مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی بیست و دوم، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۱۶۸ ـ ۱۶۲ (خرداد ـ تیر ۱۳۹۹)

مقاله‌ی پژوهشی

تاثیر تمرین طناب زنی بر سطوح پلاسمایی آنژیوپوئیتین-۴، اینترلوکین-۶ و نیم‌رخ لیپیدی کودکان پسر دارای اضافه وزن

روح الله حق‌شناس

گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران، **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران، دکتر روح‌الله حق‌شناس تلفن: کدپستی: ۳۵۱۳۱۱۹۱۱۱،
e-mail: rhm@semnan.ac.ir

چکیده

مقدمه:

مقدمه: چاقی دوران کودکی می‌تواند سرمنشأ بسیاری از بیماری‌های مرتبط با چاقی در بزرگسالی باشد. به همین‌منظور هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر هشت هفته تمرین طناب‌زنی بر سطوح پلاسمایی آنژیوپوئیتین-۴، اینترلوکین-۶ و نیم‌رخ لیپیدی دانش‌آموزان دارای اضافه وزن بود. مواد و روش‌ها: تعداد ۳۹ نفر دانش آموز دارای اضافه وزن (نمایه توده بدنی **(BMI)**= ۲۴/۰۹±۳/۲۰ کیلوگرم بر متر مربع، سن ۱۰/۷۷±۱/۱۱ سال) به عنوان نمونه انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه مداخله (n=۲۰) و شاهد (n=۱۹) تقسیم شدند. گروه مداخله تمرین طناب‌زنی را به مدت هشت هفته؛ شامل سه جلسه‌ی ۴۰ دقیقه‌ای در هر هفته، اجرا کردند. پس از جمع‌آوری نمونه خون آزمودنی‌ها، از روش الایزا برای اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی و از آنالیز کوواریانس جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح معناداری **P<۰/۰۵** استفاده شد. یافته‌ها: هشت هفته تمرین طناب‌زنی منجر به افزایش آنژیوپویتین-۴ (**P=۰/۰۰۶**) و کاهش اینترلوکین -۶ (**P=۰/۰۰۰۱**) در کودکان دارای اضافه وزن شد. کلسترول (**P=۰/۰۳**) و تری‌گلیسرید **(TG)** خون (**P=۰/۰۵**) به طور معناداری در گروه مداخله کاهش یافت، اما تفاوت معناداری در لیپوپروتئین‌های کم چگالی و پر چگالی بین دو گروه مشاهده نشد. هم‌چنین هشت هفته تمرین طناب زنی تأثیر معناداری بر نسبت دور کمر به دور باسن **(WHR)** کودکان دارای اضافه وزن داشت (**P=۰/۰۰۱**) اما تغییرات **BMI** معنادار نبود (**P=۰/۱۸**). نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تمرین طناب‌زنی در کودکان چاق از طریق افزایش آنژیوپویتین-۴ و کاهش کلسترول و **TG** منجر به بهبود وضعیت متابولیکی بدن و **WHR** می‌گردد.

واژگان کلیدی: اضافه وزن، فعالیت هوازی، آنژیوپویتین-٤، کودک

دریافت مقاله: ۹۸/۱۲/۱۹ـ دریافت اصلاحیه: ۹۹/٤/۲۳ ـ پذیرش مقاله: ۹۹/۵/۸

مقدمه

اضافه وزن در کودکی می‌تواند با اضافه وزن و چاقی در بزرگسالی ادامه یافته، مشکلات و بیماری‌های مرتبط با چاقی را در فرد ایجاد کند.[۱-۳] علی‌رغم تلاش‌ها و مطالعات فراوان در رابطه با چاقی، هنوز ابهامات و ناشناخته‌های زیادی در این زمینه وجود دارد. گزارش شده که مداخله چند جانبه مبتنی بر جامعه، از قبیل اصلاح سبک زندگی و اصلاح تغذیه و انجام فعالیت‌های ورزشی توانسته است روند افزایش نمایه توده بدنی (BMI)[i] در کودکان مکزیکی را کاهش دهد.[٤]

تعادل انرژی در بدن توسط بسیاری از متابولیت‌های مختلف تنظیم می‌شود؛که نقص یا اختلال در هر کدام از آن‌ها می‌تواند منجر به تجمع بافت چربی و بسیاری از بیماری‌های وابسته به چاقی شود. از جمله عوامل قابل بررسی در این رابطه، خانواده آنژیوپوئیتین‌ها (ANGPTL)[ii] و اینترلوکین-٦ (IL-6) هستند. پروتئین‌های شبه آنژیوپوئیتین، خانواده‌ای از

i- Body Mass Index
ii- Angiopoietin-Like Protein

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.2.6.5]

