

## تأثیر ۸ هفته ورزش در آب بر نیمرخ چربی بیماران مبتلا به دیابت نوع II

ناصر رحیمی<sup>۱</sup>، دکتر سید محمد مرندی<sup>۲</sup>، دکتر مهدی کارگرفرد<sup>۲</sup>

## خلاصه

**مقدمه:** با وجودی که از دیر باز 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. هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی تأثیر ۸ هفته ورزش در آب بر نیمرخ چربی در بیماران مبتلا به دیابت نوع II بود.

**روش‌ها:** در این تحقیق نیمه تجربی، از بین مردان ۵۰ تا ۶۰ سال مبتلا به دیابت نوع II شهرستان خمینی شهر، تعداد ۳۰ نفر به صورت داوطلبانه و در دسترس انتخاب و در دو گروه تجربی (۱۵ بیمار) و شاهد (۱۵ بیمار) قرار گرفتند. گروه تجربی به مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته، هر جلسه ۴۵ تا ۶۰ دقیقه با شدت ۸۰-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب) تمرینات ورزشی ویژه در آب انجام دادند. در حالی که گروه شاهد هیچ فعالیت بدنی منظمی نداشتند. در این تحقیق متغیرهای کلسترول تام (Total cholesterol یا TC)، تری‌گلیسرید (Triglyceride یا TG)، HDL (High density lipoprotein)، LDL (Low density lipoprotein) و VLDL (Very low density lipoprotein) قبل و بعد از دوره‌ی تمرینی در دو گروه 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 LDL، HDL، TG، TC و VLDL گروه‌های تجربی و شاهد بود ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج تحقیق نشان داد که ورزش در آب باعث بهبود معنی‌داری در نیمرخ چربی بیماران مبتلا به دیابت نوع II می‌گردد.

**واژگان کلیدی:** دیابت نوع II، نیمرخ چربی، ورزش در آب، حساسیت انسولین.

## مقدمه

دیابت نوع II به وسیله‌ی مقاومت به انسولین، افزایش تولید گلوکز کبدی و در برخی مواقع کاهش میزان انسولین خون (به صورت نسبی و نه مطلق) مشخص می‌گردد. در دیابت نوع II مشکل به طور عمده در بافت‌های هدف به ویژه عضلات دیده می‌شود؛ به طوری که در این بافت‌ها مقاومت به انسولین زیاد بوده، موجب هیپرگلیسمی می‌گردد (۱). در این بیماران استرس اکسیداتیو افزایش می‌یابد و در نهایت عوارض میکرو و ماکرو واسکولار بروز می‌کند (۲). بیماران مبتلا به دیابت بسیار مستعد ابتلا به عوارض

قلبی و عروقی بوده‌اند؛ به طوری که بیماری‌های قلبی و عروقی به عنوان مهم‌ترین علت مرگ و میر در این بیماران محسوب می‌شود (۳). عوامل خطر ساز متعددی باعث افزایش عوارض قلبی و عروقی در این بیماران می‌گردد. شایع‌ترین این عوامل، افزایش سطح تری‌گلیسرید (Triglyceride یا TG)، کاهش میزان HDL (High density lipoprotein)، افزایش LDL (Low density lipoprotein) و HBA1c، چاقی، افزایش وزن و فشار خون بالا می‌باشند (۴). افزایش انسولین به همراه VLDL، LDL (Very low density lipoprotein) و کاهش HDL به همراه فشار

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه امام حسین (ع)، مجتمع دانشگاهی حضرت امیرالمومنین (ع)، اصفهان، ایران.

