Research in Sport Medicine and Technology, Volume 11 - Issue 22 / 2021

Research in Sport Medicine and Technology
Kharazmi University
Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925
Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

# Effect of HIIT Training on the Level of Adiponectin and serum concentration of Liver Enzymes in Obese boys

**Reza Sabzevari Rad** [1] | **Hekmat Ehsan Bakhsh** [2] | **Ebrahim Fasihi Ramandi** [3*]

1. PhD in *Exercise Physiology*, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Lecturer, Imam Ali Military University, Tehran, Iran.
2. Master of General Physical Education, Lecturer at Imam Ali Military University, Tehran, Iran.
3. Master of *Exercise Physiology*, Kharazmi University, Tehran, Iran.

*Corresponding Author: Ebrahim Fasihi Ramandi, e.fasihi95@gmail.com

**Article type:**
Research Article

**Article history**:
Received: 06 March 2021
Revised: 14 August 2021
Accepted: 2 September 2021

**Keywords:**
Obese and Overweight boy, Adiponectin, HIIT Training, Alanine aminotransferase, Alkaline phosphatase

**How to Cite:**
Reza Sabzevari Rad, Hekmat Ehsan Bakhsh, Ebrahim Fasihi Ramandi. Effect of HIIT Training on the Level of Adiponectin and serum concentration of Liver Enzymes in Obese boys. *Research in Sport Medicine and Technology*, 2021: 11(22): 77-90

## ABSTRACT

**Background and Objective:** Adiponectin plays an important role in many metabolic and heart diseases. Regulation of liver enzymes is also essential for the health of the body's organs. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of a HIIT training period on adiponectin levels and serum concentrations of liver enzymes in obese and overweight boys.

**Methods**: 22 obese and overweight boys were selected and randomly divided into two groups of control and experimental. The experimental group performed eight weeks of HIIT pedaling with 80% HR reserve intensity for 3 days a week. The variables of adiponectin, aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), alanine aminotransferase (ALT) using kits and laboratory methods as well as aerobic power, body mass index, and fat percentage of tests in the two stages before and after Exercise protocol was also measured and covariance test was used to compare the research variables and Pearson correlation coefficient was used to examine the relationship.

**Results**: The results were analyzed at a significant level (P<0.05) using SPSS software version 24. Performing eight weeks of HIIT exercise using a bicycle resulted in a non-significant reduction in adiponectin (P>0.05), AST(P>0.05) and ALP(P >0.05) enzymes. This exercise also significantly reduced ALT enzyme (P<0.05) and fat percentage (P<0.05) and increased aerobic capacity (P<0.05)

**Conclusion**: HIIT exercise strengthens aerobic power and reduces the percentage of fat and reduces the liver enzyme ALT in obese boys. Of course, more research is needed to clarify this issue.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

*Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e*: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) DOI: 10.29252/jsmt.19.2.77.

پژوهش در طب ورزشی و فناوری، دوره یازدهم، شماره ۲۲، ۱۴۰۰

پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

# تاثیر یک دوره تمرین HIIT بر مقادیر آدیپونکتین و غلظت سرمی آنزیم های کبدی در پسران چاق

رضا سبزواری راد [۱] | حکمت احسان بخش [۲] | ابراهیم فصیحی رامندی [۳*]

۱. دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله(عج)، مدرس دانشگاه افسری امام‌علی(ره)، تهران، ایران.

۲. کارشناس ارشد تربیت بدنی عمومی، مدرس دانشگاه افسری امام‌علی (ع)، تهران، ایران.-

۳. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: ابراهیم فصیحی رامندی. e.fasihi95@gmail.com

**نوع مقاله:** مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۶

**تاریخ ویرایش:** ۱۴۰۰/۵/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۱۱

**واژه‌های کلیدی:**

پسران چاق، آدیپونکتین، تمرین تناوبی شدید ،آنزیم‌های آسپارتات آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز، آلانین آمینو ترانسفراز ترانسفراز

**ارجاع:**

رضا سبزواری راد، حکمت احسان بخش، ابراهیم فصیحی رامندی. تاثیر یک دوره تمرین HIIT بر مقادیر آدیپونکتین و غلظت سرمی آنزیم های کبدی در پسران چاق. پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۱ (۲۲):۹۰-۷۷

## چکیده

آدیپونکتین نقش مهمی در بسیاری از بیماریهای متابولیکی وقلبی دارد همچنین تنظیم آنزیم‌های کبدی برای سلامت ارگان‌های بدن ضروری است. هدف این مطالعه بررسی تاثیر یک دوره تمرین تناوبی شدید بر مقادیر آدیپونکتین و غلظت سرمی آنزیم‌های کبدی در پسران چاق و دارای اضافه وزن بود. بدین منظور۲۲ پسر ۱۲ تا ۱٤ ساله چاق و دارای اضافه وزن (میانگین وزن ۸/۹۷ ± ۷۴/۴۰ کیلوگرم و قد ۸/۹۷ ± ۱۵۷/۴۰ سانتیمتر و BMI ۳/۹۷ ± ۲۸/۵۶ کیلوگرم بر متر مربع و درصد چربی ۴/۲۱ ± ۳۳/۶۷ ) انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی قرار گرفتند. گروه تجربی هشت هفته تمرین تناوبی شدید رکاب زنی را با شدت معادل ۸۰ درصد $HR_{reserve}$ به مدت ۳ روز در هفته اجرا نمودند. متغیرهای آدیپونکتین، آسپارتات آمینوترانسفراز(AST)، آلکالین‌فسفاتاز(ALP)، آلانین‌آمینو ترانسفراز(ALT) با استفاده از کیت‌ها و روش‌های آزمایشگاهی هم‌چنین توان هوازی، شاخص توده بدنی و درصد چربی آزمونی‌ها در دو مرحله پیش و پس از پروتکل تمرین نیز سنجیده و برای مقایسه متغیرهای پژوهش از آزمون تحلیل کوواریانس و برای بررسی ارتباط، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. .نتایج در سطح معنی‌داری($P<۰/۰۵$) با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲٤ تحلیل شد. اجرای هشت هفته تمرین تناوبی شدید با استفاده از دوچرخه منجر به کاهش غیرمعنادار مقادیر آدیپونکتین($P>۰/۰۵$) و آنزیم های AST($P>۰/۰۵$) و ALP($P>۰/۰۵$) شد. همچنین این تمرین سبب کاهش معنادار آنزیم ALT ($P<۰/۰۵$)و درصد چربی($P<۰/۰۵$) و افزایش توان هوازی($P<۰/۰۵$) شد. تمرین تناوبی شدید سبب تقویت توان هوازی و کاهش درصد چربی وکاهش آنزیم کبدی ALT در پسران چاق می گردد. البته برای روشن شدن قطعی این موضوع تحقیقات بیشتری نیاز است.



