



The effect of eight weeks of moderate-intensity endurance training on some oxidant and antioxidant indices in testicular tissues of diabetic rats with acute morphine withdrawal syndrome

Shahram Azarrang ¹, Mohammad Parastesh ^{2*}, Abbas Saremi ²

¹ Department of Physical Education and Sports Sciences, Borujard Branch, Islamic Azad University, Borujard, Iran

² Department of Sports Physiology and Pathology, Faculty of Sports Sciences, Arak University, Arak, Iran

*Corresponding author: Mohammad Parastesh, Department of Sports Physiology and Pathology, Faculty of Sports Sciences, Arak University, Arak, Iran

Email: m-parastesh@araku.ac.ir

Received: 5 October 2023 Revised: 19 May 2024 Accepted: 6 May 2024

Abstract

Background and Aim: Diabetes, along with morphine, can lead to metabolic damage in testicular tissue through oxidative stress. This study aimed at investigating the effects of eight weeks of moderate-intensity endurance training on some oxidant and antioxidant indices in the testicular tissue of diabetic rats with acute morphine withdrawal syndrome.

Methods: In this experimental study, 32 male Wistar rats were randomly divided into four groups of eight: 1) diabetes control, 2) morphine + diabetes, 3) diabetes + moderate-intensity endurance training, and 4) morphine + diabetes + moderate-intensity endurance training. Diabetes was induced and morphine was administered to create the acute morphine withdrawal syndrome. The training groups underwent an eight-week endurance training protocol. Oxidant and antioxidant indices, including MDA, TAC, GPX, and SOD, were measured in the testicular tissue at the end of the study.

Results: The concentration of the oxidant index MDA significantly increased in the diabetes group compared to the other groups ($P=0.001$). However, moderate-intensity endurance training led to a significant decrease in MDA concentration ($P=0.001$) and a significant increase in the levels of antioxidant indices (TAC, GPX, and SOD) compared to the diabetes group ($P=0.001$).

Conclusion: Moderate-intensity endurance training could reduce the oxidant index and increase antioxidant indices in the testicular tissue of diabetic rats with morphine withdrawal syndrome. This suggests a potential reduction in infertility complications in these rats.

Keywords: Moderate-Intensity Endurance Training, Diabetes, Morphine, Antioxidant Indicators, Malondialdehyde



تاثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی فزاینده با شدت متوسط بر برخی شاخص‌های اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی بافت بیضه موش‌های صحرایی دیابتی با سندرم حاد ترک مورفین

شهرام آذرنگ^۱، محمد پرستش^{۲*}، عباس صارمی^۲

^۱ گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران

^۲ گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۱۳ اصلاح مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۱۷ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: دیابت به همراه مورفین با ایجاد استرس اکسیداتیو، آسیب‌های متابولیکی متعددی در بیضه‌ها ایجاد می‌کند. مطالعه حاضر با هدف تعیین تاثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی فزاینده با شدت متوسط بر برخی شاخص‌های اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی بافت بیضه موش‌های صحرایی دیابتی با سندرم حاد ترک مورفین انجام شد.

روش‌ها: در این مطالعه تجربی از ۳۲ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار استفاده شد. موش‌ها به صورت تصادفی به ۴ گروه ۸ تایی تقسیم شدند: (۱) کنترل دیابت، (۲) دیابت مورفینی، (۳) دیابت+تمرین مقاومتی، (۴) دیابت مورفینی+تمرین مقاومتی فزاینده با شدت متوسط. لقاء دیابت و تجویز مورفین (سندرم حاد ترک مورفین) انجام شد. گروه‌های تمرین ۸ هفته پروتکل تمرین مقاومتی را اجرا نمودند. در پایان مطالعه، شاخص‌های اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی شامل MDA، TAC، GPX و SOD در بافت بیضه اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: غلظت شاخص اکسیدانی MDA گروه دیابت، نسبت به سایر گروه‌ها افزایش معناداری داشت ($P=0/001$). با این حال تمرین مقاومتی فزاینده باعث کاهش معنادار غلظت MDA ($P=0/001$) و افزایش معنادار میزان شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی GPX، TAC و SOD ($P=0/001$) سایر گروه‌ها در مقایسه با گروه دیابت گردید.

نتیجه‌گیری: تمرین مقاومتی فزاینده با شدت متوسط باعث کاهش شاخص اکسیدانی و افزایش شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در بافت بیضه موش‌های دیابتی همراه با سندرم حاد ترک مورفین شد و این ممکن است نشان دهنده کاهش عوارض ناباروری در موش‌ها باشد.

کلیدواژه‌ها: تمرین مقاومتی فزاینده با شدت متوسط، دیابت، مورفین، شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی، مالون دی آلدئید

آنزیم‌ها به کوفاکتورهایی مثل آهن، مس، روی و منگنز برای فعالیت کاتالیتیک بهینه و مکانیسم دفاعی مؤثر نیاز دارند [۷]. همچنین اسپرمتوزوا و مایع سمینال دارای آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی با وزن مولکولی پایین، تحت عنوان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) هستند. TAC به‌عنوان جمع‌کننده‌های رادیکال‌های آزاد برای حفاظت اسپرمتوزوا در برابر ROS عمل می‌کند و از آنجایی که حجم عمده‌ای از آنتی‌اکسیدان‌های سیتوپلاسمی اسپرم طی اسپرمتوزوژن تخلیه می‌شود، نسبت به اثرات پاتولوژیک رادیکال‌های آزاد فوق‌العاده حساس می‌باشند. لذا آنتی‌اکسیدان‌های مایع سمینال، جبرانی برای از دست رفتن این آنزیم‌های سیتوپلاسمی فعال می‌شوند [۸].

عامل دیگری که تأثیر منفی بر کیفیت باروری جنس مذکر می‌گذارد؛ مصرف مخدرها است. بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که تجویز مورفین سبب افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و کاهش سطح گلوکاتایون می‌گردد [۹]. نشان داده شده که اعتیاد به مورفین یا تریاک سبب افزایش استرس اکسیداتیو می‌گردد. مورفین می‌تواند گیرنده‌های اپیوئیدی را فعال کند و سبب تولید رادیکال‌های آزاد، از جمله گونه‌های فعال اکسیژن یا نیترژن شود [۹]. از طرف دیگر مورفین قادر است باعث کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدان در بدن شود. گزارش شده که سطح گلوکاتامات و MDA به تدریج در مغز موش‌های تحت درمان با مورفین افزایش می‌یابد. همچنین میزان گلوکاتایون (GSH) و فعالیت GPX در مغز موش‌های دریافت‌کننده مورفین کاهش می‌یابد. از طرف دیگر مورفین می‌تواند با فعال کردن مسیر التهابی (Toll-like receptor 4TLR4) و در نهایت افزایش سطح فاکتور نکروز توموری آلفا (TNF α) در بافت سبب التهاب گردد [۱۰]. در مطالعه‌ای در موش‌های دیابتی و غیردیابتی، مورفین زیرجلدی موجب هیپوگلیسمی در موش‌های دیابتی و غیردیابتی گردید. هیپوگلیسمی و کاهش انسولین در موش‌های غیردیابتی و بدون تغییر ماندن در گروه دیابتی به احتمال زیاد از راه غیروابسته به انسولین صورت می‌گیرد [۱۱]. همچنین مصرف اپیوئیدهایی مانند مورفین موجب کاهش سطح سرمی هورمون‌های محور هیپوفیز-گناداز جمله استروژن، پروژسترون و تستوسترون در هر دو جنس و حتی کاهش میزان باروری می‌شود [۱۲]. مورفین از طریق ایجاد رادیکال‌های آزاد باعث کاهش میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهند که در اثر تجویز مورفین، کاهش گونادوتروپین‌ها در پلازما اتفاق افتاده و به دنبال آن یک اثر مهاری بر آنزیم‌های بیضه‌ای از جمله هیالورونیداز و اسید فسفاتاز دیده می‌شود [۱۲]. در مطالعه‌ای میزان هورمون تستوسترون با مصرف مورفین کاهش معناداری داشت. این کاهش، با کاهش میل جنسی و قدرت باروری جنس نر مرتبط بود. همچنین میزان هورمون پروژسترون با مصرف مورفین کاهش معناداری یافت که این کاهش ممکن است با وضعیت بارداری و حفظ و نگهداری جنین در این دوران ارتباط داشته باشد [۱۳].

