

تأثیر هشت هفته تمرین ترکیبی بر سطح آنزیم‌های کبدی، نیم‌رخ لیپیدی و مقاومت به انسولین در کودکان پسر دارای اضافه‌وزن

شهریار خواجه صالحانی^۱، رستم علی‌زاده^۲

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.
۲. گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

چکیده

تاریخ دریافت: ۲۳ بهمن ۱۳۹۷
تاریخ پذیرش: ۰۸ شهریور ۱۳۹۸
تاریخ انتشار: ۰۹ مهر ۱۳۹۸

اهداف: تمرین‌های مقاومتی و استقامتی به صورت ترکیبی به عنوان یک روش تمرینی بین افراد ورزشکار و غیرورزشکار استفاده می‌شود و می‌تواند باعث کاهش توده چربی بدن شود. هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین ترکیبی (هوازی-مقاومتی) بر سطح آنزیم‌های کبدی، نیم‌رخ لیپیدی و مقاومت به انسولین در کودکان پسر دارای اضافه‌وزن بود.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی است که در آن، ۳۲ پسر سالم با اضافه‌وزن در دامنه سنی ۱۱ تا ۱۳ سال به صورت داوطلبانه و با رضایت آگاهانه، در دو گروه کنترل و آزمایش وارد مطالعه شدند. گروه آزمایش به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه در روزهای غیرمتوالی، تمرینات ترکیبی را انجام دادند و گروه کنترل هیچ تمرینی در طول مدت مطالعه نداشتند. اندازه‌گیری‌ها در شرایط مشابه پیش و پس از هشت هفته تمرینات انجام شد.

یافته‌ها: تغییرات قبل و بعد از تمرین در داده‌های گلوکز، انسولین، AST، ALT و مقاومت به انسولین در گروه تمرین ترکیبی کاهش معناداری در مقایسه با گروه کنترل نشان داد ($P < 0/05$)، اما داده‌های LDL و HDL تغییرات معناداری نداشت ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری: تمرینات ترکیبی (هوازی-مقاومتی) با کاهش سطوح آنزیم‌های کبدی، گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین و شاخص‌های ترکیب بدنی در پسران ۱۱ تا ۱۳ ساله می‌تواند راهکار مؤثری در راستای کاهش خطرات اضافه‌وزن و همچنین پیشگیری از برخی بیماری‌ها مانند چاقی، دیابت و بیماری کبد چرب غیرالکلی باشد.

کلیدواژه‌ها:

تمرین موازی، نیم‌رخ لیپیدی، آلانین ترانسفراز، کاهش وزن

مقدمه

[۱]. در بررسی تأثیر تمرین هوازی بر اجزای مقاومت به انسولین در کودکان، پس از چهار ماه برنامه تمرین هوازی با شدت ۱۵۰ ضربه در دقیقه به مدت پنج جلسه در روز، نشان داده شد برخی شاخص‌ها مانند تری‌گلیسرید پلاسما و درصد چربی بدنی و انسولین در اثر تمرینات بهبود یافته، در مقابل، سودمندی تمرین هوازی در اثر بی‌تمرینی از دست رفته بود [۵].

تمرینات مقاومتی نیز نقش مؤثری در افزایش توده عضلانی بدن و بهبود آمادگی بدنی دارند [۶]. اطلاعات در زمینه اثرات تمرین مقاومتی بر ترکیب بدنی و عوامل متابولیک مرتبط با اضافه‌وزن کودکان بسیار محدود است. در مطالعه‌ای که اثر ۱۲ هفته برنامه چندگانه مقاومتی را بررسی کرده است، کودکانی که تمرین مقاومتی با شدت متوسط همراه مداخله تغذیه‌ای داشتند، در مقایسه با گروهی که تنها تعدیلات تغذیه‌ای انجام داده بودند، توده بدون چربی که توسط دستگاه مقاومت بیوالکتریک اندازه‌گیری شده است افزایش بیشتری نشان داده بود [۷].

اضافه‌وزن در کودکان با افزایش مرگ‌ومیر ناشی از بیماری قلبی-عروقی در بزرگسالی همراه است [۱]. افزایش توده چربی در کودکان و نوجوانان با کاهش مدت زمان اختصاص داده‌شده به فعالیت بدنی، هم‌راستا گزارش شده است [۲-۴]. شواهد نشان می‌دهد کودکانی که فعالیت بدنی کمی دارند بیشتر احتمال دارد در آینده نیز افراد بزرگسال غیرفعال باشند. به همین دلیل تشویق کودکان به داشتن زندگی فعال موجب فعال ماندن آن‌ها در دوران بزرگسالی و داشتن شیوه زندگی فعالی خواهد شد [۱].

مطالعاتی که اثرات فعالیت بدنی و تمرین را بر وزن و ترکیب بدنی بررسی کرده‌اند نتایج یکسانی داشته و بیشتر آن‌ها نشان داده‌اند برنامه‌های ورزشی اثرات مثبتی بر وزن و ترکیب بدنی دارند. بیشتر این مطالعات بر تمرینات هوازی (برای مثال دویدن و دوچرخه‌سواری) تمرکز داشته‌اند و هدف عمده آن‌ها افزایش کالری مصرفی بوده است

* نویسنده مسئول:

دکتر رستم علی‌زاده

نشانی: ایلام، دانشگاه ایلام، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه علوم ورزشی.

