

Original Article

The effect of 16 weeks of resistance training with blood flow restriction on psychological and physical indicators, and quality of life in men with type 2 diabetes: A randomized controlled clinical trial study

Negin Abbaszadeh Bazzi¹, Shila Nayeibifar^{*1}, Elham Ghasemi^{*2}, Azra Karimkoshteh³

¹ Department of sport sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

² Assistant Professore in Exercise Physiology, Department of sport sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Zabol, Zabol, Iran

³ Assistant professor, Adult endocrinology and metabolism specialist, Department of internal medicine of Ali Ebn Abitaleb hospital, Zahedan university of medical sciences, Zahedan, Iran

***Corresponding authors:** Shila Nayeibifar, Phone: +989155620409, E-mail: shila_nayeibifar@ped.usb.ac.ir
Elham Ghasemi. Phone: +989158640703, Email: elhamghasemi@uoz.ac.ir

ABSTRACT

Background and Aims: The psychological challenges of diabetes exacerbate clinical symptoms and reduce quality of life. The present study aimed to determine the effect of 16 weeks of resistance training with blood flow restriction on anxiety, stress, and depression levels, physical indicators, and quality of life in males with type 2 diabetes.

Materials and Methods: The present study was conducted on 45 men with type 2 diabetes who were selected through convenience sampling and randomly divided into three equal groups (15 cases each), namely traditional resistance training, resistance training with blood flow restriction, and control. Subjects in the traditional training group performed training at an intensity of 70%-80% of one repetition maximum (1RM), and the restricted group performed training at an intensity of 20%-30% of 1RM for 16 weeks. At the beginning and end of the study, the Depression, Anxiety, and Stress (DASS-21) and Quality of Life (SF-36) questionnaires were completed; moreover, upper and lower body strength were measured. Statistical analysis was performed using SPSS software (version 26) through paired t-tests, analysis of covariance, post hoc LSD, and Pearson correlation at a significance level of $P \leq 0.05$.

Results: The results indicated a significant decrease in stress levels ($P=0.001$), anxiety ($P=0.001$), and depression ($P=0.001$); and an increase in upper body strength ($P=0.002$), lower body strength ($P=0.01$), skeletal muscle mass ($P=0.002$), and quality of life ($P=0.001$) in the two training groups, compared to the scores at pre-test. However, no significant difference was observed in the mean of these indices between the two training groups ($P>0.05$).

Conclusion: Both traditional resistance training and resistance training with blood flow restriction effectively improve psychological symptoms and physical performance in men with type 2 diabetes.

Keywords: Blood flow restriction, Quality of life, Resistance training, Type 2 diabetes



Citation: Abbaszadeh Bazzi N, Nayeibifar SH, Ghasemi E, Karimkoshteh A. The effect of 16 weeks of resistance training with blood flow restriction on psychological and physical indicators, and quality of life in men with type 2 diabetes: A randomized controlled clinical trial study. Journal of Translational Medical Research. 2025; 32(?): In press. [Persian]



<http://doi.org/10.32592/JBirjandUnivMedSci.2025.32.?.?????>

Received: June 19, 2025

Accepted: August 30, 2025



Copyright © 2025, Journal of Translational Medical Research. This open-access article is available under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which allows for the copying and redistribution of the material only for noncommercial purposes, provided that the original work is properly cited.

تأثیر ۱۶ هفته تمرینات مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون بر سطوح اضطراب، استرس و افسردگی، شاخص‌های جسمانی و کیفیت زندگی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو: یک مطالعه کار آزمایی بالینی تصادفی شاهددار شده

نگین عباس زاده بزی^۱، شیلا نایی فر^۱ ID، الهام قاسمی^۲ ID*، عدرا کریم کشته^۳ ID

چکیده

زمینه و هدف: چالش‌های روانی دیابت سبب تشدید علائم بالینی و کاهش کیفیت زندگی می‌شود. هدف از مطالعه حاضر تعیین اثر ۱۶ هفته تمرین مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون بر سطوح اضطراب، استرس و افسردگی، شاخص‌های جسمانی و کیفیت زندگی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو بود.

روش تحقیق: در مطالعه حاضر، ۴۵ مرد مبتلا به دیابت نوع دو به روش نمونه‌گیری در دسترس (هدفمند) انتخاب و به‌طور تصادفی به سه گروه مساوی (۱۵ نفره) تمرین مقاومتی سنتی، تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تمرین سنتی، تمرین با شدت ۸۰-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه (1RM) و گروه با محدودیت، تمرین با شدت ۲۰-۳۰ درصد 1RM را به مدت ۱۶ هفته اجرا کردند. در ابتدا و انتهای پژوهش، پرسشنامه‌های افسردگی، اضطراب و استرس (DASS21) و کیفیت زندگی (SF-36) تکمیل و قدرت بالاتنه و پائین تنه سنجش شد. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری t زوجی، آنالیز کوواریانس، تعقیبی LSD و همبستگی پیرسون و نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ در سطح معنی‌داری $P \leq 0.05$ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج از کاهش معنی‌دار سطوح استرس ($P=0.001$)، اضطراب ($P=0.001$) و افسردگی ($P=0.001$)؛ و افزایش قدرت بالاتنه ($P=0.002$)، پائین تنه ($P=0.001$)، توده عضلات اسکلتی ($P=0.002$) و کیفیت زندگی ($P=0.001$) در دو گروه تمرینی نسبت به پیش آزمون حکایت داشت. با این حال، تفاوت معنی‌داری در میانگین این شاخص‌ها بین دو گروه تمرینی مشاهده نشد ($P>0.05$).

نتیجه‌گیری: هر دو شیوه تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون می‌تواند باعث بهبود اختلالات روانی و عملکرد جسمانی در بیماران مبتلا به دیابت شود.

واژه‌های کلیدی: محدودیت جریان خون، کیفیت زندگی، تمرین مقاومتی، دیابت نوع دو

مجله تحقیقات پزشکی ترجمانی. ۱۴۰۴؛ ۳۲ (۲): در حال انتشار.

دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۹ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۸

^۱ گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

^۲ گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زابل، زابل

^۳ متخصص غدد درون‌ریز و متابولیسم بزرگسالان، گروه داخلی بیمارستان علی ابن ابی طالب، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

* نویسنده مسئول: شیلا نایی فر و الهام قاسمی

شیلا نایی فر؛ آدرس: استان سیستان و بلوچستان - زاهدان - دانشگاه سیستان و بلوچستان - دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی - گروه علوم ورزشی

تلفن: ۰۹۱۵۵۶۲۰۴۰۹ نمابر: ۰۵۴۳۳۴۳۱۰۶۳ پست الکترونیکی: shila_nayebifar@ped.usb.ac.ir

الهام قاسمی؛ آدرس: استان سیستان و بلوچستان - زاهدان - دانشگاه زابل - دانشکده ادبیات و علوم انسانی - گروه علوم ورزشی

تلفن: ۰۹۱۵۵۶۴۰۷۰۳ نمابر: ۰۵۴۳۱۲۳۲۰۴۷ پست الکترونیکی: elhamghasemi@uoz.ac.ir

مقدمه

دیابت نوع دو یکی از شایع‌ترین بیماری‌های غیرواگیر در جهان به شمار می‌رود و به‌عنوان هفتمین عامل مرگ‌ومیر جهانی شناخته شده است (۱). از جمله عوارض متداول این بیماری، کاهش عملکرد جسمانی به‌ویژه در زمینه قدرت عضلانی است که می‌تواند در نتیجه تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی ناشی از دیابت بروز یابد. اختلال در متابولیسم گلوکز و کاهش حساسیت به انسولین از جمله عواملی هستند که موجب اختلال در سنتز پروتئین و نیز کاهش ظرفیت مصرف اکسیژن در عضلات می‌شوند. این فرآیندها به‌تدریج منجر به تحلیل توده عضلانی و کاهش قدرت می‌گردند که در نهایت باعث افت قابل‌توجهی در توانایی جسمانی افراد مبتلا به دیابت می‌شود (۲). کاهش توانایی جسمانی در این بیماران، علاوه بر محدودیت‌های حرکتی، پیامدهای روان‌شناختی قابل‌توجهی نیز به همراه دارد. ناتوانی در انجام فعالیت‌های جسمی روزمره ممکن است موجب افزایش سطح استرس، اضطراب و افسردگی در بیماران گردد. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که اختلالات روانی در میان بیماران دیابتی شیوع بالایی دارد (۱،۳). استرس به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در بروز یا تشدید علائم بیماری دیابت شناخته می‌شود و با کاهش سطح سلامت روان و کاهش کیفیت خودمراقبتی در بیماران ارتباط نزدیکی دارد. مدیریت و کنترل مؤثر استرس می‌تواند از طریق تأثیرگذاری بر محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال، موجب کاهش ترشح هورمون کورتیزول در پاسخ به عوامل تنش‌زا گردد. افزایش سطح کورتیزول در بدن، با تحریک کبد موجب افزایش تولید گلوکز شده و به‌طور هم‌زمان مصرف آن را در بافت‌های محیطی کاهش می‌دهد (۴). در این زمینه، شواهد نشان می‌دهند که استرس مزمن می‌تواند با افزایش خطر ابتلا به اختلالات اضطرابی در بیماران دیابتی همراه باشد. تقریباً ۶۰ درصد از افراد مبتلا به دیابت دچار درجاتی از اضطراب هستند (۴،۵). همچنین، مطالعات مختلف حاکی از آن است که بیماران دیابتی در مقایسه با افراد سالم، علائم بیشتری از اضطراب و افسردگی را تجربه می‌کنند (۳،۴). وجود چنین اختلالاتی می‌تواند کیفیت زندگی این بیماران را به‌طور چشمگیری کاهش داده و انجام فعالیت‌های روزمره را با دشواری مواجه سازد (۱،۴).