رشد سریع دیابت نوع ۲ یک چالش جهانی است که ناشی از کاهش فعالیت بدنی، عوامل ژنتیکی و سبک زندگی ناسالم می‌باشد. عواقب طولانی مدت دیابت شامل رتینوپاتی، نوروپاتی و افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی و اختلالات جنسی است [۱]. در دیابت نوع ۱ و ۲ استرس اکسیداتیو در بدن افزایش می‌یابد [۲]. استرس اکسیداتیو عبارت است از عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن که به شدت با دیابت و عوارض آن در ارتباط است [۳]. افزایش سطوح رادیکال‌های آزاد و کاهش همزمان مکانیسم‌های دفاعی در برابر آن می‌تواند منجر به صدمه بافت‌ها و آنزیم‌ها شده و پراکسیداسیون لیپیدی و مقاومت به انسولین را افزایش دهد. استرس اکسیداتیو با سه روش پروتئین‌ها را تغییر می‌دهد: الف) تغییر اسید آمینه اکسیداتیو خاص؛ ب) شکاف زنجیره پپتید به واسطه رادیکال آزاد؛ پ) تشکیل پروتئین‌های پیوندی به علت واکنش با محصولات پراکسیداسیون لیپیدی [۴]. ناباروری نیز رابطه تنگاتنگی با استرس اکسیداتیو ناشی از افزایش غلظت گونه‌های فعال اکسیژن دارد؛ افزایش فشار اکسایشی در حیوانات می‌تواند وزن بدن، میزان تستسترون، رفتارهای جنسی و ویژگی‌های مورفولوژیک بیضه را تحت تأثیر قرار دهد. در مطالعه‌ای Fischer و همکاران نشان دادند که فشار اکسایشی می‌تواند باعث آسیب دستگاه تولیدمثل موش صحرایی نر به صورت کاهش وزن بیضه و پروستات، کاهش قطر لوله‌های سمینیفروس و ارتفاع اپیتلیوم اپیدیدیم شود [۵]. افزایش تولید رادیکال‌های آزاد یا کاهش سطح آنتی‌اکسیدان‌ها ممکن است باعث تخریب اکسیداسیونی سلولی اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه موجود در ساختمان غشای سلولی شده و در صورتی که این تخریب اکسیداسیونی شروع شود، به طور زنجیروار ادامه یافته و بدین ترتیب مالون دی‌آلدئید (MDA) تولید می‌شود. مالون دی‌آلدئید مولکولی است که از زیررده اکسیدان‌ها و رادیکال‌های آزاد بوده و در سلول‌های پستانداران قابلیت تولید دارد. این وضعیت در نهایت ممکن است باعث مرگ سلولی همراه با علائم گسترده بیماری شود؛ در واقع مالون دی‌آلدئید شاخصی مناسب برای تعیین مقدار آسیب غشای سلول و فشار اکسایشی است [۶].

در مقابل، آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که از تولید پرواکسیدانت‌ها و رادیکال‌ها جلوگیری کرده و رادیکال‌های خنثی را آزاد و در نتیجه از ایجاد بیماری‌ها جلوگیری می‌کنند. در حضور این ترکیبات اکسید شدن یک ماده به تأخیر افتاده یا از آن جلوگیری می‌شود [۷]. آنتی‌اکسیدان‌ها تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن را از روش‌های مختلف اتصال به فلزات یا روش آنزیمی مهار یا جلوگیری می‌کنند. گلوکاتایون پراکسیداز (GPX) و سوپراکسید دیسموتاز (SOD) آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی اصلی درگیر در دفاع و حذف رادیکال‌های اکسیژن فعال هستند. این

همچنین مطالعات متعددی نشان‌دهنده نقش محافظتی فعالیت بدنی، در برابر اختلالات ناشی از مورفین هستند. بدین صورت که فعالیت بدنی، آزادسازی بتا اندورفین‌ها و سایر پپتیدهای شبه افیونی درونی مغز و غلظت پلاسمایی آنها را افزایش می‌دهد که به هر ۳ زیرگروه گیرنده‌های اپیوئیدی متصل می‌شوند؛ در نتیجه اثرات مورفین را پدید می‌آورد و دوره‌های علائم ترک را کاهش می‌دهد [۲۳]. در مطالعه‌ای حیدریان‌پور و همکاران نشان دادند که ورزش استقامتی همزمان با مصرف سولفات منیزیم می‌تواند در کاهش درد ناشی از سندرم ترک مفید واقع شود [۲۴]. همچنین در مطالعه ای دیگر احمدی‌زاده و همکاران نشان دادند که تمرین هوازی می‌تواند از میزان تمایل به مصرف مورفین جلوگیری کند و علائم ترک را کاهش دهد و با توجه به اینکه سیستم دوپامین در اعتیاد نقش مهمی دارد، احتمال می‌رود ورزش از این طریق اثرات خود را اعمال نماید [۲۵].

در مجموع، شواهد نشان می‌دهند که دیابت از طریق سازوکارهایی چون هیپرلپتینمی، هیپرانسولینمی، مقاومت به انسولین، لپتین و قند خون بالا همراه با مورفین به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر اختلالات ناباروری در مردان دیابتی است [۲۶]. با وجود این، مشخص شده تمرین استقامتی یکی از برنامه‌های تمرینی است که بخش زیادی از تمرکز پژوهشگران علوم ورزشی را به خود جلب کرده است و تأثیرگذاری زیادی در کنترل فشار اکسایشی دارد [۲۷]. از سوی دیگر به نظر می‌رسد حجم مطالعات درباره تأثیر همزمان تمرین مقاومتی و سندرم ترک مورفین بر توان جنسی افراد دیابتی ناچیز است و عمدتاً این مطالعات نتایج ضدونقیضی درباره آثار دیابت، مورفین و تمرین ورزشی بر وضعیت اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی بافت بیضه را گزارش کرده‌اند و از طرفی، معلوم شده که این تناقض‌ها ریشه در مدت و دوزهای مختلف مصرف مواد، نوع و مدت تمرین و جنس آزمودنی‌ها دارد [۱۴، ۲۲، ۲۸، ۲۹]. بنابراین با توجه به تناقض در نتایج مطالعات پیشین، تحقیق حاضر با هدف تعیین تأثیر تمرین مقاومتی بر شاخص‌های اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی بافت بیضه موش‌های دیابتی همراه با سندرم ترک مورفین، انجام شد.

