

## Exercise Interventions and Sexual Function in Men with Type 2 Diabetes: A Multidimensional Narrative Review of Mechanisms, Clinical Evidence, and Practical Applications

Babak Hooshmand Moghadam

Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

### Abstract

**Background:** Sexual dysfunction is a prevalent, underdiagnosed, and impactful complication of type 2 diabetes in men, involving multiple physiological, psychological, and social dimensions. This narrative review aimed to comprehensively examine the current evidence regarding the role of exercise interventions in improving sexual function among men with type 2 diabetes through a multidimensional lens.

**Methods:** A narrative review was conducted based on a systematic search of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases. Eligible studies included clinical trials, systematic reviews, and basic research focused on exercise and sexual function in men with diabetes. The analysis addressed physiological mechanisms, clinical outcomes, psychological factors, and research gaps.

**Results:** The evidence suggests that exercise improves sexual function in men with type 2 diabetes through multiple pathways, including enhanced insulin sensitivity, increased testosterone levels, improved penile vascular function, and psychological benefits such as reduced performance anxiety, depression, and improved body image. The type, intensity, and duration of exercise were found to be crucial in determining the outcomes. This review also identified significant research gaps, such as the lack of long-term trials and limited focus on neurohormonal mechanisms.

**Conclusion:** It seems that exercise is a safe, non-pharmacological, and effective intervention with substantial potential to improve sexual function in men with type 2 diabetes. The findings of this review can inform integrated therapeutic protocols and guide clinical practices aimed at enhancing sexual health in this population. A personalized exercise approach, supported by a multidisciplinary team, is recommended as part of formal care for diabetic men experiencing sexual dysfunction.

**Keywords:** Exercise interventions, Sexual function, Type 2 diabetes, Men, Narrative review

### Please cite this article as:

Hooshmand Moghadam B. Exercise Interventions and Sexual Function in Men with Type 2 Diabetes: A Multidimensional Narrative Review of Mechanisms, Clinical Evidence, and Practical Applications. *ijdl*. 2026; 26(1):15-28.

DOI: [10.18502/ijdl.v26i1.21329](https://doi.org/10.18502/ijdl.v26i1.21329)

**Corresponding Author:** Babak Hooshmand Moghadam; **Email:** b.hooshmand@um.ac.ir, **Add:** Azadi Square, University of Mashhad, Razavi Khorasan Province Mashhad, Iran. **Tel:** +985138805398



## مداخلات ورزشی و عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو: یک مرور روایتی چندبعدی بر سازکارها، شواهد بالینی و کاربردهای عملی

بابک هوشمند مقدم

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

### چکیده

**مقدمه:** اختلال عملکرد جنسی یکی از پیامدهای شایع، نادیده گرفته شده و تأثیرگذار دیابت نوع دو در مردان است که با ابعاد فیزیولوژیکی، روان‌شناختی و اجتماعی متعددی در ارتباط است. هدف از این مقاله، مرور و تحلیل شواهد موجود در خصوص نقش مداخلات ورزشی در بهبود عملکرد جنسی مردان مبتلا به دیابت نوع دو با رویکردی چندبعدی است.

**روش‌ها:** این مطالعه به صورت مرور روایتی و بر پایه جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های PubMed، Scopus، Web of Science و Google Scholar انجام شد. مقالات منتخب شامل کارآزمایی‌های بالینی، مرورهای نظام‌مند و مطالعات بنیادی مرتبط با ورزش و عملکرد جنسی در مردان دیابتی بودند. تحلیل مطالعات با تمرکز بر سازوکارهای فیزیولوژیکی، اثرات بالینی، عوامل روان‌شناختی و شکاف‌های پژوهشی صورت گرفت.

**یافته‌ها:** شواهد نشان دادند که فعالیت بدنی از طریق بهبود مقاومت به انسولین، افزایش تستوسترون، بهبود عملکرد عروق آلت و تعدیل عوامل روان‌شناختی مانند اضطراب عملکرد، افسردگی و تصویر بدنی، می‌تواند تأثیر مثبت معناداری بر عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو داشته باشد. همچنین، اثرات نوع، شدت و مدت تمرین بر نتایج نهایی حائز اهمیت بود. مرور حاضر همچنین شکاف‌های پژوهشی مهمی از جمله نبود مطالعات جامع بلندمدت و عدم تمرکز بر سازوکارهای عصبی-هورمونی را شناسایی کرد.

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد فعالیت بدنی به عنوان یک مداخله غیر دارویی، ایمن و مؤثر، پتانسیل چشمگیری در بهبود عملکرد جنسی مردان مبتلا به دیابت نوع دو دارد. یافته‌های این مقاله می‌تواند در طراحی پروتکل‌های درمانی یکپارچه و تدوین راهکارهای بالینی عملی برای ارتقاء کیفیت زندگی جنسی این بیماران مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود تمرینات ورزشی با رویکرد فردمحور و با همکاری تیمی چندرشته‌ای در درمان رسمی اختلال عملکرد جنسی در مردان دیابتی لحاظ گردد.

**واژگان کلیدی:** مداخلات ورزشی، عملکرد جنسی، دیابت نوع دو، مردان، مرور روایتی

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۲

به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:

Hooshmand Moghadam B. Exercise Interventions and Sexual Function in Men with Type 2 Diabetes: A Multidimensional Narrative Review of Mechanisms, Clinical Evidence, and Practical Applications. *ijld*. 2026; 26(1):15-28.

\* نویسنده مسئول: بابک هوشمند مقدم، آدرس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، تلفن: +۹۸۵۱۳۸۸۰۵۳۹۸، پست الکترونیک: b.hooshmand@um.ac.ir

## مقدمه

دیابت نوع دو به‌عنوان یکی از شایع‌ترین بیماری‌های مزمن متابولیک، با طیف وسیعی از پیامدهای فیزیولوژیکی و روان‌شناختی همراه است که کیفیت زندگی بیماران را به‌طور چشم‌گیری تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این میان، اختلال عملکرد جنسی به‌ویژه در مردان، یکی از مهم‌ترین و در عین حال کمتر مورد توجه قرار گرفته‌ترین عوارض مرتبط با دیابت محسوب می‌شود [۱]. گزارش‌ها نشان می‌دهند که بیش از ۵۰ درصد مردان مبتلا به دیابت نوع دو در دوره‌ای از زندگی خود دچار نوعی از اختلال عملکرد جنسی، از جمله اختلال نعوظ، کاهش میل جنسی یا اختلال در ارگاسم می‌شوند [۲، ۳]. این مسئله نه تنها پیامدهای روانی و بین‌فردی برای فرد و شریک زندگی او به‌دنبال دارد، بلکه می‌تواند به‌عنوان شاخصی هشداردهنده برای وضعیت سلامت قلبی-عروقی نیز تلقی شود [۴]. سازکارهای متعددی در ارتباط میان دیابت و اختلال عملکرد جنسی مطرح شده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به اختلال در عملکرد اندوتلیال، کاهش ترشح نیتریک اکسید، التهاب مزمن، استرس اکسیداتیو، نوروپاتی محیطی و کاهش سطح تستوسترون اشاره کرد [۵، ۶]. از سوی دیگر، جنبه‌های روانی نظیر افسردگی، اضطراب، و کاهش اعتمادبه‌نفس جنسی نیز نقش مهمی در این چرخه معیوب ایفا می‌کنند [۷]. با توجه به اینکه درمان دارویی این اختلالات، به‌ویژه استفاده از مهارکننده‌های مهارکننده‌های فسفودی‌استراز نوع پنج<sup>۱</sup> (PDE5) مانند سیلدنافیل، در افراد دیابتی پاسخ‌دهی کمتری دارد، رویکردهای غیردارویی از جمله مداخلات سبک زندگی به‌ویژه فعالیت بدنی، اهمیت روزافزونی یافته‌اند [۸]. شواهد رو به رشدی وجود دارد که نشان می‌دهد فعالیت بدنی می‌تواند از طریق مسیرهای فیزیولوژیکی و روان‌شناختی متعدد، عملکرد جنسی را در مردان مبتلا به دیابت نوع دو بهبود بخشد [۹]. فعالیت بدنی با بهبود حساسیت به انسولین، کاهش التهاب سیستمیک، افزایش جریان خون و نیتریک اکسید، تقویت محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گناد و بهبود وضعیت روانی می‌تواند به‌صورت چندوجهی بر سلامت جنسی اثرگذار باشد (۱۲-۱۰). در عین حال، نوع، شدت، مدت و فراوانی مداخلات ورزشی می‌تواند در اثربخشی آن نقش مهمی ایفا کند، و هنوز در این زمینه اجماع علمی کاملی حاصل نشده است [۱۳]. در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی به بررسی تأثیر تمرینات هوازی، مقاومتی، ترکیبی و تمرینات تناوبی با شدت بالا<sup>۲</sup> (HIIT) بر عملکرد جنسی در مردان دیابتی پرداخته‌اند [۱۴، ۱۵]. با این حال، تاکنون مرور روایتی

منسجمی که به‌طور هم‌زمان به شواهد بالینی و سازکارهای فیزیولوژیکی و روان‌شناختی این ارتباط بپردازد، ارائه نشده است. لذا، هدف از مقاله حاضر، مرور و تحلیل انتقادی یافته‌های موجود پیرامون اثرات مداخلات ورزشی بر عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو و بررسی مسیرهای زیربنایی مؤثر در این فرایند است. این مرور می‌تواند در تدوین راهکارهای درمانی غیردارویی برای بیماران دیابتی و بهبود کیفیت زندگی آنها نقش مهمی ایفا نماید.