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

**مقدمه**

امروزه چاقی در بیشتر کشورهای جهان از مشکلات عمده سلامت و عاملی اصلی در افزایش ابتلا به بیماری‌های مرتبط با آن می‌باشد(۱). چاقی و متعاقب آن مرگ و میر به سرعت در حال گسترش می‌باشد؛ چنانچه بررسی‌ها نشان داده است حدود یک میلیارد نفر در سطح جهان اضافه وزن دارند و حداقل ۳۰۰ میلیون نفر از آن‌ها چاق هستند(۱). مطالعات جدید بیان کرده‌اند؛ چاقی علاوه بر بزرگسالان در کودکان نیز رو به گسترش است (۲) که بر اساس مطالعات، ایران نیز از این قضیه مستثنی نیست(۳). چاقی به عنوان مشکلی برای سلامت کودکان، می‌تواند عامل چاقی در بزرگسالی باشد. کودکانی که شاخص توده بدنی (BMI) بالاتر از صدک ۹۵ را دارند (با توجه به جنسیت و سن) در رده کودکان چاق و آن‌هایی که بین صدک ۸۵ تا ۹۵ قرار می‌گیرند در رده کودکان دارای اضافه وزن قرار می‌گیرند و خطر چاقی آن‌ها را تهدید می‌کند(٤). چاقی می‌تواند بیماری‌هایی مانند دیابت نوع ۲[1](۵)، کبد چرب غیرالکلی(٦)[2]، بیماری‌های قلبی عروقی و فشار خون بالا(۷) را به همراه داشته باشد. کبد چرب غیرالکلی متداول‌ترین وضعیت مزمن کبدی است که در افراد چاق شایع است(٦). به نظر می‌رسد این بیماری با برخی بیماری‌های متابولیکی از جمله افزایش کلسترول، گلیسرید خون و دیابت ارتباط نزدیکی داشته باشد(۸). کبد چرب باعث تغییراتی در سطوح آنزیم‌های کبد می‌شود که می‌توان از ALP، ALTو AST نام برد. با بروز بیماری و آسیب کبد، این آنزیم‌ها وارد جریان خون می‌شوند(۹). مطالعات نشان داده است، چاقی علاوه بر مشکلات مربوط به کبد و ترشح آنزیم‌های کبدی، در ترشح برخی آدیپوکاین‌ها[3] تاثیرگذار است. بافت چربی علاوه بر نقش ذخیره‌ای، یک بافت اندوکرینی[4] فعال است که عوامل تنظیم کننده فراوانی از جمله آدیپوکاین‌ها (آدیپوساتوکاین‌ها[5]) را ترشح می‌نماید(۱۰).آدیپونکتین به عنوان یک سایتوکاین مفید، اثر ضدالتهابی، ضد تصلب شرایین و ضد مقاومت به انسولین دارد؛ به علاوه، آدیپونکتین به تولید سایتوکاین‌های ضدالتهابی منجر شده و با افزایش حساسیت به انسولین، اختلالات متابولیکی را بهبود می‌بخشد(۱۱). تولید آدیپونکتین توسط بافت چربی در افراد چاق کاهش یافته و کاهش چربی در بیماران چاق نیز موجب افزایش مقدار آدیپونکتین سرم می‌شود(۱۲). مطالعات نشان داده است تغییر در روش زندگی و کاهش وزن بدن در افراد چاق در طولانی مدت می‌تواند مقادیر آنزیم‌های کبدی و آدیپونکتین را به حالت اول بازگرداند(۱۳). فعالیت بدنی بر بهبود ترکیب بدنی، کاهش وزن و کاهش چربی بدن تاثیر مثبت دارد(١٤). همچنین فعالیت بدنی تاثیر مثبتی بر سازگاری‌هایی همچون افزایش ظرفیت اکسایشی عضله (افزایش تعداد مویرگ های تارهای عضلانی)، دارد. تحقیقات نشان داده که فعالیت بدنی و ورزشی ممکن است باعث تغییرات مثبتی در ترشح آنزیم‌های کبدی شود. برای مثال، میزان AST وALT سرم خون به‌واسطه تمرینات ورزشی هوازی(۱۵) همچنین در بیماران کبدی(٦)، حتی در موش‌های دارای کبد چرب غیر الکلی (١٦)، به‌واسطه فعالیت بدنی

1. Diabetes mellitus type 2
2. Non alcoholic fatty liver disease
3. Adipokine`s
4. Endocrine
5. Adipocytokine



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

کاهش یافته است که بیشترین تاثیر را نوع فعالیت بدنی هوازی دارا می‌باشد(۱۷). همچنین فعالیت بدنی با افزایش سطح پلاسمایی آدیپونکتین همراه است. افزایش آدیپونکتین باعث بالارفتن سوخت و ساز بدن و کاهش بافت چربی می شود و نقش مهمی در مقاومت به انسولین در افراد چاق دارد، افزایش در سطوح این فاکتور سبب بهبودی در حساسیت به انسولین و نیمرخ چربی می‌شود(۱۸). برخی مطالعات نشان داده‌اند که با افزایش در زمان فعالیت، آدیپونکتین بیشتری ترشح می‌شود(۱۹) و برخی تحقیقات نیز تغییرات معناداری در مقادیر آدیپونکتین در موش‌ها (۲۰) یا در تمرین ترکیبی (استقامتی-قدرتی) (۲۱)، علی‌رغم کاهش وزن و توده چربی، مشاهده نکردند. به نظر می‌رسد نوع و شدت فعالیت یکی از عوامل تاثیر گذار بر ترشح این فاکتور باشد. همچنین آدیپونکتین با افزایش یا کاهش شاخص توده بدن همبستگی دارد و از این رو آدیپونکتین را یکی از شاخص‌های حساس به ترکیب بدنی معرفی کرده‌اند(۲۲). با توجه به اینکه آدیپونکتین یک عامل مهم در متابولیسم بدن و سوخت و ساز متابولیکی و همچنین کاهش چربی بدن می‌باشد، همچنین مقادیر ترشح آن ارتباط بسیار بالایی با میزان بافت چربی دارد. این احتمال داده می‌شود که این آزمون با فعالیت بدنی با شدت بالا تحت تاثیر قرار گیرد.

