running, blood samples were taken. Data were analyzed using two-way ANOVA.
Findings: The plasma levels of apelin and omentin were not significantly different between the three post-test groups. But the difference between the pre-test group and the post-test groups was statistically significant.
Conclusion: With regards to the results, adipokines response (apelin and omentin) to a single-session exercise is not the same and the secretion of each one occurs at a specific intensity and duration threshold of sports activity.

Keywords: Exercise, Adipokines, Apelin, Omentin
Citation: Alizadeh Palavani H, Daryanoosh F, Sherafati Moghadam M, Keshtkar Hesam Abadi B. Effects of long-term aerobic activity on plasma levels of apelin and omentin in rats. J Qazvin Univ Med Sci. 2015; 19 (5): 17-23.

Corresponding Address: Farhad Daryanoosh, Department of Physical Education, School of Education and Psychology, Shiraz, Iran
Email: daryanoosh@shirazu.ac.ir
Tel: +98-917-3014032
Received: 2 Feb 2015
Accepted: 7 Jun 2015

اثر فعالیت هوازی طولانی مدت بر سطوح پلاسمایی آپلین و امنتین در موش‌های صحرایی

حامد علی‌زاده پهلوانی* دکتر فرهاد دریانوش* محمد شرافتی مقدم*** بهنام کشتکار حسام‌آبادی****

* کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان، خوزستان، ایران
** دانشیار فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*** دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
**** کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

آدرس نویسنده مسؤول: شیراز، دانشکده علوم تربیتی، بخش تربیت بدنی، تلفن ۰۹۱۷۳۰۱۴۰۳۲
Email: daryanoosh@shirazu.ac.ir
تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۷

چکیده

زمینه: هورمون‌های آپلین و امنتین از بافت چربی ترشح می‌شوند و بر سوخت و ساز بدن تأثیرگذار هستند.

هدف: مطالعه به منظور تعیین اثر شدت‌های مختلف فعالیت هوازی طولانی مدت بر سطوح پلاسمایی آپلین و امنتین در موش‌های ماده انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه تجربی در سال ۱۳۹۳ بر روی ۶۰ سر موش ماده ۲ ماهه نژاد اسپراگوداولی در آزمایشگاه حیوانات دانشگاه شیراز انجام شد. جهت متغیرها از ۱۵ سر موش گروه پیش‌آزمون خون‌گیری به عمل آمد. موش‌های باقی‌مانده به سه گروه پس‌آزمون برحسب سرعت تردمیل (۱۲، ۱۴ و ۱۶ متر بر دقیقه) تقسیم شدند. پس از یک جلسه دویدن به مدت ۴۵ دقیقه بر روی تردمیل مخصوص موش‌ها، خون‌گیری از آن‌ها انجام شد. داده‌ها با آزمون تحلیل واریانس دو عاملی تحلیل شدند.

یافته‌ها: تفاوت آماری معنی‌داری بین سطوح پلاسمایی آپلین و امنتین در سه گروه پس‌آزمون مشاهده نشد. اما این تفاوت بین گروه‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون از نظر آماری معنی‌دار بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌ها، به نظر می‌رسد پاسخ آدیپوکین‌ها (آپلین و امنتین) به فعالیت‌های ورزشی (تک جلسه‌ای) یکسان نیست و ترشح هر کدام در یک آستانه خاص (شدت و مدت) از فعالیت ورزشی رخ می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: ورزش، آدیپوکین‌ها، آپلین، امنتین

مقدمه:

در چند سال اخیر، چاقی در کشورهای توسعه یافته به یک مشکل همه جانبه برای تندرستی تبدیل شده است. شیوع چاقی در جهان به خصوص در بین کودکان و نوجوانان رو به افزایش است. چاقی ارتباط مستقیمی با بافت چربی دارد و بررسی بافت چربی می‌تواند در پیش‌گیری یا درمان چاقی کمک کند.[۱] بافت چربی هورمون‌های متفاوتی را ترشح می‌کند که در مجموع آدیپوکاین نام دارد و شامل واسپین، کمرین، ویسفاتین، گرلین، آپلین و امنتین است. آدیپوکاین‌ها، مسؤول عوامل زیستی مختلفی هستند؛ از جمله افزایش حساسیت به انسولین، التهاب، شاخص توده بدنی، هموستاز و عملکردهای قلبی- عروقی.[۲]

