مجله دیابت و متابولیسم ایران. آذر- دی ۱۳۹۶؛ دوره ۱۷ (شماره ۲) ۷۸-۶۵

مقاله مروری

تأثیر فعالیت‌های ورزشی استقامتی بر گلوکز خون، انسولین و مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو: یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل بر مطالعات صورت گرفته در داخل ایران

نسیم آذری[۱]، مسعود رحمتی*[۱]، محمد فتحی[۱]

چکیده

مقدمه: تاکنون پژوهش‌های متعددی در زمینه‌ی تأثیر فعالیت ورزشی بر عوامل خطرساز مرتبط با بیماری دیابت نوع دو در داخل ایران صورت گرفته است. لذا، هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی تأثیر فعالیت‌های ورزشی استقامتی بر برخی متغیرهای وابسته به دیابت نوع دو به صورت مروری نظام‌مند و متاآنالیز بر مطالعات صورت گرفته در داخل ایران بود.

روش‌ها: در این بررسی پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Embase ، Cochrane، ISI، Scopus، Science direct، sid و magiran با هدف یافتن منابع مرتبط با موضوع مورد جستجو قرارگرفتند. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار STATA نسخه‌ی ۱۲ صورت گرفت.

یافته‌ها: تعداد ۲۴۲ مقاله به‌طور نظام‌مند مرور شدند و از این میان، ۲۴ مقاله به‌صورت متاآنالیز (در مجموع ۵۹۲ نفر؛ ۲۹۴ نفر به‌عنوان گروه کنترل (۹۶ نفر مرد، ۱۹۸ نفر زن) و ۲۹۸ نفر به‌عنوان گروه تمرین (۹۷ نفر مرد، ۲۰۱ نفر زن)) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میان ورزش استقامتی و سطوح گلوکز خون (P=۰/۰۰۰۱؛ ۰/۶۵۶- الی۱/۰۱۶- 95% CI)، ورزش استقامتی و انسولین (P=۰/۰۰۰۱؛ ۰/۶۸۲- الی۱/۰۴۲- 95% CI)، ورزش استقامتی و مقاومت به انسولین (P=۰/۰۰۰۱؛ ۰/۲۱۷- الی۰/۵۶۳- 95% CI) ارتباط معنی‌داری وجود دارد.

نتیجه‌گیری: مطالعه‌ی مرور سیستماتیک و متاآنالیز پژوهش‌های صورت گرفته در داخل ایران نشان می‌دهد که ورزش استقامتی می‌تواند با بهبود سطوح گلوکز خون، انسولین و مقاومت به انسولین بیماران دیابتی نوع دو همراه باشد. لذا توصیه می‌شود که متخصصین درگیر در علوم ورزشی و پزشکی، از راهبرد غیردارویی ورزش استقامتی به‌عنوان یک مداخله‌ی درمانی در بیماران دیابتی نوع دو استفاده کنند.

واژگان کلیدی: دیابت نوع دو، انسولین، مقاومت به انسولین، گلوکز، ورزش استقامتی، مرور نظامند

۱- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

* ***نشانی:*** لرستان، خرم آباد، کیلومتر ۵ جاده بروجرد، دانشگاه لرستان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی. تلفن:۰۹۱۲۴۵۲۵۵۳۸، پست الکترونیک: Rahmati.mas@lu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۸ **تاریخ درخواست اصلاح: ۱۳۹۶/۱۰/۱۵** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۶**

مقدمه

دیابت یک بیماری متابولیک است که میزان شیوع آن روز به روز در حال افزایش است. مطالعات نشان داده‌اند که در سال ۲۰۱۳ تعداد ۳۸۲ میلیون نفر دیابتی در جهان وجود داشته است که انتظار می‌رود این میزان تا سال ۲۰۳۵ به ۵۹۲ میلیون نفر برسد [۱]. پیش‌بینی می‌شود که میزان شیوع دیابت در جهان تا سال ۲۰۵۰ به حدود ۲۱ درصد برسد [۲]. در ایران نیز میزان شیوع در مطالعات مختلف متفاوت است، اما در مجموع حدود ١٤ درصد تخمین زده می‌شود [۳]. بیماری دیابت از جمله بیماری‌های متابولیک است که مشخصه‌ی اصلی آن افزایش مزمن قند خون و اختلال در متابولیسم کربوهیدرات، چربی و پروتئین می‌باشد. این بیماری در نتیجه‌ی وجود نقایص در ترشح انسولین، کارکرد انسولین و یا هر دو ایجاد می‌گردد [٤]. به‌طور کلی، دیابت نوع دو، ۹۵-۹۰ درصد موارد شیوع این بیماری را تشکیل می‌دهد و از ناتوانی سلول‌های عضلانی در پاسخ به انسولین (مقاومت به انسولینی) و عدم ترشح جبرانی انسولین به حد کافی ایجاد می‌شود [۵]. مقاومت به انسولین به‌عنوان مهم‌ترین عامل پیشرفت دیابت نوع دو و گسترش عوارض مرتبط با آن شناخته شده است که با کاهش عملکرد مطلوب سلول عضلانی برای جذب گلوکز در پاسخ به انسولین ترشحی از سلول‌های بتای پانکراس تعریف می‌شود. این عارضه به‌عنوان یکی از نشانه‌های اصلی پاتوبیولوژیک دیابت نوع دو شناخته می‌شود [٦]. در وضعیت مقاوم به انسولین، میزان انسولین نرمال خون، قادر به ایجاد پاسخ بیولوژیکی طبیعی نیست و در واقع پیام‌رسانی یا سیگنالینگ انسولین دچار اختلال می‌گردد [۷]. بدن برای مقابله با چالش مقاومت به انسولین، در ابتدا سلول‌های بتا را وادار می‌کند تا انسولین بیشتری ترشح کنند. اگر ظرفیت ترشح انسولین آنقدر کافی باشد تا مقاومت به انسولین را جبران کند، دیابت شدت نمی‌یابد [۸، ۹]. در غیر این صورت هایپرگلایسمی مزمن ایجاد خواهد شد که در نهایت منجر به بیان معیوب ژن انسولین و کاهش عملکرد سلول‌های بتا می‌شود [۱۰]. انسولین به‌عنوان یک هورمون پپتیدی که به‌طور معمول در پاسخ به افزایش سطح سوخت متابولیک در خون افزایش می‌یابد شناخته شده است [۱۱]. اختلال عملکرد انسولین علاوه بر تأثیر بر میزان برداشت گلوکز و دیگر سوبستراهای متابولیکی، عمل آنزیم‌های مهم دخیل در روند متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها را دچار اختلال می‌کند و حتی بیان ژن‌های بسیاری از این آنزیم‌ها را نیز با اشکال مواجه می‌کند [۱۲]. کمبود مزمن انسولین و عدم حساسیت انسولینی از علل عمده‌ی کاهش مصرف گلوکز و افزایش تولید آن در کبد است، زیرا انسولین می‌تواند سبب افزایش سنتز گلیکوژن و گلیکولیز و ممانعت از گلوکوژئونز در کبد شود [۱۳].

از سوی دیگر، ورزش هوازی به‌عنوان یک عامل اساسی در راستای درمان بیماری دیابت نوع دو، در کنار مداخلات دیگری نظیر کنترل رژیم غذایی و راهبردهای دارویی در نظر گرفته می‌شود [١٤]. ورزش هوازی به‌طور سنتی بهترین مدل تمرینی مورد مطالعه در مداخلات مرتبط با بیماران دیابتی نوع دو بوده است. این مدل تمرینی، با به‌کارگیری گروه‌های عضلانی بزرگ می‌تواند بسیاری از عوارض جانبی مرتبط با این بیماری را نظیر نوروپاتی محیطی، مشکلات قلبی عروقی، کلیوی و میوپاتی عضلانی و عوارض مرتبط با درد نوروپاتیک را بهبود بخشد [١٦، ١٥]. این در حالی است که دانشکده‌ی آمریکایی طب ورزش توصیه کرده است بیمارانی که دیابت نوع دو دارند باید حداقل ۱۰۰۰ کیلوکالری در هفته توسط فعالیت جسمانی مصرف کنند [۱۷]. به‌طور کلی، نتایج مطالعات متاآنالیز انجام شده در خارج از ایران نشان داده است که تمرین هوازی یا مقاومتی می‌تواند موجب بهبود معنی‌دار کنترل شاخص‌های گلایسمیک در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو گردد [۲۰-۱۸]. برای مثال، در مطالعه‌ی Boule و همکاران (۲۰۰۱) ١٤ مقاله به‌صورت سیستماتیک مرور شدند و مورد متاآنالیز قرارگرفتند که ۱۲ مورد آن از تمرین هوازی و دو مورد نیز از تمرین مقاومتی استفاده کرده بودند. به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که ورزش می‌تواند موجب کنترل قند خون و کاهش هموگلوبین A1c در بیماران دیابتی نوع دو گردد. همچنین نتایج مطالعه‌ی متاآنالیز این محققین نشان داد که ورزش می‌تواند کاهش چاقی شکمی و نمایه‌ی توده‌ی بدن در بیماران دیابتی نوع دو را به همراه داشته باشد [۱۸]. با این وجود که اثر بخشی تمرینات ورزشی مختلف در راستای بهبود کنترل سطوح قند خون، نیمرخ لیپیدی و دیگر عوامل مرتبط با این بیماری به‌خوبی به اثبات رسیده است، اما تاکنون در داخل ایران مطالعه‌ای در زمینه‌ی جمع‌بندی تمام تحقیقات انجام شده

صورت نگرفته است و به‌طور قطع نمی‌توان درباره‌ی تأثیر ورزش استقامتی بر بهبود عوامل خطرزای مرتبط با این بیماری در جامعه‌ی ایرانی صحبت به میان آورد. بنابراین، در مطالعه‌ی متاآنالیز حاضر جهت دستیابی به نتایج کامل‌تر و با قدرت آماری بیشتر به بررسی مرور سیستماتیک و متاآنالیز مطالعاتی پرداخته شد که تأثیر ورزش استقامتی بر کنترل سطوح قند خون، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین را در داخل ایران بر روی بیماران دیابتی نوع دو بررسی کرده بودند.