کودکان در بازی‌ها اغلب در مقاطع زمانی کوتاه و به صورت انفجاری فعال هستند و پس از آن با فعالیت‌هایی با شدت پایین‌تر و یا استراحت و سپس فعالیت انفجاری که بسیار شبیه تمرین تناوبی می‌باشد، را انجام می‌دهند. مشخص شده که کودکان در هنگام بازی‌های دلخواه خودشان وهله‌های بدنی کوتاه انجام می‌دهند. زیرا این نوع فعالیت در مقایسه با نوع پیوسته با شدت یکسان بسیار انرژی بخش‌تر است (۲۳) .تمرینات تناوبی شدید نوعی فعالیت ورزشی متناوب دوره‌های کوتاه ورزش شدید بی‌هوازی با دوره‌های استراحتی با شدت کمتر یا استراحت کامل می‌باشد(۲٤). همچنین پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرینات تناوبی شدید می‌تواند موجب تغییر در ترکیب بدنی با کاهش توده چربی شود(۲۵). پژوهش‌های اخیر اشاره دارند که تمرینات تناوبی شدید پتانسیل اقتصادی بالا دارد و پروتکل تمرینی مناسبی برای افراد چاق و دارای اضافه وزن علل خصوص برای کودکان و نوجوانان است؛ لذا با توجه به نقش چاقی علل خصوص در دوران کودکی و نوجوانی در ایجاد بیماریها و از طرفی اهمیت تعیین شدت تمرینی مناسب روی هورمونهای مؤثر در تنظیم وزن و متابولیسم می تواند موثر واقع شود(۲٦).مطالعات روشنی پیرامون تاثیرگذاری تمرینات تناوبی شدید بر کودکان و نوجوانان صورت نگرفته است. همچنین تحقیقات متعددی روی مقادیر آدیپونکتین، تحت تاثیر تمرینات ورزشی قرار گرفته است، این فرض وجود دارد که هر چقدر انرژی مصرفی در زمان تمرین و فعالیت ورزشی بیشتر باشد و ارگانیسم تحت فشار سوخت و سازی قرار بگیرد، برای تنظیم جریان‌های سوخت و سازی حین فعالیت به آدیپونکتین بیشتری نیاز است (۱۹) اما بررسی اثر تمرینات تناوبی شدید روی مقادیر آدیپونکتین محدود بوده و همچنین اثر تمرین تناوبی شدید بر مقادیر آنزیم‌های کبدی نیز به صورت گسترده صورت نگرفته است، علاوه بر این مطالعات پیرامون ارتباط فعالیت بدنی شدید با آدیپو نکتین و آنزیم‌های کبدی بر روی پسران چاق یا دارای اضافه وزن ۱۲ تا ۱٤ سال بسیار اندک است. لذا هدف از این تحقیق بررسی تاثیر یک دوره تمرین تناوبی شدید بر مقادیر آدیپونکتین و غلظت



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

سرمی آنزیم‌های کبدی در پسران چاق بود.

## روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق کاربردی، به صورت نیمه تجربی، با طرح پیش آزمون و پس آزمون در دو گروه کنترل و تجربی انجام گرفت. جامعه آماری مشتمل بر ٤٥ نفر از پسران ١٤-١٢ ساله چاق و دارای اضافه وزن دبیرستان دوره اول کار و اندیشه ، واقع در منطقه یک شهر تهران در سال تحصیلی ٩٥-٩٦ بودند که همگی با توجه به جدول صدک‌های چاقی و اضافه وزن در کودکان و نوجوانان، به صورت هدفمند انتخاب شدند و بر اساس جدول کوهن (٢٧)با اندازه اثر ٧٠ و توان آزمون ٨٠ تعداد ٢٢ نفرآنها به صورت تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. از آزمودنی‌ها توسط متخصص پزشکی ورزشی در مدرسه تست سلامتی گرفته شد و مشخص شد که برای انجام تمرین تناوبی شدید مشکل پزشکی ندارند؛ ازطرفی معیار ورود و خروج به پژوهش(بیماری ها و توانایی) تحت نظر پزشک بود. همچنین برای آزمودنی ها و والدین آنها برنامه پیش آزمون و پس آزمون و پروتکل تمرین تشریح شد و رضایت نامه کتبی از انها اخذ گردید.

برنامه مداخله ورزشی ویژه دانش آموزان دارای اضافه وزن مطابق با الگوی تمرین تناوبی شدید، شامل هشت هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ٤٠ دقیقه بود. ابتدا ١٠ دقیقه گرم کردن، سپس ١٠ ست رکاب زدن تناوبی به مدت ٦٠ ثانیه روی دوچرخه ثابت(اسپرت تاپ مدل بی ٨٩٠ ساخت کشور تایوان) با شدت ٨٠ درصد ضربان قلب ذخیره اجرا شد (شدت تمرین براساس مشاهده مستقیم مربی ورزشی و ضربان سنج پولار کنترل شد). هرجلسه یک ست رکاب زدن به تمرین اصلی اضافه می شد. با توجه به عدم آمادگی پسران چاق، بین هر ست رکاب زدن ٦٠ ثانیه استراحت غیر فعال درنظرگرفته شد و در خاتمه ١٠ دقیقه سرد کردن انجام شد (٢٨).این پروتکل تمرین بر روی دوچرخه ثابت استاندارد اسپرت تاپ[6]( مدل B890P ساخت کشور تایوان) انجام شد.

### سنجش مقادیر آدیپونکتین و آنزیم های کبدی

مقادیر آدیپونکتین به روش الایزا و با کیت آدیپونکتین ساخت شرکت مدیاگنوست[7] آلمان با حساسیت ٠/٦ µg/ml و آنزیم ALP با کیت آنزیم ALP ساخت شرکت پارس آزمون ایران با حساسیت 3UV و آنزیم های AST وALT با کیت آنزیم های AST وALT ساخت شرکت بایورکس فارس ایران به ترتیب با حساسیت 4UV و 3UVو با روش DGKC[8] (استاندارد انجمن بیوشیمی آلمان) اندازه گیری شدند.

٤٨ ساعت قبل از شروع تمرین تناوبی شدید، راس ساعت ٨ صبح در مدرسه، آزمودنی‌ها توسط متخصص پزشکی ورزشی، معاینه و مجوز حضور در تمرین را گرفتند. افرادی که سلامتشان برای شرکت در این تمرین تایید نشده بود از

6. SPORT TOP
7. Mediagnost
8. Deutsche Gesellschaft für Klinische Chemie



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

شرکت در آزمون‌ها و پروتکل تمرینی منع شدند. با استفاده از ترازو و دستگاه سنجش ترکیب بدنی (اومرون[9]BF511 ساخت کشور ژاپن) و قدسنج سکا (مدل ۲۱۳ ساخت کشور آلمان).، وزن و قد ،شاخص توده بدن(BMI) و درصد چربی شرکت کنندگان توسط محقق اندازه گیری شد.

بلافاصله پس از مشخص شدن مقادیر BMI و درصد چربی از هر یک از شرکت کنندگان ۵ سی سی خون از ورید آنتی کوبیتال دست راست در حالت نشسته و ناشتایی ۱۲ ساعته توسط تکنسین آزمایشگاه که در مدرسه حضور داشت گرفته شد. نمونه خون پس از لخته شدن به مدت ۵ دقیقه با دور ۳۰۰۰ rpm برای جداسازی سرم نمونه در دستگاه سانتریفیوژ(مدل ۳۲۰۰ساخت شرکت سهند ایران) قرار گرفت و بلافاصله در دمای ۷۰- درجه نگهداری شد. با استفاده از آزمون یک مایل راه رفتن ویژه سنین ۸ تا ۱۷ سال (۲۹)حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی های تحقیق با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد(برای جنس زن عدد ۱ و مرد صفر).