روش‌ها

این پژوهش به شیوه تجربی/آزمایشگاهی انجام شد. ۳۲ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار ۸ هفته‌ای در محدوده وزنی ۲۲۰-۱۹۰ گرم از مرکز تکثیر و پرورش حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله تهران خریداری و در آزمایشگاه جوندگان دانشگاه اراک در قفسه‌های پلی‌کربنات شفاف در ابعاد ۱*۱*۱ در شرایط استاندارد (چرخه ۱۲ ساعت روشنایی-تاریکی و میانگین درجه حرارت ۲۲-۲۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۰-۳۰ درصد) نگهداری شدند. همچنین برای ایجاد تهویه و جریان مناسب هوا از دو دستگاه تهویه هوا بدون صدا استفاده شد. غذای موش‌ها

امروزه مشخص شده که تمرین بدنی می‌تواند به عنوان ابزار اولیه برای پیشگیری و به‌عنوان بخشی از فرآیند درمانی عمل نماید. تمرین هوازی باید با شدت متوسط، یعنی حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (Vo_2max) انجام شود. برای افراد دیابتی نوع ۲، پیاده‌روی تند یک ورزش با شدت متوسط محسوب می‌شود. هر چند با افزایش شدت ورزش بیش از ۶۰ درصد توان هوازی مزایای بیشتری حاصل می‌شود [۱۴]. در زمینه درمان‌های قابل دسترس، اجرای تمرینات استقامتی متداول و منظم با شدت متوسط باعث افزایش حساسیت به انسولین شده و می‌تواند میزان مقاومت بافت‌ها را در برابر پراکسیداسیون لیپید افزایش دهد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آنها را بالا ببرد [۱۵]. آنزیم‌های ضداکسایشی تأثیرگذار در تعدیل فشار اکسایشی گلوکوتایون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در پاسخ به تمرینات استقامتی با وجود افزایش تولید رادیکال‌های آزاد متعاقب ورزش، با افزایش مدت تمرین بهبود می‌یابند که این به علت سازگاری‌های ایجاد شده در تولید رادیکال‌های آزاد و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی است. تمرینات منظم بدنی توانایی سیستم‌های ضد اکسایشی بدن را افزایش داده و بدن را در مقابل خاصیت تخریب‌کنندگی فشار اکسایشی که در اثر ورزش افزایش می‌یابد، محافظت می‌کند [۱۵]. Silva و همکاران با بررسی اثر تمرین هوازی به این نتیجه رسیدند که هم تمرین با شدت متوسط و هم شدت پایین باعث افزایش سطوح SOD و CAT می‌گردد [۱۶]. همچنین در مطالعه‌ای Pérez و همکاران با بررسی تأثیر تمرینات منظم هوازی در بافت کلیه موش‌های دیابتی مسن؛ نشان دادند که تمرین منظم، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از قبیل GPX و SOD را افزایش داده و منجر به کاهش فشار اکسایشی می‌شود. همچنین آنها بیان کردند که تمرینات منظم هوازی، علاوه بر اینکه عملکرد میتوکندریایی را از طریق کاهش سطوح گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) افزایش داده؛ باعث تقویت سنتز نیتریک اکساید و بیوژنر میتوکندریایی می‌شود [۱۷]. بسیاری از محققین نیز اثرات مفید ورزش متوسط بر محور هیپوفیز - گناد را نشان دادند. به عنوان مثال اکثر مطالعات صورت گرفته حاکی از افزایش سطوح هورمون تستوسترون و بهبود عملکرد تولید مثلی افراد تحت تیمار با ورزش می‌باشند [۱۸-۲۰]. در مطالعه‌ای Chigurupati و همکاران نشان دادند که تمرین‌های بدنی منظم، باعث کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از سن در بیضه به صورت کاهش آسیب در سلول‌های دودمان اسپرماتوزوآ و همچنین کاهش آسیب در سلول‌های لایدیگ موش می‌شود [۲۱]. صارمی و همکاران نیز در تحقیقی با موضوع بررسی تغییرات رزیستین به دنبال تمرینات هوازی و ارتباط آن با باروری در موش‌های صحرایی نر، نشان دادند که تمرین هوازی با شدت متوسط ممکن است مستقل از تغییرات رزیستین، پارامترهای اسپرم و مقاومت به انسولین را در موش‌های دیابتی شده با استرپتوزوتوسین بهبود بخشد [۲۲].

تمرین بدین صورت انجام شد که وزنه‌ای معادل ۵۰٪ وزن بدن حیوانات به دم موش‌ها متصل شد و این میزان بر اساس اصل اضافه بار به ۲۰۰٪ وزن بدن حیوانات تا هفته آخر رسید. سپس موش‌ها وادار به صعود از نردبان عمود شدند و در صورت خودداری از صعود، از شوک الکتریکی کم وات ۲٪ تا ۳٪ mA استفاده شد [۳۳،۳۴].

جدول ۱- برنامه تمرینی ۸ هفته‌ای فزاینده مقاومتی

هفته	اضافه بار	شیب (درجه)	تعداد جلسات	نوع تمرین
اول	۵۰٪ وزن بدن	۸۵	۳	۳ نوبت/ ۴ بار بالا رفتن
دوم	۷۰٪ وزن بدن	۸۵	۳	۳ نوبت/ ۴ بار بالا رفتن
سوم	۹۰٪ وزن بدن	۸۵	۳	۳ نوبت/ ۴ بار بالا رفتن
چهارم	۱۱۰٪ وزن بدن	۸۵	۳	۳ نوبت/ ۴ بار بالا رفتن
پنجم	۱۳۰٪ وزن بدن	۸۵	۳	۳ نوبت/ ۴ بار بالا رفتن
ششم	۱۵۰٪ وزن بدن	۸۵	۳	۳ نوبت/ ۴ بار بالا رفتن
هفتم	۱۷۰٪ وزن بدن	۸۵	۳	۳ نوبت/ ۴ بار بالا رفتن
هشتم	۲۰۰٪ وزن بدن	۸۵	۳	۳ نوبت/ ۴ بار بالا رفتن

روش تهیه نمونه های بافتی

۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین جهت از بین رفتن اثرات آنی ورزش، موش‌ها با تزریق درون صفاقی ترکیبی از کتامین ۷۵ میلی گرم بر کیلوگرم (شرکت روتکس مدیکا، کشور آلمان) و زایلازین ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم (شرکت آلفاسان، کشور هلند) بیهوش شده و پس از تشریح؛ تحت شرایط استریل، بافت‌های بیضه جدا و بلافاصله در نیتروژن مایع در دمای ۸۰- درجه سانتی فریز شدند. برای اندازه گیری شاخص‌ها؛ ابتدا بافت بیضه (۰/۲۵ گرم) در داخل هاون قرار گرفت و همزمان با نیتروژن مایع کوبیده و پودر شد و آنگاه محلول استخراج شده از آن به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد و از سوپرناتانت (محلول رویی) آن برای اندازه گیری استفاده گردید.

اساس روش اندازه گیری غلظت عصاره بافتی MDA بر پایه واکنش با تیوباربیتوریک اسید (TBA)، استخراج با بوتانل نرمال، اندازه‌گیری جذب در طول موج ۵۳۲ نانومتر با روش اسپکتروفتومتری و مقایسه جذب با منحنی استاندارد بر حسب واحد بین المللی در دسی‌لیتر؛ نانومول بر میلی‌گرم پروتئین (IU/dl) تعیین گردید [۳۵]. همچنین، سنجش غلظت عصاره بافتی آنزیم‌های GPX، TAC و SOD با استفاده از کیت‌های شرکت رندوکس (کیت‌های Randox، انگلیس) بر اساس دستورالعمل کیت‌ها، و با دستگاه

از مرکز تولید انواع خوراک دام (شرکت بهپرور) تهیه شد و همراه با بطری‌های آب ۵۰۰ میلی‌لیتری ویژه حیوانات آزمایشگاهی به صورت پلت آزادانه در دسترس آنها قرار گرفت.

پروتکل القای دیابت

جهت ایجاد دیابت نوع ۲ پس از ۱۲ ساعت ناشتا (دسترسی حیوانات به غذا محدود شد)، به صورت درون صفاقی محلول استرپتوزوتوسین (STZ) (ساخت شرکت سیگما، آمریکا) محلول در بافر سترات ۰/۱ مولار با دوز ۶۵ میلی‌گرم/ کیلوگرم به موش‌ها تزریق شد. پس از ۱۵ دقیقه برای محافظت نسبی از سلول‌های ترشح کننده انسولین در برابر STZ از محلول نیکوتین آمید (NA) (ساخت شرکت سیگما، آمریکا) محلول شده در نرمال سالین با دوز ۱۲۰ میلی گرم/ کیلوگرم استفاده شد. ۷۲ ساعت پس از تزریق برای اطمینان از دیابتی شدن (معیار ورود و خروج به مطالعه)، خونگیری از دم موش‌ها به وسیله گلوکومتر (GM Taiwan, ۱۱۰) انجام شد. حیواناتی که میزان قندخون آنها بیشتر از ۲۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر بود به عنوان دیابتی در نظر گرفته شدند [۳۰]. سپس به صورت تصادفی به ۴ گروه ۸ تایی تقسیم گردیدند و ۲ گروه از موش‌های دیابتی وارد پروتکل سندرم ترک مورفین شدند. گروه‌ها شامل دیابت (D)، دیابت مورفینی (D.M)، دیابت+تمرین مقاومتی (D+ RT) و دیابت مورفینی+تمرین مقاومتی (D.M+ RT) بودند.

