Changes in miR146b Following Different Exercise Interventions in Adolescents with Overweight and Obesity

Khaliltahmasebi R[1], Minasian V[2*], Hovsepian S[3]

[1]Ph.D. Candidate, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
[2]Ph.D., Associate professor, Department of exercise physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
[3]M.D., Ph.D. of Clinical Sciences, Metabolic Liver Diseases Research Center, Imam Hossein Children's Hospital, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Abstract

Introduction: Serum microRNAs are associated with numerous metabolic diseases, including obesity, hyperlipidemia, and type 2 diabetes. This study aimed to identify the miR146b changes following different exercise training interventions in adolescents with overweight and obesity.

Methods: In this quasi-experimental study, 30 obese and overweight male adolescents aged 13-15 years were selected through the convenience sampling method based on body mass index (BMI) and assigned to two high-intensity interval training (HIIT) (Mean BMI: 26.15±2.25 kg/m^2) and school-based (SBE) (Mean BMI: 26.02±2.26 kg/m^2) groups. Exercises in each group were performed for 12 weeks/ three weekly sessions after 10-15 minutes of initial warm-up. Moreover, at the end of each training session, 5-10 minutes were considered for cooling down. The circulating miR146b was extracted using a Real-Time PCR system. The subjects' lipid profile was measured by enzymatic methods, using certified commercial kits.

Results: The expression of miR146b in both training groups, HIIT and SBE, dropped around 46.88% vs. 62.05%, respectively, but there was no significant difference between groups (p=0.836). Lipid profile levels also improved in both HIIT and SBE groups, but there were no significant differences in the Cholesterol (p=0.677), Triglyceride (p=0.977), LDL (p=0.247), and HDL levels between the two groups (p=0.977).

Conclusion: The results showed that both school-based and high-intensity interval training can be used to modify lipid Profile and miR146b levels as an indicator of the pathological status of obesity in children and reduce the risk of disease in adulthood.

Keywords: Adolescent, Exercise, Interventions, miR146b, Obesity

Sadra Med Sci J 2022; 10(2): 97-110.
Received: May 8th, 2020
Accepted: May 21st, 2022

*Corresponding Author: **Minasian V.** Ph.D., Associate professor, Department of exercise physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran, v.minasian@spr.ui.ac.ir

مقاله پژوهشی
(Original Article)

مجـــــله علـــــوم پزشکی صدرا
دوره ۱۰، شماره ۲، بهار ۱۴۰۱، صفحات ۹۷ تا ۱۱۰
تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۰۱/۰۲/۳۱

تغییرات miR146b متعاقب یک دوره مداخلات ورزشی مختلف در نوجوانان چاق یا دارای اضافه‌وزن

رسول خلیل طهماسبی[۱]، وازگن میناسیان[۲*]، سیلوا هوسپیان[۳]

[۱] دانشجوی دکتری دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
[۲] دانشیار دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
[۳] استادیار، مرکز تحقیقات بیماری های متابولیک، بیمارستان امام حسین، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

مقدمه: غلظت میکرو آرانای‌های سرمی با بروز بیماری‌های متابولیکی متعددی ازجمله چاقی، هایپرلیپیدمی و دیابت نوعِ دو، رابطه دارند. هدف کلی این پژوهش بررسی تغییرات mir146b متعاقب یک‌دوره مداخلات ورزشی در نوجوانان چاق یا دارای اضافه‌وزن است.

روش‌ها: در این مطالعه نیمه تجربی تعداد ۳۰ دانش‌آموز پسر چاق و دارای اضافه‌وزن در بازه سنی۱۳ تا ۱۵ سال، بر اساس شاخص توده بدنی به شکل قابل دسترس انتخاب و در دو گروه تمرین‌های تناوبی شدید (شاخص توده بدنی ۲/۲۵±۲۶/۱۵ کیلوگرم/مترمربع) و مدرسه‌محور (شاخص توده بدنی ۲/۲۶±۲۶/۰۲ کیلوگرم/مترمربع) جای گرفتند. مداخلات تمرینی در طول ۱۲ هفته و سه جلسه در هر هفته، پس از ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم‌کردن اولیه انجام گردید و در پایان هر جلسه تمرینی ۵ تا ۱۰ دقیقه هم برای سردکردن بدن در نظر گرفته شد. برای استخراج miR146b گردش خون از دستگاه ریل تایم پی‌سی‌آر و برای اندازه‌گیری سطوح چربی از کیت‌های شرکت پارس آزمون و روش الایزا استفاده شد.

یافته‌ها :بیان miR146b در گروه تمرین‌های تناوبی شدید ۴۶/۸۸ درصد کاهش و در گروه تمرین‌های مدرسه‌محور نیز ۶۲/۰۵ درصد کاهش داشت، اما تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد (p=۰/۸۳۶)، همچنین سطوح چربی در هر دو گروه بهبود یافت، اما در سطوح کلسترول (p=۰/۶۷۷)، تری‌گلیسرید (p=۰/۹۷۷)، LDL (p=۰/۲۴۷) و HDL (p=۰/۹۷۷) تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: برای ایجاد تغییر در سطوح چربی و miR146b به‌عنوان نشانگر وضعیت پاتولوژیکی چاقی در کودکان و کاهش خطر ابتلا به انواع بیماری در بزرگسالی، می‌توان از هر دو تمرین مدرسه‌محور و تناوبی شدید استفاده کرد.

واژگان کلیدی: نوجوان، ورزشی، مداخلات، miR146b، چاقی

* نویسنده مسئول: **وازگن میناسیان**، دانشیار دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، v.minasian@spr.ui.ac.ir

مقدمه

چاقی، یک مشکل شناخته شده جهانی است و به موازات آن، بیماری‌های مرتبط با چاقی ازجمله مقاومت به انسولین، سندرم متابولیک، دیابت نوع ۲، پرفشارخونی، بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان و زوال عقل نیز شیوع یافته است (۱)، با افزایش شاخص توده بدنی و ابتلا به چاقی، خطر مرگ‌ومیر نیز افزایش پیدا می‌کند (۲). متأسفانه شیوع چاقی و بیماری‌های مرتبط با آن در کودکان و نوجوانان به‌طور چشمگیری افزایش یافته است (۳). امروزه چاقی دوران کودکی تبدیل به یک اپیدمی در سراسر جهان شده و مرگ‌ومیر قلبی‌عروقی در دوران بزرگسالی را افزایش داده است (۴).

