

## تأثیر هشت هفته تمرین پیلاتس بر سطوح سرمی اورکسین و مقاومت به انسولین در کودکان دارای اضافه وزن

مریم باقری نیا<sup>۱</sup>، بهرام عابدی<sup>۲\*</sup>

۱- کارشناس ارشد، گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات، محلات، ایران.

۲- دانشیار، گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات، محلات، ایران.

یافته / دوره بیستم / شماره ۱ / بهار ۹۷ / مسلسل ۷۵

### چکیده

دریافت مقاله: ۹۶/۱۱/۱

پذیرش مقاله: ۹۶/۱۲/۱۹

**\* مقدمه:** نوروں های اورکسین در پاسخ به استرس موجب برانگیختن و رفتار انگیزه می شوند. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر هشت هفته تمرین پیلاتس بر سطوح سرمی اورکسین و مقاومت به انسولین در کودکان دارای اضافه وزن بود.

**\* مواد و روش ها:** ۲۰ نفر از کودکان دارای اضافه وزن (۱۳-۱۰ سال) از بین افراد داوطلب شده به صورت هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه تمرین پیلاتس (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. ویژگی های فیزیولوژیک در هر دو گروه اندازه گیری شد. نمونه های خون قبل و بعد از هشت هفته برنامه تمرینی پیلاتس جهت اندازه گیری متغیرهای تحقیق اخذ شد. از آزمون t وابسته و مستقل جهت بررسی تغییرات درون گروهی و بین گروهی متغیرهای تحقیق استفاده شد.

**\* یافته ها:** بر اساس نتایج آزمون t همبسته مشاهده شد که تمرین پیلاتس باعث افزایش معنادار اورکسین شد ( $P=0/001$ ). همچنین مشخص گردید که هشت هفته تمرین پیلاتس باعث کاهش معنادار مقاومت به انسولین، انسولین و گلوکز سرم می شود ( $P=0/001$ ); اما در گروه کنترل مقاومت به انسولین ( $P=0/001$ )، انسولین ( $P=0/001$ ) و گلوکز ( $P=0/027$ ) افزایش معناداری داشت. علاوه بر این هشت هفته تمرین پیلاتس تأثیر معناداری بر وزن بدن ( $P=0/001$ )، درصد چربی ( $P=0/001$ ) و شاخص توده بدن ( $P=0/001$ ) داشته است. همچنین مشخص گردید که در گروه کنترل وزن بدن، درصد چربی و شاخص توده بدن افزایش معناداری داشته است.

**\* بحث و نتیجه گیری:** یافته ها نشان می دهد که هشت هفته تمرین پیلاتس در افزایش اورکسین سرم، کاهش مقاومت به انسولین، انسولین و گلوکز سرم و همچنین بهبود ترکیب بدنی کودکان دارای اضافه وزن مؤثر است.

**\* واژه های کلیدی:** اورکسین، اضافه وزن، پیلاتس، مقاومت به انسولین.

\*آدرس مکاتبه: محلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات، گروه تربیت بدنی.

پست الکترونیک: abedi@iaumahallat.ac.ir

## مقدمه

بسیاری از پژوهشگران اعتقاد دارند که کودکان و نوجوانان بیش از دیگر گروه‌های سنی به فعالیت بدنی کافی نیاز دارند تا بتوانند به رشد جسمی و تکامل ذهنی کافی برسند و به‌علاوه بتوانند با بیماری‌های مزمن سنین بعدی مقابله نمایند (۱،۲). از جمله آثار منفی کاهش فعالیت فیزیکی در این دوران، روند رو به گسترش شیوع اضافه‌وزن و چاقی در گروه سنی کودکان و نوجوانان طی دو دهه اخیر است (۳). به‌نحوی که در ایران شیوع ۱۷ درصدی اضافه‌وزن و چاقی در بدو ورود به دبستان، ایران را در ردیف شهرهای بزرگ کشورهای غربی از نظر اضافه‌وزن قرار می‌دهد. چاقی و اضافه‌وزن نیز با ایجاد اختلالات متابولیک همچون مقاومت به انسولین همراه است (۴).

مقاومت به انسولین از جمله آثار اضافه‌وزن و چاقی است که می‌تواند در ایجاد دیابت نیز مؤثر باشد. علاوه بر این به نظر می‌رسد ارتباط بین چاقی و مقاومت به انسولین دارای رابطه علت معلولی باشد اما اینکه کدام علت و کدام معلول است توافق نظر وجود ندارد. چاقی توسط مکانیسم‌های مختلف از جمله مکانیسم‌های اندوکرینی، عصبی، التهابی و مکانیسم داخل سلولی سبب القا مقاومت به انسولین می‌گردد (۵). از جمله اثرات چاقی و اضافه‌وزن کاهش هورمون‌های مؤثر در سوخت‌وساز و تنظیم متابولیسم گلوکز است که اورکسین از جمله آن‌هاست. اورکسین یا هیوکرتین هورمونی است که به‌وسیله مجموعه بسیار کوچکی از نورون‌ها مستقر در داخل و اطراف هسته جانبی هیپوتالاموس (LH) تولید می‌شود، اگرچه آکسون این نورون‌ها در سرتاسر مغز و نخاع گسترده شده‌اند (۶). اورکسین در دو نوع قابل تقسیم‌بندی است؛ اورکسین-A (OXA) و اورکسین-B (OXB) که به ترتیب ۳۳ و ۲۸ اسیدآمینو طول دارند و به‌وسیله فعالیت ژن‌های پرپرو اورکسین (PPO) ساخته می‌شوند. تحقیقات نشان داده است که OXA احتمالاً