روش‌ها

روش جستجوی مقالات

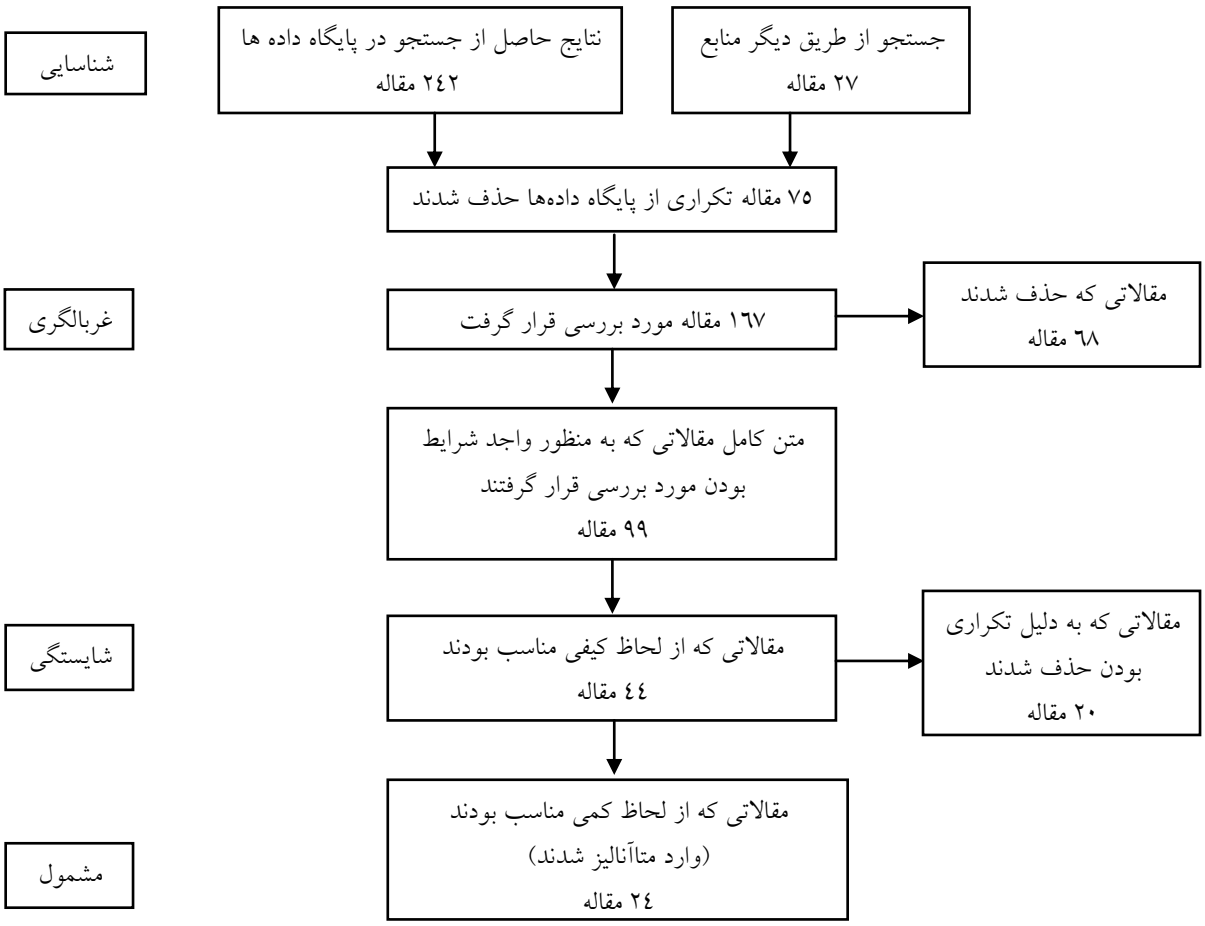
در این بررسی پایگاه‌های اطلاعاتی sid.ir و magiran.com و همچنین سامانه‌ی نشریات علمی مورد تأیید وزارت علوم و وزارت بهداشت به‌عنوان جامعه آماری از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ با هدف یافتن منابع فارسی مرتبط با موضوع مورد جستجو قرارگرفتند. همچنین به‌منظور پیدا کردن مقالاتی که نویسندگان ایرانی در مجلات لاتین مقالات خود را چاپ کرده بودند، پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed،Embase ، Cochrane، ISI، Scopus، Science direct، sid و magiran نیز مورد جستجو قرار گرفتند. به‌علاوه، جستجوی اضافی برای ادبیات قدیمی (grey literature) نیز در پایگاه داده‌های مرتبط انجام پذیرفت. فهرست منابع مورد استفاده در تمامی مقالات و گزارش‌های مرتبطی که در جستجوی الکترونیک فوق یافت شدند، به شکل دستی مورد ارزیابی قرار گرفتند تا سایر منابع احتمالی نیز پیدا شوند. کلید واژه‌های مورد استفاده برای جستجو عبارت بودند از: دیابت نوع دو در ترکیب با "دیابت" یا "تمرین استقامتی" یا "تمرین هوازی" یا "فعالیت ورزشی" یا "حساسیت انسولینی" یا "انسولین" یا "گلوکز خون ناشتا".

معیار ورود و خروج مقالات

مقالات با ویژگی‌های زیر برای انجام فراتحلیل انتخاب شدند: ۱) مقالات اصیل علمی- پژوهشی؛ ۲) نمونه آن‌ها از میان افراد ۱۸ سال به بالا انتخاب شده بود؛ ۳) مقالاتی که نمونه آنها صرفاً از نمونه‌های انسانی گرفته شده بود؛ ٤) نمونه‌های مورد مطالعه به غیر از بیماری دیابت نوع دو، از هیچ‌گونه بیماری دیگری برخوردار نبودند؛ ٥) مقالاتی که صرفاً پاسخ بلندمدت فعالیت‌های ورزشی را بدون مصرف هرگونه مکمل غذایی و حداقل برای هشت هفته بررسی کرده بودند و ٦) مقالاتی که تمام داده‌های مربوط به حساسیت انسولینی، انسولین ناشتا، گلوکز خون ناشتا را در زمان پیش آزمون و پس آزمون دو گروه تجربی و کنترل بررسی کرده بودند. در نهایت، انتخاب مقالات نیز براساس نظر مستقل سه محقق که در زمینه‌ی موضوع تخصص داشتند انجام گرفت. این روند بدین صورت بود که شرط ورود مقالات به مطالعه‌ی حاضر، ابتدا زیر نظر تخصص این سه محقق بودند و در نهایت نیز توسط محقق دیگری تمام این موارد مورد کنترل قرارگرفت. مقالاتی که از ویژگی‌های زیر برخوردار بودند، نیز از ورود به مطالعه‌ی حاضر حذف شدند: ۱) مطالعاتی که به‌صورت مروری انجام شده بودند [۲۲ ،۲۱] ، ۲) مطالعاتی که تأثیر ورزش را به همراه مصرف یک داروی خاص یا یک مکمل غذایی خاص بررسی کرده بودند، ۳) برنامه‌ی تمرینی استفاده شده از کیفیت‌های لازم فیزیولوژیک برخوردار نبود [۲٦-۲۳] ، ٤) مطالعاتی که فاقد گروه کنترل بودند [۳۱-۲۷] ، ٥) نمونه‌های ارزیابی شده یکسان یا تکرار مطالعاتی بودند که با داده‌های قبلی صورت گرفته بودند [٤۱-۳۲]. در نهایت ۲٤ مقاله [٦٥-٤۲] که واجد شرایط بودند برای انجام متاآنالیز انتخاب شدند (شکل ۱).

استخراج داده‌ها و ارزیابی کیفیت مطالعات

اطلاعات مربوط به نام نویسنده‌ی اول مقاله، سال انتشار، شهر محل اجرای مطالعه، حجم نمونه، سن و جنس شرکت‌کنندگان، میزان کمی متغیرهای حساسیت انسولینی، انسولین، گلوکز خون ناشتا، از گروه‌های کنترل و تجربی، نوع تمرین به همراه شدت، مدت و تواتر آن در هفته، روش نمونه‌گیری و دوره‌ی ابتلا به دیابت (در صورت گزارش) از مقالات استخراج شدند (جدول ۱).



شکل ۱- دیاگرام چگونگی انتخاب مقالات

جدول۱- خصوصیات مطالعات بررسی شده در پژوهش حاضر.

نویسنده (سال) (منبع)	شهر	جنسیت	دامنه سنی (سال)	دوره دیابت (سال)	تعداد کل (نفر)	گروه کنترل (نفر)	گروه تجربی (نفر)	نوع تمرین	مدت تمرین (هفته)	تحرار تمرین (جلسه در هفته)	شدت تمرین	روش نمونه‌گیری
افشون‌پور وهمکاران (۱۳۹۵) [۴۲]	اهواز	مرد	۵۰-۳۵	۲	۲۴	۱۲	۱۲	تمرین هوازی تداومی	۸	۳	۷۰-۴۰٪ V02max	تصادفی
قارداشی و همکاران (۱۳۹۵) [۵۷]	تهران	زن ومرد	۶۱-۴۰	۲	۲۴	۱۲	۱۲	تمرین هوازی متناوب	۱۰	۳	۵۵-۵۰٪ V02max	تصادفی
مطلبی و همکاران (۱۳۹۵) [۵۹]	اهواز	زن	۳۵-۳۳	۲	۳۰	۱۵	۱۵	تمرین هوازی متناوب	۸	۳	٪ ۸۰-۶۵ V02max	تصادفی
مقرنسی و همکاران (۱۳۹۵) [۶۰]	زاهدان	زن	۵۵-۴۹	۳	۱۶	۸	۸	تمرین هوازی تداومی	۱۰	۳	۵۵-۵۰٪ V02max	تصادفی
موسویان و همکاران (۱۳۹۵) [۶۱]	بهبهان	زن	۶۰-۴۵	۳	۲۸	۱۴	۱۴	تمرین هوازی تداومی	۱۲	۳	٪ ۵۵- ۷۰ HRMax	تصادفی
سوری و همکاران (۱۳۹۵) [۵۲]	تهران	زن	۵۵-۴۰	۳	۱۶	۸	۸	تمرین تناوبی شدید	۱۶	۳	۱۵۰-۱۰۰٪ V02max	تصادفی
عزیزی و همکاران (۱۳۹۵) [۵۶]	آبادان	زن	۵۰-۴۰	۳	۲۴	۱۲	۱۲	تمرینات پیلاتس	۸	۳	۱۲-۱۵شاخص درک فشار	تصادفی
عابدی و همکاران (۱۳۹۵) [۵۵]	محلات	زن	۶۰-۴۵	۲	۳۵	۱۸	۱۷	تمرین هوازی تداومی	۸	۳	٪ ۸۰-۶۵ V02max	تصادفی
آقامحمدی و همکاران (۱۳۹۴) [۴۴]	اهواز	زن	۵۵-۳۵	۵	۲۰	۸	۱۲	تمرین هوازی تداومی	۶	٤	٪ ۵۰- ۸۰ HRMax	تصادفی
بیژه و همکاران (۱۳۹۴) [۴۶]	مشهد	مرد	۵۵-۳۵	۲	۱۶	۸	۸	تمرین هوازی تداومی	۸	۳	٪ ۶۰- ۷۰ HRMax	تصادفی
ایزدی و همکاران (۱۳۹۴) [۴۳]	زاهدان	زن	۶۰-۴۵	۳	۲۲	۱۰	۱۲	تمرین هوازی تداومی	۱۰	۳	٪ ۵۰- ۷۰ HRMax	تصادفی
توفیقی و همکاران (۱۳۹۳) [۴۹]	ارومیه	زن	۶۵-۵۵	۵	۴۰	۱۸	۱۹	تمرین هوازی تداومی	۱۲	۳	٪ ۵۰- ۷۰ HRMax	تصادفی
نظام‌دوست و همکاران (۱۳۹۳) [۶۲]	بیرجند	زن	۴۵-۴۰	۵	۲۰	۱۰	۱۰	تمرین هوازی تداومی	۱۲	۳	٪ ۷۵- ۸۵ HRMax	تصادفی
پارسیان و همکاران (۱۳۹۲) [۴۷]	اسلام‌شهر	مرد	۵۰-۳۸	٤	۳۰	۱۵	۱۵	تمرین هوازی تداومی	۱۲	۳	٪ ۵۰- ۷۰ HRMax	تصادفی