پروتکل سندرم حاد ترک مورفین

در گروه‌های سندرم ترک، از محلول مورفین (شرکت تماد) و جهت کاهش تلخی ناشی از مورفین از ساکاروز با غلظت ۳٪ استفاده شد. همچنین برای جلوگیری از تجزیه مورفین توسط نور، شیشه‌های حاوی مورفین به وسیله ورق‌های نازک آلومینیومی پوشانده شدند [۳۱]. درصد حل شده مورفین، به ترتیب با دوزهای ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر هر کدام برای ۴۸ ساعت و دوز ۰/۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر برای بقیه روزها تا روز ۲۱ تجویز شد. جهت اطمینان از وابستگی موش‌ها به مورفین در پایان روز ۲۱، نالوکسان (شرکت سیگما آمریکا) به میزان ۲ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، به صورت درون صفاقی به موش‌ها تزریق شد. پس از مشاهده علائم ترک؛ از جمله پریدن، خاراندن و دندان قروچه کردن برای مدت ۳۰ دقیقه، موش‌ها وارد برنامه تمرین مقاومتی شدند [۳۲].

پروتکل تمرین مقاومتی

پس از یک هفته آشنایی موش‌ها با بالا رفتن از نردبان (بدون وزنه)، موش‌های گروه تمرینی (D+RT) و (D.M+ RT) برنامه تمرین مقاومتی ۸ هفته‌ای (۳روز در هفته) اجرا شد (جدول ۱). در هر جلسه تمرین موش‌ها ۳ نوبت تمرین کردند که هر نوبت شامل ۴ بار بالا رفتن از نردبان مخصوص به ارتفاع یک متر و با ۲۶ پله با فاصله ۴ سانتی‌متر و شیب ۸۵ درجه بود. بین هر نوبت ۳ دقیقه و برای هر وحله بالا رفتن ۳۰ ثانیه استراحت در نظر گرفته شد.

SPSS نسخه ۲۶ و رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

اسپکتروفوتومتری در طول موجهای به ترتیب ۶۳۰، ۳۴۰ و ۵۶۰ نانومتر و بر حسب واحد بین‌المللی در دسی‌لیتر؛ نانو مول بر میلی‌گرم پروتئین (IU/dl) تعیین گردید [۳۶].

ملاحظات اخلاقی

پروپوزال این تحقیق با کد اخلاق IAU. B. REC. 1402. IR. 045 توسط دانشگاه آزاد بروجرد تایید شده است.

محاسبات آماری

پس از بررسی توزیع نرمال داده‌ها توسط آزمون شاپیرو ویلیک، و برابری واریانس‌ها توسط آزمون لون؛ برای بررسی اثر متغیر مستقل بر متغیرهای وابسته از روش آنوای یک طرفه و در صورت همگن بودن داده‌ها از آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه بین میانگین گروه‌ها استفاده شد. تمام محاسبات آماری با نرم‌افزار

نتایج

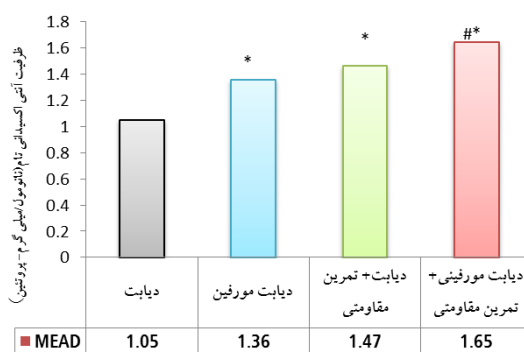
میانگین و انحراف معیار غلظت MDA و میزان TAC، GPX و SOD در گروه‌های مختلف و نتایج آنالیز واریانس یکراهه متغیرهای این مطالعه در جدول ۲- ارائه شده است.

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد غلظت MDA و میزان TAC، GPX و SOD در گروه‌های چهارگانه

P	F	مطالعه		گروه‌های مورد		متغیر
		D.M+RT(M±SD)	D+RT(M±SD)	D.M(M±SD)	D(M±SD)	
۰/۰۰۱	۷۸۱ ۴/	۰/۳۰±۰/۰۵۲	۰/۴۰±۰/۰۴۳	۰/۴۰±۰/۰۶۴	۰/۶۶±۰/۰۸۸	مالون دی‌آلدئید (نانومول میلی‌گرم)
۰/۰۰۱	۶۳۰ ۲۴/	۱/۶۵±۰/۱۱۳	۱/۴۷±۰/۱۴۲	۱/۳۶±۰/۰۴۵	۱/۰۵±۰/۱۵۷	ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (نانومول میلی‌گرم)
۰/۰۰۱	۲۰۲ ۱۷/	۵/۷۹±۰/۴۱۲	۵/۹۸±۰/۳۰۴	۵/۸۴±۰/۷۹۰	۴/۴۷±۰/۵۵۸	گلوکاتایون پراکسیداز (نانومول میلی‌گرم)
۰/۰۰۱	۱۲۴ ۸/	۳/۲۶±۰/۲۲۶	۲/۷۷±۰/۳۲۹	۲/۹۷±۰/۴۲۹	۲/۰۲±۰/۳۳۰	سوپراکسید دیسموتاز (نانومول میلی‌گرم)

D دیابت، D.M دیابت مورفینی، D+RT دیابت+تمرین مقاومتی، D.M+RT دیابت مورفینی+تمرین مقاومتی. M±SD میانگین ± انحراف معیار. سطح معناداری $P \leq 0.05$

استفاده از آزمون تعقیبی توکی جهت تفاوت درون گروهی، افزایش معنادار میزان TAC در گروه دیابت + تمرین مقاومتی در مقایسه با گروه دیابت را نشان داد ($P=0.001$). همچنین تفاوت معنادار در گروه دیابت مورفینی+تمرین مقاومتی در مقایسه با گروه دیابت مورفینی ($P=0.001$) نیز مشاهده شد (نمودار ۲).

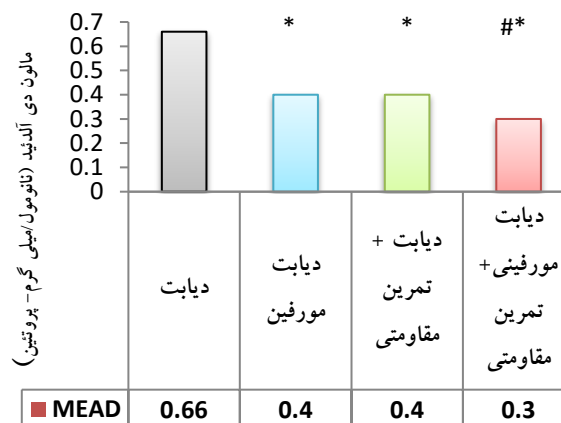


نمودار ۲- میانگین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در گروه‌ها.

* معناداری در مقایسه با گروه دیابت ($P < 0.05$)

معناداری در مقایسه با گروه دیابت مورفینی ($P < 0.05$)

نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان داد که میزان MDA بین گروه‌ها تفاوت معناداری دارد ($F=45/664$ ، $P=0.001$). در ادامه استفاده از آزمون تعقیبی توکی جهت تفاوت درون گروهی نشان از کاهش معنادار میزان MDA در گروه دیابت + تمرین مقاومتی در مقایسه با گروه دیابت ($P=0.001$) بود. همچنین تفاوت معنادار در بین گروه‌های دیابت مورفین و دیابت مورفین+تمرین مقاومتی ($P=0.013$) نیز مشاهده گردید (نمودار ۱).