دارای اهمیت بیولوژیکی مهمی نسبت به OXB باشد (۷). OXA نقش اجتناب‌ناپذیری در متابولیسم گلوکز دارد، بطوریکه کاهش مقدار OXA منجر به اختلال، تحمل گلوکز و مقاومت به انسولین در موش‌های نر غیر چاق و بیشتر موش‌های چاق ماده شده است. در همین زمینه اسکریپسکی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که OXA باعث افزایش مصرف گلوکز از طریق افزایش انتقال GLUT4 از سیتوپلاسم به غشای سلولی می‌شود (۸). میاساکا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که تزریق داخل مغزی OXA باعث تحریک ترشح انسولین در رت‌ها می‌شود. همچنین از آنجایی که OXA عامل مؤثر در یکپارچه‌سازی محیطی متابولیسم، تنظیم مرکزی رفتاری و حفظ هموستاز انرژی است، می‌تواند از طریق عوامل هموستاز انرژی را تغییر دهد (۹). علاوه بر این با توجه به اینکه فعالیت فیزیکی باعث افزایش فعالیت‌های قلبی عروقی، تنفس و دستگاه‌های تولید انرژی می‌شود، می‌تواند بر ترشح OXA مؤثر باشد (۱۰).

در همین زمینه علیزاده و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر هشت هفته ورزش هوازی بر مقادیر اورکسین سرم و مقاومت به انسولین در مردان مبتلا به دیابت را مورد بررسی قرار دادند و افزایش اورکسین و کاهش مقاومت به انسولین را گزارش کردند (۱۱). جیمز و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش کردند که تمرین ورزشی در رت‌های نر باعث افزایش اورکسین ناشی از افسردگی می‌شود، اما در رت‌های ماده تغییر معنی‌داری در مقدار اورکسین مشاهده نشد (۱۲). لوانو و همکاران (۲۰۰۹) نیز تأثیر هشت هفته دویدن روی تردمیل بر مقدار اورکسین رت‌های مبتلا به سندرم متابولیک را مورد بررسی قرار داده و کاهش آن را گزارش کردند (۱۳). با این حال کودکان را با توجه به برخی محدودیت‌ها از جمله فضای ورزشی مناسب جهت ورزش‌های هوازی و یا جلوگیری از فشار بیش از حد تمرینات از نظر فیزیولوژیکی، نمی‌توان به‌طور کامل در

## مواد و روش ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی است که جامعه آماری را کودکان ۱۳-۱۰ ساله شهر قم تشکیل می دهد. بعد از فراخوانی که در سال ۱۳۹۶ جهت شرکت در پژوهش به عمل آمد، ویژگی های فیزیولوژیکی شامل قد، وزن، فشارخون سیستولی و دیاستولی و شاخص توده بدن اندازه گیری شد. سپس ۲۰ نفر از کودکان که معیارهای ورود به تحقیق (عدم ابتلا به هرگونه بیماری، شاخص توده بدنی بالاتر از ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع، عدم فعالیت بدنی در ۶ ماهه گذشته و عدم شرکت در برنامه تمرینی دیگر) را داشتند با رضایت خانواده به صورت هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه تمرین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

مصرف داروهای کاهنده وزن در ۶ ماه گذشته، مصرف سیگار، الکل و وجود مشکلات خواب به عنوان ملاک های خروج از مطالعه در نظر گرفته شد. بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه نمونه خون وریدی جهت اندازه گیری اورکسین و مقاومت به انسولین اخذ شد. سپس کودکان گروه پیلاتس در هشت هفته برنامه تمرینی پیلاتس شرکت کردند. در این مدت کودکان گروه کنترل از شرکت در برنامه منظم فعالیت ورزشی منع شدند. بعد از پایان هفته هشتم و به فاصله ۲۴ ساعت از آخرین جلسه تمرین، نمونه خون وریدی جهت اندازه گیری اورکسین و مقاومت به انسولین اخذ شد. همچنین مقدار شاخص های فیزیولوژیک نیز مورد بررسی قرار گرفت. تمرینات پیلاتس به مدت هشت هفته و هر هفته ۳ بار به مدت دست کم ۴۰ دقیقه انجام گرفت.