هورمون آپلین برای اولین بار در سال ۱۹۹۸ از معده گاو جدا شد. این هورمون یک لیگاند درون‌زاد برای پروتئین G است که به گیرنده آپلین وصل می‌شود. آپلین، محصول ژن APLN است که ۷۷ اسید آمینه را تجزیه می‌کند و روی کروموزوم ۱۱ ترسیم می‌شود. آپلین انواع گوناگونی دارد (آپلین- ۱۲، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۹ و ۳۶) و مطالعه‌ها نشان داده‌اند فعالیت زیستی آپلین-۱۳ و ۳۶ بیش‌تر از سایرین است. تحقیق‌ها نشان داده‌اند ساختار

گیرنده آپلین حدود ۳۱ درصد به ساختار گیرنده آنژیوتاسین-۱ شبیه است.[۳و۴] آپلین در اندام‌های مختلف بدن از جمله بافت چربی، قلب، ریه، کلیه، کبد، دستگاه گوارش، مغز، غدد آدرنال، اندوتلیوم و پلاسمای خون تولید و ترشح می‌شود. همچنین مطالعه‌ها نشان داده‌اند بیان آپلین در بافت چربی زیرجلدی در پاسخ به رژیم غذایی افزایش می‌یابد و در مقابل با از دست دادن وزن ناشی از رژیم غذایی در افراد چاق، کاهش می‌یابد.[۵]

امنتین، پروتئین ترشحی از بافت چربی است که در سال ۲۰۰۲ شناسایی شد و به طور عمده در بافت چربی احشایی نسبت به بافت چربی زیرپوستی بیان می‌شود. نوع اصلی آن یعنی امنتین-۱، در خون انسان وجود دارد. امنتین-۱ انسانی، پپتیدی با ۳۱۳ اسید آمینه دارد که با شاخص توده بدنی، لپتین و قند خون ناشتا همبستگی منفی و با آدیپونکتین و کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-C) همبستگی مثبت دارد. تحقیق‌ها نشان داده‌اند سطوح پلاسمایی امنتین-۱ با اضافه وزن و چاقی کاهش می‌یابد.[۶و۷]

احتمالاً عوامل مختلفی بر ترشح آدیپوکین‌های آپلین و امنتین تأثیرگذارند که از جمله می‌توان به فعالیت ورزشی اشاره کرد. انجام فعالیت ورزشی مؤثر (شدت، مدت، نوع و تعداد جلسه‌ها در هفته) منجر به کاهش وزن بدن، کاهش درصد چربی بدن، افزایش حساسیت به انسولین، کنترل قند خون، کاهش فشارخون و کاهش ابتلا به بیماری قلبی- عروقی می‌شود.[۸و۹] هورمون‌های آدیپوکاین به فعالیت ورزشی واکنش نشان می‌دهند و تا حدودی با یکدیگر در ارتباط هستند. بنابراین انجام فعالیت ورزشی، یکی از عوامل مؤثر بر این دو هورمون و دیگر آدیپوکین‌هاست. فعالیت ورزشی با شدت‌های زیاد، متوسط و کم، باعث تغییرهای هورمونی می‌شود که خود به تسهیل فعالیت لیپولیتیکی منجر می‌گردد.[۱۰] در تحقیقی جینگ ژانگ و همکاران اثر تمرین شنا بر بیان آپلین و گیرنده‌های آپلین را در بافت قلب و عروق موش‌های صحرایی دارای فشارخون بالا بررسی کردند که افزایش معنی‌دار سطوح آپلین مشاهده شد.[۱۱] در مطالعه چکرون و همکاران بر روی ۶۰ نفر به دنبال ۱۲ هفته تمرین ورزشی (۲۰ دقیقه گرم کردن و سرد کردن، ۲۰ دقیقه دویدن، ۲۰ دقیقه شنا)، کمرین به ویژه در بافت چربی بیماران با دیابت نوع دو افزایش یافت.[۱۲]

بنابراین به نظر می‌رسد تمرین‌های ورزشی می‌تواند بر سطوح آدیپوکاین‌ها و تنظیم عملکرد هورمون‌های بافت چربی به خصوص آپلین و امنتین تأثیرگذار باشد. با توجه به اهمیت این دو هورمون به عنوان عوامل احتمالی پیشگیری‌کننده یا هشداردهنده بیماری‌ها و اندک بودن مطالعه‌های ورزشی بر روی این هورمون‌ها، تحقیق حاضر با هدف تعیین اثر فعالیت هوازی طولانی مدت بر سطوح پلاسمایی آپلین و امنتین در موش‌های صحرایی انجام شد.

