

## Effect of Aerobic Training and Diet on Insulin Resistance and Quality of Life in Type II Diabetic Patients

Mohammad Rahimi Gh.R.<sup>1</sup> PhD, Attarzadeh Hosseini S.R.\* PhD

\*Sport Physiology Department, Physical Education & Sports Sciences Faculty,  
Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>1</sup>Sport Physiology Department, Physical Education & Sports Sciences Faculty,  
Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

### Abstract

**Aims:** Self-controlling and non-drug intervention methods such as aerobic activities and diet programs have a significant impact on insulin resistance and quality of life in type II diabetic patients. The purpose of this research was to investigate the effect of 12 weeks of aerobic training with diet on insulin resistance and quality of life in type II diabetic patients.

**Materials & Methods:** In this quasi-experimental research in 2013-14, obese female with type II diabetes in Taybad City, Iran, were selected by achievable sampling method and were divided into aerobic training (n=12) and aerobic training with diet (n=11) groups. Aerobic training in both groups was performed in 36 sessions of exercise training; 3 sessions per week with an intensity of 50-70% heart rate reserve. In addition to aerobic training, the second group participated in diet that included 500kcal of energy less than the estimated daily energy requirement. Data were analyzed with SPSS 16 software by paired and independent T tests.

**Findings:** The levels of blood glucose, insulin and insulin resistance reduced significantly just in aerobic training with diet group ( $p < 0.05$ ) just the fasting blood sugar difference was significant between 2 groups ( $p = 0.035$ ). Also, there were significant differences between groups in subscales of role limitations due to physical health problems ( $p = 0.001$ ), role limitations due to emotional problems ( $p = 0.002$ ), social functioning ( $p = 0.002$ ), pain ( $p = 0.001$ ) and general health ( $p = 0.002$ ).

**Conclusion:** 12 weeks of aerobic training with diet lead to improvement in blood sugar, fasting insulin, insulin resistance and some subscales of quality of life in type II diabetic patients.

### Keywords

Exercise [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68015444>];  
Diet [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68004032>];  
Insulin Resistance [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68007333>];  
Quality of life [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68011788>];  
Diabetes Mellitus, Type 2 [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68003924>]

---

\* Corresponding Author

Tel: +985138833910

Fax: +985138829580

Address: Sport Physiology Department, Physical Education & Sports Sciences Faculty, Pardis of Ferdowsi University, Azadi Square, Mashhad, Iran. Postal Code: 48979-91779

attarzadeh@um.ac.ir

Received: October 25, 2015

Accepted: July 01, 2015

ePublished: December 15, 2015

## تأثیر تمرین هوازی و رژیم غذایی بر مقاومت به انسولین و کیفیت زندگی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو

غلام‌رسول محمدرحیمی PhD

گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

سیدرضا عطارزاده حسینی\* PhD

گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

### چکیده

**اهداف:** روش‌های خودکنترلی و مداخلات غیردارویی مثل فعالیت‌های هوازی و برنامه‌های رژیم غذایی بر مقاومت به انسولین و کیفیت زندگی در بیماران دیابتی نوع دو تأثیر بسزایی دارند. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی به‌همراه رژیم غذایی بر مقاومت به انسولین و کیفیت زندگی بیماران دیابتی نوع دو بود.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش نیمه‌تجربی در سال ۱۳۹۲، ۲۳ زن چاق مبتلا به دیابت نوع دو در شهرستان تایباد به‌روش نمونه‌گیری دردسترس انتخاب و به دو گروه تمرین هوازی (۱۲ نفر) و تمرین هوازی همراه رژیم غذایی (۱۱ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرین هوازی به‌مدت ۳۶ جلسه با تواتر سه جلسه در هفته با شدت ۵۰ تا ۷۰٪ ضربان قلب ذخیره انجام شد. گروه دوم علاوه بر داشتن فعالیت بدنی، رژیم غذایی کم‌کالری ۵۰۰ کیلوکالری کمتر از انرژی روزانه را نیز رعایت کردند. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 16 و آزمون‌های T همبسته و T مستقل تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** سطوح قند خون، انسولین ناشتا و شاخص مقاومت به انسولین تنها در گروه تمرین به‌همراه رژیم کاهش معنی‌داری یافت ( $p < 0.05$ ) و تنها تفاوت میانگین‌های قند خون ناشتا بین دو گروه معنی‌دار بود ( $p = 0.035$ ). همچنین تفاوت میانگین‌های خرده‌مقیاس‌های محدودیت در ایفای نقش به علل جسمانی ( $p = 0.001$ )، محدودیت در ایفای نقش به علل روانی ( $p = 0.002$ )، عملکرد اجتماعی ( $p = 0.002$ )، درد ( $p = 0.001$ ) و سلامت عمومی ( $p = 0.002$ ) بین دو گروه معنی‌دار بود.

**نتیجه‌گیری:** ۱۲ هفته تمرین هوازی همراه رژیم غذایی باعث بهبود قند خون، انسولین ناشتا، مقاومت به انسولین و برخی خرده‌مقیاس‌های کیفیت زندگی در بیماران دیابتی نوع دو می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** ورزش، رژیم غذایی، مقاومت به انسولین، کیفیت زندگی، دیابت ملیتوس نوع دو

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۱۰

\*نویسنده مسئول: attarzadeh@um.ac.ir

### مقدمه

دیابت یکی از بیماری‌های مزمن است که سبب بروز مشکلات جسمانی - روانی در افراد می‌شود. این بیماری هزینه‌های مستقیم و

غیرمستقیم قابل توجهی در پی دارد و مسئول ۹٪ کل مرگ‌ها در جهان است [1]. دیابت نوع دو از جمله بیماری‌های متابولیک است که در صورت عدم درمان مناسب باعث کاهش کیفیت زندگی و افزایش خطر ابتلا به سایر بیماری‌ها مانند بیماری‌های قلبی، رتینوپاتی، نفروپاتی و غیره می‌شود [2]. از نقایص اولیه در گسترش دیابت نوع دو می‌توان به مقاومت به انسولین اشاره کرد. نتایج مطالعات نشان داده است که مقاومت به انسولین در گسترش بیماری‌های قلبی - عروقی نیز نقش مهمی دارد [3].

