



## Research Article

## The Effect of Resistance Training on Serum Levels of Dehydroepiandrosterone, Estradiol and Erectile Dysfunction in Type 2 Diabetic Men

Mohammad Parastesh<sup>1,\*</sup> <sup>1</sup> Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Arak University, Arak, Iran\* **Corresponding author:** Mohammad Parastesh, Assistant professor, Department of Sport physiology, Faculty of Sport Sciences, Arak University, Arak, Iran., E-mail: [M-parastesh@Araku.ac.ir](mailto:M-parastesh@Araku.ac.ir)DOI: [10.29252/nkjms-12011](https://doi.org/10.29252/nkjms-12011)**How to Cite this Article:**Parastesh M. The Effect of Resistance Training on Serum Levels of Dehydroepiandrosterone, Estradiol and Erectile Dysfunction in Type 2 Diabetic Men. *J North Khorasan Univ Med Sci.* 2020;**12**(1):1-8. DOI: 10.29252/nkjms-12011

Received: 16 Nov 2019

Accepted: 06 May 2020

**Keywords:**Type 2 Diabetes  
Resistance Training  
Dihydroepiandrosterone  
Estradiol  
Erectile Function

© 2020 North Khorasan Medical Sciences

**Abstract****Introduction:** Diabetes through sex hormone deficiency can cause erectile dysfunction in type 2 diabetic men, however, resistance training can improve diabetes by reducing complications of this disorder.**Objectives:** The purpose of this study was to investigate the effect of resistance training on serum levels of dihydropronestrone, estradiol and erectile dysfunction in type 2 diabetic men.**Methods:** In this quasi-experimental study, 24 men with type 2 diabetes with a mean weight of  $77.1 \pm 3.5$  kg and BMI of  $26.13 \pm 3.3$  kg/m<sup>2</sup> were randomly selected. They were randomly divided into two groups Diabetics were divided into control exercises and diabetic control. The diabetic group performed 8 weeks of resistance training with resistance training. Serum levels of dihydroepiandrosterone, estradiol, erectile dysfunction and other dependent variables were measured 48 h before and after the training period. Data were analyzed using covariance analysis (ANCOVA) ( $P = 0.05$ ).**Results:** Resistance training in diabetic group resistance training significantly decreased insulin resistance index (HOMA-IR) compared to diabetic control group ( $P = 0.010$ ). Resistance training also significantly decreased serum estradiol levels ( $P = 0.040$ ) and significantly increased serum levels of dihydroepiandrosterone ( $P = 0.030$ ) in diabetic group resistance training compared to diabetic control group. Resistance training also increased erectile function in the areas of erectile function ( $P = 0.019$ ), marital satisfaction ( $P = 0.012$ ) and total scores ( $P = 0.002$ ) in diabetic group resistance training compared to diabetic control group.**Conclusions:** Overall, based on our findings, it seems that resistance training reduces serum estradiol levels and increases serum levels of dihydropronestrone in improving erectile function in type 2 diabetic patients.

Keywords: Type 2 diabetes, Resistance training, Dihydroepiandrosterone, Estradiol, Erectile function.



## اثر تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی دی‌هیدرواپی‌آندروسترون، استرادیول و اختلالات نعوظی در مردان دیابتی نوع ۲

 محمد پرستش<sup>۱\*</sup>
<sup>۱</sup> استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

\* نویسنده مسئول: محمد پرستش، استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران. ایمیل: M-

parastesh@Araku.ac.ir

DOI: 10.29252/nkjms-12011

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۵	چکیده
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۱۷	مقدمه: دیابت از طریق اختلال در هورمون‌های جنسی می‌تواند موجب اختلالات نعوظ در مردان دیابتی نوع ۲ شود، از طرفی تمرین مقاومتی بوسیله کاهش عوارض دیابت موجب بهبود این اختلال می‌شود. هدف این مطالعه، بررسی اثر تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی دی‌هیدرواپی‌آندروسترون، استرادیول و اختلالات نعوظی در مردان دیابتی نوع ۲ بود.
واژگان کلیدی:	روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی، نمونه آماری این پژوهش را ۲۴ مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ با میانگین وزن $77/1 \pm 5/3$ کیلوگرم و شاخص توده بدن $26/13 \pm 3/3$ کیلوگرم بر مترمربع تشکیل دادند که بطور تصادفی به دو گروه دیابتی همراه با تمرین مقاومتی و دیابتی کنترل تقسیم شدند. گروه دیابتی همراه با تمرین مقاومتی ۸ هفته تمرین مقاومتی اجرا نمودند. سطوح سرمی دی‌هیدرواپی‌آندروسترون، استرادیول، اختلالات نعوظی و دیگر متغیرهای وابسته ۴۸ ساعت قبل و بعد از دوره تمرینی اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آنالیز کواریانس (ANCOVA) تحلیل شد ( $P = 0/05$ ).
تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی محفوظ است.	یافته‌ها: تمرین مقاومتی در گروه دیابتی تمرین مقاومتی موجب کاهش معنادار شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR) نسبت به گروه کنترل دیابتی شد ( $P = 0/10$ ). همچنین تمرین مقاومتی موجب کاهش معنادار سطوح سرمی استرادیول ( $P = 0/040$ ) و افزایش معنادار سطوح سرمی دی‌هیدرواپی‌آندروسترون ( $P = 0/030$ ) در گروه دیابتی تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی شد. تمرین مقاومتی همچنین موجب افزایش عملکرد نعوظی در حیطه‌های عملکرد نعوظی ( $P = 0/19$ )، رضایت زناشویی ( $P = 0/12$ ) و مجموع امتیازات ( $P = 0/02$ ) در گروه دیابتی تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی شد. نتیجه‌گیری: به طور کلی، بر اساس یافته‌های ما به نظر می‌رسد که تمرین مقاومتی با کاهش سطح سرمی استرادیول و افزایش سطح سرمی دی‌هیدرواپی‌آندروسترون موجب بهبود عملکرد نعوظی در بیماران دیابتی نوع ۲ دارد.