تلفن: ۶۹۶۱۵۸۷ (۹۱۲) ۰۹۸+

پست الکترونیکی: r.alizadeh@ilam.ac.ir

سالم دارای اضافه‌وزن در دامنه سنی ۱۱ تا ۱۳ سال از طریق فراخون در مدرسه و به صورت داوطلبانه و آگاهانه، جهت شرکت در مطالعه دعوت شدند. قبل از شرکت آزمودنی‌ها در مطالعه، مراحل مختلف کار برای آن‌ها به طور کامل شرح داده شد و پس از موافقت خود آن‌ها و والدین، فرم رضایت‌نامه کتبی و آگاهانه شرکت در مطالعه، فرم اطلاعات فردی توسط ایشان و فرم پزشکی توسط محقق تکمیل شد. با توجه به فرمول حجم نمونه، و در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج به مطالعه، تعداد ۳۲ آزمودنی سالم دارای اضافه‌وزن با روش نمونه‌گیری در دسترس جهت مطالعه، انتخاب شدند.

معیارهای ورود شامل داشتن اضافه‌وزن طبق تعریف کول و همکاران، محدوده سنی ۱۱ تا ۱۳ سال، رضایت آگاهانه جهت شرکت در مطالعه، عدم ابتلا به هرگونه بیماری قلبی عروقی و دیابت، عدم مصرف هرگونه دارو یا مکملی به‌ویژه طی انجام مطالعه و نداشتن فعالیت ورزشی منظم در سه ماه گذشته بود [۹]. معیارهای خروج از مطالعه شامل ناتوانی در ادامه برنامه ورزشی، غیبت بیش از سه جلسه متوالی یا مجموعاً پنج جلسه در برنامه تمرین و آلرژی بود. از کلیه آزمودنی‌ها درخواست شد ۴۸ ساعت قبل از نمونه‌گیری هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشته باشند، از خوردن کافئین و قهوه خودداری کنند و آخرین وعده غذایی را در شب قبل از جلسه تمرین و کنترل در ساعت ۲۰ مصرف و صبح در حالت ناشتا به آزمایشگاه مراجعه کنند.

گروه‌های مورد مطالعه و پروتکل تمرینات

در ابتدای مطالعه و قبل از شروع تمرینات، سنجش ترکیب بدن، آزمون پله و جمع‌آوری نمونه‌های خون برای همه کودکان دارای اضافه‌وزن مورد مطالعه، انجام شد. سپس این کودکان به طور تصادفی (با کمک جدول اعداد تصادفی) در دو گروه کنترل (۱۶ نفر) و آزمایش (۱۶ نفر) قرار گرفتند. گروه آزمایش به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه در روزهای غیرمتوالی،

وو و همکاران نیز در بررسی ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی همزمان، نشان دادند این تمرینات در کودکان دارای اضافه‌وزن ۹ تا ۱۲ ساله می‌تواند موجب کاهش اندازه دور کمر و باسن شود، اما تغییر در شاخص توده بدنی، چربی بدن یا توده بدون چربی چندان مشهود نبود، همچنین در طی یک سال تمرین کاهش در چربی بدن گروه تمرینی که به تمرینات خود ادامه داده بود مشاهده شد؛ اما علی‌رغم کاهش در درصد چربی، وزن آن‌ها تغییری نکرد که این خود نشان‌دهنده افزایش توده بدون چربی بدن است [۴].

تمرین‌های مقاومتی و استقامتی به صورت ترکیبی به عنوان یک روش تمرینی بین افراد ورزشکار و غیرورزشکار استفاده می‌شود. برخی تحقیق‌ها نشان داده‌اند این روش‌های تمرینی می‌تواند باعث کاهش توده چربی بدن شوند [۸]. اطلاعات کمی در رابطه با چگونگی پاسخ کودکان دارای اضافه‌وزن که در معرض سندرم مقاومت به انسولین نیز قرار دارند، وجود دارد. در بررسی مطالعات مربوطه، طبق دانش ما، تا زمان نگارش این نوشته، مطالعه‌ای در زمینه اثرات ورزش و فعالیت بدنی همزمان (هوازی/مقاومتی) بر آنزیم‌های کبدی، مقاومت به انسولین و نیمرخ لیپیدی در کودکان صورت نگرفته است. از طرفی، تمرین‌های هوازی، مقاومتی و ترکیبی در کودکان دارای اضافه‌وزن می‌تواند آثار متفاوتی را بر عوامل خطر قلبی عروقی بگذارد و گزارش‌های ذکر شده در برخی موارد دارای نتایج ضد و نقیض و انجام مطالعه‌های بیشتری در این زمینه ضروری است. بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی بر آنزیم‌های کبدی، نیمرخ لیپیدی و مقاومت به انسولین در کودکان پسر دارای اضافه‌وزن ۱۱ تا ۱۳ ساله است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی است که پس از تصویب در گروه تخصصی و شورای پژوهشی دانشگاه طی ماه‌های تیر، مرداد و شهریور ۱۳۹۷ در شهر تهران انجام شد. در این مطالعه پسران

جدول ۱. پروتکل تمرینات ورزشی همزمان (هوازی/مقاومتی) برای گروه آزمایش (۱۶ پسر سالم با اضافه‌وزن)