سازمان جهانی بهداشت، کیفیت زندگی را به‌صورت درک فرد از وضعیت کنونی‌اش با توجه به فرهنگ و نظام ارزشی که در آن زندگی می‌کند و ارتباط این دریافت‌ها با اهداف، انتظارات، استانداردها و اولویت‌های مورد نظر فرد تعریف می‌کند. بین بیماری و کیفیت زندگی یک ارتباط متقابل وجود دارد، به‌طوری که اختلالات جسمانی تمام جنبه‌های کیفیت زندگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [1]. بر این اساس نتایج مطالعات نشان داده‌اند که هدف اصلی درمان تنها نباید معطوف به برطرف کردن علائم و نشانه‌های فیزیکی بیماری باشد، بلکه باید بهبود کلی کیفیت زندگی بیماران مد نظر قرار گیرد. به همین لحاظ ضروری است به‌جای توجه به شاخص‌های مرگ‌ومیر و ابتلا، به ابعاد وسیع‌تر توجه نمود که مهم‌ترین آن مفهوم کیفیت زندگی و توجه به پیامدهای روان‌شناختی و روانی اجتماعی ناشی از بیماری است [4].

مطالعات نشان داده‌اند که دیابت می‌تواند بر سلامت عمومی و احساس خوب‌بودن، عملکرد فیزیکی، گسترش عوارض، وضعیت روحی و روانی و ارتباطات فردی، خانوادگی و اجتماعی افراد مبتلا تأثیرات منفی داشته باشد و منجر به کاهش کیفیت زندگی آنان شود. به‌عنوان مثال محدودیت‌های شدید غذایی و داروهای خوراکی یا تزیینی ضد دیابت، تأثیرات ناسازگار بر کیفیت زندگی بیماران دیابتی دارند [5]. در مطالعات گوناگون معلوم شده است که کنترل نامناسب قند خون سبب بروز مشکلات روانی از جمله افسردگی و اضطراب می‌شود، به‌طوری که بیان شده ۲۰ تا ۴۰٪ افراد دیابتی دچار افسردگی هستند. بنابراین بررسی این بُعد از مشکلات ناشی از دیابت، در این بیماران اهمیت خاصی دارد [4]. از سویی دیگر بر طبق نتایج مطالعات دیگر، افراد مبتلا به دیابت نسبت به افراد سالم دچار اختلالاتی در زمان خواب و کیفیت آن نیز هستند [6].

تحقیقات نشان داده‌اند که بسیاری از بیماران دیابتی نوع دو می‌توانند گلوکز خون خود را از طریق برنامه‌ریزی مناسب غذایی، برنامه منظم ورزشی، کاهش وزن مازاد، انجام رفتارهای خودمراقبتی و دریافت دارو کنترل کنند [1]. در این ارتباط از آنجایی که استفاده از داروها در بیشتر موارد گران‌قیمت، تهاجمی و همراه با وجود عوارض جانبی زیادی است، رژیم غذایی و فعالیت بدنی باید به‌عنوان محور مدیریت و پیشگیری از دیابت نوع دو در نظر گرفته شوند. فعالیت بدنی، استرس و اضطراب و نیز خطر بیماری‌های مزمن را کاهش و

## مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون روی دو گروه تجربی بود که در بهار سال ۱۳۹۲ انجام شد. جامعه آماری تحقیق را تمامی بیماران زن چاق مبتلا به دیابت نوع دو تشکیل دادند که تحت نظارت مراکز درمانی شهرستان تایباد قرار داشتند. پس از فراخوان و دعوت به مشارکت با تایید پزشکان متخصص، ۲۳ بیمار زن داوطلب که حداقل دو سال سابقه ابتلا به دیابت را داشتند، به‌روش نمونه‌گیری انتخابی در دسترس برگزیده و براساس برون‌داد فرم تکمیل‌شده آمادگی شرکت در فعالیت‌های ورزشی [17] با اختیار خود به‌طور غیراحتمالی به دو گروه تمرین هوازی (۱۲ نفر) و تمرین هوازی همراه با رژیم غذایی (۱۱ نفر) تقسیم شدند. اندازه نمونه با استفاده از معادله برآورد حجم نمونه فلیس و با در نظر گرفتن توان آزمون ۰/۸ و آلفای معادل ۰/۰۵ برای هر گروه ۱۰ نفر مشخص شده بود. دو نفر از گروه تمرین هوازی و یک نفر از گروه تمرین هوازی و رژیم غذایی به‌سبب غیبت بیش از حد معمول (یک هفته) حذف شدند. معیارهای خروج از تحقیق شامل؛ فشار خون بالا، بیماری‌های قلبی-عروقی، نوروپاتی، رتینوپاتی، بیماری تیروئیدی، ارتوپدیک، استفاده از انسولین و عادت به مصرف مواد دخانی و غیبت بیش از سه جلسه تمرین مستمر بود. به‌منظور رعایت منشور اخلاقی تمامی بیماران پیش از نمونه‌گیری به‌صورت شفاهی با ماهیت و نحوه انجام کار و خطرهای احتمالی آن آشنا شدند و به آنها نکاتی عمده و ضروری درباره تغذیه، فعالیت بدنی، بیماری، مصرف دارو و مواد دخانی یادآوری شد تا نسبت به رعایت آن دقت لازم را به‌عمل آورند. سپس بیماران فرم رضایت‌نامه کتبی همکاری در کار تحقیقی را تکمیل و آمادگی خود را برای شرکت در تحقیق اعلام کردند. قابل ذکر است که کلیه بیماران مختار بودند در هر زمانی و بدون هیچ قید و شرطی از ادامه کار تحقیقی انصراف دهند.

در روز نخست با استفاده از قدسنج و ترازو (ADE؛ آلمان) به ترتیب طول قد ایستاده بر حسب سانتی‌متر و وزن آزمودنی‌ها با حداقل لباس و بدون کفش بر حسب کیلوگرم اندازه‌گیری شد و نیز با استفاده از معادله تقسیم وزن بدن بر مجذور قد به متر، نمایه توده بدن بر حسب کیلوگرم بر مترمربع به‌دست آمد. سپس به‌وسیله کالیپر (Yagami؛ ژاپن) سه بار متوالی ضخامت چربی زیرپوستی هر کدام از نواحی سه‌سر بازو، فوق‌خاصره‌ای و رانی به میلی‌متر اندازه‌گیری شد و میانگین اندازه‌ها به‌عنوان عدد مرجع در نظر گرفته شد. برای محاسبه چگالی بدن آزمودنی‌ها جمع سه عدد در معادله جکسون و پولاک قرار داده شد و سپس با قراردادن چگالی به‌دست‌آمده در فرمول سیری درصد چربی بدن محاسبه شد [18, 19].

