Archive of SID

علوم زیستی ورزشی - زمستان ۱۳۹۷
دورهٔ ۱۰، شمارهٔ ۴، ص: ۴۷۹ – ۴۶۵
تاریخ دریافت : ۲۳ / ۰۹ / ۹۶
تاریخ پذیرش : ۰۵ / ۰۴ / ۹۷

تأثیر دوازده هفته تمرین در آب و خشکی بر نیتریک اکساید سرمی و شاخص‌های خطرزای قلبی زنان دیابتی دارای نارسایی قلبی

رامین امیرساسان [۱] – جواد وکیلی [۲] – رضوانیه صالحی [۳] – مریم اکبری [۴*]

۱. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران ۲. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران ۳. استاد دانشکدهٔ پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران ۴. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر دوازده هفته تمرین در آب و خشکی بر نیتریک اکساید سرمی و برخی شاخص‌های خطر قلبی زنان دیابتی مبتلا به نارسایی قلبی است. ازاین‌رو در طرح تحقیقی نیمه‌تجربی از بین زنان دیابتی ۴۵ تا ۶۵ ساله ۴۰ نفر با میانگین و انحراف استاندارد شاخص تودهٔ بدنی ۲/۱۵ ±۳۳ و قند خون ناشتا بالای ۱۲۵ به‌صورت داوطلبانه انتخاب شدند و در یکی از سه گروه تمرین در آب (n=۱۶)، تمرین در خشکی (n=۸) و گروه کنترل (n=۱۶) قرار گرفتند. گروه تمرین در آب ۳ جلسه در هفته به مدت ۱۲ هفته تمرینات داخل آب را با شدت درک فشار ۸-۵ و گروه تمرین در خشکی فعالیت‌های هوازی و مقاومتی را با شدت مشابه به مدت ۶۰ دقیقه اجرا کردند. گروه کنترل روند طبیعی فعالیت‌های روزمره را دنبال کردند. شاخص‌های دیابتی و خطرزای قلبی ۴۸ ساعت قبل و بعد از تمرین از آزمودنی‌ها اخذ شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون آنوای یکراهه، کروسکال والیس و آزمون تعقیبی توکی در سطح معناداری α=۰/۰۵ استفاده شد. نتایج تحقیق افزایش معنادار ALB (P=۰/۰۰۰) و NO (P=۰/۰۰۶) و کاهش معنادار FBS(P=۰/۰۰۲) را در دو گروه تمرین در آب و خشکی نشان داد. در شاخص‌های TG (P=۰/۰۰۵)، LDL (P=۰/۰۱۶) تنها در گروه تمرین در آب کاهش معناداری مشاهده شد. تحقیق حاضر نشان داد که انجام فعالیت‌های هوازی به‌ویژه در داخل آب به‌عنوان روش ایمن و مؤثر می‌تواند در بهبود عارضهٔ بیماران مبتلا به دیابت تأثیرگذار باشد.

واژه‌های کلیدی

تمرین در آب، دیابت، عوامل خطرزای قلبی– عروقی، فعالیت ورزشی هوازی، نارسایی قلبی.

---

* نویسندهٔ مسئول : تلفن: ۰۹۱۴۴۹۲۳۵۸۸ Email: Akbari.tu@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

دیابت از شایع‌ترین بیماری‌های مزمن بوده و پیامد اپیدمی چاقی و سبک زندگی ساکن است و شیوع آن روند رو به فزاینده‌ای دارد (۱). براساس نتایج مطالعات در سال ۲۰۱۳ تعداد ۳۸۲ میلیون نفر در سرتاسر دنیا از این بیماری رنج می‌بردند و پیش‌بینی می‌شود که این تعداد تا سال ۲۰۳۵ به ۵۹۲ میلیون نفر برسد (۲). عوامل محیطی از جمله نداشتن فعالیت ورزشی، چاقی، استرس و عوامل ژنتیکی از مهم‌ترین عوامل وقوع دیابت است. دیابت نوع ۲ تقریباً ۹۰ درصد تمامی موارد ابتلا به دیابت را در برمی‌گیرد. افزایش گلوکز خون ناشی از دیابت در درازمدت با عوارضی همچون آسیب به کلیه، اعصاب و نارسایی قلبی- عروق همراه است (۳).

نارسایی قلبی سندروم پیچیدهٔ بالینی ناشی از اختلال عملکرد بطن چپ است که در آن بازگشت وریدی قلب طبیعی است، اما قلب قادر به پمپ کافی خون در فشار پرشدگی طبیعی برای تأمین نیازهای متابولیکی بدن نخواهد بود (۴). این عارضه موجب بروز آسیب‌های قلبی- عروقی می‌شود. عارضهٔ قلبی- عروقی جزء بیماری‌های شایع در جوامع توسعه‌یافته است و شایع‌ترین علت مرگ‌ومیر انسانی درکل دنیا به‌شمار می‌آید (۴). در ایران نیز شیوع بیماری‌های قلبی- عروقی و عوامل خطرساز وابسته به آن به‌سرعت رو به افزایش است (۵). اگرچه این بیماری‌ها اغلب اوقات به مردان نسبت داده می‌شود، در سال‌های اخیر، درصد مرگ‌ومیر ناشی از این بیماری در زنان بیش از مردان بوده است (۶). بیش از ۲۵ درصد بیماران مبتلا به نارسایی مزمن قلبی بیماری دیابتی نوع ۲ دارند و شیوع این دو عارضه به‌طور همزمان روزبه‌روز در حال افزایش است (۷) و گزارش شده که ۸۰ درصد مرگ‌ومیر در میان بیماران دیابتی به‌دلیل بیماری‌های قلبی-عروقی است (۸).