البته تمرینات در ابتدا در مدت زمان کمتری آغاز شد و با افزایش توانایی های افراد مدت زمان آن افزایش یافت. تمرینات پیلاتس شامل حرکاتی بود که بیشتر عضلات شکم، لگن، کمر و پاها و کمر بند شانه را درگیر کرد و در

فعالیت های ورزشی شرکت داد. لذا بهره گیری از ورزش های با احتمال آسیب کمتر که به فضاهای ورزشی بسیار بزرگ نیز نیازی نداشته باشد از اهمیت بسیاری برخوردار است. پیلاتس از جمله این ورزش هاست. این روش تمرینی از حرکات کنترل شده ای تشکیل شده که بین بدن و مغز هارمونی جسمانی ایجاد کرده و توانایی بدن افراد را در هر سن بالا می برد (۱۴). هرچند برخی از تحقیقات صورت گرفته نشان دهنده اثرات مفید پیلاتس در بهبود کیفیت زندگی و ترکیب بدنی افراد دیابتی هست، اما در سایر تحقیقات تغییر معنی داری در مقدار قند خون ناشتا مشاهده نشده است (۱۷-۱۵).

در پژوهشی عابدی و همکاران (۲۰۱۷) اثرات حاد تمرین هوای بر سطح پلاسمایی آیریزین و مقاومت به انسولین در زنان چاق و دارای وزن طبیعی را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که در سطح پایه مقدار آیریزین در زنان با وزن طبیعی نسبت به زنان چاق بیشتر بود. آیریزین پلاسمایی بعد از ورزش افزایش یافت و تفاوت معنی داری بین زنان چاق و دارای اضافه وزن وجود نداشت. گلوکز خون و مقاومت به انسولین بعد از ورزش کاهش یافت اگرچه بهبودی در زنان چاق نسبت به زنان با وزن طبیعی بیشتر بود (۱۸). در حالی که خدادادی و همکاران (۲۰۱۴) اثر فعالیت ورزشی تناوبی شدید و پیلاتس را بر سطح آیریزین سرمی و مقاومت انسولینی زنان دارای اضافه وزن مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که سطح آیریزین در هر دو گروه افزایش داشت در حالی که مقاومت به انسولین در گروه پیلاتس افزایش یافته بود که به لحاظ آماری معنادار نبود (۱۹).

لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر هشت هفته تمرین پیلاتس بر سطوح سرمی اورکسین و مقاومت به انسولین در کودکان دارای اضافه وزن می باشد.

با استفاده از آزمون لوین و نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد.

همچنین از آزمون تی مستقل و تی وابسته جهت بررسی تغییرات درون گروهی و مقایسه بین گروهی متغیرهای پژوهش استفاده شد.

تمامی بررسی‌ها در سطح  $\alpha \leq 0/05$  و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ انجام گرفت.

### یافته‌ها

یافته‌های تحقیق از طریق آزمون تی همبسته نشان داد که تمرین پیلاتس باعث افزایش معنادار اورکسین می‌شود ( $P=0/001$ ). همچنین مشخص گردید که هشت هفته تمرین پیلاتس باعث کاهش معنادار مقاومت به انسولین، انسولین و گلوکز سرم می‌شود ( $P=0/001$ )؛ اما در گروه کنترل مقاومت به انسولین ( $P=0/001$ )، انسولین ( $P=0/001$ ) و گلوکز ( $P=0/027$ ) افزایش معناداری داشت. علاوه بر این هشت هفته تمرین پیلاتس تأثیر معناداری بر وزن بدن ( $P=0/001$ )، درصد چربی ( $P=0/001$ ) و شاخص توده بدن ( $P=0/001$ ) داشته است. همچنین مشخص گردید که در گروه کنترل وزن بدن، درصد چربی و شاخص توده بدن افزایش معناداری داشته است.

نتایج آزمون تی مستقل نیز نشان داد که در پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری در بین دو گروه از نظر مقدار اورکسین ( $P=0/001$ )، مقاومت به انسولین ( $P=0/001$ )، انسولین ( $P=0/001$ )، گلوکز سرم ( $P=0/007$ )، وزن بدن ( $P=0/001$ )، درصد چربی ( $P=0/001$ ) و شاخص توده بدن ( $P=0/001$ ) وجود دارد.

سه وضعیت نشسته، ایستاده و خوابیده و بدون نیاز به تجهیزات خاصی بر روی تشک انجام گرفت (۱۴).