از سویی دیگر حس رضایت جسمی و روانی را افزایش می‌دهد [7]، به‌طوری که انجمن دیابت آمریکا در یک مطالعه نشان داد در بیماران دیابتی ۱۷۵ دقیقه فعالیت بدنی در هفته باعث کاهش وزن بدن، آمادگی بدنی و به‌طور همزمان باعث بهبود کیفیت زندگی مرتبط با سلامت می‌شود [8]. در یک مطالعه فراتحلیلی دیگر نیز نشان داده شده است که فعالیت بدنی و ورزش در دوره زمانی کوتاه‌مدت و درازمدت منجر به بهبود علائم افسردگی بیماران دیابتی می‌شود. بنابراین تشویق تمام افراد به‌ویژه افراد مبتلا به دیابت و پیش‌دیابت برای شرکت در این فعالیت‌ها دارای اهمیت است [9]. تحقیقات دیگری نشان داده‌اند که رژیم غذایی به‌همراه تمرینات منظم و سبک تا متوسط راه بهتری برای بهبود کیفیت زندگی و نشانه‌های بیماری در افراد مبتلا است. از آنجا که کاهش وزن ناشی از رژیم غذایی دارای اثرات ناپایدار است و کیفیت زندگی را در کوتاه‌مدت بهبود می‌بخشد، از این جهت افزودن تمرینات ورزشی به رژیم غذایی باعث اثرات مثبت طولانی‌مدت و پایدارتری بر کیفیت زندگی و کنترل متابولیک می‌شود [10, 11].

در این راستا در مطالعه راب‌هولتون و همکاران، تأثیر یک برنامه هوازی روی کیفیت زندگی بیماران دیابتی نشان داد که ۱۰ هفته تمرین هوازی تأثیر معنی‌داری بر کیفیت زندگی بیماران ندارد [12]. از طرفی در مطالعه اسنل و همکاران [10] و ویچرلی و همکاران [11] که اثر رژیم غذایی کم‌کالری و تمرین ورزشی را بر کیفیت زندگی افراد دیابتی بررسی کردند، نتایج نشان داد که وزن بدن، قند خون و شاخص مقاومت به انسولین به‌طور واضحی کاهش و کیفیت زندگی افراد به‌طور قابل توجهی بهبود یافت. همچنین نتایج بیانگر این بود که افزودن ورزش به رژیم غذایی کم‌کالری باعث اثرات طولانی‌مدت و پایدارتری بر داشتن کیفیت زندگی بهتر می‌شود.

علی‌رغم حجم زیاد تحقیقات، بیش از ۸۰٪ بیماران دیابتی نوع دو فعالیت‌های بدنی کافی و مناسب برای کسب اثرات مفید بهداشتی ندارند. بنابراین بیماران دیابتی در مقایسه با کل جامعه تمایل زیادی به بازگشت رفتار بی‌تحرک دارند [5]. از طرفی براساس مطالعات همه‌گیرشناسی، فراوانی و شیوع دیابت نوع دوم در ایران بالاست و علی‌رغم اینکه پژوهش‌ها بیانگر پایین‌تر بودن کیفیت زندگی و سلامت روان و شیوع بیشتر افسردگی و اضطراب در بین افراد دیابتی هستند [13-16]، درباره اثر رژیم غذایی همراه با فعالیت ورزشی بر کیفیت زندگی افراد چاق مبتلا به دیابت تحقیقات کمی انجام گرفته و در بعضی از موارد یافته‌ها با یکدیگر مغایرت دارند [8, 9, 11]. بنابراین هدف این پژوهش بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی به‌همراه رژیم غذایی بر مقاومت به انسولین و کیفیت زندگی بیماران دیابتی نوع دو بود.

$$SSF = \text{حاصل جمع چین‌های پوستی سه‌سر بازویی، فوق خاصره و ران (سن)} \\ = 0.0009929(SSF) + 0.000023(SSF)^2 - 0.0001392 \text{ (سن)} \\ - 0.0994921 \text{ (d) چگالی بدن}$$

$$450 - (495/d) = \text{درصد چربی بدن (فرمول سیری)}$$

همچنین در مرحله پیش از آغاز و پس از پایان برنامه تمرین ورزشی و رژیم غذایی از ورید جلو بازویی بیماران به میزان ۱۰ سی‌سی نمونه خون گرفته شد. پیش از جمع‌آوری نمونه خون، همه بیماران ۱۲ ساعت ناشتا بودند و ۲۴ ساعت فعالیت بدنی شدید نداشتند. در هر دو مرحله پیش و پس از مداخله، نمونه‌گیری خونی بین ساعات ۸ تا ۹ صبح انجام شد. عوامل بیوشیمیایی خون شامل گلوکز خون ناشتا با استفاده از روش آنزیماتیک توسط دستگاه اتوآنالایزر بیوشیمی و با استفاده از کیت (شرکت پارس‌آزمون؛ ایران)، و نیز انسولین ناشتایی با روش الایزا توسط کیت (شبکه تشخیص آزمایشگاهی سامان تجهیز نور؛ ایران)، اندازه‌گیری شد. مقاومت به انسولین از روش برآورد هموستازی مقاومت به انسولین (HOMA-IR). پس از اندازه‌گیری غلظت گلوکز و انسولین ناشتایی سرم براساس فرمول زیر محاسبه شد [20]:

$$HOMA-IR = \text{انسولین ناشتایی سرم (میکروواحد در میلی‌لیتر)} \times \text{گلوکز ناشتایی سرم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)} \text{ تقسیم بر } 22/5 \times 18$$

سپس برای محاسبه حساسیت انسولین از نسبت عکس HOMA-IR استفاده شد [21]. همه اندازه‌گیری‌ها به‌طور مشابه و یکسان در ابتدا و در پایان پژوهش پس از ۱۲ هفته مداخله تکرار شدند.