بیماران دیابتی با آسیب‌ها و اختلال‌های عملکردی اندوتلیال مواجهند. این اختلال‌ها شامل تغییرات عملکردی اندوتلیوم مانند اختلال در تنظیم اتساع و انقباض عروق و افزایش فعالیت التهابی است که با بیماری قلبی-عروقی ارتباط دارد (۹). نیتریک اکساید (NO) متسع‌کنندهٔ قوی عروق است که نقش مهمی در کنترل تون عروق ایفا می‌کند (۱۰). شواهد بیانگر این است که سطوح پایهٔ تولید و فعالیت NO در دیابت نوع ۲ ناشی از هایپرانسولینمی کاهش زیادی می‌یابد (۱۱) و افزایش NO با کاهش تون عروقی، کاهش فشار خون و بهبود حساسیت انسولینی به‌عنوان یک راهکار مناسب درمانی برای بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ شناسایی شده است (۱۲). نقش لیپیدهای خون نیز در پاتولوژی آترواسکلروز

www.SID.ir

Archive of SID

به‌خوبی ثابت شده و دیس لیپیدمی فاکتور درگیر مهمی در توسعهٔ بیماری عروق کرونری است و اغلب یک صورت معمولی از سندروم متابولیکی و دیابت است (۷).

تاکنون شیوه‌های مختلفی به‌منظور کنترل و درمان دیابت پیشنهاد شده است؛ این شیوه‌ها شامل استفاده از درمان‌های دارویی مثل کنترل قند خون، استفاده از بتابلوکرها یا مکمل‌های غذای یا صنعتی بوده است. اما در دههٔ گذشته در یک مقالهٔ مروری تغییر سبک زندگی به‌عنوان عاملی در کنترل و درمان این عارضه پیشنهاد شده است که ترک سیگار، عادات خوردن سالم، کاهش وزن بدن و اجرای فعالیت ورزشی از محورهای اصلی تغییر در سبک زندگی عنوان شده‌اند (۸).

فعالیت بدنی جزء کلیدی و اصلی در پیشگیری و مدیریت چاقی و دیابت به‌شمار می‌رود (۱۳). تمرینات هوازی و مقاومتی هر دو در بهبود عمل انسولین و مقاومت گلوکز در افرادی با اختلال تحمل گلوکز و دیابتی مؤثرند (۱۴). اما اشاره شده است که ترکیب این دو برنامهٔ تمرینی ممکن است در مقایسه با اجرای صرف هر کدام از این تمرینات مؤثرتر باشد (۱۴). با وجود این، افزایش متغیرهای تمرینی همچون مدت، زمان و شدت تمرینی ممکن است بیماران را در معرض فشارهای متوسط تا شدید به سیستم عضلانی اسکلتی قرار دهد که این مسئله برای بیماران دیابتی که مستعد عوارض مزمنی نظیر نوروپاتی محیطی‌اند و خطر آسیب‌ها و ضایعات پا در آنها افزایش می‌یابد، بسیار حائز اهمیت است (۱۵).

آب‌درمانی یا تمرینات ورزشی در آب گرم برنامهٔ تمرینی جایگزین و مناسبی است که اخیراً تأثیرات مثبت آن در بیماران مبتلا به نارسایی مزمن قلبی بدون عارضهٔ دیابتی گزارش شده است (۱۶). هنگام غوطه‌وری در آب گرانش تا حدودی کاهش می‌یابد و آب فشاری را بر بدن اعمال می‌کند. در نتیجه، حجم خون از عروق محیطی به سمت جریان خون مرکزی منحرف می‌شود که با افزایش بارز بار حجمی بر قفسه سینه و قلب همراه است (۱۷). با توجه به سبک زندگی غیرفعال و افزایش وزن در بیماران دیابتی مبتلا به نارسایی قلبی، اجرای تمرینات در خشکی با توجه به فشار وارده بر مفاصل و خستگی زودرس کیفیت کافی را نخواهد داشت، درحالی‌که در تمرینات داخل آب با کاهش فشار بر مفاصل و افزایش فشار بر عضلات می‌تواند به‌طور همزمان تمرینات هوازی و مقاومتی را که بر طبق دستورالعمل ACSM بهترین نوع تمرین برای افراد دیابتی تمرینات ترکیبی است، شبیه‌سازی کند (۱۸).

گزارش شده است که تمرین شنا در داخل آب، گلوکز دوساعته را در نوجوانان مبتلا به دیابت نوع یک پایین می‌آورد. با وجود این، تأثیرات مشابه کاهندهٔ قند خون در این نوع تمرین در مردان و زنان

www.SID.ir

Archive of SID

چاق مسن گزارش نشده است (۱۹). سیدر[1] و همکاران (۲۰۱۲) نیز با بررسی تأثیر هشت هفته آب‌درمانی در استخر آب گرم روی بیماران دیابتی سالمند مبتلا به نارسایی مزمن قلبی تأثیر مثبت تمرین را بر ظرفیت ورزشی و عملکرد عضلانی گزارش کردند. در این تحقیق ظرفیت راه رفتن، عملکرد عضلانی بهبودیافته و HbA1c کاهش یافتند؛ درحالی‌که گلوکز ناشتا، انسولین، پپتید C و لیپیدها تغییری نکردند (۱۶). نتایج اندک مطالعات نیز در زمینهٔ تأثیر تمرینات داخل آب روی نیمرخ لیپیدی یکسان نیستند. دوازده هفته تمرین دایره‌ای در آب کم‌عمق کاهش معناداری در سطوح TCو LDL-c بدون تغییر در TAG یا HDL-C در زنان سالمند یا زنان دارای اضافه‌وزن میانسال داشته است (۷). به‌علاوه، ولاکلیس[2] و همکاران روی گروهی از مردان مبتلا به بیماری عروق کرونری، کاهش معنادار TCو TAGرا بعد از شانزده هفته فعالیت ورزشی داخل آب کم‌عمق گزارش کردند (۲۰). برعکس، ۲۴ هفته فعالیت ورزشی در آب کم‌عمق در قیاس با تمرینات مشابه در خشکی تغییرات معناداری در پارامترهای لیپیدی در زنان یائسه نداشت (۲۱). در یک کارآزمای بالینی تصادفی که اثر ۲۴ هفته تمرینات مقاومتی در داخل آب و خشکی را روی تندرستی و آمادگی زنان دارای اضافه‌وزن بعد از دورهٔ یائسگی بررسی کرده بودند، کولادو[3] و همکاران (۲۱) در مقایسه با گروه کنترل بهبود معناداری را در سطوح FPG بعد از هر دو تمرینات در داخل آب و خشکی گزارش کردند.