<sup>۲</sup> دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

خون بالا، زمینه ی ابتلا به تصلب شرایین را مهیا می کند (۵). میزان بروز بیماری های عروق کرونری بیماران مبتلا به دیابت نوع II حدود ۲ تا ۴ برابر افراد غیر دیابتی است (۶). دیابت نوع II و بیماری های قلبی و عروقی به سرعت در کشور های در حال توسعه در حال افزایش می باشد. در ایران شیوع دیابت در جمعیت بالای سن ۳۰ سال حدود ۱۰/۶ درصد تخمین زده شده است (۷). یکی از بزرگ ترین مشکلات بهداشتی قرن حاضر که از عوامل خطر ساز اصلی در بیماران مبتلا به دیابت نیز می باشد، شیوع رو به افزایش چاقی است. امروزه ۱/۱ بیلیون نفر بزرگسال در سراسر جهان اضافه وزن دارند و ۳۱۳ میلیون نفر از آن ها چاق می باشند. مطالعات مختلف میزان شیوع چاقی شکمی در افراد دیابتی را گزارش کرده اند (۸). در حال 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 (۹). زمان زیادی است که تأثیر فعالیت های ورزشی در کنترل و درمان دیابت شناخته شده است. نتایج تحقیقات نشان داده اند که در بیماران مبتلا به دیابت نوع II که مشکل حساسیت به انسولین دارند، انقباضات مکرر عضلانی در غیاب انسولین، ورود قند به داخل سلول های عضلانی و در نتیجه مصرف آن را تسهیل می کنند. همچنین فعالیت های ورزشی سطوح پروتئین های ناقل (Glucose transporter-4) را افزایش داده، باعث کاهش مقاومت به انسولین می گردد (۱۰). یک فعالیت ورزشی منظم می تواند سهم عمده ای در کاهش عوارض دیابت مانند چاقی، هیپرتانسیون، هیپرلیپیدمی، هیپرانسولینمی و افزایش

حساسیت بافت هدف به انسولین داشته باشد. تمرینات هوازی می تواند عامل کاهش مقاومت به انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله باشد (۱۱). بسیاری از محققین عدم انجام فعالیت های ورزشی را از جمله علل بروز و پیشرفت دیابت نوع II می دانند. فعالیت بدنی، میزان متابولیسم پایه را افزایش می دهد، گردش خون را در سراسر بدن بهبود می بخشد، با ترشح اندورفین، خلق و خو را بهبود بخشد و بیماری های کرونری قلب و عروق محیطی، عوارض چشمی و کلیوی که از عوارض دیابت است، را کاهش می دهد (۱۲). کاهش ۱ درصد در هموگلوبین گلیکوزیله حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد خطر عوارض میکروواسکولار را در بیماران مبتلا به دیابت کاهش می دهد (۱۳). با وجود ارزش های شناخته شده ی تمرینات ورزشی، جامعه ی ما از نظر انجام فعالیت جسمانی و تحرک بدنی وضعیت چندان مطلوبی ندارد و متأسفانه کم تحرکی در جامعه مبتلایان به دیابت نوع II نیز بسیار شایع می باشد. مطالعات نشان می دهد از بیماران مبتلا به دیابت غیر وابسته به انسولین تحت پوشش مرکز دیابت اصفهان، تنها ۳۶ درصد مردان و ۲۸ درصد زنان پیاده روی می کنند و همچنین تنها ۱۹ درصد مردان و ۱۱ درصد زنان فعالیت جسمانی دیگری به غیر از پیاده روی نیز داشته اند (۱۴). البته بسیاری از این بیماران محدودیت هایی نیز در انجام فعالیت بدنی دارند. برخی از بیماران این تمرینات را یکنواخت و خسته کننده می دانند. بسیاری از این افراد چاق بوده، انجام تمرینات هوازی در خشکی برای آن ها مشکل است؛ به طوری که در یک مطالعه تنها ۲۸ درصد از افراد مبتلا به دیابت نوع II شرکت کننده، توانستند به توصیه ها عمل کنند (۱۵). بیشتر مطالعات به اثرات