فعالیت‌های بدنی منظم، روی سلامتی و کیفیت کلی زندگی بسیار مؤثر است. این فعالیت‌ها، با هزینه اندک و بدون عوارض جانبی خاص موجب سازگاری عوامل پیش ژنتیکی مثل میکرو آرانای‌ها می‌شوند (۵). با عنایت به تحقیقات امروزی تمرین‌های تناوبی شدید (HIIT: High Intensity Interval Training) می‌توانند جایگزین مؤثر تمرین‌های هوازی سنتی باشند و تغییرات مشابه یا حتی بیشتری در دامنه‌ای از تغییرات فیزیولوژیکی، عملکردی و نشانگرهای مربوط به سلامت در افراد بالغ و بیمار ایجاد کنند (۶). از سوی دیگر، محیط مدرسه نیز یک فرصت منحصربه‌فرد برای کمک به افزایش فعالیت بدنی کودکان و نوجوانان محسوب می‌شود، زیرا این قشر بخش قابل توجهی از ساعات بیداری خود و بیش از ۹ ماه از سال را در این محیط صرف می‌کنند (۷). تمرین‌های مدرسه‌محور با همکاری والدین باعث تحرک بیشتر می‌شود و وزن آن‌ها را کنترل می‌کند (۸)، و همچنین باعث بهبود تراکم مواد معدنی استخوان‌های دانش‌آموزان می‌شود (۹).

میکرو آرانای‌ها، زیرگروه بزرگی از آرانای‌های غیر کدکننده‌ای هستند که معمولاً بین ۲۵- ۱۸ عدد نوکلئوتید دارند. این مولکول‌ها از طریق مهار ترجمه یا القای تجزیه، بیان ژن را پس از رونویسی، کنترل می‌کنند (۱۰)، غلظت میکرو آرانای سرمی نسبتاً پایدار است و می‌تواند به‌عنوان نشانگر زیستی برای تشخیص برخی بیماری‌ها کمک نماید (۱۱). علاوه بر این برخی مطالعات نشان داده‌اند که میکرو آرانای‌های موجود در گردش خون با بیماری‌های متابولیکی متعددی ازجمله چاقی، هیپرلیپیدمی و دیابت نوع ۲ رابطه دارند (۱۲). نقش miR486، miR146b و miR15b، در پیش‌بینی خطر ابتلا به دیابت نوع ۲ در کودکان چاق به دلیل ارتباط این میکرو آرانای‌ها با ترشح انسولین از غده پانکراس و عدم تحمل گلوکز در میوتوپ‌ها تأیید شده است (۱۳).

چاقی احشایی یک عامل خطرزای مستقل برای سندرم متابولیک است و تجمع چربی غیرطبیعی با افزایش تعداد و اندازه سلول‌های چربی در ارتباط است. miR146b به‌عنوان یک تنظیم‌کننده جدید تکثیر و تمایز سلول‌های چربی احشایی انسان، با هدف قرار دادن ژن KLF7 فعالیت می‌کند. miR146b در بافت چربی احشایی در افراد چاق و لاغر به‌طور متفاوت بیان می‌شود، و می‌تواند یک هدف درمانی برای مقابله با چاقی و سندرم متابولیک باشد (۱۴)، همچنین سلول‌های چربی بالغ انسانی با افزایش بسیار زیاد بیان miR146b به سایتوکاین‌های پیش التهابی (TNF-α و IL-6) پاسخ می‌دهند. miR146b در التهاب بافت چربی نقش داشته و miR146b ممکن است یک واسطه مهم در روند عوارض چاقی از طریق مکانیسم رونویسی خود باشد (۱۵).

فعالیت‌های بدنی منظم، کیفیت کلی زندگی و سلامت را با هزینه‌های اندک و بدون عوارض جانبی خاص بهبود می‌بخشند و احتمال ابتلا به برخی بیماری‌های متابولیک و مرتبط با سن و حتی سرطان را کاهش می‌دهند، ضمن این‌که تغییر در فعالیت‌های بدنی باعث سازگاری‌های عوامل پیش ژنتیکی مثل میکرو آرانای‌ها می‌شود (۱۶). پاریزاس و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای تأثیر ۱۶ هفته تمرین هوازی و مقاومتی دو جلسه در هفته به همراه رژیم

غذایی را روی افراد مبتلا به پیش دیابت بررسی و گزارش کرده‌اند که سطوح miR192 و miR193b پس از مداخلات ورزشی کاهش یافته است (۱۱)، همچنین پارر و همکاران (۲۰۱۶) نیز در تحقیقی با هدف بررسی پاسخ‌های میکرو آرانای گردش خون به ۱۶ هفته مداخلات ورزشی و رژیم غذایی‌کاهش وزن در مردان و زنان مبتلا به اضافه‌وزن و چاق دریافتند که یک برنامه رژیم غذایی ۱۶ هفته‌ای و برنامه تمرین مقاومتی منجر به افزایش miR221-3p شده است (۱۷). گومز (Gomes) و همکاران (۲۰۱۷)، نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که تمرین‌های ورزشی، سطح miR-126 را نرمال می‌کند و درنتیجه باید به‌عنوان یک استراتژی درمانی مهم برای اختلالات عروقی در نظر گرفته شود (۱۸).

نکته قابل توجه این است که اگرچه امروزه از تمرین‌های تناوبی شدید با شدت و شیوه‌های مختلف استفاده می‌شود، اما در خصوص پیشنهاد پروتکل‌های تمرینی مناسب برای کودکان چاق و دارای اضافه‌وزن توافق کلی وجود ندارد (۶). در این پژوهش فرض بر این است که تمرین‌های مدرسه‌محور نیز مشابه با تمرین‌های تناوبی متداول آثار سودمندی روی سلامتی دانش‌آموزان خواهند داشت (۱۹). ازآنجایی‌که کنترل اندکی روی بیان برخی میکرو آرانای‌ها در کودکان مبتلا به چاقی وجود دارد، و وضعیت پاتولوژیکی چاقی، سرعت پیشرفت عارضه در آینده و ابتلا به بیماری‌های دیگر در بزرگسالی را پیش‌بینی می‌کند، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر دو شیوه تمرین‌های مدرسه‌محور و تناوبی شدید روی سطوح miR146b و سطح چربی نوجوانان چاق و دارای اضافه‌وزن انجام شد. امید است در آینده دانش و اطلاعات بیشتری در خصوص کنترل این عارضه فراهم شود.

