مقاله پژوهشی

مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز
دوره ۳۳ شماره ۴ مهر و آبان ۱۳۹۰ صفحات ۹۱-۸۲

تأثیر تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر کنترل قند خون و ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی در بیماران دیابتی نوع ۲

عباس یاوری: گروه تربیت بدنی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران، نویسنده رابط:
E-mail: Nabat_45@yahoo.com
فرزاد نجفی پور: گروه بیماریهای داخلی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
اکبر علی‌عسگرزاده: گروه بیماریهای داخلی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
میترا نیافر: گروه بیماریهای داخلی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
مجید مبصری: گروه بیماریهای داخلی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
سعید نیکو خصلت: گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

دریافت: ۹۰/۲/۱۳ **پذیرش**: ۹۰/۵/۲

چکیده

زمینه و اهداف: مطالعه حاضر با هدف مقایسه اثرات تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر کنترل قند خون، ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی و ترکیب بدنی در بیماران دیابتی نوع ۲ صورت گرفت.

مواد و روش ها: در این مطالعه مداخله‌ای ۱۵۲ بیمار(۶۹-۳۳ ساله) مبتلا به دیابت نوع ۲ از طریق کلینیک غدد و متابولیسم ثبت نام شدند که پس از تمرینات دوهفته‌ای از میان آنها ۸۰ نفر آزمودنی واجد شرایط به صورت تصادفی و به طور داوطلبانه به چهار گروه ۲۰ نفره شامل گروههای ورزشی هوازی، مقاومتی، ترکیبی و کنترل تقسیم شدند. تمرینات ورزشی سه بار در هفته و در هر جلسه به مدت ۴۵- ۱۵ دقیقه در ۵۲ هفته انجام پذیرفت. اختلاف میانگین‌ها از طریق تحلیل واریانس یک طرفه با سطح معنی‌داری $P>۰/۰۵$ مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین هموگلوبین گلیکوزیله A1C کاهش آماری معنی داری در هر سه گروه ورزشی نشان داد. گروههای ورزشی بهبودی در مقادیر گلوکز خون پس از غذا، فشار خون، حداکثر اکسیژن مصرفی و درصد عضلانی را نشان دادند. کاهش تری‌گلیسرید در گروههای تمرین هوازی و ترکیبی و همچنین کاهش درصد چربی بدن در گروههای تمرینات مقاومتی و ترکیبی معنی دار بود. تمرینات ترکیبی منجر به بهبود هر چه بیشتر شاخص‌هایی مثل A1C و تری گلیسرید در مقایسه باهریک از تمرینات بی‌هوازی یا مقاومتی به تنهایی شد.

نتیجه‌گیری: هر دو تمرینات هوازی و مقاومتی روشهای مؤثری در کنترل دیابت نوع ۲ ریسک فاکتورهای قلبی -عروقی محسوب می‌شوند ولی تمرینات ورزشی ترکیبی با بهبودی بیشتری همراهند.

کلید واژه‌ها: دیابت نوع ۲، ریسک فاکتورهای قلبی -عروقی، هموگلوبین گلیکوزیله

مقدمه

دیابت نوع ۲ بیماری مزمنی است که با سرعت هشداردهنده‌ای در جهان در حال گسترش است و تخمین زده می‌شود شمار افراد بزرگسال مبتلا درجهان از ۱۳۵ میلیون نفر در ۱۹۹۵ به ۳۰۰ میلیون نفر در ۲۰۲۵ افزایش یابد. عوامل محیطی و ژنتیکی، مقاومت انسولین و اختلال کارکرد سلولهای بتا در ایجاد بیماری دخالت دارند. همچنین بوضوح معلوم شده است که شیوع روزافزون چاقی و سبک زندگی بی‌تحرک نیز از عوامل مهم در بروز این بیماری هستند. دیابت نوع ۲ یکی از علل مرگ میر و ناتوانی در ۹۵-۹۰٪ موارد دیابتی می‌باشد. دیابت نوع ۲ با اختلال و نارسایی ارگانهای مختلف بویژه " قلب و عروق خونی محیطی همراه است. هر چند دیابت نوع ۲ خطر عوارض میکرووواسکولار نظیر رتینوپاتی و نفروپاتی را افزایش می‌دهد، غالب این بیماران در اثر عوارض ماکرووواسکولار از جمله

Archive of SID
www.SID.ir

بیماری عروق کرونر و سکته مغزی می‌میرند. خطر بروز این عوارض ۴۰۰-۲۰۰٪ می‌باشد (۱). از این رو مراقبت افراد دیابتی یک موضوع پیچیده بوده و نیازمند یک سری مداخلات برای بهبود کنترل گلیسمی می‌باشد. در همین راستا فعالیت جسمانی و ورزش در طول چند دهه، به عنوان یکی از ارکان اساسی مراقبت و مدیریت دیابت مطرح بوده است که هزینه اندک و ماهیت غیر دارویی فعالیت جسمانی، اهمیت درمانی آن را افزونتر می‌سازد. یافته‌های قبلی حاکی از بهبود حساسیت / مقاومت انسولین و کاهش مصرف داروهای کاهش دهنده قند خون در پی تمرینات ورزشی می‌باشد. تمرینات ورزشی اثر انسولین را بطور چشمگیری در عضله اسکلتی افزایش می‌دهند. مکانیسم‌های مربوط شامل بروز سازگاریهایی نظیر افزایش دانسیته مویرگی، افزایش میزان پروتئین‌های حامل گلوکز (بویژه GLUT4) و جابجایی به سمت انواع تارهای حساس به انسولین و تغییرات احتمالی در ترکیب فسفولیپیدهای سارکولم، افزایش فعالیت آنزیمی گلیکولیتیک و اکسیداتیو و افزایش فعالیت گلیکوژن ستتاز می‌باشد. ورزش موجب افزایش جذب گلوکز در عضله اسکلتی و همچنین افزایش فعالیت پروتئین کینازفعال شده با (5'AMP (AMPK می‌شود که ناشی از افزایش در جابجایی GLUT4 به غشاهای سطحی می‌باشد.

فعالیت AMPK همچنین انتقال گلوکز را از طریق افزایش میزان GLUT4 سطح سلولی در عضله اسکلتی مقاوم به انسولین افزایش داده و اثرات بیان GLUT4 را میانجیگری می‌نماید (۲و۳). انجمن دیابت امریکا (ADA) توصیه می‌کند که بیماران دیابتی نوع ۲ حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته ورزش هوازی با شدت متوسط و یا حداقل ۹۰ دقیقه در هفته ورزش هوازی شدید را انجام دهند (۴).

ورزش هوازی شامل حرکات ورزشی استقامتی نظیر پیاده‌روی، دویدن، دوچرخه‌سواری، شنا و ... می‌باشد. در این تمرینات، اکسیژن برای متابولیزه نمودن چربی‌ها و کربوهیدرات‌های ذخیره شده در کبد و عضلات اسکلتی طی تولید انرژی برای ورزش بکار گرفته می‌شود. انرژی هوازی می‌تواند برای مدت طولانی تولید شود اما سرعت آن محدود است (۵). ورزش هوازی یا استقامتی کنترل گلوکز خون را بهبود بخشیده (بصورت کاهش مقادیرA1C)، حساسیت انسولین را افزایش داده و ریسک فاکتورهای قلبی- عروقی را کاهش می‌دهد(۶،۱ و۷).