پروتئین‌های مترشحه هستند که تاکنون هشت عضو از این خانواده، شناسایی شده است.[۵] گزارش شده است که Angptl3[i] و Angptl4 تحت تاثیر حالات تغذیه‌ای و روزه‌داری روزه‌داری فرد قرار داشته و احتمالا در ناهنجاری‌های متابولیکی چاقی نقش دارند.[۶] Angptl3 و Angptl4 فعالیت لیپوپروتیئن لیپاز را مهار کرده و به سرعت سطح لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین[ii] و تری‌گلیسرید (TG) را کاهش می‌دهند.[۷] هم‌چنین، پروتئین‌های این خانواده لیپولیز را در بافت چربی تحریک می‌کنند و بنابراین منجر به رهاشدن اسیدهای چرب آزاد و گلیسرول از بافت چربی می‌شوند.[۸] گزارش شده است که تمرین استقامتی، Angptl4 را در عضله و گردش خون افزایش می‌دهد و در تنظیم سطوح TG پلاسمایی مؤثر است.[۹-۱۲] مقادیر افزایش یافته‌ی Angptl4 ناشی از ورزش، احتمالا از کبد ترشح شده و از طریق ارتباط با کبد، نسبت گلوگاگون/انسولین و تغییر در متابولیسم چربی‌ها، در بهبود بیماری‌های متابولیکی ایفای نقش می‌نماید.[۱۰] میزان بالای IL-6 در کودکان چاق نیز مشاهده شده است[۱۳] و عدم تغییر[۱۴] و یا کاهش آن پس از بهبود سندرم متابولیک و کاهش وزن، با استفاده از فعالیت بدنی و اصلاح سبک زندگی، در کودکان چاق گزارش شده است.[۱۵] کاهش میزان کلسترول، لیپوپروتئین کم چگالی[iii](LDL) و TG پس از ۴۰ دقیقه تمرین هوازی نیز گزارش شده[۱۶] و به نظر می‌رسد احتمالا ارتباطاتی بین مجموعه عوامل ذکر شده در بالا وجود داشته باشد.

از این رو و با توجه به مطالعاتی که نشان داده‌اند تمرین طناب‌زنی می‌تواند علاوه بر بهبود معنادار در توان هوازی، استقامت عضلانی، افزایش در حداکثر اکسیژن مصرفی[iv]، قدرت عضلات پا، سرعت و ترکیب بدن کودکان ۱۰ تا ۱۲ ساله، جایگزین مناسبی برای تمرینات هوازی[۱۷،۱۸] و روش مفیدی برای کاهش و کنترل وزن بدن دانش‌آموزان باشد،[۱۹] پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرین طناب‌زنی بر آنژیوپوئیتین-۴، اینترلوکین-۶ و نیم‌رخ لیپیدی در دانش‌آموزان پسر، دارای اضافه وزن ۹ تا ۱۲ سال مقطع ابتدایی طراحی و اجرا شد.

i -Angiopoietin-Like Protein
ii -Very low density lipoprotein
iii- Low Density Lipoprotein
iv- Vo2max

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون بود، که پس از طرح و تصویب در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی سمنان به شماره IR.SEMUMS.REC.1398.061 اجرا شد. جامعه آماری این پژوهش را دانش‌آموزان مدارس ابتدایی شهرستان سمنان تشکیل دادند. از بین ۲۶ مدرسه پسرانه دولتی این شهرستان با تعداد ۸۲۲۳ نفر دانش‌آموز، یک مدرسه به طور تصادفی انتخاب و از بین ۵۲۳ نفر دانش‌آموز این مدرسه، پس از اندازه‌گیری قد و وزن این دانش‌آموزان و تعیین BMI براساس نمودار رشدی CDC[v]، که نمودار مناسب تعیین BMI کودکان است،[۲۰] افراد دارای اضافه وزن و چاق، شناسایی (با قرار گرفتن در دهک ۸۵ تا ۹۵ فرد دارای اضافه وزن و دهک ۹۵ و بالای آن چاق محسوب می‌گردد[۲۰]) و ۴۳ نفر دانش‌آموز واجد شرایط شرکت در این پژوهش به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G*Power 3.1.2 و مطالعه کیم[vi] و همکاران (۲۰۰۷)، با توان آماری ۰/۸ و سطح معناداری ۰/۰۵ تعداد ۳۸ نفر برآورد گردید که با احتساب ۱۵ درصد ریزش در نهایت تعداد حجم نمونه ۴۴ نفر برآورد شد. سپس، آزمودنی‌ها به طور تصادفی با استفاده از نرم‌افزار NCSS PASS 11 به دو گروه ۲۲ نفری، مداخله و شاهد تقسیم شدند. به علت ریزش ۵ نفر از آزمودنی‌ها، در نهایت داده‌های مربوط به ۳۹ آزمودنی به طور کامل جمع‌آوری و در تجزیه و تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گرفت. پیش از اجرای پروتکل پژوهش، در یک جلسه آگاهی‌های لازم به دانش‌آموزان و والدین آن‌ها داده شد و ضمن کسب رضایت‌نامه کتبی از آن‌ها، نحوه اجرا و زمان پژوهش برای آن‌ها توضیح داده شد. اولین نمونه خون آزمودنی‌ها پس از ۸ الی ۱۲ ساعت ناشتایی، ساعت ۷:۳۰ الی ۱۰ صبح، در آزمایشگاه، توسط متخصص خون‌گیری، در حالت نشسته، از ورید بازویی دست چپ گرفته شد. دومین مرحله نمونه‌گیری ۴۸ ساعت پس از اخرین جلسه تمرین و شرایط مشابه اولین مرحله خون‌گیری از آزمودنی‌ها گرفته شد.