$Vo_2max$=۱۰۸/۹٤-۸/٤۱(زمان به دقیقه)+۰/۳٤(زمان به دقیقه) +۰/۲۱(جنس×سن)-۰/۸٤ (BMI)

همچنین برای تعیین شدت ضربان قلب شرکت‌کنندگان در تمرین ضربان قلب استراحتی آنها شمارش و با استفاده از فرمول کارونن محاسبه گردید (۲۸) لازم به ذکر است که کنترل ضربان قلب آزمودنی ها با استفاده از ضربان سنج پولار[10] (مدل AXN300ساخت کشور فنلاند) صورت گرفت.

فرمول کارونن=(سن- ۲۲۰) - ضربان قلب استراحت ×درصد مورد نظر+ضربان قلب استراحت

بعد از انجام پیش آزمون گروه تجربی هشت هفته تمرین تناوبی شدید هر هفته سه جلسه و هر جلسه چهل دقیقه روی دوچرخه ثابت با شدت تعیین شده انجام دادند.٤٨ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین مجددا تمامی آزمون‌ها از قبیل وزن،BMI و درصد چربی آزمودنی‌ها توسط محقق اندازه گیری شد، سپس مشابه شرایط پیش آزمون در حالت ناشتایی ۱۲ ساعته از ورید آنتی کوبیتال دست راست آزمودنی‌ها به صورت نشسته ۵ سی‌سی خون توسط تکنسین آزمایشگاه در مدرسه گرفته شد و بلافاصله پس از لخته شدن به مدت ۵ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با ۳۰۰۰rpm برای جداسازی سرم نمونه قرار گرفت. حداکثر اکسیژن مصرفی شرکت کنندگان در این مرحله نیز با آزمون یک مایل راه رفتن ویژه سنین ۸ تا ۱۷ سال مشابه پیش آزمون محاسبه گردید.

به منظور تعیین نحوه توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد و برای مقایسه‌ی متغیرهای پژوهش بعد از هشت هفته تمرین تناوبی شدید در دو گروه تجربی و کنترل، از آزمون آنالیز کوواریانس (ANCOVA) و برای بررسی ارتباط بین متغیر های تحقیق نیز از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. همچنین نتایج در سطح معنی‌داری (P<۰/۰۵) با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ٢٤ مورد ارزیابی قرار گرفتند.

9. Omron
10. POLAR



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

## یافته‌ها

در جدول ۱ نتایج مقادیر آدیپونکتین، AST، ALT، ALP، VO2max، درصد چربی بدن، درصد توده عضلانی، BMI و وزن بدن آزمودنی‌ها قبل و بعد از اجرای پروتکل پژوهش آورده شده است. اجرای هشت هفته تمرین تناوبی شدید منجر به کاهش غیرمعنادار مقادیر آدیپونکتین (P<۰/۰۵) و آنزیم های AST و ALP شد(P<۰/۰۵). همچنین این تمرین سبب کاهش معنادار آنزیم ALT و درصد چربی و افزایش توان هوازی در آزمودنی‌ها شد(P<۰/۰۵). همچنین نتایج حاصل از ضریب همبستگی پیرسون در حالت پس آزمون نشان داد، بین مقادیر آدیپونکتین و آنزیم‌های ALP، ALT، AST و درصد چربی آزمودنی‌ها همبستگی معنی‌داری وجود ندارد (P<۰/۰۵).

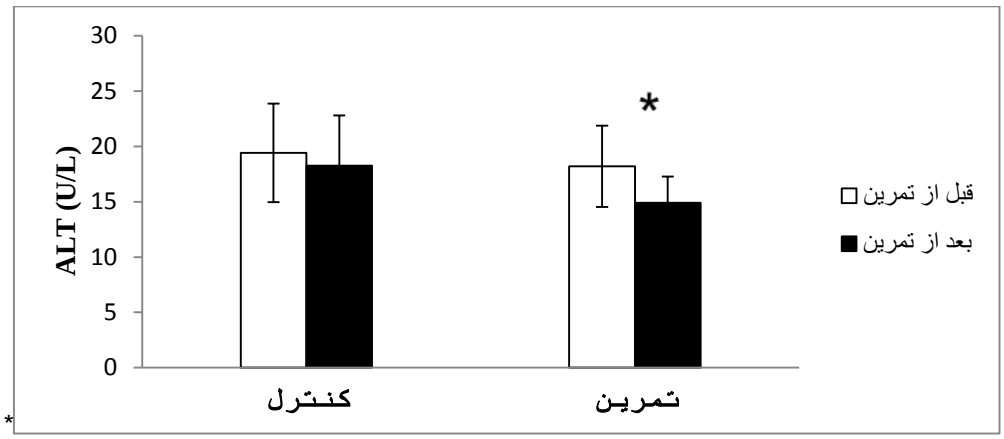
جدول ۱. مقایسه مقادیر متغیرهای پیش و پس آزمون آزمودنی ها با روش آنالیز کوواریانس

| متغیر | گروه‌های پژوهشی | گروه کنترل | گروه تمرین | F | معناداری (P) |
|---|---|---|---|---|---|
| آدیپونکتین (µg/ml) | پیش آزمون | ۵/۴۱ ± ۲/۹۰ | ۵/۲۵ ± ۱/۷۶ | ۰/۰۴۳ | ۰/۸۳ |
| | پس آزمون | ۵/۱۹ ± ۲/۸۹ | ۵/۱۵ ± ۱/۶۸ | | |
| AST (U/L) | پیش آزمون | ۲۶/۴۳ ± ۴/۴۶ | ۲۳/۸۴ ± ۴/۲۸ | ۰/۷ | ۰/۴۲۶ |
| | پس آزمون | ۲۳/۲۳ ± ۳/۷۱ | ۲۰/۲۲ ± ۵/۶۵ | | |
| ALT (U/L) | پیش آزمون | ۱۹/۶۵ ± ۴/۴۶ | ۱۸/۴۸ ± ۳/۶۷ | ۴/۷۶۳ | *۰/۰۴۳۵ |
| | پس آزمون | ۱۸/۵۹ ± ۴/۵۵ | ۱۴/۵۶ ± ۲/۳۷ | | |
| ALP (U/L) | پیش آزمون | ۹۸۳/۳۳ ± ۲۷۵/۱۷ | ۷۷۰/۳ ± ۱۵۸/۰۰ | ۰/۰۵۳ | ۰/۸۵۰ |
| | پس آزمون | ۸۶۵/۷۸ ± ۲۰۶/۲۲ | ۷۵۵/۴۴ ± ۱۶۹/۵۳ | | |
| $VO_2max$ (ml/kg/min) | پیش آزمون | ۳۸/۳۹ ± ۲/۷۵ | ۳۶/۳۲ ± ۲/۴۹ | ۴/۹۶۱ | *۰/۰۳۷۵ |
| | پس آزمون | ۳۹/۲۷ ± ۳/۱۶ | ۳۹/۴۳ ± ۲/۵۴ | | |
| درصد چربی بدن % | پیش آزمون | ۳۱/۶۲ ± ۴/۷۴ | ۳۵/۰۵ ± ۶/۳۸ | ۸/۱۴۵ | *۰/۰۱ |
| | پس آزمون | ۳۱/۸۵ ± ۴/۹۴ | ۳۳/۵۸ ± ۶/۸۳ | | |
| BMI ($Kg/m^2$) | پیش آزمون | ۲۶/۵۵ ± ۳/۰۸ | ۳۰/۳۳ ± ۵/۰۹ | ۰/۴۱۵ | ۰/۵۸ |
| | پس آزمون | ۲۶/۴۰ ± ۲/۹۷ | ۳۰/۱۳ ± ۵/۱۲ | | |
| وزن بدن (کیلوگرم) | پیش آزمون | ۶۷/۹۹ ± ۷/۹۵ | ۸۰/۶۷ ± ۱۶/۰۸ | ۰/۳۱۳ | ۰/۷۸۷ |
| | پس آزمون | ۶۷/۵۸ ± ۷/۹۰ | ۸۰/۳۱ ± ۱۵/۹۰ | | |