اطلاعات مربوط به رژیم غذایی آزمودنی‌ها توسط پرسش‌نامه یاد آمد خوراک ۲۴ ساعته در سه روز (دو روز ابتدای هفته و یک روز انتهای هفته) توسط آزمودنی در برگه مخصوص رژیم غذایی ثبت شد (۲۰). از آزمودنی‌ها خواسته شد تا تمام غذاها و آشامیدنی‌هایی را که در طول ۲۴ ساعت منتهی به تکمیل پرسش‌نامه مصرف کرده بودند، ثبت کنند. مقدار مواد غذایی مصرف‌شده به گرم تبدیل و با استفاده از نرم‌افزار (NIII FP2) Dorosty Food Processor تجزیه و تحلیل و میزان درشت مغذی‌ها تعیین شد و تفاوت معناداری از نظر غذای مصرفی بین آزمودنی‌ها وجود نداشت. در روز فعالیت آزمودنی‌ها از رژیم غذایی استاندارد (DRI) استفاده نمودند (۲۰). نیاز انرژی متابولیسم پایه بر اساس سن، جنسیت و وزن طبق فرمول هریس و بندیکت محاسبه و پس از تطبیق فاکتور فعالیت کل انرژی مورد نیاز روزانه محاسبه شد (۲۱). جهت اندازه‌گیری گلوکز از روش آنزیمی گلوکز اکسیداز (پارس آزمون، ایران) با حساسیت ۵ میلی‌گرم بر دسی لیتر و برای اندازه‌گیری انسولین سرم از کیت Demeditec ساخت کشور آلمان با استفاده روش الایزا و با حساسیت ۱۵ میکرو واحد بر میلی‌لیتر استفاده گردید. مقاومت انسولینی نیز بر اساس فرمول حاصل ضرب گلوکز ناشتا (برحسب میلی‌مول در لیتر) در انسولین ناشتا (برحسب میلی‌مول در لیتر) تقسیم بر ۲۲/۵ ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری اورکسین سرم از کیت Phoenix Pharmaceutical Inc با استفاده از روش الایزا ساخت آمریکا استفاده شد. همگنی متغیرها در گروه‌های تحقیق

جدول ۱. مقایسه متغیرهای درون گروهی و میان گروهی در دو گروه تمرینی

P بین گروهی	کنترل		تجربی		گروه	آماره متغیر
	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار		
۰/۰۰۱	۴۹/۹ ± ۱/۶۶	۵۰/۴ ± ۰/۹۶	پیش‌آزمون	اورکسین (ng/ml)	P درون گروهی	
	۵۰/۶ ± ۱/۵۷	۵۳/۴ ± ۱/۱۷	پس‌آزمون			
	۰/۴۵	۰/۰۰۱				
۰/۰۰۱	۵/۴۴ ± ۰/۵۷	۵/۷ ± ۰/۶۹	پیش‌آزمون	مقاومت به انسولین	P درون گروهی	
	۶/۳۵ ± ۰/۶۲	۴/۹ ± ۰/۵۴	پس‌آزمون			
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱				
۰/۰۰۱	۲۰/۹ ± ۲/۲۳	۲۱/۱ ± ۳/۲۸	پیش‌آزمون	انسولین (میکرویونیت بر میلی لیتر)	P درون گروهی	
	۲۲/۱ ± ۱/۵۹	۱۸/۳ ± ۲/۵۸	پس‌آزمون			
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱				
۰/۰۰۷	۱۰۳/۹ ± ۸/۳	۱۰۴/۸ ± ۸/۷۴	پیش‌آزمون	گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)	P درون گروهی	
	۱۰۶/۹ ± ۹/۰۴	۹۶/۲ ± ۶/۰۱	پس‌آزمون			
	۰/۰۲۷	۰/۰۰۱				

جدول ۲. تغییرات ویژگی‌های آنترپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در دو گروه در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون

P بین گروهی	کنترل		تجربی		گروه	آماره متغیر
	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار		
۰/۰۰۱	۵۸/۹ ± ۱/۸۵	۵۹/۸ ± ۱/۳۱	پیش‌آزمون	وزن (کیلوگرم)	P درون گروهی	
	۶۱/۲ ± ۲/۰۹	۵۵/۹ ± ۲/۱۳	پس‌آزمون			
	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱				
۰/۰۰۱	۴۰/۱ ± ۱/۵۹	۴۰/۸ ± ۲/۲۵	پیش‌آزمون	درصد چربی (درصد)	P درون گروهی	
	۴۲/۴ ± ۱/۴۹	۳۶/۱ ± ۲/۴۶	پس‌آزمون			
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱				
۰/۰۰۱	۲۹/۴ ± ۰/۹۶	۲۹/۲ ± ۰/۹۱	پیش‌آزمون	شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	P درون گروهی	
	۳۱/۲ ± ۱/۱۳	۲۶/۸ ± ۰/۷۸	پس‌آزمون			
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱				

## بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاضر نیز نشان داد که هشت هفته تمرین پیلاتس با کاهش معنادار مقاومت به انسولین، انسولین و گلوکز سرم همراه است. این نتایج با یافته‌های هیچدن و همکاران (۲۰۱۰) (۲۲)، ناسیس و همکاران (۲۰۰۵) (۲۳)، میر و همکاران (۲۰۱۶) (۲۴) هم‌خوانی دارد؛ اما با یافته‌های بو و همکاران (۲۰۰۹) (۲۵) همسو نیست. مطالعات نشان داده است که فعالیت ورزشی از