پروتکل تمرین شامل تمرین طناب‌زنی مطابق جدول ۱ بود. پس از آموزش‌های لازم به آزمودنی‌ها و آشنایی آن‌ها

v -Centers for Disease Control and Prevention (CDC) growth charts
vi -Kim

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.2.6.5]

با پروتکل تمرین، از اجرای تمرین طناب زنی توسط همه آزمودنی‌ها، اطمینان حاصل شد. سپس آزمودنی‌ها سه جلسه در هفته روزهای زوج، ساعت ٤ الی ٥ بعد از ظهر، به مدت هشت هفته پروتکل تمرین را اجرا کردند. طول مدت هر جلسه تمرین ٤٠ دقیقه در نظر گرفته شد، که شامل ٥ دقیق گرم کردن و ٥ دقیقه سرد کردن و ٣٠ دقیقه تمرین اصلی طناب‌زنی با ریتم و تعداد مشخص مطابق جدول ١ بود. جهت حفظ شدت و ریتم تمرین از مترونوم استفاده گردید و جهت رعایت اصل اضافه بار، هر هفته با افزایش تعداد پرش‌ها در هر دقیقه و تغییر زمان استراحت، به حجم و شدت تمرین افزوده می‌شد. به منظور کنترل شدت تمرین با استفاده از ضربان سنج پلار، ضربان قلب بعضی از آزمودنی‌ها در هر جلسه کنترل می‌شد. پروتکل تمرین حاضر با استفاده از مطالعه کیم و همکاران (٢٠٠٧)[١٤] با انجام برخی تغییرات (تعداد روزهای تمرین در مطالعه کیم و همکاران ٦ روز و طول دوره تمرین ٦ هفته بود ولی در پژوهش حاضر تمرینات ٣ روز در هفته و به مدت ٨ هفته انجام شد) طراحی و اجرا شد.

جدول ١- پروتکل تمرین

٥ دقیقه سرد کردن	تمرین اصلی طناب‌زنی (٣٠ دقیقه)	٥ دقیقه گرم کردن	شدت تمرین (پرش در دقیقه)	هفته
حرکات کششی با تکیه بر عضلات درگیر در فعالیت	٢٠ ست ١ دقیقه‌ای با ٣٠ ثانیه استراحت بین ست‌ها	حرکات کششی با گرم کردن آرام با طناب	٥٠	١
	٢٠ ست ١ دقیقه‌ای با ٣٠ ثانیه استراحت بین ست‌ها		٦٠	٢
	١٥ ست ١/٣٠ دقیقه‌ای با ٣٠ ثانیه استراحت بین ست‌ها		٦٠	٣
	١٠ ست ٢/٣٠ دقیقه‌ای با ٣٠ ثانیه استراحت بین ست‌ها		٧٠	٤
	٨ ست ٣ دقیقه‌ای با ٦٠ ثانیه استراحت بین ست‌ها		٨٠	٥
	٦ ست ٤ دقیقه‌ای با ٦٠ ثانیه استراحت بین ست‌ها		٩٠	٦
	٦ ست ٤ دقیقه‌ای با ٦٠ ثانیه استراحت بین ست‌ها		٩٥	٧
	٥ ست ٥ دقیقه‌ای با ٦٠ ثانیه استراحت بین ست‌ها		١٠٠	٨

برای اندازه‌گیری آنژیوپویتین-٤ از کیت BioVendor به روش الایزا ساخت جمهوری چک با ضریب خطای درونی ٧ درصد و بیرونی ٣/٢ درصد و حداقل حساسیت ١/٥ پیکوگرم بر میلی‌لیتر استفاده شد. برای اندازه‌گیری IL-6 از کیت مخصوص الایزا ساخت شرکت Diaclone فرانسه با حساسیت ٢ پیکوگرم بر میلی‌لیتر استفاده شد. برای اندازه‌گیری متغیرهای LDL، HDL، TG، کلسترول و قند خون نیز از کیت‌های شرکت پارس آزمون ساخت ایران استفاده شد.

روش آماری: پس از بررسی طبیعی بودن داده‌ها، همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس[٢١] و سایر مفروضات تحلیل واریانس، از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی سیداک برای مقایسه دو گروه استفاده شد. تمامی تحلیل ها با استفاده از نرم‌افزار IBM SPSS Statistics نسخه ٢٥ و در سطح معناداری P<٠/٠٥ انجام شد.