### مقدمه

تحت تأثیر بسیاری از عوامل روانشناختی و اورگانیک است. علل ارگانیک شامل نوروپاتی دیابتی، استرس اکسیداتیو، دیس لیپیدی، پر فشار خونی شریانی، اختلال عملکرد اندوتلیال، هیپوگنادیسم (Hypogonadism) و عوارض جانبی داروها می‌باشد [۶].

به علاوه اختلال در کارکرد انسولین که در افراد دیابتی وجود دارد ممکن است عملکرد غدد جنسی را تغییر دهد. در مطالعه‌ای درباره شیوع مقاومت به انسولین در مردان با مشکل نعوظ، مشخص شد که این مردان مقاومت بالایی به انسولین دارند، بنابراین این موضوع نقش مؤثر انسولین در سلامت باروری مردان را ثابت می‌کند [۷]. همچنین مطالعات نشان داده‌اند که میزان بالای هیپوگنادیسم در مردان با دیابت نوع ۲ وجود دارد، به طوری که حدود ۲۰ درصد هیپوگنادال شدید با تستوسترون کل زیر ۸ نانومول بر لیتر و حدود ۲۰ درصد هیپوگنادال خفیف با تستوسترون کل زیر  $12 \text{ nmol/L}$  مشاهده شد [۸]. نتایج مطالعات پیشین در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ کاهش تولید سطوح

اختلال نعوظ (Erectile Dysfunction (ED) بیش از ۱۵۰ میلیون مرد در سراسر جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۵ این تعداد به بیش از دو برابر یعنی حدود ۳۲۲ میلیون نفر برسد [۱]. مردان مبتلا به این اختلال جنسی، در روابط شخصی خود، اعتماد به نفس و کیفیت کلی زندگی، نقایص جدی را نشان داده‌اند [۲]. افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ (Type 2 Diabetes (T2DM) دارای حساسیت بیشتری نسبت به اختلال عملکرد نعوظ هستند بطوری که اختلال نعوظ در بیش از ۵۰ درصد افراد مبتلا به دیابت مشاهده می‌شود [۳]. علاوه بر این در دیگر مطالعات در بیماران دیابتی میزان شیوع اختلال نعوظ بدون در نظر گرفتن شدت یا مدت بیماری و یا کنترل هیپرگلیسمی بین ۳۵ تا ۹۰ درصد گزارش شده است [۴]. با حدود ۴۲۲ میلیون مورد در سراسر جهان، افراد مبتلا به دیابت بزرگترین گروه افرادی هستند که در معرض خطر اختلال نعوظ هستند [۵]. اتیوپاتوژنز (Aetiopathogenesis) اختلال نعوظ در بیماران دیابتی پیچیده و

اختلالات نعوظ در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ منجر می‌شود. از سویی با توجه به اینکه مطالعات به خوبی نشان می‌دهند که ورزش باعث کاهش این اختلالات می‌شود، و با توجه به اینکه به نظر می‌رسد مطالعه‌ای روی تأثیر تمرینی مقاومتی بر سطوح سرمی هورمونهای جنسی و اختلالات نعوظ مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ صورت نگرفته است، بنابراین فرض پژوهش بر این است که احتمالاً شرکت در برنامه‌های تمرینات مقاومتی از طریق تعدیل این سازوکارها با بهبود شاخص عملکرد نعوظ این بیماران همراه خواهد بود.

## روش کار

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی در قالب دو گروه با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون است که از میان مردان میان‌سالی مبتلا به دیابت نوع دو که به مرکز درمانی شهر شیراز مراجعه کرده بودند، ۲۸ نفر داوطلب شرکت در این تحقیق شدند که پس از ارزیابی‌های اولیه و لحاظ معیارهای سن در محدوده ۴۵ تا ۶۰ سال، نداشتن سابقه بیماری قلبی-عروقی، دارا بودن سابقه بیماری دیابت بیشتر از شش ماه، شرکت نداشتن در فعالیت بدنی منظم در شش ماه اخیر، نداشتن فشار خون بالاتر از ۱۶۰/۹۵ میلی‌متر جیوه، عدم استعمال دخانیات، مصرف نکردن مکمل، عدم تغییر مصرف داروهای کاهنده قند خون، کنترل فشار خون و چربی خون تحت نظارت متخصص غدد در دو ماهه اخیر، آزمودنی‌های واجد شرایط انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در دو گروه کنترل دیابتی (۱۴ نفر) و تمرین مقاومتی (۱۴ نفر) قرار گرفتند. ۲ نفر از آزمودنی‌ها به دلیل شرکت نکردن مرتب در تمرینات گروه مقاومتی و ۲ نفر به دلیل شرکت نکردن در آزمایشات، در گروه کنترل دیابتی در مرحله پایانی از تحقیق حذف شدند و در نهایت این تحقیق با ۲۴ آزمودنی دیابتی به اتمام رسید. همچنین حجم نمونه بر اساس مطالعات قبلی در این زمینه برآورد شد. یک هفته پیش از شروع برنامه تمرینی همه آزمودنی‌ها فرم رضایتنامه شرکت در تحقیق تکمیل کردند و سپس در صورت لزوم توسط کارشناس تغذیه توصیه‌های غذایی لازم برای دوره هشت هفته‌ای پروتکل تمرینی ارائه شد. سپس آزمودنی‌ها ساعت ۸ صبح پیش از صرف صبحانه در وضعیت ناشتا در محل آزمایشگاه حضور یافتند و اولین نمونه خونی از ورید بازویی اخذ شد. دومین مرحله خونگیری نیز ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی در زمان یکسان از آزمودنی‌ها اخذ شد. وزن آزمودنی‌ها با ترازو دیجیتال بیور ساخت شرکت آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم، قد آنها با قدسنج مدل یاگامی ساخت ژاپن و شاخص توده بدنی با تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر محاسبه شد. ضخامت چین پوستی آزمودنی‌ها با کالیپر سیهان (Seahan) مدل ساخت کره جنوبی و درصد چربی با اندازه‌گیری چین پوستی سه نقطه ران، تحت کتفی، فوق خاصره و محاسبه چگالی بدنبا استفاده از فرمول جکسون و پولاک (۱۹۷۶) و قرار دادن آن در فرمول سیری تعیین شد.