ادامه‌ی جدول در صفحه‌ی بعد

ادامه‌ی جدول صفحه‌ی قبل

محبی و همکاران (۱۳۹۲) [۵۸]	رشت	زن	۵۰-۶۰	۵	۱۸	۹	۹	تمرین هوازی تداومی	۸	۳	۷۰ -۶۰ ٪ HRMax	تصادفی
سوری و همکاران (۱۳۹۲) [۵۳]	بهار	زن	۴۰-۴۸	٤	۲٤	۱۲	۱۲	تمرین هوازی تداومی	۱۰	۳	۸۰ -۶۰ ٪ HRMax	تصادفی
بقرآبادی و همکاران (۱۳۹۱) [٤٥]	مشهد	مرد	۳۵-٤٥	٤	٤۰	۲۰	۲۰	شناکردن	۱۲	۳	۷۰ -۶۰ ٪ HRMax	تصادفی
حامدی‌نیا و همکاران (۱۳۹۱) [۵۰]	سبزوار	زن	٤۰-۶۰	۳	۲٤	۱۲	۱۲	حرکات ایروبیک	۱۰	٤	۷۰ -۶۰ ٪ HRMax	تصادفی
سوری و همکاران (۱۳۹۰) [۵۱]	تهران	زن	٤۰-۵۸	۸	۲۶	۱۳	۱۳	تمرین تناوبی هوازی	۸	۵	۸۰ -۷۰ ٪ HRMax	تصادفی
شوندی و همکاران (۱۳۹۰) [٥٤]	اصفهان	مرد	۵۵-۶۵	۶	۳۰	۱۵	۱۵	تمرین هوازی تداومی	۸	۳	۷۰ -۶۰ ٪ HRMax	تصادفی
توفیقی و همکاران (۱۳۹۰) [٤۸]	مرند	زن	۵۰-۶۰	۲	۲۰	۱۰	۱۰	تمرین هوازی در آب	۱۶	۳	۷۵ -۶۰ ٪ HRMax	تصادفی
امینی لاری وهمکارن (۲۰۱۷) [٦٤]	شیراز	زن	٤۵-۶۰	۲	۲۷	۱۵	۱۲	تمرین هوازی تداومی	۱۲	۳	۶۰ -۵۰ ٪ HRMax	تصادفی
علیزاده وهمکاران (۲۰۱۵) [٦۳]	اهواز	مرد	٤۰-۵۰	۵	۲۰	۱۰	۱۰	تمرین هوازی تداومی	۸	۳	۸۰ -۵۰ ٪ HRMax	تصادفی
متین همایی و همکاران (۲۰۱۲) [٦۵]	تهران	مرد	٤۰-۵۰	۱۰	۲۱	۱۰	۱۱	تمرین هوازی تداومی	۱۰	۳	۵۶ -۵۰ ٪ HRMax	تصادفی

V02max: حداکثر توان هوازی؛ HRMax: حداکثر ضربان قلب ذخیره.

برآورد خطر سوءگیری نیز براساس ابزار سوءگیری خطر کاکران[1] انجام شد [٦٦]. مواردی که در ابزار سوءگیری خطر کاکران مورد بررسی قرار گرفت شامل: سلسله مراتب قراردادن افراد در گروه‌های تجربی و کنترل، عدم اطلاع شرکت کنندگان، محققین و پرسنل آزمایشگاه از روند اجرای مطالعه، گزارش نتایج انتخابی و دیگر منابع احتمالی سوءگیری بود. استخراج داده‌ها و ارزیابی کیفیت مطالعات نیز توسط دو نفر از نویسندگان انجام شد (دکتر مسعود رحمتی و دکتر محمد فتحی) و هرگونه اختلاف نظر میان این دو نویسنده توسط یک محقق بی طرف کنترل شد (دکتر رحیم میرنصوری).

تجزیه و تحلیل آماری

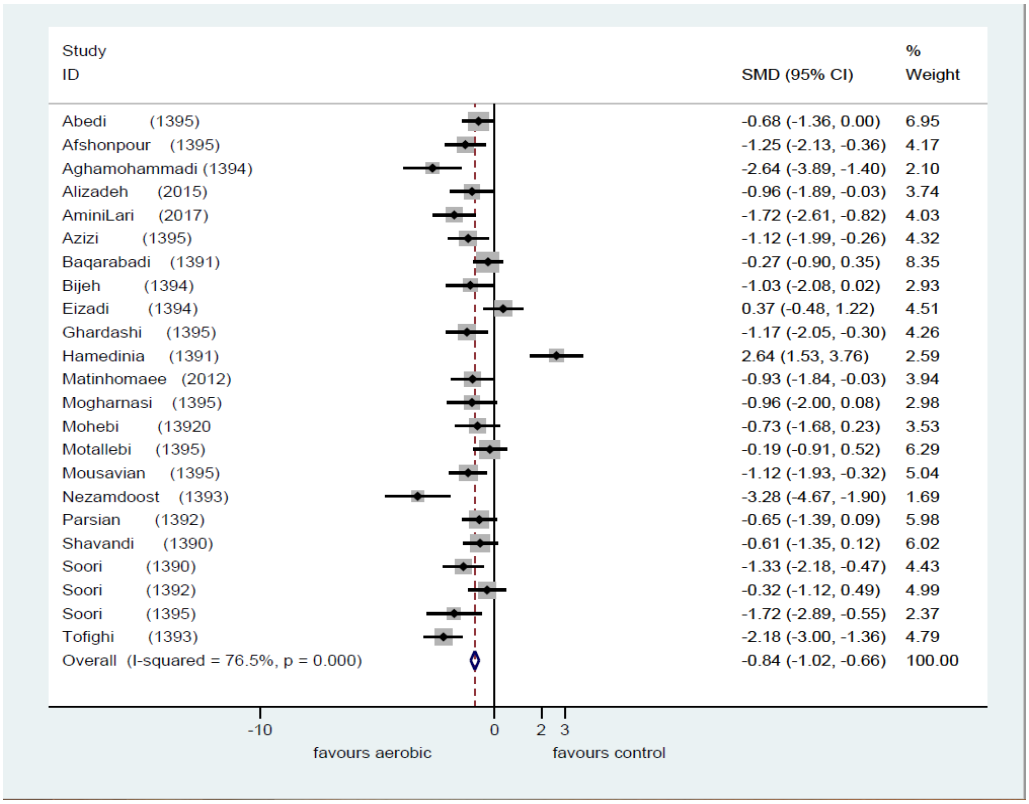
در این متاآنالیز ارتباط میان فعالیت‌های ورزشی استقامتی و گلوکز خون ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین در مطالعات صورت گرفته در داخل ایران مورد بررسی قرارگرفت. کلیه متغیرهای بین افراد گروه تجربی و گروه کنترل با استفاده از نسبت شانس (OR) با ضریب اطمینان ۹۵٪ بررسی شدند. جهت تعیین ناهمگنی (عدم تجانس) مطالعات از آزمون‌های chi-square و I square استفاده شد (شواهد برای عدم تجانس$P< 0/05 , I^2> 50\%$) در صورت مشاهده‌ی ناهمگنی بین مطالعات از مدل اثرات تصادفی (Random-effects model) و در غیر این صورت از مدل اثرات ثابت (Fixed-effects model) استفاده شد. آنالیز حساسیت (Sensitivity Analyze) برای ارزیابی اینکه آیا نتایج فراتحلیل تحت تأثیر مطالعه یا مطالعات خاصی قرار دارند، مورد استفاده قرارگرفت. همچنین سوءگیری در چاپ مقالات با استفاده از ارزیابی چگونگی نمودارهای funnel رسم شده مورد بررسی قرارگرفت. ارزیابی‌های funnel plot نامتقارن به‌وسیله آزمون رگرسیون نامتقارن Egger's و آزمون Begg's انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری STATA (نسخه‌ی ۱۲) صورت گرفت. سطح معناداری نیز $P<0/05$ در نظرگرفته شد.