نوع تمرینات	فعالیت ورزشی	ست‌ها و تکرارها		
		هفته ۱-۲	هفته ۳، ۴ و ۵	هفته ۶، ۷ و ۸
هوازی	هفته ۱-۲	۱۵ دقیقه دویدن با ۵۰ تا ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب		
	هفته ۳-۴	۲۰ دقیقه دویدن با ۶۵ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب		
	هفته ۶-۷	۲۵ دقیقه دویدن با ۶۵ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب		
مقاومتی	دراز و نشست	۳ تکرار ۱۰ تا	۳ تکرار ۱۵ تا	۳ تکرار ۲۰ تا
	شنای اصلاح شده	۳ تکرار ۵ تا	۴ تکرار ۸ تا	۴ تکرار ۱۱ تا
	اسکات	۳ تکرار ۸ تا	۳ تکرار ۱۲ تا	۳ تکرار ۱۸ تا

با استفاده از روش الایزای ساندویچی و کیت انسولین (کمپانی مرکودیا، آپسالا، سوئد) با ضریب تغییرات ۴/۱ و با استفاده از دستگاه اتوانالایزر سلکترای ۲، اندازه‌گیری شد. شاخص مقاومت انسولین با استفاده از فرمول HOMA-IR محاسبه شد [۹].

تجزیه و تحلیل آماری

کلیه داده‌ها با استفاده از نسخه ۱۶ نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه و تحلیل شد. ابتدا نرمال بودن تمام متغیرها با استفاده از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف مشخص شد، تغییرات داده‌های قبل و بعد از تمرین دو گروه محاسبه شده و سپس این تغییرات با استفاده از آزمون تی مستقل مقایسه شد. سطح معنی‌داری برای تمام تحلیل‌های آماری $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر ۳۲ پسر سالم دارای اضافه‌وزن (شاخص توده بدنی بیشتر از ۲۳) در دو گروه کنترل و آزمایش شرکت داشتند. میانگین سنی در گروه آزمایش $11/85 \pm 0/7$ سال و در گروه کنترل $11/75 \pm 0/8$ سال بود که تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P = 0/64$) همچنین میانگین قد در گروه آزمایش برابر 150 ± 3 و در گروه کنترل برابر 149 ± 3 بود ($P = 0/27$)

داده‌های وزن، شاخص توده بدنی، درصد چربی، نسبت دور کمر به باسن و نیز حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌های دو گروه در قبل و بعد از تمرینات در **جدول شماره ۲** ارائه شده است. نتایج مقایسه تغییرات قبل و بعد از تمرین شاخص‌های ترکیب بدنی در دو گروه نشان داد تغییرات وزن ($t_{18} = 6/01$ ، $P < 0/001$)، شاخص توده بدنی ($t_{18} = 5/94$ ، $P < 0/001$)، درصد چربی ($t_{18} = 5/53$ ، $P = 0/007$) و حداکثر اکسیژن مصرفی ($t_{18} = 3/37$ ، $P < 0/005$) در گروه آزمایش (تمرین ترکیبی) در مقایسه با گروه کنترل معنادار بود.

تحلیل آماری داده‌ها تفاوت معناداری را بین تغییرات سطوح انسولین، گلوکز، مقاومت به انسولین، AST، ALT دو گروه در پاسخ به تمرین نشان داد که بیانگر تأثیر تمرین ترکیبی در کودکان دارای اضافه‌وزن بر مقادیر عوامل فوق است، اما برای HDL و LDL تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (**جدول شماره ۳**).

بحث

از آنجایی که هدف افراد دارای اضافه‌وزن و چاق از تمرینات ورزشی کاهش وزن (کاهش چربی)، افزایش قابلیت‌های قلبی عروقی و افزایش توده عضلانی است، دستیابی به شیوه تمرینی مناسب اهمیت ویژه‌ای دارد. یکی از این شیوه‌های تمرینی، تمرینات ترکیبی است. تمرین چند دستگاه تولید انرژی و اجرای همزمان انواع مختلف تمرینات که از آن به عنوان تمرینات ترکیبی یاد می‌شود، اهمیت کاربردی برای سازگاری در ورزش‌هایی دارد

تمرینات هوازی و مقاومتی را انجام دادند (**جدول شماره ۱**). از گروه آزمایش خواسته شد به جز برنامه تمرینی مطالعه حاضر از انجام فعالیت بدنی دیگر اجتناب کنند. گروه کنترل در این برنامه تمرینی فعالیت ورزشی منظم نداشتند و فعالیت‌های روزمره خود را داشتند و مشابه گروه تمرین قبل و بعد از هشت هفته تمرین آزمایش شدند.

آزمون پله سه دقیقه‌ای

در ابتدای مطالعه و در انتهای هشت هفته از همه کودکان در هر دو گروه مورد مطالعه، آزمون پله سه دقیقه‌ای به عمل آمد. برای این کار، ابتدا از آزمودنی‌ها پس از ۱۵ دقیقه استراحت در حالت درازکش، ضربان قلب استراحتی گرفته شد. در این آزمون زیر بیشینه پله از آزمودنی‌ها خواسته شد از پله حدود ۳۰ سانتی‌متری با سرعت ۲۴ بار در دقیقه بالا و پایین روند و به مدت سه دقیقه این روند را ادامه دهند. آزمودنی‌ها توسط آزمون گیرنده به صورت کلامی راهنمایی و تشویق شدند که در طول آزمون سرعت خود را حفظ کنند. بلافاصله در انتهای سه دقیقه، یک و دو دقیقه بعد از اتمام برنامه ضربان قلب با انگشت سبابه اندازه‌گیری شد و میانگین ضربان قلب این سه زمان محاسبه شد. آزمودنی‌ها ملزم به استراحت ۱۰ دقیقه‌ای پس از اتمام برنامه بودند تا ضربان قلب آن‌ها به ضربان قلب استراحت برسد. در انتها بر اساس **فرمول شماره ۱** حداکثر اکسیژن مصرفی آن‌ها محاسبه شد [۱۰].