تاکنون مطالعات اندکی در خصوص تأثیر تمرینات در آب بر عوامل خطرزای قلبی- عروقی و مقایسهٔ این شیوهٔ تمرینی با تمرینات هوازی در خشکی انجام گرفته و در داخل کشور در خصوص تأثیر آب‌درمانی در بیماران دیابتی مبتلا به نارسایی قلبی تحقیقی مشاهده نشده است. درحالی‌که شیوع عارضهٔ دیابت در ایران به‌عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه رو به افزایش است و طبق آمار مرکز بهداشت، آذربایجان شرقی و شهر تبریز به لحاظ شیوع دیابت در رتبهٔ اول کشوری قرار دارد و این عارضه بار مالی زیادی را بر دوش خانواده‌ها و سیستم درمانی کشور وارد می‌کند، ازاین‌رو هدف از تحقیق حاضر تعیین و مقایسهٔ تأثیر یک دورهٔ دوازده‌هفته‌ای تمرینات هوازی در آب و خشکی بر نیتریک اکساید سرمی و برخی شاخص‌های خطرزای قلبی در زنان دیابتی مبتلا به نارسایی قلبی است.

1. Cider
2. Volaklis
3. Colado

www.SID.ir

Archive of SID

روش تحقیق

این تحقیق با طراحی کارآزمای بالینی بر روی ۴۰ زن میانسال دیابتی دارای نارسایی قلبی در سه گروه کنترل (N=۱۶) و تمرین داخل آب (N=۱۶) و تمرین در خشکی (N=۸) انجام گرفت. به همین منظور با مراجعه به بخش بایگانی مرکز آموزش-درمانی شهید مدنی شهر تبریز پروندهٔ بیماران مراجعه‌کننده به این مرکز از سال ۱۳۹۱ تا سال ۱۳۹۵ استخراج شد و سپس شمارهٔ تماس و آدرس آنها در اختیار محقق قرار گرفت. افرادی واجد شرایط شرکت در تحقیق بودند که سابقهٔ بیماری مستقل عروقی نداشته باشند که وجود چنین عارضه‌ای در آزمایش آنژیوگرافی مشخص می‌شد. انتخاب نمونهٔ آماری تحقیق از بین بیماران دیابتی مبتلا به نارسایی قلبی انجام گرفت. این افراد در محدودهٔ سنی ۴۵ تا ۶۵ سال، BMI بالای ۲۷ (براساس تقسیم‌بندی چاقی متناسب با معیارهای انجمن دیابت آمریکا ۲۰۱۶)، هموگلوبین گلیکوزیلهٔ بین ۶/۶ تا ۹/۹ درصد، نداشتن فعالیت منظم ورزشی (حداقل دو جلسه در هفته) در شش ماههٔ اخیر، نارسایی قلبی فانکشنال کلاس (NYHA) II و III، عدم تغییر مصرف داروهای کاهندهٔ قند خون، فشارخون و چربی خون در دوماههٔ اخیر، فشار خون در محدودهٔ ۹۵/ ۱۶۰ میلی‌متر جیوه، نداشتن عارضهٔ عروق کرونری و ایسکیمی حاد یا عارضهٔ قلبی ناشی از ایسکیمی، بیماری قلبی شناخته‌شده، بیمار روانی، بیماری ریوی کرونیک (۱۶) قرار داشتند. برای انتخاب نمونهٔ آماری بعد از تماس با بیماران از افراد حائز شرایط دعوت شد تا در جلسهٔ توجیهی و ارزیابی اولیه شرکت کنند. در این جلسه به همهٔ داوطلبان اطمینان داده شد که در هر مرحله از اجرای تحقیق می‌توانند بدون ارائهٔ دلیل موجه از ادامهٔ حضور در تحقیق انصراف دهند. سپس آزمودنی‌ها در کنار همراه آگاه و مطلع فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در طرح را مطالعه و تکمیل کردند. در ادامه از داوطلبان پرسشنامهٔ فعالیت بدنی و میزان فعالیت روزانه اخذ شد و بعد از اندازه‌گیری‌های اولیه شامل تست اکو، تست ورزش و با توجه به معیارهای ورود به تحقیق ۵۴ آزمودنی به‌صورت داوطلبانه انتخاب شدند و با تخصیص تصادفی در یکی از سه همگن ۱۸ نفرهٔ تمرین در آب، تمرین در خشکی یا کنترل قرار گرفتند که با توجه به کناره‌گیری، مسافرت، حضور نداشتن در جلسهٔ پس‌آزمون یا عدم حضور منظم در تمرینات، ۱۴ آزمودنی حذف شدند و در نهایت ۴۰ آزمودنی در سه گروه کنترل (N=۱۶)، تمرین در آب (N=۱۶) و تمرین در خشکی (N=۸) قرار گرفتند. همهٔ آزمودنی‌های تحقیق پیش از ورود به طرح توسط متخصص تغذیه تحت کنترل و مشاورهٔ تغذیه‌ای قرار گرفتند تا طی اجرای طرح الگوی غذایی نسبتاً متناسب را رعایت کنند. همچنین در این تحقیق مقدار و نوع داروی مصرفی آزمودنی‌ها قبل و طی دورهٔ دوازده‌هفته‌ای تمرین توسط متخصص قلب و

www.SID.ir

Archive of SID

دیابت کنترل و توصیه‌های لازم به آنها ارائه شد. این طرح دارای مجوز اخلاق پزشکی از دانشگاه علوم پزشکی تبریز به شمارهٔ IR.Tbzmed.REC.1396.561 است.