روش‌ها

در یک جلسه توجیهی، فواید و مضرات احتمالی مطالعه برای والدین آزمودنی‌ها توضیح داده شد و سپس رضایت‌نامه کتبی از آن‌ها دریافت گردید. در سه جلسه هفتگی اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون اجرا شد و گروه‌های تجربی به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه تمرین‌های منتخب را از اول تا پایان زمستان ۱۳۹۷ انجام دادند. همچنین از آن‌ها خواسته شد که در طول دوره از رژیم غذایی پرهیز کنند و درنهایت از هر دو گروه، پس‌آزمون به عمل آمد. در اندازه‌گیری نهایی یک نفر از هر گروه تمرینی به دلیل داشتن داده‌های پرت حذف شد. قبل و پس از اجرای مداخلات ورزشی، شاخص‌های پیکرسنجی افراد مانند قد، وزن و شاخص توده بدنی اندازه‌گیری شد. (جدول ۱)

۱- آزمودنی‌ها

تعداد۳۰ دانش‌آموز پسر چاق و دارای اضافه‌وزن در دامنه سنی۱۳ تا ۱۵ سال با شاخص توده بدنی بالاتر از صدک ۸۵ انتخاب و به‌صورت داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کردند(۲۰).

۲- طرح تحقیق

این پژوهش از نوع نیمه تجربی است. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، افراد شرکت‌کننده به شکل غیرتصادفی و براساس شاخص توده بدنی در دو گروه تمرین‌های مدرسه‌محور و تمرین‌های تناوبی شدید همتاسازی شدند.

۳- حجم نمونه

برای تعیین حجم نمونه‌ها از نرم‌افزار G*power با اندازه اثر ۰/۵، آلفا ۰/۰۵ و توان آماری ۰/۸ تعداد ۳۰ آزمودنی استفاده شد.

۴- معیارهای ورود به مطالعه و خروج از آن

الف - معیارهای ورود به مطالعه

نداشتن هرگونه بیماری زمینه‌ای قلبی- عروقی، دیابت، بیماری‌های ریوی، کبدی، کلیوی و هر نوع بیماری جسمی

و عصبی عضلانی که در تمرین‌ها اختلال ایجاد کند.

ب - معیارهای خروج از مطالعه

بروز آسیب در زمان انجام مداخلات، غیبت بیش از ۳ جلسه در مداخلات ورزش، و خروج داوطلبانه از تحقیق.

۵- مداخلات ورزشی

پروتکل تمرین ورزشی این پژوهش شامل دو روش تمرین‌های تناوبی شدید و مدرسه‌محور بود. قبل از انجام پژوهش، برای اطمینان از ایمنی تمرین‌ها، پروتکل‌های تمرینی به شکل آزمایشی به مدت دو هفته روی ۶ نفر از نوجوانان نمونه آماری انجام شد و در ادامه برای جلوگیری از هرگونه سوگیری حاصل از اثر تمرین‌های قبلی، هر ۶ نفر این بخش، از نمونه آماری حذف شدند. پس از کسب اطمینان از توانایی افراد در اجرای پروتکل‌های تمرین، طی ۱۲ هفته و سه جلسه در هفته پس از ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم‌کردن که شامل حرکات کششی، دویدن و تمرین‌های ایستگاهی بود، اجرا شد. در پایان هر جلسه تمرینی نیز ۵ تا ۱۰ دقیقه دویدن آرام و حرکات کششی برای سردکردن و بازگشت به حالت اولیه انجام شد (جدول ۲)(۲۱). همه شرکت‌کنندگان آزمون ۲۰ متر رفت و برگشت را تا رسیدن به حد خستگی به‌منظور اندازه‌گیری اوج اکسیژن مصرفی و حداکثر سرعت هوازی در شرایط محیطی یکسان انجام دادند، سپس از فرمول ماتسوزاکا و همکاران برای محاسبه اوج اکسیژن مصرفی استفاده شد (۲۲).

$$VO_{2peak}=61.1-2.2\ gender-0.462age-0.862\ BMI+0.192\ TL$$

جنسیت: صفر= مذکر و یک = مؤنث

تعداد دور رفت و برگشت=TL

۶- نمونه‌گیری و اندازه گیری‌های بیوشیمیایی

نمونه‌گیری خونی بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه به میزان ۵ سی‌سی، در دو مرحله پیش- پس‌آزمون (۴۸ ساعت قبل و پس از پروتکل‌های تمرین)، از ورید بازویی دست چپ در وضعیت نشسته گرفته شد و به لوله آزمایش منتقل گردید. نمونه‌های خونی بلافاصله به آزمایشگاه برای آنالیز مقادیر miR146b ارسال شد. به‌منظور استخراج آرِن‌ای، از کیت استخراج ایرایزول آرِن‌ای تولیدی شرکت زیست‌فناوران رنا (کد دسترسی:RB1001) و طبق دستورالعمل زیر استفاده شد:

ابتدا میزان ۵۰۰ میکرولیتر از خون به همراه یک میلی‌لیتر از بافر، به‌صورت محلول همگن تهیه شد و به میکروتیوپ ۲ میلی‌لیتری منتقل گردید. محلول میکس در دمای محیط به مدت ۵ دقیقه ثابت قرار داده شد. سپس ۲۰۰ میلی‌لیتر کلروفورم به مجموعه اضافه گردید و به‌صورت جابجایی بالا و پایین به‌مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه تکان داده شد و دوباره به مدت ۵ دقیقه در محیط رها گردید، سپس

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییرات
وزن (کیلوگرم)	گروه تمرین تناوبی شدید (۱۴نفر)	۷۵/۱۳±۱۴/۲۱	۷۴/۳۱±۱۲/۹	٪-۱/۰۹
	گروه تمرین مدرسه‌محور (۱۴نفر)	۷۵/۵۳±۱۲/۹	۷۴/۲۶±۱۲/۲	٪-۱/۶۸
قد (سانتی متر)	گروه تمرین تناوبی شدید	۱۶۸/۶۶±۹/۳۲	۱۶۹/۱۴±۸/۶	٪۰/۲۸
	گروه تمرین مدرسه‌محور	۱۶۹/۷۳±۸/۹۶	۱۶۹/۹۸±۸/۳	٪۰/۱۴
شاخص توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)	گروه تمرین تناوبی شدید	۲۶/۱۵±۲/۲۵	۲۵/۵۵±۱/۷	٪- ۲/۲۹
	گروه تمرین مدرسه‌محور	۲۶/۰۲±۲/۲۶	۲۵/۵۰±۲/۵	٪ -۱/۹۹