نمودار ۱- میانگین غلظت مالون دی‌آلدئید در گروه‌ها.

* معناداری در مقایسه با گروه دیابت ($P < 0.05$)

معناداری در مقایسه با گروه دیابت مورفینی ($P < 0.05$)

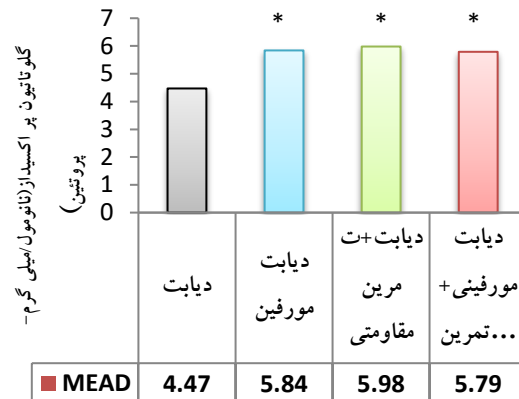
طبق نتایج آزمون تحلیل واریانس، میزان GPX بین گروه‌ها تفاوت معناداری داشت ($F=13/373$ ، $P=0.001$). در ادامه استفاده از آزمون تعقیبی توکی جهت تفاوت درون گروهی نشان از افزایش معنادار میزان GPX در گروه دیابت + تمرین مقاومتی در مقایسه با گروه دیابت ($P=0.001$) بود. اما تفاوت معناداری بین گروه دیابت

نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان داد که میزان TAC بین گروه‌ها تفاوت معناداری دارد ($F=32/783$ ، $P=0.001$). در ادامه

مکانیسم وجود دارد که بطور مستقیم یا غیرمستقیم می‌تواند روند اسپرماتوژنز را تحت تاثیر قرار دهد. اول اینکه بیماری، فعالیت هیپوتالاموسی - هیپوفیزی را تحت تاثیر قرار داده و از این طریق تولید هورمون‌های جنسی را دستخوش تغییر نماید. دوم اینکه مستقیماً بر ساختار توبول‌های بیضه اثر گذاشته و روند اسپرماتوژنز را تحت تاثیر قرار دهد [۳۷]. سلول‌های اسپرم پستانداران دارای محتوای لیپیدی با مقادیر زیادی از اسیدهای چرب غیراشباع، پلاسما لوزن‌ها و اسفنگومیلین می‌باشند و لیپیدهای موجود در اسپرماتوزوآ، ماده اصلی برای عمل پراکسیداسیون می‌باشند. این ویژگی، بافت بیضه را به کانونی مناسب برای تولید رادیکال‌های آزاد ناشی از پراکسیداسیون لیپیدها در طی دیابت تبدیل می‌کند. به علاوه سلول‌ها در این بافت به طور مکرر در حال تقسیم بوده، تولید رادیکال‌های آزاد در آنها به شدت افزایش می‌یابد. کاهش دفاع آنتی‌اکسیدان نیز در طی دیابت منجر به تشدید تجمع رادیکال‌های آزاد می‌شود. رادیکال‌های آزاد ایجاد شده از مسیره‌های متفاوت درون سلولی بر فعالیت‌های سلول اثر گذاشته و آپوپتوز و تخریب بافتی در بیضه‌ها را تشدید می‌کند [۳۷]. افزایش تولید مالون دی‌آلدئید در گروه دیابتی و دیابتی مورفینی تأکیدی بر افزایش روند پراکسیداسیون لیپیدی در این تحقیق است. صرمی در مطالعه‌ای نشان داد؛ دیابت از طریق سازوکارهایی چون افزایش استرس اکسیداتیو در بافت بیضه و تخریب سلول‌های سازنده هورمون آزادکننده گنادوتروپین در هیپوتالاموس منجر به کاهش هورمون‌های جنسی و پارامترهای باروری اسپرم از جمله تعداد، مورفولوژی، زنده مانی و قابلیت تحرک اسپرم در موش‌های دیابتی می‌شود [۳۸]. همچنین فکوری و همکاران در مطالعه‌ای دیگر نشان دادند که دیابت میزان خون‌رسانی بافت بیضه را کاهش داده و تحت شرایط استرس اکسیداتیو، میزان ترشح هورمون‌های گنادوتروپین تأثیر می‌گذارد و با ایجاد آسیب‌های متعدد به بافت بیضه به ویژه سلول‌های لیدیک و سرتولی، موجب کاهش عملکرد آنها می‌شود [۳۹].

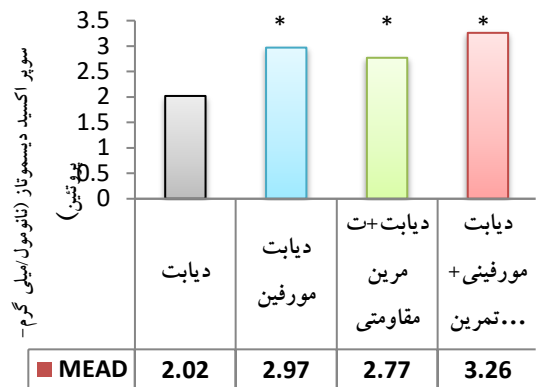
یافته‌های تحقیق حاضر شاخص پراکسیداسیون لیپیدی پایین‌تر و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری را در بافت بیضه موش‌های صحرایی گروه‌های تمرینی نسبت به گروه دیابت و دیابت مورفینی نشان داد. محققان گزارش کرده‌اند که تمرین مقاومتی مداوم، می‌تواند دفاع آنتی‌اکسیدانی را بهبود بخشیده و پراکسیداسیون لیپیدی را کاهش دهد [۴۰]. فعالیت بدنی با چندین سازوکار از جمله نشت اکسیژن از زنجیره انتقال الکترونی، سوخت‌وساز پروستاگلندین، فعالیت گزانتین اکسیدازها و ماکروفاژها و افزایش فعالیت کاتکولامین‌ها ممکن است بر فرآیندهای بروز فشار اکسایشی اثر بگذارد. روند کاهش MDA در گروه‌های تمرینی می‌تواند به علت بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی بافت بیضه به دنبال تسهیل در ورود گلوکز به درون سلول‌ها از طریق گیرنده‌های غیروابسته به انسولین و وابسته به فعالیت عضلانی، کاهش

مورفین و دیابت مورفین + تمرین مقاومتی گزارش نشد (P=۰/۹۹۷) (نمودار-۳).



نمودار-۳. میانگین میزان گلوکوتاتیون پراکسیداز در گروه‌ها. * معناداری در مقایسه با گروه دیابت (P < ۰/۰۵)

نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان داد که میزان SOD بین گروه‌ها تفاوت معناداری دارد (F=۱۹/۹۷۴، P=۰/۰۰۱). در ادامه استفاده از آزمون تعقیبی توکی جهت تفاوت درون گروهی نشان از افزایش معنادار میزان SOD گروه دیابت + تمرین مقاومتی در مقایسه با گروه دیابت (P=۰/۰۰۱) بود. نتایج عدم معناداری را در گروه دیابت مورفینی + تمرین مقاومتی در مقایسه با گروه دیابت مورفینی (P=۱/۰۰۰) نشان داد (نمودار-۴).



نمودار-۴. میانگین میزان سوپر اکسید دیسموتاز در گروه‌ها * افزایش معناداری در مقایسه با گروه دیابت (P < ۰/۰۵)

بحث

در مطالعه حاضر اثر ۸ هفته تمرین مقاومتی بر برخی شاخص‌های اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی بافت بیضه موش‌های صحرایی دیابتی همراه با سندرم حاد ترک مورفین بررسی شد. نتایج نشان داد که در ابتدا دیابت نوع ۲ به همراه مورفین باعث افزایش معنادار شاخص اکسیدانی مالون دی‌آلدئید و کاهش معنادار شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی TAC، GPX و SOD در بافت بیضه در گروه دیابت و دیابت مورفینی در مقایسه با دیگر گروه‌ها شد. تبعات ناشی از دیابت بر دستگاه تولیدمثلی ممکن است منشاء فیزیولوژیک یا سیتوتوکسیک داشته باشد. به عبارت دیگر دو

ورزشی موجب کاهش قدرت باروری مردان می‌شود؛ اما انجام تمرینات ملایم و متوسط ورزشی، اثرات زیان باری بر روی قدرت باروری مردان ندارد. به عبارت دیگر تمرین متوسط غیروامانده ساز به عنوان بهترین آنتی اکسیدان در برابر فشار اکسایشی عمل کرده و پراکسیداسیون لیپیدی را کاهش می‌دهد.