طریق تحریک رخدادهایی همچون کاهش وزن و افزایش بیان GLUT4 در عضله اسکلتی می‌تواند منجر به افزایش حساسیت انسولین در افراد با سطوحی بالایی از مقاومت به انسولین شود. مکانیسم مولکولی آن شامل افزایش مصرف گلوکز و کاهش مقاومت به انسولین است که شامل سیگنال‌های کلیدی پروتئینی تنظیم‌کننده مصرف گلوکز در عضله اسکلتی است (۲۶). شواهد اخیر نشان می‌دهد که کاهش مقاومت به انسولین ناشی از ورزش با افزایش پروتئین‌های مؤثر در سیگنالینگ انسولین همچون

قابل توجهی یافت، مقدار اورکسین نیز افزایش و مقاومت به انسولین کاهش یافتند (۱۱). از نظر مطالعات حیوانی نیز مارتینز و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که تمرین شنا، در دمای ۳۳ درجه آب به مدت ۳۰ دقیقه، باعث افزایش معنادار اورکسین در رت‌های ویستار ۳ ماهه شد (۳۳). اسپانا و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که یک هفته تمرین بر دوچرخه گردان باعث افزایش اورکسین می‌شود (۳۴). به نظر می‌رسد افزایش اورکسین بعد از فعالیت ورزشی ناشی از افزایش فعالیت حرکتی است. هرچند، افزایش عوامل دیگری همچون اکسیژن مصرفی، ضربان قلب، فشارخون و دمای بدن نیز می‌تواند منجر به افزایش سیستم عصبی سمپاتیک و افزایش اورکسین شود. مطالعات نشان می‌دهد اورکسین در کبد از طریق تأثیر سیستم عصبی مرکزی مانع از مقاومت به انسولین می‌شود (۳۵). همچنین برخی از مطالعات نشان می‌دهد که اورکسین باعث افزایش فعالیت AMPK و UCPS و همچنین افزایش مصرف گلوکز، اکسیداسیون اسید چرب، بیوژنز میتوکندری‌ها، حساسیت به انسولین می‌شود که این فرایند منجر به کاهش وزن بدن و کاهش مقاومت به انسولین می‌گردد (۳۶،۳۷). علاوه بر این مشخص شده است که اورکسین باعث افزایش مصرف گلوکز به وسیله انتقال عامل انتقال‌دهنده آن (GLU4) از سیتوپلاسم به غشای پلاسمایی می‌شود. شواهدی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد اورکسین باعث کاهش مقاومت به انسولین ایجاد شده ناشی از بزرگسالی می‌شود. علاوه بر این افزایش اورکسین ناشی از ورزش می‌تواند باعث بهبود عملکرد بافت چربی قهوه‌ای، افزایش واکنش‌های سوخت و سازی و تولید گرما و جلوگیری از افزایش وزن شود (۳۸). چنانچه یافته‌های ما نشان داد که هشت هفته تمرین پیلاتس باعث کاهش معنادار درصد چربی، وزن و شاخص توده بدن در کودکان دارای اضافه‌وزن می‌شود. این یافته‌ها با نتایج راجرس و همکاران (۲۰۰۹) (۳۹) و امید علی و

پروتئین کیناز فعال شده با AMP (AMPK) همراه است. AMPK سنسور متابولیکی داخل سلولی است که باعث تنظیم متابولیسم گلوکز از طریق بافت‌های حساس به انسولین می‌شود. در شرایط مقاومت به انسولین، مسیرهای سیگنالی انسولین ممکن است به دلایل مختلف دچار آشفتگی شده باشد که می‌توان به تغییرات در سطوح پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، عوامل رونویسی و مولکول‌های سیگنالی شامل در آن و بافت‌هایی که انسولین در آب به‌درستی عمل نمی‌کند، اشاره کرد (۲۷،۲۸). در این موارد، معمولاً به علت اختلال در گیرنده‌های انسولین، عامل انتقال‌دهنده گلوکز GLUT4 نمی‌تواند به‌منظور انتقال به غشای سلول تحریک شود و مقاومت به انسولین رخ می‌دهد. این فرایند حتی می‌تواند به دیابت نوع ۲ نیز منجر شود (۲۹،۳۰). به نظر می‌رسد ورزش می‌تواند باعث افزایش حساسیت به انسولین از طریق تأثیر بر گیرنده‌های انسولین (IRS-1، IRS-2) و یا فعالیت فسفاتیدیل اینوزیتول ۳ کیناز شود. افزایش در حساسیت گیرنده‌های انسولین باعث شروع آبشارهای پیچیده‌ای از فسفوریلاسیون و واکنش‌های دفسفوریلاسیون می‌شود که منجر به فعالیت‌های گسترده متابولیکی و میتوژنی ناشی از اثرات انسولین می‌گردند. برای مثال فعالیت فسفوتیدیل اینوزیتال ۳-کیناز باعث انتقال عامل انتقال‌دهنده گلوکز (GLUT4) به سطح سلول می‌شود که نتیجه آن مصرف گلوکز توسط سلول‌های عضلانی است (۳۱،۳۲). هرچند باید نقش عواملی همچون اورکسین را مدنظر داشت.