فرمول شماره ۱.

$$VO_{2max} (l/min) = (2/345 - \text{قد}) \times \text{حساب سانتی‌متر} \times 0/065 + (\text{ضربان قلب استراحت} \times 0/008) + (\text{میانگین ضربان قلب آزمون پله بر حسب درصدی از ضربان قلب استراحت} \times 0/087)$$

خون‌گیری و تحلیل نمونه‌ها

در ابتدای مطالعه و در انتهای هشت هفته، از همه آزمودنی‌ها خواسته شد در ساعت هشت صبح و در حالت ناشتا به آزمایشگاه مراجعه کنند. سپس از آزمودنی‌ها خواسته شد ۲۰ دقیقه در حالت نشسته استراحت کنند، پس از آن ضربان قلب و فشار خون آنان ثبت و نمونه خونی گرفته شد. در هر بار خون‌گیری از آزمودنی‌ها به میزان پنج میلی‌لیتر خون از ورید بازویی گرفته و برای جلوگیری از همولیز شدن در لوله‌های حاوی EDTA ریخته شد. سپس نمونه‌ها را به مدت ۱۵ دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد با دور ۱۵۰۰ g سانتریفیوژ شدند. سپس سنجش‌های مدنظر انجام شد. در این مطالعه ALT و AST، بر حسب واحد یونیت بر لیتر با استفاده از روش رنگ‌سنجی آنزیماتیک به دست آمد. مقادیر LDL و HDL با استفاده از روش اسپکتروفتومتری و طیف‌سنجی اندازه‌گیری شد. سطح گلوکز پلاسما با استفاده از روش رنگ‌سنجی آنزیمی (گلوکز اکسیداز، شرکت پارس‌آزمون، تهران، ایران) با ضریب تغییرات (CV) ۱/۷، سطح انسولین پلاسما

جدول ۲. داده‌های ترکیب بدنی دو گروه پسران سالم با اضافه‌وزن در ابتدا و پایان مطالعه (۶۱ نفر)

متغیر	زمان	میانگین ± انحراف معیار	
		گروه آزمایش (تمرین ترکیبی)	گروه کنترل
		ابتدای مطالعه	پایان هفته هشتم
وزن (کیلوگرم)		۵۰/۶±۷/۸	۴۶/۵±۶/۲
شاخص توده بدنی (کیلوگرم / متر مربع ^۲)		۲۵/۴±۲/۰	۲۳/۳±۱/۱
درصد چربی (درصد)		۲۴/۵±۱۷/۱۵	۲۱/۳±۶۱/۹۴
WHR (نسبت)		۰/۰±۹۳/۱۵	۰/۰±۹۱/۰۹
حداکثر اکسیژن مصرفی (لیتر / دقیقه)		۲۱۸۴/۱۵۶±۲۶/۳۰	۲۲۹۴/۲۱۵±۶۳/۷۴
		پایان هفته هشتم	ابتدای مطالعه
		۲۴/۳±۹۵/۵۸	۲۴/۳±۲۷/۸۳
		۰/۰±۹۱/۱۱	۰/۰±۹۱/۰۹
		۲۱۸۷/۱۳۳±۵۰/۱۷	۲۱۹۶/۱۲۲±۴/۹۶

فوق دانش

مشکلات سلامتی و برخی بیماری‌های مزمن از جمله دیابت و کبد چرب می‌شود، لزوم پیشگیری از آن در جوامع صنعتی و ماشینی امروز بیش از پیش ضرورت پیدا می‌کند. در همین راستا نتایج تحقیق حاضر نشان داد برنامه ورزشی ترکیبی (استقامتی مقاومتی) منظم می‌تواند با کاهش سطوح آنزیم‌های کبدی (ALT و AST) و همچنین مقاومت به انسولین راهکار مناسبی در راستای کاهش خطر ابتلا به کبد چرب غیرالکلی در کودکان دارای اضافه‌وزن باشد. در زمینه تأثیر تغییر سبک زندگی و مصرف ویتامین E بر آنزیم‌های کبدی در کودکان چاق چینی نشان داده شد تغییر شیوه زندگی بیشتر از مصرف ویتامین E در درمان کبد چرب غیرالکلی در کودکان مؤثر بوده و به همین دلیل محققان توصیه کرده‌اند تغییر شیوه زندگی و افزایش فعالیت بدنی اولین مرحله برای شروع درمان در کودکان چاق است [۱۱].

در همین راستا در بررسی تأثیر برنامه ورزشی بر پارامترهای

که به بیش از یک دستگاه تولید انرژی متکی هستند. هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی بر آنزیم‌های کبدی، نیم‌رخ لیپیدی و مقاومت به انسولین در کودکان پسر دارای اضافه‌وزن ۱۱ تا ۱۳ ساله بود که نتایج آن نشان داد هشت هفته تمرین هوازی مقاومتی موجب کاهش چندین عامل خطر بیماری قلبی عروقی از جمله درصد چربی بدن، شاخص توده بدنی، گلوکز خون و انسولین و همچنین بهبود سطوح استراحتی مقاومت به انسولین و آنزیم‌های کبدی ALT و AST می‌شود. هر دو گروه آزمایش و کنترل در تحقیق حاضر در زمینه تغییرات لیپوپروتئین‌های پلاسما تغییرات متفاوتی نشان ندادند و علی‌رغم افزایش (۳ درصد) HDL و کاهش (۹ درصد) LDL در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل این تغییرات از لحاظ آماری معنادار نشد.