بنابراین، ارتباط چندوجهی و پیچیده میان دیابت و اختلالات روانی از جمله استرس، اضطراب و افسردگی، ضرورت توجه ویژه به ابعاد روان‌شناختی در مدیریت جامع بیماران دیابتی را نشان می‌دهد. شواهد حاکی از آن است که بهبود وضعیت روانی بیماران می‌تواند نقش مهمی در کنترل بهتر بیماری، ارتقای سطح سلامت عمومی و افزایش کیفیت زندگی آن‌ها ایفا کند. در این میان، یکی از رویکردهای کلیدی برای بهبود کیفیت زندگی و ارتقاء وضعیت متابولیکی بیماران دیابتی، بهره‌گیری از برنامه‌های منظم و ساختاریافته تمرینات ورزشی است.

پروتکل‌های ورزشی هدفمند، به‌ویژه تمرینات مقاومتی، می‌توانند به شکل مؤثری قدرت عضلانی را افزایش داده و متعاقب آن، علائم استرس، اضطراب و افسردگی را کاهش دهند. تمرینات مقاومتی با تحریک فرآیندهای آنابولیک در عضله، به افزایش توده عضلانی و بهبود حساسیت سلول‌ها به انسولین منجر می‌شوند. این بهبود متابولیکی نه‌تنها در کنترل بهتر قند خون نقش دارد، بلکه از طریق تعدیل هورمون‌های مرتبط با استرس نظیر کورتیزول، به بهبود وضعیت روانی بیماران کمک می‌کند (۶،۷). علاوه بر این، فعالیت ورزشی منظم می‌تواند از طریق تأثیر بر عوامل خطر مرتبط با عملکرد شناختی، مانند التهاب مزمن، مقاومت به انسولین، و جریان خون مغزی، منجر به بهبود سلامت مغز و عملکرد شناختی گردد (۸). این مسئله به‌ویژه در بیماران دیابتی که در معرض اختلالات شناختی ناشی از آسیب‌های عروقی و متابولیکی هستند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در همین راستا، شاهوندی و همکاران (۱۴۰۲) گزارش کردند ۱۲ هفته تمرین ترکیبی مقاومتی و هوازی باعث کاهش سطح خشم، اضطراب و نیز افزایش معنی‌دار شادکامی در زنان دیابتی می‌شود (۹). Gebeyehu و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند ۱۶ هفته تمرین مقاومتی باعث کاهش سطح اضطراب و افسردگی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو گردید (۱۰). Wrobel و همکاران (۲۰۲۲) نیز گزارش کردند سه ماه تمرین مقاومتی سبب افزایش قدرت عضلانی در بیماران مبتلا به دیابت می‌شود (۱۱). با این حال در تناقض با مطالعات فوق، مطالعه گیلانی و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد ۱۲ هفته تمرین ورزشی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو، باعث کاهش معنی‌دار اضطراب و علائم بی‌خوابی می‌شود

اما تأثیر معنی‌داری بر خرده مقیاس افسردگی ندارد (۱۲).

در سال‌های اخیر، تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون^۱ به‌عنوان یک شیوه تمرینی نوین برای افرادی که توانایی انجام تمرینات شدید سنتی را ندارند، مورد توجه روزافزون پژوهشگران قرار گرفته است (۸، ۱۳). این شیوه تمرینی با ایجاد انسداد نسبی در جریان خون اندام‌های فعال، امکان بروز سازگاری‌های فیزیولوژیکی مشابه با تمرینات با شدت بالا را فراهم می‌سازد، بدون آنکه فشار مکانیکی قابل‌توجهی به عضلات وارد شود. شواهد نشان می‌دهند که تمرینات همراه با محدودیت جریان خون، از طریق تحریک مسیرهای متابولیکی و هورمونی خاص، می‌توانند به بهبود قدرت عضلانی و توده بدون چربی بدن منجر شوند. در همین راستا ما^۲ و همکاران (۲۰۲۴) گزارش کردند شش ماه تمرین مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون سبب افزایش توده عضلانی و کاهش چربی بدن در سالمندان مبتلا به دیابت نوع دو می‌گردد (۱۴).

در یک مطالعه مروری نظام‌مند گزارش شد تمرینات با محدودیت جریان خون، به‌ویژه هنگامی که همراه با تمرینات هوازی یا مقاومتی با شدت کم تا متوسط اجرا می‌شوند، می‌توانند در کوتاه‌مدت موجب کاهش درد، بهبود شاخص‌های عملکردی و ارتقای کیفیت زندگی شوند (۱۳). با این حال، بر اساس مرور منابع موجود، تاکنون مطالعه‌ای به‌طور مستقیم به بررسی اثر این نوع تمرینات بر شاخص‌های روان‌شناختی بیماران دیابتی نپرداخته است. علی‌رغم نتایج نویدبخش در زمینه بهبود ترکیب بدنی و قدرت عضلانی، تأثیر تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون بر متغیرهای روان‌شناختی مانند استرس، اضطراب و افسردگی همچنان مبهم است و نیازمند پژوهش‌های تجربی نظام‌مند و کنترل‌شده می‌باشد. در مجموع، اگرچه مطالعات متعددی به تأثیر تمرینات مقاومتی بر کنترل گلوکز و بهبود وضعیت روانی بیماران دیابتی اشاره کرده‌اند، بخش عمده‌ای از این پژوهش‌ها از تمرینات با شدت متوسط تا زیاد استفاده کرده‌اند؛ شدتی که برای بسیاری از بیماران دیابتی به‌ویژه افراد دارای چاقی، ضعف عضلانی یا مشکلات قلبی-عروقی با محدودیت‌های عملکردی و خطرات بالقوه همراه است. در این میان،

تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون به‌عنوان یک روش نوین، این امکان را فراهم می‌آورد تا در شدت‌های پایین نیز به سازگاری‌های عضلانی و متابولیکی مشابه با تمرینات شدید دست یافت، بدون آن‌که خطر آسیب عضلانی یا قلبی افزایش یابد. اگرچه اثرات تمرین با محدودیت جریان خون بر پارامترهای فیزیولوژیکی مانند قدرت عضلانی و ترکیب بدنی تا حدودی بررسی شده‌اند، اما بررسی جامع این مداخله بر شاخص‌های روان‌شناختی (نظیر استرس، اضطراب و افسردگی) در بیماران دیابتی همچنان مغفول مانده است. از سوی دیگر، با توجه به هم‌پوشانی پیچیده میان اختلالات روانی (مانند اضطراب و افسردگی) و پیامدهای متابولیکی در دیابت نوع دو، رویکردهایی که به‌طور هم‌زمان به ابعاد جسمانی و روانی بیمار توجه دارند، می‌توانند اثربخشی درمان را به شکل چشمگیری افزایش دهند. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ۱۶ هفته تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون بر سطوح استرس، اضطراب، افسردگی، شاخص‌های جسمانی و کیفیت زندگی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو طراحی گردیده است. این رویکرد با تأکید بر تلفیق مداخلات جسمانی و روانی، تلاشی است برای توسعه مدل‌های نوین درمانی که در عین کارایی، با شرایط واقعی بیماران دیابتی نیز هم‌خوانی داشته باشند.