برنامهٔ تمرینی. پروتکل تمرینی آمودنی‌ها در دو گروه تمرین در آب و خشکی به مدت دوازده هفته و هر هفته ۳ جلسه با شدت سبک تا متوسط و به‌صورت تصویری با شاخص درک فشار ۸-۵ معادل ۴۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره اجرا شد (۲۲، ۱۶). هر جلسهٔ تمرینی به مدت یک ساعت (۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۵ دقیقه پروتکل اصلی تمرین و ۵ دقیقه سرد کردن) انجام گرفت. برنامهٔ تمرین در خشکی شامل تمرینات هوازی و مقاومتی با توپ فیزیوبال و وزنه‌های آزاد ۲۵۰ گرمی و استپ بود که در سالن ورزشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز اجرا شد (جدول ۱). تمرینات در آب نیز در استخر آب‌درمانی با دمای ۳۵-۳۳ درجهٔ سانتی‌گراد و دمای هوای ۲۸-۲۶ درجه و رطوبت نسبی هوای ۷۰ درصد در استخر آب‌درمانی بیمارستان سینا دانشگاه علوم پزشکی تبریز با ارتفاع آب ۱۲۰ -۸۰ سانتی‌متر، طول ۲۰ متر و عرض ۸ متر اجرا شد. ارتفاع سطح آب برای آزمودنی‌ها به‌گونه‌ای بود که بهترین شناوری را در وضعیت ایستاده داشته باشند. برنامهٔ تمرین هوازی در داخل آب شامل فعالیت‌های ورزشی همچون پیاده‌روی به سمت جلو و عقب و پهلو، جاگینگ، دویدن و جاگینگ با تنوع حرکتی دست‌ها، گام برداشتن به طرفین، پدال‌زنی در آب، فضایی راه رفتن و بازی‌های ورزشی در آب به‌وسیلهٔ فوم و دیسک با اسفنج فشرده و تخته شنا بود (جدول ۲). این تمرینات توسط مربی و متخصص آب‌درمانی اجرا شد.

یک هفته پیش از شروع طرح و ۴۸ ساعت بعد از اتمام پروتکل تمرینی در شرایط ناشتا نمونه‌های خونی برای سنجش قند خون ناشتا، انسولین سرمی، شاخص مقاومت به انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله (Hba1c)، پروفایل لیپیدی (تری‌گلیسیرید (TG)، کلسترول تام(TC)، لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL) و پرچگال (HDL))، آلبومین (ALB)، میکرو آلبومینریا، بیلی‌روبین (BUN) و نیتریک اکساید (NO) از کلیهٔ آزمودنی‌ها اخذ شد. برای اندازه‌گیری گلوکز خون ناشتا از روش گلوکز اکسیداز استفاده شد. در سنجش انسولین از کیت شرکت مونوبایند آمریکا و از روش الایزا و برای سنجش مقاومت به انسولین از روش هموستازی HOMA-IR با فرمول (قند خون ناشتا به میلی مول × انسولین ناشتا به میکرومول بر میلی‌لیتر تقسیم بر ۲۲/۵) و برای سنجش NO از روش کالریمتریکی با استفاده از کیت سنجش NO ساخت آلمان استفاده شد. ضریب تعیین این کیت در ارزیابی درون‌گروهی و بین‌گروهی به‌ترتیب ۳/۳ و ۳/۷ درصد و حساسیت آن یک میکرومول برآورد شده است. برای سنجش آلبومین

www.SID.ir

Archive of SID

ادراری از کیت نیکوکارد و از روش ارزیابی ایمنومتریکی استفاده شد. برای تعیین پارامترهای بیوشیمیایی کلسترول تام، تری‌گلیسیرید و کلسترول تام، LDL و HDL از روش آنزیماتیک استفاده شد.

جدول ۱. نمونه‌ای از برنامهٔ تمرینی در خشکی

مرحله	مدت زمان تمرین	شدت تمرین براساس شاخص RPE	نوع حرکات	تکرار × ست
گرم کردن	۱۰ دقیقه	۵-۳	حرکات کششی عمومی روی تشک تاتامی و سپس راه رفتن به سمت جلو، عقب و طرفین با زوایای ۹۰ و ۴۵ درجه و سپس حرکات کششی و جنبشی اختصاصی اندام‌ها	۱۰ تا ۱۲ ثانیه
تمرین اصلی	۴۵ دقیقه	۸-۵ (برابر با شدت ۴۰ تا ۷۰٪ HRR	حرکات ایروبیک روی توپ فیزیوبال	۳×۱۰-۱۲
			حرکات هماهنگی دست‌ها و پاها روی تشک	۳×۱۰-۱۲
			حرکات مقاومتی روی توپ فیزیوبال با استفاده از مقاومت وزن اندام‌های تحتانی و فوقانی گردن	۳×۱۰-۱۲
			حرکات مقاومتی با وزنه‌های ۲۵۰ گرمی روی توپ فیزیوبال	۳×۱۰-۱۲
			حرکات زمینی (خوابیده روی تشک) با توپ فیزیوبال به‌صورت هماهنگی دست‌ها و پاها به‌صورت جداگانه و ترکیبی	۳×۱۰-۱۲
سرد کردن	۵ دقیقه	۵-۳	حرکات کششی با حوله به‌صورت نشسته و خوابیده روی تشک و به‌صورت ایستاده و تنفس‌های عمیق به تعداد ۱۰ عدد	۲۰ تا ۳۰ ثانیه

در بخش تحلیل آماری، داده‌های جمع‌آوری‌شده در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی ارزیابی شدند. در بخش آمار توصیفی از میانگین و انحراف استاندارد و رسم جداول و نمودارها استفاده شد و در بخش استنباطی با استفاده از برنامهٔ نرم‌افزاری SPSS نسخهٔ ۲۰ ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی شد و در ادامه بعد از اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها، از آزمون آنوای یکراهه، کروسکال والیس و آزمون تعقیبی توکی در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌های تحقیق

ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در سه گروه کنترل، تمرین در آب و تمرین در خشکی در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۲ آورده شده است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که داده‌های هر سه گروه به‌غیر از عامل میکروآلبومینریا از توزیع طبیعی برخوردار بودند، ازاین‌رو با توجه به حذف تعدادی از آزمودنی‌ها در هر سه گروه تمرینی برای بررسی اثر تمرین در عوامل ذکرشده در سه گروه از مقایسهٔ میزان تغییرات در متغیرهای وابستهٔ تحقیق در سه گروه استفاده شد.

