مجله دانشکده پزشکی اصفهان **مقاله پژوهشی**
سال بیست و نهم/شماره ۱۴۲/هفته دوم مرداد ماه ۱۳۹۰
تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۳ **تاریخ پذیرش:** ۹۰/۴/۸

تأثیر ۸ هفته ورزش در آب بر فاکتورهای فیزیولوژیکی منتخب و قند خون بیماران مبتلا به دیابت نوع II

ناصر رحیمی[۱]، دکتر سید محمد مرندی[۲]، دکتر مهدی کارگرفرد[۲]

خلاصه

مقدمه: با وجودی که از دیرباز نقش فعالیت بدنی در کنترل و بهبود دیابت نوع II و افزایش حساسیت انسولین مورد توجه بوده است، ولی انجام فعالیت‌های ورزشی در محیط‌های آبی با توجه به وضعیت روحی و جسمانی این بیماران کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی تأثیر ۸ هفته ورزش در آب بر روی عوامل فیزیولوژیک منتخب و قند خون در بیماران مبتلا به دیابت نوع II بود.

روش‌ها: در این تحقیق نیمه تجربی، از بین مردان ۵۰ تا۶۰ ساله‌ی مبتلا به دیابت نوع II شهرستان خمینی‌شهر، تعداد۳۰ نفر به صورت داوطلبانه و در دسترس انتخاب و در دو گروه مداخله (۱۵بیمار) و شاهد (۱۵بیمار) قرار گرفتند. گروه تجربی به مدت ۸ هفته (۳جلسه در هفته، هر جلسه ۴۵ تا۶۰ دقیقه با شدت ۸۰-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب) تمرینات ورزشی ویژه در آب انجام دادند، در حالی که گروه شاهد هیچ فعالیت بدنی منظمی‌نداشتند. در این تحقیق متغیرهای مورد بررسی شامل وزن، شاخص توده‌ی بدنی، حداکثر اکسیژن مصرفی، فشار خون سیستول و دیاستول، قندخون ناشتا و همچنین هموگلوبین گلیگوزیله، قبل و بعد از دوره‌ی تمرینی اندازه‌گیری شد. در نهایت داده‌ها با استفاده از آزمون ANCOVA مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج تحقیق بیانگر تفاوت معنی‌داری بین میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی، فشار خون سیستول، دیاستول، قندخون ناشتا و هموگلوبین گلیگوزیله بین دو گروه تجربی و شاهد بود، در حالی که این تفاوت در متغیرهای وزن و شاخص توده‌ی بدنی در گروه معنی‌دار نبود ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان داد که یک دوره‌ی ورزش در آب باعث بهبود معنی‌دار میزان قند خون بیماران مبتلا به دیابت II می‌گردد.

واژگان کلیدی: دیابت نوع II، عوامل فیزیولوژیکی منتخب، ورزش در آب، قند خون.

مقدمه

دیابت یک اختلال متابولیکی هتروژن می باشد که به وسیله‌ی هیپرگلیسمی به دنبال نقص در ترشح انسولین، مقاومت انسولین و یا هر دو ایجاد می‌گردد. دیابت نوع اول نتیجه‌ی تخریب خود ایمنی سلول‌های بتای پانکراس است که منجر به کمبود انسولین می گردد. دیابت نوع II به وسیله‌ی مقاومت به انسولین و کاهش میزان انسولین خون به طور نسبی و نه مطلق مشخص می‌گردد (۱). در دیابت نوع II، مشکل اصلی کمبود انسولین نیست بلکه مشکل در بافت های هدف به ویژه عضلات وجود دارد؛ به طوری که در این بافت‌ها مقاومت به انسولین زیاد می‌باشد. از آن جا که قند نمی‌تواند وارد بافت‌های هدف شود، سطح آن در خون افزایش می‌یابد و همین امر موجب می‌شود تا لوزالمعده تحریک شود و انسولین بیشتری توسط سلول های بتا تولید و وارد خون کند که موجبات هیپرگلیسمی یا هیپرانسولینمی را فراهم می‌کند و اغلب با علایمی همچون تکرر ادرار، پر ادراری و تغییرات وزن همراه است (۲). بالا بودن قند خون موجب عوارضی از جمله بیماری‌های قلبی- عروقی و

[۱] کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
[۲] دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
نویسنده‌ی مسؤول: ناصر رحیمی
Email: nasserrahimi65@yahoo.com

صدماتی به چشم‌ها و کلیه‌ها می‌گردد. افزایش انسولین به همراه اختلالات لیپیدها و فشار خون بالا، زمینه‌ی ابتلا به تصلب شرایین را مهیا می‌کند (۳). دنیا در حال حاضر با یک همه‌گیری رو به افزایش دیابت رو به روست. درحال حاضر بیش از ۲۱ میلیون آمریکایی مبتلا به دیابت نوع II هستند و میزان مرگ و میر ناشی از دیابت و عوارض آن از سال ۱۹۸۷ تاکنون، ۴۵ درصد افزایش داشته است (۴). بر مبنای پیش‌بینی کارشناسان، میزان شیوع دیابت در ایران در سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۲۵ به ترتیب ۵/۵، ۵/۷ و ۶/۸ درصد بر آورد شده است. بر اساس مطالعات انجام شده در ایران در سال ۱۳۸۰، شیوع دیابت نوع II در جمعیت بالای ۲۰ سال ۴/۶۷ درصد گزارش گردید (۵).