احتمالی و نکاتی که می‌بایست شرکت کنندگان در این پژوهش رعایت کنند، در اختیار آنان قرار گرفت. پس از تکمیل رضایت نامه، آزمودنی‌ها جهت انجام آزمایش چربی خون به آزمایشگاه معرفی شدند و آزمایشات کلسترول تام (Total cholesterol یا TC)، HDL، LDL و VLDL برای آن‌ها انجام گرفت. سپس به صورت تصادفی در دو گروه تمرینات در آب (۱۵ نفر) و گروه شاهد (۱۵ نفر) قرار گرفتند. از این تعداد ۱۰ نفر (از هر گروه ۵ نفر) پژوهش را ترک و در مجموع تعداد ۲۰ نفر در دو گروه تمرینات در آب (۱۰ نفر) و گروه شاهد (۱۰ نفر) تا پایان ۸ هفته با پژوهش همکاری نمودند. گروه تجربی تمرینات در آب را به مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته، هر جلسه ۴۵ تا ۶۰ دقیقه با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه) زیر نظر مربی انجام دادند. قبل از هر جلسه بیماران به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه با راه رفتن در آب و سپس حرکات کششی خود را گرم نمودند و 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 پهلو راست و چپ با ابداکشن و اداکشن ران، فلکشن ۴۵ درجه‌ی ران پس از هر دو گام به همراه فلکشن و هایپر اکستنشن دست، درگیر کردن دست‌ها و حرکات دست‌ها در سطح آب، قرار گرفتن در لبه‌ی استخر و حرکت دادن اندام‌های تحتانی و راه رفتن در عرض استخر بدون استراحت در زمان مشخص بود، انجام گرفت (۱۹). در نهایت پس از پایان هر جلسه‌ی تمرینی به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه به سرد کردن می‌پرداختند. شدت تمرین به کمک ضربان سنج Polar، کنترل می‌شد.

مثبت تمرینات بدنی بر سلامت عمومی و جلوگیری از توسعه‌ی عوارض 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 تمرین بدنی که آزمودنی‌ها به آن پایبند خواهند بود، بر می‌گردد (۱۶). با توجه به این که انجام فعالیت‌های ورزشی یکی از مهم‌ترین راهکارهای اساسی جهت کنترل و درمان قند خون و هیپرلیپیدمی بوده و باعث کاهش بروز عوارض قلبی و عروقی در این بیماران می‌گردد (۱۷-۱۸). با توجه به تحقیقات اندک موجود در بررسی اثرات تمرینات در آب بر نیمرخ چربی در بیماران مبتلا به دیابت نوع II 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 روی نیمرخ چربی در بیماران مبتلا به دیابت نوع II را بررسی کردیم.

## روش‌ها

این تحقیق از نوع نیمه تجربی با طرح دو گروهی بود که بر روی مردان مبتلا به دیابت نوع II انجام شد. شرایط ورود به مطالعه شامل جنس مرد، ابتلای به بیماری دیابت نوع II طبق تشخیص پزشک و مدارک پزشکی، سن ۵۰ تا ۶۰ سال، فاقد سابقه‌ی ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی، عدم انجام فعالیت منظم بدنی، عدم استفاده از انسولین و نداشتن عوارض دیابت از جمله زخم پای دیابتی بود. تعداد ۳۰ نفر از بیمارانی که داوطلب همکاری با طرح بودند، به روش دسترس و نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. قبل از دریافت رضایت‌نامه از آزمودنی‌ها، اطلاعات لازم در خصوص ماهیت، نحوه‌ی اجرای تحقیق، خطرات

LDL با استفاده از فرمول فریدوالد ( $LDL = TC - (HDL + TG/5)$ ) محاسبه شد. لازم به ذکر است که این فرمول در مواقعی که TG کمتر از ۴۰۰ میلی گرم در دسی لیتر باشد، مورد استفاده قرار می گیرد. به منظور بررسی تغییرات قبل و بعد از تمرین متغیرهای مورد مطالعه در هر گروه و نیز مقایسه ی تفاوت در تغییرات به دست آمده در دو گروه، از آزمون ANCOVA تحلیل کوواریانس استفاده شد. کلیه ی آنالیزها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ی ۱۹ (version 19, SPSS Inc., Chicago, IL) انجام گرفت.

