

تأثیر هشت هفته تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی بر اختلال قند ناشتا، اختلال تحمل به قند و هموگلوبین گلیکولیزه در بیماران پیش‌دیابتی

دکتر ارسلان دمیرچی^۱، دکتر حسین چیتی^۲، دکتر سقراط فقیه‌زاده^۳، محمود حکمی زنجانی^۴

نویسنده‌ی مسئول: گروه تربیت بدنی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان mahmoud1ir@yahoo.com

دریافت: ۹۵/۱۰/۱۲ پذیرش: ۹۵/۱۲/۲۲

چکیده

زمینه و هدف: سبک زندگی توام با کم‌ تحرکی و شیوع سندروم‌های متابولیک به ویژه پیش‌دیابت، یکی از چالش‌های مهم سلامت در جهان بوده و اخیراً محققان توجه خاصی به استفاده از علوم ورزشی جهت یافتن روش‌های نوین پیشگیری و درمانی کرده‌اند. بر همین اساس هدف این مطالعه بررسی تأثیر تمرین ترکیبی بر اختلال قند ناشتا، اختلال تحمل گلوکز و هموگلوبین گلیکولیزه در بیماران پیش‌دیابتی بود. **روش بررسی:** در این کارآزمایی بالینی تصادفی شده، در مجموع ۳۰ بیمار پیش‌دیابتی به مدت ۸ هفته در دو گروه ۱۵ نفری (تمرین) تحت یک برنامه‌ی استاندارد تمرینات بدنی هوازی ۴۰ تا ۷۰ درصد VO_{2max} و مقاومتی ۵۰ تا ۷۰ درصد (IRM) و گروه ۱۵ نفری (شاهد) قرار گرفتند. تغییرات در سطوح سرمی قند ناشتا، تحمل گلوکز دو ساعته و HbA_{1c} بین گروه‌ها مورد مقایسه قرار گرفت. **یافته‌ها:** در انتهای این مطالعه سطوح سرمی قند ناشتا، تحمل به گلوکز دو ساعته و درصد HbA_{1c} در گروه تمرین به‌طور معنی‌داری بهبود یافتند. ولی گروه شاهد شاهد هیچکدام از شاخص‌های گلوکز مورد مطالعه کاهش معنی‌دار نشان ندادند. **نتیجه‌گیری:** در این مطالعه تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی بر اختلال قند ناشتا، اختلال تحمل به گلوکز و هموگلوبین گلیکولیزه بیماران پیش‌دیابتی اثر بخش بوده و به‌عنوان روش موثر توانسته بیماران پیش‌دیابتی را به هدف درمانی و وضعیت طبیعی FBS ، $OGTT$ و HbA_{1c} نزدیک نماید و احتمالاً از پیشرفت آن و ابتلا به عوارض متعدد دیابت نوع ۲ پیشگیری کند. با این حال مطالعات بیشتر جهت نتیجه‌گیری قطعی توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: پیش‌دیابت، افزایش قند خون ناشتا، اختلال تحمل گلوکز، هموگلوبین A گلیکولیزه، تمرین مقاومتی و هوازی

مقدمه

اختلال در حساسیت گیرنده‌های سلول‌های مختلف بدن به قند، اختلال در مسیرهای انتقال پیام‌های متابولیکی به همراه اختلال در عملکرد غدد و هورمون‌ها می‌شود (۱). مهم‌ترین اختلال در پیش‌دیابت، اختلال در میزان گلوکز ناشتای

پیش‌دیابت یا هایپرگلاسمی بینابین، وضعیتی بین طبیعی و دیابت نوع ۲ است. مشخص‌ترین دلایل شناخته شده این بیماری شامل اختلالات وراثتی، رژیم تغذیه‌ای نادرست و زندگی توام با کم‌تحرکی ذکر شده است که موجب

۱- دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان

۲- فوق تخصص غدد و متابولیسم بزرگسالان، استادیار مرکز تحقیقات بیماری‌های متابولیک، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان

۳- دکترای تخصصی آمار زیستی، استاد دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان

۴- دانشجوی دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت

در پیش‌دیابت، بیمار در مراحل ابتدایی دیابت نوع ۲ یعنی در مراحل جبرانی و سازگاری به سر می‌برد (۱). در زیر شاخه‌های پیش‌دیابت می‌توان اختلال در شاخص‌های (IFG) یا (IGT) و یا ترکیبی از این دو را نام برد. افراد مبتلا به (IFG) مقاومت به انسولینی کبدي داشته در حالی که حساسیت به انسولین در عضلات طبیعی است، اما افراد مبتلا به (IGT) مقاومت به انسولین عضلانی شدیدتری نسبت به مقاومت به انسولین کبدي دارند (۸).