یافته‌ها

در این مطالعه متوسط سن کودکان در دو گروه مداخله و شاهد به ترتیب برابر با ١٠/٧٥±١/٠٧ و ١٠/٧٩±١/١٨ سال بود. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه تفاوتی را بین مقادیر پایه متغیرهای قد، وزن، BMI و نسبت دور کمر به دور باسن[i] (WHR) آزمودنی‌ها نشان نداد (P>٠/٠٥). نتایج تحلیل کوواریانس مربوط به متغیرهای قد، وزن، BMI و WHR در جدول ٢ نشان داده شده است. با توجه به ارتباط معنادار میان ویژگی‌های آنتروپومتریک (قد، وزن، BMI و WHR) و هم‌چنین ارتباط بین متغیرهای نیم‌رخ لیپیدی (LDL، HDL، TG و کلسترول) پس از بررسی و تایید مفروضات تحلیل واریانس تک و چند متغیره، تاثیر معنادار گروه بر ویژگی‌های آنتروپومتریک (wilks lambada=٠/٦١، Partial Eta Square=٠/٣١، P=٠/٠٠١) و نیم‌رخ لیپیدی (wilks lambada=٠/٦٨، Partial Eta Square=٠/٣٣،

i -Waist-to-Hip Ratio (WHR)

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.2.6.5]

(P=۰/۰۱۶) مشاهده شد. با توجه به معناداری تحلیل کوواریانس چند متغیره، اثر گروه با استفاده از تحلیل کوواریانس تک متغیره بر تک تک متغیرها بررسی و نتایج تاثیر معنادار گروه بر متغیرهای وزن، BMI، WHR، TG و کلسترول را نشان داد (جدول ۲ و ۳). هم‌چنین نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیره تفاوت معنادار گروه را بر آنژیوپویتین-٤ و IL-6 نشان داد (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیره برای ویژگی‌های آنتروپومتریک مورد پژوهش

متغیر	گروه	پیش آزمون (M±SD)	پس آزمون (M±SD)	β (95% CI) †	اندازه اثر*	معناداریδ
قد (سانتی‌متر)	مداخله	۱٤۸/٦٦ ± ۸/۰٦	۱٤۹/۳٥ ± ۷/۹۰	-۰/٤۲ (-۱/۰٤ ,۰/۲۰)	۰/۰٥	۰/۱۷۷
	شاهد	۱٥۱/۲٦ ± ۹/۲۲	۱٥۲/۳۷ ± ۹/٦۰			
وزن (کیلوگرم)	مداخله	٥٤/۲۰ ± ۹/۹۲	٥۳/۳۸ ± ۹/۷۲	-۲/۰۳ (-۳/۰۱ ,-۱/۰٥)	۰/۳٦	۰/۰۰۰۱
	شاهد	٥٥/٤۱ ± ۱٤/۰۸	٥٦/۱٦ ± ۱۳/٤٤			
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	مداخله	۲٤/۳۲ ± ۲/٦۰	۲۳/۷۸ ± ۲/٥٦	-۰/٥۰ (-۰/۹۱ ,-۰/۰۹)	۰/۱٦	۰/۱۸
	شاهد	۲۳/۸٥ ± ۳/۸۰	۲۳/۷۳ ± ۳/٤۹			
WHR	مداخله	۰/۹۲ ± ۰/۰٤	۰/۸۹ ± ۰/۰۳	-۰/۰۳ (-۰/۰٥ ,-۰/۰۲)	۰/٥۱	۰/۰۰۰۱
	شاهد	۰/۹۳ ± ۰/۰٦	۰/۹۳ ± ۰/۰٥			

δ سطح معناداری P<۰/۰٥ است. * Partial eta squared در بین متغیرهای آنتروپومتریک به ترتیب بیشترین تأثیر را WHR، وزن، BMI و سپس قد در اثر تمرین داشته‌اند و از لحاظ †ضریب تغییرات به ترتیب وزن، BMI، قد و سپس WHR بیشترین کاهش را در اثر تمرین داشته‌اند.

جدول ۳- نتایج تحلیل کوواریانس برای متغیرهای بیوشیمیایی

متغیر	گروه	پیش آزمون (M±SD)	پس آزمون (M±SD)	β (95% CI) †	اندازه اثر*	معناداریδ
LDL (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	مداخله	۱۰۲/٤٥ ± ۲۷/۰۲	۹۲/۹٥ ± ۲٤/۷٥	-۰/٤٥ (-۱٤/٥٦,۱۳/٦٦)	۰/۰۱	۰/۹٥
	شاهد	۹۲/۰٥ ± ۲۲/٥۹	۸۹/۲٦ ± ۲٦/۲٦			
HDL (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	مداخله	۳٥/۹٥ ± ۹/٤۸	٤۰/۳۰ ± ٦/۹٤	-۱/٦۹ (-۷/٤٦ ,٤/۰۷)	۰/۰۱	۰/٥٥
	شاهد	۳۷/۲٦ ± ۸/۳۱	۳۸/٥۳ ± ٦/٦۷			
TG (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	مداخله	۱٥۳/٦٥ ± ٦۹/۲٦	۱۲۷/۹۰ ± ٥۱/۹۱	-۳۸/٥۳ (-٦۳/۸۷,-۱۳/۲۰)	۰/۲٦	۰/۰۰٤
	شاهد	۱٤۲/٥۳ ± ٦۰/٥۹	۱٤٥/۲٦ ± ٥٦/۱٥			
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	مداخله	۱٦۹/۹٥ ± ۳٦/۰۳	۱٥٥/۳٥ ± ۳٤/۳٥	-۱۹/٤٦ (-۳٥/۹۱ ,-۳/۰۱)	۰/۱۷	۰/۰۲۲
	شاهد	۱٥۹/٤۷ ± ۲٤/۳٥	۱٥۹/۲٦ ± ۲۱/۹۸			
آنژیوپویتین-٤ (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)	مداخله	۱/۲۲ ± ۰/۰۷	۱/۳۳ ± ۰/۱۸	۰/۱۳ (۰/۰٤ ,۰/۲۲)	۰/۱۹	۰/۰۰٦
	شاهد	۱/۲۰ ± ۰/۰۸	۱/۱۹ ± ۰/۰۹			
IL-6 (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)	مداخله	۱۱/۱۸ ± ۰/٤۱	۹/٥۲ ± ۰/۳٥	-۱/۳۷(-۱/٦۷ ,-۱/۰۷)	۰/۷۱	۰/۰۰۱
	شاهد	۱۰/۹۲ ± ۰/٦۷	۱۰/۹۱ ± ۰/٦۷			