روش تحقیق

پژوهش حاضر، یک کارآزمایی بالینی شاهددار تصادفی شده می‌باشد. پس از اعلام فراخوان در سطح بیمارستان علی ابن ابی طالب شهر زاهدان، ۴۵ بیمار مرد مبتلا به دیابت نوع دو به روش نمونه‌گیری دردسترس (هدفمند) انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در سه گروه مساوی (۱۵ نفره) تمرین مقاومتی سنتی، تمرین مقاومتی با-محدودیت جریان خون و گروه کنترل قرار گرفتند. فرآیند تصادفی‌سازی با بهره‌گیری از نرم‌افزار تخصیص تصادفی و روش بلوک‌های جایگشتی صورت گرفت. تخصیص افراد به گروه‌ها از طریق استفاده از بلوک‌های سه‌تایی انجام شد. حجم نمونه با نرم‌افزار جی پاور نسخه ۳.۱۹.۴ و براساس آزمون مورد استفاده در پژوهش (آزمون کوواریانس) با توان آماری ۸۳ درصد، سطح خطا ۰/۰۵ درصد و اندازه

¹ Blood flow restriction training

² Ma

اثر ۰/۵ درصد، ۴۵ نفر برای کل پژوهش (هر گروه ۱۵ نفر) تعیین شد. معیارهای ورود به پژوهش، شامل تشخیص قطعی دیابت نوع دو توسط پزشک، سطح قند خون ناشتا ≥ 126 میلی گرم در دسی لیتر، سن بین ۴۰ تا ۶۰ سال، گذشت حداقل ۱۲ ماه از تشخیص دیابت نوع دو، عدم سابقه فعالیت بدنی منظم در سال گذشته، عدم مصرف انسولین (حداقل سه ماه پیش از شروع مطالعه و در طول مداخله) بود. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد از مصرف داروهای ضد پلاکت مانند آسپیرین (حداقل یک هفته پیش از ورود به مطالعه و در طول مداخله) و داروهای ضد التهابی غیر استروئیدی (حداقل ۴۸-۷۲ ساعت قبل از شروع مداخله و در طول آن) خودداری کنند. مشارکت نامنظم در برنامه تمرینی و بروز آسیب‌های اسکلتی-عضلانی در طول مداخله نیز به عنوان معیارهای خروج لحاظ گردید که در طول اجرای پژوهش، هیچ کدام از آزمودنی‌ها حذف نشدند.

در ابتدا اطلاعات و آگاهی لازم درباره اهداف مطالعه، چگونگی انجام پژوهش و مراحل آن به افراد ارائه و فرم رضایت‌نامه کتبی شرکت در پژوهش دریافت شد. دو روز قبل از شروع پروتکل پژوهش، آزمودنی‌ها در سالن ورزشی حاضر و پس از آشنایی با پروتکل ورزشی، میزان یک تکرار بیشینه^۱ (1RM) براساس روش برزیسکی و مطابق فرمول زیر برای دو حرکت پایین تنه شامل پرس پا و باز شدن زانو و سه حرکت بالاتنه شامل پرس سینه، پرس سر شانه و کشش جانبی از پهلوی تعیین گردید (۱۵).

$$\text{مقدار وزنه جابجا شده} = \frac{1/0.278 \times (\text{تعداد تکرار})}{\text{یک تکرار بیشینه}}$$

برنامه تمرین

تمرینات به مدت ۱۶ هفته، در چهار هفته اول، دو جلسه در هفته و در ۱۲ هفته بعد، سه جلسه در هفته زیر نظر مربیان مجرب در سالن بدن سازی انجام شد. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، بدنه اصلی تمرین (۵۰ دقیقه) و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. آزمودنی‌های گروه تمرین مقاومتی سنتی ابتدا تمرین را با شدت ۷۰ درصد 1RM (چهار ست با هشت تکرار) شروع و در هفته شانزدهم با شدت ۸۰ درصد 1RM (چهار ست با ۱۲ تکرار) به پایان رساندند.

گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون، تمرینات مقاومتی را در چهار ست با تکرارهای ۳۰، ۱۵، ۱۵، ۱۵ در چهار هفته اول، دوم، سوم و چهارم با شدت ۲۰-۳۰ درصد 1RM انجام دادند. استراحت بین هر ست و هر ایستگاه به ترتیب یک و سه دقیقه بود (جدول ۱) (۱۶، ۱۷). لازم به ذکر است که با هدف رعایت اصل اضافه بار پیش‌رونده و اطمینان از قابلیت اجرای تمرینات توسط بیماران، شدت یا تعداد تکرار حرکات به صورت تدریجی و در فواصل چهار هفته‌ای افزایش یافت.

در مطالعه حاضر، تمرین محدودیت جریان خون با استفاده از سیستم تورنیکت پنوماتیک پزشکی RTQ310 (آنهاوما^۲، تهران، ایران) انجام شد که امکان کالیبراسیون فشار فردی را بر اساس فشار انسداد اندام^۳ (LOP) هر شرکت کننده فراهم می‌کند. فشار کاف برای هر شرکت کننده مطابق با دستورالعمل‌های ایمنی ۶۰ درصد LOP با استفاده از کاف‌های پهن (۱۴ سانتی متر) در قسمت‌های پروگزیمال اندام‌های فوقانی و تحتانی اعمال شد و در طول هر ست تمرین برای حفظ محدودیت ثابت، باد شده باقی ماندند. در فواصل استراحت بین ست‌ها، کاف‌ها به طور کامل تخلیه شدند تا امکان خون‌رسانی مجدد عروقی فراهم شود (۱۶، ۱۷). گروه کنترل در طول ۱۶ هفته، فعالیت‌های روزانه خود را دنبال کردند و از آن‌ها خواسته شد از انجام فعالیت بدنی سنگین در این مدت پرهیز کنند. در طول اجرای پروتکل، هیچ گونه عارضه جدی، آسیب اسکلتی-عضلانی یا ناراضی قابل توجهی از سوی شرکت کنندگان گزارش نشد. به منظور بررسی پایداری آزمودنی‌ها به پروتکل تمرینی نیز، حضور آن‌ها در هر جلسه ثبت و پایش گردید. نرخ پایداری در هر دو گروه تمرین مقاومتی سنتی و تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون بیش از ۹۲ درصد گزارش شد؛ به گونه‌ای که هیچ یک از شرکت کنندگان بیش از دو جلسه غیبت نداشتند. این میزان پایداری بالا بیانگر ایمنی، تحمل پذیری مناسب و قابلیت اجرای بالای پروتکل تمرینی در جمعیت مورد مطالعه بود.

² Anhuma

³ Limb occlusion pressure

¹ One Repetition Maximum

جدول ۱- برنامه تمرین مقاومتی سنتی و با محدودیت جریان خون

هفته ها	تعداد جلسات در هفته	شدت (1RM)	تعداد ست	تعداد تکرار حرکات	زمان استراحت بین حرکات (دقیقه)	زمان استراحت بین ست‌ها (دقیقه)
هفته اول تا چهارم	تمرین مقاومتی سنتی	۲	۷۰	۴	۸	۱
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون	۲	۲۰	۴	۳۰	۱
هفته چهارم تا هشتم	تمرین مقاومتی سنتی	۳	۷۰	۴	۱۰	۱
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون	۳	۲۵	۴	۱۵	۱
هفته هشتم تا دوازدهم	تمرین مقاومتی سنتی	۳	۷۵	۴	۱۰	۱
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون	۳	۲۵	۴	۱۵	۱
هفته دوازدهم تا شانزدهم	تمرین مقاومتی سنتی	۳	۸۰	۴	۱۲	۱
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون	۳	۳۰	۴	۱۵	۱

سنجش متغیرهای تحقیق

پرسشنامه استرس، اضطراب، افسردگی (DASS-21^۱)

در این پژوهش از نسخه خلاصه‌شده این پرسش‌نامه برای سنجش آسیب‌های روانی استفاده شد. این پرسش‌نامه ۲۱ سؤال دارد که در آن برای اندازه‌گیری هر کدام از علائم اضطراب، استرس و افسردگی از هفت سؤال استفاده شده است. DASS-21 به‌صورت لیکرت طراحی شده و شامل گزینه‌های اصلاً، کم، متوسط و زیاد است. کمترین امتیاز صفر و بیشترین سه است. این پرسش‌نامه در سال ۱۹۹۵ برای اولین بار ارائه شد. برای جمعیت ایرانی، پایایی زیرمقیاس افسردگی این ابزار بر اساس همبستگی با آزمون افسردگی بک، برابر با ۰/۷۰، زیرمقیاس اضطراب در مقایسه با آزمون اضطراب زونگ، ۰/۶۷ و زیرمقیاس استرس در مقایسه با آزمون استرس ادراک‌شده، ۰/۴۹ گزارش شده است (۱۸).