با توجه به شیوع چاقی در میان کودکان که خود زمینه‌ساز

جدول ۳. مقایسه تغییرات داده‌های دو گروه پسران سالم با اضافه‌وزن در ابتدا و پایان مطالعه با آزمون تی مستقل (۶۱ نفر)

مقدار P	متغیر	زمان	میانگین ± انحراف معیار	
			گروه آزمایش (تمرین ترکیبی)	گروه کنترل
			ابتدای مطالعه	پایان هفته هشتم
P=۰/۰۰۱*	انسولین (میکرویونیت بر میلی لیتر)		۱۳/۷۵±۲/۷۳	۹۷/۲۹±۱۲/۳
P=۰/۰۱۱*	گلوکز میلی گرم بر دسی لیتر		۹۴/۶±۷/۸	۸۷/۳±۶/۴
P=۰/۰۰۱*	مقاومت به انسولین		۲/۲۴±۰/۷۸	۲/۸۲±۰/۶۵
P=۰/۰۰۱*	ALT یونیت بر لیتر		۳۲/۵۱±۳/۳۰	۳۱/۳±۶۹/۹۶
P=۰/۰۰۱*	AST یونیت بر لیتر		۲۶/۵۶±۵/۴۹	۲۶/۶۹±۴/۰۲
P=۰/۰۹۹۶	HDL میلی گرم بر دسی لیتر		۴۸۷۰±۳/۷۳	۴۵/۳۷±۷/۷۷
P=۰/۱۱۷	LDL میلی گرم بر دسی لیتر		۹۰/۱±۲/۵۴	۱۰۴/۱۱±۷/۵۹

فوق دانش

* تفاوت معنی دار

دسترس استفاده کنند که در نتیجه آمادگی هوازی و VO_2max افزایش پیدا می‌کند. بیشتر تحقیقات در این زمینه افزایش معنادار مقادیر VO_2max را نشان داده‌اند. البته افزایش آمادگی هوازی عمدتاً پس از تمرینات هوازی روی می‌دهد و نشان داده شده که تمرینات مقاومتی به‌تنهایی در افزایش آمادگی هوازی نقش چندانی ندارد و تنها با افزایش توده بدون چربی می‌تواند در افزایش اکسیژن مصرفی مفید واقع شود. اما ترکیب تمرین هوازی با مقاومتی نشان داده فواید اضافی در کاهش چربی در پی خواهد داشت. مطالعه کورک و همکاران نشان داد در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی، توده چربی را به طور معناداری در مقایسه با انجام تمرینات هوازی به‌تنهایی بهبود بخشیده است [۱۵]. با این حال مطالعات دیگر در زمینه این نوع تمرینات ترکیبی نشان داده است اضافه‌کردن تمرین مقاومتی در افراد غیردیابتی، غیرفعال، دارای اضافه‌وزن و میانسال به طور معناداری، مشابه تمرین هوازی، شاخص‌های کنترل وزن را دچار تغییر کرده است [۱۶].

نتایج متناقض این مطالعات ناشی از این موضوع است که در برخی مطالعات در افراد غیردیابتی زمان دو تمرین هوازی و مقاومتی هنگام مقایسه ثابت بوده است و گروه تمرین هوازی و گروه هوازی مقاومتی ۱۵۰ دقیقه در هفته تمرین داشتند و پس از دوره تمرین بهبودی شاخص‌های وزن و توده چربی در سایر گروه‌ها به نسبت گروه مقاومتی بیشتر بود، اما این تفاوت به لحاظ آماری معنادار نبود و در گروه تمرین ترکیبی محدودیت‌های عملکردی، بهبود قابل توجهی داشت، اما توده چربی بهبودی قابل توجهی نداشت، اما توده چربی بهبودی قابل توجهی نداشت. همچنین تحقیق ویلیس و همکاران در مقایسه تمرینات هوازی و مقاومتی و ترکیب این دو بر وزن بدن و توده چربی در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق نشان داد تمرینات هوازی شیوه بهینه تمرینی برای توده چربی و وزن است، در حالی که برنامه تمرینی، شامل تمرینات مقاومتی بیشتر، برای افزایش توده بدون چربی در افراد میانسال چاق و دارای اضافه‌وزن مفید خواهد بود [۱۶].