نتایج تحقیقات نشان داده‌اند که در بیماران دیابتی نوع II که مشکل حساسیت به انسولین دارند، انقباضات مکرر عضلانی موجب می‌شود، در غیاب انسولین ورود قند به داخل سلول های عضلانی و در نتیجه مصرف آن تسهیل گردد. همچنین فعالیت‌های ورزشی، سطوح پروتئین‌های ناقل (Glugose transporter-4یا GLUT4) را افزایش داده، باعث کاهش مقاومت انسولین می گردد (۶). زمان زیادی است که تأثیر فعالیت های ورزشی در درمان دیابت نوع II شناخته شده است. یک فعالیت ورزشی منظم می‌تواند سهم عمده‌ای در کاهش عوارض دیابت مانند چاقی، هیپرتانسیون، هیپرلیپیدمی و هیپرانسولینمی و افزایش حساسیت به انسولین در بافت هدف داشته باشد. تمرینات هوازی می تواند سبب کاهش مقاومت انسولین، افزایش حساسیت انسولین و از طرفی کاهش هموگلوبین گلیگوزیله (Golycosylate hemoglobin) گردد (۷). انجمن دیابت آمریکا (Amerian diabetes association) در سال ۲۰۰۲ تمرینات هوازی با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی را سه تا چهارجلسه در هفته و به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه را توصیه کرد (۸). فعالیت بدنی، میزان متابولیسم پایه را افزایش می‌دهد، گردش خون را در سراسر بدن بهبود می‌بخشد و با ترشح اندورفین، خلق و خو را بهبود بخشیده، بیماری‌های کرونری قلب و عروق محیطی، عوارض چشمی و کلیوی که از عوارض دیابت است، را کاهش می‌دهد (۱۰-۹). کاهش ۱ درصد در هموگلوبین گلیگوزیله، حدود ۲۱ درصد خطر مرگ، ۱۴ درصد خطر انفاراکتوس میوکارد و ۳۷ درصد خطر عوارض میکرووواسکولار را در دیابتی‌ها کاهش می‌دهد (۱۱). با وجود ارزش‌های شناخته شده‌ی تمرینات ورزشی هوازی، محدودیت‌هایی نیز در انجام آن‌ها وجود دارد. برخی افراد این تمرینات را یکنواخت و خسته کننده می‌دانند (۱۲). بسیاری از این افراد چاق بوده و انجام تمرینات هوازی در خشکی برای آن ها مشکل است، به طوری که در یک مطالعه تنها ۲۸ درصد از افراد دیابتی نوع II شرکت کننده، توانستند به توصیه های ورزشی عمل کنند (۱۳). بیشتر مطالعات به اثر مثبت تمرین بدنی بر سلامت عمومی و دیابت نوع II اشاره دارند. ولی شکاف‌های عمیق در تعامل بیماری دیابت نوع II و تمرین بدنی وجود دارد. این شکاف‌ها به شناسایی نوع برنامه‌ی تمرینات متنوع ورزشی که آزمودنی‌ها به آن پایبند خواهند بود، برمی‌گردد (۱۴).

با توجه به تحقیقات اندک موجود در بررسی اثرات تمرینات در آب بر روی فاکتورهای فیزیولوژیکی، قند خون ناشتا و هموگلوبین گلیگوزیله در بیماران مبتلا به دیابت و اثرات روانی و جسمانی مثبت تمرینات متنوع در آب بر روی این بیماران، در این تحقیق تأثیر ۸ هفته

تمرینات هوازی در آب را بر وزن، شاخص توده‌ی بدنی (Body mass index یا BMI)، فشار خون سیستول و دیاستول، قند خون ناشتا (Fasting blood sugar یا FBS)، هموگلوبین گلیگوزیله (Glycated hemoglobin یا HbA1c) و حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max یا Maximum consuming oxygen) در بیماران مبتلا به دیابت نوع II را بررسی نماییم.

روش‌ها

این تحقیق از نوع نیمه تجربی با طرح دو گروهی بود که از اردیبهشت تا بهمن ۱۳۸۹ در اصفهان انجام شد. جامعه‌ی آماری این مطالعه مردان مبتلا به دیابت نوع II بودند که از بین آن‌ها تعداد ۳۰ نفر از بیمارانی که داوطلب همکاری با طرح بودند و شرایط ورود به مطالعه را داشتند به روش در دسترس، پس از انجام مصاحبه‌ی حضوری به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. جنسیت مرد، ابتلا به بیماری دیابت نوع II طبق تشخیص پزشک و مدارک پزشکی، سن ۵۰ تا ۶۰ سال، عدم ابتلای به بیماری‌های قلبی- عروقی، عدم انجام فعالیت منظم بدنی، عدم استفاده از انسولین و نداشتن عوارض دیابت، از جمله زخم پای دیابتی معیارهای ورود به مطالعه بودند. قبل از دریافت رضایت‌نامه از آزمودنی‌ها، اطلاعات لازم در خصوص ماهیت، نحوه ی اجرای تحقیق، خطرات احتمالی، و نکاتی که می بایست شرکت کنندگان در این تحقیق رعایت کنند، در اختیار آنان قرار گرفت. پس از تکمیل رضایت نامه، آزمودنی ها جهت انجام آزمایش قند خون ناشتا و هموگلوبین گلیگوزیله به آزمایشگاه معرفی شدند. سپس به صورت تصادفی در دو گروه مداخله (۱۵نفر) و شاهد (۱۵نفر) قرار گرفتند. گروه تجربی، تمرینات در آب را به مدت ۸ هفته (۳جلسه در هفته، هر جلسه ۴۵ تا۶۰ دقیقه با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه) زیر نظر مربی انجام دادند. در شروع هر جلسه ی تمرین، بیماران به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه با راه رفتن در آب و سپس حرکات کششی گرم نموده، پس از آن، تمرینات اصلی که شامل راه رفتن گروهی در یک مسیر مستقیم در آب، راه رفتن گروهی حول یک مربع فرضی، انتقال وزن از پاشنه به پنجه، راه رفتن به پهلوی راست و چپ با ابداکشن و اداکشن ران، خم و راست کردن پاها از ناحیه‌ی زانو در زاویه‌ی ۹۰ درجه حین حرکت، درگیر کردن دست‌ها و حرکات دست ها در سطح آب، قرار گرفتن در لبه‌ی استخر و حرکت دادن اندام های تحتانی و راه رفتن در عرض استخر بدون استراحت در زمان مشخص بود، انجام گرفت. در نهایت پس از پایان هر جلسه‌ی تمرینی به مدت ۵ تا ۱۰دقیقه بیماران به سرد کردن پرداختند (۱۵). شدت تمرین با کنترل ضربان قلب بیماران در فعالیت توسط ضربان سنج Polar کنترل شد.