پرسشنامه کیفیت زندگی (SF-36)^۲

این پرسشنامه خودگزارشی که به‌طور عمده به‌منظور بررسی کیفیت زندگی و سلامت استفاده می‌شود و دارای ۳۶ سؤال است که با مقیاس لیکرت چندگزینه‌ای (۳ تا ۶ گزینه پاسخ) نمره‌گذاری می‌شود. این سوالات، هشت قلمرو عملکرد جسمی، عملکرد

اجتماعی، ایفای نقش جسمی، ایفای نقش هیجانی، سلامت روانی، سرزندگی، درد بدنی و سلامت عمومی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. علاوه بر این، SF-36 سنجش دو مؤلفه کلی جسمی^۳ (PCS) و مؤلفه روانی^۴ (MCS) را فراهم می‌آورد. نمره آزمودنی در هر یک از این قلمروها بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است و نمره بالاتر به‌منزله کیفیت زندگی بهتر است. اعتبار و پایایی این پرسش‌نامه در جمعیت ایرانی مورد تأیید قرار گرفته است و ضرایب همسانی درونی خرده مقیاس‌های هشت‌گانه آن بین ۰/۷۰ تا ۰/۸۵ و ضرایب بازآزمایی آن‌ها با فاصله زمانی یک هفته بین ۰/۴۳ تا ۰/۷۹ گزارش شده است (۱۹).

سنجش شاخص‌های جسمانی

وزن آزمودنی‌ها با ترازوی دیجیتالی (شرکت سگا^۵ ساخت کشور آلمان و با حساسیت ۰/۰۱ کیلوگرم) و وزن عضلات اسکلتی بدن^۶ (SMM) نیز که نشان‌دهنده توده عضلانی بدن است با دستگاه سنجش ترکیب بدن مدل این بادی ۷۲۰ اندازه‌گیری شد. برای سنجش قدرت بیشینه بالاتنه و پایین تنه، از آزمون 1RM به ترتیب در حرکت پرس سینه و حرکت پرس پا استفاده شد. مقدار وزنه جابجا

³ Physical Component Summary

⁴ Mental Component Summary

⁵ Seca

⁶ Skeletal Muscle Mass

⁷ In Body720

¹ Depression Anxiety Stress Scales

² Short From Health Survey Questionnaire

شده در یک تکرار صحیح، بر حسب کیلوگرم به عنوان شاخص قدرت بیشینه ثبت گردید.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش پس از اخذ مجوز از کمیته اخلاق در دانشگاه سیستان و بلوچستان (IR.USB.REC.1402.022) و ثبت در مرکز کارآزمایی ایران با شماره ICT20240622062207N1 اجرا گردید. پژوهش حاضر با رعایت اصول اخلاقی انجمن روانشناسی آمریکا و بیانیه هلسینکی انجام شد که شامل اخذ رضایت آگاهانه، پذیرش مسئولیت پژوهش توسط محقق، انصراف آزادانه آزمودنی‌ها، شفافیت درباره خطرات روانی-فیزیکی، استفاده مجاز از داده‌ها با اجازه شرکت‌کنندگان و ارائه نتایج به آنان بود.

روش‌های آماری

برای بررسی داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی و به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات از آمار استنباطی استفاده شد. برای متغیرهای پیوسته، طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک^۱ و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون^۲ بررسی شد. متغیرهای طبقه‌ای مانند وضعیت تأهل، تحصیلات دانشگاهی و شرایط اقتصادی به دلیل ماهیت اسمی یا رتبه‌ای، مشمول بررسی طبیعی بودن نبوده و تحلیل آن‌ها با استفاده از آزمون‌های ناپارامتریک مناسب انجام گرفت. برای مقایسه ویژگی‌های مورد مطالعه در پیش‌آزمون، از آنالیز واریانس یک‌طرفه (برای متغیرهای سن، وزن و قد)، کای دو^۳ (وضعیت تأهل و تحصیلات دانشگاهی) و کروسکال والیس^۴ (برای متغیر شرایط اقتصادی) استفاده شد. برای بررسی تغییرات پیش و پس‌آزمون هر گروه، آزمون t زوجی به کار گرفته شد. همچنین برای مقایسه متغیرهای وابسته گروه‌ها (به‌ویژه مقایسه پس‌آزمون گروه‌ها با توجه به کنترل و تعدیل ارزش‌های به‌دست‌آمده از پیش‌آزمون) از روش تحلیل کوواریانس^۵، آزمون

¹ Shapiro-Wilk

² Levene

³ Chi-square

⁴ Kruskal-Wallis

⁵ Analysis of covariance

تعقیبی LSD برای تعیین محل اختلاف‌ها و همبستگی پیرسون برای بررسی ارتباط بین شاخص‌های پژوهش استفاده شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و در سطح معنی‌داری $P \leq 0.05$ استفاده شد.

یافته‌ها

جدول ۲ داده‌های دموگرافیک و جمعیت شناختی آزمودنی‌های تحقیق را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج آزمون‌های آنالیز واریانس یک‌طرفه و کروسکال والیس، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تحقیق از نظر اطلاعات دموگرافیک مانند سن، قد، وزن، وضعیت تأهل، تحصیلات و وضعیت اقتصادی وجود نداشت ($P > 0.05$).

تغییرات شاخص‌های روانی

نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که بین گروه‌های پژوهش از نظر میانگین شاخص‌های استرس، اضطراب و افسردگی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.001$) (جدول ۳). براساس نتایج آزمون تعقیبی هر دو گروه تمرین مقاومتی سنتی و تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون در مقایسه با گروه کنترل، کاهش معنی‌داری در استرس ($P < 0.001$)، اضطراب ($P < 0.001$) و افسردگی ($P < 0.001$) نشان دادند. با این حال، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تمرینی در هیچ‌یک از این شاخص‌ها مشاهده نشد (استرس: $P = 0.07$ ، اضطراب: $P = 0.16$ ، افسردگی $P = 0.08$).

علاوه براین، براساس نتایج تحلیل کوواریانس بین گروه‌های پژوهش از نظر میانگین شاخص کیفیت زندگی بخش جسمی و بخش روانی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.001$). آزمون تعقیبی نشان داد میانگین تغییرات نمره بخش جسمی و روانی در گروه‌های تمرین مقاومتی سنتی و تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌دار داشت ($P < 0.001$)، اما تفاوت معنی‌داری بین میانگین تغییرات این شاخص‌ها در گروه تمرین-مقاومتی سنتی نسبت به گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون وجود نداشت ($P > 0.05$).

جدول ۲- توزیع متغیرهای جمعیت‌شناختی در گروه‌های مطالعه

متغیر	تمرین مقاومتی سنتی	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون	کنترل	سطح معنی‌داری*
سن (سال)	۵۴/۶۰±۶/۰۸	۵۱/۸۶±۷/۷۷	۵۴/۴۶±۸۳/۴	۰/۴۲
قد (سانتی‌متر)	۱۷۰/۱۹±۱۰/۶۹	۱۷۰/۰۸±۱۴/۱۲	۱۷۴/۸۲±۱۱/۷۵	۰/۱۲
وزن (کیلوگرم)	۷۳/۴۹±۱۰/۴۸	۷۵/۳۸±۱۶/۲۲	۷۲/۸۴±۱۰/۳۵	۰/۴۸
وضعیت تاهل	مجرد ۲ متاهل ۱۳	۳ ۱۲	۱ ۱۴	۰/۵۰
تحصیلات	بله ۱۲ خیر ۳	۱۴ ۱	۱۱ ۴	۰/۳۹
دانشگاهی	ضعیف (کمتر از ۱۵ میلیون تومان) ۲ متوسط (بین ۱۵ تا ۳۰ میلیون) ۱۱ عالی (بالای ۳۰ میلیون) ۲	۳ ۱۱ ۱	۳ ۷۳/۳ ۶/۷	۰/۷۳

* برای مقایسه متغیرهای پیوسته (سن، قد، وزن) از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و استفاده شد. برای متغیرهای وضعیت تأهل و تحصیلات دانشگاهی از آزمون کای‌دو و برای متغیر شرایط اقتصادی از آزمون کروسکال والیس استفاده گردید.