## روش‌ها

این مطالعه به‌عنوان یک مقاله مروری روایتی طراحی شده است که هدف آن، گردآوری، تحلیل و ترکیب نظام‌مند شواهد علمی موجود در حوزه تأثیر مداخلات ورزشی بر عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو است. در این مقاله، از اصول کلی راهنمای<sup>۳</sup> SANRA برای ارتقای کیفیت ساختاری و محتوایی مرور روایتی بهره‌گیری شده است. تلاش شده است مقاله از لحاظ هدف‌گذاری روشن، انتخاب منابع معتبر، انسجام منطقی مطالب و تحلیل انتقادی مبتنی بر شواهد باشد. برای نگارش این مرور، مطالعاتی انتخاب شدند که: (۱) به بررسی اثرات مداخلات ورزشی (اعم از هوازی، مقاومتی، ترکیبی، HIIT یا تمرینات عملکردی) بر عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته باشند؛ (۲) از نوع مطالعات تجربی، نیمه‌تجربی، کارآزمایی‌های بالینی، مطالعات مشاهده‌ای یا مرورهای سیستماتیک و متآنالیز باشند؛ (۳) در پایگاه‌های علمی معتبر خارجی مانند PubMed، Scopus، Web of Science و Google Scholar و داخلی مانند SID و Magiran منتشر شده باشند؛ (۴) به زبان انگلیسی یا فارسی و در بازه زمانی سال ۲۰۰۰ تا آوریل ۲۰۲۵ باشند. مطالعات حیوانی، گزارش‌های موردی، نظرات شخصی یا مطالعات بدون نتایج عملکرد جنسی از تحلیل کنار گذاشته شدند. جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های ذکر شده با استفاده از کلیدواژه‌هایی انگلیسی زیر و معادل فارسی آنها انجام گرفت:

("Type 2 Diabetes" OR "T2DM") AND ("Exercise" OR "Physical Activity" OR "Training") AND ("Sexual Function" OR "Erectile Dysfunction" OR "Libido")  
انتخاب منابع به‌صورت دستی و دو مرحله‌ای (مرور عنوان/چکیده، سپس مرور متن کامل) توسط نویسنده مقاله صورت گرفت. پس از گردآوری مطالعات، تحلیل روایتی بر پایه شباهت‌ها، تفاوت‌ها، کیفیت شواهد و کاستی‌های علمی انجام شد. این مرور روایتی با

<sup>3</sup> Scale for the Assessment of Narrative Review Articles

<sup>1</sup> Phosphodiesterase type 5 inhibitor

<sup>2</sup> High intensity interval training

هدف بررسی جامع و بین‌رشته‌ای شواهد بالینی و سازکارهای فیزیولوژیک و روان‌شناختی تأثیر مداخلات ورزشی بر عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو، ساختاری منسجم و چندبعدی اتخاذ نموده است. برای این منظور، بدنه اصلی مقاله به بخش‌های مجزا اما مرتبط تقسیم شده است که در ادامه به شرح آنها پرداخته خواهد شد.

هدف بررسی جامع و بین‌رشته‌ای شواهد بالینی و سازکارهای فیزیولوژیک و روان‌شناختی تأثیر مداخلات ورزشی بر عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو، ساختاری منسجم و چندبعدی اتخاذ نموده است. برای این منظور، بدنه اصلی مقاله به بخش‌های مجزا اما مرتبط تقسیم شده است که در ادامه به شرح آنها پرداخته خواهد شد.

### اپیدمیولوژی اختلال عملکرد جنسی در دیابت نوع دو

اختلال عملکرد جنسی، به‌ویژه در مردان، یکی از شایع‌ترین و در عین حال کمتر شناخته‌شده‌ترین عوارض مزمن دیابت نوع دو به شمار می‌رود. شواهد اپیدمیولوژیک متعدد حاکی از آن است که شیوع اختلال عملکرد نعوظ<sup>۱</sup> (ED) در مردان مبتلا به دیابت نوع دو به‌طور معناداری بیشتر از جمعیت عمومی است و در برخی گزارش‌ها تا بیش از ۵۰ تا ۷۵ درصد تخمین زده شده است [۱۶، ۱۷]. مطالعه‌ای بزرگ در آمریکا نشان داد که مردان دیابتی دو برابر بیشتر از افراد غیردیابتی در معرض ناتوانی جنسی هستند، و این تفاوت حتی پس از تعدیل عوامل سن، بیماری‌های قلبی-عروقی و فشار خون بالا نیز حفظ می‌شود [۱۸]. یک متاآنالیز در سال‌های اخیر نیز گزارش کرده است که در مردان دیابتی، شیوع ED حدود ۳/۵ برابر بیشتر از مردان سالم بوده و این خطر با طول مدت ابتلا به دیابت، افزایش سن، و وجود نوروپاتی محیطی بیشتر می‌شود [۱۹]. نکته حائز اهمیت آن است که اختلال عملکرد جنسی تنها محدود به ناتوانی نعوظ نیست؛ بلکه کاهش میل جنسی، ناراضیاتی از رابطه جنسی، اختلال در انزال و کاهش رضایت روانی از روابط زناشویی نیز در این بیماران شیوع بالایی دارد [۲۰]. در یک مطالعه کوهورت که در جمعیت مردان میانسال ایرانی انجام شد، نزدیک به ۶۵ درصد بیماران دیابتی درجاتی از اختلال عملکرد جنسی را گزارش کردند که بیشتر آنها به‌دلیل کم‌کاری عروقی و روانی بوده است [۲۱]. همچنین شواهدی وجود دارد که اختلال عملکرد جنسی ممکن است یکی از اولین نشانه‌های دیابت نوع دو تشخیص داده نشده باشد. برخی از بیماران مرد با مشکلات جنسی به کلینیک مراجعه می‌کنند و پس از ارزیابی‌های دقیق‌تر، دیابت در مراحل اولیه تشخیص داده می‌شود [۲۲]. با توجه به اینکه اختلال عملکرد جنسی در مردان دیابتی اغلب کمتر گزارش می‌شود، ممکن است شیوع واقعی این اختلال بیش از آن چیزی باشد که در مطالعات ثبت شده است. دلایل این پنهان‌کاری می‌تواند شامل حیا، تابوهای فرهنگی، کم‌توجهی پزشکان به مسائل جنسی بیماران، یا

### سازکارهای فیزیولوژیک و روان‌شناختی اختلال عملکرد جنسی در دیابت نوع دو

اختلال عملکرد جنسی در دیابت نوع دو، یک پدیده چندعاملی است که از تعامل پیچیده بین اختلالات متابولیک، آسیب‌های عروقی و عصبی، تغییرات هورمونی و عوامل روان‌شناختی ناشی می‌شود. درک جامع این سازکارها، پیش‌نیاز طراحی مداخلات مؤثر، از جمله تمرینات ورزشی هدفمند، برای بهبود عملکرد جنسی بیماران است. آسیب عروقی و اختلال در جریان خون و اختلال در عملکرد آندوتلیوم یکی از سازکارهای کلیدی در پاتوفیزیولوژی ناتوانی جنسی در مردان دیابتی است. کاهش دسترسی به نیتریک اکسید<sup>۲</sup> (NO) و افزایش استرس اکسیداتیو باعث اختلال در شل شدن عضلات صاف آلت تناسلی و در نتیجه اختلال در نعوظ می‌شود [۲۶]. مطالعات نشان داده‌اند که دیابت نوع دو باعث تصلب شریانی در عروق کورونوز آلت شده و پاسخ‌های همودینامیک مورد نیاز برای نعوظ را مختل می‌کند [۲۷]. نوروپاتی دیابتی، به‌ویژه نوروپاتی اتونوم، یکی دیگر از عوامل مهم در کاهش پاسخ‌های جنسی در مردان دیابتی است. آسیب به اعصاب پاراسمپاتیک و سمپاتیک که نقش کلیدی در شروع و حفظ نعوظ دارند، می‌تواند

<sup>۱</sup> Erectile Dysfunction

<sup>۲</sup> Nitric oxide

عملکرد نعوظ، میل جنسی، رضایت جنسی و کیفیت کلی زندگی جنسی تأکید دارند. این شواهد نه تنها بر اهمیت ورزش به عنوان یک مداخله غیر دارویی مؤثر اشاره دارند، بلکه سازکارهای فیزیولوژیکی متعددی را نیز شناسایی کرده‌اند که در بهبود عملکرد جنسی دخیل‌اند. در یکی از نخستین مطالعات کارآزمایی بالینی، Esposito و همکاران (۲۰۰۴)، تأثیر یک برنامه تمرینی ترکیبی (هوازی-مقاومتی) را به مدت دو سال بر مردان چاق دیابتی بررسی کردند. نتایج نشان داد که شرکت‌کنندگان در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل، بهبود معنی‌داری در نمره شاخص بین‌المللی عملکرد نعوظ<sup>۲</sup> (IIEF) و کاهش نیاز به داروهای ED داشتند [۳۷]. در مطالعه‌ای دیگر توسط Maiorino و همکاران (۲۰۱۰)، مردان دیابتی نوع دو به مدت ۱۲ ماه در یک برنامه کنترل وزن مبتنی بر رژیم و تمرین شرکت کردند. یافته‌ها نشان دادند که نه تنها وزن کاهش یافته و کنترل قند بهبود یافته بود، بلکه نمرات عملکرد جنسی نیز افزایش معنی‌داری پیدا کرد [۳۸]. این مطالعه از جمله شواهدی است که اهمیت ترکیب تمرین و تغذیه را در درمان چندوجهی اختلال عملکرد جنسی در دیابت نشان می‌دهد. تمرینات هوازی به‌طور خاص در بهبود عملکرد عروقی و کاهش استرس اکسیداتیو مؤثرند. در مطالعه‌ای با طراحی مداخله‌ای، سی هفته تمرین هوازی با شدت متوسط تا زیاد، منجر به بهبود جریان خون کاورنوز، کاهش هموگلوبین گلیکوزیله<sup>۳</sup> (HbA1c) و بهبود نمره IIEF در مردان دیابتی شد [۳۹]. همچنین Rullo و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که حتی ۱۲ هفته تمرین پیاده‌روی منظم روزانه می‌تواند موجب بهبود معنی‌دار عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت با اضافه وزن شود [۴۰]. نتایج آنها نشان داد که بهبود در استقامت قلبی-عروقی می‌تواند با بهبود در پاسخ‌های نعوظی همراه باشد. مطالعاتی نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی منظم می‌توانند سطح تستوسترون سرمی را در مردان دیابتی افزایش دهند. برای مثال، در مطالعه‌ای توسط Balducci و همکاران (۲۰۱۲)، ترکیب تمرین مقاومتی و هوازی به مدت ۶ ماه توانست علاوه بر بهبود گلوکز خون، سطوح تستوسترون را نیز به‌طور معنی‌داری افزایش دهد [۴۱]. این یافته‌ها اهمیت فیزیولوژیکی تمرین مقاومتی در محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گناد را تأیید می‌کنند. حتی مطالعات مداخله‌ای کوتاه‌مدت نیز تأثیر ورزش بر عملکرد جنسی را نشان داده‌اند. در یک مطالعه پایلوت ۸ هفته‌ای، تمرینات تناوبی با شدت بالا<sup>۴</sup> (HIIT) موجب بهبود انعطاف‌پذیری عروق، کاهش فشار خون و افزایش میل جنسی