نتایج

ارتباط میان ورزش استقامتی و گلوکز خون

میزان تغییرات گلوکز خون در مطالعاتی که در پژوهش حاضر وارد متاآنالیز شدند از دامنه‌ی ۷/۵۲- درصد (۱۱/۵۸ mg/dl-) [٦] تا دامنه ٤۸/۲۳- درصد (۳۲/۵ mg/dl-) [۱۱] متفاوت بود. به‌طور کلی مجموع درصد کاهش گلوکز در مطالعاتی که در پژوهش حاضر وارد متاآنالیز شدند (۲۰/۵۸- درصد) بود. همان گونه که اطلاعات نمودار۱ نشان می‌دهد، میان ورزش استقامتی و گلوکز ارتباط معنی‌داری در مطالعات انجام گرفته در داخل کشور وجود دارد (P=۰/۰۰۰۱؛ ۰/٦۵٦- الی۱/۰۱٦- ۹۵٪ =CI؛ OR=-۰/۸۳٦). با توجه به شاخص chi-square و I square ناهمگنی بین مطالعات معنی‌دار نبود (P=۰/۰۰۰۱؛ I^2=٪۷٦/۵). باتوجه به همگن بودن مطالعات از مدل اثرات ثابت استفاده شد.

[1]Cochrane Risk of Bias tool



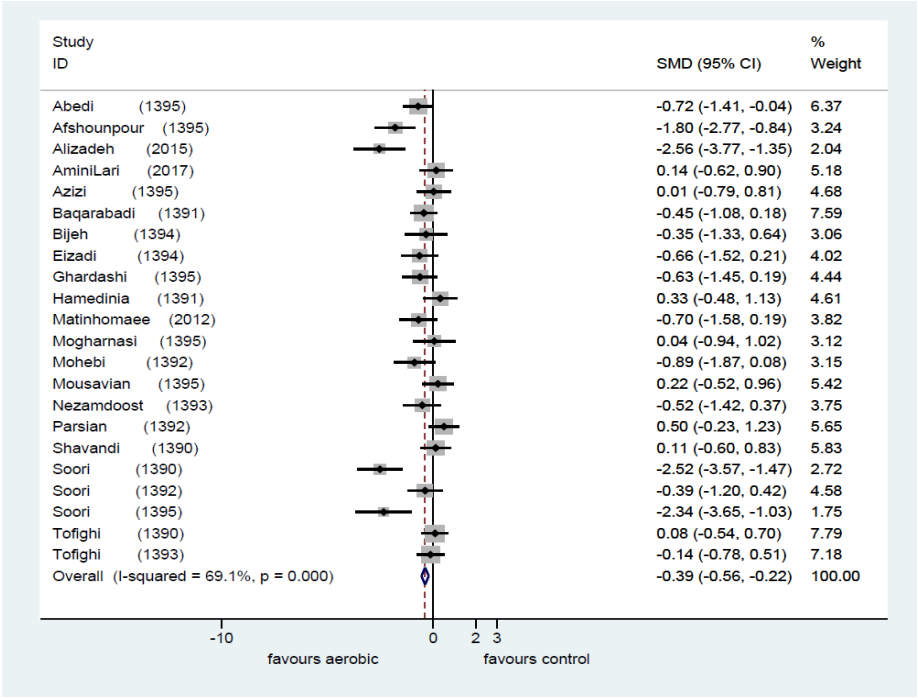
نمودار ۱- نمودار انباشت (Forest polt) ارتباط میان ورزش استقامتی و گلوکز

ارتباط میان ورزش استقامتی و سطوح انسولین

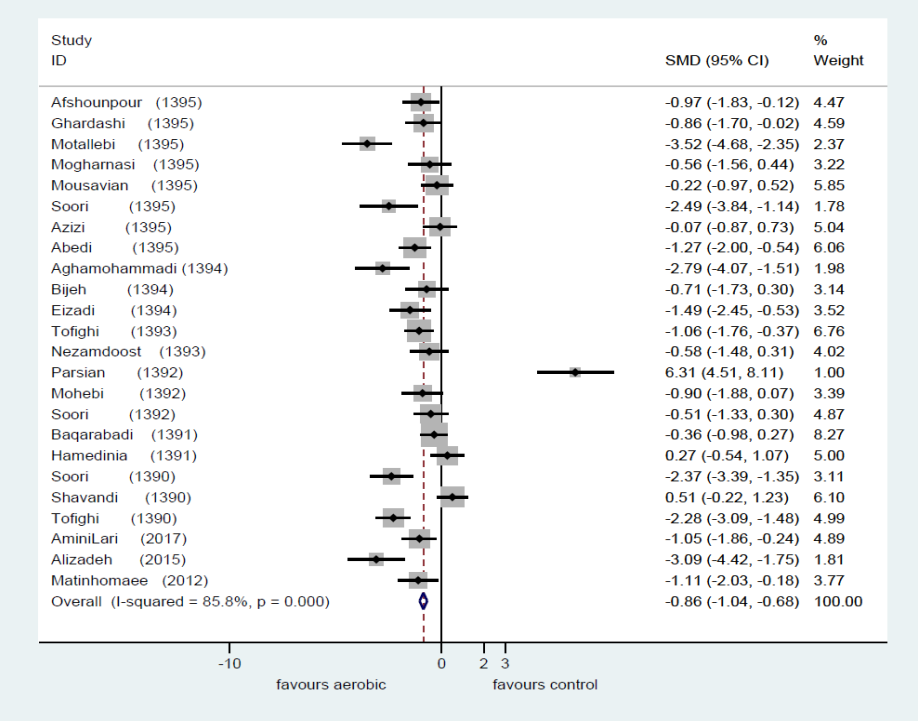
میزان تغییرات انسولین در مطالعاتی که در پژوهش حاضر وارد متاآنالیز شدند از دامنه‌ی ۷/۵۵- درصد (۰/۷۹ mU/l-) [۹] تا دامنه‌ی ٦۱/۲٤- درصد (۱۸/۸۸ mU/l-) [۲۷] متفاوت بود. به‌طور کلی مجموع درصد کاهش انسولین در مطالعاتی که در پژوهش حاضر وارد متاآنالیز شدند (۲۷/۳۳- درصد) بود. همان‌گونه که اطلاعات نمودار ۲ نشان می‌دهد، میان ورزش استقامتی و انسولین ارتباط معنی‌داری در مطالعات انجام گرفته در داخل کشور وجود دارد (P=۰/۰۰۰۱؛ ۰/۲۱۷- الی ۰/٥٦۳- ٪۹۵ =CI؛ ۰/۳۹۰- =OR). با توجه به شاخص chi-square و I square ناهمگنی بین مطالعات معنی‌دار نبود (P=۰/۰۰۰۱؛ ٪٦۹/۱=I^2). باتوجه به همگن بودن مطالعات از مدل اثرات ثابت استفاده شد.

ارتباط میان ورزش استقامتی و مقاومت به انسولین

میزان تغییرات مقاومت به انسولین در مطالعاتی که در پژوهش حاضر وارد متاآنالیز شدند از دامنه ۱۱/۹۵- درصد (۰/٦٥-) [۲٦] تا دامنه ۷۱/۵۲- درصد (۳/۲۹-) [۳] متفاوت بود. به‌طور کلی مجموع درصد کاهش مقاومت به انسولین در مطالعاتی که در پژوهش حاضر وارد متاآنالیز شدند (۳٤/۸٥ - درصد) بود. همان‌گونه که اطلاعات نمودار۳ نشان می‌دهد، میان ورزش استقامتی و مقاومت به انسولین ارتباط معنی‌داری در مطالعات انجام گرفته در داخل کشور وجود دارد (P=۰/۰۰۰۱؛ ۰/٦۸۲- الی۱/۰٤۲- ٪۹۵ =CI؛ ۰/۸٦۲- =OR). با توجه به شاخص chi-square و I square ناهمگنی بین مطالعات معنی‌دار نبود (P=۰/۰۰۰۱؛ ٪۸٥/۸=I^2). باتوجه به همگن بودن مطالعات از مدل اثرات ثابت استفاده شد. نمودارهای انباشت (Forest polt) (نمودارهای ۳-۱) ارتباط میان فعالیت‌های ورزشی استقامتی و گلوکز خون ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین را در فاصله اطمینان ۹۵ درصد بر اساس مدل اثرات ثابت نشان می‌دهند. نقطه‌ی وسط هر پاره خط برآورد میزان شیوع و طول پاره خط فاصله اطمینان ۹۵ درصدی در هر مطالعه را نشان می‌دهد. علامت لوزی نشان‌دهنده فاصله اطمینان برای مجموع مطالعات می‌باشد. با توجه به این‌که لوزی خط صفر را قطع نمی‌کند، می‌توان نتیجه گرفت که بین ورزش استقامتی و گلوکز خون، ورزش استقامتی و انسولین، ورزش استقامتی و مقاومت به انسولین در مطالعات انجام شده در داخل کشور ارتباط معناداری وجود دارد.



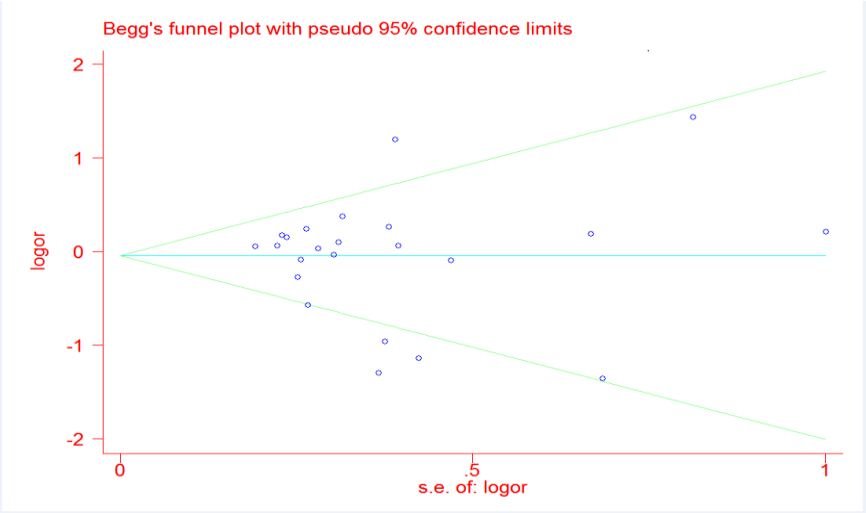
نمودار۲- نمودار انباشت (Forest polt) ارتباط میان ورزش استقامتی و انسولین