جدول ۳- توصیف و مقایسه میانگین تغییرات شاخص‌های روانی پس از ۱۶ هفته مداخله تمرین و محدودیت جریان خون در گروه‌های مطالعه

متغیر	گروه	تمرین مقاومتی سنتی	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون	کنترل	بین گروهی انکوا F	سطح معنی‌داری
استرس	پیش‌آزمون	۱۸/۱۳±۲/۰۹	۱۵/۴۶±۳/۳۴	۱۷/۶۶±۳/۵۷	۱۷/۹	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۱۴/۷۳±۲/۶۷	۱۳/۰۱±۲/۱۵	۱۷/۸۶±۲/۵۸		
	سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۳۲		
اضطراب	پیش‌آزمون	۱۱/۸۶±۲/۷۹	۱۳/۴۶±۲/۹۴	۱۵/۰۶±۳/۹۴	۱۳/۷	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۸/۲۶±۲/۳۹	۱۰/۲۳±۱/۳۱	۱۵/۶۶±۴/۵۷		
	سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۳۸		
افسردگی	پیش‌آزمون	۱۱/۴۰±۲/۴۱	۱۲/۱۳±۳/۳۳	۱۲/۹۳±۳/۰۳	۱۶/۳	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۸/۴۰±۲/۱۹	۸/۸۶±۳/۸۲	۱۳/۳۴±۲/۶۹		
	سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۹		
کیفیت زندگی	پیش‌آزمون	۳۹/۹۴±۵/۵۳	۴۰/۵۷±۵/۵۹	۴۰/۶۹±۶/۱۳	۱۲/۹	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۴۵/۵۰±۵/۶۹	۴۵/۱۴±۶/۰۷	۳۹/۱۰±۷/۰۷		
	سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۳۶		
بخش روانی	پیش‌آزمون	۳۴/۹۳±۴/۹۹	۳۴/۰۰±۷/۰۵	۳۶/۹۲±۶/۰۸	۱۸/۴	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۳۸/۶۷±۶/۶۳	۳۸/۲۳±۶/۵۴	۳۶/۲۴±۷/۰۲		
	سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۵۴		

* تفاوت معنی‌دار در سطح $P < 0.05$

تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون در مقایسه با گروه کنترل، افزایش معنی‌داری در قدرت بالاتنه ($P < 0.01$)، قدرت پایین‌تنه ($P < 0.001$) و SMM ($P < 0.001$) نشان دادند. با این حال، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تمرینی در هیچ‌یک از این شاخص‌ها مشاهده نشد (قدرت بالاتنه: $P = 0.09$ ، قدرت پایین‌تنه: $P = 0.09$ ، افسردگی: $P = 0.28$).

براساس نتایج آزمون همبستگی پیرسون و جدول ۵ نیز، بین

تغییرات شاخص‌های جسمانی

براساس نتایج آزمون تحلیل کوواریانس و جدول ۴، میانگین شاخص‌های قدرت بالاتنه ($P < 0.002$)، پایین‌تنه ($P < 0.01$) و SMM ($P < 0.02$) بین گروه‌های تحقیق تفاوت معنی‌دار نشان داد. براساس نتایج آزمون تعقیبی هر دو گروه تمرین مقاومتی سنتی و

نمره کلی کیفیت زندگی با قدرت بالاتنه ($P=0/001$ و $r=0/51$)، همبستگی مثبت مشاهده گردید. ($r=0/53$)
 قدرت پایین‌تنه ($P=0/001$ و $r=0/77$) و SMM ($P=0/001$)

جدول ۴- توصیف و مقایسه میانگین تغییرات شاخص‌های جسمانی پس از ۱۶ هفته مداخله تمرین و محدودیت جریان خون در گروه‌های

مطالعه

متغیر	گروه	تمرین مقاومتی ستتی	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون	کنترل	بین گروهی انکوا F سطح معنی‌داری
قدرت بالاتنه (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۴۲/۷۸±۵/۰۴	۴۳/۸۹±۷/۳۷	۵۰/۰۶±۶/۷۷	۷/۶ *۰/۰۰۲
	پس‌آزمون	۴۹/۴۸±۵/۴۳	۵۰/۵۹±۶/۷۵	۴۹/۵۱±۷/۷۳	
	سطح معنی‌داری درون گروهی	*۰/۰۰۲	*۰/۰۰۲	۰/۱۶	
قدرت پایین- تنه (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۵۴/۷۴±۶/۹۵	۵۷/۰۸±۵/۳۱	۶۲/۷۰±۸/۲۲	۴/۵ *۰/۰۱
	پس‌آزمون	۶۰/۷۰±۷/۰۱	۶۲/۹۶±۷/۶۹	۶۱/۸۹±۶/۱۳	
	سطح معنی‌داری درون گروهی	*۰/۰۱	*۰/۰۱	۰/۳۶	
SMM (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۳۰/۶۷±۶/۹۵	۳۰/۲۲±۴/۵۹	۲۷/۵۶±۴/۷۹	۳/۹۷ *۰/۰۲
	پس‌آزمون	۳۳/۹۳±۶/۸۷	۳۲/۹۹±۵/۱۳	۲۶/۹۵±۶/۳۴	
	سطح معنی‌داری درون گروهی	*۰/۰۰۲	*۰/۰۰۳	۰/۱۲	
وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۷۲/۴۹±۱۰/۴۸	۷۵/۳۸±۱۶/۲۲	۷۲/۸۴±۱۰/۳۵	۱۰/۸/۶ *۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۶۶/۸۱±۹/۵۳	۷۲/۱۶±۱۴/۷۴	۷۰/۷۳±۱۰/۶۵	
	سطح معنی‌داری درون گروهی	*۰/۰۰۱	*۰/۰۲	۰/۱۹	

SMM: توده عضلانی؛ *تفاوت معنی‌دار در سطح $P<0/05$.

جدول ۵- نتایج آزمون همبستگی پیرسون برای سنجش ارتباط بین نمره کیفیت زندگی با قدرت بالاتنه، پایین‌تنه و SMM

متغیرها	کیفیت زندگی
	ضریب همبستگی
قدرت بالاتنه (کیلوگرم)	۰/۵۱ *۰/۰۰۱
قدرت پایین‌تنه (کیلوگرم)	۰/۷۷ *۰/۰۰۱
SMM (کیلوگرم)	۰/۵۳ *۰/۰۰۱

SMM: توده عضلانی؛ *تفاوت معنی‌دار در سطح $P<0/05$.

بحث

یافته اصلی این مطالعه نشان داد که تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون به‌طور معنی‌داری باعث بهبود شاخص‌های روان‌شناختی (شامل کاهش استرس، اضطراب و افسردگی)، افزایش قدرت عضلانی (بالاتنه و پایین‌تنه) و بهبود کیفیت زندگی بیماران دیابتی شد. تمرینات ورزشی، به‌ویژه تمرینات مقاومتی، می‌توانند اثرات روانی و اجتماعی مثبتی برای بیماران دیابتی به همراه داشته

باشند. احساس بهبود در توانایی‌های جسمانی و ادراک افزایش قدرت عضلانی، می‌تواند با افزایش اعتماد به‌نفس و رضایت از زندگی، نقش مؤثری در کاهش اضطراب و استرس ایفا کند. همراستا با یافته‌های پژوهش حاضر، شاهوندی و همکاران (۱۴۰۲) گزارش کردند ۱۲ هفته تمرین ترکیبی مقاومتی و هوازی باعث کاهش سطح خشم، اضطراب و نیز افزایش معنی‌دار شادکامی در زنان دیابتی می‌شود (۹). Gebeyehu و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند ۱۶ هفته

تمرین مقاومتی باعث کاهش سطح اضطراب و افسردگی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو گردید (۱۰). با این حال در تناقض با مطالعات فوق، مطالعه گیلانی و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد اگرچه تمرینات هوازی ۱۲ هفته‌ای منجر به کاهش اضطراب و بهبود کیفیت خواب شدند، اما تأثیر معناداری بر افسردگی نداشتند (۱۲). به‌نظر می‌رسد تفاوت در نوع، مدت و شدت مداخله تمرینی، یکی از دلایل این نتایج متناقض باشد. درحالی‌که در مطالعه حاضر از تمرینات مقاومتی به مدت ۱۶ هفته استفاده شد و در مطالعه گیلانی از تمرین هوازی با شدت متوسط و مدت کمتر بهره گرفته شد. افزون بر این، ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان مانند جنس، سطح پیش‌زمینه روان‌شناختی، شدت دیابت و وضعیت سلامتی پایه نیز ممکن است بر میزان تأثیرپذیری روانی از تمرینات ورزشی مؤثر باشند. این عوامل می‌توانند منجر به واکنش‌های متفاوت یا حتی متناقض به مداخلات تمرینی شوند.