جدول ۲. برنامه تمرین‌های تناوبی شدید و مدرسه‌محور

هفته‌ها	تمرین‌های تناوبی شدید	تمرین‌های مدرسه‌محور
اول و دوم	دو دوره تمرینی. هر دوره شامل ۵ تکرار۳۰ ثانیه دویدن با۸۵ درصد حداکثر سرعت هوازی و۳۰ ثانیه استراحت فعال و ۱۵ دقیقه تمرین‌های کششی	۳۰ دقیقه تمرین به ترتیب شامل: اجرای تمرینی آزمون رفت و برگشت۲۰ متر، آموزش مهارت‌های پایه فوتسال، بازی فوتسال و تمرین دراز و نشست
سوم و چهارم	دو دوره تمرینی. هر دوره شامل ۶ تکرار ۳۰ ثانیه دویدن با ۸۸ درصد حداکثر سرعت هوازی و۳۰ ثانیه استراحت فعال و ۱۵ دقیقه تمرین‌های کششی	۳۵ دقیقه تمرین به ترتیب شامل: اجرای تمرینی آزمون رفت و برگشت ۲۰ متر، آموزش مهارت‌های پایه فوتسال، بازی فوتسال و تمرین دراز و نشست
پنجم و ششم	دو دوره تمرینی. هر دوره شامل ۷ تکرار۳۰ ثانیه دویدن با ۹۱درصد حداکثر سرعت هوازی و ۳۰ ثانیه استراحت فعال و ۱۵ دقیقه تمرین‌های کششی	۴۰ دقیقه تمرین به ترتیب شامل: اجرای تمرینی آزمون رفت و برگشت ۲۰ متر، آموزش مهارت‌های پایه فوتسال، بازی فوتسال و تمرین دراز و نشست
هفتم و هشتم	دو دوره تمرینی. هر دوره شامل ۸ تکرار۳۰ ثانیه دویدن با ۹۴درصد حداکثر سرعت هوازی و۳۰ ثانیه‌استراحت فعال و ۱۵ دقیقه تمرین‌های کششی	۴۵ دقیقه تمرین به ترتیب شامل: اجرای تمرینی آزمون رفت و برگشت۲۰ متر، آموزش مهارت‌های پایه فوتسال، بازی فوتسال و تمرین دراز و نشست
نهم و دهم	دو دوره تمرینی. هر دوره شامل ۹ تکرار ۳۰ ثانیه دویدن با ۹۷درصد حداکثر سرعت هوازی و۳۰ ثانیه استراحت فعال و ۱۵ دقیقه تمرین‌های کششی	۵۰ دقیقه تمرین به ترتیب شامل: اجرای تمرینی آزمون رفت و برگشت۲۰ متر، آموزش مهارت‌های پایه فوتسال، بازی فوتسال و تمرین دراز و نشست
یازدهم و دوازدهم	دو دوره تمرینی. هر دوره شامل۱۰ تکرار ۳۰ ثانیه دویدن با ۱۰۰درصد حداکثر سرعت هوازی و۳۰ ثانیه استراحت فعال و ۱۵ دقیقه تمرین‌های کششی	۵۵ دقیقه تمرین به ترتیب شامل: اجرای تمرینی آزمون رفت و برگشت ۲۰ متر، آموزش مهارت‌های پایه فوتسال، بازی فوتسال و تمرین دراز و نشست

تیوپ حاوی مخلوط حاصل شده در سرعت ۸۰۰۰ دور و به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از اتمام این مرحله دو فاز مشخص قابل مشاهده بود، فاز شفاف رویی که حاوی آرانای بود جداگانه به داخل تیوپ دیگری منتقل و بعد ۱۰۰۰ میکرولیتر اتانول ۱۰۰ درصد سرد به آن افزوده شد و به مدت ۸ دقیقه داخل فریزر با برودت ۲۰- قرار گرفت.

در پایان تیوپ از فریزر خارج و شبیه مرحله قبل سانتریفیوژ شد، مایع داخل تیوپ پس از سانتریفیوژ دور ریخته شد، در این مرحله گاهی لکه‌هایی بی‌رنگ و یا مایل به سفید در بدنه و کف تیوپ مشاهده می‌شد که بعدازآن با اضافه‌کردن اتانول ۸۰ درصد سانتریفیوژ جهت شستشو تکرار شد و پس از خارج‌کردن اتانول و خشک‌کردن محتوای داخل تیوپ (در این مرحله روش air-dry مورد استفاده قرار گرفت) ۲۰ تا ۵۰ میکرولیتر آبِ دوبار تقطیر، بسته به میزان رسوب به آن اضافه و با پیپت میکرو آرانای داخل تیوپ حل شد. سپس ۵ ماکرولیتر از آن به‌منظور تأیید کیفیت بر روی ژل آگارز یک درصد الکتروفروز شد تا پس از تأیید از آن در سنتز سی دی‌ان‌ای استفاده گردد. برای دی‌ان‌ای زدایی از محصول آرانای استخراج شده به کمک DNaseI پس از تأیید کیفیت آرانای روی ژل یک درصد آگارز، به میزان نیم میکرولیتر DNaseI به غلظت ۲ واحد بر میکرولیتر به تیوپ حاوی آرانای به غلظت۵۰۰ نانوگرم تا ۵ میکروگرم اضافه و سپس در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد در انکوباتور به مدت ۱۰ دقیقه نگه‌داری شد.

برای اندازه‌گیری نیمرخ لیپیدی با استفاده از روش الایزا، نمونه‌های تهیه‌شده با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه برای جداسازی سرم سانتریفیوژ، درون میکروتیوپ‌های مخصوص قرار گرفت و در دمای ۸۰- نگه‌داری شد. سپس نیمرخ لیپیدی شامل کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین کم چگال و لیپوپروتئین پرچگال به‌صورت آنزیمی با استفاده از کیت‌های پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر RA۱۰۰۰ اندازه‌گیری شد (۲۳).