در تمرینات بی‌هوازی، کربوهیدرات ذخیره شده در بدن می‌تواند بدون استفاده از اکسیژن برای تولید انرژی تجزیه شود. سرعت تهیه انرژی از این طریق خیلی بالا بوده اما ظرفیت این سیستم تهیه انرژی کاملا محدود بوده و تنها به مدت چند دقیقه می‌تواند دوام داشته باشد(۴). تمرینات مقاومتی یا بی‌هوازی می‌توانند حجم، قدرت و توان عضله را بهبود بخشند و از این رو به عنوان یک ابزار درمانی سالم در افراد سالمند و چاق بکار گرفته می‌شوند. تمرینات مقاومتی می‌توانند حساسیت انسولین و مصرف روزانه انرژی را افزایش داده و کیفیت زندگی را بهبود بخشند(۶،۱ و۸). ورزش هوازی می‌تواند اثر انسولین را بر هر فیبر عضلانی بدون افزایش اندازه فیبر تغییر دهد در حالیکه تمرینات مقاومتی ترجیحاً جذب گلوکز را با افزایش اندازه هر فیبر عضلانی بهبود می‌بخشند از این رو تمرینات ترکیبی می‌تواند اثرات مضاعف ناشی از مکانیسم‌های جبرانی هر دو نوع ورزش را اعمال کند (۷). در مطالعه حاضر، ما اثر بخشی هر یک از تمرین‌های هوازی و مقاومتی را به تنهایی و همچنین به صورت یک برنامه تمرینی ترکیبی بر کنترل گلیسمی بیماران دیابتی نوع ۲ و همچنین نتایج مربوط به سه گروه ورزشی را بر آمادگی جسمانی و ریسک فاکتورهای قلبی- عروقی مقایسه می‌کنیم.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مداخله‌ای تعداد ۱۵۲ بیمار دیابتی نوع ۲ با سنین ۶۹-۳۳ سال از طریق کلینیک غدد و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی تبریز ثبت نام شدند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: داشتن دیابت نوع ۲ به مدت بیش از یک سال، درمان تنها با داروهای هیپوگلیسمیک خوراکی و عدم تزریق انسولین، سبک زندگی کم تحرک و مقادیر A1C≥11. معیارهای حذف عبارت بودند از: داشتن BMI ≥ ۴۳ (بر مبنای بالاترین BMI متعلق به افرادی که قادر به تمرینات ورزشی بودند)، سن بالاتر از ۷۰ سال، داشتن رتینوپاتی، نفروپاتی و نوروپاتی شدید، سابقه بیماریهای جدی قلبی- عروقی و مغزی و مشکلات عضلانی- اسکلتی محدود کننده فعالیت جسمانی.

پس از غربالگری بالینی بر مبنای معیارهای فوق یک برنامه تمرینی دو هفته‌ای بصورت سه جلسه در هفته با زمان پیشرونده ۴۵-۱۵ دقیقه صورت گرفت که شامل حرکات گرم کردن (Warm up) و ورزش‌های هوازی در یک شدت متوسط (۵۰٪ ضربان قلب بیشینه) و آشنا ساختن آزمودنی‌ها با دستگاههای تمرینات مقاومتی و انجام یک سری از هر ورزش با دستگاههای وزنه با ۱۰-۸ بار تکرار و متعاقباً انجام حرکات سرد کردن (Cool down) بود.

از میان بیماران فوق ۸۰ بیمار با توجه به معیارهای ورود و خروج از مطالعه و تمایل به شرکت در مطالعه انتخاب گردید. بعد از توضیح طرح تحقیق و کسب رضایت‌نامه آگاهانه و تائید کمیته اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی، بیماران در یکی از چهار گروه ۱- تمرینات هوازی ۲- تمرینات مقاومتی ۳- تمرینات ترکیبی و ۴- گروه کنترل به صورت تصادفی ساده تقسیم شدند. به همه آزمودنی‌ها آگاهیهای لازم ارائه شده و آنها رضایت نامه مربوطه را پر کردند. این مطالعه بر مبنای رهنمودهای کالج پزشکی ورزشی امریکا (ACSMs) و از مهر ماه سال ۸۷ تا شهریورماه سال ۸۸ انجام گرفت (۹). به همه شرکت کنندگان در چهار گروه مطالعه توصیه شد که برنامه دارویی و غذایی خود را ادامه دهند. به‌علاوه، به آزمودنی‌های گروه کنترل توصیه شد که همان سبک زندگی کم تحرک خود را تا پایان پروژه ادامه دهند و همچنین از پزشکان آنها درخواست شد ما را از تغییرات برنامه‌های درمانی آنها مطلع سازند.

آزمایشهای بیوشیمیایی پایه شامل گلوکز خون ناشتا (FBS)، گلوکز خون پس از غذا (۲hr.pp)، کلسترول تام (TC)، HDL-c، LDL-c

Archive of SID

www.SID.ir

و تری‌گلیسرید (TGs) بود که قبل و پس از مطالعه اندازه‌گیری شدند. این آزمایشها توسط پزشکان در ویزیت‌های سه ماهه نیز تکرار می‌شدند. همه بیماران قند خون خود را بوسیله گلوکومتر مدل Gluco Plus Monitoring System و یا در آزمایشگاههای معتبر استان کنترل می‌کردند. ضربان قلب و فشار خون آنها نه تنها در ابتدا و انتهای مطالعه، بلکه در طی جلسات تمرین نیز کنترل می‌شد. قد و وزن آزمودنی‌ها توسط دستگاه دیجیتالی Seca در دو نوبت اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی (Vo2max) آزمون پیاده روی ۱۶۰۰ متر Rockport در دو نوبت بکارگرفته شد. مانیتور ترکیب بدنی Body Composition (مدل BF500, OMRON® 2007) برای تعیین میزان متابولیک پایه، (BMR)، درصد چربی بدن (BF/٪)، نمایه توده بدن (BMI)، چربی احشایی و د صد عضلانی مورد استفاده قرار گرفت.

جلسات تمرینات ورزشی بطور مرتب سه بار در هفته تحت نظارت مربیان و کادر تحقیقات صورت گرفت. احتمال بروز موارد هیپوگلیسمیک در طی جلسات و نوسانات فشار خون بطور منظم کنترل شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد خوراکی یا نوشیدنی شیرین همراه خود داشته و ناهار یا داروهای خود را بلافاصله قبل از شروع تمرینات مصرف نکنند و آب مورد نیاز بدن را در وسط جلسات تمرین مصرف کنند. جلسات تمرین تدریجاً از نظر شدت و مدت افزایش یافت، همه جلسات شامل ۱۵– ۱۰دقیقه حرکات کششی و انعطافی برای گرم کردن و همچنین ۱۵–۱۰ دقیقه برای سرد کردن بود. شرکت‌کنندگان در گروه تمرینات هوازی برنامه خود را سه بار در هفته با استفاده از تردمیل مدل Johanson Fitness T8000 PRO و دوچرخه ثابتKetler HKS Selection– انجام دادند که تدریجاً در طی یکسال از ۲۰ تا ۶۰ دقیقه در ۷۰–۶۰٪ ضربان قلب بیشینه افزایش یافت. تمرینات گروه بی‌هوازی (مقاومتی) که با دو جلسه در هفته شروع شده بود به سه جلسه در هفته افزایش یافت و بوسیله دستگاههای وزنه انجام گرفت. این برنامه شامل ۱۰–۸ تمرین مختلف بود که بصورت ۳–۲ سری از هر ورزش ۱۰– ۸ بار تکرار می‌شد. آزمودنی‌های گروه تمرینات ترکیبی نیز برنامه تمرینات هوازی باضافه تمرینات مقاومتی را در فاصله مابین حرکات گرم کردن انجام می‌دادند. به خاطر نظارت مربیان مشکلات جدی در هر سه گروه مشاهده نشد. موارد حذف از مطالعه عبارت بودند از: سه مورد افزوده شدن انسولین به برنامه درمانی ، هفت مورد نداشتن تعداد کافی جلسات شرکت در تمرینات ورزشی، ۲ مورد هیپوگلیسمی شدید مکرر در ماه اول برنامه مطالعه، یک مورد مرگ ناشی از تصادف اتومبیل و دو مورد به علت تغییر آدرس محل زندگی. آزمودنی‌هایی که در بیش از ۸۰٪ کل جلسات شرکت داشتند وارد آنالیز آماری شدند، به آنها توصیه شده بود حتی در روزهای عدم شرکت در تمرینات به فعالیت‌های جسمانی خود در منزل ادامه دهند. نهایتا پس از اعمال شاخص‌های مورد نیاز و آزمایش‌های بالینی، ۶۰ نفر (در هر گروه ۱۵ نفر بطور مساوی) توانستند دوره تمرینات ۵۲ هفته‌ای را به اتمام برسانند. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون آماری کلموگروف اسمیرنوف استفاده شد که همگی داده‌ها نرمال بودند. از آزمون آماری تحلیل واریانس یک طرفه نیز برای بررسی تغییرات بین گروه‌ها و در صورت معنی دار بودن نتایج از آزمون پس تعقیبی توکی (Post hoc tukey test) برای مقایسه زوج‌ها استفاده شد. همه نتایج بصورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده‌اند و مقادیر $P<۰/۰۵$ از نظر آماری معنی‌دار تلقی شده‌اند. کلیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS-16.0 تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

میانگین سنی کل شرکت کنندگان در مطالعه ۸/۴۵±۵۰/۵ سال بود (دامنه سنی: ۶۹–۳۳ سال). جدول ۱ میانگین سنی و BMI چهار گروه را در اندازه‌گیری اول نشان می‌دهد. جدول ۲مقایسه شاخصهای متابولیکی، ترکیب بدنی و ریسک فاکتورهای قلبی– عروقی را به تفکیک در چهار گروه در قبل و بعد از مداخله نشان می‌دهد. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود در طی ۵۲ هفته تمرینات ورزشی، مقادیر گلوکز خون ناشتا در سه گروه ورزشی کاهش یافت در حالیکه این کاهش در گروه هوازی معنی دار نبوده و در گروه ترکیبی معنی دار بود. (از mg/dl ۴۸/۵۰±۱۶۳/۶۰ به mg/dl ۳۷/۵۰±۱۱۷/۲۰، $P<$ ۰/۰۰۱) این شاخص در گروه کنترل افزایش غیر معنی داری نشان داد. همچنین قند خون ۲hr.pp کاهش معنی داری در همه گروههای تحت مداخله نشان داد که بیشترین کاهش در گروه ترکیبی بود (mg/dl ۸۷/۲±۲۴۳/۳ به mg/dl ۵۹/۱±۱۸۱/۴، P=۰/۰۰۱). A1C در هر سه گروه تمرینی کاهش معنی‌داری داشته است در صورتی که در گروه کنترل تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد. شاخص توده بدن فقط در گروه تمرینات ترکیبی کاهش معنی‌دار نشان داد. همچنین نتایج این جدول نشان می‌دهد که فشار خون سیستولی، دیاستولی و حداکثر اکسیژن مصرفی در هر سه گروه تمرینی تغییرات معنی‌داری داشته‌اند ولی در گروه کنترل تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه اختلاف مقادیر شاخصها در چهار گروه در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول۱: مقایسه سن و BMİ چهار گروه تمرینات هوازی، مقاومتی، ترکیبی و کنترل

گروه / متغیر	تمرینات هوازی	تمرینات مقاومتی	تمرینات ترکیبی	کنترل	*مقدار P*
سن	۴۸/۲ ± ۹/۲	۵۱/۵ ± ۶/۳	۵۰/۹ ± ۹/۸	۵۱/۵ ± ۸/۵	۰/۶۷۷
BMI	۲۹/۴ ± ۵/۷	۳۰/۳ ± ۴/۰	۲۸/۸ ± ۵/۴	۳۲/۰ ± ۴/۹	۰/۳۴

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲: مقایسه مقادیر شاخص‌های متابولیکی و ترکیب بدنی و ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی قبل و پس از مداخله

شاخص	تمرینات هوازی	مقدار P	تمرینات مقاومتی	مقدار P	تمرینات ترکیبی	مقدار P	گروه کنترل	مقدار P
HbA1C (٪)								
قبل	۸/۴۸±۱/۱۸	<۰/۰۰۱	۷/۸۵±۱/۱	<۰/۰۰۱	۸/۶۰±۱/۱۵	<۰/۰۰۱	۷/۹۷±۰/۵۸	۰/۲۶
بعد	۷/۱۵±۰/۸۲		۷/۲۹±۱/۱		۶/۸۶±۰/۹۰		۸/۱۷±۰/۹۸	
FBS								
قبل	۱۵۷/۹±۳۹/۳	۰/۰۷	۱۴۴/۹±۲۷/۰	۰/۰۰۲	۱۶۳/۶۰±۴۸/۴۷	۰/۰۰۱	۱۴۶/۱±۴۰/۹	۰/۱۸
بعد	۱۳۰/۶±۳۱/۲		۱۲۲/۷±۲۳/۴		۱۱۷/۲۰±۳۷/۴۷		۱۵۷/۰±۳۷/۳	
2hr.pp								
قبل	۲۴۳/۱±۵۷/۷	۰/۰۱	۲۰۵/۳±۶۵/۵	۰/۰۱۶	۲۴۳/۳±۸۷/۲	۰/۰۰۱	۲۱۶/۴±۵۴/۸	۰/۳۹
بعد	۱۹۸/۴±۵۰/۲		۱۷۲/۸±۲۸/۹		۱۸۱/۴±۵۹/۱	۲۲۸/۲±۶۲/۳	۲۲۸/۲±۶۲/۳	
تری گلیسرید (mg/dl)								
قبل	۱۸۲/۰±۷۶/۷	۰/۰۰۴	۱۸۵/۱±۵۳/۷	۰/۲۱	۲۴۳/۴۳±۱۴۵/۹	۰/۰۰۹	۱۷۱/۲۷±۷۸/۵	۰/۱۱
بعد	۱۲۳/۱±۲۸/۷		۱۵۶/۵±۷۸/۹		۱۴۳/۹±۸۵/۷		۲۲۰/۹۳±۹۷/۹	
کلسترول تام (mg/dl)								
قبل	۱۷۸/۰±۴۵/۳	۰/۴۳	۱۶۶/۸±۳۸/۸	۰/۴۲	۱۷۰/۶۷±۲۸/۷	۰/۲۲	۱۶۷/۴۷±۴۴/۴	۰/۳۸
بعد	۱۶۸/۸±۲۹/۳		۱۷۶/۱±۴۹/۳		۱۵۷/۲±۲۷/۵		۱۸۰/۱±۴۴/۵	
LDL-c (mg/dl)								
قبل	۱۰۱/۶±۴۰/۸	۰/۵۱	۸۹/۵۵±۴۰/۱	۰/۳۲	۱۱۱/۱±۴۹/۳	۰/۰۶۶	۸۸/۰۵±۴۱/۱	۰/۶۶
بعد	۹۵/۳±۳۰/۰		۱۰۰/۶±۴۵/۲		۹۲/۶۷±۲۳/۲		۹۳/۳۳±۳۲/۷	
HDL-c (mg/dl)								
قبل	۴۷/۷±۸/۹	۰/۹۸	۴۰/۶۰±۹/۶۳	۰/۰۰۴	۳۹/۰±۴/۹۴	۰/۷۵	۴۴/۲۱±۸/۶۸	۰/۶۵
بعد	۴۷/۷±۱۰/۵		۴۵/۲۷±۸/۶۶		۳۸/۴۷±۵/۹۵		۴۳/۱۴±۷/۹۷	
شاخص توده بدن (kg/m^2)								
قبل	۲۹/۴±۵/۷	۰/۲۸	۳۰/۲۷±۴/۰۱	۰/۰۶۵	۲۸/۸۲±۵/۳۹	۰/۰۴۴	۳۲/۰±۴/۸۸	۰/۲۳
بعد	۲۸/۵±۴/۷		۲۹/۷۱±۳/۸۸		۲۷/۸۱±۴/۹۰		۳۱/۲۸±۵/۱۷	
درصد چربی بدن (٪)								
قبل	۴۰/۰±۵/۹	۰/۱۴	۳۲/۶۹±۹/۶۳	<۰/۰۰۱	۲۹/۴۱±۹/۸۰	<۰/۰۰۱	۴۲/۰۷±۱۱/۳	۰/۱۷
بعد	۳۹/۰±۵/۷		۳۰/۵۱±۱۰/۴۸		۲۶/۰۶±۹/۹۱		۴۰/۸۴±۱۱/۳	
چربی احشایی (٪)								
قبل	۸/۴۰±۲/۳۸	۰/۵۸	۱۲/۸۰±۳/۷۸	۰/۰۵۲	۱۱/۸۰±۵/۱۸	<۰/۰۰۱	۱۱/۲۰±۲/۷۶	۰/۲۹
بعد	۸/۲۷±۲/۲۵		۱۲/۰۷±۳/۴۳		۱۰/۷۳±۴/۷۰		۱۰/۶۷±۲/۶۶	
میزان متابولیک پایه (kcal/h)								
قبل	۱۳۷۲/۳±۱۴۹	۰/۲۳	۱۷۱۱/۹±۱۶۸	۰/۴۱	۱۷۲۱/۳±۲۵۵	۰/۰۸۶	۱۴۷۸/۷±۲۰۰	۰/۲۲
بعد	۱۳۸۱/۳±۱۵۴		۱۷۰۱/۴±۱۵۷		۱۶۹۱/۹±۲۲۳		۱۴۵۵/۹±۲۱۶	
فشار خون سیستولی (mmHg)								
قبل	۱۳۱/۵±۱۸/۳	۰/۰۰۲	۱۲۹/۷±۱۵/۵	۰/۰۱۳	۱۳۵/۸۶±۱۳/۳	۰/۰۱۱	۱۲۲/۳±۱۶/۹	۰/۷۵
بعد	۱۱۸/۵±۲۰/۱		۱۱۸/۴±۱۲/۲		۱۲۳/۰±۱۲/۵		۱۲۱/۳±۱۴/۴	
فشار خون دیاستولی(mmHg)								
قبل	۷۹/۹±۹/۰	۰/۰۳۰	۸۲/۶±۹/۵	۰/۰۰۴	۸۳/۶۴±۹/۵	۰/۰۱۷	۷۴/۹۳±۱۴/۴	۰/۷۳
بعد	۷۱/۹±۸/۵		۷۵/۸±۸/۵		۷۸/۲۸±۸/۸		۷۶/۰±۷/۲	
ضربان قلب (bpm)								
قبل	۸۶/۸±۱۶/۸	۰/۳۲	۸۵/۲۷±۱۲/۸	۰/۱۰	۸۹/۲۳±۱۹	۰/۲۴	۸۰/۳±۱۳/۸	۰/۸۴
بعد	۸۲/۰±۹/۶		۸۱/۵۳±۱۳/۲		۷۶/۱۴±۹/۵۰		۷۹/۶±۱۲/۹	
حداکثر اکسیژن مصرفی (ml/kg/min)								
قبل	۲۶/۶۹±۷/۵۸	۰/۰۰۳	۳۲/۱۷±۱۰/۸۲	۰/۰۰۴	۳۲/۰۰±۷/۴۰	۰/۰۳۹	۲۵/۰۷±۸/۴۸	۰/۱۱
بعد	۳۰/۳۲±۹/۴۹		۳۵/۹۳±۱۰/۷۳		۳۴/۷۶±۶/۸۵		۲۷/۸۸±۶/۷۲	

همانطورکه در این جدول ۳ مشاهده می‌شود گلوکز خون ناشتا (FBS)، گلوکز خون پس از غذا (2hr.pp)، تری‌گلیسرید (TGs)، درصد چربی بدن (BF٪) و درصد عضلانی اختلاف معنی‌داری داشتند در صورتی‌که کلسترول تام (TC)، HDL-c،

Archive of SID

www.SID.ir

LDL-c، نمایه توده بدن (BMI)، چربی احشایی، فشار خون سیستولی، دیاستولی، میزان متابولیک پایه، (BMR)، حداکثر اکسیژن مصرفی(VO_{2max}) اختلاف معنی‌داری نداشتند.

نتایج آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه زوج‌ها در متغیرهای معنی‌دار در چهار گروه مورد مطالعه در جدول ۴ قابل مشاهده است. نتایج این جدول حاکی از آن است که مقادیر قند خون ناشتا و پس از غذا در گروه تمرینات هوازی و ترکیبی اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل نشان می‌دهد (بترتیب ۰/۰۳۴ و ۰/۰۰۱). این رابطه در مورد **هموگلوبین گلیکوزیله** A1C نیز صادق است (کمتر از ۰/۰۰۱ در هر دو گروه)، در حالیکه علاوه بر آن، گروه تمرینات مقاومتی با گروه تمرینات ترکیبی و گروه کنترل نیز تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشته و گروه تمرینات ترکیبی نیز نسبت به گروه تمرینات مقاومتی اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. این اختلاف معنی‌دار در رابطه با شاخص تری‌گلیسرید بین دو گروه تمرینات هوازی و ترکیبی نسبت به گروه کنترل وجود دارد (۰/۰۲ و ۰/۰۰۱). از سوی دیگر همانگونه که در جدول مشاهده می‌شود، تغییرات درصد چربی بدن (BF٪) دارای اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین گروه تمرینات هوازی و ترکیبی (۰/۰۴) و در مورد شاخص درصد عضلانی بین تغییرات مربوط به گروه تمرینات ترکیبی نسبت به گروه کنترل مشاهده می‌باشد.

جدول ۳: مقایسه اختلاف مقادیر شاخص‌ها در چهار گروه پس از ۱۲ ماه (انحراف از میانگین)

شاخص	ورزش هوازی	تمرینات مقاومتی	تمرینات ترکیبی	گروه کنترل	*P*
HbA1C (٪)	−۱/۳۳±۱/۰۸	−۰/۵۵±۰/۴۷	−۱۷۴±۰/۹۷	۰/۲۰±۰/۶۶	۰/۰۰۱
FBS (mg/dl)	−۲۷/۲۷±۵۵/۷۷	۲۲/۲۰±۲۳/۱۲	−۴۶/۴۰±۳۱/۷۵	۱۰/۰ ±۲۹/۶۹	۰/۰۰۱
hr.pp۲ (mg/dl)	−۴۴/۷۱±۶۰/۲	−۳۲/۴۷±۴۶/۱۱	−۶۱/۸۷±۵۸/۵۱	۱۱/۸۰±۵۱/۶۸	۰/۰۰۴
تری گلیسرید (mg/dl)	−۵۸/۸۷±۶۵/۱۲	−۲۸/۵۳±۸۳/۹۲	۹۹/۵۰±۱۲۱/۰۳	۴۹/۶۷±۱۱۵/۹	۰/۰۰۱
کلسترول تام (mg/dl)	−۹/۲۰±۴۴/۷	۹/۲۷±۴۳/۲	−۱۳/۵±۴۱/۳	۱۲/۷±۵۴/۸	۰/۳۲۰
LDL-c (mg/dl)	−۶/۲۷±۳۵/۷۲	۱۱/۰۵±۴۱/۱۷	−۱۸/۴۷±۳۵/۸۸	۵/۲۸±۴۴/۰۹	۰/۱۸۹
HDL-c (mg/dl)	۰/۰۷±۸/۴۲	۴/۶۷±۵/۱۹	−۰/۵۳±۶/۴۴	−۱/۰۷±۸/۶۰	۰/۱۳۴
شاخص توده بدن (kg/m^2)	−۰/۸۷±۲/۹۹	−۰/۵۶±۱/۰۹	−۱/۰۱±۱/۷۷	−۰/۷۳±۲/۲۳	۰/۹۴۵
درصد چربی بدن (٪)	−۰/۹۷±۲/۴۰	−۲/۱۸±۱/۶۷	−۳/۳۵±۱/۷۳	−۱/۲۳±۳/۳۲	۰/۰۳۵
چربی احشایی (٪)	−۰/۱۳±۰/۹۲	−۰/۷۳±۱/۳۳	−۱/۰۷±۱/۳۹	−۰/۵۳±۱/۸۸	۰/۳۴۸
در صد عضلات (٪)	۰/۷۹±۱/۴۱	۱/۱۳±۰/۸۶	۱/۸۴±۱/۰۶	۰/۷۲±۱/۳۲	۰/۰۴۸
فشار خون سیستولی (mmHg)	−۱۳/۰±۱۳/۴۷	−۱۱/۳±۱۵/۳۹	−۱۲/۸۶±۱۶/۲۷	−۰/۹۳±۱۱/۵۶	۰/۰۷۳
فشار خون دیاستولی (mmHg)	−۷/۹۳±۱۲/۹۶	−۶/۸±۷/۵۹	۶/۳۶±۸/۶۹۰	۱/۰۷±۱۱/۶۶	۰/۰۹
ضربان قلب (bpm)	−۴/۸±۱۸/۰۵	−۳/۷۳±۸/۲۸	۵/۷۹±۱۷/۷	−۰/۶۷±۱۲/۴۷	۰/۷۹۸
میزان متابولیک پایه (kcal/h)	۹/۰±۲۷/۷۷	−۱۰/۵۳±۴۸/۰۱	−۲۹/۴۷±۶۱/۷۰	−۲۲/۸۷±۶۹/۳۴	۰/۲۳۳
حداکثر اکسیژن مصرفی (ml/kg/min)	۳/۶۳±۳/۸۴	۳/۷۷±۴/۱۹	۲/۷۶±۴/۶۸	۳/۲۴±۴/۷۸	۰/۹۱۲

جدول ۴: نتایج آزمون پس تعقیبی توکی برای معنی‌دار بودن ANOVA

	گروه	*(FBS)*	(2hr.pp)	*(HbA1c)*	(TGS)	*(BF٪)*	درصد عضلات
گروه تمرینات هوازی	**گروه تمرینات بی‌هوازیّ**	۰/۹۸۲	۰/۹۳۰	۰/۰۶۱	۰/۸۳۵	۰/۵۱۱	۰/۸۶۰
	گروه تمرینات ترکیبی	۰/۴۹۹	۰/۸۳۰	۰/۵۳۸	۰/۶۸۷	۰/۰۴۰	۰/۰۸۵
	گروه کنترل	۰/۰۳۴	۰/۰۳۴	۰/۰۰۱ >	۰/۰۲۰	۰/۹۹۱	۰/۹۹۸
گروه تمرینات مقاومتی	**گروه تمرینات ترکیبی**	۰/۲۹۳	۰/۴۵۵	۰/۰۰۱	۰/۲۲۶	۰/۵۳۸	۰/۳۶۸
	گروه کنترل	۰/۰۸۲	۰/۱۲۷	۰/۰۴۲	۰/۱۴۵	۰/۰۸۱	۰/۷۷۵
گروه تمرینات ترکیبی	**گروه کنترل**	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱ >	۰/۰۰۱	۰/۹۹۷	۰/۰۷۷

بحث

اثرات مثبت ورزش منظم هوازی و مقاومتی در بیماران دیابتی نوع ۲ از جمله بهبود کنترل گلیسمی و کاهش عوارض دیابتی نظیر مشکلات قلبی-عروقی کاملا اثبات شده است. مطالعه حاضر جهت ارزیابی و مقایسه اثرات انواع مختلف تمرینات ورزشی در کنترل گلیسمی و یا کاهش ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی و همچنین بهبود ترکیب بدنی در این بیماران طراحی گردید. به

Archive of SID

www.SID.ir

عنوان یک مداخله درمانی، اثرات ورزش در مطالعات متعددی که از نظر نوع، مدت، شدت و دفعات تمرینات مختلف بوده‌اند قبلا مورد توجه قرار گرفته و یک یا چند شاخص از شاخص‌های مورد مطالعه ما در آنها نیز ارزیابی گردیده است.

A1C

بالابودن مقادیر هموگلوبین گلیکوزیله A1C شاخص کنترل ضعیف گلوکز خون می‌باشد. مطالعات نشان داده‌اند که رساندن A1C به مقادیر هدف ۷٪ یا پایین‌تر عوارض طولانی مدت را در بیماران پر خطر از جمله بیماریهای قلبی عروقی را تا ۷۶٪ کاهش می‌دهد (۳). تغییرات مقادیر A1C در گروههای تحت تمرین در مطالعه ما مؤید یافته‌های قبلی است. در مطالعه ما مقادیر A1C بترتیب ۱/۳۳٪ در گروه تمرینات هوازی، ۰/۵۵٪ در گروه مقاومتی و ۱/۷۴٪ در گروه ترکیبی کاهش یافت، در حالیکه از ۰/۲٪ افزایش در گروه کنترل برخوردار بود. بعلاوه، تفاوتهای حاصله در گروه هوازی در مقایسه با گروه کنترل و همچنین گروه ترکیبی در مقایسه با هر دو گروه کنترل و مقاومتی معنی دار بودند. متاآنالیز صورت گرفته طی سالهای ۲۰۰۰-۱۹۸۹ بر روی ۱۲ مطالعه مربوط به تمرینات هوازی و دو مطالعه مربوط به تمرینات مقاومتی حاکی از آن است که تمرینات ورزشی مقادیر A_{1C} را تقریبا تا ۰/۶۶٪ کاهش می‌دهد که یک کاهش مطلوب برای بهبود کنترل گلیسمی می‌باشد (۱۰). این کاهش در مطالعه Kelly و Kelly حدود ۰/۸٪ گزارش شده است (۱۰). برمبنای مطالعه آینده نگر دیابت در انگلستان کاهش ۰/۶٪ در میزان A1C موجب کاهش ۳۲٪ در بروز میکروواسکولار می‌شود (۷).

کاهش گزارش شده توسط Goldhaber-Fiebert و همکاران (۱۲) بیشتر از سایر مطالعات بوده است (۲/۳±۱/۸-٪ در مقایسه با ۲/۳ ±۰/۴ -٪ در گروه کنترل). این کاهش مشابه کاهش حاصله در گروه تمرینات ترکیبی در مطالعه حاضر می‌باشد (۰/۹۷±۱/۷۴- ٪) که دامنه بسیار مطلوبی برای پیشگیری از بیماریهای قلبی-عروقی در بیماران دیابتی نوع ۲ محسوب می‌شود.

در مطالعه ما، بنظر می‌رسد کاهش A1C در گروه ترکیبی حاصل جمع کاهش‌های A1Cدر گروه هوازی و مقاومتی باشد که اثرات فزاینده تمرینات ترکیبی را بر کنترل گلیسمی تایید می‌کند. اثرات دو نوع تمرین بر آمادگی جسمانی مکمل همدیگر است: تمرینات هوازی آمادگی قلبی-تنفسی را افزایش می‌دهد، در حالیکه تمرینات مقاومتی قدرت عضلانی و تحمل را افزایش می‌دهد (۷). این یافته، هم راستا با نتایج کارآزمایی Sigal و همکاران (۱۲) و بررسی Zanuso و همکاران (۱۴) می‌باشد که گزارش کرده‌اند که تمرینات ترکیبی موجب تغییرات مضاعف در مقادیر A1C در مقایسه با هر یک از تمرینات به تنهایی می‌شود.

در مطالعه ما کاهش A1C در گروه مقاومتی کمتر از نصف کاهش حاصله در گروه هوازی بود که با یافته مطالعه Sigal و همکاران همخوانی دارد که تمرینات هوازی موجب کاهش بیشتری در مقادیر A_{1C} شده بود (حدود ۰/۸٪). به نظر آنها این بهبودی سریعتر A1C می‌تواند حداقل در بیماران با کنترل ناکافی قند خون مفید واقع شود (۱۳). در مطالعه حاضر، صرف نظر از مدت و شدت تمرینات، کاهش مشاهده شده در گروه مقاومتی با اکثر مطالعات قبلی همخوانی دارد، ولیکن با مواردی چون مطالعه Ride و همکاران همسویی ندارد که برتری تمرینات مقاومتی را بر تمرینات هوازی در کاهش A1Cگزارش کرده‌اند (۱۵). در مقالات منتشره نتایج متضاد دیگری نیز به‌چشم می‌خورد از جمله مطالعه Honkola و همکاران که هیچگونه کاهش معنی داری را پس از تمرینات مقاومتی پیشرونده در مقادیر A1C گزارش نکرده‌اند (۷). این احتمال وجود دارد کاهش قابل توجه A1C در مطالعه ما با زمان طولانی تحقیقات در ارتباط باشد. این در حالی است که برخی محققین مثل Sigal و Arora گزارش کرده‌اند که افرادی که A1C پایه بیشتری داشته‌اند نسبت به افراد با مقادیر پایه A1C کمتر، کاهش قابل توجهی را در میزان A1C در پایان مداخله تجربه کرده‌اند که این موضوع در مطالعه ما مورد بررسی قرار نگرفته است (۸ و۱۳).

آزمونهای قند خون

در هر سه گروه ورزشی، کاهش‌های قابل توجهی در مقادیر FBS وجود داشت، هر چند کاهش مشاهده شده در گروه هوازی از نظر آماری معنی دار نبود ($P = ۰/۰۷$). این یافته‌ها با تغییرات گزارش شده در مطالعه Shenoy و همکاران (۳) همخوانی دارد که حاکی از اثر هر چه بیشتر تمرینات مقاومتی بر بهبود FBS در مقایسه با تمرینات هوازی بود. یافته‌های ما مشابه نتایج Maiorana و همکاران (۱۶)، Alam و همکاران (۶)، Goldhaber-Fiebert و همکاران (۱۲) و Balducci و همکاران (۱۷) می‌باشد که کاهش مقادیر FBS را در اثر انجام انواع مختلف تمرینات ورزشی گزارش کردند.

هیپرگلیسمی پس از غذا به میزان بیشتری با خطر بروز بیماریهای قلبی، افزایش استرس اکسیداتیو و التهاب، کاهش عملکرد اندوتلیال و قویا" با پیشرفت رتینوپاتی همراه بوده و به عنوان یک عامل احتمالی مرتبط با سرطان نیز مطرح می‌باشد (۱۸). در مطالعه حاضر کاهش مقادیر hr.pp۲ در هر سه گروه ورزشی معنی دار بود که بیشترین بهبودی متعلق به گروه تمرینات ترکیبی بود. در مطالعه Baldi گزارش شده بود که ۶ هفته تمرینات مقاومتی با تغییراتی در مقادیر hr.pp۲ همراه نبوده است (۷).

نیمرخ لیپید

شایعترین اختلات لیپید در T2DM یعنی دیس‌لیپیدمی شامل افزایش تری‌گلیسرید و کاهش HDL-cمی‌باشد که پارامتر اخیر ریسک فاکتور بیماریهای قلبی- عروقی می‌باشد در حالیکه افزایش غلظت تری‌گلسیرید با افزایش ذرات LDL-c کم چگال همراه می‌باشد که به عنوان عامل آتروژنیک شناخته شده است (۲و۶). دیس‌لیپیدمی و مقاومت انسولین با افزایش چربی بدن بویژه "چربی احشایی همراه است. شواهد معتبری وجود دارد که ورزش

Archive of SID

www.SID.ir

با شدت بالا اثرات مثبت قابل توجهی بر نیمرخ چربی اعمال می‌کند که بصورت کاهش بیش از دو برابر میزان مرگ و میر طی یک دهه می‌باشد (۱۹). ورزش علاوه بر کنترل گلیسمی و افزایش حساسیت انسولین می‌تواند ریسک فاکتورهای قلبی- عروقی نظیر چربی احشایی، نیمرخ لیپید، سفتی شریانی و عملکرد اندوتلیال را بهبود بخشد (۶و۸). تحقیقات مربوط به نیمرخ لیپید در بیماران دیابتی با نتایج سر در گم کننده‌ای همراه بوده است (۲).

همه تغییرات مشاهده شده در کلسترول تام (TC) وLDL-c در هر چهار گروه تحت مطالعه ما از نظر آماری معنی دار نبودند. HDL-c افزایش معنی داری در گروه تمرینات مقاومتی نشان داد، در حالیکه مقادیر تری‌گلیسرید تغییرات معنی داری در گروههای هوازی و ترکیبی داشت (بترتیب(mg/dl) ۶۵/۱۰ ±۵۸/۸ و (mg/dl) ۱۲۱ ±۹۹/۵۰).

اختلاف بین گروههای ترکیبی و کنترل معنی دار بود. این نتایج در تضاد با یافته‌های Sigal و همکاران (۱۳) و Castaneda و همکاران (۲۰) بود که به‌ترتیب تغییرات معنی داری در نیمرخ لیپید بین چهار گروه نسبت به گروه کنترل و گروه مقاومت نسبت به گروه کنترل نشان دادند. از سوی دیگر، متا آنالیز صورت گرفته توسط Thomas و همکاران تغییرات معنی داری در مقادیر لیپید پلاسما در اثر ورزش نشان نداده (۱۳) و تغییرات گزارش شده در مقادیر اندازه‌گیری شده پس از سه هفته برنامه پیاده‌روی در مطالعه Goldhaber-Fiebert و همکاران (۱۲) کوچک و غیر قابل توجه بوده‌اند. نظر برخی محققین بر آن است که کاهش مطلوب تری‌گلیسرید و کلسترول در افراد دیابتی نوع ۲ به‌نحو مطلوبی از طریق کاهش وزن حاصل می‌شود. در حالیکه نظریه عکس نیز وجود دارد که تغییرات ناشی از ورزش در نیمرخ لیپید مستقل از وزن بدن می‌باشد. در کل، شدت، مدت و تعداد تمرینات و همچنین کاهش چربی‌های اشباع و رژیم غذایی و کاهش وزن نیز بر تغییرات لیپید و پروتئین تاثیرگذار تلقی شده‌اند (۲).

یافته‌های ما در تناقض با یافته‌های حاصل از متا آنالیز صورت گرفته توسط Kelly و Kelly (۱۱) می‌باشد که حاکی از کاهش معنی دار حدود ۵٪ در مقادیر LDL-c بدون بهبود قابل توجه TC و HDL-c، تری گلیسرید یا نسبت TC/HDL-c می‌باشد. همچنین نتایج ما یافته‌های Balducci و همکاران (۱۷) را تایید نمی‌کند که کاهش قابل توجهی در مقادیرTC، LDL-c، تری گلیسرید و همچنین HDL-c را ثابت نکرده‌اند. یک مطالعه در جمعیت هندی اثربخشی هر دو نوع تمرینات هوازی و مقاومتی را در بهبود نیمرخ متابولیک در دیابت نوع ۲ نشان داده و اثر بخشی هر چه بیشتر تمرینات مقاومتی را از نظر بهبود شاخص‌های TC و تری گلیسرید در مقایسه با تمرینات هوازی ثابت کرده است (۸).

فشار خون و ضربان قلب

دیابت نوع ۲ همراه با هیپرتانسیون منجر به ناهنجاریهایی در پارامترهای مرکزی و محیطی ساختار و عملکرد قلبی- عروقی می‌شوند. شواهد معتبری در رابطه با سودمندی ورزش در بهبود عملکرد اندوتلیال، انبساط‌پذیری عروقی، عملکرد دیاستولیک بطن چپ و حجم ضربه‌ای بطنی وجود دارد (۲و۲۱). بیشتر کارآزماییها کاهش در فشار خون سیستولیک و دیاستولیک را گزارش کرده‌اند. در مطالعه ما هردو فشار سیستولیک و دیاستولیک در سه گروه تحت تمرینات ورزشی کاهش یافتند، در حالیکه در گروه کنترل تغییرات قابل توجهی نداشتند. این نتیجه گیری با نتایج Sigalو همکاران (۱۳) Goldhaber-Fiebert و همکاران (۱۲) همخوانی ندارد که هیچگونه تغییر معنی داری را ما بین گروههای آزمون و کنترل گزارش نکردند، اما نتایج Maiorana و همکاران را پس از یک برنامه تمرینات ترکیبی ۸ هفته‌ای و Balducci و همکاران را پس از یک برنامه تمرینات ترکیبی تایید می‌کند (۱۶و۱۷). در مورد فشار خون سیستولیک، یافته‌های ما هم راستا با نتایج گزارش شده توسط Arora و همکاران می‌باشد که در پی هر دو نوع تمرینات ورزشی در مقایسه با آزمودنی‌های گروه کنترل، کاهش معنی داری نشان داد، در حالیکه این گروهها تغییرات معنی‌داری در مورد فشار خون دیاستولیک و ضربان قلب نشان ندادند (۸). موضوع تعجب برانگیز در مطالعه ما این است که ضربان قلب در مشارکت کنندگان چهار گروه مطالعه هیچگونه تغییراتی نشان نداد. در کل، در رابطه با این شاخص مطالب موجود در مقالات علمی، متناقض می‌باشد. ضربان قلب اساسا"، با فعالیت مستقیم سیستم عصبی خودکار (ANS) متشکل از اثرات سمپاتیک و پاراسمپاتیک (واگ) بر ریتم خودکار گره سینوسی خصوصا" فعالیت واگی در حال استراحت کنترل می‌شود. بنظر می‌رسد فعالیت واگی یک فاکتور حفاظتی قلبی- عروقی باشد. بدین معنی که اختلال کارکرد ANS خصوصا" کاهش تون واگی قلب موجب افزایش خطر مرگ و میر قلبی- عروقی می‌شود. برخی شواهد حاکی از آن است که فعالیت بدنی منظم می‌تواند موجب افزایش قابل توجه فعالیت ANS شود و تنظیم ضربان قلب حاصل از فعالیت‌های هوازی ممکن است ناشی از تغییرات توازن سمپاتیک- واگ باشد (۱۹). مطابق نتایج Hagberg و همکاران، کنترل مطلوب این شاخص‌ها با درمان دارویی حاصل می‌شود (۲۲).

ترکیب بدنی

دو تا از اهداف مهم درمان دیابت، کاهش هیپرگلیسمی و چربی بدن می‌باشد. چاقی خصوصا" چاقی شکمی با مقاومت انسولین، هیپرگلیسریدی، دیس‌لیپیدمی و هیپرتانسیون همراه است که مجموعا" تحت عنوان سندرم متابولیک خوانده می‌شود(۶ و۲۱). ورزش آمادگی قلبی- تنفسی، قدرت عضلانی، استقامت و ترکیب بدنی را بهبود بخشیده و حفظ می‌نماید. بیشتر مطالعات و نه همه آنها بهبودی در ترکیب بدنی را ثابت نکرده‌اند که این امر ممکن است ناشی از روش متفاوت بکار گرفته شده برای ارزیابی بدنی (مثل BMI ، وزن یا توده چربی)، برنامه‌های تمرینی متفاوت (مثل تمرینات هوازی در مقابل تمرینات مقاومتی) و یا احتمال

Archive of SID

www.SID.ir

دخالت یا عدم دخالت دادن برنامه غذایی برای همراهی با ورزش بوده باشد. بهبودی در ترکیب بدن ممکن است یک شرط لازم برای اثر سودمند تمرینات استقامتی نبوده و بیشتر احتمال دارد بخاطر کاهش چربی احشایی در اثر این تمرینات باشد. در واقع کاهش چربی بدن بتنهایی از طریق لیپوساکشن نتوانسته T2DM و سایر ریسک فاکتورها را بهبود بخشد که این موضوع بر اهمیت اثرات متابولیک ورزش در کاهش وزن هر چه بیشتر تاکید می‌نماید. از آنجا که کاهش وزن با مصرف انرژی در ارتباط است، تمرینات هوازی اثر بالقوه بیشتری نسبت به تمرینات مقاومتی اعمال می‌نماید، هر چند مطالعات اثرات سودمند هر دو نوع روش تمرینی را گزارش کرده‌اند (۲۱) تمرینات هوازی منظم منجر به افزایش حساسیت انسولین و کاهش قابل توجه وزن بدن و بهبود ترکیب بدنی می‌شود. کاهش ۱۵-۱۰٪ وزن می‌تواند در دستیابی به اهداف متابولیک مفید بوده و موجب کاهش مقاومت به انسولین شده و در مراحل اولیه دیابت که هنوز ترشح انسولین کافی است از پیشرفت بیماری ممانعت نماید (۲).

در مطالعه حاضر، تغییرات مورد انتظار در گروههای تحت تمرینات ورزشی مشاهده نشد. بنظر می‌رسد میزان بیشتری از تمرینات ورزشی برای دستیابی به کاهش وزن مورد نظر در مقایسه با نسبت به میزان ورزش مورد نیاز برای بهبود کنترل گلیسمی یا سایر ریسک فاکتورها مورد نیاز می‌باشد (۲). احتمال می‌رود، میزان ورزش انجام گرفته در گروههای تحت مطالعه ما برای ایجاد کاهش وزن بیشتر کافی نبوده است. در تعدادی از مطالعات قبلی نیز کاهش وزن چندان چشمگیر نبوده است (۲۳). کاهش این شاخص توسط Cuff و همکاران (۲۴)، Maiorana و همکاران (۱۶) و Marcus و همکاران (۲۵) گزارش شده است. آنها خاطر نشان کرده‌اند که برنامه تمرینات ترکیبی افزایش بیشتری را در توده عضلانی در مقایسه با هر یک از تمرینات به تنهایی موجب می‌شود (۲۲). در مطالعه Goldhaber-Fiebert و همکاران (۱۲) کاهش وزن در گروه مداخله معنی‌دار بود، هر چند برنامه آنها شامل ورزش باضافه برنامه‌های تغذیه‌ای بود که ممکن است با اثرات مثبت بیشتری همراه بوده باشد. نتایج ما حاکی از کاهش معنی داری در درصد چربی بدن (BF٪) در هر دو گروه تمرینات مقاومتی و ترکیبی می‌باشد ($P<۰/۰۰۱$). به‌علاوه، درصد عضلانی نیز تغییرات معنی‌داری در سه گروه مداخله دارد که باز هم بیشترین افزایش در دو گروه تمرینات مقاومتی و ترکیبی مشاهده شده است ($P<۰/۰۰۱$). اثربخشی مشابهی در اثر تمرینات مقاومتی در مقایسه با گروه کنترل در مطالعه Castaneda و همکاران (۲۰) و Dunstan و همکاران (۲۶) حاکی از تمایل به افزایش توده عضلانی بدن گزارش شده است. این پدیده می‌تواند با این فرضیه پیشنهادی توضیح داده شود که تمرینات مقاومتی فیبرهای عضلانی اسکلتی را بکار می‌گیرند که منجر به هیپرتروفی هر چه بیشتر می‌گردد. افزایش توده عضلانی بدن، ظرفیت ذخایر اضافی گلیکوژن یا مکانیسم‌هایی را فراهم می‌کند که موجب بهبود حساسیت به انسولین (۲۶) و افزایش میزان متابولیسم در حال استراحت (RMR) در بیماران دیابتی می‌شود (۱و۲۶). چربی احشایی نشانگر منبع اسیدهای چرب آزاد(FFAs) است که ممکن است ترجیحا" به گلوکز اکسید شده و منجر به هیپرگلیسمی شود. کاهش چربی احشایی با کاهش چاقی شکمی می‌تواند یک فایده مهم ورزش باشد که موجب بهبودی قابل توجه در شاخص‌های متابولیک می‌گردد (۲).

در بین گروههای تحت مطالعه ما، گروه تمرینات ترکیبی از نظر آماری بهبودی معنی داری در BMI نشان داد (***P***=۰/۰۴۴). این بهبودی مشابه یافته‌های Balducci و همکاران (۱۶) و Marcus و همکاران (۲۵) می‌باشد که برتری تمرینات ترکیبی را نسبت به گروههای کنترل، هوازی و مقاومتی ثابت کرده‌اند. در مطالعه احمدی‌زاد و همکاران (۲۳) این شاخص‌ها کاهش معنی داری در پاسخ به هر دو نوع نمرینات هوازی و مقاومتی ۱۲ هفته‌ای نشان ندادند. با این حال در هر دو گروه، BF٪ بطور معنی داری کاهش داشت. در مطالعه Tokmakidis و همکاران (۲۷) پس از یک مطالعه ۱۶ هفته‌ای با تمرینات ترکیبی در زنان مبتلا به بیماری دیابت نوع ۲، BMI تغییرات معنی داری نشان نداد. علاوه بر این در بررسی سیستمیک در مورد انواع مختلف ورزش، Bolue و همکاران (۱۰) تغییرات معنی داری در BMI در مقایسه با گروه کنترل نیافتند. مسئله قابل توجه در مطالعه ما این است که کاهش BMI در گروه ترکیبی نسبت به تغییرات سایر شاخص‌ها در این گروه کمتر معنی دار بود بطوری که حتی در مقایسه با تغییرات سایر متغیرها در این گروه قابل چشم پوشی می‌باشد.

میزان متابولیک پایه (BMR) و حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max})

BMR بطور وسیعی در بیماران دیابتی مطالعه نشده است. هر چهار گروه تمرینات هوازی، مقاومتی، ترکیبی و گروه کنترل کاهش غیر معنی داری در میزان متابولیک پایه (BMR) نشان دادند. هر چند افزایش BMR در گروه تمرینات هوازی از نظر آماری معنی دار نبود.

فرضیه‌ای وجود دارد که افزایش توده عضلانی در اثر تمرینات ورزشی مقاومتی موجب افزایش BMR می‌شود(۲۸). افزایش غیر معنی دار BMR در مشارکت کنندگان ما در گروه هوازی این فرضیه را تایید نمی‌کند و عدم تغییر معنی‌داری را می‌توان به کاهش بافت عضلانی در گروه کنترل (در طول یکسال) و کاهش وزن (چربی و عضله) در هر سه گروه دیگر دانست. شواهدی وجود دارد که در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲، مقادیر VO_{2max} کمتر از مقادیر آن در آزمودنی‌های سالم بوده و مکانیسم‌های پاتوژنیک خاصی نظیر هیپرگلیسمی، چگالی پایین مویرگی و تغییرات در اکسیژن رسانی می‌توانند با این پدیده در ارتباط باشند (۲).

در مطالعه حاضر VO_{2max} بطور قابل توجهی در همه گروههای تمرینی افزایش یافت که در راستای نتایج دو مطالعه

Archive of SID

www.SID.ir

قبلی با طراحی تمرینات ترکیبی می‌باشد (۷). تغییرات گزارش شده توسط احمدی‌زاد و همکاران بیشتر از نتایج ما در گروههای هوازی و مقاومتی، معنی دار می‌باشد. در مطالعه مذکور این تغییرات به میزان ۴/۸±۲۶/۳ به ۴/۹±۳۳/۲ برای گروه تمرینات هوازی و ۸/۸±۲۴/۶ به ۷/۸±۲۹/۱ برای گروه تمرینات مقاومتی بوده است. در حالیکه VO_{2max} گروه کنترل از ۶/۴±۲۳/۰ ۵/۰ ±۲۰/۵ کاهش نشان داده است (۲۳).

Boule و همکاران (۲۰۰۳) بهبودی بالغ بر ۱۰٪ در مقادیر VO_{2max} را در اثر تمرینات ورزشی هوازی با شدت نسبتا کم گزارش کرده‌اند (۲۹).

در مطالعه Alam و همکاران افزایش معنی داری در مقادیر VO_{2max} در یک برنامه ورزشی کنترل شده ۶ ماهه مشاهده شده است(۶). Cauzu و همکاران بهبودی بیشتری در اوج V_{O2} پس از تمرینات هوازی گزارش کردند، در حالیکه هیچگونه تغییری در پی تمرینات مقاومتی در افراد دیابتی نوع ۲ مشاهده نکردند (۳۰). گزارش‌های وجود دارد که در افراد دیابتی مبتلا به سندرم متابولیک، تمرینات ترکیبی منجر به بهبودی هر چه بیشتر VO_{2max} در مقایسه تمرینات هوازی می‌شود. طبق این گزارشها چگالی مویرگی فیبر عضلانی، بیان حاملهای گلوکز (GLUT4) پس از تمرینات هوازی القا می‌شود، با این حال، برخی محققان عدم تغییرات را در مقادیر VO_{2max} در مطالعه کوتاه مدت تمرینات مقاومتی در مقایسه با آزمودنی‌های گروه کنترل گزارش کرده‌اند (۲۷).

نتیجه‌گیری

نتایج ما از سودمندی غیر قابل انکار فعالیت بدنی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ حمایت می‌کنند. در کل، تمرینات هوازی و مقاومتی به تنهایی اثرات مثبتی در پیشگیری یا مدیریت کنترل گلیسمی و ریسک فاکتورهای قلبی- عروقی ایفا می‌کنند. به‌علاوه، این اثرات ممکن است در ترکیب دو نوع تمرینات بصورت فزاینده‌ای ظاهر شوند. در این مطالعه، نقش هر یک نوع تمرینات هوازی یا مقاومتی به تنهایی در کاهش مقادیر A1C قابل توجه بود. این اهمیت در رابطه با افزایش VO_{2max} نیز معنی‌دار بود. همچنین افزایش قابل توجهی در مقادیر HDL-c توسط تمرینات مقاومتی باضافه کاهش غیر قابل اغماض مقادیر تری‌گلیسرید توسط تمرینات هوازی و ترکیبی نقش فعالیت جسمانی را بر ترکیب لیپیدها در اینگونه بیماران نشان می‌دهد. هر چند، نتایج مورد انتظار در مورد نیمرخ لیپید، BMI و BMR، حاصل نشد. همچنین به‌نظر می‌رسد که کاهش وزن و BMI به میزان بیشتری از ورزش نیاز دارند.

از سوی دیگر، ضربان قلب و فشار خون ذاتاً بیشتر وابسته به درمان دارویی هستند تا فعالیت جسمانی. بنابراین می‌توان هر دو نوع تمرینات هوازی و مقاومتی را جهت بهره‌گیری از مزایای هر یک از آنها و بدون تفوق خاص آنها بر همدیگر به عنوان روشهای مداخله‌ای سودمند در مدیریت دیابت نوع ۲ در نظر گرفت.

بنظر می‌رسد بهبودی مطلق شاخص‌هایی نظیر A1C ، آزمونهای گلوکز خون، تری‌گلیسرید، درصد چربی بدن، درصد عضلانی و چربی احشایی حاصل جمع مقادیر تغییر یافته در هر یک از انواع تمرینات هوازی و مقاومتی به تنهایی باشد (صرفنظر از اینکه این میزان تغییرات، معنی دار یا غیر معنی دار باشد). معلوم نیست بیشتر بودن زمان تمرینات در هر جلسه ورزشی در گروه ترکیبی در مقایسه با دو گروه دیگر تا چه حد در افزایش اثرات مشاهده شده دخیل بوده باشد که در مطالعات آتی باید در نظر گرفته شود. با این حال هم‌افزایی پاسخ‌ها نسبت به برخی شاخص‌ها در گروه تمرینات ترکیبی حاکی از آن است که ترجیحا این نوع ورزش را می‌توان به بیماران دیابتی نوع ۲ توصیه کرد.

تشکر و قدردانی

با عنایت به اینکه هزینه‌های این مطالعه توسط معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز تأمین شده است نویسندگان مقاله بدینوسیله مراتب سپاسگزاری خود را اعلام می‌دارند.

References

1. Stewart KJ. Exercise training: can it improve cardiovascular health in patients with type 2 diabetes? *Br J Sports Med* 2004; **38**: 250- 252.
2. Albright A, Franz M, Hornsby G, Kiriska A, Marrero D, Urlich I, etal. Exercise and type diabetes. *Med Sci Sports Med* 2000; **32**: 1345-1360.
3. Shenoy S, Arova E, Jaspal S. Effects of progressive resistance training and aerobic exercise onT2DM in Indian population. *Int J Diabetes Metab* 2009; **17**: 27-30.
4. Praet SFE, van Loon LGC. Optimizing the therapeutic benefits exercise in type 2 diabetes. *J Appl Physiol* 2007; **103**: 1113-1120.
5. Hamdy O, Goodyear LJ, Horton ES. Diet and exercise in T2DM mellitus. *Endocrinal Metabol Clin North AM* 2001; **30**: 883-907.
6. Alam S, Stolinski M, Pentecost C, Boroujerdi MA, Jones RH, Sonksen PH. The effect of a six-month exercise program on very low-density lipoprotein apolipoprotein B secretion in type 2 diabetes. *J Clin Endocrinal Metab* 2004; **89**: 688-691.
7. Eves ND, Plotnikoff RC. Resistance training and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2006; **29**: 1933-1941.
8. Arora E, Shenoy S, Sandhu JS. Effects of resistance training on metabolic profile of adults with type 2 diabetes. *Indian J Med Res* 2009; **129**: 515-519.

Archive of SID

www.SID.ir

9. American college of sport medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed. Lippincott, Williams and Wilkins, 2000; PP: 154.
10. Boule NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in T2DM mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 2001; **286**: 1718-1727.
11. Kelly GA, Kelly KS. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins in adults with type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized-controlled trials. *Public Health* 2007; **12**: 643-655.
12. Goldhaber-Fiebert JD, Goldhaber-Fiebert SN, Tristan ML, Nathan DM. Randomized controlled community based nutrition and exercise intervention improves glycemic and cardiovascular risk factors in type 2 diabetic patients in rural Costa Rica. *Diabetes Care* 2003; **26**: 24-29.
13. Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, Wells GA, Prud'homme D. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes. *Ann Intern Med* 2007; **147**: 357-369.
14. Zanuso S, Jimenez A, Pugliese G, Garigliano G, Balducci S. Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence. *Acta Diabetologica* 2009; **47**: 1432-5233.
15. Reid RD, Tolloch HE, Sigal RJ, Kenng GP, Fortier M, McDonnell, et al. Effects of aerobic exercise, resistance exercise or both, on patient-reported health status and well-being in T2DM mellitus: randomized trial. *Diabetologia* 2010; **53**: 632-640.
16. Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2002; **56**: 115- 123.
17. Balducci S, Leonetti F, Di Mario U, Fallucca F. Is a long-term aerobic plus resistance training program feasible for and effective on metabolic profiles in T2DM patients? *Diabetes Care* 2004; **27**: 841-842.
18. Day C, Bailey CJ. Glycemic is important. *Br J Diabetes* 2007; **7**: 198.
19. Almeida MB, Araujo CGS. Effects of aerobic training on heart rate. *Rev Bras Med Esporta* 2003; **9**: 113-118.
20. Castaneda C, layne JE, Munoz-Orianz. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002; **25**: 2535-2541.
21. Marwic TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS etal. Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk. *Circulation* 2009; **119**: 3244-3262.
22. Hagberg JM, Park JJ, Brown M. The role of exercise training in the treatment of hypertension. *Sports Med* 2000; **30**: 193-206.
23. Ahmadizad S, Haghighi AH, Hamedinia MR. Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *Eur J Endocrinol* 2007; **57**: 625-631.
24. Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Lgnaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2003; **26**: 2977-2982.
25. Marcus RL, Smith S, Morrell G, Addison O, Dibble LE, Wahoff-Stice, etal. Comparision of combined aerobic and high- force eccentric resistance exercise with aerobic exercise only for people with type 2 diabetes mellitus. *Phys Ther* 2008; **88**: 1345-1354.
26. Dunstan DW, Daly RM, Owen N. High intensity resistance training improves glycemic control in older patients with 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002; **25**: 1729-1736.
27. Tokmakidis SP, Zois CE, Volaklis KA, Kotsa K, Touvra AM. The Effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physio* 2004; **92**: 437-442.
28. Williamson DL, Kirwan JP. A single bout of concentric resistance exercise increases basal metabolic rate 48 hours after exercise in healthy 59-77 years old men. *J Gerontol: Med Sci* 1997; **52**: 352-355.
29. Boule NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in T2DM mellitus. *Diabetologia* 2003; **46**: 1071-1081.
30. Cauza E. Hanusch-Enserer U, Strasser B, ludvik B, Metz-schimmerl, S pacini G, etal. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with T2DM mellitus. *Arc Phys Med Rehabil* 2005; **86**: 1527-1533.

Archive of SID

www.SID.ir