از دیدگاه سازوکارهای زیستی، بهبود شاخص‌های روان‌شناختی در بیماران دیابتی ممکن است تا حدی ناشی از تأثیرات مثبت تمرینات ورزشی بر عملکرد متابولیکی عضلات اسکلتی، حساسیت به انسولین و هومئوستاز گلوکز باشد (۱۲،۲۰). فعالیت ورزشی منظم موجب افزایش برداشت محیطی گلوکز توسط عضلات، افزایش اکسیداسیون چربی‌ها و کاهش مقاومت به انسولین می‌شود؛ فرآیندهایی که نه‌تنها در کنترل بهتر دیابت نقش دارند، بلکه از طریق تعامل با محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال و کاهش بار فیزیولوژیک، می‌توانند در کاهش علائم اضطراب، استرس و افسردگی نیز مؤثر واقع شوند. علاوه بر این، نظریه تسکین روانی ناشی از ورزش^۱ پیشنهاد می‌کند که فعالیت ورزشی با فعال‌سازی سیستم عصبی مرکزی، افزایش ترشح اندورفین، کاهش سطح کورتیزول و بهبود تنظیم خلق، به کاهش اضطراب و استرس کمک می‌کند (۹،۲۱). از منظر نورویبولوژیکی، مطالعات نشان داده‌اند که ورزش منظم باعث افزایش انتقال‌دهنده‌های عصبی مانند سروتونین و نورآدرنالین در مغز می‌شود که با بهبود خلق و کاهش علائم افسردگی و اضطراب مرتبط است. درواقع، افزایش سطح

نوروتروفین‌هایی مانند فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز (BDNF)^۲ در پاسخ به تمرین، با بهبود عملکرد شناختی و سلامت روان مرتبط بوده است (۸،۲۲). مطالعات نشان داده‌اند افزایش نوروتروفین‌های مغزی مانند BDNF پس از ورزش می‌تواند موجب بهبود علائم افسردگی و اضطراب شود (۸،۲۳).

یکی دیگر از یافته‌های اصلی مطالعه حاضر، افزایش معنادار قدرت عضلانی بالاته، پایین‌تنه و همچنین SMM در مردان مبتلا به دیابت نوع دو، پس از ۱۶ هفته مداخله تمرینی مقاومتی، چه به‌صورت سنتی و چه همراه با محدودیت جریان خون بود. همراستا با یافته‌های مطالعه حاضر، در یک مطالعه گزارش شد انجام تمرینات مقاومتی به مدت ۱۲ هفته سبب افزایش قدرت عضلات اسکلتی در بیماران دیابتی می‌شود (۱۱). همچنین، در یک مطالعه متآنالیز، گزارش شد تمرینات مقاومتی با شدت متوسط تا بالا، بهبود قابل توجهی در کنترل گلوکز و قدرت عضلانی بیماران دیابتی ایجاد می‌کند و آن را به‌عنوان یک رویکرد درمانی مکمل برای این بیماران پیشنهاد دادند (۲۴).

بهبود قدرت عضلانی در بیماران دیابتی از منظر عملکردی، به‌ویژه در اندام فوقانی، با تقویت عضلات شانه، سینه و پشت، توانایی انجام فعالیت‌های روزمره مانند حمل و جابجایی اجسام، انجام کارهای شخصی و حفظ وضعیت صحیح بدن را تسهیل می‌کند (۱۱،۲۴). در اندام تحتانی، تقویت عضلات ران و لگن نقش کلیدی در بهبود تعادل، کاهش خطر زمین‌خوردگی، بهبود سرعت راه‌رفتن و حفظ استقلال حرکتی دارد. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تمرینات مقاومتی، به‌ویژه حرکات مانند پرس پا، اسکوات و پرس زانو، به شکل قابل ملاحظه‌ای می‌توانند قدرت و استقامت پائین تنه را تقویت کند و استقلال حرکت افراد را افزایش دهد (۱۱،۲۵).

از نظر بیوشیمیایی، تمرینات مقاومتی فعالیت‌های آنابولیک را در عضلات تحریک می‌کنند. یکی از اساسی‌ترین مسیرهای سیگنالی که در این فرآیند نقش دارد، مسیر $PI3K/Akt^3$ است که در تنظیم متابولیسم گلوکز و سنتز پروتئین مؤثر می‌باشد. این مسیر با افزایش فعالیت آنزیم‌های مرتبط با سنتز پروتئین و کاهش تجزیه پروتئین

² Brain-Derived Neurotrophic

³ Phosphoinositide 3-Kinase inhibitor

¹ Exercise-induced relaxation

موجب افزایش توده و قدرت عضلانی می‌شود (۲۴،۲۶).

علاوه بر این، مسیر $mTOR^1$ یکی از مسیرهای کلیدی در آنابولیسم پروتئین و اثرات تمرینات مقاومتی است. سیگنال‌دهی $mTOR$ توسط تمرینات مقاومتی تحریک می‌شود و منجر به افزایش سنتز پروتئین و در نتیجه، رشد و ترمیم عضلات می‌شود. این مسیر همچنین به نظر می‌رسد که بر کنترل سوخت‌وساز گلوکز تأثیر دارد و می‌تواند حساسیت به انسولین را بهبود بخشد (۶،۷).
افزایش تولید هورمون‌هایی مانند تستوسترون و $IGF-1^2$ پس از تمرینات مقاومتی نیز به رشد عضلات و افزایش قدرت در بیماران دیابتی کمک می‌کند. این هورمون‌ها همچنین بر متابولیسم چربی نیز تأثیر مثبت دارند و می‌توانند به کنترل قند خون کمک کنند (۷،۲۶).

دیگر یافته‌های تحقیق، افزایش نمره کیفیت زندگی در دو بخش جسمی و روانی بیماران مبتلا به دیابت و ارتباط مثبت و مستقیم نمره کلی کیفیت زندگی با قدرت بالاتنه و پایین‌تنه و SMM این بیماران پس از مداخله تمرین با و بدون محدودیت جریان خون بود. به نظر می‌رسد یکی از مهم‌ترین دلایل احتمالی بهبود شاخص کیفیت زندگی با تمرینات مقاومتی، بهبود قدرت و توده عضلانی است چرا که مهم‌ترین عامل افت کیفیت زندگی در این بیماران کاهش عملکرد حرکتی، خستگی و بروز دردهای نوروپاتییک می‌باشد (۱۳،۲۷). همراستا با مطالعه حاضر، در یک مطالعه مروری گزارش شد تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی علاوه بر بهبود عملکرد فیزیکی، کیفیت را در بزرگسالان میانسال و مسن مبتلا به دیابت نوع دو افزایش می‌دهد (۲۷). در مطالعه دیگری غلامی و همکاران (۱۳۹۹) گزارش کردند ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش کیفیت زندگی و کاهش سطح گلوکز خون در بیماران دیابتی گردید (۲۸).

بهبود کیفیت زندگی در بیماران دیابتی در پی تمرینات مقاومتی را می‌توان از دو جنبه جسمانی و روان‌شناختی تبیین کرد. از نظر جسمانی، تمرینات مقاومتی با ایجاد سازگاری‌های عصبی-عضلانی، بهبود هماهنگی حرکتی و افزایش استقامت و قدرت عضلانی،

توانایی انجام فعالیت‌های روزمره را افزایش می‌دهند و از طریق کاهش خستگی و دردهای نوروپاتییک، موجب بهبود شاخص‌های جسمانی کیفیت زندگی می‌شوند (۱۳،۲۹). از نظر روان‌شناختی، فعالیت ورزشی منظم با کاهش اضطراب، استرس و افسردگی، بهبود خلق، و افزایش حس خودکارآمدی می‌تواند مؤلفه‌های روانی کیفیت زندگی را بهبود بخشد (۹،۲۸). مکانیسم‌های فیزیولوژیک مرتبط با این اثرات شامل فعال‌سازی سیستم عصبی مرکزی، افزایش ترشح اندورفین‌ها، تنظیم سطوح هورمون‌های استرس، افزایش کاتکولامین‌ها و بهبود عملکرد سیستم اویپوئیدی داخلی است که همگی در بهبود وضعیت روانی و افزایش رضایت از زندگی نقش دارند (۲۵،۲۹).