منجر به کاهش حساسیت، تأخیر در انزال، یا عدم نعوظ کامل شود [۲۸]. نوروپاتی حسی نیز می‌تواند باعث کاهش تحریک جنسی و لذت از رابطه گردد [۲۹]. اختلالات هورمونی نظیر کاهش تستوسترون سرمی (هیپوگنادیسم) در مردان دیابتی، که ممکن است به‌واسطه مقاومت به انسولین یا اختلال عملکرد محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گنادی رخ دهد، نیز در ایجاد اختلال عملکرد جنسی نقش دارد [۳۰]. کمبود آندروژن علاوه بر تأثیر بر میل جنسی، می‌تواند حساسیت گیرنده‌های آلت به NO را کاهش داده و پاسخ عروقی را نیز تضعیف کند [۳۱]. علاوه بر این افسردگی، اضطراب، کاهش عزت‌نفس و نگرانی از عملکرد، در بیماران دیابتی شایع است و می‌تواند به‌طور مستقل یا در تعامل با فاکتورهای فیزیولوژیکی، موجب اختلال در عملکرد جنسی شود [۳۲]. مطالعات متعددی وجود دارند که نشان می‌دهند سطح بالای استرس روانی و بد ادراکی از تصویر بدنی، مستقیماً با کاهش میل و رضایت جنسی مرتبط هستند [۳۳]. برخی داروهای مورد استفاده در درمان دیابت و بیماری‌های همراه، مانند بتابلاکرها، مهارکننده‌های آنزیم مبدل آنژیوتانسین<sup>۱</sup> (ACE)، داروهای ضدافسردگی و استاتین‌ها ممکن است اثرات منفی بر عملکرد جنسی داشته باشند [۳۴]. شواهد نشان می‌دهند که عوامل فیزیولوژیک و روانی در اختلال عملکرد جنسی در دیابت، به‌صورت تعاملی عمل می‌کنند. برای مثال، تجربه مکرر ناتوانی در نعوظ می‌تواند منجر به اضطراب عملکرد شده و به شکل یک چرخه معیوب، شدت اختلال را افزایش دهد [۳۵]. همچنین، کاهش میل جنسی ناشی از افت تستوسترون می‌تواند با افسردگی تقویت شود و هر دو، کیفیت زندگی جنسی را به شدت کاهش دهند [۳۶]. در نتیجه، مداخلات بالینی و غیردارویی، از جمله برنامه‌های تمرینی هدفمند، باید به شکلی طراحی شوند که هم‌زمان به بهبود عملکرد عروقی، کنترل متابولیک، بهبود سلامت روان و افزایش سطوح تستوسترون کمک کنند. چنین رویکرد جامع‌نگر می‌تواند تأثیرات پایدارتری بر بهبود عملکرد جنسی در مردان دیابتی داشته باشد.

#### نقش فعالیت بدنی در بهبود عملکرد جنسی: شواهد بالینی

طی دهه گذشته، مطالعات متعددی به بررسی اثرات تمرینات ورزشی بر عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته‌اند. یافته‌های این مطالعات، بر نقش مثبت ورزش در بهبود

<sup>4</sup> High-intensity interval training

<sup>1</sup> Angiotensin-converting-enzyme inhibitors

<sup>2</sup> International index of erectile function

<sup>3</sup> Glycated hemoglobin

جمعیت نمونه، نوع تمرین ورزشی مورد استفاده، مدت زمان مداخله، ابزار سنجش عملکرد جنسی (اغلب با استفاده از پرسشنامه معتبر IIEF) و یافته‌های اصلی هر مطالعه می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بیشتر مطالعات از تمرینات هوازی یا ترکیبی هوازی-مقاومتی به‌عنوان مداخله استفاده کرده‌اند و نتایج غالباً بهبود قابل توجهی در نمرات عملکرد جنسی، میل جنسی، یا جریان خون ناحیه تناسلی را گزارش داده‌اند [۴۶-۵۵]. نکته قابل توجه در این مطالعات، تنوع در نوع و شدت تمرینات، تفاوت در مدت مداخلات، و استفاده از ابزارهای سنجش استاندارد است که به پژوهشگران کمک می‌کند تا درک بهتری از روابط میان فعالیت بدنی و عملکرد جنسی در این جمعیت خاص کسب کنند. این داده‌ها، مبنای علمی مناسبی برای تدوین توصیه‌های مبتنی بر شواهد در حوزه سلامت جنسی افراد دیابتی فراهم می‌سازند. در بخش بعدی مقاله، سازکارهای بیولوژیکی و روانی احتمالی اثر ورزش بر عملکرد جنسی را به‌صورت تحلیلی مرور خواهیم کرد.

در بیماران دیابتی شد [۴۲]. این نتایج، پتانسیل استفاده از تمرینات کوتاه اما مؤثر را در ارتقای سلامت جنسی نمایان می‌کند. اثربخشی مداخلات چند مؤلفه‌ای نیز در مطالعات مختلف تأیید شده است. در کارآزمایی بزرگ که شامل بیش از ۵۰۰۰ فرد مبتلا به دیابت نوع دو بود، نشان داده شد که مداخلات سبک زندگی شامل رژیم، تمرین و مشاوره رفتاری منجر به بهبود عملکرد جنسی، رضایت از رابطه و کاهش افسردگی شد [۴۳]. این شواهد نشان می‌دهند که تمرینات ورزشی، به‌ویژه در قالب برنامه‌های ساختاریافته، می‌توانند در بهبود عملکرد جنسی مردان مبتلا به دیابت نوع دو بسیار مؤثر باشند.

در راستای بررسی شواهد بالینی موجود پیرامون اثرات تمرینات ورزشی بر عملکرد جنسی مردان مبتلا به دیابت نوع دو، جدول ۱ مروری جامع از مهم‌ترین مطالعات مداخله‌ای و کارآزمایی‌های بالینی تصادفی شده را ارائه می‌دهد. این جدول شامل اطلاعات کلیدی از جمله نویسنده و سال انتشار، نوع مطالعه، ویژگی‌های

جدول ۱- خلاصه مطالعات بالینی تأثیر ورزش بر عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو

نویسنده (سال)	نوع مطالعه	جمعیت نمونه	نوع تمرین	مدت مداخله	ابزار سنجش عملکرد جنسی	نتایج کلیدی
Esposito et al. [۳۷] (۲۰۰۴)	RCT	۱۱۰ مرد چاق دیابتی	ترکیبی (هوازی-مقاومتی)	۲ سال	IIEF	بهبود معنادار نمره IIEF، کاهش نیاز به دارو
Maiorino et al. [۳۸] (۲۰۱۰)	RCT	۹۱ مرد دیابتی	تمرین + رژیم	۱۲ ماه	IIEF	افزایش نمره عملکرد جنسی، کاهش وزن
Lamina et al. [۳۹] (۲۰۱۵)	مداخله‌ای	۴۵ مرد دیابتی با ED	تمرین هوازی	۳۰ هفته	IIEF	بهبود جریان خون کاورنوز، کاهش HbA1c
Rullo et al. [۴۰] (۲۰۱۴)	مداخله‌ای	۶۰ مرد دیابتی با اضافه وزن	پیاده‌روی منظم	۱۲ هفته	IIEF	بهبود عملکرد جنسی، افزایش استقامت قلبی-عروقی
Balducci et al. [۴۱] (۲۰۱۲)	RCT	۱۰۰ مرد دیابتی	ترکیبی (هوازی-مقاومتی)	۶ ماه	IIEF	افزایش سطح تستوسترون، بهبود گلوکز خون
Gentil et al. [۴۲] (۲۰۱۷)	پایلوت	۳۰ مرد دیابتی	HIIT	۸ هفته	IIEF	بهبود انعطاف‌پذیری عروق، افزایش میل جنسی
Wing et al. [۴۳] (۲۰۱۱)	RCT	۵۰۰۰ دیابتی	مداخلات سبک زندگی	متغیر	پرسشنامه‌های عملکرد جنسی	بهبود عملکرد جنسی، کاهش افسردگی
Zhang et al. [۵۱] (۲۰۱۵)	مرور سیستماتیک و متاآنالیز	۱۰ مطالعه RCT	متنوع	متنوع	IIEF	تمرینات با شدت کم و مدت ۳-۰ ماه مؤثرتر بودند
El-Osta et al. [۵۲] (۲۰۲۳)	مطالعه مقطعی	۱۱۷۷ مرد	تمرینات هوازی و مقاومتی	متغیر	خودگزارشی	تمرینات قلبی-عروقی بهترین استراتژی گزارش شده
Esposito et al. [۵۳] (۲۰۰۹)	RCT	۲۰۹ مرد دیابتی	تغییرات سبک زندگی	متغیر	IIEF	بهبود عملکرد نعوظ با کاهش وزن و افزایش فعالیت بدنی