* Partial eta squared، †ضریب تغییرات δ سطح معناداری P<۰/۰٥ است.

بحث

در بین متغیرهای نیم‌رخ لیپیدی؛ بیشترین کاهش را به ترتیب TG، کلسترول، HDL و سپس LDL داشته‌اند. و بیشترین اثر تمرین به ترتیب بر TG، کلسترول، HDL و LDL بوده است. متغیرهای آنژیوپوئیتین-٤ و IL-6 به علت عدم همبستگی با سایر متغیرها به صورت تحلیل کوواریانس تک متغیره تحلیل شده‌اند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین طناب‌زنی به طور معناداری بیشترین تأثیر را به ترتیب بر WHR، BMI و وزن کودکان دارای اضافه وزن داشت و آن‌ها را کاهش داده است (جدول ۲). نشان داده شده است که

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.2.6.5]

تمرینات تناوبی پرشدت (HIIT)[i] و فوتبال در دوران کودکی بر افزایش توده بدون چربی و کاهش درصد چربی تأثیرگذار است.[۲۲] دیاس[ii] و همکاران (۲۰۱۸)، نشان دادند که تمرین پرشدت (٤ تکرار ٤ دقیقه ای با ۸۵ تا ۹۵ درصد حداکثر ضربان قلب (HRmax) و ۳ دقیقه استراحت فعال با ۵۰ تا ۷۰ درصد HRmax) فقط باعث بهبود سیستم قلبی تنفسی شده و تأثیر چندانی بر چربی زیرپوستی و احشایی نداشته است.[۲۳] به نظر می‌رسد نوع تمرین نسبت به شدت تمرین، عامل اثرگذارتری بر ترکیب بدن در کودکان باشد؛ چنان که در این پژوهش نیزانجام تمرین طناب‌زنی به طور معناداری WHR را در کودکان کاهش داده است (جدول ۲). شواهد کافی وجود دارد که مجموعه‌ای از مداخله‌ها در دوران کودکی و به ویژه برنامه‌های مدرسه محور در پیشگیری از چاقی کودکان بسیار مؤثر است.[۲٤] در پژوهش حاضر هشت هفته تمرین طناب‌زنی منجر به افزایش آنژیوپوئیتین-٤ شد (جدول ۳). بارجا فرناندز[iii] و همکاران (۲۰۱۹)، گزارش کردند که سطح سرمی Angptl4 در کوکان چاق نسبت به افراد نرمال پایین‌تر است و با کاهش BMI و درصد چربی بدن سطح Angptl4 افزایش می‌یابد. در مجموع آن‌ها پیشنهاد دادند که یک ارتباط منفی بین Angptl4 و محیط دور کمر، BMI، وزن، انسولین، TG و لپتین و رابطه مثبتی بین توده بدون چربی و ویتامین D کودکان وجود دارد.[۲۵] در پژوهش حاضر تغییر چندانی در وزن آزمودنی‌ها اتفاق نیفتاد اما WHR به طور معناداری کاهش یافت (جدول ۲) و علی‌رغم افزایش Angptl4 پس از هشت هفته تمرین طناب‌زنی، ارتباط آماری بین هیچ‌کدام از عوامل ترکیب بدن از قبیل WHR، BMI و وزن با Angptl4 مشاهده نشد. احتمالا علت این اختلاف با نتایج مطالعه بارجا فرناندز و همکاران (۲۰۱۹)، تعداد کمتر نمونه آماری در پژوهش حاضر باشد. هم‌چنین ارتباط مثبت Angptl4 با سن و بافت چربی بدن نیز گزارش شده است.[۲٦] که البته میزان همبستگی گزارش شده در این مطالعه پایین بوده و از آنجایی‌که Angptl4 در بافت‌های مختلف سنتز می‌شود و دارای نقش‌های متفاوتی نیز می‌باشد، این ارتباط گزارش شده قابل توجیه می‌باشد. نورهیم و همکاران (۲۰۱٤)، افزایش در Angptl4 را هم در ورزش کوتاه‌مدت و هم در ورزش بلندمدت گزارش کرده‌اند.[۹] از طرفی نشان داده شده است که وجود گلوکز در خون مانع از افزایش Angptl4 هنگام ورزش می‌شود.[۱۱] در پژوهش حاضر ساعت تمرین بین ٤ تا ٥ بعد از ظهر بود و به آزمودنی‌ها توصیه شده بود که وعده غذایی اصلی را ۳ الی ٤ ساعت قبل از تمرین مصرف کنند. از این رو، به نظر نمی‌رسد که در این شرایط قند خون تأثیری بر متغیرهای مورد پژوهش داشته باشد. پیشنهاد شده است که افزایش قند خون منجر به کاهش کورتیزول و اسیدهای چرب آزاد (FFA)[iv] در گردش خون شده و از این طریق منجر به عدم افزایش Angptl4 می‌شود. نورهیم[v] و همکاران (۲۰۱٤) در مطالعه خود نشان دادند که کورتیزول و اسید چرب می‌توانند بیان Angptl4 را در عضله در حال ورزش افزایش دهد. هر چند افزایش Angptl4 در گردش خون را، پس از ورزش هوازی، بیشتر مربوط به ترشح آن از کبد و بافت چربی دانسته‌اند.[۹] در حین ورزش و پس از آن Angptl4 افزایش یافته و ضمن افزایش لیپولیز بافت چربی، رهاسازی گلیسرول و FFA به گردش خون را افزایش می‌دهد.[۹] در واقع Angptl4 در عضلات غیر درگیر در ورزش، مانع از برداشت TG شده و برعکس در عضلات درگیر در ورزش برداشت TG و اسید چرب را از مسیر AMPK تسهیل می‌کند.[۱۱] FFA و کورتیزول نسخه‌برداری Angptl4 را در عضله در حال ورزش از طریق فعال سازی PPARδ[vi] و GR[vii] افزایش می‌دهد.[۹] نسبت گلوکاگون به انسولین نیز عامل مهمی در ترشح Angptl4 پیشنهاد شده است و افزایش Angptl4 در اثر افزایش گلوکاگون نیز گزارش شده است.[۱۰] با توجه به توضیحات بالا احتمال اینکه تمرین از طریق کاهش انسولین و افزایش گلوکاگون منجر به افزایش Angptl4 شده و از این طریق بر روی کاهش نیم‌رخ لیپیدی اثرگذار باشد نیز دور از ذهن نمی‌باشد. در پژوهش حاضر گلوکاگون و انسولین اندازه‌گیری نشد اما کاهش نیم‌رخ لیپیدی و هم‌چنین IL-6 مشاهده شد. همسو با پژوهش حاضر، کاهش IL-6 در کودکان چاق پس از یک دوره تمرین ورزشی در مطالعات گذشته نیز گزارش شده است.[۲۷] البته ناهمسو با نتایج پژوهش حاضر عدم تغییر IL-6 نیز در برخی مطالعات از جمله مطالعه کیم و همکاران (۲۰۰۷) گزارش شده است که احتمالا ناشی از تفاوت سن