در خصوص تأثیر تمرینات ورزشی با محدودیت جریان خون بر شاخص‌های روانی و قدرت عضلانی مطالعات اندکی صورت گرفته است. در مطالعه حاضر، کاهش نشانگرهای اختلالات روانی و افزایش قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه و بهبود کیفیت زندگی، در گروه تمرین مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون مشابه گروه تمرین مقاومتی سنتی (با شدت بالا) بود. این درحالی است که در یک پژوهش نشان داده شد تمرین مقاومتی سنتی کوتاه‌مدت و بلندمدت با محدودیت جریان خون عملکردشناختی و نیز سلامت مغز را به میزان بیشتری نسبت به تمرین مقاومتی سنتی بهبود می‌بخشد (۳۰). همچنین، در مطالعه ای دیگر گزارش شد که تمرینات با محدودیت جریان خون، به‌ویژه هنگامی که همراه با تمرینات هوازی یا مقاومتی با شدت کم تا متوسط اجرا می‌شوند، می‌توانند در کوتاه‌مدت موجب کاهش درد، بهبود شاخص‌های عملکردی و ارتقای کیفیت زندگی در بیماران مبتلا به بیماری‌های عصبی عضلانی اسکلتی شوند (۱۳). عدم تفاوت معنادار بین گروه تمرین مقاومتی سنتی و تمرین با محدودیت جریان خون در کاهش استرس، اضطراب و افسردگی در مطالعه حاضر، ممکن است ناشی از فعال‌سازی مشابه مسیرهای نوروشیمیایی مرتبط با خلق و بهبود روانی از جمله افزایش ترشح اندورفین‌ها، سروتونین و فاکتورهای نوروتروفیک در هر دو روش باشد، احتمالاً این مکانیسم‌ها می‌توانند پاسخ‌های روانی مشابهی ایجاد کنند، حتی زمانی که تمرین با محدودیت جریان خون با بار مکانیکی کمتر انجام می‌شود.

¹ Mammalian target of rapamycin

² Insulin-like growth factor-1

از منظر سازوکارهای فیزیولوژیک، تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون موجب ایجاد هیپوکسی موضعی و تجمع متابولیت‌ها می‌شود. این شرایط از طریق افزایش فشار متابولیک، تحریک فیبرهای تندانقباض و افزایش ترشح فاکتورهای آنابولیک (مانند IGF-1 و هورمون رشد) مسیرهای پیام‌رسانی مرتبط با سنتز پروتئین را فعال کرده و به هیپرتروفی عضلانی منجر می‌گردد که در بهبود قدرت عضلانی نقش تعیین‌کننده دارند (۱۷،۳۰).

از منظر سازوکارهای روان‌شناختی-عصبی، تمرین مقاومتی با بدون محدودیت جریان خون می‌تواند با افزایش ترشح بتآندورفین‌ها و نوروترانسمیترهای مرتبط با خلق، موجب بهبود خلق‌وخو، کاهش اضطراب و ارتقای عملکرد شناختی شود. همچنین، تجمع لاکتات و تحریک متابولیک ناشی از تمرین ممکن است آزادسازی فاکتورهای نوروتروفیک مانند BDNF را افزایش دهد که این امر به نورون‌زایی و بهبود عملکردهای شناختی و روانی کمک می‌کند (۸،۱۳). به نظر می‌رسد شباهت پاسخ‌های مشاهده‌شده در دو شیوه تمرینی ناشی از فعال‌سازی مشابه مسیرهای بیوشیمیایی و عصبی باشد، با این تفاوت که روش محدودیت جریان خون این نتایج را با بار مکانیکی کمتر حاصل می‌کند و از این رو می‌تواند گزینه‌ای مناسب برای بیماران دارای محدودیت‌های عملکردی یا خطر آسیب‌پذیری عضلانی باشد.

با این حال لازم است محدودیت‌های مهمی که بر تفسیر نتایج تأثیرگذار هستند، مورد توجه قرار گیرند. نخست، عدم سنجش دقیق هورمون‌های اندورفین و شاخص‌های سیگنالی زیست‌مولکولی که نقش مهمی در واسطه‌گری اثرات تمرینات مقاومتی به‌ویژه با محدودیت جریان خون بر افزایش قدرت و توده عضلانی دارند، از محدودیت‌های اصلی این مطالعه است. علاوه بر این، تفاوت‌های فردی شرکت‌کنندگان از جمله سن، جنس، شدت بیماری دیابت و وضعیت روان‌شناختی اولیه، با وجود کنترل نسبی این متغیرها، می‌تواند باعث ایجاد پاسخ‌های متنوع و حتی متناقض نسبت به تمرینات شود. این عامل باعث پیچیدگی در تعمیم نتایج به کل جمعیت بیماران دیابتی می‌شود. یکی دیگر از محدودیت‌های این مطالعه، کمبود داده‌های پیشینه‌ای معتبر و گسترده در زمینه اثرات تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون بر شاخص‌های روانی

بیماران دیابتی است. این موضوع باعث شده که امکان مقایسه نتایج با پژوهش‌های مشابه محدود باشد و درک کامل‌تر مکانیسم‌های تأثیر این نوع تمرینات بر سلامت روانی دشوار شود. از این رو، نوآوری پژوهش حاضر در بررسی این موضوع، هرچند نقطه قوت علمی است، اما نیازمند تأیید و تعمیم یافته‌ها از طریق مطالعات آتی با نمونه‌های بزرگتر و طراحی‌های پژوهشی دقیق‌تر می‌باشد. لذا، تحقیقات آینده باید با تمرکز بر سنجش هم‌زمان پارامترهای زیست‌مولکولی و هورمونی، کنترل دقیق تفاوت‌های فردی و استفاده از ابزارهای روان‌سنجی استاندارد و یکپارچه انجام شود تا بتوان مکانیسم‌های پایه‌ای و اثرات بالینی تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون را در بیماران دیابتی بهتر تبیین کرد.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون به‌طور معنی‌داری موجب کاهش استرس، اضطراب و افسردگی و افزایش قدرت عضلانی و کیفیت زندگی در بیماران مبتلا به دیابت می‌شوند. با در نظر گرفتن شواهد حاصل از این پژوهش، به نظر می‌رسد تمرینات مقاومتی، به‌ویژه در قالب تمرینات با محدودیت جریان خون، می‌توانند به عنوان یک مداخله ایمن، مؤثر و قابل اجرا در توانبخشی جسمی و روانی بیماران دیابتی مطرح شوند. با این حال، برای درک دقیق‌تر مکانیسم‌های اثر و پایداری نتایج در بلندمدت، انجام مطالعات گسترده‌تر با تمرکز بر شاخص‌های بیوشیمیایی و روان‌سنجی دقیق‌تر، ضروری است.

تقدیر و تشکر

در پایان از آزمودنی‌های تحقیق و ریاست‌وکادر درمان مرکز دیابت بیمارستان بوعلی زاهدان تشکر و قدردانی می‌نمائیم. این مقاله بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد تحت عنوان "تأثیر تمرینات مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر شاخص‌های التهابی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو" می‌باشد که با حمایت دانشگاه سیستان و بلوچستان اجرا شده است.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر پس از تأیید شورای پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان و کمیته اخلاق این دانشگاه به شماره IR.USB.REC.1402.022 انجام شد.

حمایت مالی

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه سیستان و بلوچستان انجام شده است.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در این پژوهش طراحی تمرین، تدوین مقاله، اجرای کامل کار

منابع

1. Duarte-Díaz A, Perestelo-Pérez L, Rivero-Santana A, Peñate W, Álvarez-Pérez Y, Ramos-García V, et al. The relationship between patient empowerment and related constructs, affective symptoms and quality of life in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Health*. 2023; 11:1118324. DOI: [10.3389/fpubh.2023.1118324](https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1118324).
2. Lopez-Pedrosa JM, Camprubi-Robles M, Guzman-Rolo G, Lopez-Gonzalez A, Garcia-Almeida JM, Sanz-Paris A, et al. The Vicious Cycle of Type 2 Diabetes Mellitus and Skeletal Muscle Atrophy: Clinical, Biochemical, and Nutritional Bases. *Nutrients*. 2024;16(1):172. DOI: [10.3390/nu16010172](https://doi.org/10.3390/nu16010172).
3. Hapunda G. Coping strategies and their association with diabetes specific distress, depression and diabetes self-care among people living with diabetes in Zambia. *BMC Endocr Disord*. 2022;22(1):215. DOI: [10.1186/s12902-022-01131-2](https://doi.org/10.1186/s12902-022-01131-2).
4. Khawagi WY, Al-Kuraishy HM, Hussein NR, Al-Gareeb AI, Atef E, Elhussieny O, et al. Depression and type 2 diabetes: A causal relationship and mechanistic pathway. *Diabetes Obes Metab*. 2024;26(8):3031-44. DOI: [10.1111/dom.15630](https://doi.org/10.1111/dom.15630).
5. Boehmer K, Lakkad M, Johnson C, Painter JT. Depression and diabetes distress in patients with diabetes. *Prim Care Diabetes*. 2023;17(1):105-08. DOI: [10.1016/j.pcd.2022.11.003](https://doi.org/10.1016/j.pcd.2022.11.003).
6. Horii N, Hasegawa N, Fujie S, Uchida M, Iemitsu M. Resistance exercise-induced increase in muscle 5α-dihydrotestosterone contributes to the activation of muscle Akt/mTOR/p70S6K-and Akt/AS160/GLUT4-signaling pathways in type 2 diabetic rats. *FASEB J*. 2020;34(8):11047-57. DOI: [10.1096/fj.201903223RR](https://doi.org/10.1096/fj.201903223RR).
7. Zhao X, Huang F, Sun Y, Li L. Mechanisms of Endurance and Resistance Exercise in Type 2 Diabetes Mellitus: A Narrative Review. *Biochem Biophys Res Commun*. 2025; 761:151731. DOI: [10.1016/j.bbrc.2025.151731](https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2025.151731).
8. Du X, Chen W, Zhan N, Bian X, Yu W. The effects of low-intensity resistance training with or without blood flow restriction on serum BDNF, VEGF and perception in patients with post-stroke depression. *Neuro Endocrinol Lett*. 2021;42(4):229-35. Epub ahead of print. PMID: [34436843](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34436843/).
9. Kiani Shahvandi E, Donyai A. Investigating the Effect of 12 Weeks of Aerobic and Resistance Training on the Levels of Anger, Happiness, and Anxiety in Middle-Aged Women with Type-2 Diabetes. *J Sport and Motor Develop and Learning*. 2023; 15(4): 21-36. DOI: [10.22059/jsmdl.2023.359897.1729](https://doi.org/10.22059/jsmdl.2023.359897.1729) [Persian]