رژیم غذایی هر فرد براساس متابولیسم پایه و سطح فعالیت روزمره تعیین شد، به‌طوری که برنامه رژیم غذایی هر روز ۵۰۰ کیلوکالری کمتر از انرژی محاسبه‌شده مورد نیاز بود. سهم کربوهیدرات، چربی و پروتئین به میزان کل انرژی دریافتی ۴۰، ۴۰ و ۲۰٪ شامل مواد غذایی کم‌کالری از همه گروه‌های غذایی با تاکید بر مصرف میوه و سبزی و فیبر فراوان بود [22]. در مدت اجرای برنامه تمرین و رژیم غذایی هر هفته یک بار، رژیم غذایی بیماران بازبینی و کنترل شد.

برنامه تمرین هوازی براساس راهنمای کالج آمریکایی طب ورزش [23] طراحی و زیر نظر مربی و پژوهشگر در مکان سرپوشیده و با استفاده از دوچرخه ثابت انجام شد. برنامه ورزشی شامل؛ ۱۵- ۱۰ دقیقه گرم‌کردن، تمرین هوازی و ۱۲- ۱۰ دقیقه سردکردن بود که به‌مدت ۱۲ هفته، با تواتر سه جلسه در هفته و هر هفته ۳۰ تا ۶۰ دقیقه انجام شد. برنامه تمرین هوازی با شدت ۵۰ تا ۷۰٪ ضربان قلب ذخیره‌ای شامل پیاده‌روی و سپس رکاب‌زدن روی دوچرخه ثابت بود. جلسه اول تمرین به‌مدت ۱۰ دقیقه و هر جلسه یک دقیقه بر زمان تمرین افزوده شد، به‌طوری که در هفته نهم، دهم، یازدهم و دوازدهم زمان تمرین در ۳۵ دقیقه حفظ شد. شدت تمرین براساس نسبتی از حداکثر ضربان قلب ذخیره‌ای هر بیمار

به‌روش کارونین محاسبه و در حین تمرین با ضربان‌سنج (POLAR؛ فنلاند) کنترل شد.

ضربان قلب استراحت + [درصد مورد نظر] × (ضربان قلب استراحت - (سن - ۲۲۰) = ضربان قلب ذخیره‌ای

کیفیت زندگی گروه‌ها با استفاده از پرسش‌نامه ۳۶ سؤالی کیفیت زندگی (SF-36) قبل و بعد از مداخله ارزیابی شد. پرسش‌نامه SF-36 که توسط ویر و همکاران در ایالات متحده برای ارزیابی کیفیت زندگی افراد سالم و بیمار طراحی شده است [24]، ابعاد کیفیت زندگی مرتبط با سلامت را می‌سنجد و در آن متغیرهای درد، سلامت عمومی، عملکرد بدنی، محدودیت در ایفای نقش به علل روانی، محدودیت در ایفای نقش به علل جسمانی، عملکرد اجتماعی، نشاط و سرزندگی و انرژی - خستگی گنجانده شده است. در حال حاضر این ابزار پرکاربردترین ابزار اندازه‌گیری کیفیت زندگی در دنیا است که توسط منتظری و همکاران اعتبار و پایایی آن بررسی شده است [25]. در این پرسش‌نامه امتیازها در دامنه صفر تا ۱۰۰ بر مبنای رهنمودهای واضح محاسبه می‌شود. هر چه امتیاز بالاتر باشد، نشان‌دهنده وضعیت بهتری است.

پس از جمع‌آوری اطلاعات، داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 16 تجزیه و تحلیل شدند، به‌طوری که با استفاده از آمار توصیفی، میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها محاسبه و برای اطمینان یافتن از نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌های درون‌گروهی، از آزمون آماری T همبسته و برای مقایسه میانگین‌های بین‌گروهی از آزمون آماری T مستقل استفاده شد.

## یافته‌ها

در گروه تمرین هوازی و رژیم غذایی و تمرین هوازی به‌تنهایی به ترتیب میانگین سن ۸۴/۸ ± ۸/۰ و ۹۰/۶ ± ۵/۰ سال و میانگین قد ۱۵۴/۸ ± ۵/۰ و ۱۵۱/۵ ± ۵/۰ سانتی‌متر بود.

پس از ۱۲ هفته مداخله، در گروه تمرین هوازی همراه با رژیم غذایی، میانگین متغیرهای قند خون، انسولین ناشتا و شاخص مقاومت به انسولین کاهش معنی‌داری یافت، اما این تغییرات در گروه تمرین هوازی معنی‌دار نبود. در مقایسه بین‌گروهی نیز تنها تفاوت میانگین‌های قند خون ناشتا بین دو گروه معنی‌دار بود و بین دو گروه تمرین هوازی و تمرین هوازی به‌همراه رژیم غذایی در متغیرهای انسولین ناشتا و مقاومت به انسولین به‌لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین میانگین وزن، نمایه توده بدنی و درصد چربی بدن در هر دو گروه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. از طرفی تنها میانگین نمایه توده بدن بین دو گروه تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱).

جدول (۱) مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی میانگین‌های متغیرهای وابسته

گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون	سطح معنی‌داری (درون گروهی)	سطح معنی‌داری (بین گروهی)
<b>وزن (کیلوگرم)</b>					
تمرین و رژیم	۷۵/۷۷±۹/۹۸	۷۰/۶۳±۹/۸۳	۵/۱۴۴±۲/۱۳۸	۰/۰۰۱	۰/۰۷۸
تمرین	۷۳/۸۰±۷/۳۶	۷۰/۲۰±۷/۱۸	۳/۶۰±۱/۴۰	۰/۰۰۱	
<b>میزان چربی بدن (درصد)</b>					
تمرین و رژیم	۴۰/۶۶±۳/۷۴	۳۹/۱۶±۳/۹۰	۱/۵۰±۰/۶۹۱	۰/۰۰۱	۰/۷۷۸
تمرین	۳۷/۸۴±۴/۶۴	۳۶/۲۳±۴/۶۱	۱/۶۱±۰/۹۴۴	۰/۰۰۱	
<b>نمایه توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)</b>					
تمرین و رژیم	۳۲/۰±۲/۸۷	۲۹/۸۹±۲/۶۶	۲/۱۱۱±۰/۹۲۷	۰/۰۰۱	۰/۰۴۲
تمرین	۳۱/۲±۲/۳۴	۲۹/۹۰±۲/۷۶	۱/۳۰±۰/۶۷۴	۰/۰۰۱	
<b>گلوکز خون ناشتا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)</b>					
تمرین و رژیم	۱۴۹/۶۰±۶۷/۰۱	۱۳۳/۷۰±۵۸/۱۱	۱۵/۹۰±۲۲/۱۶	۰/۰۴۹	۰/۰۳۵
تمرین	۱۴۳/۱۰±۴۵/۰۶	۱۵۰/۵۰±۴۰/۶۳	-۷/۴۰±۲۳/۴۰	۰/۳۴۳	
<b>انسولین ناشتا (میکرو واحد بر میلی‌لیتر)</b>					
تمرین و رژیم	۰/۸۲۲±۰/۳۶۸	۰/۴۸۱±۰/۱۶۳	۰/۳۴۱±۰/۲۸۸	۰/۰۰۵	۰/۲۲۹
تمرین	۰/۷۳۶±۰/۳۹۶	۰/۵۷۱±۰/۲۰۸	۰/۱۶۵±۰/۳۴۰	۰/۱۶۰	
<b>مقاومت به انسولین</b>					
تمرین و رژیم	۰/۲۸۸±۰/۱۳۵	۰/۱۶۱±۰/۰۹۱	۰/۱۲۶±۰/۱۰۳	۰/۰۰۴	۰/۳۰۲
تمرین	۰/۲۷۴±۰/۱۹۴	۰/۲۰۷±۰/۰۸۹	۰/۶۶۰±۰/۱۴۴	۰/۱۷۹	

جدول (۲) مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی میانگین‌های خرده‌مقیاس‌های کیفیت زندگی

متغیرها	تمرین همراه با رژیم (۱۰ نفر)	تمرین به تنهایی (۱۰ نفر)	سطح معنی‌داری بین گروهی
<b>محدودیت در ایفای نقش به علل جسمانی</b>			
پیش‌آزمون	۵۷/۵۵±۳۹/۱۷	۴۰/۲۵±۲۹/۳۴	۰/۰۰۰۱
پس‌آزمون	۱۶۷/۵۶±۴۴/۱۷	۷۲/۵۲±۲۷/۵۱	
سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	
<b>محدودیت در ایفای نقش به علل روانی</b>			
پیش‌آزمون	۲۷/۵۳±۲۷/۵۱	۷/۵۱±۱۲/۰۷	۰/۰۰۲
پس‌آزمون	۱۴۵/۲۸±۲۲/۹۷	۷۲/۵۲±۲۷/۵۱	
سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	
<b>انرژی/خستگی</b>			
پیش‌آزمون	۷۷/۵۶±۱۸/۴۴	۷۰/۴۵±۳۰/۷۳	۰/۱۵
پس‌آزمون	۷۵/۳۱±۳۷/۲۶	۹۲/۵۸±۳۱/۲۹	
سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۸۲۳	۰/۱۰۸	
<b>نشاط و سرزندگی</b>			
پیش‌آزمون	۱۳۰/۲۲±۳۲/۹۱	۱۱۲/۵۱±۴۴/۴۸	۰/۴۷۶
پس‌آزمون	۲۱۷/۵۶±۳۵/۴۵	۱۸۷/۵۷±۳۱/۷۳	
سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	
<b>عملکرد اجتماعی</b>			
پیش‌آزمون	۲۵/۶۳±۱۶/۶۶	۱۵/۳۱±۲۱/۰۸	۰/۰۰۲
پس‌آزمون	۱۰۲/۵۶±۲۴/۸۶	۵۲/۵۶±۲۱/۸۸	
سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	
<b>درد بدنی</b>			
پیش‌آزمون	۹۳/۲۲±۲۹/۵۵	۳۵/۷۱±۲۶/۸۷	۰/۰۰۱
پس‌آزمون	۱۴۵/۴۱±۳۴/۹۶	۷۲/۵۲±۲۷/۵۱	
سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۰۰۱	۰/۷۱۵	
<b>سلامت عمومی</b>			
پیش‌آزمون	۵۰/۲۸±۲۶/۳۵	۳۵/۶۱±۲۶/۸۷	۰/۰۰۲
پس‌آزمون	۱۴۵/۴۵±۳۴/۹۶	۷۲/۵۵±۲۷/۵۱	
سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	

نداشت [29]. در این رابطه می‌توان به مداخله سایر عوامل مانند؛ نوع، شدت و مدت فعالیت، جنسیت شرکت‌کننده‌ها و همچنین در نظر نگرفتن رژیم غذایی اشاره کرد.

تحقیقات نشان می‌دهند انقباض عضلانی دارای یک نقش شبه انسولینی بوده و مقدار زیادی گلوکز را به درون سلول می‌فرستد تا صرف تولید انرژی شوند [30]. احتمالاً انقباض عضلانی نفوذپذیری غشا به گلوکز را به علت افزایش تعداد ناقل‌های گلوکز (Glut4) در غشای پلاسمایی افزایش می‌دهد. با انجام فعالیت ورزشی میزان Glut4 در عضلات تمرین کرده افزایش می‌یابد که سبب بهبود عمل انسولین بر متابولیسم گلوکز می‌شود و می‌تواند میزان قند خون و انسولین ناشتا را کاهش دهد [31]. در مطالعه حاضر، میزان کاهش انسولین در گروه تمرین هوازی و رژیم غذایی برابر ۴۱/۴۸٪ بود. کاهش میزان ترشح انسولین خون حین فعالیت ورزشی منجر به کاهش سطح انسولین پایه، انسولین تحریک‌شده گلوکزی و همچنین کاهش میزان mRNA لازم برای تولید پروانسولین و گلوکوکیناز در پانکراس می‌شود. طبق نتایج تحقیقات، به نظر می‌رسد در این رابطه حداقل دو مکانیزم سلولی وجود داشته باشد تا میزان ترشح انسولین را کاهش دهد. اول اینکه نشان داده شده کاهش mRNA پروانسولینی نشانه کاهش سنتز انسولین در کبد است. دوم، از آنجا که وجود گلوکوکیناز در کبد برای حساسیت سلول‌های بتای پانکراس به انسولین ضروری است، کاهش میزان mRNA گلوکوکیناز ممکن است منجر به کاهش حساسیت این سلول‌ها به انسولین شده و میزان ترشح آن را کاهش دهد [32].