نتایج این تحقیق نشان داد که در دو گروه تمرین در آب و خشکی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری در مقادیر ALB (P=۰/۰۰۰) و NO (P=۰/۰۰۶) مشاهده شد. همچنین مقدار FBS در دو گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل کاهش معناداری داشت (P=۰/۰۰۲). در شاخص‌های TG (P=۰/۰۰۵)، LDL (P=۰/۰۱۶) تنها بین دو گروه تمرین در آب و کنترل این تفاوت معنادار بود و در گروه تمرین در آب کاهش معناداری نشان داد. در شاخص‌های انسولین، مقاومت به انسولین، کلسترول تام، لیپوپروتئین پرچگال و میکروآلبومینریا بین سه گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) و در مقایسه بین دو گروه تمرینی در آب و خشکی در هیچ‌کدام از متغیرهای سنجیده‌شده تفاوتی مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۲. وضعیت آزمودنی‌های تحقیق گروه در ویژگی‌های عمومی در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	کنترل (N=۱۶)		تمرین در آب (N=۱۶)		تمرین در خشکی (N=۸)	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
سن (سال)	۵۵/۵۴ ±۶/۵	-	۵۴/۲۱±۵/۷۶	-	۵۳/۰۰±۷/۷	-
قد (سانتی‌متر)	۱۵۵/۳۳±۶/۸۶	-	۱۵۸/۹۰±۷/۴۱	-	۱۵۶/۰۰±۶/۳۲	-
وزن (کیلوگرم)	۷۹/۶۷±۱۱/۷۶	۸۰/۵۳±۱۰/۳۳	۷۷/۶۸±۹/۱۱	۷۵/۳۵±۸/۸۷	۸۶/۶۷ ±۹/۳۹	۸۴/۳۲±۷/۴۵

* بیانگر تفاوت معنادار با گروه کنترل (P <۰/۰۵)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. وضعیت آزمودنی‌های دو گروه در متغیرهای وابسته تحقیق در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه تمرینی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تفاضل دو مرحله	ارزش P
قند خون ناشتا (mg/dl)	تمرین در آب	۱۶۷/۵۶±۳۶/۸۶	۱۳۳/۵۶±۲۲/۰۳	٭-۳۴/۰۰	۰/۰۱۵
	تمرین در خشکی	۱۶۴/۰۰±۳۰/۵۹	۱۱۶/۱۳±۱۷/۲۲	٭-۴۷/۸۸	۰/۰۰۵
	کنترل	۱۸۵/۹۴ ±۵۰/۷۲	۱۸۵/۸۱ ±۵۳/۵۲	-۰/۱۲۵	
انسولین (mU/l)	تمرین در آب	۱۱/۶۶±۴/۷۸	۹/۹۹±۴/۸۹	-۱/۶۷	۰/۴۵۹
	تمرین در خشکی	۶/۴۵±۲/۶۷	۵/۷۹±۲/۷۵	-۰/۶۶	
	کنترل	۱۰/۸۵±۵/۸۵	۱۱/۲۱±۴/۹۰	+۰/۰۷	
مقاومت به انسولین	تمرین در آب	۴/۸۷±۲/۳۳	۳/۳±۱/۶۶	-۱/۵۷	۰/۲۲۴
	تمرین در خشکی	۲/۶۸±۱/۴۳	۱/۷۱±۱/۰۶	-۰/۹۷	
	کنترل	۵/۲۴±۳/۹۷	۴/۸۹±۳/۰۷	-۰/۳۵	
هموگلوبین گلیکوزیله (٪)HbA1C	تمرین در آب	۸/۲۹±۱/۴۶	۷/۵۳±۰/۹۳	٭- ۰/۷۶	۰/۰۴۳
	تمرین در خشکی	۷/۷۱±۱/۱۲	۷/۳۶±۰/۸۵	-۰/۳۵	۰/۵۶۶
	کنترل	۷/۹۲±۱/۱۱	۷/۹۸±۱/۰۹	۰/۰۶	

جدول ۴. مقایسهٔ شاخص‌های لیپیدی خون در سه گروه در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه تمرینی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تفاضل دو مرحله	ارزش P
کلسترول تام (mg/dl)	تمرین در آب	۱۴۱/۲۵±۲۸/۸۹	۱۲۹/۹۴±۲۱/۵	-۱۱/۳۱	
	تمرین در خشکی	۱۴۶/۲۵±۳۴/۷۰	۱۴۲/۸۸±۳۵/۱۶	-۳/۳۸	۰/۱۰۷
	کنترل	۱۹۷/۵۶±۵۰/۴۶	۲۰۷/۸۸±۴۸/۸۳	۱۰/۳۱	
تیری گلیسیرید (mg/dl)	تمرین در آب	۱۷۳/۱۹±۷۱/۰۵	۱۳۴/۶۹±۵۳/۸	٭-۳۸/۵۰	۰/۰۰۵
	تمرین در خشکی	۱۴۶/۲۵±۴۰/۳۸	۱۲۴/۸۸±۳۰/۲۷	-۲۱/۰۰	۰/۱۳۹
	کنترل	۱۶۸/۳۱±۶۱/۱۱	۱۸۹/۱۳±۷۹/۷۷	۲۰/۸۱	
لیپوپروتئین پرچگال (mg/dl)	تمرین در آب	۳۸/۰±۱۰/۷	۴۰/۷۵±۱۲/۳	۲/۷۵	
	تمرین در خشکی	۴۴/۶۲±۹/۵۳	۴۳/۱۳±۸/۹۲	-۱/۵۰	۰/۴۵۸
	کنترل	۴۴/۳۱±۱۰/۷۴	۴۴/۸۱±۹/۷۴	۰/۵۰	
لیپوپروتئین کم‌چگال (mg/dl)	تمرین در آب	۷۹/۱۳±۲۸/۰	۶۴/۳۸±۲۲/۳	٭-۱۴/۷۵	۰/۰۱۶
	تمرین در خشکی	۷۴/۸۸±۲۷/۷۵	۶۴/۸۸±۲۵/۲۳	-۱۰/۰۰	۰/۲۵۷
	کنترل	۱۱۴/۳۱±۴۳/۹۰	۱۲۴/۵۶±۴۳/۶۳	۱۰/۲۵	