اگرچه شواهد بسیاری حاکی از اثر افزایش قند خون و شاخص‌های اکسیداتیو به وسیله مورفین در پستانداران مختلف نشان دهنده تاثیر مضر اعتیاد معتاد می‌باشد [۴۸]؛ اما شواهدی نیز وجود دارند که اثر کاهش شاخص‌های اکسیداتیو به دست آمده از تجویز داخل نخاعی مورفین را در موش‌های صحرایی بازگو می‌نماید [۴۹]. در تحقیق حاضر نیز کاهش غلظت MDA و افزایش میزان TAC، GPX و SOD بیضه گروه دیابتی مورفین نسبت به گروه دیابت معتاد بود. دلیل اثر مفید مورفین در این تحقیق نامشخص است؛ اما این احتمال را می‌توان داد که به دلیل افزایش تولید ROSها (آنیون‌های سوپراکسید و هیدروکسیل) در برخی شرایط ناشی از دیابت و اعتیاد؛ جریان‌های یونی، ساختار و عملکرد پروتئینها، بیان ژن و مسیرهای سیگنالی بسیاری از فاکتورها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. تحت شرایط فیزیولوژیک اثرات سمی این رادیکال‌ها توسط آنزیم‌هایی چون SOD خنثی می‌شود. بر این اساس افزایش میزان تولید ROSها در برخی از شرایط پاتولوژیک به نظر می‌رسد با افزایش فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی اکسیدان در ارتباط باشد، که به نظر می‌رسد این افزایش یک مکانیسم سازشی برای مقابله با افزایش تولید آنیون سوپراکسید باشد [۵۰]. GPX نیز به‌عنوان جمع‌آوری کننده رادیکال‌های آزاد عمل می‌کند. کاهش اولیه آن باعث فعال شدن گلوکوتیون سنتتاز از طریق فیدبک منفی شده و مقدار آن افزایش پیدا کرده است [۵۰]. البته عوامل دیگری همچون بیبوست ناشی از مصرف ماده مخدر تریاک و کاهش ترشح آنزیم‌های گوارشی، ترشح پانکراس، کاهش هضم غذا، کاهش اسید کلریدریک معده، افزایش تون استراحتی معده و تأخیر عبور محتویات به روده باعث کاهش اشتها در مصرف کنندگان می‌تواند مزید بر علت باشد [۵۱]. در هر صورت مصرف مورفین یا مخدرها در افراد دیابتی نمی‌تواند به‌عنوان یک ماده قابل اعتماد برای کاهش گلوکز خون در نظر گرفته شود.

از محدودیتهای این تحقیق می‌توان به عدم استفاده از گروه‌های کنترل سالم غیردیابتی و معتاد به مورفین را نام برد. در خاتمه پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های بعدی از دیگر شاخصهای اکسیداتیو و آنتی اکسیداتیو در بافت بیضه و همچنین ارزیابی این شاخص‌ها در روند باروری جنس مونث در نوع، مدت و شدت‌های مختلف تمرینی مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که ورزش به‌ویژه تمرین مقاومتی فزاینده با شدت متوسط تاثیر مفیدی بر کاهش شاخص‌های

گلیکاسیون آنزیم‌های آنتی‌اکسیداتیو و در نتیجه جلوگیری از کاهش فعالیت آنها یا جلوگیری از تجمع محصولات نهایی گلیکاسیون در بافت باشد [۱۶]. در همین راستا پرستش و همکاران نشان دادند که ۱۰ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا، مقاومتی و استقامتی موجب افزایش میزان تستوسترون و FSH موش‌های صحرایی مبتلا به دیابت می‌شود [۴۱].

مطالعات پیشین نقش درمانی ورزش را در بیماران مختلف از جمله پرفشاری خون، افسردگی، دیابت و اعتیاد گزارش داده‌اند [۲۵، ۲۴]. ورزش می‌تواند میزان برخی از واسطه‌های شیمیایی عصبی که به علت اعتیاد به مواد کاهش یافته است را جبران کند؛ بالا رفتن واسطه‌های شیمیایی از جمله اندورفین‌ها در طی ورزش منجر به تغییر در خلق و خو و میزان حساسیت فرد به درد می‌گردد. افزایش اندورفین‌ها در ورزش باعث ایجاد نشاط و کاهش علائم وابستگی به مورفین می‌گردد [۲۵]. در این راستا صالحی و همکاران اثر تمرینات ورزشی مختلف را در موش‌های معتاد به مورفین بررسی کردند؛ نتایج نشان داد که ورزش سبب بهبود وضعیت آنتی‌اکسیداتیو در روده می‌شود [۴۲]. همچنین همسو با این نتایج؛ آزادبخت و همکاران در مطالعه‌ای در موش‌های صحرایی دیابتی و دیابتی سندرم ترک مورفین نشان دادند که تمرین مقاومتی احتمالاً می‌تواند بر میزان کاهش آپوپتوز بافت کلیه موش‌ها اثر مثبت و محافظتی داشته باشد [۴۳]. صادق ژولا و همکاران نیز در تحقیقی مشابه اثر مثبت تمرین مقاومتی بر برخی نشانگرهای آپوپتوز ناشی از کاردیومیوپاتی موش‌های دیابتی و دیابتی سندرم ترک مورفین را نشان دادند [۴۴]. صحرانشین و همکاران نیز در تحقیقی مشابه تاثیر مثبت تمرین مقاومتی بر سطوح پروتئین فاکتور رشد اندوتلیال عروقی (VEGF) و اندوستاتین (ES) را در بافت قلب موش‌های صحرایی دیابتی همراه با سندرم ترک مورفین نشان دادند [۴۵]. نتایج پژوهش حاضر با نتایج ممبینی و همکاران و Nirupama و همکاران در تناقض است. ممبینی و همکاران در مطالعه‌ای که به بررسی اثر تمرین مقاومتی فزاینده بر فشار اکسایشی و کیفیت اسپرماتوزون موش‌های صحرایی پرداختند؛ نشان دادند که سطوح مالون دی آلدئید در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل افزایش داشته است و به این نتیجه رسیدند که تمرینات مقاومتی فزاینده ممکن است به دلیل افزایش فشار اکسایشی بر کیفیت اسپرماتوزون و سیستم باروری مردان اثر منفی داشته باشد [۴۶]. Nirupama و همکاران نیز نشان دادند که استرس ناشی از تمرین شنا با کاهش وزن بیضه، تعداد اسپرم، اسپرماتوسیت‌ها و اسپرماتوتیدها همراه است و این آثار تا ۴ ماه نیز ماندگار بوده است. همچنین در مردان با وزن طبیعی نشان داده شد که فعالیت بدنی استقامتی و مقاومتی مانند شنا و دویدن با شدت متوسط، منجر به بهبود کیفیت شاخص‌های اسپرم (تحریک‌پذیری، تعداد و قدرت باروری) می‌گردد [۴۷]. به نظر می‌رسد اثرات ورزش بر باروری جنس مذکر، وابسته به حجم و شدت تمرین باشد، به این معنی که فعالیت‌های شدید

داشته‌اند، از جمله آزمایشگاه‌های دانشگاه اراک و تبریز و همچنین اساتید و کارمندان دانشگاه آزاد بروجرد تشکر می‌کند.