i- High-Intensity Interval Training
ii -Dias
iii -Barja-Fernández
iv- Free Fatty Acids
v- Norheim
vi- Peroxisome proliferator-activated receptors
vii -Glucocorticoid receptor

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.2.6.5]

آزمودنی‌ها (حدود ۱۷) و همچنین نقش التهابی، پیش التهابی IL-6 باشد.[۱۴] با توجه به کاهش IL-6 و افزایش Angptl4 (جدول ۳) در پژوهش حاضر شاید بتوان اظهار داشت که احتمالا یکی از مسیرهای احتمالی در این رابطه کاهش التهاب مزمن ناشی از چاقی باشد. البته برای نتیجه‌گیری بهتر نیاز به اندازه‌گیری سایر عوامل التهابی به ویژه CRP[i] است، چرا که افزایش IL-6 و CRP در چاقی ناشی از بی‌تحرکی[۲۸] و کاهش آن‌ها پس یک دوره فعالیت بدنی متوسط تا شدید در کودکان[۲۹] گزارش شده است. از آنجایی که چاقی یک بیماری چند عاملی می‌باشد، به نظر می‌رسد تنها توجه داشتن به ترکیب بدن، وضعیت انتروپومتریک، پروفایل چربی و قند خون برای کنترل چاقی کافی نباشد بلکه می‌بایست به عوامل التهابی و پروفایل هورمونی نیز توجه داشت. احتمالا ورزش طناب‌زنی با توجه به استفاده از وزن بدن و انقباضاتی که در عضلات درگیر در این ورزش ایجاد می‌نماید، می‌تواند علاوه بر تغییر در توزیع بافت چربی، منجر به بهبود وضعیت متابولیکی بدن نیز گردد. از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم امکان استفاده از آزمودنی‌های دختر و مقایسه نتایج با جنس مخالف بود. در نهایت انجام حداقل ۶۰ دقیقه ورزش متوسط تا شدید در روز برای افراد بین ۵ تا ۱۷ سال که به دنبال بهبود سیستم قلبی تنفسی، آمادگی عضلانی، سلامت استخوان و ارتقای بیومارکرهای سیستم متابولیک بدن هستند، توصیه شده است. در پژوهش حاضر، تمرین ۳ جلسه ۴۰ دقیقه‌ای در هر هفته در نظر گرفته شده بود و به نظر می‌رسد اگر بتوان از ورزش‌های دیگر نیز، در روزهای دیگر یا همراه با تمرین طناب‌زنی استفاده نمود، احتمالا نتایج بهتری حاصل خواهد شد.