پس از اتمام دوره‌ی ۸ هفته‌ای تمرینات، پس آزمون به عمل آمد، تا نتایج حاصل از تمرینات هوازی بر روی عوامل فیزیولوژیکی منتخب، FBS، HbA1c، BMI، VO_2max و فشارخون سیستولی و دیاستولی در افراد گروه مداخله و گروه شاهد تعیین و با یکدیگر مقایسه شد.

برای اندازه گیری عوامل آزمایشگاهی پژوهش، از بیمارانی که به مدت ۸ تا ۱۲ ساعت ناشتا بودند،۱۰ سی‌سی نمونه‌ی خون وریدی گرفته شد. برای اندازه‌گیری FBS از روش آنزیمی-کالری‌متری استفاده شد. در این روش با به کارگیری آنزیم گلوکز اکسیداز (Glucose oxidase) و با استفاده از کیت شرکت

پارس آزمان، به وسیله‌ی دستگاه آتوآنالایزر بیوشیمی (Bio chemistry auto anolyser) اندازه‌گیری شد.

HbA1c به روش توربیدومتری (Immuno turbid metric assay) با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمان و به وسیله‌ی دستگاه آتوآنالایزر بیوشیمی نسخه‌ی Classic α اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری قد و وزن از قدسنج دیواری با دقت یک سانتی‌متر و ترازوی آزمایشگاهی Seca ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. سپس BMI از تقسیم وزن بر مجذور قد محاسبه گردید.

فشار خون سیستول و دیاستول در وضعیت نشسته از بازوی راست بعد از ۱۵ دقیقه استراحت با یک دستگاه فشارسنج جیوه‌ای استاندارد اندازه‌گیری و میانگین دو بار اندازه‌گیری، به فاصله‌ی ۵ دقیقه استراحت، به عنوان فشار خون ثبت شد.

VO_2max با توجه به شرایط جسمانی بیماران با استفاده از آزمون یک مایل راه رفتن محاسبه گردید (۱۶).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های تحقیق حاضر در دو سطح توصیفی و استنباطی صورت گرفت.در سطح توصیفی از شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی نظیر میانگین و انحراف استاندارد او در سطح تحلیلی به منظور بررسی تأثیر ورزش در آب و بررسی تفاوت در تغییرات حاصله از آزمون ANCOVA استفاده شد. کلیه‌ی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه‌ی ۱۹ (version 19, SPSS Inc., Chicago, IL) انجام گرفت.

یافته‌ها

در مجموع ۳۰ بیمار در دو گروه مداخله و شاهد وارد مطالعه شدند. از این تعداد ۱۰نفر (از هر گروه ۵ نفر) پژوهش را ترک نمودند و تعداد ۲۰ نفر در دو گروه تا پایان ۸ هفته با پژوهش همکاری کردند. میانگین سنی افراد گروه مداخله ۳/۶۲ ± ۵۴/۶ و گروه شاهد ۳/۳۷ ± ۵۶/۶۶ سال بود. میانگین وزن افراد گروه مداخله و شاهد به ترتیب ۵/۳۱ ± ۷۷ و ۵/۵۱ ± ۷۵/۷۰ کیلوگرم بود. جدول ۱ مقایسه‌ی عوامل مورد بررسی در مطالعه را قبل و بعد از مداخله در دو گروه مداخله و شاهد نشان داده است.

جدول ۱. مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های مورد مطالعه در گروه‌های مداخله و شاهد قبل و بعد از انجام مداخله.