❋مواد و روش‌ها:

این مطالعه تجربی در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه حیوانات دانشگاه شیراز بر روی ۶۰ سر موش ماده ۲ ماهه نژاد اسپراگوداولی انجام شد. موش‌ها در محیطی با دمای ۳±۲۲ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۲۵ درصد و چرخه خواب و بیداری ۱۲:۱۲ ساعت نگه‌داری شدند. در این پژوهش متغیرهای غیرقابل کنترل تنش آزمودنی‌ها در زمان اجرای برنامه تمرینی و زمان نمونه‌گیری خون بود. ابتدا جهت اندازه‌گیری متغیرهای وابسته تحقیق، از ۱۵ سر موش (به عنوان گروه پیش‌آزمون) خون‌گیری شد. موش‌های باقی‌مانده به صورت گروه‌های ۴ تایی در قفس‌های مخصوص نگه‌داری شدند. پس از انتقال به محیط آزمایشگاه و آشنایی با محیط جدید و نحوه فعالیت روی نوارگردان، موش‌های باقی‌مانده به طور تصادفی به ۳ گروه به ترتیب سرعت نوارگردان (سرعت ۱۲، ۱۴ و ۱۶ متر بر دقیقه) تقسیم شدند. پس از وزن‌کشی، آزمودنی‌ها فعالیت دویدن بر روی نوارگردان را به مدت یک جلسه ۴۵ دقیقه‌ای و با سرعت مشخص اجرا کردند. موش‌ها با توجه به رعایت نکات اخلاقی با تزریق درون صفاقی

ترکیبی از کتامین (۳۰ تا ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن، درون صفاقی) و زایلازین (۳ تا ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن، درون صفاقی) بی‌هوش شدند. نمونه‌های خونی از قلب گرفته و در لوله‌های ضد انعقاد هپارین ۵ میلی‌لیتر ریخته شد. سپس پلاسما درون دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه جداسازی و با دستگاه سمپلر سرم برداشته و درون لوله‌های آزمایشگاهی ریخته شد. نمونه‌ها در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و برای اندازه‌گیری هورمون‌های آپلین و امنتین به آزمایشگاه منتقل شدند. غلظت سرمی آپلین با استفاده از کیت‌های الایزای مخصوص موش‌ها (شرکت Cusabio Biothech چین) و با درجه حساسیت ۰/۰۳۹ نانوگرم در میلی‌لیتر و امنتین نیز با کیت همان شرکت با درجه حساسیت ۳/۹ پیکوگرم در میلی‌لیتر به روش الایزا و با توجه به دستور عمل کارخانه سازنده در دستگاه Elisa Reader (شرکت HUISONG چین) خوانده شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS ۱۶ و آزمون‌های آماری تحلیل واریانس دو عاملی (مقایسه بین ۳ گروه تمرینی، مقایسه از نظر زمان (پیش‌آزمون- پس‌آزمون) و مقایسه از نظر تعامل (گروه × زمان) و تعقیبی (بون‌فرونی) تحلیل شدند. سطح معنی‌داری کم‌تر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

❋یافته‌ها:

در پایان پژوهش، تفاوت آماری معنی‌داری بین سطوح سرمی آپلین سه گروه وجود نداشت. ولی این تفاوت بین پیش‌آزمون- پس‌آزمون معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۰۱). تفاوت آماری معنی‌داری بین آپلین گروه‌های تعامل (گروه×زمان) مشاهده نشد. تفاوت آماری معنی‌داری بین سطوح سرمی امنتین سه گروه وجود نداشت، ولی این تفاوت بین پیش‌آزمون- پس‌آزمون معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۰۱). تفاوت آماری معنی‌داری بین امنتین گروه‌های تعامل وجود نداشت (جدول‌های شماره ۱ و ۲).