یافته‌های ما نشان داد که هشت هفته تمرین پیلاتس باعث افزایش معنادار اورکسین در کودکان دارای اضافه‌وزن می‌شود. تعداد مطالعات صورت گرفته مبنی بر اثر ورزش بر نمونه‌های انسان مبنی بر تغییرات اورکسین بسیار محدود است؛ اما علیزاده و همکاران (۲۰۱۵) در تأثیر هشت هفته ورزش هوازی در مردان دیابتی نشان دادند که مقدار ترکیب بدنی در اثر تمرین ورزشی بهبود

همکاران (۲۰۱۲) (۴۰) همسو بوده و با نتیجه تحقیق سکندریا و همکاران (۲۰۰۶) همخوانی ندارد (۴۱). ممکن است علت این تناقض نمونه‌های تحقیق باشد. مطالعات نشان می‌دهد که در اثر تنفس عمیق و دیافراگمی در طی تمرین سطح انرژی مصرفی افزایش پیدا می‌کند؛ چراکه علاوه بر عضلات فعال، عضلات تنفسی درگیر نیز انرژی بیشتری مصرف می‌کنند. از سوی دیگر تنفس عمیق و دیافراگمی باعث اکسیژن‌رسانی بهتر و بیشتر به عضلات فعال می‌شود. همچنین تحقیقات نشان می‌دهد از طریق تنفس عمیق و اکسیژن‌رسانی بهتر به بدن، میزان حساسیت به انسولین در افراد بالا می‌رود و دیگر نیازی به ترشح زیاد انسولین نیست و به این روش اکسایش چربی در بدن افزایش می‌یابد (۴۰)؛ بنابراین از آنجایی که تنفس عمیق و دیافراگمی یکی از اصول مهم در تمرینات پیلاتس هست، این انتظار می‌رود که در اثر این تمرینات میزان درصد چربی و توده چربی بدن کاهش یابد. طبق نظریه فاکس و ماتیوس هر چه درصد چربی بیشتر باشد، میزان کاهش درصد چربی در اثر ورزش بیشتر خواهد بود (۴۰، ۴۲). به نظر می‌رسد پیلاتس از طریق افزایش جریان خون بافت چربی و همچنین لیپوپروتئین لیپاز می‌تواند در

کاهش وزن و BMI مؤثر باشد. البته بایستی اذعان نمود که در مدت ۸ هفته در گروه کنترل توده چربی و نمایه توده بدن افزایش داشت که می‌توان به برخی متغیرهای مخدوش‌کننده از جمله میزان خواب، میزان فعالیت و... خارج از کنترل محقق به‌عنوان محدودیت تحقیق اشاره نمود.

در مجموع یافته‌ها نشان می‌دهد که هشت هفته تمرین پیلاتس در افزایش اورکسین سرم، کاهش مقاومت به انسولین، انسولین و گلوکز سرم و همچنین بهبود ترکیب بدنی کودکان دارای اضافه‌وزن مؤثر است. به‌نحوی که پیلاتس از طریق افزایش اورکسین سرم و نیز بهبود ترکیب بدنی در کاهش مقاومت به انسولین نقش مؤثری دارد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از نتایج پایان‌نامه در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۶ با کد ۲۰۰۲۱۴۰۴۹۵۲۰۰۴ بوده که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات اجرا شده است. مراتب قدردانی خود را از همکاران محترم که به‌عنوان آزمودنی در انجام این پژوهش مساعدت فرمودند اعلام می‌داریم.