متغیر	گروه‌ها	گروه تجربی		گروه شاهد		مقدار P
		پیش آزمون	پس‌آزمون	پیش آزمون	پس‌آزمون	
وزن (کیلوگرم)		۷۷/۵۰ ± ۵/۳۵	۷۷ ± ۵/۳۱	۷۵ ± ۵/۳۶	۷۵/۷۰ ± ۵/۵۱	۰/۱۱
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)		۲۶/۷۶ ± ۱/۶۵	۲۶/۵۹ ± ۱/۷۴	۲۶/۶۳ ± ۱/۲۵	۲۶/۸۷ ± ۱/۱۵	۰/۰۹
VO_2max (میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)		۳۰/۹۹ ± ۷/۲۳	۳۵ ± ۴/۰۰	۳۰/۶۷ ± ۶/۸۹	۲۹/۸۲ ± ۶/۴۹	۰/۰۰۰
فشار خون سیستول (میلی‌متر جیوه)		۱۳۳ ± ۸/۲۳	۱۱۷ ± ۴/۸۳	۱۳۰ ± ۶/۶۶	۱۳۳ ± ۸/۲۳	۰/۰۰۰
فشار خون دیاستول (میلی‌متر جیوه)		۸۴ ± ۵/۱۶	۸۰ ± ۰/۰۰	۸۵ ± ۷/۰۷	۸۴ ± ۵/۱۶	۰/۰۳
HbA1c (درصد)		۸/۱۷ ± ۲/۳۲	۷/۸۳ ± ۲/۲۱	۸/۴ ± ۲/۵۰	۸/۸۷ ± ۲/۳۹	۰/۰۰۰
FBS (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)		۱۸۹/۴۰ ± ۶۶/۶۴	۱۶۴/۸۰ ± ۶۸/۱۲	۱۷۲/۷۰ ± ۲۰/۷۴	۱۸۰/۹۰ ± ۲۰/۴۸	۰/۰۰۱

BMI: Body mass index VO2max: Maximum consuming oxygen HbA1c: Glycated hemoglobin FBS: Fasting blood sugar

چنانچه یافته‌های جدول ۱ نشان می‌دهد، بین میانگین فشار خون سیستول، فشار خون دیاستول، FBS، HbA1c و اکسیژن مصرفی بیشینه در گروه‌های مداخله و شاهد پس از هشت هفته ورزش در آب تفاوت معنی داری وجود داشت، ولی تغییرات در وزن و BMI معنی‌دار بین دو گروه معنی‌دار نبود ($P < ۰/۰۵$).

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام ۸ هفته ورزش در آب اثر معنی داری بر وزن و BMI نداشت. نتایج تحقیق با نتایج پژوهش Tokmakidis و همکاران (۱۷)، Misra و همکاران (۱۸)، Cauza و همکاران (۱۹) و واشقانی فرهانی و همکاران (۲۰) همراستا بود. در این پژوهش ها نیز تغییرات BMI معنی داری گزارش نشده بود. ولی با نتایج حاصل از تحقیقات Dunstan و همکاران (۲۱)، Cuff و همکاران (۲۲) متفاوت بود. اختلاف موجود بین این پژوهش‌ها و پژوهش حاضر را می توان به اختلاف بین شدت و مدت برنامه‌های تمرینی و همچنین اختلاف بین سن و جنسیت نمونه‌های پژوهشی، محیط تمرین (خشکی و آب) و کنترل برنامه‌ی غذایی دریافتی نسبت داد. پروتکل تمرینی پژوهش Dunstan و همکاران، برنامه ی شدید مقاومتی پیش‌رونده و ترکیب آن با کاهش وزن و دریافت برنامه ی غذایی کنترل شده بود. عدم انجام فعالیت بدنی و مصرف غذاهای چرب و پر کالری سبب افزایش وزن می گردد (۲۱). اکثر محققین و متخصصین تغذیه انجام فعالیت های ورزشی هوازی، مداوم، مستمر و طولانی مدت را به منظور مصرف چربی ها به عنوان منبع تولید انرژی و استفاده از رژیم‌های غذایی کم چرب (کمتر از ۳۰ درصد) را جهت کاهش وزن پیشنهاد می‌کنند (۲۲). به نظر می‌رسد جهت کاهش وزن و تغییرات معنی‌دار BMI مدت زمان تمرین بیش از هشت هفته به همراه کنترل برنامه ی غذایی مورد نیاز می باشد. بخشی از تفاوت موجود در اجرای فعالیت های ورزشی بین زنان و مردان را نیز می‌توان توسط درصد چربی بیشتر زنان نسبت به وزن آن‌ها توجیه کرد. میانگین چربی مردان ۱۵ الی ۱۷ درصد و زنان حدود ۲۵ درصد وزن آن ها می باشد. بنابراین زنان جهت جابه‌جا کردن چربی، نیاز به مصرف بیشتر انرژی دارند. هنگام اجرای فعالیت های ورزشی، زنان ۵ تا ۶ کیلوگرم بیش از مردان هم وزن خود بافت چربی حمل می کنند که می‌تواند باعث مصرف بیشتر انرژی در زنان گردد (۲۳).

ورزش در آب بر روی اکسیژن مصرفی بیشینه، فشار خون سیستول ودیاستول اثر معنی دار و مثبتی دارد. یکی از اهداف این پژوهش بررسی اثر تمرینات در آب بر روی VO_2max در بیماران مبتلا به دیابت نوع II بود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های Cauza و همکاران (۱۹)، Cuff و همکاران (۲۲) و پژوهش Boule و همکاران همسو بود (۲۴). در این مطالعات نیز تغییرات معنی‌داری در VO_2max گزارش گردیده است. به نظر می‌رسد که سازگاری‌های مرکزی و پیرامونی از جمله مهم ترین عوامل افزایش VO_2max می باشند. انجام فعالیت های ورزشی باعث افزایش حجم پلاسما می شود که این افزایش، بازگشت وریدی به قلب و پیش بار بطنی را به همراه داشته و در نتیجه حجم ضربه ای به ازای شدت فعالیت ورزشی معین افزایش می یابد (۲۴). افزایش حجم ضربه‌ای در یک ضربان قلب مشابه، برون ده را افزایش داده، جریان خون عضلات اسکلتی افزایش و اکسیژن بافت عضلانی به میزانی بیش از قبل فراهم می شود. در

نتیجه VO_2max افزایش می یابد (۲۵). از طرفی جدا از ساز و کارهای مرکزی، برخی از سازگاری های محیطی نیز باعث افزایش VO_2max می‌گردد. انجام فعالیت های ورزشی باعث افزایش آنزیم های منتخب میتوکندریایی و چگالی مویرگی می‌گردد و در نتیجه توزیع جریان خون درون عضله بهبود یافته و مدت زمانی که خون در معرض تارهای عضلانی فعال قرار می‌گیرد، بیشتر می‌شود و بنابراین اکسیژن برداشتی پس از تمرین افزایش می‌یابد (۲۶).