جدول ۱- میانگین سطوح پلاسمایی هورمون‌های آپلین و امنتین (هر گروه ۱۵ موش)

هورمون	گروه‌ها	میانگین
آپلین (نانوگرم بر میلی لیتر)	پیش‌آزمون	۱۶/۲۱±۴/۱۴
	پس‌آزمون سرعت ۱۲	۲۱/۹۷±۳/۵۰
	پس‌آزمون سرعت ۱۴	۱۹/۶۱±۲/۵۲
	پس‌آزمون سرعت ۱۶	۱۷/۲۶±۳/۱۴
امنتین (پیکوگرم بر میلی لیتر)	پیش‌آزمون	۱۴۲/۹۸±۷/۳۸
	پس‌آزمون سرعت ۱۲	۱۵۳/۵۳±۶/۸۱
	پس‌آزمون سرعت ۱۴	۱۵۱/۶۸±۵/۵۸
	پس‌آزمون سرعت ۱۶	۱۴۴/۷۳±۶/۷۳

جدول ۲- تحلیل واریانس دو عاملی میزان سطوح هورمون‌های آپلین و امنتین

هورمون	گروه	آزمون F	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
آپلین	مقایسه گروه تمرینی	۲/۴۹	۲	۰/۰۹
	مقایسه زمان (پیش‌آزمون- پس‌آزمون)	۱۵/۷۰	۱	۰/۰۰۰۱
	مقایسه تعامل (گروه × زمان)	۲/۴۹	۲	۰/۰۹
امنتین	مقایسه گروه تمرینی	۲/۷۰	۲	۰/۰۷
	مقایسه زمان (پیش‌آزمون- پس‌آزمون)	۱۸/۴۷	۱	۰/۰۰۰۱
	مقایسه تعامل (گروه × زمان)	۲/۷۰	۲	۰/۰۷

❋بحث و نتیجه‌گیری:

این مطالعه، تفاوت معنی‌داری را بین سطوح سرمی آپلین و امنتین در سه گروه موش با فعالیت هوازی طولانی مدت با شدت‌های مختلف نشان نداد، ولی تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون- پس‌آزمون سطوح سرمی آپلین و امنتین مشاهده شد.

محمدی و همکاران تأثیر هشت فعالیت هوازی را بر آپلین در بافت‌های قلب و کلیه بررسی کردند که سطوح آپلین افزایش معنی‌داری را در کلیه پیدا می‌کرد، اما این افزایش در قلب ناچیز بود.[۱۳] بنابراین به نظر می‌رسد پاسخ آپلین در بافت‌های مختلف، متفاوت است و پاسخ این هورمون در بافت قلب نسبت به کلیه، آستانه بالاتری دارد و نیاز است که شدت و مدت فعالیت ورزشی افزایش

پیدا کند. در مطالعه حاضر فعالیت ورزشی باعث افزایش سطوح آپلین می‌شد، اما با افزایش شدت (سرعت فعالیت)، میزان افزایش سطوح این هورمون کاهش پیدا می‌کرد. با توجه به این موضوع می‌توان گفت سرعتی از فعالیت که می‌تواند باعث کاهش سطوح آپلین باشد، باید با توجه به سطح آمادگی بدنی آزمودنی‌ها مشخص شود.