#### یافته ها

در این مطالعه در مجموع ۲۰ نفر مورد مطالعه قرار گرفتند (۱۰ نفر در هر گروه). تغییرات متغیرهای مورد بررسی در هر دو گروه و مقایسه ی آن ها در دو گروه در جدول ۱ نشان داده شده است. چنانچه یافته های جدول نشان می دهد، بین میانگین VLDL، TC، LDL، TG و HDL گروه تجربی و شاهد پس از هشت هفته ورزش در آب تفاوت معنی داری وجود داشت.

پس از اتمام دوره ی ۸ هفته ای تمرینات، برای هر دو گروه پس آزمون انجام گرفت تا نتایج حاصل از تمرینات در آب بر روی VLDL، TC، LDL، HDL و TG گروه تمرینات در آب و تفاوت آن با گروه شاهد تعیین و مقایسه گردد.

برای اندازه گیری چربی های سرم، از بیماران پس از ۸-۱۲ ساعت ناشتا بودن، ۱۰ سی سی نمونه ی خون وریدی گرفته شد. سپس TG، TC و HDL به روش آنزیمی-کالریمتری (GPO-PAP) و به وسیله ی دستگاه اتوالایزر بیوشیمی نسخه ی  $\alpha$  Classic ساخت ایران، شرکت تجهیزات سنجش، اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری TC از آنزیم های Cholesterol oxidase و Cholesterol esterase برای اندازه گیری TG از آنزیم های گلیسیروکیناز (Glycero kinas) و لیپوپروتئین لیپاز (Lipoprotein lipase) کیت های شرکت پارس آزمان استفاده شد. HDL با استفاده از Cholesterol Esterase و Cholesterol Oxidase پس از بلوکه کردن LDL، VLDL و شیلومیکرون ها به وسیله ی آنتی بادی به صورت اختصاصی اندازه گیری گردید. سپس VLDL با فرمول  $TG/5$  اندازه گیری و پس از آن

جدول ۱. مقایسه متغیرهای مورد مطالعه در دو گروه پس از هشت هفته ورزش در آب

مقدار P	گروه شاهد		گروه تجربی		متغیر
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	
۰/۰۰۰	۱۲۲/۴۰ ± ۲۰/۵۷	۱۱۶ ± ۲۴/۱۲	۹۶/۵۰ ± ۴۰/۵۲	۱۰۸/۴۰ ± ۴۳/۰۲	LDL (میلی گرم در میلی لیتر)
۰/۰۰۸	۳۶/۴۰ ± ۵/۱۶	۳۸/۳۰ ± ۵/۴۵	۴۹/۱۰ ± ۱۰/۳۶	۴۳/۵ ± ۶/۸۱	HDL (میلی گرم در میلی لیتر)
۰/۰۰۳	۱۷۰/۶۰ ± ۴۶/۷۴	۱۶۷ ± ۴۸/۷۳	۱۴۰/۷۰ ± ۶۰/۴۱	۱۶۹/۴۰ ± ۶۵/۹۹	TG (میلی گرم در میلی لیتر)
۰/۰۰۰	۵۷/۸۰ ± ۸/۸۳	۵۳/۳۰ ± ۹/۲۲	۳۵/۹۰ ± ۹/۷۵	۴۱/۱۰ ± ۹/۸۷	VLDL (میلی گرم در میلی لیتر)
۰/۰۰۶	۲۰۵/۳۰ ± ۳۷/۲۴	۱۹۷ ± ۳۴/۸۷	۱۷۰/۹۰ ± ۴۶/۹۰	۱۷۸/۹۰ ± ۵۱/۱۳	TC (میلی گرم در میلی لیتر)