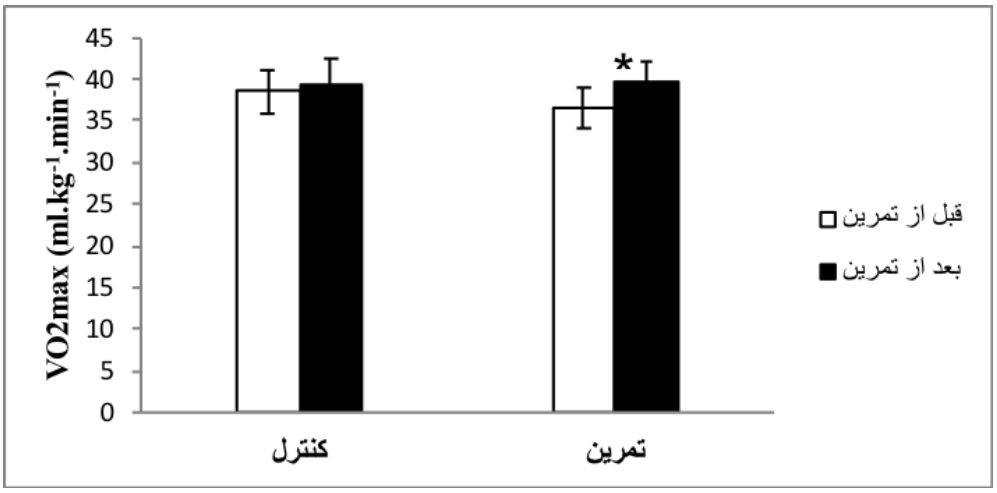
*اختلاف معنادار

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

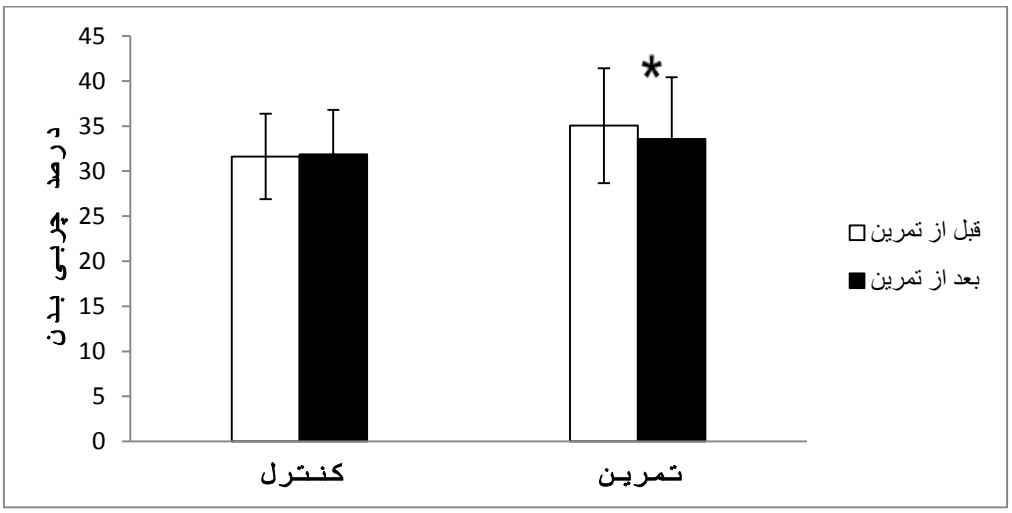
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]




نمودار ۳-۴. تغییرات مقادیر ALT در گروه‌های پژوهش. * کاهش معنادار نسبت به گروه کنترل (P = ۰/۰۴۲).




نمودار ۵. تغییرات مقادیر $VO_2max$ در گروه‌های پژوهش. * افزایش معنادار نسبت به گروه کنترل (P = ۰/۰۳۸).




نمودار ۶. تغییرات درصد چربی بدن در گروه‌های پژوهش. * کاهش معنادار نسبت به گروه کنترل ( P = ۰/۰۱)