نقش نویسندگان: آذرننگ در ارائه ایده و جمع‌آوری

داده‌ها، و پرستش و صارمی در طراحی مطالعه و تجزیه و تحلیل داده‌ها مشارکت داشته‌اند. همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهمی بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ گونه تضاد

منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

- Ghalavand A, Shakeryan S, Nikbakht A, Mehdipour A, Monazamnezhad A, Delaramnasab M. Effects of Aerobic Training on Cardiorespiratory Factors in Men with Type 2 Diabetes. *J Diabetes Nurs*. 2014; 2(2): 8-17. doi:10.17795/jjcdc-23346
- Robertson RP. Oxidative Stress and Impaired Insulin Secretion in Type 2 Diabetes. *Curr Opin Pharmacol*. 2006; 6(6): 615-9. doi:10.1016/j.coph.2006.09.002 PMID:17045527
- Penckofer S, Schwertz D, Florczak K. Oxidative Stress and Cardiovascular Disease in Type 2 Diabetes: The Role of Antioxidants and Prooxidants. *J Cardiovasc Nurs*. 2002; 16(2): 68-85 doi:10.1097/00005082-200201000-00007 PMID:11800069
- Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free Radicals, Antioxidants and Functional Foods: Impact on Human Health. *Pharmacogn Rev*. 2010; 4(8): 118-26. doi:10.4103/0973-7847.70902 PMID:22228951 PMCID:PMC3249911
- Fischer HD, Heinzeller T, Raab A. Gonadal Response to Psychosocial Stress in Male Tree Shrews (Tupaia Belangeri) Morphometry of Testis, Epididymis and Prostate. *Andrologia*. 2021; 17(3):262-75. doi:10.1111/j.1439-0272.1985.tb01000.x PMID:4025846
- Afzali S, Fadaei F, Oftadeh A, Ranjbar A. Salivary biomarkers of oxidative stress in methamphetamine users: a case-control study. *Novel Clin Med* 2022; 1(2): 95-100. doi: 10.22034/ncm.2022.331248.1029
- Khoshvaghti A, Darya G H, Hushmandi K, Musavi S M, Salami S. The Effect of Glaucium flavum Extract on the Activity of Three Liver and Kidney Oxidoreductase Enzymes in Alloxan Induced Diabetic Rats: A Short Report. *JRUMS*. 2019; 18(2): 193-200.
- Yahya B, Hashim A. The effect of freezing and heating white bread on the glycemic response of healthy individuals. *Novel Clin Med*, 2023; 2(4): 196-201. doi: 10.22034/ncm.2023.409805.1106
- Shahrokhi Saboor N. A Survey on the Effect of Morphine on Spermatogenesis, FSH, LH, Testosterone and Blood Biochemical Parameters. *Quarterly J Hamedan Police Sci*. Summer 2020; 7(2):45-56.
- Abbasi E, Salehi I, Zarin Kalam E, Ranjbar K, Mirzaei F, Komaki A et al. Protective Effect of Exercise on Liver Oxidative Stress, Inflammation and Histopathological Changes after Morphine Withdrawal in Rats. *J Mazandaran Univ Med Sci*. 2022; 32 (207):26-37.
- Momeni H, Abnosi M, Soleimani Mehranjani M. Effect of Morphine on Glucoregulatory Hormones (Insulin, Cortisol and Epinephrine) in Diabetic and Non-diabetic Mice. *Iran J Endocrinol Metabol*. 2012; 13(5): 530-6.
- Zhang YT, Zheng QS, Jing Pan, Zheng RL. Oxidative Damage of Biomolecules in Mouse Liver Induced by Morphine and Protected by Antioxidants. *Basic Clin*

اکسیداتیو از جمله MDA و افزایش فاکتورهای آنتی اکسیدانی GPX، TAC و SOD در بافت بیضه موش‌های دیابتی همراه با سندرم ترک مورفین داشته است. بنابراین ورزش به عنوان یک عامل موثر و کم هزینه برای جلوگیری از آسیب ناشی از دیابت و مخدرها، می‌تواند نقش مهمی در درمان ناباروری ایفا کند.

تشکر و قدردانی: این مطالعه برگرفته از رساله دکتری

تخصصی تربیت بدنی گرایش فیزیولوژی ورزشی شهرام آذرننگ می‌باشد. نویسندگان از تمامی کسانی که در این پژوهش همکاری

- Pharmacol Toxicol 2004; 95: 53-8. doi:10.1111/j.1742-7843.2004.950202.x PMID:15379780
- Nabatchian F, Tashauoei M, Bahrami A. Evaluation of the Effects of Morphine on Sex Hormones in Wistar Rats. 2019; 11(43):42-49.
- Shavandi N, Saremi A, Ghorbani A, Parastesh M. "Relationship between adiponectin and insulin resistance in type II diabetic men after aerobic training." *Arak Med Univ J*. 2011; 14(2): 43-50.
- Rezaee S, Barari A, Ahmadi M. Effect of Eight Weeks Aerobic Training on the Levels of Antioxidant Enzymes in the Heart Tissue of Type 2 Diabetic Rats. *Animal Physiology and Development Quarterly* 2019; 51(13): 49-6
- Silva LA, Scheffer DL, Alves A, T Pereira L, Moneretto DB, Tromm C, et al. Effect of Aerobic Training of Moderate and Low Volume on Electron Transport Chain Activity and Oxidative Stress Markers in Skeletal Muscle. *J Exercise Physiol Online*, 2015, 18.6.
- Pérez-Gallardo RV, Noriega-Cisneros R, Esquivel-Gutiérrez E. et al. Effects of diabetes on oxidative and nitrosative stress in kidney mitochondria from aged rats. *J Bioenerg Biomembr* 2014; 46(6): 511-8 doi:10.1007/s10863-014-9594-4 PMID:25425473
- Khajehnasiri N, Khazali H, Hesari FS. Alteration of neurokinin B gene expression and hypothalamic-pituitary-gonadal axis in response to one-month regular moderate physical activity. *J Arak Univ Med Sci* 2017; 20(5): 71-8.
- Wang X, Yang J, Lu T, Zhan Z, Wei W, Lyu X, et al. The effect of swimming exercise and diet on the hypothalamic inflammation of ApoE^{-/-} mice based on SIRT1-NF-κB-GnRH expression. *Aging (Albany NY)*, 2020 doi:10.18632/aging.103323 PMID:32518216 PMCID:PMC7346084
- Rosety-Rodriguez M, Rosety JM, Fornieles G, Rosety MA, Diaz AJ, Rosety I, et al. "Home-based treadmill training improved seminal quality in adults with type 2 diabetes." *Actas Urológicas Españolas (English Edition)*. 2014; 38(9): 589-93. doi:10.1016/j.acuroe.2014.03.008
- Chigurupati S, Son TG, Hyun DH, Lathia JD, Mughal MR, Savell J, Mattson MP. Lifelong running reduces oxidative stress and degenerative changes in the testes of mice. *J Endocrinol*. 2008; 199(2): 333-41. doi:10.1677/JOE-08-0306 PMID:18701639 PMCID:PMC2597502
- Saremi A, Parastesh M, Mohammadi L. Resistin Changes Following Aerobic Exercise and its Relationship with Fertility in Male Rats with Type 2 Diabetes. *Intern Med Today* 2020; 26(2):156-69. doi:10.32598/hms.26.2.3190.1
- Hovanloo F, Hedayati M, Abraham M, Abid Nazari H. "The effect of endurance training in different periods of time in the activities of antioxidant enzymes in rat liver." *Med Res* 2011; 35(1): 14-9.
- Heidarianpour A, Razavi Z, Seif M. Effects of Aerobic Exercise and GNRH Agonists on Apelin Serum Levels and