یافته‌های پژوهش حاضر بیانگر سودمندی فعالیت ورزشی و رعایت رژیم غذایی در بهبود کیفیت زندگی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو بود، به طوری که مقایسه میانگین‌های بین‌گروهی نشان داد تفاوت میانگین‌ها در خرده‌مقیاس محدودیت در ایفای نقش به علل جسمانی بین دو گروه تفاوت معنی‌داری داشت. این یافته تحقیق با یافته‌های رابرتسون و همکاران مبنی بر سودمند بودن فعالیت بدنی بر عملکرد جسمانی افراد دیابتی همخوانی دارد. رابرتسون و همکاران در مطالعه خود در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ گزارش کردند برنامه‌های ورزشی ممکن است آثار سودمندی بر قدرت عضلانی و توانایی فرد در انجام کارهای روزانه بدون وابستگی به دیگران، کیفیت زندگی، افزایش عملکرد فیزیکی و بهبود ایفای نقش در این افراد بگذارد و این نشان‌دهنده تاثیر مثبت فعالیت ورزشی بر ابعاد ایفای نقش و عملکرد فیزیکی کیفیت زندگی است [33].

مقایسه میانگین‌های بین‌گروهی نشان داد تفاوت میانگین‌ها در خرده‌مقیاس محدودیت در ایفای نقش به علل روانی بین دو گروه تفاوت معنی‌داری داشت. تحقیقات نشان داده‌اند بین میزان فعالیت جسمانی و عزت نفس همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد، به طوری که انجام فعالیت‌های ورزشی با هدف ارتقای سلامت و توان جسمانی سبب افزایش عزت نفس می‌شود [34, 35].

۱۲ هفته مداخله تمرین هوازی باعث تغییرات معنی‌دار در خرده‌مقیاس‌های محدودیت در ایفای نقش به علل جسمانی، محدودیت در ایفای نقش به علل روانی، نشاط و سرزندگی، عملکرد اجتماعی و همچنین سلامت عمومی شد. ۱۲ هفته مداخله تمرین هوازی همراه با رژیم غذایی باعث تغییرات معنی‌دار در خرده‌مقیاس‌های محدودیت در ایفای نقش به علل جسمانی، محدودیت در ایفای نقش به علل روانی، نشاط و سرزندگی، عملکرد اجتماعی، درد و سلامت عمومی شد. همچنین میانگین‌های ابعاد محدودیت در ایفای نقش به علل جسمانی، محدودیت در ایفای نقش به علل روانی، عملکرد اجتماعی، درد و سلامت عمومی بین دو گروه تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲).

## بحث

بر اساس نتایج این پژوهش میزان قند خون، انسولین ناشتا و مقاومت به انسولین تنها در گروه تمرین هوازی با رژیم غذایی پس از پایان مداخله به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. ضمن اینکه تغییرات قند خون و انسولین ناشتا در گروه تمرین هوازی به‌تنهایی معنی‌دار نبود. در مقایسه بین‌گروهی تنها تغییرات قند خون بین دو گروه تفاوت معنی‌دار داشت. به عبارت دیگر، گروه تمرین هوازی همراه با رژیم غذایی نسبت به گروه تمرین هوازی بدون رژیم غذایی کاهش بیشتری در قند خون را تجربه کردند. تغییرات مقاومت به انسولین در دو گروه تمرین هوازی به‌تنهایی و تمرین همراه با رژیم غذایی به ترتیب برابر ۲۴/۴۵ و ۴۴/۰۹٪ بود، اما بین دو گروه تغییر معنی‌داری نشان نداد. از آنجا که در تحقیق حاضر تغییرات وزن بدن بین دو گروه معنی‌دار نبود، یکی از دلایل احتمالی برای عدم تغییر معنی‌دار در مقاومت به انسولین را می‌توان به عدم تغییر وزن بدن نسبت داد. اصولاً قند خون از شاخص‌هایی است که بیشتر محققان انتظار دارند تا طی فعالیت‌های هوازی تغییر یابد، اما بنا به تحقیقات انجام‌شده میزان تغییرات قند خون طی فعالیت‌های ورزشی متفاوت است. به هر حال نتایج ما با یافته‌های شهرجردی و همکاران [26]، جورج و همکاران [27] و یزدی و همکاران [28] مبنی بر اینکه برنامه تمرین هوازی منجر به کاهش معنی‌دار گلوکز ناشتا و مقاومت به انسولین می‌شود، همخوانی دارد. شهرجردی و همکاران کاهش گلوکز ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله و انسولین سرم را تایید کردند [26]. در این رابطه، جورج و همکاران در مطالعه خود گزارش کردند تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی منجر به کاهش گلوکز ناشتا، شاخص‌های لیپیدی، انسولین ناشتا و پروتئین واکنشی C می‌شود [27]. یزدی و همکاران نیز در مطالعه خود گزارش کردند که در طول برنامه تمرین هوازی گلوکز ناشتا و مقاومت به انسولین در مردان مبتلا به دیابت نوع دو به‌طور معنی‌داری کاهش یافت [28]. با اینکه نتایج مطالعات متعدد کاهش گلوکز و انسولین ناشتا را تایید کردند، نتایج این تحقیق با یافته‌های کوزا و همکاران همخوانی

می‌توانست بر دقت نتایج پژوهش حاضر بیفزاید. از آنجا که انجام فعالیت ورزشی می‌تواند یکی از عوامل موثر بر بهبود وضعیت بیماری باشد و با نظر به اینکه میزان تغییرات قند خون و انسولین و همچنین بهبود خرده‌مقیاس‌های کیفیت زندگی به نوع فعالیت ورزشی، تعداد ساعات و جلسات فعالیت، شدت و مدت تمرین و رژیم غذایی افراد بستگی دارد، به پزشکان و مربیان ورزشی پیشنهاد می‌شود به‌هنگام طراحی تمرینات و رژیم‌های غذایی تدابیر ویژه‌ای در خصوص اصلاح رژیم غذایی و استفاده بهینه از ریزمغذی‌ها و مصرف مواد غذایی مناسب بیندیشند.