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

## بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به‌این‌که میزان آدیپونکتین می‌تواند در جلوگیری از بیماری‌های متابولیکی و قلبی نقش بسزایی داشته باشد در این تحقیق اثر تمرین تناوبی شدید را بر مقادیر آدیپونکتین در کودکان چاق و دارای اضافه وزن بررسی گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که هشت هفته تمرین تناوبی شدید منجربه کاهش غیرمعنادار مقادیر آدیپونکتین پسران چاق و دارای اضافه وزن می‌گردد. همتی فر و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که غلظت آدیپونکتین پس از اجرای ٦ هفته تمرین تناوبی شدید در گروه تجربی به طور معناداری افزایش یافته است(۳۰). کاظمی و همکاران نیز در تحقیقی اثر هشت هفته تمرین تناوبی سرعتی را بر مقادیر آدیپونکتین در کودکان دارای اضافه وزن بررسی و دریافتند که مقادیر آدیپونکتین افزایش یافته بود(۳۱). در پژوهشی دیگر توسط سوری و همکاران(۲۰۱٦) اثر هشت هفته تمرین تناوبی شدید بر سطح سرمی آدیپونکتین در کودکان چاق مورد مطالعه قرار گرفت و افزایش مقادیر آدیپونکتین را مشاهده نمودند(۳۲). لی و همکاران(۲۰۱۵) نیز افزایش میزان آدیپونکتین و $Vo_2max$ و حساسیت به انسولین و کاهش درصد چربی را پس از ۱۲ هفته فعالیت جاگینگ مشاهده کردند(۳۳). بوچان و همکارانش در سال ۲۰۱۱ نیز گزارش دادند که اجرای ۷ هفته تمرین تناوبی شدید در نوجوانان منجر به افزایش معنی‌دار آدیپونکتین می‌گردد(۳٤). نتایج مطالعات مذکور در سطرهای بالا با نتایج پژوهش حاضر همسو نمی‌باشد. از طرفی هالور و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که تمرین ورزشی تاثیری بر آدیپونکتین پلاسمایی ندارد(۳۵). همچنین لگات و همکاران(۲۰۱۲) در مطالعه‌ای کاهش میزان آدیپونکتین را با ۲ هفته تمرین تناوبی شدید که با شدت ۸۵ درصد $Vo_2peak$ انجام شد را در نوجوانان چاق و دارای اضافه وزن مشاهده کردند(۳٦). ریان و همکاران(۲۰۰۳) نیز پس از ٦ ماه تمرین استقامتی در زنان چاق و دارای اضافه وزن تغییری در میزان آدیپونکتین مشاهده نکردند(۳۷). تحقیقات همسو در پایان، معنی‌دار نبودن اثر تمرینات ورزشی بخصوص تمرین تناوبی شدید را در مقادیر آدیپونکتین نشان می‌دهد. در تحقیق همتی‌فر و همکاران ٦ هفته تمرین تناوبی شدید را بصورت ٤ تا ٦ تکرار دویدن با حداکثر سرعت در یک ناحیه ۲۰ متری با ۳۰ ثانیه ریکاوری انجام دادند که کنترلی روی ضربان قلب انجام نشده بود. این تحقیق روی مردان با میانگین سنی ۲٤ سال انجام شده بود.در تحقیق سوری و همکاران(۲۰۱۵)، آزمودنی‌ها فقط کودکان چاق بودند که تمرین را به صورت وهله‌های ۳۰ ثانیه‌ای و با ۱/۵ دقیقه استراحت فعال با ۵۰ درصد سرعت بیشینه انجام دادند.در ادامه تمرینات از شش وهله به ۱۰ وهله افزایش یافت.کیت های آدیپونکتین استفاده شده در این مطالعه نیز با مطالعه حاضر متفاوت بود.آدیپونکتین از طریق فعال کردن پروتئین فعال کننده فسفوریلاسیون گیرندهٔ آلفا (PPAR- α[11]) سبب اکسایش اسیدهای چرب در عضلهٔ اسکلتی می‌شود. آدیپونکتین میتواند AMPK[12] را فعال کند و از این طریق در اکسایش اسیدهای چرب و انتقال GLUT-4[13] به سطح سلول نقش داشته باشد. آدیپونکتین

11. Peroxisome proliferator-activated receptor alpha
12. AMP-activated protein kinase
13. Glucose transporter type 4



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

به طور مستقیم ACC[14] را فسفوریله و غیرفعال می‌کند و با کاهش محتوای مالونیل کوآ موجب هیدرولیز تری گلیسریدها و اکسایش آنها می‌شود(۱۲). اما از انجا که مدل‌های تمرین تناوبی شدید می‌تواند متنوع و گوناگون باشد و شدت هایی که در این تمرینات استفاده می شود و هم چنین مدت زمان‌های وهله‌های شدت بالا، تعداد تکرارهای وهله‌های زمانی و تکرار جلسات تمرین در هفته همه از عوامل متغیری هستند که می‌توانند اثرات و سازگاری های متفاوتی را بر جای بگذارند. چنین استنباط می‌شود که پروتکل‌های تمرینی مختلف می‌تواند آثار و نتایج مختلفی در تغییرات آدیپونکتین داشته باشد.آزمودنی‌ها نیز با توجه به نوع(انسان یا موش)، جنسیت، سن و نوع آمادگی بدنی آنها، همچنین سلامتی و وزن مطلوب ممکن است پاسخ‌های متفاوتی به تمرینات داشته باشند. قرار داشتن در دوران بلوغ وجود هورمون های رشد و تستوسترون در جنسیت‌های مختلف می‌تواند بر کیفیت انجام تمرینات اثر گذار باشد؛ در این رابطه موضوع پژوهشی صورت گرفته که به ارتباط چاقی با آدیپونکتین، بلوغ، ترکیب بدن و غدد درون ریز پرداخته و گفته شده که همراه با بلوغ، وزن بدون چربی، چربی کل بدن و میزان تستوسترون سرم افزایش می‌یابد و به همراه این تغییرات، عوامل تحت تأثیر آن از جمله لپتین و آدیپونکتین نیز می‌تواند تحت تاثیر سن و بلوغ قرار گیرد(۳۸). با این گفته‌ها می‌توان انتظار نتایج متفاوتی در گروه های سنی مختلف داشت. فرای همه این موضوعات ابزار اندازه گیری استفاده شده در مطالعات عامل مهم دیگری است که تمرینات و نتایج را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

مطالعه حاضر نشان داد که اثر تمرین تناوبی شدید روی آنزیم ALT معنادار بوده و روی دو آنزیم دیگر تاثیر معناداری نداشته است. پژوهش‌های زیادی بر تاثیرتمرین تناوبی شدید بر آنزیم‌های نام برده شده تمرکز نموداند. کاوانیشی و همکاران (۲۰۱۲ ) با ۱۶ هفته تمرین روی نوار گردان با رژیم چربی و قند بالا در موشها کاهش آنزیم ALT را مشاهده کردند(۱۶). بارانی و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی تاثیر تمرینات مقاومتی و ترکیبی(حرکات مقاومتی و هوازی)را بر سطوح سرمی آنزیم‌های ALT,AST,ALP در زنان دارای کبد چرب بررسی ونتیجه گیری نمودند که میزان ALP فقط در گروه مقاومتی به طور معنی داری کاهش یافت($p=0/03$). اما میزان AST و ALT تغیری نکرد(۳۹). داودی و همکاران(۲۰۱۲) هم در تحقیق خود گزارش دادند که تمرین هوازی و استقامتی منظم می‌تواند موجب کاهش سطح ALT و AST شود(۶). برزگرزاده و همکاران(۲۰۱۲) نیز دریافتند که تمرینات هوازی منظم در موشهای مسن افزایش معنی‌داری در آنزیم‌های ALT,AST,ALP را در پی خواهد داشت هر چند سطوح متغیرها پس از ۱۲ هفته تمرین تناوبی کمتر از تداومی بود(۴۰). بعضی محققان مانند اوماگاری و همکاران(۲۰۰۲) برای درمان کبد چرب در تحقیقاتی که انجام داده‌اند راه‌های درمانی تغذیه ای را پیشنهاد داده‌اند تا ورزش‌های استقامتی و انواع دیگر آن(۴۱) در تحقیق بارانی دو مدل تمرین مقاومتی و ترکیبی را در زنان دارای بیماری کبد چرب بررسی کرد. میزان ALP تغییر داشت و آن هم در گروه مقاومتی.در تحقیقات ذکر شده در این بخش بطور مختص از تمرینات و پروتکل‌های تمرین تناوبی شدید استفاده نشده است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر می‌تواند به دلیل کوتاه بودن طـول دوره مطالعـه و عدم کنترل

14. Acetyl-CoA carboxylase



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

تغذیه آزمودنی‌ها باشد؛ ناگفته نماند که گونه‌های آزمودنی‌ها، جنس و سن آزمودنی‌ها، نوع تمرین(شدت، مدت، تکرار و زمان و نوع استراحت) می‌تواند از دلایل عمده تفاوت در یافته‌های مطالعه حاضر با تحقیقات دیگر باشد.