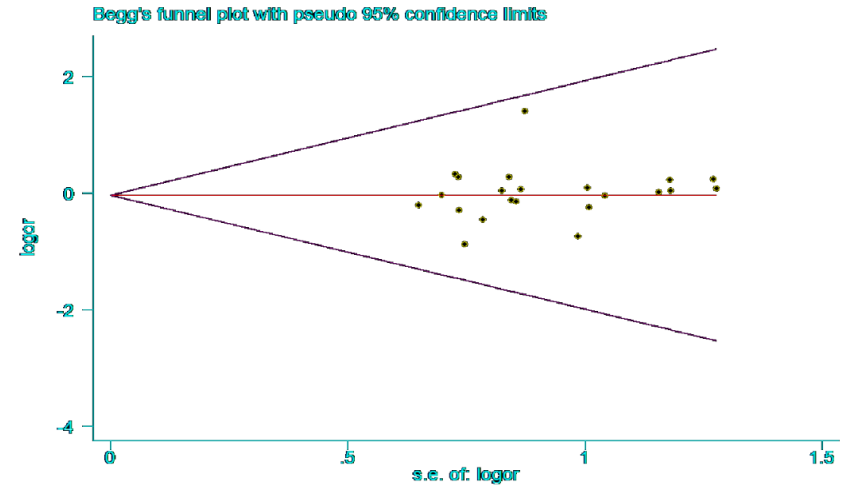
نمودار۳- نمودار انباشت (Forest polt) ارتباط میان ورزش استقامتی و مقاومت به انسولین

.بررسی سوءگیری مطالعات

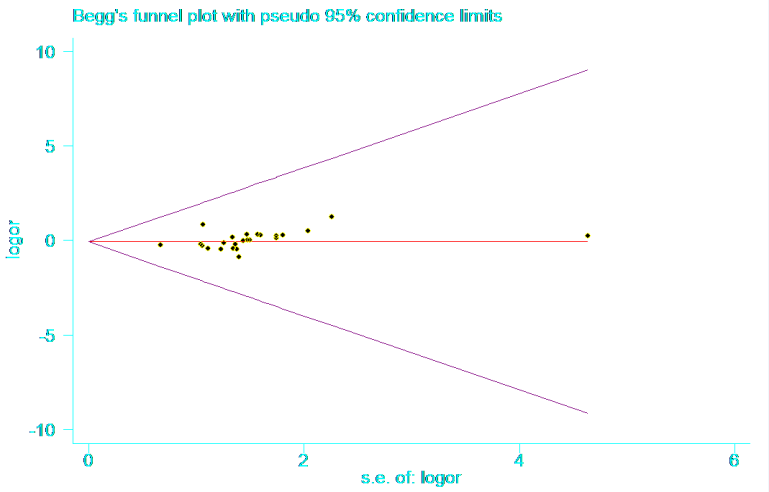
نمودارهای Begg's(نمودارهای ٦-٤) برای شناسایی سوءگیری انتشار رسم شده‌اند و نشان می‌دهند که سوءگیری انتشار در نتایج به‌دست آمده در مقالات تأثیری نداشته است که به‌صورت تقارن در نمودارهای قیفی نشان داده شده‌اند.



نمودار۴- نمودار Begg's Funnel Plot برای ارتباط میان فعالیت ورزشی استقامتی و گلوکز



نمودار۵- نمودار Begg's Funnel Plot برای ارتباط میان فعالیت ورزشی استقامتی و انسولین



نمودار۶- نمودارBegg's Funnel Plot برای ارتباط میان ورزش استقامتی و مقاومت به انسولین

بحث

نتایج مطالعه‌ی متاآنالیز حاضر بر روی پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور نشان داد که فعالیت ورزشی استقامتی (هوازی) می‌تواند موجب کاهش گلوکز خون ناشتا (۲۰/۵۸- درصد)، کاهش انسولین (۲۷/۳۳- درصد) و کاهش مقاومت به انسولین (۳٤/۸۵- درصد) در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو می‌شود. بقرآبادی و همکاران (۱۳۹۱) کاهش گلوکز ناشتای خون به میزان ۲۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، کاهش انسولین پلاسما به میزان ۲۵ درصد، کاهش مقاومت به انسولین، کاهش مقادیر پلاسمایی لپتین را پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی (۳ جلسه در هفته، شدت ٪۷۰-٦۰ ضربان قلب ذخیره) نشان دادند [٤٥]. عزیزی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی اثر یک دوره تمرین هوازی بر آدیپسین سرم و مقاومت انسولینی زنان چاق دیابتی پرداختند. در این مطالعه ٢٤ زن به دو گروه مداخله و کنترل تقسیم شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که به‌دنبال ۸ هفته تمرین هوازی (۳ جلسه در هفته، شدت ۱۵-۱۲ شاخص درک فشار) کاهش معنادار در سطوح گلوکز خون (۲۷ درصد)، کاهش مقاومت به انسولین (١٤ درصد)، کاهش BMI (۱۵ درصد) و کاهش درصد چربی بدن (۲۳ درصد) در گروه تمرین مشاهده شد اما این اختلاف میانگین‌ها نسبت به گروه کنترل معنادار نبود. این محققین دلایل مغایرت نتایج خود با نتایج دیگر محققان را تفاوت در نوع و شدت تمرینات، مدت کوتاه پروتکل و الگوهای تمرینی اعلام کردند [٥٦]. توفیقی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین هوازی در آب به شکل معناداری باعث کاهش غلظت سطوح گلوکز، نیمرخ لیپیدی، HbA1c و RBP4 و مقاومت به انسولین در زنان یائسه مبتلا به دیابت نوع دو شد و سطح انسولین سرم نیز افزایش یافت اما این افزایش معنادار نبود [٤٨]. همچنین در مطالعه افشون‌پور و همکاران (۱۳۹۵) نتایج تحقیق کاهش معنادار غلظت گلوکز خون، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین گروه تمرین را در مقایسه با پیش آزمون و گروه کنترل نشان داد [٤٢]. همراستا با نتایج حاضر درمطالعه متاآنالیز بوله و همکاران (۲۰۰۱) نتایج این مطالعه نشان داد که ورزش می‌تواند موجب کنترل قند خون، کاهش هموگلوبین A1c، کاهش چاقی شکمی و نمایه‌ی توده‌ی بدن در بیماران دیابتی نوع دو گردد [۱۸]. همچنین Way و همکاران (۲۰۱٦) در یک متاآنالیز به بررسی اثرات ورزش منظم بر حساسیت به انسولین در بزرگسالان مبتلا به دیابت نوع دو پرداختند. نتایج این متاآنالیز نشان داد که ورزش منظم اثر قابل توجهی بر حساسیت به انسولین در بزرگسالان مبتلا به دیابت نوع دو دارد و ممکن است تا ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین ادامه یابد [٦٧]. مطالعه متاآنالیز Zou و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که ورزش منجر به کاهش معنادار غلظت پروتئین واکنشگر C، تری گلیسرید، فشار خون سیستولیک، فشار خون دیاستولیک، هموگلوبین گلیکوزیله و مقاومت به انسولین و افزایش شدید HDL-c می‌شود [٦٨]. Boulé و همکاران (۲۰۰۳) در یک فراتحلیل به بررسی اثرات ورزش ساختاری بر آمادگی قلبی تنفسی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو پرداختند. نتایج این فراتحلیل نشان داد که ورزش منظم اثر آماری و بالینی معنادار بر VO2max در افراد مبتلا به دیابت نوع دو دارد و ورزش با شدت بالاتر می‌تواند مزایای اضافی بر آمادگی قلبی تنفسی و HbA1c داشته باشد [٦٩]. Snowling و همکاران (۲۰۰٦) در یک فراتحلیل به بررسی تأثیر مدل‌های مختلف ورزشی بر کنترل گلوکز و عوامل خطر برای عوارض در افراد مبتلا به دیابت نوع دو پرداختند. نتایج این فراتحلیل نشان داد که تمام اشکال تمرینات ورزشی (استقامتی، مقاومتی و ترکیبی)، می‌توانند سبب بهبود اندک مهم‌ترین شاخص کنترل گلوکز (هموگلوبین گلیکوزیله) شوند [۱۹]. Chudyk و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات ورزش بر عوامل خطر قلبی عروقی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو پرداختند. ورزش هوازی باعث کاهش ٦٪ هموگلوبین گلیکوزیله و کاهش (0.3 mmol/l) تری‌گلیسرید شد اما اثر معناداری بر LDL-c و HDL-c نداشت و به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که ورزش هوازی به تنهایی یا در ترکیب با ورزش مقاومتی کنترل قند خون، فشار خون سیستولی، تری‌گلیسرید و دور کمر را بهبود می‌بخشد [۷۰].

به‌طور کلی تجمع چربی اضافی از دو مسیر اصلی مجزا، موجب مقاومت به انسولین می‌شود که شامل دگرگون شدن سیگنالینگ انسولین یا سایتوکاین‌های ترشح شده از بافت چربی و آسیب یا مرگ سلول‌های بتای پانکراس در اثر تجمع اسیدهای چرب آزاد است، ولی تمرینات طولانی مدت ورزشی با کاهش تجمع چربی، احتمالاً ضمن تغییر در میزان برخی