نکته‌ی قابل توجه دیگر وضعیت هموگلوبین خون بیماران دیابتی می‌باشد. اکسیژن توسط پلاسما و هموگلوبین موجود در گلبول قرمز خون حمل می گردد. در افراد دیابتی که میزان قند پلاسما بالا می باشد، این قند به راحتی وارد گلبول قرمز خواهد شد و در طول یک واکنش غیر آنزیمی، غیر قابل برگشت و متناسب با غلظت گلوکز سرم، در ۱۲۰ روز عمر گلبول قرمز به هموگلوبین متصل می‌شود. این گلیگوزیلاسیون هموگلوبین باعث افزایش میل ترکیبی آن به اکسیژن می‌شود؛ به طوری که میل ترکیبی آن به اکسیژن ۱۰ برابر هموگلوبین طبیعی می شود. در نتیجه با افزایش هموگلوبین گلیگوزیله، بیمار دچار یک حالت هیپوکسی مزمن خواهد شد، که به یک پلی سیستمی جبرانی در افراد دیابتی منجر می شود. و در نهایت باعث افزایش فشار خون سیستولیک می گردد. لذا به نظر می‌رسد انجام فعالیت های ورزشی با افزایش مصرف قند توسط سلول های عضلانی و کاهش مقاومت انسولین، میزان قند خون و HbA1c را کاهش داده، باعث افزایش حمل اکسیژن توسط هموگلوبین می گردد که در نهایت سبب افزایش اکسیژن مصرفی می‌شود. البته محققین معتقدند کاهش HbA1c باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی نمی‌گردد بلکه کاهش HbA1c، مکمل عوامل فیزیولوژیکی محیطی و مرکزی جهت افزایش VO_2max می‌باشد (۲۷-۲۶).

یکی از اهداف این پژوهش، بررسی اثر تمرینات در آب بر روی فشار خون سیستول و دیاستول در بیماران مبتلا به دیابت نوع II بود. چون اغلب افراد دیابتی دچار اضافه وزن و فشار خون بالا می باشند، لذا تمرینات ورزشی در راستای کاهش فشار خون می تواند مفید و مؤثر باشد (۲۸). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام ۸ هفته ورزش در آب اثر معنی‌داری بر کاهش فشار خون سیستول و دیاستول دارد. نتایج این پژوهش در زمینه‌ی فشار خون سیستول با نتایج Yang و همکاران (۴)، Cauza و همکاران (۱۹)، واشقانی فرهانی و همکاران (۲۰)، Dunstan و همکاران (۲۱) و Tanaka و همکاران (۲۹) هم‌راستا بود. ولی با نتایج مطالعه‌ی Bweir و همکاران متفاوت بود (۲۷). در خصوص فشار خون دیاستول با نتایج Dunstan و همکاران (۲۱)، Yang و همکاران (۴) هم‌راستا بود، ولی با نتایج Tanaka و همکاران تفاوت داشت (۲۹). اختلاف موجود بین نتایج پژوهش های مختلف را می توان به اختلاف بین شدت و مدت برنامه‌های تمرینی و همچنین اختلاف بین سن و جنسیت نمونه‌های پژوهشی و محیط تمرین (خشکی و آب) نسبت داد.

یکی از علل مرگ و میر در بیماران دیابتی، عوارض قلبی- عروقی است که با افزایش فشار خون افزایش می یابد. مطالعاتی درباره‌ی اثرات مفید کاهش فشار خون در افراد مبتلا به فشار خون بالا انجام شده است. Adler و همکاران گزارش کردند با کاهش ۱۰ میلی‌متر فشار خون سیستولی، ۱۹ درصد از مرگ و میر بیماران

دیابتی ناشی از عوارض قلبی- عروقی کاسته شد (۳۰). در مطالعه‌ی Hypertation optimal treatment کاهش فشار خون دیاستولی به کمتر از ۸۰ میلی متر جیوه در بیماران دیابتی مبتلا به فشار خون، موجب کاهش ۵۱ درصدی عوارض قلبی- عروقی در مقایسه ی با بیمارانی شد که فشار خون دیاستولی آن‌ها کمتر از ۹۰ میلی‌متر جیوه بود. در بررسی دیگری که کنترل شدید فشار خون را با کنترل معمولی مقایسه کردند، ۳۴ درصد کاهش عوارض میکرواسکولار و ۴۴ درصد کاهش سکته ی مغزی را با کنترل شدید فشار خون گزارش نمودند (۳۱). تأثیر کاهش وزن بر کاهش فشار خون و بهبود آن نیز گزارش شده است. در مطالعه ی Schotte و Stunkard با کاهش یک کیلوگرم وزن، فشار خون یک میلی‌مترجیوه کاهش داشت (۳۲). با توجه به اهمیت کنترل فشار خون، به نظر می‌رسد انجام فعالیت‌های ورزشی با شدت مناسب، راهکاری خوب جهت کنترل و کاهش فشار خون می‌باشد.