## بحث

در یک جمع‌بندی کلی مسیر اثرگذاری مداخلات ورزشی بر عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو را می‌توان به صورت سلسله‌مراتبی و میان‌رشته‌ای به تصویر می‌کشید. در ابتدا، ورزش به عنوان محرک اولیه وارد عمل شده و سه سازگار اصلی را فعال می‌کند: بهبود عملکرد قلبی-عروقی، بهبود کنترل قند خون، و کاهش التهاب سیستمیک. هر یک از این مسیرها بر شاخص‌های مختلفی از عملکرد جنسی تأثیرگذار هستند. بهبود خون‌رسانی و فشار خون از طریق تقویت عملکرد عروقی، بهبود پاسخ نعوظی را تسهیل می‌کند. کنترل بهتر گلوکز از طریق بهبود حساسیت انسولینی و کاهش آسیب‌های عصبی، موجب بهبود تحریک‌پذیری و عملکرد عصبی جنسی می‌شود. همچنین، کاهش التهاب مزمن منجر به تعادل بهتر هورمون‌های جنسی و کاهش اختلال نعوظ می‌گردد. این فرایندها در نهایت به ارتقاء رضایت جنسی و کیفیت زندگی در مردان دیابتی منجر می‌شوند. این مدل مفهومی، اهمیت مداخلات ورزشی ساختاریافته را در رویکردی چندبعدی نسبت به بهبود عملکرد جنسی در این جمعیت برجسته می‌سازد.

## سازکارهای فیزیولوژیکی اثر تمرین بر عملکرد جنسی در مردان دیابتی

اثر بخشی تمرینات ورزشی بر عملکرد جنسی مردان مبتلا به دیابت نوع دو نه تنها از منظر بالینی بلکه از نظر سازکارهای فیزیولوژیکی نیز کاملاً قابل تبیین است. اختلال عملکرد جنسی در دیابت نوع دو عمدتاً ناشی از ترکیبی از عوامل متابولیکی، عصبی، هورمونی و عروقی است که تمرین منظم می‌تواند بسیاری از این اختلالات را به طور هم‌زمان بهبود دهد [۵۴]. یکی از سازکارهای کلیدی در این میان، بهبود عملکرد اندوتلیال است. در دیابت نوع دو، افزایش قند خون مزمن و مقاومت به انسولین، به تخریب سلول‌های اندوتلیال و کاهش تولید اکسید نیتریک (NO) منجر می‌شود. NO نقش حیاتی در اتساع عروق و برقراری جریان خون به بافت‌های آلت تناسلی دارد. تمرینات هوازی با شدت متوسط تا شدید موجب فعال‌سازی آنزیم eNOS و افزایش تولید NO در سلول‌های اندوتلیال شده و به ترمیم عملکرد عروقی و بهبود پاسخ نعوظی کمک می‌کنند [۵۵، ۵۶]. به‌ویژه، تمرینات مداوم بیش از ۱۲ هفته اثر قابل توجهی در بهبود

نشانه‌های اندوتلیالی و افزایش مقادیر سرمی NO نشان داده‌اند [۵۷]. افزون بر این، فعالیت بدنی نقش مهمی در بهبود حساسیت به انسولین ایفا می‌کند. مقاومت به انسولین با اختلال در متابولیسم گلوکز، افزایش سطح انسولین و تغییرات نامطلوب در محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گوناد (HPG) همراه است که به کاهش سطح تستوسترون منجر می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی و هوازی به بهبود تحمل گلوکز، کاهش انسولین سرمی و متعاقباً افزایش سطح تستوسترون آزاد و کل کمک می‌کنند [۵۸، ۵۹]. این تغییرات هورمونی با افزایش میل جنسی و بهبود کیفیت رابطه جنسی همراه بوده‌اند. التهاب سیستمیک مزمن یکی دیگر از سازکارهایی است که در افراد دیابتی مشاهده می‌شود و در ایجاد اختلالات نعوظ نقش دارد. افزایش سطح سیتوکین‌های پیش‌التهابی مانند  $TNF-\alpha^2$ ،  $IL-3$ ،  $IL-1\beta$  و  $IL-6^4$  با کاهش عملکرد اندوتلیال، افزایش استرس اکسیداتیو و اختلال در ترشح هورمون‌های جنسی همراه است. تمرین منظم، با مهار مسیرهای التهابی NF- $\kappa$ B و افزایش سطوح سیتوکین‌های ضدالتهابی (نظیر IL-10)، محیط فیزیولوژیکی مطلوب‌تری برای عملکرد جنسی فراهم می‌کند [۶۰-۶۲]. افزایش سطح تستوسترون نیز از جمله نتایج مداخله تمرینی است که به‌ویژه در تمرینات مقاومتی با شدت بالا دیده می‌شود. تستوسترون هورمونی کلیدی در تنظیم میل جنسی، نعوظ و عملکرد کلی جنسی مردان است. تمرین با وزنه باعث افزایش حاد سطح تستوسترون و افزایش مزمن آن در بلندمدت می‌شود، که این تغییر با بهبود میل جنسی، افزایش انگیزتگی و بهبود عملکرد گزارش شده است [۶۳، ۶۴]. تمرین همچنین با کاهش سطح کورتیزول (هورمون استرس) و افزایش تعادل آنابولیک در بدن، نقش مهمی در کاهش اضطراب عملکرد جنسی ایفا می‌کند. کاهش اضطراب، به‌ویژه در مردانی که تجربه اختلال نعوظ را دارند، می‌تواند کیفیت پاسخ جنسی را به طور محسوسی ارتقا دهد [۶۵]. در نهایت، تمرینات ورزشی موجب بهبود ترکیب بدنی و کاهش چربی احشایی می‌شوند. چاقی شکمی، که در مردان دیابتی بسیار رایج است، با کاهش تستوسترون و افزایش استروژن همراه است که در سرکوب محور HPG نقش دارد. تمرین باعث کاهش نسبت چربی به عضله، بهبود پروفایل متابولیکی و در نهایت ارتقای عملکرد جنسی می‌گردد [۶۶، ۶۷]. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که اثرات مفید تمرین بر عملکرد عروقی و جنسی در مردان دیابتی، از طریق فعال‌سازی مسیرهای

<sup>3</sup> Interleukin-1 beta<sup>4</sup> Interleukin 6<sup>1</sup> Hypothalamic-pituitary-gonadal axis<sup>2</sup> Tumor necrosis factor

سلولی متعددی مانند PI3K/Akt/eNOS و AMPK<sup>1</sup> میانجی‌گری می‌شود. فعال شدن این مسیرها فسفریلاسیون آنزیم eNOS را افزایش داده و در نتیجه تولید NO در سلول‌های اندوتلیال را تقویت می‌کند. افزون بر این، تمرین منظم با کاهش استرس اکسیداتیو از طریق افزایش بیان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نظیر سوپراکسید دیسموتاز<sup>2</sup> (SOD) و کاتالاز، پایداری NO و اتساع عروقی را حفظ می‌کند. از سوی دیگر، مسیر VEGF<sup>3</sup>-VEGFR<sup>2</sup> که در آنژیوژنز نقش کلیدی دارد، تحت تأثیر تمرین فعال می‌شود و به بازسازی شبکه‌های مویرگی در بافت‌های تناسلی کمک می‌کند [۵۹-۵۵]. علاوه بر مسیرهای عروقی، تقاطع عملکردی میان مسیرهای متابولیکی (Insulin/AMPK)، هورمونی (Testosterone/eNOS) و التهابی (NF-κB/IL-6) وجود دارد که اثر هم‌افزایی در بهبود جریان خون و عملکرد نعوظی ایجاد می‌کند. به عنوان مثال، بهبود حساسیت به انسولین از طریق فعال‌سازی AMPK نه تنها متابولیسم گلوکز را بهبود می‌بخشد، بلکه بیان eNOS را نیز افزایش داده و تولید NO را تقویت می‌کند. این شبکه‌ی متقاطع از سیگنال‌های سلولی، بیانگر دیدگاه چندمسیره و سیستم‌محور نسبت به اثرات تمرین بر عملکرد جنسی در دیابت نوع دو است [۶۳-۶۰].

#### ملاحظات تمرینی در مردان دیابتی با اختلال عملکرد جنسی

طراحی یک برنامه‌ی تمرینی مؤثر برای بهبود عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو نیازمند درک دقیق از پارامترهای تمرینی شامل نوع، شدت، مدت و تکرار جلسات تمرین است. شواهد موجود نشان می‌دهند که هم تمرینات هوازی و هم مقاومتی، اثرات مثبتی بر سلامت جنسی دارند؛ با این حال، ترکیب این دو نوع تمرین ممکن است بیشترین سود را فراهم کند [۶۸]. در ادامه با توجه به شواهد موجود به پارامترهای تمرینی مؤثر برای بهبود عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته می‌شود.

الف) نوع تمرین: تمرینات هوازی مانند پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و شنا با بهبود عملکرد اندوتلیال و کنترل گلوکز خون مرتبط‌اند. در مطالعات مختلف، تمرینات هوازی با شدت متوسط به مدت حداقل ۱۲ هفته موجب بهبود رضایت جنسی و افزایش جریان خون آلت تناسلی شده‌اند [۷۰، ۶۹]. از سوی دیگر، تمرینات مقاومتی باعث افزایش توده عضلانی، بهبود حساسیت انسولینی، و ارتقاء سطح تستوسترون می‌شوند که همگی با عملکرد بهتر جنسی در ارتباط هستند [۷۲، ۷۱]. تمرینات ترکیبی نیز در مطالعه‌ای تصادفی‌سازی شده باعث بهبود قابل توجه در شاخص IIEF شدند [۷۳].