همچنین ممکن است بیماران پیش‌دیابت به مشکلاتی مانند اختلالات قلبی، عروقی، بیماری‌های عروق محیطی، رتینوپاتی، نفروپاتی و نوروپاتی مختلف نیز روبرو شده باشند (۱۰). مطالعات مختلفی اثر تعدیل‌کننده‌گی تمرینات مختلف مقاومتی و هوازی را در شاخص‌های قندی مانند (IFG)، (IGT)، هموگلوبین گلیکولیزه شده (Hb A_{1c}) و مقاومت به انسولین در بیماران در دیابتی نوع ۲ به اثبات رسانده‌اند (۱۱ و ۱۲)، اما در مورد پیش‌دیابت مطالعات اندکی وجود دارد (۱۳). در مطالعه‌ای تحت عنوان تاثیر تمرینات هوازی در پیش‌دیابت و عوارض آن، محققان پس از ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت مختلف نشان دادند که درصد HbA_{1c} ترکیب بدنی و آمادگی عمومی آزمودنی‌های پیش‌دیابتی بهبود پیدا کرد (۱۴). همچنین در مطالعه فرا تحلیلی تحت عنوان اصلاح سبک زندگی در مرحله پیش‌دیابت با اشاره به این موضوع که اصلاح سبک زندگی در این مرحله ممکن است وقوع دیابت نوع ۲ را ۱۰ سال به تاخیر بیندازد، اضافه می‌کند که سرمایه‌گذاری در این مرحله از پیشرفت دیابت نوع ۲ علاوه بر کاهش هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم از ابتلا به یک بیماری مزمن مانند دیابت نوع ۲ جلوگیری خواهد کرد. با توجه به موارد فوق، موضوع این مطالعه از الویت‌های بهداشتی محسوب می‌شود ولی با این وجود تحقیقات محدودی در ارتباط با اثر تمرینات مقاومتی و یا هوازی در شاخص‌های قندی بیماران پیش‌دیابتی وجود دارد (۱۵ و ۱۶).

پلاسما Impaired Fasting Glucose (IFG) و اختلال تحمل گلوکز Impaired Glucose Tolerance (IGT) است. اخیراً توسط انجمن دیابت آمریکا (ADA) American Diabetes Association و World Health (WHO) Organization شاخص تشخیصی دیگری به نام Hb A_{1c} نیز به کار برده شده است (۲).

پیش‌دیابت از اپیدمی‌های گسترده جهانی قلمداد می‌شود (۳ و ۴). میزان ابتلا به پیش‌دیابت سه برابر دیابت نوع ۲ است. به طوری که یک سوم ساکنین تهران مبتلا به اختلال در قند ناشتا (IFG) هستند (۵). این میزان در آمریکا ۲۶ درصد گزارش شده است (۶). همچنین میزان اختلال در تحمل قند دوساعته (IGT) در آمریکا و سوئد به ترتیب ۱۷ و ۱۵ درصد گزارش شده است. میزان IGT و IFG با مسن‌تر شدن جامعه افزایش می‌یابد به طوری که بیش از ۴۰ درصد افراد بین ۴۰ تا ۷۴ سال مبتلا با پیش‌دیابت هستند. جنسیت در میزان شیوع IFG تاثیر نداشته بلکه مسایل ژنتیکی در اولویت می‌باشد، اما میزان IGT در زنان احتمالاً به دلیل سبک زندگی کم‌تحرک‌تر بیشتر مشاهده می‌شود (۷).

سیر بیماری پیش‌دیابت با مقاومت به انسولین آغاز می‌شود. از دلایل شناخته شده مقاومت به انسولین، وجود اختلالات وراثتی، رژیم تغذیه‌ای نادرست و زندگی توأم با کم‌تحرکی ذکر شده است. این عوامل موجب اختلال در حساسیت گیرنده‌های سلول‌های مختلف و مسیره‌های سیگنالینگ آنها شده و با تحمیل فشار بر عملکرد غدد و ایجاد نقص در کارایی هورمون‌ها پیشرفت می‌کند (۱). واکنش بدن به منظور مقابله با مقاومت به انسولین در مراحل ابتدایی پیش‌دیابت، تغییرات در تعداد و هایپرتروفی سلول‌های بتای پانکراس و نهایتاً وقوع هایپرانسولینی است. ادامه طولانی مدت و موزیانه این وضعیت، منجر به عدم توانایی بدن برای حفظ طولانی مدت سطح نرمال گلوکز شده که با افزایش دریافت حاد گلوکز موجب مسمومیت با گلوکز می‌شود (۸ و ۹).

شاخص توده بدنی ۲۸ (سن = 50 ± 5 ، وزن = 79 ± 9 ، قد 168 ± 7) که توانایی شرکت در تمرینات را داشتند به صورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. روش کار به این صورت بود که با مراجعه به مراکز درمانی، اهداف طرح و شرایط مطالعه به داوطلبانی که توانایی شرکت در تمرینات را داشتند توضیح داده شد و پس از جلب مشارکت، با هماهنگی پزشک مربوطه داوطلبان انتخاب و به کمک جدول اعداد تصادفی به دو گروه شاهد و تمرین ۱۵ نفری تقسیم شدند. ملاک‌های ورود برای مطالعه عبارتند از: عدم انجام فعالیت منظم بدنی، اختلال گلوکز ناشتا (IFG) از ۱۰۰ تا ۱۲۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، اختلال تحمل گلوکز (IGT) یعنی قند بیمار از ۱۴۰ تا ۱۹۹ میلی‌گرم در دسی‌لیتر پس از خوردن ۷۵ گرم گلوکز به جای صبحانه باشد، HbA_{1C} بین $5/7$ تا $6/4$ درصد، نداشتن سابقه بیماری قلبی - عروقی و عضلانی - اسکلتی یا هر گونه عامل محدودکننده جهت شرکت در تمرین‌ها، عدم اعتیاد موثر و مصرف داروی متفورمین حداکثر ۱۰۰۰ میلی‌گرم در روز از معیارهای ورود به مطالعه می‌باشد. وجود هرگونه شرایط مخدوش کننده و بروز مشکلات بالینی و جسمانی محدود کننده فعالیت، غیبت بیش از ۲ جلسه متوالی و ۴ جلسه متناوب از معیارهای خروج از تحقیق بود. رعایت استانداردهای علمی در طراحی تمرین، اصل اختیار آزمودنی جهت شرکت در مطالعه، حفظ امانت اطلاعات، همچنین نحوه انجام آزمون‌ها بر اساس رعایت حقوق داوطلبان انجام شد. در ابتدای مطالعه برای ارزیابی اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی، ابتدا فرم ۲۴ ساعت یادآمد غذایی تکمیل شد، جهت آزمون‌های FBS و HbA_{1C} خون‌گیری بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی به میزان ۱۰ سی‌سی از ورید cubital از هر آزمودنی انجام شد. میزان گلوکز ناشتا به روش آنزیماتیک و دستگاه اتوالایزر و برای هموگلوبین گلیکولیزه HbA_{1C} روش کروماتوگرافی ستونی و از کیت‌های شرکت پارس