سرمی هورمون لوتینی (LH) و هورمون محرک فولیکول (FSH) دیده می‌شود [۹]. در سال ۲۰۱۵ انجمن آمریکایی غدد و متابولیسم بالینی توصیه می‌کند که تمام مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ همراه با تمام مردان با شاخص توده بدنی بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر متر مکعب یا دور کمر بیش از ۱۰۴ سانتی‌متر جهت بررسی هیپوگنادیسم غربالگری شوند [۱۰].

دی‌هیدرواپی‌آندروسترون (DHEA) فراوان‌ترین هورمون استروئیدی آدرنال Steroid Hormone در گردش خون بزرگسالان سالم است. در هر دو جنس مردان و زنان، سطح سرمی اوج DHEA در حدود ۲۵ سال به اوج مقدار خود می‌رسد و در دهه سوم سنی به طور پیوسته کاهش می‌یابد [۱۱]. همچنین کاهش سطوح سرمی DHEA ممکن است به ضعف جسمانی و یا کاهش فعالیت بدنی مرتبط باشد [۱۲]. DHEA بر روی بافت‌های محیطی یا به طور غیر مستقیم از طریق تبدیل به آندروژن و استروژن‌ها یا به طور مستقیم به عنوان یک استروئید تأثیر می‌گذارد [۱۳]. در مطالعات اخیر ارتباط بین اختلال نعوظ و کاهش سطوح سرمی DHEA در مردان دیابتی نوع ۲ به اثبات رسیده است [۱۴]. مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی می‌تواند سطوح سرمی DHEA را بعد از یک دوره تمرین مقاومتی افزایش دهد [۱۵]. که این موضوع به نظر می‌رسد می‌تواند یک جنبه مثبت تمرین مقاومتی برای اختلالات نعوظ مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ باشد. در مطالعه‌ای روی مردان سالمند که سطوح پایین تستوسترون و DHEA بودند انجام شد، این افراد به یک دوره تمرین مقاومتی پرداختند، در پایان مشاهده شد که تمرین مقاومتی موجب بهبود قدرت عضلانی در اندام‌های مختلف، افزایش توده بدون چربی (بافت عضلانی) و همچنین افزایش تستوسترون آزاد و کاهش DHEA شد [۱۵].

همچنین استرادیول، شکل غالب استروژن می‌باشد که نقش مهمی در عملکرد جنسی مردان دارد. استرادیول در مردان برای تنظیم میل جنسی، عملکرد نعوظ و اسپرماتوژنز ضروری است. در مغز، سنتر استرادیول در ناحیه‌هایی که مرتبط با تحریکات جنسی افزایش می‌یابد [۱۶]. در تأیید این موضوع در مطالعه فی و و فی و همکاران (۲۰۱۶) مشاهده کردند که سطوح سرمی پایین استرادیول و تستوسترون در مردان با اختلالات نعوظی همراه است مشاهده شد [۱۷]. از طرفی در مطالعه‌ای که باراری و همکاران (۲۰۱۴) روی مردان سالم انجام شد، این افراد به مدت ۴ هفته به یک دوره تمرین مقاومتی پرداختند، در پایان مشاهده شد که تمرین مقاومتی موجب افزایش تستوسترون آزاد و کاهش استرادیول شد [۱۸].

در مجموع، شواهد نشان می‌دهند دیابت نوع ۲ و عوارض آن از طریق سازوکارهایی چون کاهش سطوح سرمی DHEA و استرادیول به

$$100 \times (4/5 - \text{چگالی بدن} \div 4/95) = \text{درصد چربی بدن: معادله سیری}$$

$$= \text{چگالی (گرم بر میلی‌لیتر): معادله جکسون و پولاک}$$

$$= (\text{مجموع ضخامت پوستی ۳ نقطه} 3 - 0/0000267) + (\text{مجموع ضخامت پوستی ۳ نقطه} 3 - 0/00002574) - 1/10938$$

اتوآنلیزور ۱۰۰۰ RA Tecnicon ساخت شرکت Tecnicon آمریکا و براساس دستورالعمل استاندارد اندازه‌گیری شد. همچنین قند خون ناشتا با کیت تشخیص کمی گلوکز در سرم با روش فتومتریک ساخت شرکت پارس آزمون ایران با حساسیت ۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، انسولین سرمی با روش الایزا و با استفاده از کیت شرکت Mono bind آمریکا با درجه حساسیت ۰/۱۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر، مقاومت انسولین با استفاده از فرمول:

$$\text{HOMA-IR} = \frac{22/5 \text{ mmol/l} \times \mu\text{U/mL}}{19}$$

### برنامه تمرینات مقاومتی

در ابتدا از شرکت کنندگان در هفته اول پس از آشنایی (یک هفته و ۳ جلسه در هفته) با انجام تمرینات مقاومتی آزمون یک تکرار بیشینه برای تعیین قدرت عضلانی آزمودنی‌ها گرفته شد و سپس قبل از شروع هفته پنجم نیز آزمون یک تکرار بیشینه مجدد برای تعیین قدرت عضلانی گرفته شد. برنامه مقاومتی متشکل ۶ حرکت سرشانه دستگاه، پرس سینه دستگاه، زیربغل از جلو با دستگاه سیم کش، پرس پا دستگاه، جلوپا دستگاه و پشت پا ایستاده دستگاه بود که شرکت کنندگان ابتدا حرکت‌های بالاتنه و سپس حرکت‌های پایین تنه را انجام می‌دادند. در ابتدا و پایان هر جلسه تمرین شرکت کنندگان با انجام حرکات کششی سبک به ترتیب فاز گرم کردن و سرد کردن را انجام می‌دادند. به منظور رعایت اصل اضافه بار تمرین، شدت تمرین از هفته اول با ۴۰-۵۰ درصد یک تکرار بیشینه، دو تا سه ست با ۱۵-۲۰ تکرار و تا ۷۵-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه، دو تا سه ست با ۱۰-۸ تکرار در هفته هشتم انجام شد [۲۰]. مراحل اجرای پروتکل تمرین مقاومتی با جزئیات در جدول ۱ توضیح داده شده است.

عملکرد جنسی توسط پرسشنامه شاخص بین المللی عملکرد نعوظی (International Index of Erectile Function (IIEF) اندازه گیری، تمایل جنسی، انجام فعالیت و رضایت از فعالیت جنسی ارائه گردید و شامل ۱۵ سؤال بوده که به ۵ حیطه تقسیم بندی شده است که شامل، عملکرد نعوظی (Erectial Fancion) (سؤالات ۱۵ و ۵-۱) عملکرد ارگاسم (Orgasmic Fancion) (سؤالات ۱۰ و ۹)، میل جنسی (Sexual Desire) (سؤالات ۱۲ و ۱۱)، رضایت زناشویی (مقایرت) (Satisfaction Intercourse) (سؤالات ۱۲ و ۸-۶) و رضایت کلی (Overall Satisfaction) (سؤالات ۱۴ و ۱۳) [۱۹]. هر سؤال پرسشنامه دارای ۵ امتیاز بود که امتیاز سؤالات در پیش آزمون و پس آزمون بر اساس حیطه‌های اختلال عملکرد جنسی و امتیاز کلی پرسشنامه به محاسبه و گزارش شد. پایایی پرسشنامه بین المللی عملکرد نعوظی (IIEF) با ضریب آلفای کرونباخ مورد بررسی قرار گرفت. همچنین کل مقیاس همسانی درونی ۰/۹۳ داشت.

### اندازه‌گیری‌های بیوشیمیایی

در هر مرحله خونگیری حدود ۵ میلی‌لیتر خون از ورید پیش آرنجی آزمودنی‌ها گرفته شد. ۲ میلی‌لیتر از آن در لوله‌های بدون ماده ضدانعقاد منتقل شد. نمونه خونی پایانی ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی از آزمودنی‌ها گرفته شد. نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد و در آزمایشگاه سرم خون توسط دستگاه سانتریفیوژ (به مدت ۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه) جدا شد و در میکروتیوب‌ها جمع‌آوری و در دمای منفی ۲۰ درجه سانتیگراد تا زمان انجام آنالیز فریز شد. شاخص‌های خونی اندازه‌گیری شده شامل دی‌هیدرواپی‌آندروسترون و استرادیول با استفاده از کیت‌ها پارس آزمون و توسط و با استفاده از دستگاه

جدول ۱. ویژگی برنامه تمرین مقاومتی طی هشت هفته تمرینی مقاومتی

هفته	ست	تکرار	شدت بر اساس درصدی از یک تکرار بیشینه (1RM%)	فاصله استراحت بین ست‌ها	فاصله استراحت بین حرکات
۱-۲	۲-۳	۱۵-۲۰	۴۰-۵۰ % 1RM	۳۰-۶۰ ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ ثانیه
۲-۴	۲-۳	۱۲-۱۵	۵۰-۶۰ % 1RM	۳۰-۶۰ ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ ثانیه
۴-۶	۲-۳	۱۰-۱۲	۶۰-۷۰ % 1RM	۳۰-۶۰ ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ ثانیه
۶-۸	۲-۳	۸-۱۰	۷۰-۷۵ % 1RM	۳۰-۶۰ ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ ثانیه

### تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بصورت میانگین و انحراف استاندارد برای نمونه‌های موجود در هر گروه بیان شد. جهت آنالیز آماری پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون برآورد نرمالیتی شاپیرو-ویلک استفاده شد. پس از مشخص شدن طبیعی بودن توزیع داده‌ها به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه بین گروه‌ها آزمون به دلیل وجود اختلاف معنادار بین پیش آزمون متغیرهای وابسته از تحلیل کوواریانس (ANCOVA) در سطح معناداری  $P \leq 0/05$  استفاده شد. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت.

### یافته‌ها

میانگین سنی آزمودنی‌های دو گروه دیابتی تمرین مقاومتی و کنترل دیابتی به ترتیب  $51/2 \pm 3/5$  و  $54/5 \pm 5/2$  سال بود. تمامی متغیرهای مطالعه حاضر از توزیع طبیعی برخوردار بودند. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) نشان داد که بین وزن  $P = 0/75$ ،  $P = 0/582$  ( $F =$  و شاخص توده بدن، BMI) ( $P = 0/76$ ،  $F = 7/5$ ) در پس‌آزمون در گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود ندارد. اما همچنین نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که بین درصد چربی در پس‌آزمون در گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود دارد ( $P = 0/22$ ،  $F = 4/3$ ) (جدول ۲).

گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود دارد (جدول شماره ۲). همچنین نتایج آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) نشان داد که بین دی‌هیدرواپی‌آندروسترون ( $F = ۱۱/۶۷, P = ۰/۰۳۸$ ) و استرادیول ( $F = ۱۱/۱۱, P = ۰/۰۴۸$ ) در پس‌آزمون در در پس‌آزمون گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۲).

در خصوص متغیرهای هموستاز گلوکز شامل قند خون ناشتا، انسولین و HOMA-IR نتایج آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) نشان داد که بین قند خون ناشتا ( $F = ۸/۴۵, P = ۰/۰۰۱$ ) در پس‌آزمون در گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود دارد اما مشاهده شد که سطح سرمی انسولین ( $F = ۱۱/۸, P = ۰/۰۰۱$ ) و شاخص مقاومت انسولین (HOMA-IR) ( $F = ۱۴/۱۱, P = ۰/۰۰۱$ ) در پس‌آزمون

جدول ۲. بررسی هموستاز گلوکز و شاخص‌ها ترکیب بدنی در گروه‌های مورد مطالعه

مقدار P	گروه‌ها		متغیرها
	تمرین مقاومتی دیابتی	کنترل دیابتی	
			وزن (Kg)
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۸۳/۵۹ ± ۷/۴۹	۷۶/۸ ± ۱۰/۱۰	
			پس آزمون
۰/۷۵	۸۴/۰۲ ± ۷/۴۹	۷۷/۸۰ ± ۱۰/۷۰	
			شاخص توده بدن ( $Kg/m^2$ )
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۲۶/۵۹ ± ۳/۳۱	۲۴/۵ ± ۴/۱	
			پس آزمون
۰/۷۶	۲۶/۶ ± ۳/۱	۲۴/۷ ± ۴/۳	
			درصد چربی بدن (%)
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۱۹/۲ ± ۲/۴	۱۷/۸ ± ۱/۶	
			پس آزمون
۰/۰۲۲	۱۸/۱۸ ± ۱/۶۶	۱۸/۱۰ ± ۱/۴	
			قند خون ناشتا (mmol/L)
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۱۴۸/۱۲ ± ۱۴/۴۴	۱۳۸/۸ ± ۱۲/۳۳	
			پس آزمون
۰/۰۰۴	۱۲۱/۹ ± ۱۶/۴۲	۱۳۴/۱ ± ۱۶/۲	
			سطح سرمی انسولین ( $\mu U/mL$ )
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۶/۶۲ ± ۳/۲	۴/۳۷ ± ۲/۲	
			پس آزمون
۰/۰۰۴	۵/۲ ± ۳/۱	۴/۵۸ ± ۱/۵	
			شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR)
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۳/۳۳ ± ۰/۶۱	۲/۶۱ ± ۰/۸۲	
			پس آزمون
۰/۰۰۱	۱/۶۸ ± ۰/۵۲	۲/۸۸ ± ۱/۱۱	
			دی‌هیدرواپی‌آندروسترون (ng/dL)
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۰/۹۱ ± ۰/۶۲	۱/۷۵ ± ۰/۸۴	
			پس آزمون
۰/۰۰۳۸	۱/۳ ± ۰/۶۶	۱/۶۷ ± ۰/۸۴	
			استرادیول (nmol/l)
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۴۴/۷ ± ۱۸/۶	۲۷/۲۱ ± ۱۰/۱	
			پس آزمون
۰/۰۰۴۸	۴۰/۱ ± ۱۵/۴۲	۳۵/۱ ± ۱۳/۴۲	

اطلاعات در جدول به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار آمده است.

جدول ۳. بررسی حیطه‌های مختلف عملکرد جنسی در گروه‌های مورد مطالعه

مقدار P	گروه‌ها		متغیرها
	تمرین مقاومتی دیابتی	کنترل دیابتی	
			عملکرد نعوظی
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۱۹/۱ ± ۶/۱	۱۶/۱ ± ۷/۹	
			پس آزمون
۰/۰۱۹	۱۳/۱ ± ۷/۳	۱۴/۶ ± ۹/۳	
			عملکرد ارگاسم
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۸/۵ ± ۱/۷	۵/۷ ± ۳/۵	
			پس آزمون
۰/۸۶۵	۹/۱ ± ۱/۶	۵/۶ ± ۳/۶	
			میل جنسی
			پیش آزمون
۰/۸۵۴	۶/۷ ± ۱/۱	۶/۹ ± ۱/۵	
			پس آزمون
۰/۱۶۹	۶/۸ ± ۱/۳	۶/۷ ± ۱/۵	
			رضایت زناشویی
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۱۳/۱ ± ۳/۱	۱۱/۳ ± ۵/۶	
			پس آزمون
۰/۰۱۲	۱۶/۵ ± ۲/۳	۱۰/۳ ± ۵/۳	
			رضایت کلی
			پیش آزمون
۰/۰۰۶	۸/۸ ± ۲/۴	۶/۵ ± ۲/۷	
			پس آزمون
۰/۲۴۰	۹/۱ ± ۲/۳	۷/۱ ± ۲/۹	
			مجموع امتیازات
			پیش آزمون
۰/۰۰۱	۴۸/۲ ± ۱۲/۱	۴۴/۱ ± ۱۷/۷	
			پس آزمون
۰/۰۰۲	۵۵/۱ ± ۱۲/۳	۴۱/۸ ± ۱۸/۵	

اطلاعات در جدول به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار آمده است.