از نتیجه پژوهش حاضر مشخص شد که هشت هفته تمرین تناوبی شدید درپسران چاق و دارای اضافه وزن بر $Vo_2max$ (حداکثر اکسیژن مصرفی) و درصدچربی، تاثیر معنی‌داری داشته است. عابدی و مودت(۱۳۹۵) در بررسی هشت هفته تمرین تناوبی شدید روی آدیپونکتین سرمی و مقاومت به انسولین در زنان دیابتی، افزایش معنی دار $Vo_2max$ و کاهش درصد چربی را در آنها مشاهده کردند. همچنین عوض‌پور و همکاران در بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین تناوبی شدید روی سطوح آدیپونکتین و لپتین پلاسمای پرستاران دارای اضافه وزن، بعد از انجام دو مدل تمرین تناوبی شدید در دو گروه جداگانه در هر دو گروه کاهش درصد چربی را مشاهده کردند. بوچر نیز در مقاله‌ای مروری، چندین پروتکل تمرین تناوبی که تمامی آنها حاکی از افزایش $Vo_2max$ پس از انجام تمرین تناوبی شدید داشته را ارایه کرده است. بررسی این نوع از پروتکل‌های تمرین تناوبی شدید در سالمندان جوان و افراد مسن که ۲ تا ۱۵ هفته انجام شده، موجب افزایش قابل ملاحظه ٤ تا ٤٦ درصدی $Vo_2max$ در این افراد شده بود(٤٢). به عنوان مثال وایت و همکاران با دو بار تمرین وینگیت در هفته، هر هفته سه جلسه، در هر جلسه ٤ تا ٦ بار تکرار و بین هر تکرار ٤ دقیقه استراحت(رکاب زدن با شدت خیلی کم)، افزایش ۹ درصدی در $Vo_2max$ را مشاهده کردند. طولانی‌تر شدن مدت زمان وینگیت (نوع تمرین تناوبی شدید) که به مدت ۱۲ تا ٢٤ هفته طول می‌کشد در بیماران دیابتی نوع ۲و بیماران توانبخشی قلبی، منجر به افزایش $Vo_2max$ به میزان ٤١درصد تا ٤٦ درصدشده است(٤٣). همچنین پاسخ کاتکولامینی یکی از ویژگی‌های مهم این نوع تمرین است. به‌خصوص اپی‌نفرین که به نظر می‌رسد لیپولیز را هدایت می‌کند و بزرگترین مسئول آزاد سازی ذخایر چربی از هر دو ذخیره کننده زیر پوستی و عضلانی را بر عهده دارد(٤٤). از جمله محدودیت‌های این مطالعه عدم کنترل رژیم غذایی و خواب آزمودنی‌ها بود که پیشنهاد می گردد در پژوهش‌های آتی این محدودیت کنترل گردد.

به نظر می‌رسد که تمرین تناوبی شدید می‌تواند راهکار مهمی در کاهش درصد چربی و عامل بازدارنده بسیاری از بیماری‌های متابولیکی و قلبی در کودکان باشد. همچنین کاهش آنزیم ALT با بهره‌گیری از تمرینات تناوبی شدید می‌تواند در سلامت کبد در کودکان ایفای نقش نماید از طرفی افزایش $Vo_2$ max از دیگر نتایج این تحقیق بود که می‌تواند منجر به افزایش توان هوازی، برونده قلب و در کل بهبود سیستم قلبی تنفسی شود. نتایج این تحقیق نشان داد که تمرینات تناوبی شدید نمی‌تواند تاثیر معناداری بر مقادیر آدیپونکتین و آنزیم‌هایAST و ALP داشته باشد.

## References


1. Azra T.M, Baqer L. A review of the prevalence of obesity and its management in Iran. Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders. 2013;12(5):357-74.
2. Soheilipour F, Hatami M, Salehiniya H, Alaei M. Indicators of Obesity and Cardio-Metabolic Risks: Important Consideration in Adults and Children. Current Diabetes Reviews. 2022;18(1):4-11.




[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

3. Amiri P, Ghofranipour F, Ahmadi F, Hooman H, Hosseinpanah F, Jalali-Farahani S. Personal barriers to life style modification in overweight/obese adolescents: a qualitative study. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2009;11(5):521-601.
4. Kliegman R, Behrman R, Jenson H, Stanton B. Nelson textbook of pediatrics e-book: Elsevier Health Sciences. Philadelphia, United States. 2007.
5. Ling C, Rönn T. Epigenetics in human obesity and type 2 diabetes. Cell Metabolism. 2019;29(5):1028-44.
6. Davoodi M. The effect of eight weeks selected aerobic exercise on liver parenchyma and liver enzymes (AST, ALT) of fat liver patients. Journal of Shahrekord Uuniversity of Medical Sciences. 2012;14.
7. Powell-Wiley TM, Poirier P, Burke LE, Després J-P, Gordon-Larsen P, Lavie CJ, et al. Obesity and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2021;143(21):e984-e1010.
8. Sozen E, Ozer NK. Impact of high cholesterol and endoplasmic reticulum stress on metabolic diseases: An updated mini-review. Redox Biology. 2017;12:456-61.
9. Liver F. Alcoholic Liver Disease Study Group of Chinrse Liver Disease Association. Diagnostic criteria of alcoholic liver disease Zhonghua Ganzangbing Zazhi. 2003;50:72.
10. Sahin-Efe A, Katsikeris F, Mantzoros CS. Advances in adipokines. Metabolism-Clinical and Experimental. 2012;61(12):1659-65.
11. Jürimäe J, Jürimäe T. Leptin responses to short term exercise in college level male rowers. British Journal of Sports Medicine. 2005;39(1):6-9.
12. You T, Nicklas BJ. Effects of exercise on adipokines and the metabolic syndrome. Current Diabetes Reports. 2008;8(1):7-11.
13. Lira FS, Rosa JC, dos Santos RV, Venancio DP, Carnier J, de Lima Sanches P, et al. Visceral fat decreased by long-term interdisciplinary lifestyle therapy correlated positively with interleukin-6 and tumor necrosis factor–α and negatively with adiponectin levels in obese adolescents. Metabolism. 2011;60(3):359-65.
14. Kantyka J, Herman D, Roczniok R, Kuba L. Effects of aqua aerobics on body composition, body mass, lipid profile, and blood count in middle-aged sedentary women. Human Movement. 2015;16(1):9-14.
15. Barani F, Afzalpour ME, Ilbiegi S, Kazemi T, Mohammadi Fard M. The effect of resistance and combined exercise on serum levels of liver enzymes and fitness indicators in women with nonalcoholic fatty liver disease. Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2014;21(2):188-202.
16. Kawanishi N, Yano H, Mizokami T, Takahashi M, Oyanagi E, Suzuki K. Exercise training attenuates hepatic inflammation, fibrosis and macrophage infiltration during diet induced-obesity in mice. Brain, behavior, and immunity. 2012;26(6):931-41.
17. Slentz CA, Bateman LA, Willis LH, Shields AT, Tanner CJ, Piner LW, et al. Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 2011;301(5):E1033-E9.
18. Kraemer RR, Castracane VD. Exercise and humoral mediators of peripheral energy balance: ghrelin and adiponectin. Experimental Biology and Medicine. 2007;232(2):184-94.
19. Kamel E, McNeill G, Van Wijk M. Change in intra-abdominal adipose tissue volume during weight loss in obese men and women: correlation between magnetic resonance imaging and anthropometric measu rements. International Journal of Obesity. 2000;24(5):607-13.
20. Kimura M, Shinozaki T, Tateishi N, Yoda E, Yamauchi H, Suzuki M, et al. Adiponectin is regulated differently by chronic exercise than by weight-matched food restriction in hyperphagic and obese OLETF rats. Life Sciences. 2006;79(22):2105-11.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