آدیپوکاین‌ها و کاهش تجمع اسیدهای چرب، حساسیت به انسولین را بهبود می‌بخشد و از مقاومت به انسولین نیز پیشگیری می‌کند [۷۱]. تمرین استقامتی (حاد و طولانی مدت) مقاومت به انسولین را به‌دلیل انقباض موقتی عضله و افزایش جذب گلوکز و توده‌ی عضله‌ی اسکلتی بهبود می‌بخشد [۷۲]. برخی محققان سازوکار بهبود عمل انسولین را هم، تنظیم مثبت اجزای پس‌گیرنده‌ی انسولین (مانند غلظت پروتئین گیرنده‌ی انسولین، پروتئین کینازB و سنتز گلیکوژن) و همچنین پروتئین انتقال دهنده‌ی گلوکز (GLUT4) می‌دانند [۷۳]. نقش تمرین هوازی در افزایش عملکرد انسولین از طریق کاهش تجمع TG (تری‌گلیسرید) های درون سلولی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب مشخص شده است [۷٤]. در مطالعه‌ی متاآنالیز Fedewa و همکاران (۲۰۱۳) در زمینه‌ی بررسی مطالعات مربوط به تمرین ورزشی و مقاومت به انسولین نشان داده شده که ورزش تأثیر کم تا متوسطی بر بهبود مقاومت به انسولین دارد [۷۵]. عدم فعالیت بدنی با نیمرخ نامطلوب لیپوپروتئین سرم در ارتباط است [۷٦] و مقاومت محیطی به انسولین را افزایش می‌دهد [۷۷]. Schneider و همکاران در سال ۱۹۸٤ در تحقیق خود، تقریباً ۲۵ درصد بهبود در میزان تری‌گلیسرید پلاسما مشاهده کردند اما در میزان LDL-c تغییری مشاهده نکردند [۷۸]. Krotkiewski و همکاران در سال ۱۹۹۵ متوجه شدند که بهترین پاسخ در افرادی اتفاق می‌افتد که بالاترین غلظت انسولین ناشتایی را دارند [۷۹] ؛ نتایجی که توسط اشنایدر و همکارانش نیز تأیید شده بود [۷۸]. Randle و همکاران (۱۹٦۳) نشان دادند افزایش گلوکز خون و انسولین سبب افزایش GLUT-4 در سطح غشای عضلانی شده، و با افزایش برداشت گلوکز سبب افزایش اکسیداسیون کربوهیدرات می‌شود. در راستای این فرآیند، انسولین با استریفیه کردن دوباره NEFA سبب کاهش اکسیداسیون چربی می‌شود، از سوی دیگر میزان سوخت و ساز کربوهیدرات را افزایش می‌دهد [۸۰]. مدت‌های طولانی است که تمرین ورزشی به عنوان یک مکمل در درمان دارویی، در کنترل بیماری دیابت مورد استفاده قرار گرفته است. مطالعات انجام شده در انسان‌ها و حیوانات نشان داده است که ورزش، مقاومت به انسولین را بهبود می‌بخشد و حساسیت انسولین را افزایش می‌دهد [۸۱]. بهبود مقاومت انسولینی مهم‌ترین سازوکار اثرگذاری ورزش بر متابولیسم گلوکز است. فعالیت ورزشی منظم باعث افزایش برداشت گلوکز در یک غلظت ثابت انسولین می‌شود [۸۳، ۸۲]. شواهد موجود نشان می‌دهد که سازوکار اثر تمرین هوازی بر هموستاز گلوکز و عمل انسولین تا حدود زیادی به عملکرد عضلات اسکلتی برمی‌گردد .عضلات اسکلتی تقریباً بیش از نیمی از وزن بدن را تشکیل می‌دهند و اصلی‌ترین جایگاه مصرف گلوکز می‌باشند. انقباض در عضلات اسکلتی دارای نقش شبه انسولینی بوده و موجب می‌شود تا مقدار زیادی گلوکز به درون سلول وارد شده و صرف تولید انرژی گردد [۸٤]. سازوکار احتمالی این پدیده به نفوذپذیری غشا به گلوکز و به‌دلیل افزایش تعداد ناقل‌های گلوکز در غشای پلاسمایی (Glut4) و افزایش بیان ژنی یا فعالیت پروتئین‌های مختلف درگیر در آبشار پیام‌رسانی انسولین، افزایش دانسیته‌ی مویرگی و افزایش فعالیت گلیکوژن سنتتاز در انقباض عضلانی برمی‌گردد. از این‌رو، با انجام فعالیت ورزشی مداوم در افراد دیابتی با افزایش انقباض عضلانی ناشی از تمرین، میزان (Glut4) در عضلات تمرین کرده افزایش می‌یابد که سبب بهبود در عبور گلوکز پلاسما به درون سلول عضلانی حتی از مسیرهای غیر وابسته به انسولین می‌گردد [۸۵]. این پدیده در درازمدت و با انجام تمرینات مداوم به یک حالت پایدار تبدیل می‌گردد. لذا به‌دنبال بهبود گلوکز پلاسما انتظار می‌رود که میزان ترشح انسولین پایه در افراد دارای مقاومت به انسولین و دیابت نوع دوم کاهش یابد [۸٦].

مأخذ

1. Guariguata L, et al. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. *Diabetes research and clinical practice* 2014; 103(2):137-149.
2. Imperatore G, et al. Projections of type 1 and type 2 diabetes burden in the US population aged< 20 years through 2050. *Diabetes care* 2012; 35(12):2515-2520.
3. Lotfi MH, Saadati H, and Afzali M. Prevalence of diabetes in people aged≥ 30 years: the results of screening program of Yazd Province, Iran, in 2012. *Journal of research in health sciences* 2013; 14(1):88-92.
4. Association AD. Standards of medical care in diabetes—2013. *Diabetes care* 2013; 36(Supplement 1):S11-S66.
5. Laffel L. Ketone bodies: a review of physiology, pathophysiology and application of monitoring to diabetes. *Diabetes/metabolism research and reviews* 1999; 15(6): 412-426.
6. Yue P, et al. Apelin is necessary for the maintenance of insulin sensitivity. 2009; *Am Heart Assoc*.
7. DeFronzo RA, RC. Bonadonna, and E. Ferrannini, Pathogenesis of NIDDM: a balanced overview. *Diabetes care* 1992; 15(3):318-368.
8. Kershaw EE, and Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2004; 89(6):2548-2556.
9. Qatanani M. and Lazar MA. Mechanisms of obesity-associated insulin resistance: many choices on the menu. *Genes & development* 2007; 21(12):1443-1455.
10. Wang C, Guan Y, and Yang J. Cytokines in the progression of pancreatic β-cell dysfunction. *International journal of endocrinology* 2010; 2010.
11. Kahn CR. The molecular mechanism of insulin action. *Annual review of medicine* 1985; 36(1):429-451.
12. O'Brien RM, and Granner DK. Regulation of gene expression by insulin. *Physiological Reviews* 1996; 76(4):1109-1161.
13. McGarry JD. What If Minkowski Had Been Ageusic? An Alternative Angle on Diabetes. *Science* 1992; 258(5083):766-770.
14. Arora E Shenoy S. and Sandhu J. Effects of resistance training on metabolic profile of adults with type 2 diabetes. *Indian Journal of Medical Research* 2009; 129(5):515-519.
15. Rahmati M, et al. Treadmill Training Modifies KIF5B Moter Protein in the STZ-induced Diabetic Rat Spinal Cord and Sciatic Nerve. *Archives of Iranian Medicine (AIM)* 2015; 18(2):101-91.
16. Yang Z, et al. Resistance exercise versus aerobic exercise for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine* 2014; 44(4):487-499.
17. 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):1345-1360.
18. Boulé NG, et al. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *Jama* 2001; 286(10):1218-1227.
19. Snowling NJ. and Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients. *Diabetes care* 2006; 29(11):2518-2527.
20. Thomas D, EJ. Elliott, and Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2006; 3(3).

۲۱. ریاحی، فاطمه؛ ریاحی، سیمین؛ یاری بیگی، حمید. دیابت و نقش ورزش در کنترل آن؛ یک مطالعه‌ی مروری سیستماتیک. *مجله‌ی پژوهش سلامت* ۱۳۹٤؛ دوره‌ی ۱ (شمارهی ۲): ۱۱۳–۱۲۱.

۲۲. صارمی، عباس. تمرینات ورزشی و دیابت ملیتوس نوع ۲: مروری بر شواهد. *مجله‌ی سلول و بافت* ۱۳۹۰؛ جلد ۲ (شماره‌ی ۳): ۱۷۱–۱۸۱.

۲۳. ایزدی، مجتبی؛ کیانی، فاطمه؛ خورشیدی، داوود؛ عزیزی ماسوله، میترا. بررسی اثر یک فعالیت ورزشی کوتاه مدت بر سطوح لپتین سرم در بیماران دیابتی نوع دو. *مجله‌ی دانشگاه علوم پزشکی قم* ۱۳۹۱؛ دوره‌ی ٦ (شماره‌ی ٤): ۵۰–۵٦. ۱۳

۲٤. حسینی کاخک، علیرضا؛ عطارنژاد، زهرا؛ حقیقی، امیرحسین. مقایسه اثرات حاد دو جلسه ورزش در آب با حجم های مختلف بر آدیپونکتین و مقاومت انسولینی در زنان دیابتی نوع دو. *مجله‌ی علمی - پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار* ۱۳۹۲؛ دوره‌ی ۲۰ (شماره‌ی ٤): ۵٦۳–۵۷۲.

۲۵. دریانوش، فرهاد؛ شکیبایی، مریم؛ زمانی، علی؛ محمدی، مهدی.اثر تمرینات ورزشی هوازی و مکمل آلفا لیپوئیک اسید بر میزان مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو. *مجله‌ی علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان* ۱۳۹٤؛ دوره‌ی ۱۷ (شماره‌ی ۳): ۷۵–۸۰

۲٦. عظیمی دخت، سید محمد علی؛ مقرنسی، مهدی؛ کارگر، محمد خلیل؛ زارع زاده، علی اصغر. تاثیر ۸ هفته تمرین تناوبی بر مقاومت به انسولین و نیمرخ چربی مردان دیابتی نوع ۲ تحت درمان با متفورمین. *نشریه‌ی علوم زیستی ورزشی* ۱۳۹٤؛ دوره‌ی ۷ (شماره‌ی ۳): ٤٦۱–٤۷٦.

۲۷. افشون پور، محمدطاهر؛ حبیبی، عبدالحمید؛ رنجبر، روح الله. مقایسهٔ تأثیر دو شدت فعالیت حاد هوازی بر غلظت آپلین پلاسما، گلوکز خون و شاخص مقاومت به انسولین مردان مبتلابه دیابت نوع دو. *فیزیولوژی ورزشی* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی ۸ (شماره‌ی ۳۰): ۱۱۵–۱۲۸.

۲۸. ایزدی، مجتبی؛ گودرزی، محمد تقی، سهیلی، شهرام؛ دوعلی، حسین. اثر فعالیت ورزش کوتاه مدت بر سطح آدیپونکتین و

۳۶. توفیقی، اصغر؛ صمدیان، زهرا . مقایسه اثر۱۲ هفته تمرین ورزشی هوازی و مقاومتی بر سطوح سرمی رزیستین و شاخص‌های گلیسمی در زنان یائسه چاق مبتلا به دیابت نوع ۲؛ (مقایسه‌ی دو نوع پروتکل ورزشی). *مجله‌ی علمی پزشکی جندی شاپور* ۱۳۹۲؛ دوره‌ی ۱۲ (شماره‌ی ٦): ٦٦٥-٦٧٦.

۳۷. توفیقی، اصغر؛ صمدیان، زهرا؛ طلوعی آذر، جواد. بررسی نقش پیش التهابی رزیستین و پروتئین واکنشگر C (CRP) در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو: اثر فعالیت‌های ورزشی هوازی و مقاومتی. *نشریه‌ی علوم زیستی ورزشی* ۱۳۹٤؛ دوره‌ی ۷ (شماره‌ی ۳): ٤٤٥-٤٦٠.