۷- ملاحظات اخلاقی

این مطالعه با اخذ کد اخلاق در پژوهشِ دانشگاه اصفهان، به شماره IR.UI.REC ۱۳۹۹/۰۵۴. مورد تأیید قرار گرفته است.

۸- روش آماری

ابتدا از آزمون شاپیروویلک برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها بهره گرفته شد و سپس با لحاظ مفروضه‌های آزمون تحلیل کوواریانس برای مقایسه گروه‌ها، از این روش آماری و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. همچنین از آزمون تی جهت تعیین تغییرات پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون استفاده گردید. سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ برای تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی مربوط به میانگین و انحراف‌معیار متغیرهای مورد اندازه‌گیری در پیش- پس‌آزمون در جداول ۱ و۳ نشان داده شده است. جداول نمایانگر این مطلب است که پس از اجرای مداخلات، کاهش اندکی در میانگین وزن (تمرین‌های تناوبی شدید ۱/۰۹-٪ در مقابل: مدرسه‌محور ۱/۶۸٪-) و شاخص توده بدنی (تمرین‌های تناوبی شدید ۲/۲۹- در مقابل: مدرسه‌محور ۱/۹۹٪-) مشاهده می‌شود.

نتایج نشان داد که بیان miR146b در گروه‌های تمرین تناوبی شدید و مدرسه‌محور به ترتیب ۴۶/۸۸ و ۶۲/۰۵ درصد کاهش یافت (p=۰/۸۳۶، F۱ و ۲۷=۰/۰۴۴)، همچنین تغییرات سطوح کلسترول گروه‌های تمرین تناوبی شدید و مدرسه‌محور به ترتیب ۸/۷۰ و ۹/۹۴ درصد کاهش (p=۰/۶۷۷، F۱و۲۷=۰/۱۷۸)، تغییرات در سطوح تری‌گلیسرید گروه‌های تمرین تناوبی شدید و مدرسه‌محور به ترتیب ۱۳/۸۸ و ۱۰/۸۸ درصد کاهش (p=۰/۹۷۷، F۱و۲۷=۰/۰۰۱) تغییرات در سطوح LDL گروه‌های تناوبی شدید و مدرسه‌محور به ترتیب ۱۴/۶۹ و ۲۰/۴۰ درصد کاهش (p=۰/۲۴۷، F۱و۲۷=۱/۴۰۱) و تغییرات در سطوح HDL گروه‌های تمرین تناوبی شدید و مدرسه‌محور به ترتیب ۴/۴۷ و ۴/۷۰ درصد افزایش و تفاوت معناداری نیز بین دو گروه مشاهده نگردید (p=۰/۹۷۷، F۱و۲۷=۰/۰۰۱).

نتایج حاصل از آزمون t همبسته در خصوص اختلاف پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون سطوح mir146b سرمی نشان داد که اختلاف میانگین‌های سطوح mir146b سرمی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون، در گروه مدرسه‌محور (P=۰/۰۱ و t =۳/۰۸۱) از لحاظ آماری معنادار و در گروه تمرین تناوبی شدید (P=۰/۲۷۲ و t =۱/۱۵۲) تفاوت‌های بین مقادیر پس‌آزمون با پیش‌آزمون معنادار نبود (p≥ ۰/۰۵) (جدول ۳، شکل ۱).

بحث

میکرو آران‌ای‌ها به‌عنوان تعدیل‌کننده‌های درون‌سلولی متابولیسم میتوکندری، ترمیم عضلات و هیپرتروفی نیز شناخته شده‌اند و این یافته‌ها سبب توجه و تمرکز بیشتر تحقیقات اخیر روی تغییرات سطوح میکرو آرانای‌ها در نتیجه تمرین‌های ورزشی شده است (۲۴). نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که هر دو شیوه تمرین‌های تناوبی شدید و مدرسه‌محور تأثیرات چشمگیری بر بیان miR146b داشته است (گروه تمرین‌های تناوبی شدید ۴۶/۸۸٪ کاهش در مقابل گروه تمرین‌های تناوبی مدرسه‌محور ۶۲/۰۵٪ کاهش). نتایج مطالعه حاضر با نتایج رودریگو و همکاران (۲۰۱۵) و ایکسی و همکاران (۲۰۲۰) که به دنبال یک دوره تمرین‌های ورزشی کاهش در سطوح miR146b را گزارش نموده‌اند (۲۵, ۲۶) همخوانی دارد.

در مطالعه‌ای که اخیراً گزارش شده است، miR486 و miR15b همانند miR146b در پیش‌بینی خطر ابتلا به دیابت نوع ۲ در کودکان چاق به دلیل ارتباط این میکرو آرانای‌ها با ترشح انسولین از غده پانکراس و عدم تحمل

گلوکز در میوتوپ‌ها نقش دارند (۱۳). آ او آی و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود دریافتند که سطوح miR486 پس از تمرین‌های هوازی حاد و مزمن به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد، از سوی دیگر کلر و همکاران (۲۰۱۱)، کاهش در بیان miR15b متعاقب تمرین‌های هوازی را گزارش کردند (۲۷) که با نتایج پژوهش حاضر همسو است.

رونویسی و ترجمه ژنی مراحل اولیه سازگاری بدن انسان با ورزش است که تغییرات در سطوح و فعالیت بسیاری از پروتئین‌ها و هورمون‌های مرتبط با عملکرد جسمانی را تعیین می‌کند (۲۸)، تعداد زیادی از میکرو آرانِ‌ای‌های بافت‌های خاص بدن هنگام تمرین رهاسازی و بعد از آن، و پاسخ حسی به محرک‌های فیزیولوژیکی را موجب می‌شوند، همچنین به نظر می‌رسد که الگوی بیان میکرو آران‌ای‌ها حساسیت خاصی دارد و به نوع، مدت و شدت تمرین‌های ورزشی وابسته است (۲۹).

بافت چربی از منابع مهم ترشح برخی میکرو آرانِ‌ای‌ها است که می‌تواند بیان ژن در بافت‌های دیگر را تنظیم کند (۳۰)، مشخص شده است که بیان miR146b در این بافت ممکن است عامل اصلی افزایش سطوح برخی میکرو آرانِ‌ای‌های معین در سرم کودکان چاق و دارای اضافه‌وزن باشد (۱۳). از سوی دیگر، یافته‌های اخیر نیز نشان می‌دهند که افزایش تعداد و حجم سلول‌های چربی در بافت چربی از عوامل اصلی بروز چاقی در انسان است (۳۱). بنابراین، شاید بتوان نتیجه‌گیری کرد که یکی از سازوکارهای احتمالی کاهش حجم بافت چربی در نتیجه تمرین‌های ورزشی و به دنبال آن تقلیل بیان سطوح miR146b توسط سلول‌های چربی، کاهش ترشح این ترکیبات در سرم خون باشد.