ساز و کار دقیق چگونگی تأثیر تمرین بر روی کاهش فشار خون ناشناخته است. اگر چه ممکن است این موضوع به دلیل کاهش کاتکولامین های تولید شده بر اثر تمرین باشد. این واکنش در کاهش مقاومت محیطی در برابر جریان خون و متعاقب آن کم شدن فشار خون سهیم است. همچنین فعالیت های ورزشی می تواند دفع سدیم از کلیه ها را تسهیل کند و در نتیجه سبب کاهش حجم مایع و فشار خون شود (۳۳). به نظر می رسد فعالیت های ورزشی می تواند با افزایش تعداد مویرگ ها در عضلات اسکلتی فعال، افزایش برون ده، کاهش مقاومت عروق به علت اتساع پذیری، کاهش مقاومت در برابر جریان خون، بهبود تنظیم عصبی عروق خونی، کاهش مقاومت محیطی، کاهش ضربان قلب در زمان استراحت و فعالیت، باعث کاهش فشار خون گردد (۳۴-۳۳).

یکی از مشکلات عمده ی بیماران دیابتی مقاومت انسولینی می‌باشد. این عارضه به علت کاهش توانایی انسولین جهت ایجاد اثرات خود در بافت‌های هدف محیطی (به ویژه عضلات و کبد) ایجاد می گردد. اگر بیمار چاق باشد، کاهش در تعداد محل اتصال و فعالیت گیرنده های کیناز انسولینی از عوامل ایجاد این مقاومت می باشد. بنابراین سلول های بتای لوزالمعده به ناچار مقدار بیشتری انسولین ترشح می‌کنند. افزایش میزان ترشح انسولین و باقی ماندن زمان زیاد در جریان خون، خود از عوامل اصلی فشار خون می‌باشد. لذا فعالیت های ورزشی با افزایش حساسیت بافت هدف به انسولین، از طریق افزایش تعداد انتقال دهنده ها و کاهش قند خون، از ترشح بیش از اندازه‌ی انسولین و همچنین باقی ماندن مدت زمان زیاد انسولین در جریان خون جلوگیری کرده، باعث کاهش فشار خون می‌گردند (۳۴، ۲).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد ۸ هفته ورزش در آب اثر معنی داری بر کاهش HbA1c دارد. نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات Lambers و همکاران (۲)، Tokmakidis و همکاران (۱۷)، Cauza و همکاران (۱۹)، Andreazzi و همکاران (۳۴)، Mahmoud و همکاران (۳۵) و هاشمی و همکاران (۳۶) همسو بود. ولی با نتایج پژوهش Cuff و همکاران همسو نبود (۲۲). اختلاف موجود بین نتایج پژوهش های مختلف را می توان به اختلاف بین شدت و مدت برنامه های تمرینی و همچنین اختلاف بین سن و جنسیت نمونه‌های پژوهشی و محیط تمرین (خشکی و آب) نسبت داد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد ۸ هفته ورزش در

آب اثر معنی‌داری بر کاهش FBS دارد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج پژوهش Misra و همکاران (۱۸)، Cauza و همکاران (۱۹)، Shenoy و همکاران (۴۰) مشابه بود. ولی با پژوهش Dunstan و همکاران هم‌راستا نبود (۲۱). اختلاف موجود بین نتایج پژوهش‌های مختلف ممکن است به علت اختلاف بین شدت و مدت برنامه‌های تمرینی و همچنین اختلاف بین سن و جنسیت نمونه‌های پژوهشی باشد.

یکی از مکانیزم‌های احتمالی که نقش فعالیت‌های ورزشی در کنترل و کاهش قند خون (HbA1c و FBS) در دیابت نوع II را توضیح می‌دهد، افزایش تعداد GLUT4 و در نتیجه افزایش ورود قند به داخل سلول‌های عضلانی و مصرف قندها می‌باشد (۳۷). عضلات در دو وضعیت، یکی هنگام انجام فعالیت بدنی بدون حضور انسولین و دیگری ۲ تا ۳ ساعت بعد از صرف غذا با حضور انسولین، مقدار زیادی گلوکز مصرف می‌کنند. انقباضات مکرر عضلات هنگام انجام فعالیت های ورزشی یک اثر شبه انسولینی دارد و مقدار زیادی گلوکز به داخل سلول می فرستد تا صرف تولید انرژی گردد. این انقباضات مکرر باعث افزایش تعداد GLUT4 و افزایش نفوذپذیری غشا به گلوکز می گردد. همچنین به تارهای عضلانی هنگام فعالیت اجازه می‌دهد تا برای یک دوره‌ی به نسبت طولانی غلظت گلیکوژنی پایینی داشته باشند (۳۸). از طرفی با اتمام فعالیت ورزشی نیز سلول‌های عضلانی در صدد بازسازی ذخایر گلیکوژنی خود بر می‌آیند و به همین دلیل بعد از فعالیت، غلظت گلوکز خون تا چند ساعت در سطح پایین قرار دارد. تحقیقات نشان می دهد که سطوح GLUT4 جوانان ورزشکار از افراد غیر فعال بیشتر می باشد. حدود ۸۰ درصد بیماران دیابتی نوع II چاق بودند و چاقی به عنوان عامل اصلی پیدایش مقاومت در برابر انسولین محسوب می گردد. از طرفی، اسیدهای چرب تولید شده از بافت چربی با تجمع در سلول های عضلانی، انتقال GLUT4 به سطح سلول را مختل می‌کنند (۳۹). ممکن است ورزش با افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب، از تجمع آن‌ها در سلول های عضلانی جلوگیری می کند. افزایش دانسیته‌ی مویرگی، افزایش حساسیت گیرنده های انسولین، تغییر در ترکیب فسفولیپید سارکولما، افزایش فعالیت آنزیم های اکسیداتیو و افزایش فعالیت گلیکوژن سنتتاز نیز از جمله عوامل مهم کاهش قند خون می‌باشد (۴۰).