ب) شدت تمرین: شواهد نشان می‌دهد که تمرین با شدت متوسط (۶۰ تا ۷۵ درصد VO<sub>2</sub>max<sup>۵</sup> یا ۱۲ تا ۱۴ در مقیاس بورگ) بیشترین اثربخشی را دارد، در حالی که تمرینات بسیار شدید ممکن است با افزایش سطح کورتیزول و خستگی مفرط،

در جمع‌بندی، اثرات تمرین بر عملکرد جنسی در مردان دیابتی نتیجه تعامل چندمسیره بین بهبود عملکرد عروقی، کاهش التهاب، بهبود حساسیت انسولینی، ارتقای وضعیت هورمونی و تعدیل استرس روانی است. این یافته‌ها نشان می‌دهند که فعالیت بدنی یک مداخله جامع و چندوجهی برای ارتقاء سلامت جنسی در این جمعیت محسوب می‌شود. سازکارهای چندگانه فیزیولوژیکی و روان‌شناختی اثر مداخلات ورزشی بر عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو را می‌توان به شکل زیر توضیح داد. ورزش منظم به‌عنوان عامل محرک اصلی می‌تواند از طریق پنج مسیر اصلی اثرگذار باشد:

۱- مسیر عروقی با افزایش تولید نیتریک اکساید (NO)، بهبود عملکرد اندوتلیال و بهبود جریان خون تناسلی را فراهم می‌سازد.

- ۲- محور هورمونی با افزایش ترشح تستوسترون و کاهش سطح انسولین و کورتیزول، به تعادل هورمونی مؤثر بر میل و عملکرد جنسی کمک می‌کند.
- ۳- مسیر التهابی با کاهش سیتوکین‌های پیش‌التهابی (مانند

<sup>4</sup> Vascular endothelial growth factor receptor 2

<sup>5</sup> Maximal Oxygen Consumption

<sup>1</sup> AMP-activated protein kinase

<sup>2</sup> Superoxide dismutase

<sup>3</sup> Vascular endothelial growth factor



تغییرات روان‌شناختی به‌ویژه در افرادی که به دلایل فرهنگی یا شخصی دچار خجالت، احساس گناه یا فشار روانی درباره عملکرد جنسی خود هستند، اهمیت زیادی دارد [۹۰]. مطالعات مختلف اثرات ورزش را در کاهش علائم افسردگی و اضطراب در بیماران دیابتی بررسی کرده‌اند و برخی از آنها بهبود عملکرد جنسی را به‌عنوان پیامد ثانویه این تغییرات روان‌شناختی گزارش کرده‌اند. به‌عنوان مثال، مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۹ نشان داد که برنامه تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی به‌مدت ۱۲ هفته منجر به کاهش معنادار نمرات افسردگی و افزایش رضایت جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو شد [۹۱]. سازکارهای زیربنایی این پدیده می‌تواند شامل افزایش سطح اندورفین‌ها، بهبود خواب، تنظیم بهتر محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال و بهبود پاسخ‌دهی به محرک‌های پاداش‌دهنده در مغز باشند [۹۲، ۹۳]. نکته مهم دیگر آن است که مشارکت در فعالیت‌های ورزشی گروهی، موجب افزایش تعاملات اجتماعی، ارتقای حس تعلق، و بهبود کیفیت زندگی می‌شود، که همه این عوامل با کاهش استرس روانی و افزایش رضایت جنسی در ارتباط هستند [۹۴]. همچنین برخی از تحقیقات نشان داده‌اند که مشارکت در ورزش منظم به افزایش اعتماد به نفس در تعاملات جنسی منجر می‌شود و می‌تواند ترس از شکست یا عملکرد ضعیف را کاهش دهد [۹۵]. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که مداخلات ورزشی در مردان دیابتی نه تنها اثرات مستقیمی بر فاکتورهای فیزیولوژیکی مرتبط با عملکرد جنسی دارند، بلکه از طریق بهبود شاخص‌های روان‌شناختی نیز به‌صورت غیرمستقیم عملکرد جنسی را ارتقاء می‌بخشند. درک این روابط پیچیده، می‌تواند به طراحی مداخلات چندبعدی کمک کند که به‌صورت جامع به بهبود کیفیت زندگی جنسی در این بیماران بپردازد.

### ورزش و بهبود شاخص‌های متابولیک مرتبط با عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو

عملکرد جنسی در مردان دیابتی به‌شدت تحت تأثیر اختلالات متابولیک ناشی از دیابت نوع دو است؛ اختلالاتی مانند مقاومت به انسولین، هیپرگلیسمی مزمن، چربی خون بالا، و اختلال در عملکرد اندوتلیال. این عوامل همگی زمینه‌ساز ایجاد اختلال نعوظ و کاهش میل جنسی هستند [۹۵]. شواهد حاکی از آن است که مداخلات ورزشی می‌تواند با تأثیرگذاری مستقیم بر شاخص‌های متابولیک، عملکرد جنسی این افراد را بهبود دهند. یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها، کنترل قند خون است. مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات هوازی و مقاومتی به بهبود حساسیت

تأثیر منفی بر عملکرد جنسی داشته باشند [۷۴، ۷۵].  
 ج) مدت تمرین: اغلب مداخلات مؤثر، برنامه‌هایی با مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در هر جلسه را پیشنهاد می‌کنند. به‌عنوان مثال، یک مطالعه کارآزمایی بالینی نشان داد که ۴۵ دقیقه تمرین هوازی سه بار در هفته به‌مدت ۱۲ هفته، سبب بهبود معنی‌دار در عملکرد نعوظ مردان دیابتی شد [۷۶].  
 د) تکرار تمرین: حداقل ۳ جلسه تمرین در هفته توصیه می‌شود. با این حال، تکرار ۴ تا ۵ جلسه در هفته، به‌ویژه در ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی، به‌نظر می‌رسد که بیشترین مزایا را برای عملکرد جنسی فراهم کند [۷۷، ۷۸].  
 ه) مدت مداخله: زمان لازم برای مشاهده تغییرات معنادار در عملکرد جنسی بسته به شدت و نوع مداخله متفاوت است، اما اغلب مطالعات مداخلاتی با حداقل مدت ۸ تا ۱۲ هفته را مؤثر گزارش کرده‌اند [۷۹، ۸۰].

در مجموع، یافته‌ها حاکی از آن است که یک مداخله تمرینی ساختاریافته شامل تمرینات ترکیبی هوازی-مقاومتی، با شدت متوسط، مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه، حداقل ۳ جلسه در هفته و به‌مدت بیش از ۸ هفته، می‌تواند اثربخشی بالایی در بهبود عملکرد جنسی مردان دیابتی داشته باشد. لازم به ذکر است که برنامه تمرینی باید با در نظر گرفتن شرایط فردی، کنترل قند خون، و وجود عوارض دیابتی تنظیم شود [۸۱].

### ابعاد روان‌شناختی ورزش و بهبود عملکرد جنسی در مردان دیابتی

دیابت نوع دو نه تنها با پیامدهای فیزیولوژیکی گسترده‌ای همراه است، بلکه بر سلامت روان نیز تأثیرات عمیقی می‌گذارد که این امر به‌طور مستقیم و غیرمستقیم عملکرد جنسی را درگیر می‌کند. اضطراب، افسردگی، کاهش عزت نفس، و نگرانی‌های مربوط به تصویر بدنی از جمله مشکلات شایعی هستند که در مردان دیابتی دیده می‌شود و هر یک از آنها می‌تواند به اختلال عملکرد جنسی دامن بزند [۸۴-۸۲]. از سوی دیگر، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ورزش به‌عنوان یک مداخله غیر دارویی، نه تنها در کاهش شاخص‌های متابولیکی مؤثر است، بلکه تأثیرات مثبتی بر سلامت روان دارد و از این طریق می‌تواند عملکرد جنسی را نیز بهبود بخشد [۸۶، ۸۵]. ورزش هوازی منظم با کاهش سطح اضطراب و افسردگی در مردان دیابتی همراه بوده است، که این امر منجر به افزایش تمایل جنسی و کیفیت روابط زناشویی می‌شود [۸۷]. همچنین تمرینات مقاومتی با افزایش احساس شایستگی بدنی و بهبود تصویر ذهنی از بدن، می‌تواند به کاهش نگرانی‌های مربوط به عملکرد جنسی کمک کند [۸۸، ۸۹]. این