اغلب اوقات، میکرو آران‌ای‌ها باعث تنظیم منفی یا مهار ترجمه در سلول‌های هدف می‌شوند. میکرو آرانِ‌ای‌های موجود در گردش خون که با ورزش تغییر می‌کنند، سازگاری‌های مفید و سازنده‌ای از طریق رونویسی مرسوم از میکرو آران‌ای هدف خود ارائه می‌دهند. میکرو آران‌ای های موجود در گردش خون و آزاد شده از اندوتلیوم در پاسخ به افزایش استرس برشی ناشی از ورزش، ممکن است توسط سلول‌های اندوتلیال در عروق بافت‌های غیرفعال به کار گرفته شوند، تا سازگاری‌های سلولی تسهیل شوند (۳۲, ۳۳). بنابراین سازوکارهای احتمالی دیگر می تواند افزایش میزان جذب miR146b از گردش خون توسط برخی سلول‌های گیرنده خاص باشد، همچنین استرس ناشی از ورزش، استرس اکسیداتیو، هورمونی، مکانیکی و اسمزی، ممکن است باعث از بین بردن عوامل موجود در خون و منجر به تخریب میکرو آرانِ‌ای‌ها توسط RNases شود (۳۴)، بنابراین احتمال دارد تخریب miR146b با تمرین تسریع شود.

نتایج نشان داد که هر دو مداخله ورزشی روی نیمرخ لیپیدی آزمودنی‌ها اثربخشی تقریباً یکسان و خوبی دارد و با یافته‌های کیم و همکاران (۲۰۰۷) مبنی بر بهبود در نیمرخ لیپیدی در نتیجه اجرای برنامه تمرینی روی مینی ترامپلین (۳۵)، رومرو و همکاران (۲۰۱۳) بهبودی در نتیجه تمرین‌های قدرتی، استقامتی و ترکیبی همخوانی دارد (۳۶). برداشت اسیدهای چرب از خون می‌تواند منجر به کاهش کلسترول تام شود و تغییرات در لیپوپروتئین کم‌چگال نیز می‌تواند به دلیل افزایش آنزیم لیپوپروتئین لیپاز و کاهش لیپاز کبدی آپوپروتئین B در اثر تمرین باشد (۳۷). همچنین از علل احتمالی بهبود سطوح HDL، افزایش تولید آن در کبد در پی تغییر در فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز و کاهش لیپاز کبدی به دنبال فعالیت بدنی باشد (۳۸). بعد از کاهش وزن و چربی بدن، کاهش سطوح LDL نیز رخ می‌دهد. آنزیم لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز در این روند می‌تواند نقش اساسی داشته باشد (۳۹).

این مطالعه نیز مانند تحقیقات مشابه دیگر محدودیت‌های متعددی داشت. در پژوهش حاضر امکان کنترل کمیت و کیفیت تغذیه آزمودنی‌ها که قطعاً می‌تواند روی نتایج و

برخی متغیرها اثرگذار باشد، به‌طور کامل میسر نبود. در این خصوص میکرو آرایی‌ها متعدد و مرتبط دیگری نیز وجود دارند که با توجه به هزینه‌های قابل توجه تهیه آن‌ها و روش‌های آزمایشگاهی گران‌قیمت برای اندازه‌گیری برخی متغیرهای تحقیق، امکان سنجش آن‌ها در مطالعه حاضر وجود نداشت.