نتیجه‌گیری

به طور کلی هشت هفته تمرین در آب بر روی عوامل فیزیولوژیکی منتخب مانند فشار خون سیستول و دیاستول و حداکثر اکسیژن مصرفی، FBS و HbA1c در بیماران مبتلا به دیابت نوع II اثرگذار می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری و مساعدت آقای دکتر آجدانی و آقای دکتر حداد که در اجرای این تحقیق همکاری و مساعدت فراوانی داشتند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

References

1. American Diabetes Association: clinical practice recommendations 1999. Diabetes Care 1999; 22(Suppl 1): S1-114.
2. Lambers S, Van Laethem C, Van Acker K, Calders P. Influence of combined exercise training on indices of obesity, diabetes and

cardiovascular risk in type 2 diabetes patients. Clin Rehabil 2008; 22(6): 483-92.
3. Grundy SM, Benjamin IJ, Burke GL, Chait A, Eckel RH, Howard BV, et al. Diabetes and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. Circulation 1999; 100(10): 1134-46.
4. Yang K, Bernardo LM, Sereika SM, Conroy MB, Balk J, Burke LE. Utilization of 3-month Yoga Program for Adults at High Risk for Type 2 Diabetes: A Pilot Study. Evid Based Complement Alternat Med 2009.
5. Larijani B, Abolhasani F, Mohajeri-Tehrani MR, Tabtabaie O. Prevalece of Diabetes Mellitus in Iran in 2000. Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders 2005; 4(3): 75-83.
6. Kim HJ, Lee JS, Kim CK. Effect of exercise training on muscle glucose transporter 4 protein and intramuscular lipid content in elderly men with impaired glucose tolerance. Eur J Appl Physiol 2004; 93(3): 353-8.
7. Gordon LA, Morrison EY, McGrowder DA, Young R, Fraser YT, Zamora EM, et al. Effect of exercise therapy on lipid profile and oxidative stress indicators in patients with type 2 diabetes. BMC Complement Altern Med 2008; 8: 21.
8. Peirce NS. Diabetes and exercise. Br J Sports Med 1999; 33(3): 161-72.
9. Carey VJ, Walters EE, Colditz GA, Solomon CG, Willett WC, Rosner BA, et al. Body fat distribution and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. The Nurses' Health Study. Am J Epidemiol 1997; 145(7): 614-9.
10. Stortenbeek AJ, van den Hamer CJ. Binders of intravenously administered 65-zinc in rat liver cytoplasm. Bioinorg Chem 1976; 6(4): 313-27.
11. Da Costa D, Dritsa M, Ring A, Fitzcharles MA. Mental health status and leisure-time physical activity contribute to fatigue intensity in patients with spondylarthropathy. Arthritis Rheum 2004; 51(6): 1004-8.
12. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. Diabetes Care 2004; 27(10): 2518-39.
13. Eves ND, Plotnikoff RC. Resistance training and type 2 diabetes: Considerations for implementation at the population level. Diabetes Care 2006; 29(8): 1933-41.
14. Vickers KS, Nies MA, Patten CA, Dierkhising R, Smith SA. Patients with diabetes and depression may need additional support for exercise. Am J Health Behav 2006; 30(4): 353-62.
15. Raffaelli C, Lanza M, Zanolla L, Zamparo P. Exercise intensity of head-out water-based activities (water fitness). Eur J Appl Physiol 2010; 109(5): 829-38.
16. Sharifi Gh, Yazdani F, Shokravi M. Fild and laboratory tests in exercise physiology. 1st ed. Isfahan: Islamic azad university khorasgan branch; 2007. p. 67.
17. 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 Physiol 2004; 92(4-5): 437-42.
18. Misra A, Alappan NK, Vikram NK, Goel K, Gupta N, Mittal K, et al. Effect of supervised progressive resistance-exercise training protocol on insulin sensitivity, glycemia, lipids, and body composition in Asian Indians with type 2 diabetes. Diabetes Care 2008; 31(7): 1282-7.
19. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. Arch Phys Med Rehabil 2005; 86(8): 1527-33.
20. Vasheghani Farahani A, Mansournia MA, Asher H, Fotouhi A, Yunesian M, Jamali M, et al. The Effects of a 10-Week Water Aerobic Exercise on the Resting Blood Pressure in Patients with Essential Hypertension. Asian Journal of Sports Medicine 2010; 1(3): 159-67.
21. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Court, Shaw J, et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. Diabetes Care 2002; 25(10): 1729-36.
22. Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. Diabetes Care 2003; 26(11): 2977-82.
23. Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, Rosenblatt J, Wolfe RR. Substrate metabolism during different exercise intensities in endurance-trained women. J Appl Physiol 2000; 88(5): 1707-14.
24. Boule NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. Diabetologia 2003; 46(8): 1071-81.
25. Kirk A, Mutrie N, MacIntyre P, Fisher M. Increasing physical activity in people with type 2 diabetes. Diabetes Care 2003; 26(4): 1186-92.
26. Khan S, Rupp J. The effect of exercise conditioning, diet, and drug therapy on glycosylated hemoglobin levels in type 2 (NIDDM) diabetics. J Sports Med Phys Fitness 1995; 35(4): 281-8.
27. Bweir S, Al Jarrah M, Almalty AM, Maayah M, Smirnova IV, Novikova L, et al. Resistance exercise training lowers HbA1c more than aerobic training in adults with type 2 diabetes.