سپاسگزاری: نویسند این مقاله از کلیه آزمودنی‌ها جهت شرکت در این پژوهش کمال قدردانی را دارد.

تعارض منافع: نویسنده اعلام می‌دارند که هیچگونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

i-C-Reactive Protein

References

1. Brown T, Moore TH, Hooper L, Gao Y, Zayegh A, Ijaz S, et al. Interventions for preventing obesity in children. Cochrane Database Syst Rev 2019; 7: CD001871.
2. Llewellyn A, Simmonds M, Owen CG, Woolacott N. Childhood obesity as a predictor of morbidity in adulthood: a systematic review and meta-analysis. Obes Rev 2016; 17: 56-67.
3. Gilani N, Kazemnejad A, Zayeri F, Hadaegh F, Azizi F, Khalili D. Anthropometric Indices as Predictors of Coronary Heart Disease Risk: Joint Modeling of Longitudinal Measurements and Time to Event. Iran J Public Health 2017; 46: 1546-54.
4. Sadeghi B, Kaiser LL, Hanbury MM, Tseregounis IE, Shaikh U, Gomez-Camacho R, et al. A three-year multifaceted intervention to prevent obesity in children of Mexican-heritage. BMC Public Health 2019; 19: 582.
5. Park CY, Moon J, Jo G, Lee J, Kim OY, Oh H, et al. The association between genetic variants of angiopoietin-like 3 and risk of diabetes mellitus is modified by dietary factors in Koreans. Sci Rep 2019; 9: 766.
6. Grootaert C, Van de Wiele T, Verstraete W, Bracke M, Vanhoecke B. Angiopoietin-like protein 4: health effects, modulating agents and structure-function relationships. Expert Rev Proteomics 2012; 9: 181-99.
7. Yoshida K, Shimizugawa T, Ono M, Furukawa H. Angiopoietin-like protein 4 is a potent hyperlipidemia-inducing factor in mice and inhibitor of lipoprotein lipase. J Lipid Res 2002; 43: 1770-2.
8. Shimamura M, Matsuda M, Kobayashi S, Ando Y, Ono M, Koishi R, et al. Angiopoietin-like protein 3, a hepatic secretory factor, activates lipolysis in adipocytes. Biochem Biophys Res Commun 2003; 301: 604-9.
9. Norheim F, Hjorth M, Langleite TM, Lee S, Holen T, Bindesbøll C, et al. Regulation of angiopoietin-like protein 4 production during and after exercise. Physiol Rep 2014; 2: e12109.
10. Ingerslev B, Hansen JS, Hoffmann C, Clemmesen JO, Secher NH, Scheler M, et al. Angiopoietin-like protein 4 is an exercise-induced hepatokine in humans, regulated by glucagon and cAMP. Mol Metab 2017; 6: 1286-95.
11. Catoire M, Mensink M, Boekschoten MV, Hangelbroek R, Müller M, Schrauwen P, et al. Pronounced effects of acute endurance exercise on gene expression in resting and exercising human skeletal muscle. PLoS One 2012; 7: e51066.
12. Kersten S, Lichtenstein L, Steenbergen E, Mudde K, Hendriks HF, Hesselink MK, et al. Caloric restriction and exercise increase plasma ANGPTL4 levels in humans via elevated free fatty acids. Arterioscler Thromb Vasc Biol 2009; 29: 969-74.
13. Jain V, Kumar A, Agarwala A, Vikram N, Ramakrishnan L. Adiponectin, Interleukin-6 and High-sensitivity C-reactive Protein Levels in Overweight/Obese Indian children. Indian Pediatr 2017; 54: 848-50.
14. 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 (Silver Spring) 2007; 15: 3023-30.
15. Garanty-Bogacka B, Syrenicz M, Goral J, Krupa B, Syrenicz J, Walczak M, Syrenicz A. Changes in inflammatory biomarkers after successful lifestyle intervention in obese children. Endokrynol Pol 2011; 62: 499-505.
16. Elnaggar RK, Elshazly FA, Abdelbasset WK, Ahmed AS. Cardiovascular risk profile, oxygen uptake, and perceived exertion rate in children with obesity: the interactive effect of exercise intensity and duration. Diabetes Metab Syndr Obes 2019; 12: 527-36.
17. Eler N, Acar H. The Effects of the Rope Jump Training Program in Physical Education Lessons on Strength, Speed and VO 2 Max in Children. Universal J Educational Research 2018; 6: 340-5. Available from: URL: https://eric.ed.gov/?id=EJ1170647.
18. Arazi H, Jalali-Fard A, Abdinejad H. A comparison of two aerobic training methods (running vs rope jumping)

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.2.6.5]

on health-related physical fitness in 10 to 12 years old boys. Physical Activity Review 2016; 4: 9-17. Available from: URL: http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta-1. element.psjd-ffe2d78a-f6ce-4016-a3e4-f53a5021-8a8b.