(۲۰۱۴) مشاهده کردند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی (۴ جلسه در هفته) منجر به استروئیدوزن هورمون استروئیدی جنسی در مردان سالخورده می‌شود. آن‌ها علت افزایش استروئیدوزن را به علت افزایش بیان ژن آنزیم‌های مرتبط با استروئیدوزن مانند ۳-بتا هیدروکسی استروئید دهیدروژناز  $3\beta$ -hydroxysteroid Dehydrogenase (HSD)، ۵-آلفا ردوکتاز (5 $\alpha$ -reductase) متعاقب تمرینات مقاومتی در عضله گزارش کردند [۱۵].

یکی دیگر از نتایج مهم مطالعه حاضر کاهش معنادار سطوح سرمی استرادیول در گروه دیابتی تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی بود. به طور مرسوم، تستوسترون و استروژن به ترتیب هورمون‌های جنسی مردانه و زنانه محسوب می‌شوند. با این حال، استرادیول، شکل غالب استروژن می‌باشد که نقش مهمی نیز در عملکرد جنسی مردان دارد [۱۶]. همخوان با نتایج مطالعه حاضر اسکولستر و همکاران (Schulster et al.) (۲۰۱۶)، استرادیول را در مردان مسئول تحریک میل جنسی، عملکرد نعوظ دانستند و وجود سطح سرمی استرادیول را در سطوح طبیعی برای سلامت و میل جنسی ضروری معرفی کردند [۱۶].

علاوه بر این استرادیول اثر قابل توجهی بر روی عروق آلت تناسلی مردان دارد. بطوری که در مطالعه مانسینی و همکاران (Mancini et al.) (۲۰۰۵) که در بیماران مرد مبتلا به ED با فقدان جریان خون کافی در عروق آلت تناسلی بررسی کردند، آن‌ها نتیجه گرفتند که استرادیول باعث افزایش نفوذپذیری عروق وریدی از طریق فاکتور رشد اندوتلیال عروقی Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) می‌شود و از طریق افزایش نشت وریدی تأثیر مخربی بر عملکرد نعوظ دارد [۲۴]. در تأیید و همخوان با نتایج مطالعه حاضر در مطالعه‌ای باراری و همکاران (Barari et al.) (۲۰۱۴) که روی مردان سالم انجام شد، این افراد به مدت ۴ هفته به یک دوره تمرین مقاومتی پرداختند، در پایان مشاهده شد که تمرین مقاومتی موجب افزایش تستوسترون آزاد و کاهش استرادیول شد [۱۸]. همچنین کالمان و همکاران (Kalman et al.) (۲۰۰۷) به بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی پرداختند، در پایان مشاهده شد که تمرین مقاومتی موجب کاهش استرادیول و افزایش تستوسترون شد [۲۵].

از دیگر نتایج قابل توجه مطالعه حاضر افزایش معنادار عملکرد نعوظ (در متغیرهای عملکرد نعوظی، رضایت زناشویی و مجموع امتیازات) و متعاقب آن افزایش معنادار سطوح سرمی دی هیدروآپی آندروسترون و کاهش استرادیول در گروه دیابتی تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی بود. همخوان با نتایج مطالعه حاضر کارتا و همکاران (Caretta et al.) (۲۰۱۶) در بررسی که روی ۹۲ مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ پرداختند دریافتند که رابطه منفی بین افزایش سطوح سرمی استرادیول و کاهش تستوسترون با نمرات پرسشنامه شاخص بین المللی عملکرد نعوظی (IIEF) وجود دارد [۲۱].

همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد علاوه بر عدم تغییر معناداری در وزن و شاخص توده بدن (BMI)، درصد توده چربی بدن در گروه تمرین مقاومتی در مقایسه با گروه کنترل کاهش معناداری یافته است. عدم دست دادن وزن و کاهش شاخص توده بدن با تمرینات مقاومتی در یافته‌های این مطالعه با دیگر مطالعات همخوانی دارد زیرا این موضوع

همچنین در خصوص حیطه‌های مختلف عملکرد جنسی شامل عملکرد نعوظی، عملکرد ارگاسم، میل جنسی، رضایت زناشویی، رضایت کلی و مجموع امتیازات نتایج آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) نشان داد که بین عملکرد نعوظی ( $F=37/9, P=0/000$ ) رضایت زناشویی ( $F=30/91, P=0/012$ ) و مجموع امتیازات ( $F=57/9, P=0/002$ ) در پس‌آزمون در گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود دارد اما مشاهده شد که بین عملکرد ارگاسم ( $F=59/8, P=0/06$ )، رضایت کلی ( $F=37/2, P=0/240$ ) و میل جنسی ( $F=32/3, P=0/169$ ) در پس‌آزمون گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود ندارد (جدول ۳).

## بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد است که ۸ هفته تمرین مقاومتی سبب افزایش معنادار عملکرد نعوظ (در حیطه‌های عملکرد نعوظی، رضایت زناشویی و مجموع امتیازات) و متعاقب آن افزایش معنادار سطوح سرمی دی هیدروآپی آندروسترون و استرادیول در گروه دیابتی تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی شده است. تغییرات شاخص گلیسمیکی و ترکیب بدنی پس از تمرین مقاومتی نیز در تحقیق حاضر قابل توجه بود. به طوری که میزان قند خون ناشتا، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR) بعد از تمرین مقاومتی کاهش معناداری در گروه دیابتی تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی را نشان داد. همچنین نتایج تغییر معنادار در مقادیر وزن و شاخص توده بدن در گروه دیابتی تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی نشان نداد اما درصد چربی بدن در گروه دیابتی تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی کاهش معناداری را نشان داد.

مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد که دیابت نوع ۲ با افزایش خطر اختلال نعوظ همراه است به طوری که مردان مبتلا به دیابت سه برابر احتمال اختلال نعوظ را نسبت به مردان بدون دیابت نشان دادند [۲۱]. مطالعات بافت شناسی در مردان نشان داد که کاهش قابل ملاحظه‌ای در تعداد و حجم سلول‌های لیدیک (Leydig) در مردان پیر می‌شود. اخیراً گزارش شده است که کمبود آندروژن در دیابت نوع ۲ معمولاً با هیپوگنادیسم هیپوگنادوتروپیک همراه است [۲۲]. مکانیزم‌های زیربنایی هیپوگنادیستی هیپوگنادوتروپیک در دیابت نوع ۲ کاملاً مشخص نیست. پاتوفیزیولوژی اختلال نعوظ در مردان دیابتی یک پدیده چند عاملی است اما عمدتاً شامل یک اختلال عروقی مرتبط با کاهش عملکرد اندوتلیال متعاقب دیابت و فشار خون بالا است [۲۱].

همخوان با نتایج مطالعه حاضر آل ساکا و همکاران (El Sakka et al.) (۲۰۱۸) بیان کردند افزایش غلظت DHEA در شرایط هیپوگلیسمی نشان دهنده تحریک محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال بر استرس هیپوگلیسمی است. بنابراین، کاهش آندروژن ممکن است اثرات زیان‌آور بر کنترل گلیسمی در دیابت نوع ۲ داشته باشد. همچنین آنها مشاهده کردند که بین میزان پایین تستوسترون، DHEA و کنترل ضعیف هموستاز گلیسمی در مردان دیابتی نوع ۲ با ED رابطه وجود دارد [۲۳]. همچنین یکی از نتایج مطالعه حاضر افزایش معنادار سطح سرمی DHEA در گروه دیابتی تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی بود که همخوان با این نتایج ساتو و همکاران (Sato et al.)

همچنین از دیگر محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به کوتاه بودن فرایند مداخله و محدود نمودن نمونه به بیماران مبتلا مرد دیابتی نوع ۲ اشاره کرد.

### نتیجه گیری

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان بیان کرد انجام یک دوره تمرین مقاومتی در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ سازگاری‌های مطلوبی در سطوح سرمی دی‌هیدرواپی‌آندروسترون، استرادیول ایجاد می‌کند که متعاقب این بهبود عملکرد نعوظی این افراد نیز بهبود می‌یابد. لذا انجام تمرین مقاومتی مردان دیابتی نوع ۲ احتمالاً می‌تواند باعث افزایش توده عضلانی و بهبود وضعیت گلیسمی این افراد و در نهایت به بهبود وضعیت عملکرد جنسی گردد.

### تشکر و قدردانی

این پروژه در قالب طرح پژوهشی با اعتبارات دانشگاه اراک انجام شده است. کد اخلاق نیز به شرح (RAC.ARAKMU.1398.145IR) در کمیته اخلاق طرح‌های پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک اخذ گردیده است. بدینوسیله از همکاری صمیمانه همه عزیزانی که ما را در انجام این مطالعه در دانشکده علوم ورزشی اراک و دانشگاه علوم پزشکی اراک یاری رساندند سپاسگزاریم.

### References

- Azad AK, Setunge S, Selim S, Chowdhury SH, Rahaman MF, Chowdhury MAJ, et al. Dyslipidaemia as a risk factor for erectile dysfunction in type 2 diabetes mellitus patients. *Diabet Metab Syndr*. 2019;13(1):748-53. doi: 10.1016/j.dsx.2018.11.052 pmid: 30641801
- Fatt QK. Erectile dysfunction and quality of life. *Erectile dysfunction-disease-associated mechanisms and novel insights into therapy*. Intech open.2012. 35-46 p.
- Penson DF, Wessells H. Erectile dysfunction in diabetic patients. *Diabet Spectrum*. 2004;17(4):225-30. doi: 10.2337/diaspect.17.4.225
- Malavige LS, Jayaratne SD, Kathriarachchi ST, Sivayogan S, Fernando DJ, Levy JC. Erectile dysfunction among men with diabetes is strongly associated with premature ejaculation and reduced libido. *J Sex Med*. 2008;5(9):2125-34. doi: 10.1111/j.1743-6109.2008.00907.x pmid: 18624974
- Albai O, Frandes M, Timar R, Roman D, Timar B. Risk factors for developing dementia in type 2 diabetes mellitus patients with mild cognitive impairment. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2019;15:167-75. doi: 10.2147/NDT.S189905 pmid: 30655669
- Kouidrat Y, Pizzol D, Cosco T, Thompson T, Carnaghi M, Bertoldo A, et al. High prevalence of erectile dysfunction in diabetes: a systematic review and meta-analysis of 145 studies. *Diabet Med*. 2017;34(9):1185-92. doi: 10.1111/dme.13403 pmid: 28722225
- Bansal TC, Guay AT, Jacobson J, Woods BO, Nesto RW. Incidence of metabolic syndrome and insulin resistance in a population with organic erectile dysfunction. *J Sex Med*. 2005;2(1):96-103. doi: 10.1111/j.1743-6109.2005.20120.x pmid: 16422911
- Hackett GL, Cole NS, Deshpande AA, Popple MD, Kennedy D, Wilkinson P. Biochemical hypogonadism in men with type 2 diabetes in primary care practice. *Br J Ind Med*. 2009;9(5):226-31. doi: 10.1177/1474651409342635
- Castellano JM, Navarro VM, Fernandez-Fernandez R, Roa J, Vigo E, Pineda R, et al. Expression of hypothalamic KiSS-1 system and rescue of defective gonadotropic responses by kisspeptin in streptozotocin-induced diabetic male rats. *Diabete*. 2006;55(9):2602-10. doi: 10.2337/db05-1584 pmid: 16936210
- Goodman N, Guay A, Dandona P, Dhindsa S, Faiman C, Cunningham GR, et al. American association of clinical endocrinologists and American college of endocrinology position statement on the association of testosterone and cardiovascular risk. *Endocr Pract*. 2015;21(9):1066-73. doi: 10.4158/EP14434.PS pmid: 26355962
- Brahimaj A, Muka T, Kavousi M, Laven JS, Dehghan A, Franco OH. Serum dehydroepiandrosterone levels are associated with lower risk of type 2 diabetes: the Rotterdam Study. *Diabetologia*. 2017;60(1):98-106. doi: 10.1007/s00125-016-4136-8 pmid: 27771738
- Swiecicka A, Lunt M, Ahern T, O'Neill TW, Bartfai G, Casanueva FF, et al. Nonandrogenic anabolic hormones predict risk of frailty: European male ageing study prospective data. *J Clin Endocrinol Metab*. 2017;102(8):2798-806. doi: 10.1210/je.2017-00090 pmid: 28609827
- Yanagita I, Fujihara Y, Kitajima Y, Tajima M, Honda M, Kawajiri T, et al. A high serum cortisol/DHEA-S ratio is a risk factor for sarcopenia in elderly diabetic patients. *J Endocr Soc*. 2019;3(4):801-13. doi: 10.1210/je.2018-00271 pmid: 30963138
- El-Sakka AI, Sayed HM, Tayeb KA. Type 2 diabetes-associated androgen alteration in patients with erectile dysfunction. *Int J Androl*. 2008;31(6):602-8. doi: 10.1111/j.1365-2605.2007.00815.x pmid: 17877718
- Sato K, Iemitsu M, Matsutani K, Kurihara T, Hamaoka T, Fujita S. Resistance training restores muscle sex steroid hormone steroidogenesis in older men. *FASEB J*. 2014;28(4):1891-7. doi: 10.1096/fj.13-245480 pmid: 24443372
- Schulster M, Bernie AM, Ramasamy R. The role of estradiol in male reproductive function. *Asian J Androl*. 2016;18(3):435-40. doi: 10.4103/1008-682X.173932 pmid: 26908066
- Wu F, Chen T, Mao S, Jiang H, Ding Q, Xu G. Levels of estradiol and testosterone are altered in Chinese men with sexual dysfunction. *Androl*. 2016;4(5):932-8. doi: 10.1111/andr.12195 pmid: 27152758
- Barari A, Ayatollahi A, Shirali S, Ghasemi M, Hosseini A, Ekrami A. Effect of endurance and resistance training on parameters related to sexual function in men. *Med Lab J*. 2014;8(3):47-53.