## بحث

(Malondialdehyde) می‌باشد که در بیماران مبتلا به دیابت میزان تولید آن زیاد است. این محصول می‌تواند با بعضی از اسیدهای آمینه‌ی موجود در پروتئین‌ها مانند اسیدهای آمینه‌ی لیزین و آرژنین (APOB100) موجود در ذرات LDL واکنش نشان داده، سبب دژنره شدن و عدم شناسایی آن توسط رسپتورهای مربوطه می‌گردد که در توسعه‌ی آترواسکلروز در بیماران مبتلا به دیابت بسیار مهم می‌باشد (۲۹). چاقی به همراه اختلالات لیپیدی در بیماران مبتلا به دیابت نوع II بسیار رایج است. افزایش چربی و به دنبال آن اختلالات لیپیدی منجر به افزایش بیماری‌های قلبی و عروقی می‌گردد. افزایش تجمع چربی در بافت آدیپوز و به دنبال آن آزاد شدن سیتوکین‌های L6 و TNF $\alpha$  سبب ایجاد مقاومت به انسولین می‌گردد. سیتوکین‌ها سبب افزایش آزاد شدن FFA می‌شوند که خود از عوامل کاهش اکسید نیترورژن (NO) می‌باشد. NO اثرات ضد انعقادی و ضد التهابی دارد و کاهش آن سبب اختلالات آندوتلیال و افزایش خطر تشکیل لخته در عروق می‌گردد (۳۰).

تمرینات هوازی را می‌توان به عنوان روش مؤثری جهت تغییرات در نیمرخ چربی بیماران مبتلا به دیابت نوع II در نظر گرفت. شاید این اثر به دلیل افزایش و بهبود فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز (Lipoprotein Lipase یا LpL) به دنبال انجام تمرینات هوازی باشد (۳۱). ممکن است این بهبود به دلیل افزایش لیپوپروتئین لیپاز مویرگ‌های عضلانی صورت گیرد (۳۲). اپی نفرین موجب این افزایش می‌گردد که اغلب چند ساعت پس از فعالیت ورزشی نیز ادامه دارد (۳۲). چگونگی تأثیر فعالیت ورزشی بر غلظت تری اسیل گلیسرول پلاسما به غلظت قبل از فعالیت نیز بستگی دارد. افرادی که دارای غلظت پایین‌تری هستند با فعالیت ورزشی،

همان گونه که در نتایج دیده شد ورزش در آب بر روی کاهش TG، LDL، VLDL، TC و افزایش HDL تأثیر مثبت و معنی‌داری دارد.

نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش Honkola و همکاران (۲۰) و Yang و همکاران (۲۱)، در مورد TG و LDL همسو بود. ولی با نتایج پژوهش‌های Gordon و همکاران (۲۲)، همسو نبود. شاید بتوان اختلاف موجود بین نتایج پژوهش‌های مختلف در مورد این دو متغیر را به اختلاف بین شدت، مدت و محیط تمرین (خشکی و آب) و همچنین اختلاف بین سن و جنسیت نمونه‌های پژوهشی نسبت داد.

در مطالعه‌ی Gordon و همکاران (۲۲) و Misra و همکاران (۲۳) در بیماران دیابتی با انجام فعالیت بدنی VLDL کاهش داشت که مشابه مطالعه‌ی ما بود.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج پژوهش Misra و همکاران (۲۳)، واشقانی فراهانی و همکاران (۲۴) از لحاظ کاهش TC همسو بود. ولی با نتایج پژوهش Dunstan و همکاران (۲۵)، متفاوت بود.

پژوهش‌های Dunstan و همکاران (۲۵) و Sigal و همکاران (۲۶) مانند مطالعه‌ی ما افزایش میزان HDL را در بیماران دیابتی با انجام فعالیت بدنی نشان دادند.

بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که هیپر تری گلیسریدمی مهم‌ترین عامل خطر برای بیماری‌های ایسکمیک قلب به شمار می‌آید (۲۷). یکی از شایع‌ترین اشکال دیس لیپیدمی در دیابت نوع II بالا بودن سطح تری گلیسرید و کاهش HDL می‌باشد (۲۸). عمل پراکسیداسیون لیپیدی بر روی اسیدهای چرب موجود در ساختمان لیپیدها انجام می‌گیرد و حاصل آن تولید محصولات جانبی از جمله مالون دی لئید

(LCAT) را فعال کرده، سبب تغذیه‌ی ذرات HDL می‌گردد. علت احتمالی دیگر افزایش HDL تولید HDL توسط کبد در پی تغییر فعالیت آنزیم LpL و کاهش لیپاز کبدی به دنبال فعالیت بدنی می‌باشد (۳۵). کاهش توده‌ی چربی به دنبال انجام فعالیت‌های ورزشی سبب کاهش میزان آزاد شدن سیتوکین‌ها و افزایش HDL، کاهش اختلالات آندوتلیال و کاهش خطر تشکیل لخته در عروق می‌گردد (۳۶).

به نظر می‌رسد، پاسخ کوتاه مدت کلسترول پلاسما به فعالیت ورزشی همانند تری‌اسیل‌گلیسرول بین دو جنس متفاوت باشد. به طور معمول در مردان HDL افزایش می‌یابد، در حالی که در زنان کلسترول کل کاهش می‌یابد (۳۷).

کاهش LDL بستگی به کاهش وزن و کاهش وزن چربی بدن دارد (۳۷). تغییرات در ترکیب بدنی، افزایش توده‌ی عضلانی و کاهش توده‌ی چربی می‌تواند عامل مهمی در کاهش LDL باشد (۳۷). اگر تمرینات در آب را به دلیل مقاومت موجود در آب در مقابل حرکت و انجام تمرین از دسته‌ی تمرینات مقاومتی محسوب کنیم، شاید تغییرات در ترکیب بدن به خصوص در عضلات فعال یکی از عوامل کاهش LDL باشد.

با توجه به این که به آزمودنی‌ها یادآور شدیم که ۲ تا ۲/۵ ساعت قبل از تمرین وعده‌ی غذایی خود را خورده باشند، ممکن است در حین فعالیت بدنی به دلیل کاهش گلوکز، هورمون‌های ضد انسولینی و لیپولیزی وارد عمل شده، موجب تجزیه‌ی لیپیدها شوند (۳۸).

### نتیجه‌گیری

به طور کلی هشت هفته تمرینات در آب بر HDL، TG، TC و VLDL در بیماران مبتلا به دیابت

تغییرات معنی‌داری را نشان نمی‌دهند. در حالی که تری‌اسیل‌گلیسرول پلاسمایی افراد دارای غلظت بالا به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (۳۳). تری‌گلیسرید مهم‌ترین منبع انرژی در فعالیت‌های هوازی می‌باشد، LpL یک آنزیم تجزیه‌کننده‌ی تری‌گلیسرید است که موجب رهایش اسیدهای چرب از تری‌گلیسرید جهت تأمین انرژی در طول فعالیت‌های هوازی می‌گردد. بنابراین ارتباط بالایی بین فعالیت آنزیم LpL و برداشت تری‌گلیسرید خون وجود دارد (۳۲-۳۳). فعالیت‌های ورزشی باعث افزایش لیپولیز می‌گردند. این تسریع در سرعت لیپولیز، سبب افزایش حضور اسیدهای چرب در پلاسما می‌شوند که به دنبال افزایش ضربان قلب و جریان خون در هنگام فعالیت‌های ورزشی، به سرعت به سلول‌ها جهت تولید انرژی منتقل می‌شوند. ورود اسیدهای چرب به سلول‌ها توسط پروتئین‌های غشایی تسهیل می‌گردد. از جمله این پروتئین‌ها، پروتئین متصل به اسید چرب (Fatty acid-binding protein) و Fatty acid translocase می‌باشد (۳۴). ممکن است فعالیت‌های ورزشی از طریق افزایش این پروتئین‌های انتقالی سبب افزایش سوبسترا جهت مصرف سلول‌ها می‌گردد (۳۵).