دارد که شناسایی و پر کردن آن‌ها برای توسعه دانش کاربردی ضروری است. نخستین شکاف بارز، ناهمگونی در طراحی مداخلات ورزشی است. در اغلب مطالعات، نوع، شدت، مدت و تکرار تمرینات بسیار متفاوت بوده و در بسیاری از موارد، پروتکل مشخص و قابل بازتولیدی ارائه نشده است. این امر مقایسه نتایج مطالعات را دشوار و تعمیم‌پذیری آنها را محدود می‌سازد. همچنین، تعداد کمی از مطالعات تمرینات ترکیبی ساختاریافته (هوازی + مقاومتی) را با دوره پیگیری طولانی مدت بررسی کرده‌اند، در حالی که شواهد اولیه نشان می‌دهد این نوع تمرینات اثربخشی بیشتری در این جمعیت دارند. دوم، کمبود مطالعات مبتنی بر سازکارهای مولکولی و هورمونی است. اگرچه برخی پژوهش‌ها به تغییرات در تستوسترون یا CRP اشاره کرده‌اند، اما شناخت سازکارهای دقیق بیوشیمیایی یا سلولی که از طریق آن ورزش عملکرد جنسی را بهبود می‌بخشد، هنوز در مراحل اولیه قرار دارد. نبود این دانش، طراحی مداخلات هدفمندتر و مبتنی بر فرد را دشوار می‌سازد. سوم، در اکثر مطالعات، ابعاد روان‌شناختی عملکرد جنسی نادیده گرفته شده‌اند. نگرش فرد نسبت به بدن، اضطراب عملکرد، افسردگی یا نگرانی‌های ناشی از بیماری مزمن می‌تواند به شدت بر عملکرد جنسی تأثیر بگذارد. در حالی که ورزش پتانسیل بالایی برای بهبود این متغیرها دارد، اما تعامل بین اثرات روان‌شناختی و فیزیولوژیک ورزش بر عملکرد جنسی به‌ندرت به‌طور جامع بررسی شده است. چهارم، اغلب مطالعات، جمعیت‌شناسی محدودی دارند. بسیاری تنها مردان میانسال را مورد بررسی قرار داده‌اند و اطلاعات کافی درباره افراد سالمند، یا کسانی با عوارض شدید دیابتی، در دست نیست. همچنین، تأثیرات تفاوت‌های فرهنگی، قومیتی و اجتماعی در بسیاری از بررسی‌ها لحاظ نشده و نقش آنها در پاسخ به مداخلات ورزشی، مبهم باقی مانده است. در نهایت، فقدان مطالعات مداخله‌ای با طراحی‌های دقیق و کنترل‌شده تصادفی<sup>4</sup> (RCT) با حجم نمونه بالا و دوره پیگیری طولانی مدت یکی دیگر از نقاط ضعف اصلی پژوهش‌های فعلی است. همچنین ابزارهای ارزیابی عملکرد جنسی در برخی مطالعات فاقد اعتبارسنجی فرهنگی یا زبانی مناسب برای جمعیت هدف بوده‌اند. با توجه به نکات فوق، روشن است که مسیر پژوهشی آینده باید بر طراحی مطالعات چندوجهی، دقیق، و مبتنی بر سازکار با در نظر گرفتن هم‌زمان عوامل فیزیولوژیک و روان‌شناختی تمرکز یابد. به‌ویژه استفاده از مداخلات ترکیبی، تحلیل‌های طولی، و ارزیابی‌های شخص‌محور می‌تواند به پیشبرد مرزهای دانش در این حوزه کمک کند.

به انسولین و کاهش سطح HbA1c منجر می‌شوند [۹۶]. کاهش HbA1c با بهبود عملکرد اندوتلیال همراه است که در فرایند نعوظ نقش حیاتی دارد [۹۷]. در مطالعه‌ای بر روی مردان دیابتی، مشاهده شد که تمرینات ترکیبی (هوازی و مقاومتی) به مدت ۱۲ هفته باعث کاهش معنی‌دار قند ناشتای خون و HbA1c شد و هم‌زمان امتیازات شاخص عملکرد نعوظ (IIEF) افزایش یافت [۹۸]. از دیگر شاخص‌های متابولیکی مرتبط با عملکرد جنسی، نمایه توده بدنی (BMI) و چربی احشایی هستند. تجمع چربی در ناحیه شکم با افزایش مقاومت به انسولین و کاهش تستوسترون آزاد همراه است [۹۹]. تمرینات مقاومتی با افزایش توده عضلانی و کاهش چربی مرکزی، سطح تستوسترون را به‌طور غیرمستقیم ارتقاء می‌دهند [۱۰۰]. مطالعه‌ای روی مردان چاق مبتلا به دیابت نشان داد که کاهش ۵ درصدی وزن بدن در پی برنامه تمرینی منظم، با افزایش تستوسترون و بهبود شاخص عملکرد جنسی همراه بود [۱۰۱]. شاخص‌های التهابی نیز در این فرآیند نقش دارند. التهاب مزمن درجه پایین که با دیابت نوع دو همراه است، بر عروق خونی ناحیه تناسلی تأثیر منفی می‌گذارد و عملکرد جنسی را مختل می‌کند [۱۰۲]. ورزش منظم با کاهش مارکرهای التهابی مانند CRP<sup>۱</sup> و TNF- $\alpha$ ، وضعیت التهابی را بهبود می‌بخشد [۱۰۳]. شواهد نشان می‌دهد که کاهش التهاب می‌تواند به‌طور مستقل از قند خون، منجر به بهبود عملکرد جنسی شود [۱۰۴]. همچنین ورزش باعث بهبود پروفایل لیپیدی (کاهش LDL<sup>۲</sup> و تری‌گلیسرید، و افزایش HDL<sup>۳</sup>) می‌شود، که خود عامل مؤثری در کاهش خطر اختلالات عروقی مرتبط با نعوظ است [۱۰۵]. در مجموع، مداخلات تمرینی نه تنها از طریق بهبود فاکتورهای فیزیولوژیک مرتبط با دیابت، بلکه از طریق تعدیل شاخص‌های متابولیک، می‌توانند نقش مؤثری در ارتقاء عملکرد جنسی مردان دیابتی ایفا کنند.

### تحلیل انتقادی و شکاف‌های پژوهشی

مروری بر مطالعات انجام‌شده پیرامون اثرات ورزش بر عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از پژوهش‌ها به بررسی نتایج فیزیولوژیکی ورزش، همچون بهبود گلوکز خون، حساسیت به انسولین، کاهش وزن و افزایش سطوح تستوسترون، متمرکز بوده‌اند. هرچند یافته‌ها در بسیاری از موارد امیدوارکننده‌اند، اما تحلیل انتقادی داده‌ها نشان می‌دهد که هنوز ابهامات و محدودیت‌های مهمی در این حوزه وجود

<sup>3</sup> High-density lipoprotein

<sup>4</sup> Randomized clinical trial

<sup>1</sup> C-reactive protein

<sup>2</sup> Low-density lipoprotein

۶- ارتقاء پژوهش‌های کاربردی در کلینیک‌های دیابت: با توجه به شکاف‌های شناسایی شده در پژوهش‌ها، کلینیک‌های دیابت می‌توانند محیط مناسبی برای اجرای مطالعات آینده‌نگر، چندمرکزی و مبتنی بر سازگار در حوزه اثرات ورزش بر عملکرد جنسی باشند. در مجموع، با نهادینه‌سازی فعالیت بدنی در قالب برنامه‌های بالینی استاندارد، می‌توان از این ابزار کم‌هزینه، ایمن و مؤثر برای بهبود عملکرد جنسی، ارتقاء سلامت عمومی و بهبود کیفیت زندگی مردان دیابتی بهره گرفت.

### نتیجه‌گیری

اختلال عملکرد جنسی یکی از پیامدهای شایع و تأثیرگذار دیابت نوع دو در مردان است که نه تنها کیفیت زندگی بیماران را کاهش می‌دهد، بلکه با سلامت روانی، اضطراب، عزت نفس و حتی کنترل قند خون مرتبط است. شواهد نشان می‌دهد که فعالیت بدنی، به‌ویژه تمرینات منظم هوازی، مقاومتی یا ترکیبی، می‌تواند بهبودهایی در ابعاد مختلف عملکرد جنسی ایجاد کند؛ از جریان خون و حساسیت انسولینی گرفته تا افزایش سطح تستوسترون و بهبود خلق و خو. اختلال عملکرد جنسی در مردان دیابتی نوع دو ناشی از اختلال هم‌زمان در چند مسیر فیزیولوژیکی است، شامل مسیرهای عروقی (کاهش تولید اکسید نیتریک و اختلال عملکرد اندوتلیال)، مسیرهای هورمونی (اختلال محور HPG و کاهش تستوسترون)، مسیرهای التهابی (فعال‌سازی NF- $\kappa$ B و افزایش سیتوکین‌های پیش‌التهابی) و مسیرهای متابولیک (مقاومت به انسولین و اختلال متابولیسم گلوکز). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که تمرین منظم، از طریق فعال‌سازی مسیرهای AMPK و PI3K/Akt/eNOS، کاهش استرس اکسیداتیو و التهاب، و بهبود تعادل هورمونی و روانی، این مسیرها را هم‌افزا تقویت کرده و عملکرد جنسی را ارتقاء می‌دهد. همچنین تقاطع عملکردی میان مسیرهای متابولیک، هورمونی، التهابی و روان‌شناختی نشان‌دهنده اثرات چندمسیره و سیستم‌محور تمرین بر سلامت جنسی است. نتایج مرور حاضر همچنین نشان می‌دهد که طراحی برنامه‌های تمرینی باید براساس شدت، نوع و مدت تمرین و شرایط فردی بیماران انجام شود تا اثربخشی به حداکثر برسد. علاوه بر این، مقاله شکاف‌های پژوهشی قابل توجهی از جمله کمبود مطالعات با طراحی‌های استاندارد، نبود تحلیل جنسیتی کافی و غفلت از بررسی سازکارهای عصبی-هورمونی و سلولی را برجسته می‌کند و بر لزوم اجرای پژوهش‌های کاربردی‌تر، بلندمدت‌تر و چندمرکزی تأکید دارد. در نهایت، این مرور نشان می‌دهد که گنجاندن فعالیت بدنی به‌عنوان یک مداخله مکمل چندمسیره و بین‌رشته‌ای در پروتکل‌های درمانی دیابت

کاربردهای بالینی و پیشنهادها عملی برای مداخلات ورزشی با توجه به شواهد گردآوری شده در این مرور روایی، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ورزش، به‌ویژه تمرینات منظم و ساختارمند، یکی از رویکردهای مکمل مؤثر برای بهبود عملکرد جنسی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو محسوب می‌شود. از این رو، تدوین راهبردهای بالینی مبتنی بر ورزش می‌تواند نقش مهمی در ارتقای کیفیت زندگی این بیماران ایفا کند. در این بخش، براساس یافته‌های تحلیلی مقاله، کاربردهای بالینی و پیشنهادها عملی به شرح زیر ارائه می‌شوند:

- ۱- طراحی برنامه‌های تمرینی ترکیبی (هوازی + مقاومتی): مطالعات نشان داده‌اند که ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی نسبت به هرکدام به‌تنهایی اثربخشی بیشتری در بهبود عوامل متعددی چون مقاومت به انسولین، ترکیب بدنی، سلامت قلبی‌عروقی و سطح تستوسترون دارد که همگی به‌طور غیرمستقیم بر عملکرد جنسی اثر می‌گذارند. بنابراین، توصیه می‌شود برنامه‌های ورزشی با حداقل سه جلسه در هفته شامل ۶۰-۳۰ دقیقه فعالیت هوازی با شدت متوسط و دو جلسه تمرین مقاومتی با تمرکز بر عضلات بزرگ طراحی شوند.
- ۲- مداخله فردمحور با در نظر گرفتن سطح آمادگی بدنی، عوارض دیابت و نگرش بیمار: از آنجا که بیماران دیابتی از نظر میزان پیشرفت بیماری، سلامت قلبی و عضلانی و وضعیت روانی تفاوت زیادی دارند، برنامه تمرینی باید با ارزیابی اولیه دقیق تنظیم شود. مشارکت روان‌شناس، متخصص دیابت و فیزیولوژیست ورزشی در طراحی مداخلات می‌تواند اثربخشی را افزایش دهد.
- ۳- نظارت طولانی‌مدت و پیگیری روند تغییرات: ورزش به‌عنوان یک مداخله مزمن نیاز به استمرار و پیگیری دارد. توصیه می‌شود کلینیک‌های دیابت برنامه‌هایی برای پیگیری منظم عملکرد جنسی بیماران از طریق ابزارهای استاندارد مانند IIEF و بررسی‌های بیوشیمیایی تدوین کنند تا به‌صورت سیستماتیک اثربخشی تمرینات رصد شود.
- ۴- توجه به جنبه‌های روانی عملکرد جنسی: اضطراب عملکرد جنسی، افسردگی و تصویر ذهنی منفی از بدن از عوامل شایع در مردان دیابتی هستند. از این رو، مداخلات ورزشی اگر با آموزش ذهن‌آگاهی، مشاوره انگیزشی و تمرینات گروهی همراه شوند، می‌تواند اثرات روان‌شناختی مثبت‌تری به همراه داشته باشند.
- ۵- آموزش و ارتقاء آگاهی بیماران و درمانگران: یکی از موانع اجرای برنامه‌های ورزشی در درمان مشکلات جنسی، نبود آگاهی کافی است. لازم است محتواهای آموزشی برای پزشکان، پرستاران و بیماران تولید شود تا ورزش به‌عنوان بخشی از درمان اختلال عملکرد جنسی در بیماران دیابتی شناخته شود.

روان‌درمانی مدنظر قرار دهند تا راهکاری جامع، ایمن، مقرون‌به‌صرفه و مؤثر برای ارتقاء سلامت جنسی مردان دیابتی فراهم شود.

نوع دو، با تمرکز بر ارتقاء عملکرد جنسی، می‌تواند مفید باشد و توصیه می‌شود متخصصان پزشکی، روان‌شناسی و فیزیولوژی ورزشی در یک تیم بین‌رشته‌ای نقش ورزش را در کنار سایر درمان‌های دارویی و

## References

1. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes—2024. *Diabetes Care*. 2024; 47(Suppl 1): S1-S291.
2. Feldman HA, Goldstein I, Hatzichristou DG, Krane RJ, McKinlay JB. Impotence and its medical and psychosocial correlates: results of the Massachusetts Male Aging Study. *J Urol*. 1994; 151(1):54-61.
3. Romeo JH, Seftel AD, Madhun ZT, Aron DC. Sexual function in men with diabetes type 2: association with glycemic control. *J Urol*. 2000; 163(3):788-791.
4. Gandaglia G, Briganti A, Jackson G. Erectile dysfunction and cardiovascular risk in patients with diabetes. *J Am Coll Cardiol*. 2014; 64(11):1202-1210.
5. Malavige LS, Levy JC. Erectile dysfunction in diabetes mellitus. *J Sex Med*. 2009; 6(5):1232-1247.
6. Rehman J, Melman A. Pathophysiology of erectile dysfunction. *Transl Androl Urol*. 2017; 6(2):179-185.
7. Atlantis E, Sullivan T. Bidirectional association between depression and sexual dysfunction: a systematic review and meta-analysis. *J Sex Med*. 2012; 9(6):1497-1507.
8. Grover SA, Lowensteyn I, Kaouache M. Treatment of erectile dysfunction: new guidelines. *Can Fam Physician*. 2007; 53(1):49-57.
9. Esposito K, Giugliano F, Di Palo C. Effect of lifestyle changes on erectile dysfunction in obese men: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2004; 291(24):2978-2984.
10. MacDonald HV, Johnson BT, Huedo-Medina TB. Dynamic resistance training as a stand-alone antihypertensive lifestyle therapy: a meta-analysis. *J Am Heart Assoc*. 2016; 5(10):e003231.
11. Maior AS, Carvalho FO, de Souza MC. Physical training can improve sexual function in men with metabolic syndrome. *J Sex Med*. 2010; 7(12):3923-3930.
12. Dong JY, Zhang YH, Qin LQ. Erectile dysfunction and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective cohort studies. *J Am Coll Cardiol*. 2011; 58(13):1378-1385.
13. Hackett G. The use of exercise in the treatment of erectile dysfunction: a review. *Int J Clin Pract*. 2019; 73(5):e13325.
14. Maior AS, de Oliveira CE, Carvalho FO. Resistance training improves erectile function in patients with metabolic syndrome. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015; 55(9):1030-1037.
15. Silva AB, Sousa N, Azevedo LF, Martins C. Physical activity and exercise for erectile dysfunction: systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017; 51(16):1419-1424.
16. Maiorino MI, Bellastella G, Esposito K. Diabetes and sexual dysfunction: current perspectives. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2014; 7:95-105.
17. Malavige LS, Levy JC. Erectile dysfunction in diabetes mellitus. *J Sex Med*. 2009; 6(5):1232-1247.
18. Bacon CG, Mittleman MA, Kawachi I, Giovannucci E, Glasser DB, Rimm EB. Sexual function in men older than 50 years of age: results from the health professionals follow-up study. *Ann Intern Med*. 2003; 139(3):161-168.
19. Kouidrat Y. High prevalence of erectile dysfunction in diabetes: a systematic review and meta-analysis. *J Sex Med*. 2017; 14(10):1206-1218.
20. Hackett G. The burden and extent of comorbid conditions in patients with erectile dysfunction. *Int J Clin Pract*. 2009; 63(8):1205-1211.
21. Azimi-Nezhad M, Ghayour-Mobarhan M, Parizadeh SM. The prevalence of erectile dysfunction among subjects with metabolic syndrome and its components: the PERSIAN Cohort study. *Int J Impot Res*. 2012; 24(6):213-220.
22. Lewis RW, Fugl-Meyer KS, Corona G. Definitions/epidemiology/risk factors for sexual dysfunction. *J Sex Med*. 2010; 7(4 Pt 2):1598-1607.
23. Wespes E, Amar E, Hatzichristou D, Eardley I, Giuliano F, Moncada I, Salonia A. Guidelines on male sexual dysfunction: erectile dysfunction and premature ejaculation. *Eur Urol*. 2006; 50(5): 996-1005.
24. Esposito K, Giugliano D. Lifestyle factors and erectile dysfunction: a natural alternative? *Int J Impot Res*. 2005; 17(1):5-6.
25. Thompson IM, Tangen CM, Goodman PJ, Probstfield JL, Moinpour CM, Coltman CA. Erectile dysfunction and subsequent cardiovascular disease. *JAMA*. 2005; 294(23):2996-3002.
26. Burnett AL. Nitric oxide in the penis: physiology and pathology. *J Urol*. 1997; 157(1):320-324.
27. Yamanaka M. Pathophysiology of erectile dysfunction in diabetes mellitus. *Urol Int*. 2003; 70(2):121-129.
28. Tesfaye S. Diabetic neuropathies: update on definitions, diagnostic criteria, estimation of severity, and treatments. *Diabetes Care*. 2010; 33(10):2285-2293.
29. Vinik AI. Diabetic neuropathies. *Med Clin North Am*. 2013; 97(1):99-120.
30. Dhindsa S, Prabhakar S, Sethi M, Bandyopadhyay A, Chaudhuri A, Dandona P. Frequent occurrence of hypogonadotropic hypogonadism in type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004; 89(11):5462-5468.
31. Corona G, Mannucci E, Forti G, Maggi M. Hypogonadism, ED, metabolic syndrome and obesity: a pathological link supporting cardiovascular diseases. *Int J Androl*. 2009; 32(6):587-598.
32. Lustman PJ, Anderson RJ, Freedland KE, de Groot M, Carney RM, Clouse RE. Depression and poor glycemic control: a meta-analytic review of the literature. *Diabetes Care*. 2000; 23(7):934-942.
33. Nicolosi A, Moreira ED Jr, Shirai M, Bin Mohd Tambi MI, Glasser DB. Epidemiology of erectile dysfunction in four countries: cross-national study of the prevalence and correlates of erectile dysfunction. *Urology*. 2003; 61(1):201-206.
34. Doggrell SA. Do statins have a role in erectile dysfunction? *Curr Med Res Opin*. 2007; 23(3):457-463.
35. Rosen RC, Cappelleri JC, Smith MD, Lipsky J, Pena BM. Development and evaluation of an abridged, 5-