19. Tang DD, Li C, Peng DW, Zhang XS. Validity of premature ejaculation diagnostic tool and its association with international index of erectile function-15 in Chinese men with evidence-based-defined premature ejaculation. *Asian J Androl*. 2018;20(1):19-23. [doi: 10.4103/aja.aja\\_9\\_17](#) [pmid: 28361812](#)
20. Swain DP, Brawner CA, Medicine ACS. ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
21. Caretta N, de Kreutzenberg SV, Valente U, Guarneri G, Ferlin A, Avogaro A, et al. Hypovitaminosis D is associated with erectile dysfunction in type 2 diabetes. *Endocrine*. 2016;53(3):831-8. [doi: 10.1007/s12020-015-0851-z](#) [pmid: 26758995](#)
22. Boeri L, Capogrosso P, Ventimiglia E, Schifano N, Montanari E, Montorsi F, et al. Sexual dysfunction in men with prediabetes. *Sex Med Rev*. 2019. [doi: 10.1016/j.sxmr.2018.11.008](#) [pmid: 30852183](#)
23. El-Sakka AI. Dehydroepiandrosterone and Erectile Function: A Review. *World J Mens Health*. 2018;36(3):183-91. [doi: 10.5534/wjmh.180005](#) [pmid: 29756417](#)
24. Mancini A, Milardi D, Bianchi A, Summaria V, De Marinis L. Increased estradiol levels in venous occlusive disorder: a possible functional mechanism of venous leakage. *Int J Impot Res*. 2005;17(3):239-42. [doi: 10.1038/sj.ijir.3901287](#) [pmid: 15578040](#)
25. Kalman D, Feldman S, Martinez M, Krieger DR, Tallon MJ. Effect of protein source and resistance training on body composition and sex hormones. *J Int Soc Sports Nutr*. 2007;4:4. [doi: 10.1186/1550-2783-4-4](#) [pmid: 17908338](#)
26. Sigal RJ, Alberga AS, Goldfield GS, Prud'homme D, Hadjiyannakis S, Gougeon R, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on percentage body fat and cardiometabolic risk markers in obese adolescents: the healthy eating aerobic and resistance training in youth randomized clinical trial. *JAMA Pediatr*. 2014;168(11):1006-14. [doi: 10.1001/jamapediatrics.2014.1392](#) [pmid: 25243536](#)
27. Oliosio D, Dauriz M, Bacchi E, Negri C, Santi L, Bonora E, et al. Effects of aerobic and resistance training on circulating micro-RNA expression profile in subjects with type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2019;104(4):1119-30. [doi: 10.1210/jc.2018-01820](#) [pmid: 30445461](#)
28. Slentz CA, Bateman LA, Willis LH, Shields AT, Tanner CJ, Piner LW, et al. Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2011;301(5):E1033-9. [doi: 10.1152/ajpendo.00291.2011](#) [pmid: 21846904](#)
29. Davidson LE, Hudson R, Kilpatrick K, Kuk JL, McMillan K, Janiszewski PM, et al. Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med*. 2009;169(2):122-31. [doi: 10.1001/archinternmed.2008.558](#) [pmid: 19171808](#)