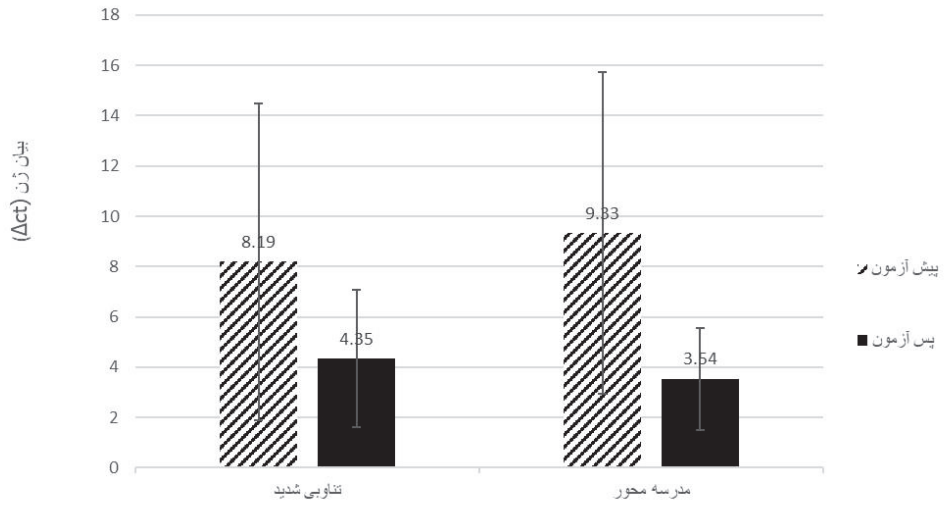
نتیجه‌گیری

سلول‌های چربی بالغ انسانی با افزایش بیان miR146b به بعضی سایتوکاین‌های پیش التهابی پاسخ می‌دهند و بنابراین miR146b ممکن است یک واسطه مهم در بروز عوارض چاقی از طریق مکانیسم رونویسی خود باشد (۱۵). از سوی دیگر، تمرین‌های ورزشی بیان میکرو آرایی‌های مختلفی را تعدیل می‌کنند و می‌توانند فرآیندهای بیولوژیکی مربوط به سازگاری‌های سلولی را تنظیم کنند (۴۰)، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از انواع مداخلات ورزشی به‌خصوص تمرین‌های مدرسه‌محور (تمرین‌هایی که امکان اجرای آن در مدرسه بیشتر است و دانش‌آموزان چاق و دارای اضافه‌وزن با انگیزه بیشتری می‌توانند این تمرین‌ها را انجام دهند)، می‌توان بهره‌برداری بهینه کرد. در این پژوهش درصد تغییرات miR146b در تمرین‌های مدرسه‌محور بیش از تمرین‌های تناوبی شدید بود. نتیجه اینکه کودکان چاق و دارای اضافه‌وزن در اجرای تمرین‌های تناوبی شدید، مشکل دارند و برای تداوم اجرای این تمرین‌ها نیز نیازمند انگیزه بسیار هستند. ازآنجایی‌که تغییرات و افزایش در میکرو آرایی miR146b به‌عنوان یک نشانگر زیستی در کودکان چاق برای پیش‌بینی وضعیت پاتولوژیکی ابتلا به دیابت نوع ۲ در بزرگسالی مطرح است، پیشنهاد می‌شود مربیان ورزشی، والدین و مسئولین مراکز ورزشی و باشگاه‌های تندرستی از انواع تمرین‌های ورزشی به‌ویژه تمرین‌های مدرسه‌محور پیشنهادی برای بهبود سطح تندرستی و پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با چاقی از جمله دیابت نوع ۲ استفاده کنند.

جدول ۳. مقایسه میانگین (±SD) و درصد تغییرات متغیرهای مورد اندازه گیری در آزمودنی‌های گروه‌های مختلف

متغیرهای مورد اندازه گیری	گروه های تمرینی	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییرات
miR146b (Δct)	تناوبی شدید (۱۴نفر)	۸/۱۹±۶/۳۱	۴/۳۵±۲/۷۲	-٪ ۴۶/۸۸
	مدرسه‌محور (۱۴نفر)	۹/۳۳±۶/۴۰	* ۳/۵۴±۲/۰۳	-٪ ۶۲/۰۵
کلسترول (mg/dL)	تناوبی شدید	۱۵۶/۸۶±۲۳/۲۹	* ۱۴۳/۲۰±۲۴/۶۳	٪-۸/۷۰
	مدرسه‌محور	۱۵۴/۸۰±۲۴/۱۹	*۱۳۹/۴۰±۲۳/۸۷	-۹/۹۴
تری‌گلیسرید (mg/dL)	تناوبی شدید	۱۱۰/۰۰±۳۹/۰۶	* ۹۴/۷۳±۳۰/۳۳	٪-۱۳/۸۸
	مدرسه‌محور	۹۹/۲۰±۳۹/۷۸	۸۸/۴۰±۲۸/۹۰	٪-۱۰/۸۸
HDL (mg/dL)	تناوبی شدید	۵۰/۲۹±۱۰/۴۵	۵۲/۵۴±۱۲/۰۶	٪۴/۴۷
	مدرسه‌محور	۵۰/۱۶±۱۱/۰۰	۵۲/۵۲±۱۱/۵۴	٪۴/۷۰
LDL (mg/dL)	تناوبی شدید	۸۳/۷۷±۱۷/۶۹	* ۷۱/۴۶±۲۱/۵۱	٪-۱۴/۶۹
	مدرسه‌محور	۸۵/۲۶±۲۲/۰۷	* ۶۷/۸۶±۲۲/۳۲	٪-۲۰/۴۰

LDL: لیپوپروتئین‌های با چگالی کم
HDL: لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا،
*: تفاوت معنی دار بین پیش-پس آزمون
Δct: تفاوت بیان بین دو ژن،
mg/dL: میلی‌گرم در دسی‌لیتر.



شکل ۱. مقایسه تغییرات miR146b در دو گروه تمرینات تناوبی شدید و مدرسه‌محور

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از رساله دکتری فیزیولوژی ورزشی آقای رسول خلیل طهماسبی در دانشگاه اصفهان است.

از همکاری معاونت پژوهشی محترم دانشگاه اصفهان، همچنین کلیه دانش‌آموزان شرکت کننده در این تحقیق و والدین ارجمندشان که صادقانه با ما همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

تضاد منافع

هیچ گونه تعارض منافع از سوی نویسندگان بیان نشده است.

منابع

1. Mokdad A, Ford E, Bowman B, Dietz W, Vinicor F, Bales V. Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors. Jama. 2003;289(1):76-9.

2. Kraus W, Houmard J, Duscha B, Knetzger K, Wharton M, McCartney J. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. New England Journ of Medicine. 2002;347(19):1483-92.

3. Ogden C, Carroll M, Curtin L, McDowell M, Tabak C, Flegal K. Prevalence of Overweight and obesity in the United States. Jama. 2006;295(13):1549-55.

4. Watts K, Jones T, Davis E, Green D. Exercise training in obese children and adolescents' current concepts. Sports Med. 2005;35(5):375-92.

5. Horak M, Zlamal F, Iliev R, Kucera J, Cacek J, Svobodova L. Exercise-induced circulating microRNA changes in athletes in various training scenarios. PloS one. 2018;13 (1).

Chien S. microRNA: a master regulator of cellular processes for bioengineering systems. Annu Rev Biomed Eng. 2010;12:1-27.

12. McClelland A, Kantharidis P. microRNA in the development of diabetic complications. Clin Sci. 2014;126:95-110.

13. Xianwei C, Lianghui Y, Lijun Z, Xing W, Yahui Z, Yun L. Change in circulating microRNA profile of obese children indicates future risk of adult diabetes. Metabolism Clinical and Experimental. 2018; 7(8); 95-105.

14. Chen l, Mei Dai Y, Bo Ji C, Yang L. MiR-146b is a regulator of human visceral preadipocyte proliferation and differentiation and its expression is altered in human obesity. Molecular and Cellular Endocrinology. 2014;393 (1-2):65-74.

15. ۱۵. Shi C, Zhu L, Chen X, Gu N, Chen L. IL-6 and TNF-α Induced Obesity-Related Inflammatory Response Through Transcriptional Regulation of miR-146b. Journal of Interferon & Cytokine Research. 2014;34.

16. Martin H, Filip Z, Robert I, Jan K, Jan C. Exercise-induced circulating microRNA changes in athletes in various training scenarios. PLoS One. 2018;13 (1); 1-14.

6. Hwarg C, Wu Y, Chou C. Effect of aerobic interval training on exercise capacity and metabolic risk factors in people with cardiometabolic disorders: A meta-analysis. Journal of cardio pulmonary rehabilitation and prevention 2011;31(6):378-9.