همچنین از ضرورت‌های دیگری که در این مطالعه بیشتر مورد توجه بوده، پاسخ به این سوالی است که تاثیر تمرینات بدنی بر شاخص‌های قندی بیماران پیش‌دیابت از نظر بالینی چگونه است. بیشتر مطالعات انجام شده در بیماران دیابت نوع ۲ نقش تمرینات بدنی را در این بیماران به‌عنوان بهبود دهنده ذکر کرده‌اند، در حالی که شاخص‌های قندی بیمار دیابتی نوع ۲ علی‌رغم بهبود همچنان بالا است و با معیارهای نرمال و نزدیک به هدف درمانی فاصله دارد و اضافه بر این شاخص‌های قندی بیمار دیابت نوع ۲ در فاصله دو جلسه تمرین دوباره به وضعیت قبل برگشته است.

با توجه به مطالعات قبلی میزان تاثیر تمرینات بدنی در بین بیماران پیش‌دیابتی (۱۷)، فعلاً مشخص نیست و آیا همان نقش تعدیل‌کنندگی را مشابه بیماران دیابتی نوع ۲ دارد، یا تمرینات بدنی می‌تواند نقش برگشت‌دهنده از پیش‌دیابت را نیز داشته باشد؟ به طور کلی زمان انجام مداخلات تمرینی در سیر این بیماری بسیار مهم است، بر همین اساس اگر اثر بخشی تمرینات بدنی در پیش‌دیابت مناسب باشد، می‌توان با تشخیص زود هنگام و با پیشگیری از عوارض این بیماری، سلامت جامعه را ارتقا داد. بر اساس توضیحات فوق و با توجه شیوع روزافزون پیش‌دیابت و اهمیت پیشگیری و مداخله زود هنگام، هدف این مطالعه تعیین اثر بخشی تمرینات ترکیبی مقاومتی و هوازی بر اختلال قند ناشتا، اختلال تحمل به قند و هموگلوبین گلیکولیزه بیماران پیش‌دیابت می‌باشد.

روش بررسی

این تحقیق از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی بود. جامعه آماری آن بیماران مرد مبتلا به پیش‌دیابت شهر زنجان می‌باشد. بیماران به صورت آگاهانه و پس از پر کردن رضایت نامه وارد این طرح تحقیقاتی گردیدند. کد اخلاقی این مطالعه ZUMS.REC.1395.43 می‌باشد. روش نمونه‌گیری در دسترس بوده است. ۳۰ نفر بیمار پیش‌دیابتی با میانگین

آزمون ساخت کشور ایران جهت اندازه‌گیری هردو آزمون استفاده شد. جهت آزمون OGTT دوساعته، از آزمودنی‌ها ۲ ساعت پس از مصرف ۷۵ گرم گلوکز خوارکی به مقدار ۵ سی‌سی از ورید cubital طرف مقابل نمونه‌گیری به عمل آمد. بعد از جمع‌آوری اطلاعات و نتایج ارزیابی‌های اولیه آمادگی جسمانی، با استفاده از منابع موجود علوم ورزشی (۲۰-۱۸)، برنامه تمرینی بر اساس اطلاعات یک تکرار بیشینه و ضربان قلب به دست آمده از پیش آزمون، برای پیش دیابتی گروه تمرین تهیه شد. برنامه تمرینی این مطالعه شامل یک مدل تمرینی ترکیبی هوازی و مقاومتی است، که به‌طور همزمان در یک جلسه اجرا می‌گردد. برنامه تمرینی ترکیبی به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه در نظر گرفته شد. هر جلسه تمرین شامل گرم کردن، اصل برنامه و سرد کردن بود (۱۳). جهت محاسبه حداکثر ضربان قلب برای تعیین شدت تمرینات هوازی از فرمول (سن - ۲۲۰) استفاده شده است. برای تمرینات مقاومتی نیز پس از یک هفته تمرینات

آمادگی و آشنایی با اجرای صحیح حرکات و همچنین برآورد یک تکرار بیشینه از فرمول $1 \text{ RM} = (\text{وزنه مورد استفاده} \times \{1 + (30 / \text{تعداد تکرار})\})$ استفاده شد (۲۱ و ۳). پروتکل تمرینی مطابق توصیه‌ای (ADA) و (WHO) بود. برنامه‌ی تمرینی هوازی مطابق جداول (۱ و ۲) شامل تمرین دو و پیاده‌روی در سالن ورزشی سرپوشیده که با شدت ۴۰ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۲۰ دقیقه از هفته اول شروع و سپس به صورت فزاینده تا ۶۰ دقیقه با ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب در پایان ۸ هفته افزایش یافت. تمرینات مقاومتی با ۳ نوبت ۱۰ تکراری برای هفت حرکت شامل حرکت جلو بازو، پشت بازو، جلو ران و پشت ران، خم کننده‌ها و بازکننده‌های مچ پا و پرس سینه از ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه شروع شد و به تدریج تا ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه در طی هشت هفته افزایش یافت. استراحت بین ست‌ها ۳ دقیقه در نظر گرفته شده بود. در انتهای هر جلسه ۱۰ دقیقه سرد کردن با حرکات کششی و چرخشی انجام شد.