۳۸. حسینیان، معصومه؛ بنی‌طالبی، ابراهیم؛ میرحسینی، سیداحسان. تاثیر ۱۲ هفته تمرین تناوبی شدید و ترکیبی بر سطوح آپولیپوپروتئین A و B، ویسفاتین و مقاومت به انسولین در زنان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲. *مجله‌ی علمی پژوهشی افق دانش* ۱۳۹۵؛ دوره ۲۲ (شماره ۳): ۲۳۷-۲٤٥.، ۱۳۹۵.

۳۹. سوری، رحمان؛ خسروی، نیکو؛ یزداندوست، هانیه؛ خادمی، حسین. تأثیر شدت تمرینات هوازی تناوبی و تداومی بر سطوح ویسفاتین و RBP4 سرمی زنان چاق دیابتی نوع دو. *مجله‌ی طنین سلامت* ۱۳۹٤؛ دوره‌ی ۳ (شماره‌ی ٤): ۱-۹.

٤۰. عابدی، بهرام؛ اخوت، الهام؛ بنی طالبی، ابراهیم. مقایسه تاثیر تمرینات سرعتی شدید و هوازی- قدرتی بر سطح آدیپونکتین سرمی و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو. *دوماهنامه‌ی علمی پژوهشی فیض* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی ۲۰ (شماره‌ی ٤): ۳۵۲-۳٦۰.

٤۱. گائینی، عباسعلی؛ قارداشی افوسی، علیرضا. تأثیر ده هفته تمرین تناوبی هوازی بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی و اکسیدانی در بیماران دیابتی نوع دو. *نشریه‌ی علوم زیستی ورزشی* ۱۳۹٦؛ دوره‌ی ۹ (شماره‌ی ۱): ۹۳-۱۰۸.

٤۲. محمدطاهر، افشون پور؛ حبیبی، عبدالحمید؛ رنجبر، روح اله. تأثیر تمرین هوازی تداومی بر غلظت آپلین پلاسما و مقاومت به انسولین در مردان مبتلا به دیابت نوع دو. ارمغان دانش، *مجله‌ی علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی یاسوج* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی ۲۱ (شماره‌ی ۱): ۵۷-۷۰.

٤۳. ایزدی قهفرخی، مریم؛ مقرنسی، مهدی؛ فرامرزی، محمد. تأثیر ۱۰ هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل چای سبز بر نیمرخ لیپیدی، مقاومت به انسولین و آنزیم-های کبدی *(AST، ALT*

حساسیت انسولین در بیماران دیابتی نوع دو: یک گزارش کوتاه. *مجله‌ی دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان* ۱۳۹۲؛ دوره‌ی ۱۲ (شماره‌ی ۱۰): ۸٦۳-۸۷۰.

۲۹. داوودی، زیبا؛ قنبرزاده، مجسن؛ شاکریان، سعید؛ حبیبی، عبدالحمید. اثر شدت های مختلف فعالیت ورزشی حاد بر غلظت رزیستین پلاسما و مقاومت به انسولین در مردان مبتلا به دیابت نوع دو. *مجله‌ی دانشگاه علوم پزشکی فسا* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی ٦ (شماره‌ی ۱): ۷۹-۸٦.

۳۰. رضایی نسب، حامد؛ رنجبرف روح اله؛ حبیبی، عبدالحمید؛ شاکریان، سعید. مقایسه شدت-های مختلف فعالیت هوازی حاد بر غلظت ویسفاتین پلاسما و مقاومت به انسولین در مردان چاق مبتلا به دیابت نوع دو. *مجله‌ی دیابت و متابولیسم ایران* ۱۳۹۳؛ دوره‌ی ۱٤ (شماره‌ی ۲): ۱۳۳-۱٤۰.

۳۱. محمد رحیمی، غلام رسول؛ عطارزاده حسینی، علیرضا. تأثیر تمرین هوازی و رژیم غذایی بر مقاومت به انسولین و کیفیت زندگی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو. *فصلنامه‌ی افق دانش* ۱۳۹٤؛ دوره‌ی ۲۲ (شماره‌ی ۱): ۵۷-٦٤.

۳۲. بازیار، فاطمه؛ بنی طالبی، ابراهیم؛ میرحسینی، سید احسان. مقایسه دو شیوه تمرین (تمرین تناوبی شدید و ترکیبی) بر سطوح قند خون، انسولین و مقاومت به انسولین زنان مبتلا به دیابت ملیتوس. ارمغان دانش، *مجله‌ی علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی یاسوج* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی ۲۱ (شماره‌ی ۲): ۱۲۳-۱۳٤.

۳۳. توفیقی، اصغر؛ حمزه زاده، صبا. بررسی تغییرات ویسفاتین پلاسمایی و برخی شاخص-های متابولیکی به دنبال یک دوره تمرین هوازی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲. *نشریه‌ی ورزش و علوم زیست حرکتی* ۱۳۹۱؛ دوره‌ی ٤ (شماره‌ی ۸): ۵۱-٦۰.

۳٤. توفیقی، اصغر؛ حمزه زاده، صبا؛ مهدی زاده، علیرضا؛ ذوالفقاری، محمدرضا. سطح پلاسمایی ویسفاتین زنان مبتلا به دیابت نوع دو: مقایسه اثر دو نوع پروتکل تمرینی هوازی و مقاومتی. *مجله‌ی پزشکی ارومیه* ۱۳۹۳؛ دوره‌ی ۲۵ (شماره‌ی ۲): ۱۵۰-۱۵۹.

۳۵. توفیقی، اصغر؛ داستاه، سمانه؛ ترتیبیان، بختیار؛ بابایی، سولماز . سازگاری‌های هورمونی و متابولیکی زنان مبتلا به دیابت نوع دو به تمرین ایروبیک در آب. *مجله‌ی پزشکی ارومیه* ۱۳۹۱؛ دوره‌ی ۲۳ (شماره ٦): ٦۱۲-٦۱۹.

علمی پژوهشی دانشگاه شاهد ۱۳۹۱؛ دوره‌ی ۱۹ (شماره‌ی ۹۹): ۷۱-۷۸.

۵۱. سوری، رحمان؛ حسنی، شیرین؛ وهابی، کبری؛ شب خیز، فاطمه. تأثیر تمرین تناوبی هوازی بر RBP4 سرم و شاخص مقاومت به انسولین دربیماران دیابتی نوع ۲. *مجله‌ی دیابت و متابولیسم ایران* ۱۳۹۰؛ دوره‌ی ۱۰ (شماره‌ی ٤): ۳۸۸-۳۹۷.

۵۲. سوری، رحمان؛ خسروی، نیکو؛ یزداندوست، هانیه؛ آیتی، محمد حسین. مقایسهٔ تمرین تداومی با شدت متوسط و اینتروال هوازی با شدت بالا بر سطوح سرمی رزیستین و مقاومت به انسولین در زنان چاق دیابتی نوع دو. *نشریه‌ی علوم زیستی ورزشی* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی ۸ (شماره‌ی ۳): ۳٦۵-۳۸۰.

۵۳. سوری، رحمان؛ فراهانی، ابوالفضل؛ نوری، فاطمه. تأثیر تمرینات هوازی بر شاخص فعالیت آندوتلیال عروق (*sICAM-1*) و مقاومت به انسولین در زنان کم تحرک مبتلا به دیابت نوع دو. *فیزیولوژی ورزشی* ۱۳۹۲؛ دوره‌ی ۵ (شماره‌ی ۱۹): ۸۱-۹٦.

۵٤. شوندی، نادر؛ صارمی، عباس؛ قربانی، اکبر؛ پرستش، محمد. ارتباط آدیپونکتین با مقاومت انسولینی مردان مبتلا به دیابت نوع دو متعاقب یک دوره تمرین هوازی. *مجله‌ی علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک* ۱۳۹۰؛ دوره‌ی ١٤ (شماره‌ی ۲): ٤۳-۵۰.

۵۵. عابدی، بهرام؛ اخوت، الهام. اثر هشت هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر سطوح آدیپونکتین سرمی و مقاومت به انسولین زنان دیابتی نوع دو. *نشریه‌ی علوم زیستی ورزشی* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی ۸ (شماره‌ی ۳): ٤۱۱-٤۲۵.

۵٦. عزیزی، معصومه؛ تأدیبی، وحید؛ بهپور، ناصر.بررسی اثر یک دوره تمرین هوازی بر آدیپسین سرم و مقاومت انسولینی زنان چاق دیابتی. *مجله‌ی علمی پزشکی جندی شاپور* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی ۱۵ (شماره‌ی ٤): ٤۳۳-٤٤۲.

۵۷. قارداشی افوسی، علیرضا؛ گائینی، عباس؛ غلامی، بهنام. تأثیر تمرین تناوبی هوازی بر سطوح پلاسمایی نیتریک اکساید، عملکرد سلول های آندوتلیال عروقی و پیامدهای ثانویه در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو. *نشریه‌ی پژوهش توانبخشی در پرستاری* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی ۳ (شماره‌ی ۳): ۲۷-۳۹.

۵۸. محبی، حمید؛ رحمانی نیا، فرهاد؛ هدایتی امامی، محمد حسن؛ سعیدی ضیابری، تهمینه. اثر ۸ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر سطوح اپلین پلاسما و مقاومت به انسولین در زنان چاق دیابتی نوع دو (*GGT*). *ارمغان دانش* ۱۳۹٤؛ دوره‌ی ۲۰ (شماره‌ی ۲): ۱٦۱-۱۷۱.

٤٤. آقامحمدی، مژگان؛ حبیبی، عبدالحمید؛ رنجبر، روح اله. تأثیر تمرین منتخب ایروبیک بر سطوح آیریزین سرمی و شاخص مقاومت به انسولین زنان دیابتی نوع دو. *مجله‌ی علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک* ۱۳۹٤؛ دوره‌ی ۱۸ (شماره‌ی ۱۱): ۱-۹.