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. مقایسهٔ شاخص‌های نیتریک اکساید سرمی، آلبومین و میکروآلبومینریا در سه گروه در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه تمرینی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تفاضل دو مرحله	ارزش P
نیتریک اکساید (μM)	تمرین در آب	۵۶/۹۷±۱۸/۰	۷۶/۳۲±۲۳/۰	٭ ۱۹/۳۴	۰/۰۰۹
	تمرین در خشکی	۵۴/۸۱±۱۶/۴۵	۷۳/۵۲±۲۱/۲۷	٭ ۱۸/۷۱	۰/۰۴۴
	کنترل	۵۳/۲۶±۹/۸۵	۵۴/۱۸±۹/۴۷	۰/۹۲	
آلبومین (mg/L)	تمرین در آب	۴/۰۳±۰/۲	۴/۲۵±۰/۲	٭ ۰/۲۲	۰/۰۰۱
	تمرین در خشکی	۴/۲۶±۰/۲۱	۴/۶۳±۰/۲۵	٭ ۰/۳۶	۰/۰۰۰
	کنترل	۴/۳۹±۰/۴۲	۴/۲۲±۰/۲۳	-۰/۱۷	
میکروآلبومینریا ادراری (mg/L)	تمرین در آب	۴۶/۱۳±۷۴/۳	۲۹/۲۹±۶۳/۷	۱۶/۰۳	۰/۲۱۷
	تمرین در خشکی	۱۸/۲۵±۲۳/۷۸	۹/۵±۹/۴۳	۱۹/۲۵	
	کنترل	۱۹/۰۹±۲۷/۰۱	۲۰/۶۶±۳۰/۰۱	۲۳/۱۰	

٭ بیانگر تفاوت معنادار با گروه کنترل ($P <$ ۰/۰۵)

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین تغییرات مقادیر FBS, LDL, TG در سه گروه تفاوت معناداری وجود دارد. در شاخص‌های FBS بین دو گروه تمرین در آب و خشکی با گروه کنترل تفاوت معنادار بود. اما این تفاوت بین دو گروه تجربی معنادار نبود. در شاخص‌های TG، LDL تنها بین گروه‌های تمرین در آب و کنترل این تفاوت معنادار بود.

سیدر و همکاران (۲۰۱۲) نیز با بررسی تأثیر هشت هفته تمرین در آب روی عملکرد ورزشی در بیماران دیابتی دچار نارسایی قلبی بهبود عملکرد کاری و اوج توان هوازی و ظرفیت پیاده‌روی، افزایش عملکرد هوازی و کاهش هموگلوبین گلیکوزیله را گزارش کردند، درحالی‌که در شاخص‌های قند خون ناشتا و انسولین تفاوت معناداری گزارش نکردند (۱۶). گزارش شده است که تمرین هوازی موجب بهبود در ساختار، بیوشیمی عضلات و اکسیژن مصرفی بیشینه شده و در نتیجه به بهبود فرایند حمل گلوکز و کاهش مقاومت به انسولین منجر می‌شود. در اصل سازگاری ایجادشده در اثر فعالیت هوازی ایجاب می‌کند که فرد دیابتی در هر مرحله از استراحت گرفته تا شدت‌های مختلف تمرین سبک تا سنگین به انسولین کمتری نیاز داشته باشد. در چنین موقعیتی تمرین هوازی می‌تواند اغلب سطح انسولین خون را

www.SID.ir

Archive of SID

در حالت استراحت کاهش دهد و تولید انسولین را هنگام آزمایش تحمل گلوکز پایین آورد که هر دو دال بر بهبود حساسیت به انسولین و کنترل بهتر بیماری در افراد دیابتی نوع ۲ است.

سازوکاری که از طریق آن فعالیت ورزشی حساسیت به انسولین و انتقال گلوکز خون و در نتیجه کاهش قند خون را در بیماران دیابتی بهبود می‌بخشد، به‌خوبی مستند شده است (۲۳). انقباض‌های عضلانی از طریق فعال‌سازی پروتئین کیناز وابسته به ۵ آدنوزین منو فسفات موجب انتقال پروتئین‌های انتقال‌دهندهٔ گلوکز -۴ (GLUT4) می‌شود که یا با افزایش غلظت کلسیم سیتوپلاسمی ناشی از دپولاریزاسیون غشایی (۲۴) یا افزایش نسبت AMP به ATP این فرایند رخ می‌دهد که بیانگر وضعیت اضطراری در نیاز به انرژی سلول است (۲۵). پروتئین کیناز وابسته به ۵ آدنوزین منو فسفات تأثیرات شایان ملاحظه‌ای بر بیان تعدادی از آنزیم‌های لیپولیزی و گلیسمی در کبد دارد که به احتمال زیاد تأثیرات سودمندی روی متابولیسم اسیدهای چرب دارند. در این تحقیق HBA1C در گروه تمرین در آب در مقایسه با گروه کنترل کاهش معناداری داشت، اما در گروه تمرین در خشکی در مقایسه با گروه کنترل با وجود کاهش ۰/۳۵ واحدی غیرمعنادار بود. شاید یکی از دلایل غیرمعناداری در گروه تمرین در خشکی کم بودن تعداد آزمودنی‌های تحقیق در این گروه باشد، عاملی که اشاره شده است می‌تواند در عدم معناداری در گروه‌های تمرینی نقش داشته باشد (۲۳).