همچنین به نظر می‌رسد فعالیت‌های ورزشی سبب افزایش لیپولیز و کاهش اسیدهای چرب در خود عضلات نیز می‌شوند (۳۴-۳۵)؛ به طوری که افزایش فعالیت LpL، تجزیه‌ی گلیسرول در VLDL را تسریع کرده، موجب حذف ذره‌های لیپوپروتئین می‌شود. این موضوع به نوبه‌ی خود قشر مازاد چربی (کلسترول آزاد و فسفولیپید) را به وجود می‌آورد که به HDL منتقل شده، سبب افزایش آن می‌گردد (۳۵). علاوه بر این، فعالیت ورزشی لیستین کلسترول‌آسیل ترانسفراز



دارویی برای این بیماران بسیار مناسب دانست.

### تشکر و قدردانی

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

نوع II اثر گذار می‌باشد. البته هنوز مکانیزم های مداخله کننده در این تغییرات به طور کامل مشخص نشده اند. اگر تمرینات هوازی در آب، با شدت مناسب به علت مقاومت ایجاد شده توسط آب را در زمره ی تمرینات ترکیبی (Combined exercise) لحاظ کنیم، می‌توان این تمرینات را با تنوع فراوان به عنوان مکمل درمان

### References

1. American Diabetes Association: clinical practice recommendations 1999. *Diabetes Care* 1999; 22(Suppl 1): S1-114.
2. Penckofer S, Schwertz D, Florczak K. Oxidative stress and cardiovascular disease in type 2 diabetes: the role of antioxidants and pro-oxidants. *J Cardiovasc Nurs* 2002; 16(2): 68-85.
3. Jarrett RJ. Cardiovascular disease and hypertension in diabetes mellitus. *Diab Metab* 2009; 5(7): 547-58.
4. Stirban AO, Tschoepe D. Cardiovascular complications in diabetes: targets and interventions. *Diabetes Care* 2008; 31(Suppl 2): S215-S221.
5. Hirani V, Zaninotto P, Primatesta P. Generalised and abdominal obesity and risk of diabetes, hypertension and hypertension-diabetes comorbidity in England. *Public Health Nutr* 2008; 11(5): 521-7.
6. Evans M, Khan N, Rees A. Diabetic dyslipidaemia and coronary heart disease: new perspectives. *Curr Opin Lipidol* 1999; 10(5): 387-91.
7. Harati H, Hadaegh F, Saadat N, Azizi F. Population-based incidence of Type 2 diabetes and its associated risk factors: results from a six-year cohort study in Iran. *BMC Public Health* 2009; 9: 186.
8. Hossain P, Kawar B, El NM. Obesity and diabetes in the developing world--a growing challenge. *N Engl J Med* 2007; 356(3): 213-5.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Zinman B, Ruderman N, Campaigne BN, Devlin JT, Schneider SH. Physical activity/exercise and diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27(Suppl 1): 58-62.
13. 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(1): 27-30.
14. Hazavehei SMM, Sharifirad G, Mohabi S. The effect of Educational program based on Health Belief Model on diabetic foot care. *Int J Endocrinol Metab* 2007; 27(2): 82-90.
15. Eves ND, Plotnikoff RC. Resistance training and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2006; 29(8): 1933-44.
16. 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.
17. 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.
18. Baum K, Votteler T, Schiab J. Efficiency of vibration exercise for glycemic control in type 2 diabetes patients. *Int J Med Sci* 2007; 4(3): 159-63.
19. Raffaelli C, Lanza M, Zanolli L, Zamparo P. Exercise intensity of head-out water-based activities (water fitness). *Eur J Appl Physiol* 2010; 109(5): 829-38.
20. Honkola A, Forsen T, Eriksson J. Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. *Acta Diabetol* 1997; 34(4): 245-8.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Vasheghani Farahani A, Mansournia MA, Asheri 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.
25. 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.
26. Sigal RJ, Wasserman DH, Kenny GP, Castaneda-Sceppa C. Physical Activity/ Exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27(10): 2518-35.
27. 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.
28. Rifai x. Triglyceride, high density lipoprotein, and coronary heart disease. *Consens Statement* 1992; 10(2): 1-28.
29. Lapolla A, Piarulli F, Sartore G, Ceriello A, Ragazzi E, Reitano R, et al. Advanced glycation end products and antioxidant status in type 2 diabetic patients with and without peripheral artery disease. *Diabetes Care* 2007; 30(3): 670-6.
30. 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.
31. Peirce NS. Diabetes and exercise. *Br J Sports Med* 1999; 33(3): 161-72.
32. Lambers S, Van Laethem C, Van Acker Sint K, Calder P, Calders B. Influence of combined exercise training on indices of obesity, diabetes and cardiovascular risk in type 2 diabetes patients. *Clinical Rehabilitation* 2008; 22(6): 483-92.
33. van Loon LJ. Use of intramuscular triacylglycerol as a substrate source during exercise in humans. *J Appl Physiol* 2004; 97(4): 1170-87.
34. Durstine JL, Grandjean PW, Davis PG, Ferguson MA, Alderson NL, DuBose KD. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med* 2001; 31(15): 1033-62.
35. Ranallo RF, Rhodes EC. Lipid metabolism during exercise. *Sports Med* 1998; 26(1): 29-42.
36. Rahnama N, Nuri R, Rohani H, Shadmehri S, Aghaei N, Saberi Y. *Exercise Biochemistry*. Isfahan: The University of Isfahan; 2009.
37. 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.
38. Donsmark M, Langfort J, Holm C, Ploug T, Galbo H. Hormone-sensitive lipase as mediator of lipolysis in contracting skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev* 2005; 33(3): 127-33.