## References

1. Karnik S, Kanekar A. Childhood obesity: a global public health crisis. *Int J Prev Med*. 2012; 3(1): 1-7.
2. Must A, Strauss RS. Risks and consequences of childhood and adolescent obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999; 23(3): 2-11.
3. Popkin BM, Richards MK, Montiero CA. Stunting is associated with overweight in children of four nations that are undergoing the nutrition transition. *J Nutrition*. 1996; 126(12): 30-42.
4. Mirsolimany H, Mokhtari N, Mirhadiyan L, Kazemnejad Leili E. Survey predictors of overweight and obesity in children beginning. *J Holistic Nursing Mid*. 2015; 25(3): 55-62.
5. Kershaw EE, Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004; 89(6): 2548-2556.
6. Ebrahim IO, Howard RS, Kopelman MD, Sharief MK, Williams AJ. The hypocretin/orexin system. *J R Soc Med*. 2002; 95(5): 227-230.
7. Coleman DL. Obese and diabetes: two mutant genes causing diabetes-obesity syndromes in mice. *Diabetologia*. 1978; 14(3): 141-148.
8. Skrzypski M, Le T, Kaczmarek P, Pruszyńska-Oszmalek E, Pietrzak P, Szczepankiewicz D, et al. Orexin A stimulates glucose uptake, lipid accumulation and adiponectin secretion from 3T3-L1 adipocytes and isolated primary rat adipocytes. *Diabetologia*. 2011; 54(7): 1841-1852.
9. Miyasaka K, Masuda M, Kanai S, Sato N, Kurosawa M, Funakoshi A. Central Orexin-A stimulates pancreatic exocrine secretion via the vagus. *Pancreas*. 2002; 25(4): 400-404.
10. Landt M, Lawson GM, Helgeson JM, Davila-Roman VG, Ladenson JH, Jaffe AS, et al. Prolonged exercise decreases serum leptin concentrations. *Metabolism*. 1997; 46(10): 1109-1112.
11. Alizadeh AA, Rahmani-Nia F, Mohebbi H, Zakerkish M. Effects of Eight Weeks Aerobic Exercise on Plasma Levels of Orexin A, Leptin, Glucose, Insulin, and Insulin Resistance in Males with Type 2 Diabetes. *Iranian J Diabetes Obes (IJDO)*. 2015; 7(2): 62-68.
12. James MH, Campbell EJ, Walker FR, Smith DW, Richardson HN, Hodgson DM, et al. Exercise reverses the effects of early life stress on orexin cell reactivity in male but not female rats. *Frontiers Behav Neurosci*. 2014; 8(2): 82-91.
13. Haskell-Luevano C, Schaub JW, Andreasen A, Haskell KR, Moore MC, Koerper LM, et al. Voluntary exercise prevents the obese and diabetic metabolic syndrome of the melanocortin-4 receptor knockout mouse. *FASEB J*. 2009; 23(2): 642-655.
14. Wells C, Kolt GS, Bialocerkowski A. Defining Pilates exercise: a systematic review. *Complement Ther Med*. 2012; 20(4): 253-262.
15. Zolfaghari N, Faramarzi M, Afkhami-Ardekani M, Afkhami-Ardekani A, Ashkezari SJ. The Effect of Eight Weeks Pilates Exercise on Testosterone and Sex



- Hormone Biding Globulin (SHBG) in Women with Type 2 Diabetes. *Iranian J Diabetes Obes (IJDO)*. 2015; 7(2): 32-41.
16. Yucel H, Uysal O. Pilates-based mat exercises and parameters of quality of life in women with type 2 diabetes. *Iranian Red Cres Med J*. 2016; 2(3): 45-52.
  17. Saremi A, Bahrami A, Jamilian M, Moazami Goodarzi P. Effects of 8 Weeks Pilates Training on Anti-Mullerian Hormone Level and Cardiometabolic Parameters in Polycystic Ovary Syndrome Women. *Arak Med Univ J*. 2014; 17(9): 59-69.
  18. Abedi B, Akhlaghi R, Saremi A. Plasma Irisin increases after acute endurance exercise in obese and normal weight women. *CMJA*. 2017; 7(2): 1887-1896.
  19. Khodadadi H, Rajabi H, Attarzadeh SR, Abbasian S. The Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) and Pilates on Levels of Irisin and Insulin Resistance in Overweight Women. *Iranian J Endocrinol Metab*. 2014; 16(3): 190-196.
  20. Mahan LK, Escott S. *Macronutrients: Carbohydrates, proteins and lipids food nutrition and diet therapy*. Etobicoke: Saunders. 2004.
  21. Harris J, Benedict F. *A biometric study of basal metabolism in man*. Washington DC: Carnegie Institute of Washington; 1999.
  22. Heijden GJ, Wang ZJ, Chu ZD, Sauer PJ, Haymond MW, Rodriguez LM, et al. A 12-week aerobic exercise program reduces hepatic fat accumulation and insulin resistance in obese, Hispanic adolescents. *Obesity (Silver Spring)*. 2010; 18(2): 384-390.
  23. Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafilopoulou M, Kavouras 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): 1472-1479.
  24. Mir E, Hosseini S, Hejazi K, Sayeedi M. Effect of eight weeks of endurance and resistance training on serum adiponectin and insulin resistance index of inactive elderly men. *J Gorgan Univ Med Sci*. 2016; 18(1): 86-94.
  25. Bo S, Ciccone G, Baldi I, Gambino R, Mandrile C, Durazzo M, et al. Plasma visfatin concentrations after a lifestyle intervention were directly associated with inflammatory markers. *Nutrition Metab Cardiovasc Dis*. 2009; 19(6): 423-430.
  26. Fontana L, Klein S, Holloszy JO. Effects of long-term calorie restriction and endurance exercise on glucose tolerance, insulin action, and adipokine production. *Age (Dordr)*. 2010; 32(1): 97-108.
  27. Calegari VC, Zoppi CC, Rezende LF, Silveira LR, Carneiro EM, Boschero AC. Endurance training activates AMP-activated protein kinase, increases expression of uncoupling protein 2 and reduces insulin secretion from rat pancreatic islets. *J Endocrinol*. 2011; 208(3): 257-264.
  28. Lehnen A, Angelis K, Markoski M, Schaan B. Changes in the GLUT4 Expression by acute exercise, Exercise training and