علاوه بر وزن و درصد چربی بدن، شواهد زیادی نیز نشان می‌دهد چاقی مرکزی به نسبت شاخص‌های عمومی چاقی (شاخص توده بدنی و وزن بدن) ارتباط خیلی قوی‌تری با بیماری قلبی عروقی دارد. بنابراین مهم است که اشاره شود در مطالعه ویلیس و همکاران گروه تمرینی ترکیبی بود که توانست به کمترین میزان WHR دست پیدا کند. در کل به نظر می‌رسد الزام به اختصاص وقت بیشتر برای اجرای یک برنامه تمرینی ترکیبی و نیز نقش تمرینات مقاومتی در افزایش توده بدون چربی از دلایل اهمیت و تأکید بیشتر محققان بر استفاده از تمرینات مقاومتی در کنار تمرینات استقامتی است و نتایج تحقیق حاضر که در آن کاهش معنادار وزن، درصد چربی، شاخص توده بدنی و WHR در آن به‌وضوح علی‌رغم هشت هفته (۲۴ جلسه تمرین) مشاهده شد، نشان‌دهنده اهمیت و تأثیرگذاری این نوع تمرینات

قلبی عروقی، متابولیسمی و آنتروپومتریکی در کودکان چاق نشان داده شد برنامه تمرینی هوازی در مقایسه با گروه کنترل منجر به کاهش معناداری LDL، دور کمر و فشار خون سیستول می‌شود و برنامه ورزشی ترکیبی نیز در مقایسه با گروه کنترل موجب کاهش معنادار دور کمر و فشار خون سیستول می‌شود که نتایج آن درباره تمرین ترکیبی همسوا با نتایج تحقیق حاضر است. از این رو به نظر می‌رسد یک دوره تمرین ترکیبی (استقامتی مقاومتی) علی‌رغم کوتاه‌بودن نسبی آن می‌تواند نقش مهمی در کاهش شاخص توده بدنی، فشار خون، دور کمر، درصد چربی بدن و آنزیم‌های کبدی داشته باشد. مکانیسم‌های کاهش برخی از شاخص‌ها مانند گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین می‌تواند ناشی از کاهش چربی بدن و نیز دور کمر باشد؛ چراکه در تحقیق توگاشی و همکاران نشان داده شد تمرین هوازی در ترکیب با محدودیت کالریکی در کودکان چاق می‌تواند با نرمال‌سازی توزیع چربی شکمی، کاهش چربی شکم و افزایش آمادگی هوازی موجب کاهش قابل توجه تری‌گلیسرید، کلسترول تام، انسولین، AST و ALT شود. به همین دلیل برنامه‌های درمانی را که دربرگیرنده فعالیت منظم ورزشی در راستای کاهش وزن باشد به‌شدت برای کودکان چاق توصیه می‌کنند و تأکید دارند برنامه‌های رژیم غذایی یا محدودیت کالریکی به‌تنهایی قادر به درمان و پیشگیری از آسیب‌های چاقی در کودکان نیست [۱۲].

تمرین ورزشی منظم، میزان لیپولیز را در بافت چربی افزایش می‌دهد. این موضوع با کمک میکرودیالیز فضای برون سلولی بافت چربی زیرجلدی تأیید شده است. هنگام فعالیت ورزشی، فعال‌کننده اصلی لیپولیز، سیستم سمپاتیکی آدرنال است [۱۳]. نشان داده شده که یک سازوکار بازدارنده آلفا-آدرنرژیک، لیپولیز استراحتی را تنظیم می‌کند، در صورتی که هنگام فعالیت ورزشی تأثیر تحریری بتاآدرنرژیک اهمیت بیشتری دارد که منشأ آن افزایش ترشح اپی‌نفرین است. اپی‌نفرین فعال‌کننده اصلی لیپاز حساس به هورمون است که تمرینات منظم باعث افزایش سطوح و نیز عملکرد بیشتر گیرنده‌های این هورمون می‌شود [۱۴].

در تحقیق حاضر WHR پس از هشت هفته تمرین ترکیبی در مقایسه با گروه کنترل کاهش معناداری داشت، عموماً کاهش در این عامل خیلی دیر اتفاق می‌افتد و رابطه مستقیم و معکوسی با شدت و مدت زمان تمرین دارد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت شدت کار و مدت‌زمان تمرینات تحقیق حاضر برای کاهش معنادار درصد چربی و WHR کافی است، اما بایستی در نظر داشت علی‌رغم کاهش معنادار به ترتیب ۱۰ و ۶ درصدی در این عوامل، درصد چربی ۲۲ درصد و WHR ۰/۹۰، تضمین‌کننده در معرض خطر نبودن این کودکان نیست و برای اینکه کاملاً از محدوده خطر خارج شوند باید تلاش بیشتری داشته باشند. علاوه بر این موارد، تمرینات هوازی می‌توانند آنزیم‌های اکسایشی موجود در میتوکندری را افزایش دهند و این افزایش شرایطی را ایجاد کند که در آن بافت‌های فعال از مقادیر بیشتر اکسیژن در

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر، تمرینات ترکیبی (هوازی مقاومتی) با کاهش سطوح استراحتی آنزیم‌های کبدی، گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین و شاخص‌های ترکیب بدنی در پسران ۱۱ تا ۱۳ ساله می‌تواند راهکار مؤثری در راستای کاهش خطرات اضافه‌وزن و همچنین پیشگیری از برخی بیماری‌ها مانند چاقی، دیابت و بیماری کبد چرب غیرالکلی باشد.

بایستی تأکید کرد علی‌رغم کاهش معنادار بسیاری از شاخص‌های خطر، باید مدت‌زمان بیشتری به فعالیت منظم ورزشی اختصاص داده شود و تغییر اساسی در شیوه زندگی به‌خصوص از لحاظ سطح فعالیت بدنی برای کودکان ایجاد شود. علاوه بر این، تحقیقات بیشتری در زمینه نقش بالقوه انواع شیوه‌های تمرینی در راستای پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌های متابولیک به‌خصوص دیابت و کبد چرب غیرالکلی که در میان کودکان شیوع بالایی پیدا کرده لازم است.