از دیگر نتایج تحقیق حاضر کاهش NO در هر دو گروه تمرینی داخل آب و خشکی بوده است. اخیراً گزارش شده که فعالیت‌های ورزشی متوسط ممکن است عملکرد اندوتلیال را از طریق سازوکارهای دیگری غیر از تغییر در حساسیت انسولینی، چربی بدن و توزیع آن بهبود بخشد (۲۶). در حقیقت در هر دو مدل انسانی و حیوانی (روی بیماران دیابتی نوع ۲ یا مبتلا به فشار خون، بیماران مبتلا به نارسایی مزمن قلبی و افراد سالم) گزارش شده است که تمرینات ورزشی سبک می‌تواند گشادی عروق ناشی از NO اندوتلیال را در هر دو عروق کوچک و بزرگ افزایش دهد (۲۷). گریجوالا[1] و همکاران نیز نشان دادند نه هفته دویدن روی تردمیل موجب افزایش NO در موش‌های دیابتی می‌شود (۲۸). این تأثیرات وابسته به فعالیت ورزشی روی عملکرد اندوتلیال عروقی به‌نظر می‌رسد که با تنظیم افزایشی بیان و فسفریلاسیون پروتئین e-NOS و با کاهش تجزیهٔ NO اندوتلیال رخ می‌دهد؛ گونه‌های واکنشی اکسیژن عاملی است که در تجزیهٔ NO می‌تواند تأثیرگذار باشد و نشان داده شده است که پس از تمرینات ورزشی مقادیر این گونه‌های واکنشی کاهش می‌یابد (۲۷). NO نیز یک رادیکال آزاد بوده که کاهش

1. Grijalva

www.SID.ir

Archive of SID

میزان آن با انقباض عروقی همراه است. مسیر اصلی کاهش NO اثر متقابل آن با ROS است. تقویت فراهمی NO با فعالیت هوازی می‌تواند با افزایش فعالیت eNOS یا کاهش اثر متقابل NO با ROS، افزایش شل‌شدگی ناشی از فشار برشی طی ورزش همراه با افزایش جریان خون نسبت داده شود (۲۸). به‌علاوه فعالیت ورزشی طولانی‌مدت ممکن است نقش محافظتی خود را روی عملکرد اندوتلیال از طریق افزایش سطوح HDL اعمال کند. گزارش شده است که کلسترول HDL می‌تواند موجب رهایش پروستاسیکلین (PGL-2) در دیوارهٔ عروق و سلول‌های عضلات صاف گردد. اینکه فراهم شدن مجدد HDL می‌تواند از اگریگیشن پلاکت‌ها در نمونه‌های حیوانی و بافتی پیشگیری کند (۲۶)، در این تحقیق نیز در هر دو گروه تمرینی مقادیر HDL هرچند غیرمعنادار افزایش داشته است.

در اینجا باید به کاهش گلیسمی در تمرینات داخل آب اشاره شود، زیرا انجام فعالیت‌های هوازی در داخل آب در مقایسه با انجام این تمرینات در خشکی ضربه‌های پا با سطح زمین و احتمال ضایعهٔ کف‌پایی را به‌ویژه در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ کاهش می‌دهد (۱۵). با توجه به گزارش تحقیقات مختلف، فعالیت در آب گرم می‌تواند با ایجاد تغییرات مطلوب زیر در بهبود کیفیت زندگی و قابلیت‌های عملکردی نقش داشته باشد: ۱. فعالیت و غوطه‌وری در آب گرم در افراد بیمار قلبی موجب بهبود عملکرد قلبی می‌شود. این عمل از طریق کاهش فشار پس بار بطن چپ ناشی از گشادی عروق محیطی در آب گرم ایجاد می‌شود؛ ۲. فشار هیدروستاتیک و دمای آب جریان خون را بهبود می‌بخشد و پاسخ‌های همودینامیکی را هنگام استراحت و فعالیت ورزشی به‌نحو مطلوبی تغییر می‌دهد؛ ۳. با وجود افزایش فشار در داخل آب بیماران در تمرینات داخل آب احساس خوب و خوشایندی را تجربه می‌کنند (۱۱). عمده تحقیقات انجام‌گرفته در این زمینه در خشکی بوده است، اما از آنجا که تمرینات در محیط آبی شرایط بی‌وزنی و کاهش تحمل وزن را به‌وجود می‌آورد که موجب کاهش فشار بر مفاصل بدن می‌شود و اجرای فعالیت ورزشی را برای گروه‌های مختلف جامعه میسر می‌سازد، ازاین‌رو اجرای این تمرینات در بیماران دیابتی مبتلا به نارسایی قلبی که دچار اضافه‌وزن و چاق هستند، بسیار مناسب است (۲۸). با توجه به نبود تفاوت در متغیرهای ذکرشده در دو گروه تمرینی در آب و خشکی، و نقش تمرینات در آب در بازگشت خون از اندام‌ها به سمت قلب، می‌توان این تمرینات را به‌عنوان جایگزینی ایمن برای تمرینات در خشکی پیشنهاد کرد.

براساس دستورالعمل ACSM، اجرای تمرینات ترکیبی قدرتی و استقامتی در مقایسه با اجرای صرف هر کدام از این تمرینات در کاهش عوارض دیابت و کاهش قند خون بیماران دیابتی مؤثرتر است.

www.SID.ir

Archive of SID

این نوع تمرین روی اجزای مختلفی در مسیرهای متابولیکی تأثیر می‌گذارد و در نتیجه تأثیرات مضاعفی نسبت به اجرای این دو شیوهٔ تمرینی به‌صورت مجزا خواهد داشت (۲۸). فعالیت‌های ورزشی در داخل آب اجرای همزمان هر دو شیوهٔ تمرینی را میسر می‌سازد. لذا چنین فعالیتی اغلب برای افراد سالمند، زنان بعد از دورهٔ یائسگی و افراد دارای عارضهٔ ارتوپدی یا ناتوانی‌های نورولوژیکی، افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی یا ورزشکارانی که عمل جراحی انجام داده‌اند یا افراد چاق تجویز می‌شود (۱۶)، زیرا چنین فعالیتی می‌تواند به‌خوبی تحمل شود و بدون خطر سقوط و افتادن قابل اجرا باشد. به‌نظر می‌رسد با توجه به افزایش احتمال بروز بیماری‌های قلبی مثل کاردیومیوپاتی در بیماران دیابتی و اینکه آزمودنی‌های این تحقیق نیز درد ناحیهٔ سینه و قلب را گزارش کرده بودند، به‌نظر می‌رسد اجرای تحقیقی مشابه روی آزمودنی‌های دیابتی و بررسی نقش این تمرینات با توجه به ماهیت هیدروستاتیک آب بر عملکرد و ساختار عضلهٔ قلبی می‌تواند در تعمیم نتایج تحقیق نقش بسزایی داشته باشد.