- detraining in experimental models. *J Diabetes Metab S*. 2012; 10(3): 21-35.
29. Saltiel AR, Kahn CR. Insulin signalling and the regulation of glucose and lipid metabolism. *Nature*. 2001; 414(68): 799-806.
  30. Pessin JE, Saltiel AR. Signaling pathways in insulin action: molecular targets of insulin resistance. *J Clin Invest*. 2000; 106(2): 165-169.
  31. Porte Jr D, Baskin DG, Schwartz MW. Leptin and insulin action in the central nervous system. *Nutrition Rev*. 2002; 60(10): S20-S29.
  32. Howlett KF, Sakamoto K, Hirshman MF, Aschenbach WG, Dow M, White MF, et al. Insulin signaling after exercise in insulin receptor substrate-2-deficient mice. *Diabetes*. 2002; 51(2): 479-483.
  33. Martins PJ, D'Almeida V, Pedrazzoli M, Lin L, Mignot E, Tufik S. Increased hypocretin-1 (orexin-a) levels in cerebrospinal fluid of rats after short-term forced activity. *Regul Pept*. 2004; 117(3): 155-158.
  34. Espana RA, McCormack SL, Mochizuki T, Scammell TE. Running promotes wakefulness and increases cataplexy in orexin knockout mice. *Sleep*. 2007; 30(11): 1417-1425.
  35. Yoshimichi G, Yoshimatsu H, Masaki T, Sakata T. Orexin-A regulates body temperature in coordination with arousal status. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2001; 226(5): 468-476.
  36. O'Neill HM. AMPK and Exercise: Glucose Uptake and Insulin Sensitivity. *Diabetes Metab J*. 2013; 37(1): 1-21.
  37. Wu WN, Wu PF, Zhou J, Guan XL, Zhang Z, Yang YJ, et al. Orexin-A activates hypothalamic AMP-activated protein kinase signaling through a Ca<sup>2+</sup>-dependent mechanism involving voltage-gated L-type calcium channel. *Molecular Pharmacology*. 2013; 84(6): 876-887.
  38. Sellayah D, Sikder D. Orexin restores aging-related brown adipose tissue dysfunction in male mice. *Endocrinology*. 2014; 155(2): 485-501.
  39. Rogers K, Gibson AL. Eight-week traditional mat Pilates training-program effects on adult fitness characteristics. *Res Q Exerc Sport*. 2009; 80(3): 569-574.
  40. Omidali Z, Taheri H, Asfarjani F, Bambaiechi B, Marandi S. Effects of pilates training on some physiological variables and on physical fitness in untrained overweight females. *J Res Rehabil Sci*. 2012; 8(2): 180-191.
  41. Sekendiz Betül AÖ, Korkusuza Feza, Akınb Sabire Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *J Bodywork Movement Therap*. 2006; 11(4): 318-326.
  42. Fox EL, Mathews DK. Interval Training: Conditioning for Sports and General Fitness. Par Edward L. fox Et Donald K. Mathews. Illus. Par Nancy Allison Close. Saunders Pub. 1974.

## Effect of Eight Weeks of Pilates training on Orexin and Insulin Resistance Levels in Overweight Children

**Bagheri Nia M<sup>1</sup>, Abedi B<sup>\*2</sup>**

1. Master of Science (MSc), Department of Physical Education and Sport Science, Mahallat Branch, Islamic Azad University, Mahallat, Iran, abedi@iaumahallat.ac.ir.

2. Associate Professor, Department of Physical Education and Sport Science, Mahallat Branch, Islamic Azad University, Mahallat, Iran

**Received:** 21 Jun 2018    **Accepted:** 10 March 2018

### Abstract

**Background:** Orexin neurons drive arousal and motivated behaviors in response to stress. The aim of the study was to investigate the effect of eight weeks of pilates training on serum levels of orexin and insulin resistance in overweight children.

**Materials and Methods:** 20 overweight children (10 - 13 years old) were selected from volunteers using purposive sampling, and randomly divided into two groups: Pilates exercise (n= 10) and control (n= 10) groups. Physiological characteristics were measured in both groups. Blood samples were taken before and after eight weeks of Pilates training program to measure the variables of the research. Independent t-tests were used to examine intra-group and inter-group variations of the research.

**Results:** The findings by paired t-test results showed that Pilates exercise causes a significant increase in orexin (P=0.001). It was also found that eight weeks of Pilates exercise significantly reduced insulin resistance, insulin and glucose (P=0.001). In contrast, the control group had a significant increase in insulin resistance (P=0.001), insulin (P=0.001) and glucose (P=0.027). In addition, eight weeks of pilates training had a significant effect on body weight (P=0.001), fat percentage (P=0.001) and body mass index (P=0.001). It was also found that the control group had a significant increase in body weight, body fat percentage and body mass index.

**Conclusion:** The results show that eight weeks of pilates training is effective in increasing serum orexin, insulin resistance, insulin and glucose, as well as improving body composition in overweight children.

**Keywords:** Orexin, Overweight, Pilates, Insulin resistance

\***Citation:** Bagheri Nia M, Abedi B. Effect of Eight Week Pilates-training on Orexin and Insulin Resistance Levels in Overweight Children. *Yafte*. 2018; 20(1):112-122.