آپلین در بیان گیرنده‌های عروقی و کنترل فشارخون نقش دارد. فعال‌سازی این گیرنده باعث شکل‌گیری عروق جدید می‌شود. اثر آپلین در کاهش فشارخون، موجب فعال شدن گیرنده‌ها در سطوح سلول‌های اندوتلیال می‌شود. این فعال‌سازی موجب آزادسازی نیتریک اکساید (انبساط‌دهنده عروق) و در نتیجه، شل شدن عضلات صاف در دیواره شریان‌ها می‌شود. فعالیت رگ‌زایی نتیجه عمل آپلین روی تمایز و مهاجرت سلول‌های اندوتلیال است.[۱۳] با توجه به تحقیق محمودی و همکاران می‌توان گفت افزایش سطوح آپلین به دنبال فعالیت ورزشی، به افزایش سطوح نیتریک اکساید منجر شده است و این موضوع می‌تواند در پیشگیری یا حتی درمان پرفشاری خون مفید باشد.[۱۳] نتایج بیش‌تر تحقیق‌ها نشان داده است که فعالیت هوازی به علت درگیر شدن بیش‌تر بافت چربی تأثیرهای مفیدتری در این زمینه دارد. بنابراین می‌توان گفت در صورتی که فعالیت ورزشی مناسب (با توجه به سطح آمادگی بدنی) انتخاب شود، میزان ترشح هورمون آپلین تنظیم می‌گردد و فواید مطلوب‌تری از تغییرات سطوح آن مشاهده می‌شود.[۱۴] محبی و همکاران تأثیر ۸ هفته تمرین‌های هوازی (دویدن و پیاده‌روی با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب، سه نوبت در هفته، به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه) را بر سطوح آپلین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو بررسی کردند. آن‌ها دریافتند کاهش معنی‌داری در گروه تمرین نسبت به گروه شاهد رخ داد.[۱۵] با مقایسه نتایج مطالعه‌های محمدی و محبی به نظر می‌رسد پاسخ هورمون آپلین به فعالیت ورزشی، به شرایط آزمودنی‌ها نیز ارتباط دارد. زیرا اگرچه در هر دو تحقیق فعالیت، هشت هفته‌ای و هوازی بود، اما در یک تحقیق آزمودنی‌ها، بیماران مبتلا به پُرفشاری خون و در تحقیق دیگر، دیابتی بودند. در تحقیق محمودی و همکاران، افزایش و در تحقیق محبی و همکاران، کاهش سطوح آپلین مشاهده شد. برای توضیح این تناقض در پاسخ هورمون آپلین به فعالیت ورزشی، می‌توان به عملکردهای مختلف آپلین اشاره کرد. آپلین یک محرک قوی در گشادکنندگی عروق است و نیاز است که در افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی افزایش پیدا کند (به خصوص برای پُرفشاری خون). با این حال باید توجه داشت که برای ایجاد تغییرات قابل توجه در سطوح آپلین بافت قلبی، به مدت زمان بیش‌تری نیاز است.[۱۳و۱۵] در تحقیق محبی و همکاران، آزمودنی‌ها بیماران دیابتی نوع دو بودند که به انسولین پایین حساسیت دارند و بنابراین به بررسی همزمان مقاومت به انسولین نیاز است تا بتوان تغییرات سطوح آپلین با بیماری دیابت نوع دو را تحلیل کرد.

فتحی و همکاران تأثیر یک جلسه فعالیت هوازی (دویدن بر روی نوارگردان با سرعت ۲۰ متر بر دقیقه به مدت ۴۵ دقیقه) را بر بیان ژن امنتین-۱ بافت چربی احشایی موش‌های دیابتی بررسی کردند. آن‌ها افزایش معنی‌داری در سطوح امنتین مشاهده کردند که با نتایج تحقیق حاضر همسو بود.[۱۶] دلیل این امر می‌تواند یکسان بودن نوع آزمودنی‌ها، سرعت، زمان و نوعی برنامه تمرینی باشد. تفاوت این دو مطالعه، دیابتی بودن موش‌های تحقیق فتحی و همکاران و بالاتر بودن میزان افزایش سطوح امنتین در تحقیق آن‌ها بود. برای توضیح این تفاوت، شاید بتوان به بالا بودن مقاومت به انسولین در موش‌های دیابتی اشاره کرد.

در تحقیق حاضر با افزایش سرعت فعالیت ورزشی، سطوح امنتین کاهش پیدا می‌کرد. در ارتباط با همین موضوع، می‌توان به تحقیق صارمی و همکاران اشاره کرد که تأثیر تمرین‌های هوازی (راه رفتن و دویدن بر روی نوارگردان، ۵ روز در هفته و ۵۰ تا ۶۰ دقیقه در روز با ۶۰ تا ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب) را بر سطوح سرمی امنتین-۱ در مردان دارای اضافه وزن و چاق بررسی

کردند. آن‌ها نشان دادند غلظت سرمی امنتین-۱ در شرکت‌کنندگان با وزن طبیعی در مقایسه با شرکت‌کنندگان دارای اضافه وزن و چاق به طور قابل توجهی بالاتر بود.[۱۷]

به طور کلی، به نظر می‌رسد یک جلسه فعالیت هوازی طولانی مدت (۴۵ دقیقه‌ای) می‌تواند عامل تاثیرگذاری بر سطوح آپلین و امنتین باشد و در هر دو آدیپوکین با افزایش سرعت فعالیت ورزشی، میزان افزایش یا کاهش پیدا می‌کند. با توجه به تحت تأثیر قرارگرفتن سطوح سوبستراهای انرژی از جمله گلوکز و برخی هورمون‌ها مانند انسولین (در نتیجه مقاومت یا حساسیت به انسولین) در طول فعالیت ورزشی طولانی مدت، به نظر می‌رسد اندازه‌گیری آن‌ها در تحقیق‌های آتی می‌تواند به محققان جهت بررسی دقیق‌تر عملکرد این آدیپوکین‌ها کمک کند.