جدول ۱: پروتکل تمرین هوازی ۸ هفته

نوع تمرین هوازی	تعداد هفته	شدت و مدت هر جلسه	تعداد جلسات در هفته
دو و پیاده روی	هفته ۱	یک تکرار ۲۰ دقیقه ۵۰ درصد HRmax	سه جلسه در هفته
	هفته ۲	یک تکرار ۲۰ دقیقه ۵۰ درصد HRmax	
	هفته ۳-۴	دو تکرار ۲۰ دقیقه ۵۵ درصد HRmax	
	هفته ۵-۶	دو تکرار ۲۰ دقیقه ۶۰ درصد HRmax	
	هفته ۷-۸	سه تکرار ۲۰ دقیقه ۷۰ درصد HRmax	

* HRmax حداکثر ضربان قلب

جدول ۲: پروتکل تمرین مقاومتی ۸ هفته

نوع حرکت	تعداد هفته	شدت	استراحت
جلو بازو، پشت بازو، جلو ران،	هفته ۱-۲	۵۰ درصد (*IRM)	استراحت سه دقیقه‌ای بین ست‌ها
پشت ران، خم کننده، بازکننده مچ پا،	هفته ۳-۴	۶۰ درصد (IRM)	
پرس سینه	هفته ۵-۶	۶۵ درصد (IRM)	
	هفته ۷-۸	۷۰ درصد (IRM)	

* (IRM) یک تکرار بیشینه

نسخه ۲۱ انجام شد. برای بررسی طبیعی بودن داده ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، برای مقایسه بین گروهها در صورت نرمال بودن دادهها از آزمون t مستقل و آزمون t زوجی و در صورت غیرنرمال بودن از آزمون یو من ویتنی و ویلکاکسون استفاده شد. سطح معنی داری در همه تحلیلها ($P \leq 0.05$) در نظر گرفته شد.

یافته ها

۳۰ بیمار پیش دیابت با میانگین و انحراف از معیار (سن 50 ± 5 ، وزن = 79 ± 9 ، قد 168 ± 7) در دو گروه تمرین (۱۵ نفر) و شاهد (۱۵ نفر) مورد مطالعه قرار گرفتند. شاخصهای قندی دو گروه قبل از مداخله تمرین در جدول ۳ خلاصه و مقایسه شده است. براین اساس میانگین FBS و OGTT و HbA_{1c} بین گروه پیش دیابت تمرین و گروه پیش دیابت شاهد تفاوت آماری معنی داری نداشتند.

به منظور پیشگیری از کاهش شدید قند خون در حین تمرین، به آزمودنیها توصیه شده بود مصرف غذا و دارو ۱ تا ۳ ساعت قبل از تمرین داشته باشند. جهت جلوگیری از هرگونه حادثه احتمالی و رعایت ایمنی افراد پیش‌دیابتی جلسات تمرین با حضور پرسنل فوریت‌های پزشکی شهر زنجان برگزار می‌شد. گروه شاهد پیش‌دیابت در طول مدت تحقیق، فعالیت بدنی منظم و ورزشی نداشتند و فعالیت روزمره عادی خود را پیگیری می‌کردند. در انتهای مطالعه و پس از خاتمه ۸ هفته‌ای برنامه تمرینی، مرحله پس‌آزمون عینا مشابه پیش‌آزمون شامل تمام اندازه‌گیری‌های مرحله‌ی اول به منظور تعیین اثر تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی بر روی اختلال در قند ناشتا (IFG)، اختلال در تحمل به قند (IGT) و هموگلوبین گلیکولیزه شده (HbA_{1c}) در بیماران پیش‌دیابتی عمل آمد.

آنالیز آماری: آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS

جدول ۳. میانگین اختلال قند ناشتا (IFG)، اختلال تحمل به قند (IGT) و هموگلوبین گلیکولیزه شده (HbA_{1c}) بیماران پیش دیابت تمرین و شاهد قبل از اجرای پروتکل تمرینی

شاخص‌ها	گروه‌ها	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	برآورد آماری
FBS	پیش‌دیابت تمرین	۱۵	۱۲۲/۵۳	۴/۸۸۰	۰/۵۱۲
	پیش‌دیابت شاهد	۱۵	۱۱۶/۷۳	۳/۳۹۳	
OGTT دو ساعته	پیش‌دیابت تمرین	۱۵	۲۰۶/۶۷	۱۴/۶۳۲	۰/۵۱۲
	پیش‌دیابت شاهد	۱۵	۱۷۸/۰۰	۱۴/۱۴۲	
HbA _{1c}	پیش‌دیابت تمرین	۱۵	۶/۰۶۷	۰/۱۴۶۶	۰/۹۰۲
	پیش‌دیابت شاهد	۱۵	۵/۹۸۰	۰/۱۴۳۲	

(FBS) Fasting Blood Sugar , (OGTT) Oral Glucose Tolerance Test , (A1C) Glycated hemoglobin

OGTT و HbA_{1c} بین پیش‌دیابت تمرین و پیش‌دیابت شاهد تفاوت آماری معنی داری داشتند.

شاخص‌های قندی دو گروه پس از مداخله تمرین در جدول ۴ خلاصه و مقایسه شده است. براین اساس میانگین FBS و

جدول ۴. میانگین اختلال قند ناشتا (IFG)، اختلال تحمل به قند (IGT) و هموگلوبین گلیکولیزه شده (HbA1c) بیماران پیش‌دیابت تمرین و شاهد بعد از اجرای پروتکل تمرینی

شاخص‌ها	گروه‌ها	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	برآورد آماری
FBS	پیش‌دیابت تمرین	۱۵	۹۸/۴۰	۱۶/۲	۰/۰۰۳
	پیش‌دیابت شاهد	۱۵	۱۱۷/۴۰	۱۶/۲۰	
OGTT دو ساعته	پیش‌دیابت تمرین	۱۵	۱۳۲/۰۷	۵۲/۸۰	۰/۰۰۲
	پیش‌دیابت شاهد	۱۵	۱۹۶/۰۰	۴۱/۵۰	
HbA1c	پیش‌دیابت تمرین	۱۵	۴/۵۵	۰/۶۸	۰/۰۰
	پیش‌دیابت شاهد	۱۵	۶/۴۰	۰/۵۲	

(FBS) Fasting Blood Sugar , (OGTT) Oral Glucose Tolerance Test , (A1C) Glycated Hemoglobin

بحث

برهمن اساس این مطالعه طراحی و اجرا شده است. در مطالعه‌ای تحت عنوان مقایسه تمرینات هوازی و مقاومتی بر شاخص‌های قندی بیماران پیش‌دیابتی، نشان داده شده که تغییرات در میانگین FBS و OGTT دو ساعته نسبت به گروه شاهد معنادار بوده که با تحقیق حاضر همسو می‌باشد. اما در این مطالعه تغییرات معناداری در مقایسه‌ی بین دو گروه تمرین مقاومتی و هوازی دیده نشده است (۲۵). تاثیر تمرین هوازی و مقاومتی نقطه مشترک نتایج این مطالعه با تحقیق حاضر است اما در این مطالعه میزان اثر بخشی ذکر نشده است. همچنین بررسی تاثیر ۲ روش مختلف یعنی تمرین هوازی و مقاومتی نیز از متدولوژی متفاوت این مطالعه با تحقیق حاضر است. در مطالعه‌ای دیگری که به منظور بررسی تاثیر دوازده هفته تمرین تناوبی هوازی بر شاخص مقاومت به انسولین در دانشجویان دارای اضافه وزن انجام شد، تعداد ۲۴ نفر به مدت ۱۲ هفته (هر هفته ۳ جلسه، هر جلسه ۴۰ دقیقه) تمرین تناوبی و گروه کنترل، برنامه معمول زندگی داشتند. قبل و بعد از این دوره، از همه‌ی آزمودنی‌ها جهت اندازه‌گیری شاخص مقاومت به انسولین نمونه خونی گرفته شد. نتایج این مطالعه بیان می‌کند که برنامه تمرین هوازی تناوبی بر مقاومت

در این مطالعه تاثیر هشت هفته تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی بر اختلال قند ناشتا، اختلال تحمل گلوکز و هموگلوبین گلیکولیزه در بیماران پیش‌دیابت بررسی گردید. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد، قبل از تمرین میزان FBS، OGTT دو ساعته و HbA_{1c} در بین دو گروه تفاوتی نداشته، اما پس از تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی اختلاف میانگین گروه‌ها در معیار اختلال قند ناشتا FBS و معیار اختلال تحمل قند دوساعته OGTT و درصد HbA_{1c} معنادار بوده است.

بیشتر مطالعات تاثیر تمرینات بدنی را در بهبود شاخص‌های قندی مانند FBS و OGTT و HbA_{1c} را در بین بیماران دیابتی نشان داده‌اند (۲۳ و ۲۱). با توجه به تفاوت‌های پاتولوژیک و عوارض مابین دیابت نوع ۲ و پیش‌دیابت و علی‌رغم این که این دو بیماری مراحل مختلفی از یک بیماری هستند، اما تحقیقات محدود در مورد پیش‌دیابتی‌ها و جنبه‌های مختلف به ویژه میزان اثر بخشی تمرین ورزشی بر روی درمان آن انجام شده است (۲۴). بنا به دلایل فوق به نظر می‌رسد نیازمند مطالعات بیشتری در این زمینه باشیم که

نتیجه‌گیری شد که اصلاح سبک زندگی بر اساس مداخلات تغذیه‌ای یا مداخلات حرکتی و یا هر دو، سطح قند خون دو ساعته را در بیماران IGT کاهش می‌دهد (۲۷). نتایج این مطالعه نیز همسو با مطالعه‌ی حاضر می‌باشد. البته به مطالعات بیشتری برای تعیین میزان کاهش IGT و نزدیک شدن آن به هدف درمانی لازم است. زیرا میزان اثر بخشی هر کدام نامشخص است.

در مقاله‌ی دیگر تحت عنوان تاثیر تمرین‌های با شدت بالا به عنوان جایگزین تمرینات متوسط در بیماران پیش دیابت این نتیجه به دست آمد که یک رژیم غذایی و تمرین با شدت بالا، میزان IGT را در بیماران دیابت نوع ۲ از طریق افزایش حساسیت به انسولین و افزایش ترشح انسولین، کاهش می‌دهد. همچنین طبق نتایج این مطالعه، حفظ وزن از طریق ورزش برای افراد IGT مشکل است، زیرا تنها ۵۰ تا ۶۰ درصد افراد IGT موفق می‌شوند به دیابت نوع ۲ مبتلا نشوند و ۴۰ تا ۵۰ درصد درگیر می‌شوند (۲۸). نتایج این پژوهش نیز با مطالعه‌ی حاضر همسو بوده اما در میزان شدت تمرین و مداخله تغذیه‌ای اختلاف دارند که در مطالعه‌ی حاضر تمرینات هوازی با شدت متوسط استفاده شده است، شاید از دلایل عدم موفقیت ۴۰ تا ۵۰ درصد بیماران، نوع تمرین و اثرات آن بر افزایش کالری و اشتهای آزمودنی‌ها باشد.

همسو با پژوهش حاضر در مطالعه‌ی دیگر به منظور بررسی تاثیر تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر کنترل قند خون در بیماران دیابتی نوع ۲، ۱۵۲ بیمار پس از تمرینات دو هفته‌ای را سه بار در هفته ارزیابی و در هر جلسه به مدت ۱۵ تا ۴۵ دقیقه در ۵۲ هفته مورد ارزیابی قرار گرفتند. یافته‌ها نشان داد، میانگین مقادیر گلوکز خون پس از مصرف غذا بهبودی یافت (۲۹). اکثر مطالعات مذکور که با هدف بررسی اثر تمرینات بدنی از جنبه‌های مختلف پیش دیابت انجام شده، با نتایج مطالعه حاضر در خصوص IGT, IFG و HbA1c در بعضی موارد همسو نیست.

انسولین تاثیر مثبت دارد (۱۷) و نتایج مطالعه‌ی فوق از منظر بهبود تحمل به گلوکز با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. در مطالعه‌ای دیگر تحت عنوان فعالیت بدنی و غلظت هموگلوبین گلیکولیزه نشان داده شده است که میزان غلظت هموگلوبین گلیکولیزه (HbA_{1c}) در بیماران عروق کرونری فعال که ورزش صبحگاهی انجام می‌دهند با گروه بیماران عروق کرونری غیرفعال تفاوت معناداری ندارد، نتایج این مقاله با تحقیق حاضر همسو نبود. احتمالاً دلیل آن عدم شرکت آزمودنی‌های مطالعه‌ی مذکور در تمرینات نظارت شده و توصیه شده توسط ADA است. درحالی که در مطالعه حاضر تمرینات ترکیبی به صورت نظارت شده و توصیه شده توسط WHO و ADA انجام شده است (۲۵).

در مطالعه‌ای در مورد بررسی اثرات تمرین بر فونوتیپ پیش‌دیابت در بهبود هموستاز گلوکز خون نشان دادند که در بیماران پیش‌دیابتی با ۱۲ هفته برنامه تمرینی مقاومتی میزان OGTT یا تحمل به گلوکز دو ساعته بدون توجه رژیم غذایی بهبود پیدا کرده است که همسو با نتایج این مطالعه است. اما عدم تغییر در غلظت گلوکز ناشتا با یافته‌های تحقیق حاضر همسو نبود. که می‌توان یکی از دلایل آن را در تفاوت تمرینات ترکیبی مطالعه‌ی حاضر با تمرینات مقاومتی بین این دو تحقیق دانست (۲۳). در مطالعه‌ای دیگری تحت عنوان اثرات و مکانیزم تمرین‌های هوازی با شدت متوسط بر بهبود اختلال گلوکز ناشتا با هدف یافتن اثر تمرین‌های هوازی با شدت متوسط بر هموستاز گلوکز ناشتای و مکانیسم آن که بر روی ۱۲۰ نفر با اختلال قند خون ناشتا (IFG) انجام شد این نتیجه به دست آمد که در افراد مبتلا به IFG، افزایش متوسط زمان ورزش روزانه موجب بهبود متابولیسم گلوکز خون ناشتا می‌شود (۲۶). تاثیر تمرین‌های هوازی بر میزان IFG در افراد مبتلا به اختلال قند ناشتا نقطه مشترک نتایج این مطالعه با تحقیق حاضر است. در یک مطالعه‌ی فراتحلیل تحت عنوان اصلاح سبک زندگی در افراد بالغ با IGT

مرحله از پیشرفت دیابت نوع ۲، مرحله‌ی جبرانی و سازگاری گفته شده که شامل مقاومت به انسولین ناشی از اختلالات در گیرنده‌ها یا مسیرهای انتقال پیام در سلول‌ها است و هنوز تخریب کامل سلول‌های بتای پانکراس اتفاق نیفتاده است. به نظر می‌رسد با افزایش عملکرد ناقل گلوکز ۴ و همچنین بهبود مسیرهای سیگنالینگ درون سلولی که در اثر تمرین ایجاد می‌شود و با کاهش میزان مقاومت به انسولین همراه است که موجب می‌شود فشار مضاعف از سلولهای بتا کاسته شده، تشریح انسولین تعدیل شود و شاخص‌های قندی در مطالعه کاهش می‌یابد (۱۵ و ۱۰).

نتیجه گیری

به طور کلی یافته‌های این مطالعه نشان داد، تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی بر اختلال قند ناشتا (IFG)، اختلال تحمل به قند (IGT) و هموگلوبین A گلیکولیزه شده HbA_{1c} در بیماران پیش‌دیابتی اثر بخش بوده و به عنوان روشی موثر توانسته بیماران پیش‌دیابتی را به هدف درمانی و وضعیت طبیعی FBS، OGTT و HbA_{1c} نزدیک کرده و احتمالاً از پیشرفت آن و ابتلا به عوارض متعدد دیابت نوع ۲ پیشگیری کند. با این حال مطالعات بیشتر جهت نتیجه‌گیری قطعی توصیه می‌شود.

تقدیر و تشکر

از معاونت محترم پژوهشی و معاونت دانشجویی، فرهنگی و مراکز بهداشتی، درمانی دانشگاه علوم پزشکی زنجان و گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان و بیماران شرکت کننده در این مطالعه قدردانی می‌گردد. ضمناً این مقاله بخشی از پایان‌نامه دکتری می‌باشد.

با این حال، نتایج مطالعات فوق در این زمینه عموماً محدود و مبهم است، به علاوه میزان اثر بخشی تمرین از دیدگاه بالینی جهت دستیابی بیماران پیش‌دیابتی به هدف درمانی، روشن نیست. از دلایل علمی شناخته شده در کاهش میزان FBS، OGTT دو ساعته و HbA_{1c} توجه علل در مطالعه‌ی حاضر و تحقیقات مشابه می‌توان گفت که تغییرات شاخص‌های قندی در پیش‌دیابت‌های تمرین نسبت به گروه شاهد مربوط به این افزایش حساسیت انسولین محیطی در اثر تمرین می‌باشد (۳۰ و ۱۶). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که در تمرینات بدنی جذب گلوکز در حین تمرین و حتی بعد از تمرین بالا می‌رود و مسیرهای جذب گلوکز بعد از ورزش نیز فعال هستند (۳۱). انتقال گلوکز به عضله‌ی اسکلتی از طریق پروتئین ناقل گلوکز ۴ (GLUT4) و تحت تاثیر دو عامل انقباض عضلانی و انسولین است. انسولین در حالت استراحت، جابجایی (GLUT4) را از عمق سلول به سطح آن از طریق آبشارهای سیگنالی پیچیده فعال می‌کند در حالی که در انقباض عضلانی از طریق فعال‌سازی پروتئین کیناز فعال شده با آدنوزین مونوفسفات AMPK باعث جابجایی GLUT4 از عمق به سطح سلول می‌شود (۳۲). به نظر می‌رسد بهبودی و همراهی هردوی این مسیرها از دلایل عمده تغییرات معنادار شاخص‌های اختلال در قند ناشتا (IFG)، اختلال در تحمل به قند (IGT) و هموگلوبین گلیکولیزه شده (HbA_{1c}) در بیماران پیش‌دیابتی در مقایسه با گروه شاهد باشد (۳۳).

علاوه بر این، دلیل علمی دیگر در معنادار بودن تغییر شاخص‌های FBS، OGTT دو ساعته، HbA_{1c} در مطالعه‌ی حاضر و تحقیقات مشابه بعد تمرین، به نظر می‌رسد، مربوط به مراحل پیشرفت به سمت دیابت نوع ۲ باشد. پیش‌دیابت مراحل اولیه دیابت نوع ۲ است، از دیدگاه پاتولوژیک به این

References

- 1- Association. AD. Statistics About Diabetes 2016. Available from:URL: <http://www.diabetes.org/diabetes-basics/statistics/>.
- 2- WHO. Global report on diabetes 2016. Available from:URL: <http://www.who.int/diabetes/global-report/en/>.
- 3- Hadaegh F. High prevalence of undiagnosed diabetes and abnormal glucose tolerance in the Iranian urban population: Tehran Lipid and Glucose Study. *BMC Public Health*. 2008; 8: 176-83.
- 4- Menke AC, Geiss L, Cowie CC. Prevalence of and trends in diabetes among adults in the United States, 1988–2012. *JAMA*. 2016; 314: 1021-9.
- 5- GC W. Five stages of evolving beta-cell dysfunction during progression to diabetes. *Diabetes*. 2004; 53: 16-21.
- 6- Faerch K. Pathophysiology and aetiology of impaired fasting glycaemia and impaired glucose tolerance: does it matter for prevention and treatment of type 2 diabetes?. *Diabetologia*. 2009; 52: 1714-23.
- 7- Organization WH. definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemi. WHO Document Production Services, Geneva, Switzerland. 2006: 1-200.
- 8- Dugan JAC. Exercise recommendations for patients with type 2 diabetes. *J Am Academ Physic Assist*. 2016; 29: 13-8.
- 9- Prevention Cf DCa. National Diabetes Statistics Report. 2015. URL: Available from: <https://www.cdc.gov/diabetes/data/statistics/2014statisticsreport.html>
- 10- Malin SK. Independent and combined effects of exercise training and metformin on insulin sensitivity in individuals with prediabetes. *Diabetes Care*. 2012; 35: 131-6.
- 11- Rowan CP. Aerobic exercise training modalities and prediabetes risk reduction. *medicine & science in sports & exercise. Publish Ahead of Print*. 2016: 1-30.
- 12- Lou X. Comparison of the effect of aerobic and resistant exercise on blood glucose in pre-diabetes. *Med Sci Sports Exerc*. 2016; 48: 21-31.
- 13- Hordern MD. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: A position statement from Exercise and Sport Science. *Australia J Sci Med Sport*. 2012; 15: 25-31.
- 14- Hafez A. Physical activity and concentration HbA1C. *J Ilam Univ Med Sci*. 2013; 21: 35-125.
- 15- Dan Longo, Dennis Kasper, Stephen Houser. Harrison Principles of Internal Medicine. *Endocrine diseases*. 2011.
- 16- Eikenberg JD E. Prediabetes phenotype influences improvements in glucose homeostasis with resistance training. *J Pone*. 2016; 11.
- 17- Basu R. Pathogenesis of prediabetes: role of the liver in isolated fasting hyperglycemia and Combined Fasting and Postprandial Hyperglycemia. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013; 98: 409-17.
- 18- LJ G. Exercise, glucose transport and insulin sensitivity. *Annu Rev Med*. 1998; 49: 235-61.

- 19- Hayley M. O'Neill. AMPK and Exercise: Glucose Uptake and Insulin Sensitivity. *Diabetes Metab J.* 2013; 37: 1-27.
- 20- Richter EA Hargreaves M. Exercise, GLUT, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiol Rev* 2013; 93: 993-1017.
- 21- Phillip Tuso .Prediabetes and lifestyle modification:time to prevent a preventable diseases. *Perm J.* 2014; 18: 88-93.
- 22- Gaeni A. ACSM Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Hatmi publications. 2015-235-245
- 23- Sadeghi Pour HR, Daryanoosh F, Salesi M. The effect of aerobic exercise on serum concentrations chemerin twelve weeks, vaspin index and insulin resistance in overweight students. *J Zanjan Univ Med Sci.* 2016; 98: 52-60.
- 24- Chiti H, Shakibi E, Soltani Z, Mazloomzadeh S, Mousavinasab S. Prevalence of metabolic syndrome and cardiovascular risk factors among physicians of Zanjan City. *J Zanjan Univ Med Sci.* 2016; 24: 10-20
- 25- Daryanoosh F, Aminilari Z. The effect of 12 weeks of resistance training on the Apelin, Omentin-1 levels and insulin resistance in the elderly overweight women with type 2 diabetes. *J Zanjan Univ Med Sci.* 2015; 23: 29-40
- 26- Fadaei Chaffee MR. Rahmani-Nia F, Mohebi H, et al. Effect of aerobic exercise on insulin resistance index and body composition in obese boys during puberty. *J Apply Sport Physiol.* 2016; 23: 29-42.
- 27- Mehrabani J, Damirchi A. Rahmani-Nia F. The effect of aerobic exercise intensity levels of lipocalin - 2, IL - 1 beta and insulin resistance index in obese sedentary men. *Exercise Physiol.* 2014; 21: 95-108.
- 28- Heidari S, Rezaei M, Sajadi M, Ajorpaz NM, Koenig HG. Religious practices and self-care in iranian patients with type 2 diabetes. *J Religion Health.* 2016; 25: 10-20.
- 29- Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MA, Coombes JS. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: a position statement from exercise and sport science australia. *J Sci Med Sport.* 2012; 15: 25-31.
- 30- Alibegovic AC. Insulin resistance induced by physical inactivity is associated with multiple transcriptional changes in skeletal muscle in young men. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2010; 5: 752-63.
- 31- Gong QH KJ, Ying YY, Li H, Zhang XH, Wu YH, Xu GZ. Lifestyle interventions for adults with impaired glucose tolerance: a systematic review and meta-analysis of the effects on glycemic control. *Intern Med.* 2015; 54: 302-10.
- 32- Mary E Jung. High-intensity interval training as an efficacious alternative to moderate-intensity continuous training for adults with prediabetes. *J Diabetes Res.* 2015; 2015: 1-9.
- 33- Tadibi V. Compare the effect of eight weeks aerobic exercise combined with leptin and glucose levels in men with type 2 diabetes. *J Med Sci.* 2015; 1: 10-7.

The Effect of Eight Weeks of Combined Aerobic and Resistance Exercise on Impaired Fasting Glucose (IFG), Impaired Glucose Tolerance (IGT) and HbA1c in Pre-Diabetic Patients

Damirchi A¹, Chiti H², Faghihzadeh S³, Hakmai Zanjani M⁴

¹Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht

²Metabolic Diseases Research Center, Faculty of Medical Sciences, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan

³Dept. of Biostatistics, Faculty of Medical Sciences, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan

⁴Dept. of Exercise Physical Education, Faculty of Medical Sciences, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan

Corresponding Author: Hakami Zanjani M, Dept. of Exercise Physical Education, Faculty of Medical Sciences, University of Guilan, Rasht

E-mail: mahmoud1ir@yahoo.com

Received: 1 Jan 2017 **Accepted:** 12 Mar 2017

Background and Objective: Lifestyles comprising of physical inactivity coupled with the prevalence of metabolic syndrome and pre-diabetes are the major global public health challenges. Recently, sport sciences have garnered attention as to find new methods for the prevention and treatment of diabetes. Accordingly, the aim of this study is to evaluate the effect of combined exercise on impaired fasting glucose, impaired glucose tolerance and HbA1c in pre-diabetic patients.

Materials and Methods: 30 men with pre-diabetes voluntarily took part in this study and were divided into two groups: pre-diabetes exercise and pre-diabetes control. The pre-diabetes exercise group participated in an aerobic (40 to 70 percent of VO₂max) and resistance exercise (50 to 70 percent of 1RM) program for 8 weeks. The control group continued their daily activities and normal life. Changes in the serum levels of fasting glucose, two-hour glucose tolerance and HbA1c were then compared between the groups.

Results: At the end of the study, fasting glucose levels, two-hour glucose tolerance and the percentage of HbA1c were significantly improved in the pre-diabetes exercise group. Fasting glucose levels, two-hour glucose tolerance and the percentage of HbA1c did not decrease in the control group.

Conclusion: Aerobic and resistance exercise are effective on impaired fasting glucose, impaired glucose tolerance and glycosylated hemoglobin A in pre-diabetes patients. This effective method could bring pre-diabetes patients closer to their therapeutic targets regarding FBS, OGTT and glycosylated hemoglobin A. In this study aerobic and resistance exercise possibly prevent the progression of pre-diabetes and multiple complications of type 2 diabetes. However, further studies are needed to draw firm conclusions.

Keywords: *Prediabetes, Hyperglycemia, Impaired Glucose Tolerance, Glycosylated Hemoglobin A, Aerobic and Resistance Exercises*