٤۵. بقرآبادی، وحدت؛ حجازی، سید محمود، سلطانی، محمود، بهنام وشانی، حمیدرضا؛ خرازیان، شهریار؛ سلطانی، ابوالقاسم. تأثیر تمرینات هوازی منظم بر میزان لپتین و گلوکز ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین در بیماران دیابتی نوع دو. *فصلنامه‌ی مراقبت مبتنی بر شواهد* ۱۳۹۱؛ دوره‌ی ۲ (شماره‌ی ۳): ٤۱-٤۹.

٤٦. بیژه، ناهید؛ مبهوت مقدم، توحید؛ محمد، شاهین. تأثیر مکمل یاری کوتاه‌مدت عصارهٔ زرشک بر شاخص‌های گلایسمیک بیماران مبتلا به دیابت نوع۲ متعاقب یک جلسه ورزش هوازی. *نشریه‌ی علوم زیستی ورزشی* ۱۳۹٤؛ دوره‌ی ۷ (شماره‌ی ۳): ۵۰۳-۵۱۸.

٤۷. پارسیان، حشمت اله، ایزدی، مجتبی؛ خورشیدی، داوود؛ خانعلی، فتانه. اثر تمرینات هوازی طولانی مدت روی مقادیر آدیپونکتین سرم و حساسیت انسولین در بیماران دیابتی نوع دو. *فصلنامه‌ی دانشگاه علوم پزشکی جهرم* ۱۳۹۲؛ دوره‌ی ۱۱ (شماره‌ی ۱): ٤۱-٤۸، ۱۳۹۲.

٤۸. توفیقی، اصغر؛ داستاه، سمانه؛ بابایی، سولماز. پاسخ شاخص‌های هورمونی و خونی زنان یائسه مبتلا به دیابت نوع دو به تمرین هوازی در آب. *ورزش و علوم زیست حرکتی* ۱۳۹۰؛ دوره‌ی ۳ (شماره‌ی ۲): ۲۹-۳۸.

٤۹. توفیقی، اصغر؛ صمدیان، زهرا؛ مهدی زاده، علیرضا؛ ذوالفقاری، محمدرضا. پاسخ مقادیر سرمی رزیستین به یک دوره تمرین هوازی و رابطه آن با شاخص های متابولیکی در زنان مبتلا به دیابت نوع دو. *مجله‌ی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز* ۱۳۹۳؛ دوره‌ی ۱۸ (شماره‌ی ۳): ۱۸-۲۵.

۵۰. حامدی نیا، محمدرضا؛ امیری پارسا، طیبه؛ خادم الشریعه، میترا؛ آذرنیوه، مرضیه السادات؛ هدایتی، مهدی. اثر تمرین‌های هوازی پنج هفته‌ای روزانه و ده هفته‌ای یک روز در میان بر برخی شاخص‌های بیماری دیابت نوع دو در زنان مبتلا. *دوماهنامه*

70. Chudyk, A. and R.J. Petrella, Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2011; 34(5):1228-1237.
71. Kim, E.S., et al., Improved insulin sensitivity and adiponectin level after exercise training in obese Korean youth. *Obesity* 2007; 15(12):3023-3030.
72. Henriksen EJ. Invited review: Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance. *Journal of applied physiology* 2002; 93(2):788-796.

۷۳. عصارزاده، محسن؛ عابدی، بهرام. اثرات تمرین ترکیبی برشاخص مقاومت به انسولین و برخی مارکرهای التهابی در مردان غیر فعال. *افق دانش* ۱۳۹۱؛ دوره‌ی ۱۸ (شماره‌ی ۳): ۹۵-۱۰۳.

74. Bonen A, GL. Dohm, and L.J. Van Loon, Lipid metabolism, exercise and insulin action. *Essays in biochemistry* 2006; 42:47-59.
75. Fedewa MV, et al. Exercise and insulin resistance in youth: a meta-analysis. *Pediatrics* 2014; 133(1): e163-e174.
76. Moore CE, et al.The relationship of exercise and diet on high-density lipoprotein cholesterol levels in women. *Metabolism* 1983; 32(2):189-196.
77. Dolkas C, and Greenleaf J. Insulin and glucose responses during bed rest with isotonic and isometric exercise. *Journal of Applied Physiology* 1977; 43(6):1033-1038.
78. Schneider S, et al. Studies on the mechanism of improved glucose control during regular exercise in type 2 (non-insulin-dependent) diabetes. *Diabetologia* 1984; 26(5):355-360.
79. Krotkiewski M, et al. The effects of physical training on insulin secretion and effectiveness and on glucose metabolism in obesity and type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus. *Diabetologia* 1985; 28(12): 881-890.
80. Randle P, et al. The glucose fatty-acid cycle its role in insulin sensitivity and the metabolic disturbances of diabetes mellitus. *The Lancet* 1963; 281(7285):785-789.
81. Howarth FC, et al. The effect of a heavy exercise program on the distribution of pancreatic hormones in the streptozotocin-induced diabetic rat. JOP. *J Pancreas (Online)* 2009; 10(5):485-491.
82. Arciero PJ, et al. Comparison of short-term diet and exercise on insulin action in individuals with abnormal glucose tolerance. *Journal of Applied Physiology* 1999; 86(6):1930-1935.
83. Rodnick KJ, et al. Improved insulin action in muscle, liver, and adipose tissue in physically trained human subjects. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism* 1987; 253(5):E489-E495.
84. Ivy JL. Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Sports medicine* 1997; 24(5):321-336.
85. McArdle WD, Katch FI, and Katch VL. *Essentials of exercise physiology*. 2006: Lippincott Williams & Wilkins.
86. Puglisi MJ, et al. Raisins and additional walking have distinct effects on plasma lipids and inflammatory cytokines. *Lipids in health and disease* 2008; 7(1):14.

مبتلا به دیابت نوع ۲. *فیزیولوژی ورزشی* ۱۳۹۲؛ دوره‌ی ۵ (شماره‌ی ۲۰): ۱۱۵-۱۲۸.

۵۹. مطلبی، فرحناز؛ شاکریان، سعید؛ رنجبر، روح الله. تأثیر ۸ هفته تمرین متناوب هوازی بر هموگلوبین گلیکوزیله و شاخص مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت قندی نوع دو. *فصلنامه‌ی افق دانش* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی۲۲ (شماره‌ی ۲): ۱۳۷-۱۴۳.

۶۰. مقرنسی، مهدی؛ تاجی طبس، آسیه. تأثیر ۱۰ هفته تمرین استقامتی روی چرخ کارسنج بر سطوح نسفاتین- ۱ و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲. *نشریه‌ی علوم زیستی ورزشی* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی ۸ (شماره‌ی ۱): ۹۵-۱۰۷.

۶۱. موسویان، آسیه سادات؛ درواخ، حسن. تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی ترکیبی بر سطوح سرمی گاماگلوتامیل ترانسفراز کبدی و شاخص‌های قندی زنان دیابتی میانسال. *مجله‌ی زنان، مامایی و نازایی ایران* ۱۳۹۵؛ دوره‌ی ۱۹ (شماره‌ی ۱۴): ۹-۱۹.

۶۲. نظام دوست، زینب؛ ثاقب جو، مرضیه؛ برزگر، افسون. تأثیر دوازده هفته تمرین هوازی بر سطوح واسپین، گلوکز ناشتا و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو. *مجله‌ی دیابت و متابولیسم ایران* ۱۳۹۳؛ دوره‌ی ۱۴ (شماره‌ی ۲): ۹۹-۱۰۴.

63. Alizadeh AA, et al. Effects of Eight Weeks Aerobic Exercise on Plasma Levels of Orexin A, Leptin, Glucose, Insulin, and Insulin Resistance in Males with Type 2 Diabetes. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity* 2015; **7**(2):62-68.
64. AminiLari Z, et al. The effect of 12 weeks aerobic, resistance, and combined exercises on omentin-1 levels and insulin resistance among type 2 diabetic middle-aged women. *Diabetes & metabolism journal* 2017; 41(3):205-212.
65. Matinhomaee H, et al. Effects of aerobic training on the glycemic control and body composition in obese patients with type 2 diabetes. *Age (years)* 2012; 46(3.3):3.2-45.8.
66. Higgins JP, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *Bmj* 2011; 343:d5928.
67. Way KL, et al. The effect of regular exercise on insulin sensitivity in type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes & Metabolism Journal*,2016; 40(4):253-271.
68. Zou, Z., et al., Influence of the intervention of exercise on obese type II diabetes mellitus: A meta-analysis. Primary care diabetes, 2016. 10(3): p. 186-201.
69. Boulé N, et al. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia* 2003; 46(8):1071-1081.

THE EFFECTS OF ENDURANCE EXERCISE ON BLOOD GLUCOSE, INSULIN AND INSULIN RESISTANCE IN PATIENTS WITH TYPE II DIABETES: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS OF STUDIES IN IRAN

Nasim Azari[1], Masoud Rahmati[1*], Mohammad Fathi[1]

1. *Department of Physical education and sport science, Lorestan University, Khoramabad, Iran*

ABSTRACT

Background: There are many research have been done so far about the effect of exercise training on diabetic type 2 related risk factors. But in this regard there is no study performed in Iran. So, the aim of the present study was to investigate the effect of endurance exercise training on some diabetic type 2 dependent variables in the form of systematic review and meta-analysis of studies that were performed in Iran.
Methods: In this research PubMed, Embase, Cochran, Scopus, ISI, Google Scholar, Science direct, Sid and Magiran databases were searched for Persian sources. Data analysis were done using STATA software version 12.0.
Results: Generally, 242 articles were founded in primary search, which 24 articles were included in this research. Finally research were evaluated 592 Iranian's peoples which 294 peoples as a control group (96 male and 198 women) and 298 peoples as a training group (97 male and 201 women).The results indicate that there were significant association between endurance exercise and blood glucose levels (P=0.0001,-1.016,-0.656;95%CI), insulin (P=0.0001,-1.042,-0.682;95%CI), insulin resistance (P=0.0001;-0.563,-0.217;95%CI).
Conclusion: Generally, this systematic review and meta-analysis study was demonstrated endurance exercise could be related with decrease diabetes type 2 related risk factors. So, it is recommended that sport and medicine experts use endurance exercise as a non- pharmacological intervention for treatment of diabetes type 2 patients.

Key words: Diabetes type2, Insulin, Insulin resistance, Glucose, Endurance exercise, Meta-analysis.

[*] Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, 5th kilometer of Tehran road, Khoramabad, Lorestan. Postal Code: 3715873514, Tel: 09124525538, Email: Rahmati.mas@lu.ac.ir