### نتیجه‌گیری

۱۲ هفته تمرین ورزشی هوازی همراه رژیم غذایی می‌تواند باعث بهبود قند خون، انسولین ناشتا، مقاومت به انسولین و برخی از خرده‌مقیاس‌های کیفیت زندگی در بیماران دیابتی نوع دو شود، اما تمرین هوازی به‌تنهایی اثری بر بهبود این فاکتورها ندارد.

**تشکر و قدردانی:** از کلیه بیمارانی که در این پژوهش شرکت کردند و در انجام آن ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

**تاییدیه اخلاقی:** بیماران فرم رضایت‌نامه کتبی را تکمیل و آمادگی خود را برای شرکت در تحقیق اعلام کردند.

**تعارض منافع:** موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

**منابع مالی:** این مقاله منبع تامین مالی نداشته است.

### منابع

- 1- Zimmet P. The burden of type 2 diabetes: are we doing enough? *Diabetes Metab.* 2003;29(4):6S9-18.
- 2- DeFronzo RA. Pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *Med Clin North Am.* 2004;88(4):787-835.
- 3- 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.
- 4- Kelley DE, Goodpaster BH. Effects of exercise on glucose homeostasis in Type 2 diabetes mellitus. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(Suppl 6):S495-501.
- 5- Alavi NM, Ghofranipour F, Ahmadi F, Emami A. Developing a culturally valid and reliable quality of life questionnaire for diabetes mellitus. *East Mediterr Health J.* 2007;13(1):177-85.
- 6- Sadegh Ahari S, Arshi S, Iranparvar Alamdari M, Amani F, Siahpoush H. The effect of complications of diabetes type II on the quality of life in diabetic patients. *J Ardebil Univ Med Sci.* 2009;8(4):394-402. [Persian]
- 7- Chaput JP, Klingenberg L, Rosenkilde M, Gilbert JA, Tremblay A, Sjödin A. Physical activity plays an important role in body weight regulation. *J Obes.* 2011;2011:360257.
- 8- Gram B, Christensen R, Christiansen C, Gram J. Effects of nordic walking and exercise in type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial. *Clin J Sport Med.* 2010;20(5):355-61.

در مطالعه حاضر، تفاوت میانگین‌ها در خرده‌مقیاس‌های عملکرد اجتماعی، درد بدنی و سلامت عمومی نیز بین دو گروه تفاوت معنی‌داری داشت. در این راستا نتایج تحقیقی گزارش کرده است ۲۰ تا ۳۰ دقیقه فعالیت ورزشی در روز با شدت متوسط، به کم‌کردن محدودیت‌های فعالیتی، افزایش ایفای نقش و در نتیجه افزایش کیفیت زندگی و احساس خوب‌بودن کمک بسیاری می‌کند[36].

بعضی از تحقیقات نشان دادند ازدست‌دادن وزن، کیفیت زندگی را بهبود می‌بخشد[37]. همچنین بیان شده است استفاده از انسولین با پایین‌بودن کیفیت زندگی مرتبط است، به‌طوری که تحقیقات نشان داده‌اند افرادی که از انسولین برای درمان بیماری خود به‌طور مستمر استفاده می‌کنند نسبت به بیماران دیگر از کیفیت زندگی پایین‌تری برخوردارند[38]. در این راستا از عوامل احتمالی دخیل در بهبود کیفیت زندگی در بیماران ما می‌توان به دو مورد اشاره کرد؛ از یک سو همه بیماران ما مقدار قابل توجهی از وزن خود را در طول ۱۲ هفته تمرین و رژیم غذایی از دست دادند. از سویی دیگر هیچ کدام از بیماران ما انسولینی نبودند و در طول دوره نیز انسولین استفاده نمی‌کردند. مکانیزم خاصی که منجر به این تغییرات مثبت شده باشد، به‌طور کامل روشن و آشکار نیست، اما بر طبق مشاهدات قبلی بیان شده است شرکت در برنامه‌های مشاوره در زمینه سبک زندگی می‌تواند روحیه افسردگی را در طول مراحل اولیه برنامه، قبل از هر گونه تغییر معنی‌داری در کاهش وزن، بهبود بخشد که این می‌تواند به بهبود خودکنترلی و ادراک نسبت داده شود[39].

داشتن فعالیت بدنی منظم و مستمر بر ارتقای سطح سلامت و کیفیت زندگی تأثیر می‌گذارد، به‌گونه‌ای که ضمن حفظ عملکرد جسمی و ذهنی در سنین پیری، بر طول عمر نیز افزوده و خطر ابتلا به بسیاری از بیماری‌های مزمن را کاهش می‌دهد[39]. سودمندی فعالیت بدنی در بهبود سلامت روانی و کیفیت زندگی بیماران دیابتی ممکن است مربوط به آثار تمرین هوازی بر بهبود فرآیند حمل گلوکز و کاهش مقاومت به انسولین بافت عضلانی باشد، به‌طوری که با انجام تمرینات هوازی، التهاب سیستمیک کاهش و عمل انسولین افزایش می‌یابد و شاخص مقاومت به انسولین نیز کاهش می‌یابد و به‌علت افزایش واکنش‌پذیری بافت‌ها به انسولین، از مقدار انسولین کاسته می‌شود که این، دال بر کنترل بهتر بیماری در افراد دیابتی نوع دو است[40]. از طرفی، از جمله سازوکارهای روانی اثرات مفید ورزش بر بهبود کیفیت زندگی می‌توان به افزایش خودکارایی، اعتمادبه‌نفس و بهبود آسفتگی و همچنین از جمله سازوکارهای فیزیولوژیک به افزایش نوراپی‌نفرین، تغییر در سنتز و متابولیسم سرتونین و اندورفین‌ها اشاره کرد[26, 41].