## The effect of Eight Weeks Aquatic Training on Lipid Profile of Patients who Suffer from Type II Diabetes

Nasser Rahimi MSc<sup>1</sup>, Sayyed Mohammad Marandi PhD<sup>2</sup>, Mehdi Kargarfard PhD<sup>2</sup>

### Abstract

**Background:** The role of physical activities in control and recovery of diabetes type II and increasing insulin sensitivity was always considered. Doing sport activities in watery environments with regard to these patients' physical and mental conditions was much less studied. So, the goal of present research was to evaluate the effect of eight weeks aquatic training on lipid profile in patients with type II diabetes.

**Methods:** In this semi-experimental research, 30 volunteer men with type II diabetes were studied. The subjects were divided in two groups: experimental group (15 patients) and control group (15 patients). The patients in experimental group had an aquatic exercise program for 8 weeks (3 sessions in week, each session 45-60 minutes, the intensity of exercise was 60 to 80 percent of maximum heart rate), whereas control group had no regular physical activity. Total cholesterol (TC), low density lipoprotein (LDL), high density lipoprotein (HDL), triglyceride (TG) and very low density lipoprotein (VLDL) were measured in 2 groups before and after the exercise program. Data collected were analyzed by ANCOVA test in the end of the study.

**Findings:** Findings of this study showed a significant difference in LDL, HDL, TG, TC and VLDL between two groups.

**Conclusion:** According to our findings a regular aquatic exercise can improve lipid profile in patients with type II diabetes.

**Keywords:** Type II diabetes, Lipid profile, Aquatic training.

<sup>1</sup> Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Imam Hossein University, Amir-Almomenin University Complex, Isfahan, Iran.

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

**Corresponding Author:** Naser Rahimi MSc, Email: n.rahimi2009@yahoo.com