❋مراجع:

1. Kershaw EE, Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. J Clin Endocrinol Metab 2004 Jun; 89 (6): 2548-56.

2. Hida K, Wada J, Eguchi J, Zhang H, Baba M, Seida A, et al. Visceral adipose tissue-derived serine protease inhibitor: a unique insulin-sensitizing adipocytokine in obesity. Proc Natl Acad Sci U S A 2005 Jul 26; 102 (30): 10610-5.

3. Mesmin C, Fenaille F, Becher F, Tabet JC, Ezan E. Identification and characterization of apelin peptides in bovine colostrum and milk by liquid chromatography-mass spectrometry. J Proteome Res 2011 Nov 4; 10 (11): 5222-31.

4. Kleinz MJ, Davenport AP. Emerging roles of apelin in biology and medicine. Pharmacol Ther 2005 Aug; 107 (2): 198-211.

5. Lee DK, Cheng R, Nguyen T, Fan T, Kariyawasam AP, Liu Y, et al. Characterization of apelin, the ligand for the APJ receptor. J Neurochem 2000 Jan; 74 (1): 34-41.

6. Fain JN, Sacks HS, Buehrer B, Bahouth SW, Garrett E, Wolf RY, et al. Identification of omentin mRNA in human epicardial adipose tissue: Comparison to omentin in subcutaneous, internal mammary artery periadventitial and visceral abdominal depots. Int J Obes (Lond) 2008 May; 32 (5): 810-5.

7. Moreno-Navarrete JM, Catalán V, Ortega F, Gómez-Ambrosi J, Ricart W, Frühbeck G, et al. Circulating omentin concentration increases after weight loss. Nutr Metab (Lond) 2010 Apr 9; 7: 27.

8. Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. Combined and resistance exercise improve glycemic control and fitness in type 2 diabetes. Diabetes Res Clin Pract 2002 May; 56 (2): 115-23.

9. Tokmakidis SP, Zois CE, Volaklis KA, Kotsa K, Touvra AM. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. Eur J Appl Physiol 2004 Aug; 92 (4-5): 437-42.

10. Sherafati Moghadam M, Daryanoosh F, Mohammadi M, Kooshki Jahromi M, Alizadeh Palavani H. The effect of eight-week intense sprint exercise on plasma levels of vaspin and chemerin in female Sprague-Dawley rats. Daneshvar Medicine 2013; 21 (107): 31-8. [In Persian]

11. Zhang J, Ren CX, Qi YF, Lou LX, Chen L, Zhang LK, et al. Exercise training promotes expression of apelin and APJ of cardiovascular tissues in spontaneously hypertensive rats. Life Sci 2006 Aug 15; 79 (12): 1153-9.

12. Cakaroun R, Raschpichler M, Kloting N, Oberbach A, Flehming G, Kern M, et al. Effect of weight loss and exercise on

chemerin serum concentration and adipose tissue expression in haman obesity. Metabolism 2012 May; 61 (5): 706-14.
13. Mahmoodi AA, Dabidi Roshan V, Gharakhanlou R, Hedayati M. Effects of exercise and ferula gummosa on apelin of cardiac and kidney tissues in L-name induced hypertension in rats. Iran J Health and Phys Activity 2013 Jul; 4 (2): 42-50. [In Persian]
14. Aminilari Z, Daryanoosh F, Kooshki Jahromi M, Mohamadi M. The effect of 12 weeks aerobic exercise on the apelin, omentin and glucose in obese older women with diabetes type 2. Arak Med Univ J 2014 May. 17 (85): 1-10. [In Persian]
15. Mohebi H, Ramaninia F, Hedayati Amami MH, Saeedi ZT. The effect of 8 weeks of moderate intensity aerobic exercise on plasma Apelin levels and resistance Insulin in women with type 2 diabetes. Sport Sciences Research Institute of Iran 2013 Jun; 20: 115-28.
16. Fathi R, Mohammadi SA, Garakani TE. The effect of aerobic activity on gene expression omentin-1 splanchnic fatty tissue of male rats. diabetics 2012 Oct; 8 (16): 83-96.
17. Saremi A, Asghari M, Ghorbani A. Effects of aerobic training on serum omentin-1 and cardiometabolic risk factors in overweight and obese men. J Sports Sci 2010 Jul; 28 (9): 993-8.