تشکر و قدردانی

در این بخش از تمامی کارکنان بیمارستان شهید مدنی و همچنین آزمودنی‌هایی که تا انتهای طرح محقق را همراهی کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مالی

حمایت مالی از این طرح تحقیقاتی از طرف مرکز تحقیقات قلب و عروق مرکز آموزشی درمانی شهید مدنی تبریز صورت پذیرفته است.

منابع و مآخذ

1. Whiting, D.R., et al., IDF diabetes atlas: global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. Diabetes research and clinical practice, 2011. 94(3): p. 311-321.
2. Guariguata, L., et al., Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. Diabetes research and clinical practice, 2014. 103(2): p. 137-149.
3. Nagi, D. and I. Gallen, ABCD position statement on physical activity and exercise in diabetes. Practical Diabetes International, 2010. 27(4): p. 158-163a.
4. Longo, D.L., et al., Harrison's principles of internal medicine 18E Vol 2 EB. 2012: McGraw Hill Professional.
5. Yeganeh, M., et al., Central obesity as a reliable predictor for hypertension and dyslipidemia: Tehran Lipid Glucose Study. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism, 2010. 12(3): p. 251-314. [In persian]

www.SID.ir

Archive of SID

6. Sadeghi, M., et al., A comparison of cardiovascular risk factors and healthy lifestyle of housewives and working women in Iran central regions-Isfahan Healthy Heart Program. Yafteh, 2012. 13: p. 55-64.
7. Meredith-Jones, K., et al., Upright water-based exercise to improve cardiovascular and metabolic health: a qualitative review. Complementary therapies in medicine, 2011. 19(2): p. 93-103.
8. Hayat, S.A., et al., Diabetic cardiomyopathy: mechanisms, diagnosis and treatment. Clinical Science, 2004. 107(6): p. 539-557.
9. Yudkin, J.S., E. Eringa, and C.D. Stehouwer, "Vasocrine" signalling from perivascular fat: a mechanism linking insulin resistance to vascular disease. The Lancet, 2005. 365(9473): p. 1817-1820.
10. Bauer, V. and R. Sotníková, Nitric oxide—the endothelium-derived relaxing factor and its role in endothelial functions. General physiology and biophysics, 2010. 29(4): p. 319.
11. Woodman, R.J., D.A. Playford, and G.F. Watts, Basal production of nitric oxide (NO) and non-NO vasodilators in the forearm microcirculation in Type 2 diabetes: Associations with blood pressure and HDL cholesterol. Diabetes research and clinical practice, 2006. 71(1): p. 59-67.
12. Henry, R.M., et al., Type 2 diabetes is associated with impaired endothelium-dependent, flow-mediated dilation, but impaired glucose metabolism is not: The Hoorn Study. Atherosclerosis, 2004. 174(1): p. 49-56.
13. Hill, J.O. and H.R. Wyatt, Role of physical activity in preventing and treating obesity. Journal of Applied Physiology, 2005. 99(2): p. 765-770.
14. Sigal, R.J., et al., Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. Annals of internal medicine, 2007. 147(6): p. 357-369.
15. Delevatti, R.S., et al., Glycemic reductions following water-and land-based exercise in patients with type 2 diabetes mellitus. Complementary therapies in clinical practice, 2016. 24: p. 73-77.
16. Åsa, C., et al., Aquatic exercise is effective in improving exercise performance in patients with heart failure and type 2 diabetes mellitus. Evidence-based complementary and alternative medicine, 2012. 2012.
17. Meyer, K. and M.-C. Leblanc, Aquatic therapies in patients with compromised left ventricular function and heart failure. Clinical & Investigative Medicine, 2008. 31(2): p. 90-97.
18. Albright, A., et al., American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. Medicine and science in sports and exercise, 2000. 32(7): p. 1345-1360.
19. Jones, L.M., K. Meredith-Jones, and M. Legge, The effect of water-based exercise on glucose and insulin response in overweight women: a pilot study. Journal of Women's Health, 2009. 18(10): p. 1653-1659.

www.SID.ir

Archive of SID

20. Volaklis, K.A., A.T. Spassis, and S.P. Tokmakidis, Land versus water exercise in patients with coronary artery disease: effects on body composition, blood lipids, and physical fitness. American heart journal, 2007. 154(3): p. 560. e1-560. e6.
21. Colado, J.C., et al., Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. European journal of applied physiology, 2009. 106(1): p. 113-122.
22. McNamara, R.J., et al., Water-based exercise in COPD with physical comorbidities: a randomised controlled trial. European Respiratory Journal, 2013. 41(6): p. 1284-1291.
23. Jorge, M.L.M.P., et al., The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. Metabolism, 2011. 60(9): p. 1244-1252.
24. Santos, J., et al., Skeletal muscle pathways of contraction-enhanced glucose uptake. International journal of sports medicine, 2008. 29(10): p. 785-794.
25. Rutter, G.A., G. da Silva Xavier, and I. Leclerc, Roles of 5′-AMP-activated protein kinase (AMPK) in mammalian glucose homoeostasis. Biochemical Journal, 2003. 375(1): p. 1-16.
26. Zoppini, G., et al., Effects of moderate-intensity exercise training on plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in older patients with type 2 diabetes. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 2006. 16(8): p. 543-549.
27. Adams, V., et al., Impact of regular physical activity on the NAD (P) H oxidase and angiotensin receptor system in patients with coronary artery disease. Circulation, 2005. 111(5): p. 555-562.
28. Maiorana, A., et al., Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. Diabetes research and clinical practice, 2002. 56(2): p. 115-123.

www.SID.ir