7. Stenevi-Lundgren S, Daly R, Karlsson M. A school-based exercise intervention program increases muscle strength in prepubertal boys. Int J Pediatr. 2010; (2010); 1-9.

8. Verjans-Janssen S, van de Kolk I, Van Kann D, Kremers S, Gerards S. Effectiveness of school-based physical activity and nutrition interventions with direct parental involvement on children's BMI and energy balance-related behaviors - A systematic review. Plos One. 2018;13(9):1-24.

9. Vu H N. School-based exercise interventions effectively increase bone mineralization in children and adolescents. Osteoporosis and Sarcopenia 2018;4:39-46.

10. Francisco J, Orteg A, José M. MicroRNA expression profile of human subcutaneous adipose and during adipocyte differentiation. Plos ONE. 2010;5(2):1-9.

11. Sun W, JulieLi Y, Huang H, Shyy J,

Applied Physiology. 2013; 113: 2531–2540.

22. Matsuzaka A, Takahashi Y, Yamazoe M, Kumakura N, Ikeda A, Wilk B, et al. Validity of the Multistage 20-M Shuttle-Run Test for Japanese Children, Adolescents, and Adults. Pediatric exercise science. 2004;16(2):113-25

23. Tartibain B, Azadpour N, Ebrahemi-Torkmani B. The relationship between serum levels of adiponectin, leptin, cholesterol, triglyceride and body mass index in the overweight girls after 12-week moderate intensity aerobic exercise training. Scientific Research Journal of Shahed. 2017;128.

24. Sharma M, Juvvuna P, Kukreti H, McFarlane C. Mega roles of microRNAs in regulation of skeletal muscle health and disease. Front Physiol. 2014;5:239.

25. Rodrigo WA, Geysson J, João p, Warlen P. Regulation of cardiac microRNAs induced by aerobic exercise training during heart failure. Am J Physiol Heart Circ Physiol 2015;309.

26. Xi s, Jiang y, Qui y, Huang w, Wang j. Role of diets and exercise in ameliorating obesity-related hepatic steatosis: Insights at the microRNA-dependent thyroid hormone synthesis

17. Parr E, Camera D, Burke L, Phillips S, Coffey V, Hawley J. Circulating microRNA responses between ‘high’ and ‘low’ responder’s responders to a 16-wk diet and exercise weight loss intervention. Plos One. 2016;11(4); 1-14.

18. Gomes G, Fernandes T, Soci U, Silveira A, Barretti D, Negrão C, et al. Obesity Downregulates MicroRNA-126 Inducing Capillary Rarefaction in Skeletal Muscle: Effects of Aerobic Exercise Training. Oxidative medicine and cellular longevity. 2017; (5):1-9.

19. Lu K, Cooper D, Haddad F, Radom-Aizik S. Four Months of a School-Based Exercise Program Improved Aerobic Fitness and Clinical Outcomes in a Low-SES Population of Normal Weight and Overweight/Obese Children with Asthma. Front Pediatr. 2018;6:380.

20. Minasian V, Marandi S, Kelishadi R, Heidari K. Children, obesity and exercise: Medical Sciences of Isfahan University publication; 2016; (2)102-107.

21. Racil G, Ben Ounis O, Hammouda O, Kallel A, Zouhal H, Chamari K, et al. Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. European Journal of

and action. Life Sciences. 2020;242:117182.

27. Zacharewicz E, Lamon S, P.Russell A. MicroRNAs in skeletal muscle and their regulation with exercise, ageing, anddisease. FrontiersinPhysiology. 2013;4:1-11.

28. Fluck M, Hoppeler H. Molecular basis of skeletal muscle plasticity-from gene to form and function. Rev Physiol Biochem Pharmacol. 2003;146:159-216.

29. Polakovi cova M, Musil P, Laczo E, Hamar D, Kyselovi J. Circulating MicroRNAs as Potential Biomarkers of Exercise Response. J Mol Sci. 2016;17:1553.

30. Thomou T, Mori M, Dreyfuss J, Konishi M, Sakaguchi M, Wolfrum C. Adipose-derived circulating miRNAs regulate gene expression in other tissues. Nature. 2017;542:450–5.

31. Spalding K, Arner E, Westermark P, Bernard S, Buchholz B, Bergmann O. Dynamics of fat cell turnover in humans. Nature. 2008;453:783-7.

32. Gomes C, Oliveira-Jr G, Madrid B, Almeida J, Franco O, Pereira R. Circulating miR-1, miR-133a, and miR-206 levels are increased after a half-marathon run. Biomarkers. 2014;19:585-9.

33. Ryan M, Sapp Daniel D, Shill Stephen M, James M. Circulating microRNAs in acute and chronic exercise: more than mere biomarkers. J Appl Physiol. 2017;122:702-17.

34. Aoi W, Ichikawa H, Mune K, Tanimura Y, Mizushima K, Naito Y, et al. Muscle-enriched microRNA miR-486 decreases in circulation in response to exercise in young men. Front Physiol. 2013;4:80.

35. Kim E, Im J, Kim K, Park J, Suh S, Kang E. Improved insulin sensitivity and adiponectin level after exercise training in obese Korean youth. Obesity. 2007;15:3023-30.

36. Romero-Moraleda B, Morencos E, Peinado A, Bermejo L, Gomez-Candela C, Benito PJ. Can the exercise mode determine lipid profile improvements in obese patients. Nutr Hosp. 2013;28(3):607-17.

37. Parente E, Guazzelli I, Ribeiro M, Silva A, Halpern A, Villares S. Obese children lipid profile: effects of hypocaloric diet and aerobic physical exercise. Arq Bras Endocrinol Metabol. 2006;50(3):499-504.

38. Lambers S, Van Laethem C, Van

Acker K, Calders P. Influence of combined exercise training on indices of obesity, diabetes and cardiovascular risk in type 2 diabetes patients. Clin Rehabil. 2008;22(6):483-92.

39. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(8):1527-33.

40. Fernandes T, Magalhaes F, Roque F, Phillips M, Oliveira E. Exercise training prevents the microvascular rarefaction in hypertension balancing angiogenic and apoptotic factors: role of microRNAs 16, 21, and 126. Hypertension. 2012;59(2):513-20.

Cite this article as:
Khaliltahmasebi R, Minasian V, Hovsepian S. Changes in miR146b Following Different Exercise Interventions in Adolescents with Overweight and Obesity. Sadra Med Sci J 2022; 10(2): 97-110.