مطالعه حاضر محدودیت‌هایی داشت از جمله اینکه امکان داشتن گروه هوازی و مقاومتی به‌تنهایی برای ما مقدور نبود. به طور کلی چون این نوع تمرینات توانسته باعث افزایش همزمان توده عضلانی همراه با کاهش توده چربی شود (افزایش توده عضلانی منجر به افزایش متابولیسم پایه می‌شود که کمک بزرگی به کاهش چربی می‌کند) و همچنین به علت اختصاصی بودن اثرات تمرین، ترکیب هر دو تمرین استقامتی و مقاومتی برای عملکرد بدنی مطلوب و سلامتی در افراد توصیه می‌شود [۲۰]. تمرین مقاومتی و استقامتی تا جایی با هم سازگار هستند که تعداد جلسات تمرین استقامتی کم نشود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

با توضیح اهداف و جزئیات مطالعه، رضایت‌نامه کتبی و آگاهانه از همه کودکان و والدین ایشان جهت شرکت در مطالعه اخذ شد. تمامی اطلاعات کودکان به صورت محرمانه حفظ شد و یافته‌های بدون نام و به صورت گروهی منتشر شد. انجام این پژوهش هیچ‌گونه اخلاقی در روند تحصیل پسران نداشته و همچنین هیچ‌گونه هزینه‌ای برای ایشان در پی نداشت. کودکان می‌توانستند در هر زمان که بخواهند از ادامه مطالعه، انصراف دهند و هیچ تبعاتی برای ایشان وجود نداشته باشد. مطالعه حاضر در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ایلام با کد IR.MEDILAM. REC.1397.030 تصویب شده است.

حامی مالی

این مطالعه با هزینه شخصی نویسندگان انجام شده است.

در کودکان دارای اضافه‌وزن در راستای پیشگیری و در درمان مشکلات سلامتی است.

بالابودن مقاومت به انسولین افراد چاق و دارای اضافه‌وزن در تحقیقات بسیاری تأیید شده است. نقص در افزایش اکسیداسیون چربی در طی ناشتایی به رسوب چربی در میوفیبریل افراد چاق منجر شده و متعاقب آن در الگوهای ایجاد مقاومت به انسولین نقش ایفا می‌کند. در همین راستا بروس و همکاران کاهش مقاومت به انسولین را علی‌رغم عدم تغییر محتوای چربی میوفیبریلی، پس از تمرین ورزشی در افراد چاق گزارش کردند [۱۷]. توضیح احتمالی برای این دوگانگی این است که ورزش ظرفیت اکسیداتیو را در عضلات افزایش داده و چربی درون میوفیبریلی به عنوان سوخت استفاده می‌شود.

محققان بسیاری اثر ورزش منظم را بر مقاومت به انسولین و ترکیب بدنی در کودکان بررسی کرده‌اند. ناسیس و همکاران گزارش کردند ۱۲ هفته تمرین هوازی (سه تکرار ۴۰ دقیقه‌ای در هفته با شدت متوسط و ضربان قلب ۱۶۰ ضربه در دقیقه) بدون کاهش وزن به کاهش مقاومت به انسولین در دختران غیرفعال چاق و دارای اضافه‌وزن (۹ تا ۱۵ ساله) منجر شد [۱۸]. به طور مشابه بل و همکاران که از هر دو نوع برنامه تمرین استقامتی و مقاومتی (هشت هفته، سه تکرار ۶۰ دقیقه‌ای در هفته) استفاده کردند بدون کاهش وزن، کاهش مقاومت به انسولین و دور کمر را در کودکان و نوجوانان غیرفعال (۹ تا ۱۶ ساله) گزارش کردند [۱۹].

اگرچه هر دو مطالعه‌ای که به آن‌ها اشاره شد از نظر جنسیت و مراحل بلوغ با آزمودنی‌های تحقیق حاضر متفاوت هستند، اما اثرات تمرین بر مقاومت به انسولین و دور کمر در آن‌ها با نتایج این پژوهش مشابه است. با این حال برنامه تغذیه‌ای و فعالیت بدنی خارج از برنامه حاضر کنترل نشد و محتوای چربی شکمی، کبدی و درون میوفیبریلی نیز اندازه‌گیری نشد.

در تحقیق هیدن و همکاران انسولین ناشتایی ارتباط بسیار قوی با محتوای چربی شکمی و نه وزن بدن، درصد چربی و شاخص توده بدنی داشت و همچنین میزان کاهش در محتوای چربی شکمی با کاهش در سطوح انسولین استراحتی ارتباط معناداری نشان داد. نتایج سایر تحقیقات درباره کاهش انسولین و گلوکز استراحتی در کودکان و بزرگسالان پس از تمرینات متناقض است. یکی از دلایل این تناقض ممکن است تفاوت در مراحل بلوغ و پیش از بلوغ افراد آزمودنی باشد. با این حال مکانیسم نقش چربی احشایی و زیرپوستی در مقاومت به انسولین هنوز به طور کامل شناخته نشده است. گمان می‌رود تشخیص ناقص چربی زیرپوستی و / یا افزایش التهاب در چربی شکمی عامل کلیدی در این زمینه باشد.

مشارکت نویسندگان

طراحی، اجرای پروتکل، نگارش اولیه: شهریار
خواجه صالحانی؛ طراحی، نظارت بر اجرای پروتکل،
تحلیل آماری، ویرایش نهایی و نویسنده مسئول: رستم
علی زاده.