10. Gebeyehu M, Legesse K, Mondal S, Abdulkadir M, Bekelle Z, Molla A. Effects of structured exercises on selected psychological domains in individuals with type 2 diabetes mellitus in Southern Ethiopia institution-based study. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022;14(1):181. DOI: [10.1186/s13102-022-00574-3](https://doi.org/10.1186/s13102-022-00574-3).
11. Wróbel M, Golaś A, Rokicka D, Pyka Ł, Szewczyk M, Stołtny T, et al. The influence of resistance training on muscle strength, irisin concentration, and metabolic parameters in type 1 diabetic patients. *Endokrynol Pol.* 2022;73(1):96-102. DOI: [10.5603/EP.a2022.0002](https://doi.org/10.5603/EP.a2022.0002).
12. Gilani SRM, Khazaei Feizabad A. The effects of aerobic exercise training on mental health and self-esteem of type 2 diabetes mellitus patients. *Health Psychol Res.* 2019;7(1):6576. DOI: [10.4081/hpr.2019.6576](https://doi.org/10.4081/hpr.2019.6576).
13. Reina-Ruiz ÁJ, Martínez-Cal J, Molina-Torres G, Romero-Galisteo RP, Galán-Mercant A, Carrasco-Vega E, et al. Effectiveness of blood flow restriction on functionality, quality of life and pain in patients with neuromusculoskeletal pathologies: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(2):1401. DOI: [10.3390/ijerph20021401](https://doi.org/10.3390/ijerph20021401).
14. Ma X, Ai Y, Lei F, Tang X, Li Q, Huang Y, et al. Effect of blood flow-restrictive resistance training on metabolic disorder and body composition in older adults with type 2 diabetes: a randomized controlled study. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2024 Jun 6;15:1409267. DOI: [10.3389/fendo.2024.1409267](https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1409267).
15. Brzycki M. Predicting 1RM from reps. *J Phys Educ Recreat Dance.* 1993; 64: 88–90. URL: <https://2024.sci-hub.ru/2239/32ee2605409b143ac2835c2da65fe49a/brzycki1993.pdf>
16. Sharifi Moghadam A, Askari R, Hamedinia MR, Haghighi AH. A Comparison of the Effects of Three Strength Training Programs with and without Blood Flow Restriction on Strength, Hypertrophy and Mobility Function in Elderly Women. *J Paramed Sci & Rehabil.* 2020;8(4):26-35. [Persian] DOI: [10.22038/jpsr.2020.33483.1828](https://doi.org/10.22038/jpsr.2020.33483.1828)
17. Cook SB, LaRoche DP, Villa MR, Barile H, Manini TM. Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Exp Gerontol.* 2017 Dec 1;99:138-145. DOI: [10.1016/j.exger.2017.10.004](https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.10.004).
18. Sahebi A, Asghari MJ, Salari RS. Validation of depression anxiety and stress scale (DASS-21) for an Iranian population. *J Iranian Psychol.* 2005; 1:299–312. [Persian]
19. Asghari Moghaddam A, Faghehi S. Validation of the SF-36 health survey questionnaire in two Iranian samples. *J Daneshvar Raftar.* 2003;1:1-11. [Persian] URL: https://cpap.shahed.ac.ir/article_2770.html?lang=en
20. Zhang H, Zhang Y, Sheng S, Xing Y, Mou Z, Zhang Y, et al. Relationship Between Physical Exercise and Cognitive Impairment Among Older Adults with Type 2 Diabetes: Chain Mediating Roles of Sleep Quality and Depression. *Psychol Res Behav Manag.* 2023;16: 817-28. DOI: [10.2147/PRBM.S403788](https://doi.org/10.2147/PRBM.S403788).
21. Cai YH, Wang Z, Feng LY, Ni GX. Effect of Exercise on the Cognitive Function of Older Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Hum Neurosci.* 2022;16:876935. DOI: [10.3389/fnhum.2022.876935](https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.876935).
22. Sousa RA, Improta-Caria AC, Souza BS. Exercise-linked irisin: Consequences on mental and cardiovascular health in type 2 diabetes. *Int J Mol Sci.* 2021 Feb 23;22(4):2199. DOI: [10.3390/ijms22042199](https://doi.org/10.3390/ijms22042199).
23. Zeng B, Yue Y, Liu T, Ahn H, Li C. The Influence of the *BDNF* Val66Met Variant on the Association Between Physical Activity/Grip Strength and Depressive Symptoms in Persons With Diabetes. *Clin Nurs Res.* 2022;31(8):1462-71. DOI: [10.1177/10547738221119343](https://doi.org/10.1177/10547738221119343).
24. Lee J, Kim D, Kim C. Resistance training for glycemic control, muscular strength, and lean body mass in old type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Ther.* 2017;8(3):459-73. DOI: [10.1007/s13300-017-0258-3](https://doi.org/10.1007/s13300-017-0258-3).
25. Khodadad Kashi S, Mirzazadeh ZS, Saatchian V. A systematic review and meta-analysis of resistance training on quality of life, depression, muscle strength, and functional exercise capacity in older adults aged 60 years or more. *Biol Res Nurs.* 2023 Jan;25(1):88-106. DOI: [10.1177/10998004221120945](https://doi.org/10.1177/10998004221120945).
26. Feng L, Li B, Xi Y, Cai M, Tian Z. Aerobic exercise and resistance exercise alleviate skeletal muscle atrophy through IGF-1/IGF-1R-PI3K/Akt pathway in mice with myocardial infarction. *Am J Physiol Cell Physiol.* 2022;322(2):C164-C176. DOI: [10.1152/ajpcell.00344.2021](https://doi.org/10.1152/ajpcell.00344.2021).

27. Zhang J, Tam WWS, Hounsri K, Kusuyama J, Wu VX. Effectiveness of Combined Aerobic and Resistance Exercise on Cognition, Metabolic Health, Physical Function, and Health-related Quality of Life in Middle-aged and Older Adults With Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2024;105(8): 85-1599. DOI: [10.1016/j.apmr.2023.10.005](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.10.005).
28. Gholami F, Bemani D, Naderi A, Rezaei N. Effect of 12-week resistance training on clinical symptoms and quality of life in type-2 diabetic men with peripheral neuropathy. *Jundishapur Scientific Medical Journal*, 2020; 19(3): 267-75. DOI: [10.22118/jsmj.2020.208712.1899](https://doi.org/10.22118/jsmj.2020.208712.1899)
29. Al-Mhanna SB, Batrakoulis A, Ghazali WS, Mohamed M, Aldayel A, Alhussain MH, et al. Effects of combined aerobic and resistance training on glycemic control, blood pressure, inflammation, cardiorespiratory fitness and quality of life in patients with type 2 diabetes and overweight/obesity: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ.* 2024 Jun 14;12:e17525. DOI: [10.7717/peerj.17525](https://doi.org/10.7717/peerj.17525).
30. Törpel A, Herold F, Hamacher D, Müller NG, Schega L. Strengthening the brain—is resistance training with blood flow restriction an effective strategy for cognitive improvement? *J Clin Med.* 2018 9;7(10):337. DOI: [10.3390/jcm7100337](https://doi.org/10.3390/jcm7100337).