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم کنترل شیوه زندگی (میزان خواب، استراحت و فعالیت‌های فوق برنامه)، ویژگی‌های ژنتیکی، فیزیولوژیکی و هورمونی آزمودنی‌ها اشاره کرد. از طرفی، احتمالاً داشتن گروه رژیم غذایی به‌تنهایی و گروه کنترل

- item selection. *Med Care*. 1992;30(6):473-83.
- 25- Montazeri A, Goshtasebi A, Vahdaninia M, Gandek B. The short form health survey (SF-36): Translation and validation study of the Iranian version. *Qual Life Res*. 2005;14(3):875-82.
- 26- Shahrjerdi Sh, Shavandi N, Sheikh-Hoseini R, Shahrjerd Sh. The effect of strengthening and endurance training on metabolic factors, quality of life and mental health in women with type II diabetes. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2010;12(3):85-93. [Persian]
- 27- Jorge ML, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz AL, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*. 2011;60(9):1244-52.
- 28- Eizadi M, Karimi M, Kohandel M, Doaly H. Effect of aerobic exercise on serum leptin response and insulin resistance of patients with type 2 diabetes. *J Qazvin Univ Med Sci*. 2013;16(4):33-9. [Persian]
- 29- 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.
- 30- Smith DW, McFall SL. The relationship of diet and exercise for weight control and the quality of life gap associated with diabetes. *J Psychosom Res*. 2005;59(6):385-92.
- 31- Brown GC, Brown MM, Sharma S, Brown H, Gozum M, Denton P. Quality of life associated with diabetes mellitus in an adult population. *J Diabetes Complications*. 2000;14(1):18-24.
- 32- Shobhana R, Rama Rao P, Lavanya A, Padma C, Vijay V, Ramachandran A. Quality of life and diabetes integration among subjects with type 2 diabetes. *J Assoc Physicians India*. 2003;51:363-6.
- 33- Khoshbin S, Ghosy A, Farahani A, Motlagh M. Guides to promote active lifestyles in old age. Tehran: Tandis Publications; 2007. [Persian]
- 34- Schmidt D, Schoettler B. Sport the elders. Material for sports in North Rh in Westphalia 46. Duesseldorf: MAGS; 1996.
- 35- Hasan Pourdehkordey A, Masodi R, Naderi Poor A, Pourmirza Kalhori R. The effect of exercise on quality of life for the elderly in shahrekord. *Salmand*. 2008;6(2):437-44. [Persian]
- 36- Chen YM, Li Y. Safety and efficacy of exercise training in elderly heart failure patients: A systematic review and meta-analysis. *Int J Clin Pract*. 2013;67(11):1192-8.
- 37- Zhang X, Norris SL, Chowdhury FM, Gregg EW, Zhang P. The effects of interventions on health-related quality of life among persons with diabetes: a systematic review. *Med Care*. 2007;45(9):820-34.
- 38- Rubin RR, Peyrot M. Quality of life and diabetes. *Diabetes Metabol Res Rev*. 1999;15(3):205-18.
- 39- Lavie CJ, Thomas RJ, Squires RW, Allison TG, Milani RV. Exercise training and cardiac rehabilitation in primary and secondary prevention of coronary heart disease. *Mayo Clin Proc*. 2009;84(4):373-83.
- 40- Ravasi AA, Aminian Razavi T, Gaeini A, Hamediniya M, Haghghi AH. Effects of endurance training on proinflammatory cytokines and insulin resistance in obese men. *Harekat*. 2005;28(2):31-49. [Persian]
- 41- Dishman RK, Renner KJ, Youngstedt SD, Reigle TG, Bunnell BN, Burke KA, et al. Activity wheel running reduces escape latency and alters brain monoamine levels after footshock. *Brain Res Bull*. 1997;42(5):399-406.
- 9- Reid RD, Tulloch HE, Sigal RJ, Kenny GP, Fortier M, McDonnell L, et al. Effects of aerobic exercise, resistance exercise or both, on patient-reported health status and well-being in type 2 diabetes mellitus: A randomized trial. *Diabetologia*. 2010;53(4):632-40.
- 10- Snel M, Sleddering MA, Vd Peijl ID, Romijn JA, Pijl H, Meinders AE, et al. Quality of life in type 2 diabetes mellitus after a very low calorie diet and exercise. *Eur J Intern Med*. 2012;23(2):143-9.
- 11- Wycherley TP, Marshall Clifton P, Noakes M, Brinkworth GD. Weight loss on a structured hypocaloric diet with or without exercise improves emotional distress and quality of life in overweight and obese patients with type 2 diabetes. *J Diabetes Investig*. 2014;5(1):94-8.
- 12- Holton DR, Colberg SR, Nunnold T, Parson HK, Vinik AI. The effect of an aerobic exercise training program on quality of life in type 2 diabetes. *Diabetes Educ*. 2003;29(5):837-46.
- 13- Paschalides C, Wearden AJ, Dunkerley R, Bundy C, Davies R, Dickens CM. The associations of anxiety, depression and personal illness representations with glycaemic control and health-related quality of life in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Psychosom Res*. 2004;57(6):557-64.
- 14- Undén AL, Elofsson S, Andréasson A, Hillered E, Eriksson I, Brismar K. Gender differences in self-rated health, quality of life, quality of care, and metabolic control in patients with diabetes. *Gen Med*. 2008;5(2):162-80.
- 15- Chagh R, Manoudi F, Benhima I, Asri F, Tazi I. Association between diabetes and depression. *Eur Psychiatry*. 2008;23(Suppl 2):S245.
- 16- Egede LE, Ellis C. Diabetes and depression: Global perspectives. *Diabetes Res Clin Pract*. 2010;87(3):302-12.
- 17- Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med*. 1998;15(7):539-53.
- 18- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Nutrition*. 1993;9(5):480-91.
- 19- Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc*. 1980;12(3):175-81.
- 20- Shidfar F, Rezaei Kh, Hosseini Esfahani Sh, Heydari I. The effects of vitamin E on insulin resistance and cardiovascular diseases risk factors in metabolic syndrome. *Iran J Endo Metab*. 2009;10(5):445-54. [Persian]
- 21- Skrha J, Haas T, Sindelka G, Prázný M, Widimský J, Cibula D, et al. Comparison of the insulin action parameters from hyperinsulinemic clamps with homeostasis model assessment and QUICKI indexes in subjects with different endocrine disorders. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89(1):135-41.
- 22- Ryan MC, Abbasi F, Lamendola C, Carter S, McLaughlin TL. Serum alanine aminotransferase levels decrease further with carbohydrate than fat restriction in insulin-resistant adults. *Diabetes Care*. 2007;30(5):1075-80.
- 23- Pollock M, Gaesser GA, Butcher JD, Després JP, Dishman RK, Franklin BA, et al. American College of Sports Medicine Position Stand, The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(6):975-91.
- 24- Ware JE Jr, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and