Diabetol Metab Syndr 2009; 1: 27.
28. Jarrett RJ. Cardiovascular disease and hypertension in diabetes mellitus. Diabetes Metab Rev 1989; 5(7): 547-58.
29. Tanaka H, Bassett DR, Jr., Howley ET, Thompson DL, Ashraf M, Rawson FL. Swimming training lowers the resting blood pressure in individuals with hypertension. J Hypertens 1997; 15(6): 651-7.
30. Adler AI, Stratton IM, Neil HA, Yudkin JS, Matthews DR, Cull CA, et al. Association of systolic blood pressure with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 36): prospective observational study. BMJ 2000; 321(7258): 412-9.
31. Estacio RO, Jeffers BW, Gifford N, Schrier RW. Effect of blood pressure control on diabetic microvascular complications in patients with hypertension and type 2 diabetes. Diabetes Care 2000; 23 Suppl 2: B54-B64.
32. Schotte DE, Stunkard AJ. The effects of weight reduction on blood pressure in 301 obese patients. Arch Intern Med 1990; 150(8): 1701-4.
33. Chen H, Chen YL, Huang CY, Lee CD, Chen SC, Kuo SH. Effects of One-Year Swimming Training on Blood Pressure and Insulin Sensitivity in Mild Hypertensive Young Patients. Chinese Journal of Physiology 2011; 33(3): 185-9.
34. Andreazzi AE, Scomparin DX, Mesquita FP, Balbo SL, Gravena C, De Oliveira JC, et al. Swimming exercise at weaning improves glycemic control and inhibits the onset of monosodium L-glutamate-obesity in mice. J Endocrinol 2009; 201(3): 351-9.
35. Mahmoud Sh, Kader AE, Abdullah Gari M. Metabolic Control Response to Weight Reduction in Obese Non-Insulin Dependent Diabetic Patients. World Journal of Medical Sciences 2009; 4(2): 98-103.
36. Hashemi M, Bayat M, Azizi Saraji AR, Entezari M. The Effect of Swimming Exercise on Experimental Diabetic Myopathy in Rats. World Journal of Zoology 2009; 4(3): 216-22.
37. Taguchi T, Kishikawa H, Motoshima H, Sakai K, Nishiyama T, Yoshizato K, et al. Involvement of bradykinin in acute exercise-induced increase of glucose uptake and GLUT-4 translocation in skeletal muscle: studies in normal and diabetic humans and rats. Metabolism 2000; 49(7): 920-30.
38. Zhang QJ, Li QX, Zhang HF, Zhang KR, Guo WY, Wang HC, et al. Swim training sensitizes myocardial response to insulin: role of Akt-dependent eNOS activation. Cardiovasc Res 2007; 75(2): 369-80.
39. Ersoy C, Imamoglu S, Budak F, Tuncel E, Erturk E, Oral B. Effect of amlodipine on insulin resistance & tumor necrosis factor-alpha levels in hypertensive obese type 2 diabetic patients. Indian J Med Res 2004; 120(5): 481-8.
40. Shenoy S, Arora E, Jaspal S. Effects of progressive resistance training and aerobic exercise on type 2 diabetics in Indian population**.** Int J Diabetes & Metabolism 2009; 17: 27-30.

Journal of Isfahan Medical School Original Article

Vol 29, No 142, 2nd week, August 2011 **Received: 12.4.2011** **Accepted: 29.6.2011**

The Effects of Eight-week Aquatic Training on Selected Physiological Factors and Blood Sugar in Patients with Type II Diabetes

Nasser Rahimi MSc[1], Sayyed Mohammad Marandi PhD[2], Mehdi Kargarfard PhD[2]

Abstract

Background: Although the role of physical activities in control and recovery of diabetes type II and increasing insulin sensitivity was always considered, doing sport activities in water is well-documented. So, the goal of present research was to test the effect of eight-week aquatic training on selected physiological factors and blood sugar of patients who suffer from type II diabetes.

Methods: In this semi-experimental research, 30 men with type II diabetes in Khomeinishahr township, Iran, were put in two groups of intervention (15 patients) and control (15 patients). The intervention was an eight-week aquatic training (3 sessions in week, each session 45-60 minutes and with intensity of 60-80 percent of maximum heart rate). Whereas the control group had no regular or systematic physical activity. Weight, body mass index (BMI), maximum consuming oxygen, systolic and diastolic blood pressure, fasting blood sugar and also glycated hemoglobin were measured before and after the intervention in both groups. These data was analyzed by ANCOVA test.

Findings: A significant difference was observed in maximum oxygen consumption, systolic and diastolic blood pressure, fasting blood sugar and glycated hemoglobin between intervention and control groups, whereas this difference in weight and BMI in the two groups was not significant ($P < 0.05$).

Conclusion: The findings of this research indicate that an aquatic training program causes a significant improvement in blood sugar of patients with type II diabetes.

Keywords: Type II diabetes, Selected physiological factors, Aquatic training, Blood sugar.

[1] Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, The University of Isfahan, Isfahan, Iran.
[2] Associate Professor, Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, The University of Isfahan, Isfahan, Iran.
Corresponding Author: Nasser Rahimi MSc, Email: nasserrahimi65@yahoo.com