- Insulin Resistance Index in Girls with Central Precocious Puberty. *J Arak Uni Med Sci.* 2017; 20(1): 44-58.
25. Ahmadizadeh M, Sarkaki A, Farboud Y, Mohammadian, B., Rahim, F. Effect of exercise on morphine-induced toxicity in rat liver and kidney. *Jundishapur Sci Med J.* 2012; 11(3): 325-33.
26. Hall KE, McDonald MW, Grisé KN, Campos OA, Noble EG, Melling CJ. The role of resistance and aerobic exercise training on insulin sensitivity measures in STZ-induced Type 1 diabetic rodents. *Metabolism.* 2013; 62:10: 1485-94. doi:10.1016/j.metabol.2013.05.012 PMID:23810201
27. Huang H, Shan J, Pan XH, Wang HP, Qian LB. Carvedilol protected diabetic rat hearts via reducing oxidative stress. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2006; 7(9): 725-31. doi:10.1631/jzus.2006.B0725 PMID:16909474 PMID:PMC1559793
28. Akbari, Rouhollah, Abdolreza Jafari Chashmy, and Masoumeh Habibian. "The effect of eight weeks of high-intensity interval resistance training on serotonin 1 and 25-hydroxyvitamin D levels in overweight women with vitamin D deficiency." *Daneshvar Med.* 2022; 30(4): 74-
29. Parastesh M, Shavandi N. The effect of high intensity interval training on hormonal hypothalamic-pituitary-gonadal axis and fertility in type 2 diabetic male rats. *J Arak Univ Med Sci.* 2018; 21(2): 21-32.
30. Azadbakht B, Saremi A, Khansooz M. Investigating the Effects of 8 Weeks of Resistance Training on the Levels of P53 and Nrf2 Proteins in Kidney Tissue in Diabetic Rats with Morphine Withdrawal Syndrome. *J Shahid Sadoughi Uni Med Sci* 2023; 31(10): 7144-55. doi:10.18502/ssu.v31i10.14566
31. Jalalvand A, Heidarianpour A, Almasi J. Acute Effects of Swimming Exercise on Withdrawal Syndrome Sign in Morphine -Dependent Rats. *J Sabzevar Uni Med Sci* 2013; 20(3): 373-9.
32. Salmanzadeh F, Fathollahi Y, Semnianian S, Shafizadeh M, Kazemnejad A. Dependence on morphine leads to a prominent sharing among the different mechanisms of long-term potentiation in the CA1 region of rat hippocampus. *Brain Res.* 2003; 963(1-2): 93-100. doi:10.1016/S0006-8993(02)03947-1 PMID:12560114
33. Mardani Salmi M, Reisi J, Esfarjani F, Zamani, S. Effect of 8 Weeks Resistance Training and Irisin Injection on BDNF and Spatial Memory of Male Mice. *Sport Physiol.* 2020; 12(46): 157-74.
34. Louise B, Jennifer M, Michael A, Susan A, Jin Qin ScD, Kamil E. Leisure Time Physical Activity among U.S. Adults with Arthritis, 2008–2015. *Am J Preventive Med* 2017; 53(3): 345-54. doi:10.1016/j.amepre.2017.03.017 PMID:28601405
35. Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem.* 1951; 193(1): 265-75 doi:10.1016/S0021-9258(19)52451-6 PMID:14907713
36. Khoshvaghti A, Darya GH, Hushmandi K, Musavi S M, Salami S. The Effect of Glauicum flavum Extract on the Activity of Three Liver and Kidney Oxidoreductase Enzymes in Alloxan Induced Diabetic Rats: A Short Report. *JRUMS* 2019; 18(2):193-200
37. Aitken RJ, Roman SD. Antioxidant systems and oxidative stress in the testes. *Adv Exp Med Biol.* 2008; 154-71. doi:10.1007/978-0-387-09597-4_9 PMID:19856167
38. Saremi A. Comparison of the effects of endurance, resistance and concurrent training on insulin resistance and adiponectin-leptin ratio in diabetic rat. *J Qazvin Univ Med Sci Health Serv.* 2017; 21, 13-22.
39. Fakoori Jouibari M, Farzanegi P, Barari A. The Effect of 8-week Aerobic Exercise with urslane Supplementation Consumption on Peroxidant and Antioxidants Indicators in Women with Type 2 Diabetes. *JSSU.* 2014; 22(1): 928-39.
40. Dong CX, Hayashi K, Lee JB, Hayashi T. Characterization of structures and antiviral effects of polysaccharides from *Portulaca oleracea L.* *Chem Pharm Bull.* 2010; 58(4): 507-10. doi:10.1248/cpb.58.507 PMID:20410633
41. Parastesh M, Heidarianpour A, Bayat M, Saremi A. Effects of Resistance Training on Serum Level of Reproductive Hormones and Sperm Parameters in Type 2 Diabetes Rats. *J Arak Uni Med Sci.* 2016; 19(8):26-
42. Salehi I, Zarrinkalam E, Mirzaei F, Oshaghi EA, Ranjbar K, Asl SS. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on oxidative stress markers and the histological changes of intestine after morphine withdrawal in rats. *Avicenna J Med Biochem.* 2018; 6(2): 44-9. doi:10.15171/ajmb.2018.10
43. Azadbakht B, Sarmi A, Khansooz M. The effect of 8 Weeks of Endurance Training on the Levels of Apoptotic Proteins of Cytochrome C, Caspase 8 and Caspase 3 in Kidney Tissue of Diabetic Male Rats with Morphine Withdrawal Syndrome. *Iran J Diabetes Metab* 2023; 23(2).
44. Sadegh Joola M, Saremi A, Khansooz M. The Effect of Resistance Training on Some Markers of Apoptosis Caused by Diabetic Cardiomyopathy and Morphine withdrawal Syndrome in Diabetic Male Jiroft Uni Med Sci. 2023;10(1): 1198-206.
45. Sahraneshin K, Saremi A, Malekipooya M. "The effect of 8 weeks of endurance training on vascular endothelial growth factor (VEGF) and endostatin (ES) protein levels in cardiac tissue of diabetic rats with morphine withdrawal syndrome." *Cell Tissue J.* 2023; 14(2): 128-39. doi:10.61186/JCT.14.2.128
46. Mombeyni A, Bahmanzade M, Sarami A, Changizi-Ashtiyani S, Parastesh M. The Effect of Increasing Resistance Training on Testicular Oxidative Stress and Quality of Spermatogenesis in Male Rats. *J Arak Uni Med Sci.* 2018; 21(4):86-97.
47. Nirupama M, Devaki M, Nirupama R, Yajurvedi HN. Chronic intermittent stress-induced alterations in the spermatogenesis and antioxidant status of the testis are irreversible in albino rat. *J Physiol Biochem.* 2013; 69: 59-68. doi:10.1007/s13105-012-0187-6 PMID:22820994
48. McClung CA, Nestler EJ, Zachariou V. Regulation of gene expression by chronic morphine and morphine withdrawal in the locus ceruleus and ventral tegmental area. *Journal of Neuroscience.* 2005; 25 (25) 6005-6015. doi:10.1523/JNEUROSCI.0062-05.2005 PMID:15976090 PMID:PMC6724795
49. Zeng XS, Geng WS, Wang ZQ, Jia JJ. Morphine addiction and oxidative stress: The potential effects of thioredoxin-1. *Frontiers in pharmacology.* 2020; 11, 506533. doi:10.3389/fphar.2020.00082 PMID:32153403 PMID:PMC7047156
50. Jahanbakhsh Z, Mohammadi MT, Jafari M, Khoshbaten A, Salehi M. Role of oxidative stress in the aortic constriction-induced ventricular hypertrophy in rat. *Physiol Pharmacol* 2012; 16(2): 146-55.
51. Esmaeili N, Khodadadi A, Sayadianari A. The Effect of Narcotics on Blood Sugar, Triglycerides and Cholesterol in Drug-Dependants. *J Sabzevar Univ Med Sci* 2004; *J Sab Uni Med Sci.* 2004; 10: 13-19.

How to Cite this Article:

Azarrang S, Parastesh M, Saremi A. The effect of eight weeks of moderate-intensity endurance training on some oxidant and antioxidant indices in testicular tissues of diabetic rats with acute morphine withdrawal syndrome. *Feyz Med Sci J* 2024; 28 (2): 149-158. doi: 10.48307/FMSJ.2024.28.2.149