19. Ghorbanian B, Shokrollahi F. The effects of rope training on Paraoxonase-1 enzyme, insulin resistance and lipid profiles in inactive girls. Tehran Univ Med J 2017; 75: 307-15. Available from: URL: http://tumj.tums.ac.ir/browse.php?a_id=8152&sid=1&slc_lang=en.
20. Lopes VP, Malina RM, Gomez-Campos R, Cossio-Bolaños M, Arruda M, Hobold E. Body mass index and physical fitness in Brazilian adolescents. J Pediatr (Rio J) 2019; 95: 358-65.
21. Korkmaz S, Goksuluk D, Zararsiz G. MVN: an R package for assessing multivariate normality. The R Journal 2014; 6: 151-62.
22. Cvetković N, Stojanović E, Stojiljković N, Nikolić D, Scanlan AT, Milanović Z. Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness. Scand J Med Sci Sports 2018; 28 Suppl 1: 18-32.
23. Dias KA, Ingul CB, Tjønna AE, Keating SE, Gomersall SR, Follestad T, et al. Effect of High-Intensity Interval Training on Fitness, Fat Mass and Cardiometabolic Biomarkers in Children with Obesity: A Randomised Controlled Trial. Sports Med 2018; 48: 733-46.
24. Wang Y, Wu Y, Wilson RF, Bleich S, Cheskin L, Weston C, et al. Childhood Obesity Prevention Programs: Comparative Effectiveness Review and Meta-Analysis [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US) 2013. Available from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK148737/
25. Barja-Fernández S, Folgueira C, Castelao C, Pena-León V, González-Saenz P, Vázquez-Cobela R, et al. ANGPTL-4 is Associated with Obesity and Lipid Profile in Children and Adolescents. Nutrients 2019; 11. pii: E1340.
26. Smart-Halajko MC, Robciuc MR, Cooper JA, Jauhiainen M, Kumari M, Kivimaki M, et al. The relationship between plasma angiopoietin-like protein 4 levels, angiopoietin-like protein 4 genotype, and coronary heart disease risk. Arterioscler Thromb Vasc Biol 2010; 30: 2277-82.
27. Sirico F, Bianco A, D'Alicandro G, Castaldo C, Montagnani S, Spera R, et al. Effects of Physical Exercise on Adiponectin, Leptin, and Inflammatory Markers in Childhood Obesity: Systematic Review and Meta-Analysis. Child Obes 2018; 14: 207-17.
28. Fischer CP, Berntsen A, Perstrup LB, Eskildsen P, Pedersen BK. Plasma levels of interleukin-6 and C-reactive protein are associated with physical inactivity independent of obesity. Scand J Med Sci Sports 2007; 17: 580-7.
29. de Lima LRA, Silva DAS, da Silva KS, Pelegrini A, de Carlos Back I, Petroski EL. Aerobic Fitness and Moderate to Vigorous Physical Activity in Children and Adolescents Living with HIV. Pediatr Exerc Sci 2017; 29: 377-87.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.2.6.5]

Original Article

The Effect of Rope Training on the Plasma Level of Angiopoietin-4, Interleukin-6, and Lipid Profile of Overweight Boys

Haghshenas R

Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Semnan University, Semnan, I.R. Iran.

e-mail: rhm@semnan.ac.ir

Received: 09/03/2020, **Accepted:** 29/07/2020

Abstract

Introduction: Childhood obesity can be the cause of many obesity-related diseases in adulthood. This study aimed to investigate the effect of eight weeks rope training on the plasma level of angiopoietin-4 (ANGPT4), interleukin-6 (IL-6), and lipid profile of overweight students. Materials and Methods: A sample of 39 overweight students, with the mean body mass index (BMI) of 24.09±3.20 kg/m2 and the mean age of 10.77±1.11 years, was selected and randomly divided into two intervention (n=20) and control (n=19) groups. The intervention group performed rope exercises for eight weeks, three sessions per week (40 minutes per session). Blood samples were collected and ELISA assay was performed to measure the biochemical variables, and analysis of covariance was used to analyze the data at a significance level of P<0.05. Results: Eight weeks of rope training resulted in an increase in ANGPT4 (P=0.006) and a decrease in IL-6 level (P=0.001) in overweight children. Cholesterol (P=0.03) and blood triglyceride (TG) (P=0.05) levels significantly decreased in the intervention group, but there was no significant difference in the low-density lipoprotein (LDL) and high-density lipoprotein (HDL) levels between the two groups. Eight weeks of rope training had a significant effect on the waist-to-hip ratio (WHR) of overweight children (P=0.001), whereas BMI changes were not significant (P=0.18). Conclusion: It seems that exercise training in obese children, by improving ANGPT4 and decreasing cholesterol and TG levels, improves the body metabolic status and WHR.

Keywords: Overweight, Aerobic activity, Angiopoietin-4, Children

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.2.6.5]