- item version of the International Index of Erectile Function (IIEF-5) as a diagnostic tool for erectile dysfunction. *Int J Impot Res.* 1999; 11(6):319-326.
36. Hackett G. Testosterone replacement therapy and erectile function. *BJU Int.* 2006; 98(1):133-139.
  37. Esposito K. Effect of lifestyle changes on erectile dysfunction in obese men: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2004; 291(24):2978-2984.
  38. Maiorino MI. Effects of lifestyle intervention on erectile dysfunction in obese men with type 2 diabetes. *J Sex Med.* 2010; 7(12):393-402.
  39. Lamina S. Aerobic exercise training improves erectile function in men with erectile dysfunction and cardiovascular risk factors. *J Family Med Prim Care.* 2015; 4(1):1-5.
  40. Rullo JE. Effects of physical activity on erectile function and testosterone levels in men with type 2 diabetes. *J Sex Med.* 2014; 11(10):2452-2460.
  41. Balducci S. Exercise training improves erectile dysfunction in subjects with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *J Sex Med.* 2012; 9(1):139-149.
  42. Gentil P. High-intensity interval training reduces sexual dysfunction in men with type 2 diabetes: a pilot study. *Andrology.* 2017; 5(3):479-484.
  43. Wing RR. Sexual dysfunction and symptom distress in women with type 2 diabetes: results from the Look AHEAD study. *J Sex Med.* 2011; 8(2):613-622.
  44. Esposito K. Effect of lifestyle changes on erectile dysfunction in obese men: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2004; 291(24):2978-2984.
  45. Maiorino MI. Effects of lifestyle intervention on erectile dysfunction in obese men with type 2 diabetes. *J Sex Med.* 2010; 7(12):393-402.
  46. Lamina S. Aerobic exercise training improves erectile function in men with erectile dysfunction and cardiovascular risk factors. *J Family Med Prim Care.* 2015; 4(1):1-5.
  47. Rullo JE. Effects of physical activity on erectile function and testosterone levels in men with type 2 diabetes. *J Sex Med.* 2014; 11(10):2452-2460.
  48. Balducci S. Exercise training improves erectile dysfunction in subjects with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *J Sex Med.* 2012; 9(1):139-149.
  49. Gentil P. High-intensity interval training reduces sexual dysfunction in men with type 2 diabetes: a pilot study. *Andrology.* 2017; 5(3):479-484.
  50. Wing RR. Sexual dysfunction and symptom distress in women with type 2 diabetes: results from the Look AHEAD study. *J Sex Med.* 2011; 8(2):613-622.
  51. Zhang Y. Effects of physical exercise on improving erectile function: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Men's Health.* 2025; 21(2):11-25.
  52. El-Osta A. Investigating self-reported efficacy of lifestyle medicine approaches to tackle erectile dysfunction: a cross-sectional eSurvey based study. *BMC Urology.* 2023; 23:15.
  53. Esposito K. Effects of intensive lifestyle changes on erectile dysfunction in men. *J Sex Med.* 2009; 6(1):243-250.
  54. Thorve VS, Kshirsagar AD, Vyawahare NS, Joshi VS, Ingale KG, Mohite RJ. Diabetes-induced erectile dysfunction: epidemiology, pathophysiology and management. *J Diabetes Complications.* 2011; 25(2):129-36.
  55. Maiorino MI, Bellastella G, Esposito K. Lifestyle modifications and erectile dysfunction: what can be expected? *Asian J Androl.* 2015; 17(1):5-10.
  56. Green DJ, Hopman MT, Padilla J, Laughlin MH, Thijssen DH. Vascular adaptation to exercise in humans: role of hemodynamic stimuli. *Physiol Rev.* 2017; 97(2):495-528.
  57. Goto C, Higashi Y, Kimura M. Effect of different intensities of exercise on endothelium-dependent vasodilation in humans. *Circulation.* 2003; 108(5):530-5.
  58. Sato K, Iemitsu M, Aizawa K, Mesaki N. Testosterone and DHEA activate the glucose metabolism-related signaling pathway in skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2008; 294(5):E961-8.
  59. Håkonsen LB, Thulstrup AM, Aggerholm AS. Does weight loss improve semen quality and reproductive hormones? Results from a cohort of severely obese men. *Reprod Health.* 2011; 8:24.
  60. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol.* 2005; 98(4):1154-62.
  61. Fischer CP. Interleukin-6 in acute exercise and training: what is the biological relevance? *Exerc Immunol Rev.* 2006; 12:6-33.
  62. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. *Clin Chim Acta.* 2010; 411(11-12):785-93.
  63. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med.* 2005; 35(4):339-61.
  64. Hayes LD, Grace FM, Sculthorpe N, Herbert P, Kilduff LP. Exercise-induced responses in salivary testosterone, cortisol, and their ratios in men: a meta-analysis. *Sports Med.* 2015; 45(5):713-26.
  65. Younis M, El-Sherif W, El-Gazzar A, Hassan H. Effect of exercise training on psychological well-being and sexual function in men with diabetes mellitus. *J Sex Med.* 2018; 15(4):S230.
  66. Isidori AM, Caprio M, Strollo F. Leptin and androgens in male obesity: evidence for leptin contribution to reduced androgen levels. *J Clin Endocrinol Metab.* 1999; 84(10):3673-80.
  67. Wittert GA. The relationship between sleep disorders and testosterone in men. *Asian J Androl.* 2014; 16(2):262-5.
  68. Maior AS. Phys Act Sex Health Diabetes. *Sex Med Rev.* 2022; 10(1):54-65.
  69. Malavige LS, Levy JC. Erectile dysfunction in diabetes mellitus. *J Sex Med.* 2009; 6(5):1232-47.
  70. Kalka D. Physical activity and erectile dysfunction in type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr.* 2019; 11:89.
  71. La Vignera S. Physical exercise and testosterone in aging men. *Aging Male.* 2012; 15(2):77-85.
  72. Hajizadeh Maleki B, Tartibian B. Resistance training and male sexual function. *J Strength Cond Res.* 2017; 31(1):114-24.
  73. Esposito K. Lifestyle changes and erectile dysfunction in obese men. *JAMA.* 2004; 291(24):2978-84.
  74. Hackney AC. Stress and the reproductive system. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2020; 49(4):649-61.
  75. Sato K. High-intensity interval training and cortisol. *Endocr J.* 2019; 66(6):537-44.
  76. Ismail I. Aerobic exercise and erectile dysfunction. *J Sex Med.* 2012; 9(5):1404-13.

77. Balducci S. Exercise and diabetes complications. *Curr Diabetes Rev.* 2014; 10(2):86–98.
78. Colberg SR. Exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2016;39(11):2065–79.
79. Malavige LS, Jayaratne SD. Interventions for erectile dysfunction in diabetes. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2020; 13:3937–46.
80. Wing RR. Sexual function improvement in overweight men. *J Sex Med.* 2010; 7(4):1568–76.
81. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care.* 2023; 46(Suppl 1): S125–37.
82. Rubin RR, Peyrot M. Psychological issues and treatments for people with diabetes. *J Clin Psychol.* 2001; 57(4):457–78.
83. Ali S, Stone MA, Peters JL, Davies MJ, Khunti K. The prevalence of co-morbid depression in adults with Type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabet Med.* 2006; 23(11):1165–73.
84. Fisher L, Gonzalez JS, Polonsky WH. The confusing tale of depression and distress in patients with diabetes: a call for greater clarity and precision. *Diabet Med.* 2014; 31(7):764–72.
85. Blumenthal JA, Babyak MA, Doraiswamy PM. Exercise and pharmacotherapy in the treatment of major depressive disorder. *Psychosom Med.* 2007; 69(7):587–96.
86. Pan XR, Li GW, Hu YH. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. *Diabetes Care.* 1997; 20(4):537–44.
87. Dinas PC, Koutedakis Y, Flouris AD. Effects of exercise and physical activity on depression. *Ir J Med Sci.* 2011; 180(2):319–25.
88. Singh NA, Clements KM, Singh MA. The efficacy of exercise as a long-term antidepressant in elderly subjects: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001; 56(8):M497–504.
89. Taspinar B, Aslan UB, Agbuga B, Taspinar F. A comparison of the effects of hatha yoga and resistance exercise on mental health and quality of life in physical education students. *Sport Sci Health.* 2014; 10(2):89–94.
90. Rosen RC, Bachmann GA. Sexual well-being, happiness, and satisfaction, in women: the case for a new conceptual paradigm. *J Sex Marital Ther.* 2008; 34(4):291–7.
91. Oliveira C, Oliveira P, Borges J. Effects of a combined exercise program on depression and quality of life in elderly patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Aging Clin Exp Res.* 2019; 31(5):597–605.
92. Meeusen R, De Meirleir K. Exercise and brain neurotransmission. *Sports Med.* 1995; 20(3):160–88.
93. Dishman RK, Berthoud HR, Booth FW. Neurobiology of exercise. *Obesity.* 2006; 14(3):345–56.
94. Netz Y, Wu MJ, Becker BJ, Tenenbaum G. Physical activity and psychological well-being in advanced age: a meta-analysis of intervention studies. *Psychol Aging.* 2005; 20(2):272–84.
95. Malavige LS, Levy JC. Erectile dysfunction in diabetes mellitus. *J Sex Med.* 2009; 6(5):1232–47.
96. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B. Exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2010; 33(12):e147–e167.
97. Maiorino MI, Bellastella G, Esposito K. Diabetes and sexual dysfunction: current perspectives. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2014; 7:95–105.
98. Balducci S, Zanuso S, Cardelli P. Effect of high-versus low-intensity supervised aerobic and resistance training on erectile dysfunction in type 2 diabetes. *Int J Impot Res.* 2010; 22(4):204–12.
99. Kapoor D, Goodwin E, Channer KS, Jones TH. Testosterone replacement therapy improves insulin resistance, glycemic control, and sexual function in hypogonadal men with type 2 diabetes. *Eur J Endocrinol.* 2006; 154(6):899–906.
100. Kelly DM, Jones TH. Testosterone and obesity. *Obes Rev.* 2015; 16(7):581–606.
101. Esposito K, Giugliano F, Di Palo C. Effect of lifestyle changes on erectile dysfunction in obese men: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2004; 291(24):2978–84.
102. Hotamisligil GS. Inflammation and metabolic disorders. *Nature.* 2006; 444(7121):860–7.
103. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat Rev Immunol.* 2011; 11(9):607–15.
104. Hackett G, Cole N, Bhartia M. The response to testosterone treatment in hypogonadal men with type 2 diabetes is dependent on achieving threshold levels of total testosterone. *J Sex Med.* 2014; 11(2):358–67.
105. Kodama S, Tanaka S, Saito K. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis. *Arch Intern Med.* 2007; 167(10):999–1008.