21. Ligibel JA, Campbell N, Partridge A, Chen WY, Salinardi T, Chen H, et al. Impact of a mixed strength and endurance exercise intervention on insulin levels in breast cancer survivors. Journal of Clinical Oncology. 2008;26(6):907-12.
22. Kondo T, Kobayashi I, Murakami M. Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. Endocrine Journal. 2006;53(2):189-95.
23. Barkley JE, Epstein LH, Roemmich JN. Reinforcing value of interval and continuous physical activity in children. Physiology & Behavior. 2009;98(1-2):31-6.
24. Nouri Y, Rahmani nia F, Mirzaie B, Arazi H. The Effect of Resistance and Endurance Training on Resting Metabolic Rate and Body Composition in Sedentary Males. Journal of Advances in Medical and Biomedical Research. 2013;21(89):51-63.
25. Numao S, Sasai H, Nomata Y, Matsuo T, Eto M, Tsujimoto T, et al. Effects of exercise training on circulating retinol-binding protein 4 and cardiovascular disease risk factors in obese men. Obesity facts. 2012;5(6):845-55.
26. Paahoo A, Tadibi V, Behpoor N. The effect of 12 weeks high intensity interval training (HIIT) on testosterone, cortisol and lipid profile levels in obese and overweight boys. Metabol Exercise Bioannual Journal. 2015;15(1):85.
27. Pagano M, Gauvreau K. Principles of biostatistics: CRC Press; 2018.
28. Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. The Journal of Physiology. 2012;590(5):1077-84.
29. Cureton Jr T. Interpretation of the oxygen intake test. What is it? American Corrective Therapy Journal. 1973;27(1):17.
30. Hemmatinafar M, Kordi M, Choopani S, Choobineh S, Gharari Arefi R. The Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) on Plasma Adiponectin Levels, Insulin Sensitivity and Resistance in Sedentary Young Men. Journal of Advances in Medical and Biomedical Research. 2013;21(84):1-12.
31. Kazemi A, Rahmati M, Eskandari F, Taherabadi SJ. Effect of 8 weeks sprint interval training on serum levels of Adiponectin and insulin in overweight children. Iranian South Medical Journal. 2016;19(1):37-47.
32. Souri R, Akbari M, Kazemi AR, Saei MA, Amani S. The Effect of High Intensity Training (HIT) on Serum Levels of Adiponectin and Leptin in Obese Children. Sport Biosciences. 2016;7(27):593-603.
33. Lee S, Hong H, Han T, Kang H. Aerobic training increases the expression of adiponectin receptor genes in the peripheral blood mononuclear cells of young men. Biology of Sport. 2015;32(3):181.
34. Buchan DS, Ollis S, Young JD, Cooper S-M, Shield JP, Baker JS. High intensity interval running enhances measures of physical fitness but not metabolic measures of cardiovascular disease risk in healthy adolescents. BMC Public Health. 2013;13(1):498.
35. Hulver MW, Zheng D, Tanner CJ, Houmard JA, Kraus WE, Slentz CA, et al. Adiponectin is not altered with exercise training despite enhanced insulin action. American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism. 2002;283(4):E861-E5.
36. Leggate M, Carter WG, Evans MJ, Vennard RA, Sribala-Sundaram S, Nimmo MA. Determination of inflammatory and prominent proteomic changes in plasma and adipose tissue after high-intensity intermittent training in overweight and obese males. Journal of Applied Physiology. 2012;112(8):1353-60.
37. Ryan A, Nicklas B, Berman D, Elahi D. Adiponectin levels do not change with moderate dietary induced weight loss and exercise in obese postmenopausal women. International Journal of Obesity. 2003;27(9):1066-71.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]

38. Abedi B. The Effect of 8 Weeks of High-Intensity Interval Training (HIIT) on Serum Adiponectin Levels and Insulin Resistance of Women with Type 2 Diabetes. Journal of Sport Biosciences. 2016;8(3):411-25.
39. Barani F, Afzalpour M, E, Ilbeigi S, Kazemi T, Mohamadifard M. The effect of resistance and combind exercise on serum levels of liver ensymes and fitness indicators in women with nonalcholic fatty liver diseas. Journal of Birjand University of Medical Science. 2014;21(2):188-202.
40. Barzegarzadeh-Zarandi H, Dabidy-Roshan V. Changes in some liver enzymes and blood lipid level following interval and continuous regular aerobic training in old rats. Journal of Shahrekord Uuniversity of Medical Sciences. 2012;14(5):13-23.
41. Omagari K, Kadokawa Y, Masuda J, Egawa I, Sawa T, Hazama H, et al. Fatty liver in non-alcoholic non-overweight Japanese adults: incidence and clinical characteristics. Journal of Gastroenterol Hepatol. 2002;17(10):1098-105.
42. Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. Journal of Obesity. 2011;2011:868305.
43. Whyte LJ, Gill JM, Cathcart AJ. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. Metabolism. 2010;59(10):1421-8.
44. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo O, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. Circulation. 2007;115(24):3086-94.

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-07-22 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.7.1 ]