تعارض منافع

نویسندگان تصریح می کنند که هیچ گونه تضاد منافی در این
مقاله وجود ندارد.

References

- [1] Watts K, Jones TW, Davis EA, Green D. Exercise training in obese children and adolescents. *Sports Medicine*. 2005; 35(5):375-92. [DOI:10.2165/00007256-200535050-00002] [PMID]
- [2] Watts K, Beye P, Siafarikas A, Davis EA, Jones TW, O'Driscoll G, et al. Exercise training normalizes vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. *Journal of the American College of Cardiology*. 2004; 43(10):1823-7. [DOI:10.1016/j.jacc.2004.01.032] [PMID]
- [3] Kim ES, Im JA, Kim KC, Park JH, Suh SH, Kang ES, et al. Improved insulin sensitivity and adiponectin level after exercise training in obese Korean youth. *Obesity*. 2007; 15(12):3023-30. [DOI:10.1038/oby.2007.360] [PMID]
- [4] Woo KS, Chook P, Yu CW, Sung RY, Qiao M, Leung SS, et al. Effects of diet and exercise on obesity-related vascular dysfunction in children. *Circulation*. 2004; 109(16):1981-6. [DOI:10.1161/01.CIR.0000126599.47470.BE] [PMID]
- [5] Ferguson MA, Gutin B, Le NA, Karp W, Litaker M, Humphries M, et al. Effects of exercise training and its cessation on components of the insulin resistance syndrome in obese children. *International Journal of Obesity*. 1999; 23(8):889-95. [DOI:10.1038/sj.ijo.0800968] [PMID]
- [6] Marques EA, Mota J, Viana JL, Tuna D, Figueiredo P, Guimaraes JT, et al. Response of bone mineral density, inflammatory cytokines, and biochemical bone markers to a 32-week combined loading exercise programme in older men and women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2013; 57(2):226-33. [DOI:10.1016/j.archger.2013.03.014] [PMID]
- [7] Blimkie CJ. Resistance training during preadolescence. *Sports Medicine*. 1993; 15(6):389-407. [DOI:10.2165/00007256-199315060-00004] [PMID]
- [8] Oh S, Shida T, Sawai A, Maruyama T, Eguchi K, Isobe T, et al. Acceleration training for managing nonalcoholic fatty liver disease: A pilot study. *Therapeutics and Clinical Risk Management*. 2014; 10:925-36. [DOI:10.2147/TCRM.S68322] [PMID] [PMCID]
- [9] Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *Journal of Applied Physiology*. 1974; 37(2):247-8. [DOI:10.1152/jappl.1974.37.2.247] [PMID]
- [10] Jacks DE, Topp R, Moore JB. Prediction of VO₂ peak using sub-maximum bench step test in children. *Clinical Kinesiology*. 2012; 66(3):74-81.
- [11] Wang CL, Liang L, Fu JF, Zou CC, Hong F, Xue JZ, et al. Effect of lifestyle intervention on non-alcoholic fatty liver disease in Chinese obese children. *World Journal of Gastroenterology*. 2008; 14(10):1598-602. [DOI:10.3748/wjg.14.1598] [PMID] [PMCID]
- [12] Togashi K, Masuda H, Iguchi K. Effect of diet and exercise treatment for obese Japanese children on abdominal fat distribution. *Research in Sports Medicine*. 2010; 18(1):62-70. [DOI:10.1080/15438620903423924] [PMID]
- [13] Zemel MB, Thompson W, Milstead A, Morris K, Campbell P. Calcium and dairy acceleration of weight and fat loss during energy restriction in obese adults. *Obesity Research*. 2004; 12(4):582-90. [DOI:10.1038/oby.2004.67] [PMID]
- [14] Nicklas BJ, Rogus EM, Goldberg AP. Exercise blunts declines in lipolysis and fat oxidation after dietary-induced weight loss in obese older women. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 1997; 273(1):E149-55. [DOI:10.1152/ajpendo.1997.273.1.E149] [PMID]
- [15] Church TS, Blair SN, Cocroham S, Johannsen N, Johnson W, Kramer K, et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *JAMA*. 2010; 304(20):2253-62. [DOI:10.1001/jama.2010.1710] [PMID] [PMCID]
- [16] Willis LH, Slentz CA, Bateman LA, Shields AT, Piner LW, Bales CW, et al. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *Journal of Applied Physiology*. 2012; 113(12):1831-7. [DOI:10.1152/jappphysiol.01370.2011] [PMID] [PMCID]
- [17] Bruce CR, Thrush AB, Mertz VA, Bezaire V, Chabowski A, Heigenhauser GJ, et al. Endurance training in obese humans improves glucose tolerance and mitochondrial fatty acid oxidation and alters muscle lipid content. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2006; 291(1):E99-107. [DOI:10.1152/ajpendo.00587.2005] [PMID]
- [18] Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouas SA, Yannakoulia M, et al. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism*. 2005; 54(11):1472-9. [DOI:10.1016/j.metabol.2005.05.013] [PMID]
- [19] Bell LM, Watts K, Siafarikas A, Thompson A, Ratnam N, Bulsara M, et al. Exercise alone reduces insulin resistance in obese children independently of changes in body composition. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2007; 92(11):4230-5. [DOI:10.1210/jc.2007-0779] [PMID]
- [20] Coffey VG, Hawley JA. The molecular bases of training adaptation. *Sports Medicine*. 2007; 37(9):737-63. [DOI:10.2165/00007256-200737090-00001] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank