ORIGINAL ARTICLE

Effect of Resistance and Endurance Trainings on Sperm Parameters and Spermatogenesis Indices in Type 2 Diabetic Rats

Zahra Nadi[1],
Soheila Madadi[2],
Parvindokht Bayat[3],
Yusef Abbasi[2]

[1]MSc in Anatomy, Department of Anatomy, School of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Anatomy, School of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran
[3]Professor, Department of Anatomy, School of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

(Received January 25, 2020 ; Accepted May 3, 2020)

Abstract

Background and purpose: The aim of the present study was to investigate the effects of endurance training and resistance programs on sperm parameters and spermatogenesis in diabetic rats.

Materials and methods: In this experimental study, in one group, 24 healthy male Wistar rats were assigned into three subgroups (control, endurance training, and resistance training). The next group (n=24) consisted of male rats, in which diabetes was induced by intraperitoneal injection of nicotinamide (120mg/kg) + streptozotocin (65mg/kg) after 12 hours of starvation. This group was divided into three subgroups (diabetic control, diabetic endurance training, and diabetic resistance training). One week after the induction of diabetes, resistance, and endurance training protocols were performed in all groups for 10 weeks. Twenty-four hours after the last training session, the left epididymis was removed to examine sperm parameters.

Results: Blood glucose levels significantly reduced in diabetic group with endurance and resistance trainings ($P<0.0001$). Sperm parameters (count, motility, and morphology) did not significantly increase in the diabetic group with endurance and resistance training programs compared with those in the diabetic control group ($P<0.05$). Spermatogenesis indexes (tubul differentiated index, spermiogenesis index, and repopulation index) significantly increased in the diabetic group with endurance and resistance training programs compared with those in the diabetic control group ($P<0.0001$).

Conclusion: Both types of exercises improved spermatogenesis indexes, but further experiments are needed to evaluate the role of moderate-intensity exercise on the oxidative stress in fertility of diabetic rats.

Keywords: type 2 diabetes mellitus, resistance training, endurance training, sperm count, sperm motility

J Mazandaran Univ Med Sci 2020; 30 (186): 47-57 (Persian).

* **Corresponding Author: Yusef Abbasi -** Faculty of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran (E-mail: yusef 6542@gmail.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی ام شماره 186 تیر سال 1399 (57-47)

تاثیر تمرینات مقاومتی و استقامتی بر روی پارامترهای اسپرم و شاخص های اسپرماتوژنز در رت های دیابتی نوع 2

زهرا نادی[1]
سهیلا مددی[2]
پروین‌دخت بیات[3]
یوسف عباسی[2]

چکیده

سابقه و هدف: هدف این مطالعه، بررسی اثر تمرین استقامتی و مقاومتی بر روی پارامترهای اسپرم و اسپرماتوژنز در رت های دیابتی است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی، در گروه اول، 24 سر رت از نژاد ویستار در سه گروه کنترل سالم، سالم با تمرین استقامتی و سالم با تمرین مقاومتی قرار گرفتند. در گروه دوم، 24 سر رت جهت القای دیابت نوع دو، 12 ساعت پس از ناشتا بودن، از روش تزریق درون صفاقی 120 mg/kg محلول نیکوتین آمید به همراه 65 mg/kg محلول استرپتوزوتوسین استفاده گردید. رت ها، در سه گروه کنترل دیابتی، دیابتی با تمرین استقامتی و دیابتی با تمرین مقاومتی تقسیم شدند. یک هفته پس از القای دیابت، تمرین استقامتی و مقاومتی برای 6 گروه به مدت 10 هفته انجام و 24 ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرینی، اپیدیدیم چپ جهت بررسی پارامترهای اسپرم خارج شد.

یافته‌ها: کاهش قند خون درگروه دیابتی با تمرین استقامتی و تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی معنادار بود ($P<0/0001$). پارامترهای اسپرم (تعداد، حرکت و مورفولوژی) در گروه دیابتی با تمرین استقامتی و مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی افزایش معنی داری نداشت ($P<0/05$). شاخص‌های اسپرماتوژنز (تمایز لوله ای، اسپرمیوژنز و بازسازی) افزایش معنی‌داری در گروه دیابتی و گروه سالم با تمرین استقامتی و تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی و سالم داشت ($P<0/0001$).

استنتاج: تمرین استقامتی و مقاومتی باعث بهبود شاخص های اسپرماتوژنز می شود که نیازمند مطالعات بیشتر در زمینه اثر تمرینات بدنی متوسط بر روی فعالیت اکسایشی در باروری است.

واژه های کلیدی: دیابت ملیتوس نوع 2، تمرین مقاومتی، تمرین استقامتی، تعداد اسپرم، تحرک اسپرم

مقدمه

دیابت نوع دو به عنوان یک بیماری مزمن همراه با اختلالات متابولیکی است که با سرعت چشم‌گیری در جهان در حال گسترش است(1). دیابت نوع دو، موجب اختلالات فیزیولوژی و عملکردی در بافت‌های مختلف بدن به ویژه سیستم تناسلی و جنسی می‌شود(2). ناباروری مردان مبتلا به دیابت در نتیجه اختلال در روند اسپرماتوژنز

مولف مسئول: یوسف عباسی - اراک: دانشگاه علوم پزشکی اراک، دانشکده پزشکی E-mail: yusef 6542@gmail.com
1. کارشناس ارشدآناتومی، گروه علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک،ایران
2. استادیار، گروه علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک،ایران
3. استاد، گروه علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک،ایران
تاریخ دریافت : 1398/11/5 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات :1398/11/20 تاریخ تصویب : 1399/2/14

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

و کاهش تولید تستوسترون، LH و FSH و تغییر در انزال و نعوظ ایجاد می‌گردد(3). هورمون LH (هورمون لوتئینی) از هیپوفیز ترشح می‌شود و عملکرد تحریک سلول‌های لایدیگ و ترشح تستوسترون را در سیستم تولید مثل مردان بر عهده دارد(4). تستوسترون هورمون استروئیدی است که از سلول‌های لایدیگ بیضه ترشح می‌شود و برای رشد و تقسیمات سلول‌های زایا بیضه در مراحل ابتدایی تولید اسپرم نیاز است(5).

هورمون FSH (هورمون محرکه فولیکولی) از هیپوفیز قدامی ترشح می‌شود و سلول‌های سرتولی را تحریک می‌کند که منجر به بلوغ اسپرماتوسیت و فرایند اسپرمیوژنز می‌شود(5). از سویی سلول‌های سرتولی با تولید پروتئین متصل شونده به آندروژن سبب افزایش غلظت تستوسترون در لوله‌های اسپرم ساز می‌گردد(6) و هم چنین نقش حمایتی و فراهم کردن مواد مورد نیاز سلول های زایا را برعهده دارد(7).

تغییرات بافت شناسی اعم از آتروفی و کاهش قطر لوله های اسپرم‌ساز و آپوپتوز سلول‌های اسپرماتوژنیک (اختلال در روند اسپرماتوژنز) در موش‌های صحرایی دیابتی ایجاد می‌شود(8-10). مطالعات بسیاری گزارش کرده‌اند که در مردان مبتلا به دیابت و رت‌های نر دیابتی، کاهش سلول‌های لایدیگ باعث کاهش ترشح تستوسترون(11) و علاوه بر آن، کاهش در تعداد سلول‌های سرتولی منجر به کاهش سلول های اسپرماتوگونی می‌شود(12).

اثر مثبت تمرینات بدنی بر روی سیستم تولیدمثلی افراد دیابتی گزارش شده است(13). تمرینات ورزشی بر حسب شدت و نوع و مدت زمان آن باعث تغییرات معنی‌دار در پارامترهای اسپرم می‌گردد(14). مطالعات پرستش و همکاران نشان داد که تمرینات استامتی و مقاومتی باعث بهبود پارامترهای اسپرم از طریق افزایش سطح سرمی تستوسترون و LH در موش‌های مبتلا به دیابت ملیتوس می‌گردد(15،16). مطالعات ممبینی و همکارانش نشان داد که تمرینات مقاومتی افزاینده در موش‌های صحرایی دیابتی باعث کاهش کیفیت اسپرماتوژنز از طریق افزایش خاصیت اکسایشی می‌شود(17). اما تمرینات بدنی با شدت متوسط باعث محافظت از سلول‌ها در برابر آپوپتوز شده و باعث بهبود روند اسپرماتوژنز می‌گردد(18). مطالعات مختلفی در رابطه با کاربرد کمتر پارامترهای اسپرم در شناسایی باروری افراد سالم و دیابتی انجام شده است(19-21). با توجه به کاربرد کم‌تر پارامترهای اسپرم در توجیه باروری افراد دیابتی و با توجه به این که هنوز مطالعات کافی در مورد اثر شدت، مدت و نوع تمرینات بدنی بر روی خصوصیات بافتی بیضه افراد دیابتی و شاخص‌های اسپرماتوژنز صورت نگرفته است، از این‌رو هدف پژوهش حاضر بررسی اثر دو نوع تمرینات ورزشی (استقامتی و مقاومتی) بر روی شاخص‌های اسپرماتوژنز در رت‌های مبتلا به دیابت و مقایسه آن‌ها با یکدیگر می‌باشد.

مواد و روش ها

در این مطالعه تجربی، 48 سر موش صحرایی نر بالغ از نژاد Wistar به مدت 2 هفته جهت سازگاری با شرایط محیط حیوانخانه دانشگاه علوم پزشکی اراک با شرایط دسترسی آزاد به آب و غذا مطابق با اصول کار با حیوانات (چرخه 12 ساعت روشنایی- تاریکی و درجه حرارت $22\pm2^{\circ}C$ با دسترسی آزادانه به آب و غذا) نگهداری شدند. سپس 24 سر رت پس از وزن کشی و 12 ساعت ناشتا بودن با محلول نیکوتین آمید محلول شده در نرمال سالین با دوز 120mg/kg و بعد از 15 دقیقه با محلول استرپتوزوتوسین (STZ) حل شده در بافر سیترات 0/1 مولار با دوز 65 mg/kg به صورت تزریق درون صفاقی به دیابت نوع دو مبتلا شدند. بعد از 3 روز از رت‌های ناشتا خون گیری شد و حیواناتی که میزان قندخون آن‌ها بیش‌تر از 250 mg/dl بود، به عنوان دیابتی در نظر گرفته شدند(22). در سه گروه هشت تایی کنترل دیابتی، دیابتی با تمرین استقامتی و دیابتی با تمرین مقاومتی تقسیم شدند. همچنین 24 سر رت برای

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

اینکه شرایط یکسانی با گروه‌های دیابتی داشته باشند به مقدار 1 سی‌سی نرمال سالین به صورت تزریق درون صفاقی دریافت کردند و به 3 گروه هشت‌تایی کنترل سالم و سالم با تمرین استقامتی و سالم با تمرین مقاومتی تقسیم شدند.

تمرین مقاومتی

برنامه تمرینی مقاومتی شامل 2 مرحله است

مرحله‌ی اول: بعد از ایجاد مدل دیابتی، به مدت یک هفته تمرین جهت آشناسازی حیوانات با وسایل و نردبان و آموختن بالا رفتن از پله‌های نردبان در نظر گرفته شد.

مرحله دوم: در این مرحله حیوانات به مدت 8 هفته، در هر هفته 5 جلسه و در هر جلسه 3 ست تمرین می‌کنند که هر ست شامل 4 بار بالا رفتن از نردبان مخصوص به ارتفاع یک متر و شامل 26 پله است. بین هر ست، 1 دقیقه استراحت برای حیوانات در نظر گرفته شد. از شروع هفته دوم، هر هفته وزنه‌هایی به میزان 30 درصد وزن اولیه رت‌ها به دم آن‌ها بسته می‌شد که این مقدار در پایان هفته‌ی آخر به 200 درصد وزن آن‌ها رسید(23).

برنامه تمرین استقامتی

برنامه تمرین استقامتی روی تردمیل 5 کاناله به دلیل کنترل آسان‌تر سرعت و مدت زمان دویدن اجرا شد. موش‌ها در گروه تمرین به مدت 10 هفته، هر هفته 5 روز تمرین کردند. کل دوره تمرین به 3 مرحله آشنایی، اضافه بار، حفظ و تثبیت شدت کار تقسیم شد. در مرحله آشنایی (هفته اول) موش‌ها هر روز به مدت 15-10 دقیقه با سرعت 8 متر بر دقیقه بر روی نوارگردان راه رفتند. در مرحله اضافه بار (هفته دوم تا چهارم) موش‌ها ابتدا به مدت 20 دقیقه و با سرعت 27متر در دقیقه روی نوارگردان دویدند و به تدریج در طول مدت 3 هفته، مدت فعالیت افزایش (هر جلسه 2 دقیقه) می‌یافت تا به میزان نهایی، 60 دقیقه رسید و در نهایت در مرحله حفظ و تثبیت شدت کار به مدت 3 هفته تمرین استقامتی (60 دقیقه و با سرعت 27 متر در دقیقه) را اجرا کردند. در ضمن در هر جلسه تمرینی در ابتدا 5 دقیقه برای گرم کردن (با شدت 16 متر در دقیقه) و در انتها 5 دقیقه برای سرد کردن (با شدت 16 متر در دقیقه و با کاهش تدریجی شدت به کم‌ترین مقدار) فعالیت می‌کردند(24).

سطوح قندخون در تمامی گروه‌ها توسط گلوکومتر، در هر مرتبه بعد از 12 ساعت ناشتا بودن، از طریق خونی که از قسمت دم رت‌ها گرفته شده بود، اندازه‌گیری شد. سطوح قندخون پس آزمون در هفته آخر در نظر گرفته شد.

48 ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، رت‌ها با تزریق درون صفاقی ترکیبی از کتامین (70mg/kg) و زایلازین (4mg/kg) تشریح شدند و بیضه جهت مطالعات بافتی از بدن حیوان خارج گردید. برای بررسی پارامترهای اسپرم، دم اپیدیدیم در 5ml از محیط کشت (DMEM-F12) (Dulbecco's Modification of Eagle's Medium) قرار داده شد. با استفاده از یک تیغ تمیز، دم اپیدیدم خرد شد (در همه نمونه‌ها میزان خرد شدن دم اپیدیدیم یکسان است) و یک سوسپانسیون به دست آمد. سوسپانسیون حاصل به مدت 10 دقیقه در انکوباتور با دمای 27 درجه سانتیگراد قرار داده شد. سپس بر اساس دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی، جهت شمارش و بررسی حرکت اسپرم‌ها از لام نئوبار استفاده شد. همچنین جهت بررسی مورفولوژی و زنده مانی اسپرم‌ها، رنگ‌آمیزی پاپانیکولا و رنگ‌آمیزی حیاتی ائوزین-نیگروزین انجام گردید(25). سپس بیضه چپ موش‌ها خارج و در محلول بوئن تثبیت گردید. مراحل آماده‌سازی بافتی شامل آبگیری، الکل‌گیری و شفاف کردن، نفوذ پارافین و قالب‌گیری انجام شد و برش‌های 5 میکرونی با رنگ هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی شدند. در مقاطع تهیه شده شاخص‌های اسپرماتوژنز شامل اندازه‌گیری شاخص تمایز لوله‌ای (TDI)، شاخص اسپرمیوژنز (SI) و شاخص بازسازی(RI) درمقطع عرضی200 لوله سمینفروس در هر اسلاید با بزرگنمایی 400 مورد شمارش قرار

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

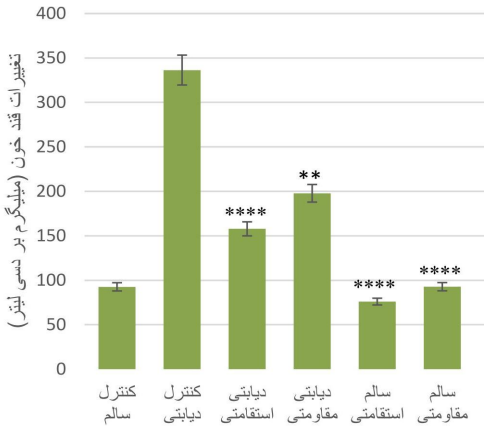
گرفتند. برای محاسبه شاخص تمایز لوله‌ای، درصد لوله‌های منی‌ساز که شامل سه و یا بیش از سه رده سلول‌های اسپرماتوژنز تمایز یافته از سلول‌های اسپرماتوگونی نوع A می‌باشد، محاسبه گردید. این سلول‌ها شامل اسپرماتوگونی بینابینی، اسپرماتوگونی تیپ B، اسپرماتوسیت و اسپرماتید می‌باشد. این شاخص بیانگر حیات و تمایز سلول‌های بنیادی لوله منی ساز یعنی اسپرماتوگونی A می‌باشد. برای محاسبه ضریب بازسازی، نسبت سلول‌های اسپرماتوگونی فعال به سلول‌های اسپرماتوگونی غیر فعال در لوله‌های منی‌ساز محاسبه گردید. سلول‌های اسپرماتوگونی فعال دارای هسته یوکروماتین و روشن هستند وسلول‌های اسپرماتوگونی غیرفعال دارای هسته هتروکروماتین، تیره و متراکم هستند(26). هم‌چنین برای محاسبه ضریب اسپرمیوژنز، نسبت لوله‌های منی‌ساز که حاوی اسپرم بودند به لوله‌های فاقد اسپرم محاسبه گردید(27). تعداد سلول‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتوسیت، اسپرماتید، سرتولی و لیدیگ درمقطع عرضی 200 لوله سمینفروس در هر اسلاید با بزرگنمایی 400، مورد شمارش قرار گرفتند(28).

آنالیز آماری

آنالیز آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار Graph Pad Prism 8 صورت گرفت. سپس برای تعیین میانگین‌ها از آمار توصیفی و برای بررسی میزان تفاوت میانگین‌ها از آزمون پارامتریک آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) استفاده شد. در صورت معنادار بودن آنالیز واریانس یک طرفه از آزمون تعقیبی Tukey جهت پیدا کردن محل اختلاف استفاده شد. داده‌ها به صورت Mean ± SD گزارش شد. لازم به ذکر است که سطح معناداری اختلاف بین گروهی P<0/05 در نظر گرفته شد.

یافته ها

آنالیز داده‌های قند خون نشان داد که میانگین قندخون در بین گروه‌های مختلف تفاوت معنادار دارند (نمودار شماره 1). کاهش قند خون در گروه دیابتی با تمرین استقامتی و تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل دیابتی معنی‌دار بود (P<0/0001). در گروه سالم استقامتی میانگین قند خون نسبت به گروه کنترل سالم تفاوت معنی‌داری نداشت (P=0/56). علاوه بر آن تفاوت قند خون در گروه دیابتی استقامتی نسبت به دیابتی مقاومتی (P=0/91) و در گروه سالم استقامتی نسبت به سالم مقاومتی (P=0/99) معنی‌دار نبود.



نمودار شماره 1: تغییرات قند خون پس از تمرین‌های مقاومتی و استقامتی در گروه‌های مختلف. معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل سالم با علامت # و معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل دیابتی با علامت*نشان داده شده است. داده‌ها به صورت Mean±SD گزارش شده است (P<0/05).

آنالیز داده‌های مربوط به پارامتر اسپرم نشان داد که میانگین تعداد اسپرم (Sperm count) در بین گروه‌های مختلف تفاوت معنادار دارند (جدول شماره 1). علاوه بر آن افزایش تعداد اسپرم در گروه دیابتی مقاومتی نسبت به دیابتی استقامتی (P=0/78) و در گروه سالم مقاومتی نسبت به سالم استقامتی (P=0/1) معنی‌دار نبود. میانگین درصد اسپرم‌های قابل حرکت (Sperm motility) در بین گروه‌های مختلف تفاوت معنادار داشتند (جدول شماره 1). با اینحال افزایش تحرک اسپرم‌ها در گروه دیابتی مقاومتی نسبت به دیابتی استقامتی (P=0/98) و در گروه سالم استقامتی نسبت به سالم مقاومتی (P=0/88)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

معنـادار نبـود. میـانگین درصـد اسـپرم‌هـای زنـده (Sperm viability)در بـین گـروه‌هـای مختلـف دارای تفاوت معنادار بودنـد (جـدول شـماره 1). عـلاوه بـر آن افزایش تعداد اسپرم زنده در گروه دیابتی مقاومتی نسبت به دیابتی اسـتقامتی (P<0/0001) معنـی‌دار بـود ولـی در گروه سالم مقاومتی نسـبت بـه سـالم اسـتقامتی (P=0/8) معنی‌دار نبود. میانگین درصد مورفولوژیک طبیعی اسپرم (Sperm morphology) در بین گروه‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌دار بودند (جدول شـماره 1). مورفولوژیـک طبیعی اسپرم در گروه دیابتی مقاومتی نسـبت بـه دیـابتی استقامتی (P=0/98) و در گروه سالم مقاومتی نسـبت بـه سالم استقامتی (P=0/99) افزایش معنی‌داری نداشت.

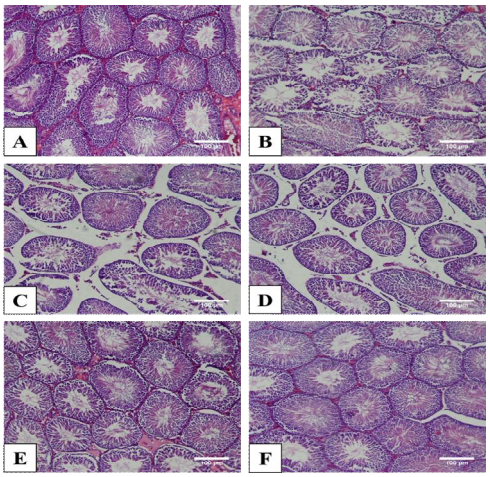
جدول شماره 1: مقایسه پارامترهای اسپرم پس از تمرین در گـروه هـای مختلف. a. نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در مقایسه با گروه کنتـرل سالم. b. نشان دهنده تفـاوت معنـادار در مقایسـه بـا گـروه کنتـرل دیابتی. داده‌ها به صورت Mean±SD گزارش شده است (P<0/05).

گروه	شمارش اسپرم	حرکت اسپرم(درصد)	زنده مانی اسپرم(درصد)	مورفولوژی اسپرم(درصد)
کنترل سالم	08.13±30.39	57.6±80.60	64.4±50.77	823.0±70.94
کنترل دیابتی	65.7±56.13	06.2±44.32	57.5±89.21	55.11± 67.82
دیابتی استقامتی	61.11±56.27	78.8±67.37	b84.7±33.60	97.6±11.89
دیابتی مقاومتی	44.15±78.20	62.11±56.35	b42.7±11.40	38.8±11.87
سالم مقاومتی	ab51.9±75.60	ab18.2±25.72	ab59.1±38.91	b55.1±13.98
سالم استقامتی	ab37.3±25.46	ab4±76	ab90.2±88.87	b07.2±50.97

آنالیز داده‌های تصویر شماره 2 در جدول شـماره 2 و 3 نشان داده شده است. آتروفی لوله‌های منی‌ساز، عدم سازماندهی مناسب سلول‌ها و تخریب اپیتلیوم زایـا و ادم بافت همبند بینابینی در گروه‌های دیابتی (تصویر شـماره B–1) مشهود است. ساختار نرمال لولـه‌هـای منـی‌سـاز بـا سازماندهی نرمال سلول‌های اپیتلیوم زایـا در گـروه‌هـای کنترل سالم (تصویر شماره A–1)، سـالم مقـاومتی (تصـویر شماره E–1) و سالم استقامتی (تصویر شماره F–1) قابـل مشاهده است و سازماندهی جمعیت سلول‌های اسپرماتوژنیک در گروه‌های دیـابتی اسـتقامتی (تصـویر شـماره C–1) و گروه مقاومتی (تصویر شماره D–1) بهبود یافته است.

آنـالیز داده‌های مربـوط بـه شـاخص تمـایز لولـه‌ای (Tubule differentiated index) نشـان داد کـه ایـن شاخص در بین گروه های مختلف تفاوت معنی‌دار دارد (جدول شماره 2). علاوه بر آن، افزایش شـاخص تمـایز لولـه‌ای در گـروه دیـابتی اسـتقامتی نسـبت بـه دیـابتی مقاومتی (P=0/55) و در گروه سالم مقـاومتی نسـبت بـه سالم استقامتی (P=0/64) معنی‌دار نبود.

آنـالیز مربوط به شاخص بازسازی لوله‌های منی‌ساز (Repopulation index) نشان داد کـه ایـن شـاخص در بین گروه های مختلف تفاوت معنی‌دار دارد (جدول 2). علاوه بر آن افزایش شاخص بازسازی در گـروه دیـابتی استقامتی نسبت به دیابتی مقاومتی (P=0/43) و در گـروه سـالم مقـاومتی نسـبت بـه سـالم اسـتقامتی (P=0/99) معنـی‌دار نبـود. آنـالیز مربـوط بـه شـاخص اسـپرمیوژنز (Spermiogenesis index) نشان داد که این شاخص در بین گروه‌هـای مختلـف تفـاوت معنـی‌دار دارد (جـدول شماره 2). علاوه بـر آن، افـزایش شـاخص بازسـازی در گـروه دیـابتی مقـاومتی نسـبت بـه دیـابتی اسـتقامتی (P=0/89) معنی‌دار نبود، اما گروه سالم استقامتی نسـبت به سالم مقاومتی (P=0/012) معنی‌دار بود.



تصویر شماره 2: رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین وائوزین بافـت بیضـه را در گروه‌های مختلف با بزرگ نمایی 200× نشان می‌دهـد. A: کنتـرل سالم. B: کنترل دیابتی. C: دیابتی با تمرین مقاومتی. D: دیابتی با تمرین استقامتی. E: سالم با تمرین مقاومتی. F: سالم با تمرین استقامتی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

آنالیز مربوط به میانگین تعداد سلول‌های سرتولی و لیدیگ نشان داد که تعداد این سلول ها در گروه های مختلف تفاوت معنادار دارند (جدول شماره 2).

جدول شماره 2: مقایسه میانگین تعداد سلول‌های سرتولی و لیدیگ در گروه‌های مختلف. a نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در مقایسه با گروه کنترل سالم .b نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در مقایسه با گروه کنترل دیابتی. داده‌ها به صورت Mean±SD گزارش شده است (P<0/05).

گروه	میانگین تعداد سلول سرتولی	میانگین تعداد سلول لیدیگ
کنترل سالم	1,43±33,6	1,69±15,8
کنترل دیابتی	0,98±25	0,93±12
دیابتی استقامتی	b1,52±29,3	1,68±14
دیابتی مقاومتی	b1,41±28,3	1,5±13,3
سالم استقامتی	b1,97±32,9	b2,28±17,3
سالم مقاومتی	b1,47±31,2	b1,71±16,8

جدول شماره 3: مقایسه شاخص‌های اسپرماتوژنز پس از تمرین در گروه‌های مختلف. a.نشان‌دهنده تفاوت معنادار در مقایسه با گروه کنترل سالم.b نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در مقایسه با گروه کنترل دیابتی. داده‌ها به‌صورت Mean±SD گزارش شده است(P<0/05). شاخص تمایز لوله‌ای (TDI). شاخص بازسازی (RI). شاخص اسپرمیوژنز (SI)

گروه	TDI (%)	RI (%)	SI (%)
کنترل سالم	50.4±67.85	04.4±33.83	68.5±67.82
کنترل دیابتی	16.4±33.47	7±46	72.4±33.47
دیابتی مقاومتی	b05.3±33.63	b04.4±66.61	b58.4±76
دیابتی استقامتی	b4±67	b71.9±67.67	b7±73
سالم مقاومتی	b50.5±66.86	b5±87	b80.6±66.84
سالم استقامتی	b6±90	b88.8±88	ab16.4±67.94

افزایش میانگین تعداد سرتولی در گروه دیابتی استقامتی نسبت به دیابتی مقاومتی (P=0/71) و در گروه سالم استقامتی نسبت به سالم مقاومتی (P=0/17) معنی‌دار نبود. افزایش میانگین تعداد سلول‌های لیدیگ در گروه دیابتی استقامتی نسبت به دیابتی مقاومتی (P=0/94) و در گروه سالم استقامتی نسبت به سالم مقاومتی (P=0/98) معنی‌دار نبود.

بحث

مطالعه حاضر تأثیر 10 هفته تمرین استقامتی و مقاومتی بر پارامترهای اسپرم (تعداد، زنده مانی، مورفولوژی و حرکت اسپرم) وشاخص‌های اسپرماتوژنز وتعداد سلول‌های سرتولی و لیدیگ در موش‌های صحرایی دیابتی نوع دو را مورد بررسی قرار داده است. در این مطالعه گلوکز خون ناشتا پس از تمرینات بدنی در گروه‌های دیابتی و سالم کاهش یافت. علاوه بر آن، تغییری معنادار در پارامترهای اسپرم (تعداد، حرکت و مورفولوژی طبیعی) در گروه دیابتی همراه با تمرینات بدنی مشاهده نشد اما میزان زنده مانی اسپرم تحت تاثیر تمرینات بدنی افزایش یافت. شاخص‌های اسپرماتوژنز (شاخص تمایز لوله‌ای (TDI)، شاخص اسپرمیوژنز (SI) و شاخص بازسازی (RI)) و سلول‌های سرتولی در گروه دیابتی و سالم تحت تاثیر تمرینات بدنی افزایش یافت که نشان‌دهنده بهبود این شاخص‌ها تحت تاثیر ورزش بود. مطالعات اخیر شیوع بسیار بالای (51 درصد) ناباروری را در میان بیماران مبتلا به دیابت ملیتوس گزارش کرده‌اند(29). مردان دیابتی تحت تاثیر افزایش گلوکز خون از اختلالات جنسی از جمله کاهش میل جنسی و ناتوانی جنسی و اختلال در نعوظ رنج می‌برند(30).

در این مطالعه گلوکز خون ناشتا پس از تمرینات بدنی به خصوص تمرین استقامتی در گروه‌های دیابتی و سالم کاهش یافت. هم سو با نتایج ما، مطالعات Touvra از طریق 8 هفته فعالیت ورزشی هوازی و ترکیبی (هوازی و مقاومتی)(31)، و مطالعات پرستش از طریق 10 هفته تمرینات استقامتی(32) و سمدیان با 6هفته مطالعات استقامتی(18) باعث کاهش معنی‌دار گلوکز خون ناشتا در افراد دیابتی شد. تمرینات ورزشی به عنوان یکی از راه‌های درمان هایپرگلیسمی می‌تواند با افزایش پروتئین‌های حامل گلوکز و به دنبال آن با کاهش اثرات پاتولوژیک استرس اکسیداتیو و بهبود وضعیت اندوکرینی، اختلالات ناشی از دیابت را بهبود بخشد(33).

در این مطالعه تفاوتی معنادار در پارامترهای اسپرم (تعداد، حرکت و مورفولوژی طبیعی) در گروه دیابتی همراه با تمرینات بدنی نسبت به گروه کنترل مشاهده نشد. توجه به این امر ضروری است که تمرینات ورزشی بر حسب شدت، نوع و مدت زمان آن باعث تغییر در

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

کیفیت و پارامترهای اسپرم می گردد(14). به طوری که، تمرینات شنای سنگین باعث کاهش پارامترهای اسپرم می گردد(34). از سوی دیگر، تجویز تمرینات هوازی با شدت متوسط باعث بهبود پارامترهای اسپرم می گردد(18). مطالعات پرستش و همکاران نشان دادند که تمرینات استقامتی و مقاومتی از طریق افزایش هورمون‌های LH و تستوسترون باعث بهبود پارامترهای اسپرم می گردد و بین گروه استقامتی و مقاومتی تفاوتی از لحاظ پارامترهای اسپرم وجود نداشت(15). با توجه این که دیابت با مکانسیم‌های ایجاد استرس اکسیداتیو در سلول‌های بیضه، تخریب DNA اسپرم و تغییرات سطح هورمون‌های جنسی (کاهش تستوسترون و LH) موجب کاهش عملکرد تولیدمثلی در مردان می‌شود(35) که علت این عدم تفاوت در پارامترهای اسپرم در بین گروه‌های استقامتی و مقاومتی می‌تواند به دلیل تعادل ردوکس/ احیاء در دو گروه باشد(36).

مطالعه Bonde و همکارانش نشان داد که برخی از افراد بر خلاف داشتن میزان نرمال پارامترهای اسپرم پیشنهاد شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO)، بارور نیستند(20).

مطالعه Agbaje و صالح نیز نشان داد که افراد دیابتی ممکن است پارامترهای منی نرمال داشته باشند ولی با این حال میزان بالایی از آسیب هسته اسپرم و میتوکندریایی در اسپرم افراد دیابتی نسبت به گروه کنترل وجود داشته باشد(19،21). تمامی مطالعات قبلی باعث شد تا تمرکز مطالعات ما بر روی شاخص‌های پایه‌ای (شاخص‌های اسپرماتوژنز) و دقیق تر باشد.

در این مطالعه شاخص‌های اسپرماتوژنز (شاخص تمایز لوله‌ای (TDI)، شاخص اسپرمیوژنز (SI) و شاخص بازسازی (RI)) و سلول‌های سرتولی در مطالعه ما در گروه دیابتی و سالم تحت تاثیر تمرینات بدنی به خصوص تمرین استقامتی افزایش یافت. همسو با مطالعه ما در مطالعه سمدیان و همکاران شاخص تمایز لوله‌ای و اسپرمیوژنز و علاوه بر آن تعداد سلول‌های لیدیگ در گروه ورزشی استقامتی نسبت به گروه دیابتی افزایش معنی‌داری نشان داد(18). از سوی دیگر، الهاشم و همکاران در سال 2014 بیان کردند تمرینات استقامتی باعث بهبود شاخص‌های اسپرماتوژنز موش‌های چاق می گردد(37) که در تشابه با مطالعات ما بود. تمرینات ورزشی بر حسب شدت، نوع و مدت زمان آن باعث تغییرات معنی‌دار در کیفیت اسپرم می گردد(14). در تمرینات مقاومتی شدید میزان مصرف اکسیژن افزایش می‌یابد و متعاقب آن افزایش ROS باعث کاهش کیفیت اسپرم و اختلال در روند اسپرماتوژنز می‌شود(34). از طرفی تمرینات طولانی استقامتی نیز منجر به کاهش سطح تستوسترون و کاهش کیفیت اسپرم می گردد(38). استرس اکسیداتیو منجر به اختلال در روند تقسیم و تمایز سلول‌های زایای جنسی (اسپرماتوژنز) در مردان می گردد(39). با توجه به مطالعات قبلی، در مطالعه ما، تمرینات مقاومتی و استقامتی در افزایش معنی‌دار سلول‌های سرتولی و شاخص‌های اسپرماتوژنز موثر بوده است. یافته‌ها حاکی از آن است که به احتمال زیاد تمرینات بدنی با شدت متوسط و منظم با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از عوارض بیماری دیابت می کاهد(40) و باعث محافظت از سلول‌های لیدیگ در برابر آپوپتوز و حفظ سطح تستوسترون و بهبود روند اسپرماتوژنز می گردد(18). به طور کلی با توجه به مطالعات Bonde و Agbaje و Saleh (31-29) و همسو با مطالعه ما، تنها با بررسی پارامترهای اسپرم نمی‌توان در مورد باروری افراد دیابتی اظهار نظر کرد.

القاء دیابت به وسیله استرپتوزوتوسین و نیکوتین آمید به طور معنی‌داری موجب اختلال در روند اسپرماتوژنز می‌شود. از سویی به نظر می‌رسد تمرین مقاومتی و استقامتی باعث بهبود روند اسپرماتوژنز می‌شوند. با این وجود نیاز به بررسی فعالیت اکسایشی و سایر مکانیسم‌های فیزیولوژیک است تا بتواند راهکاری موثر در بهبود باروری رت های دیابتی باشد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

سپاسگزاری

پژوهش حاضر برگرفته از بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد با گرایش علوم تشریح می‌باشد که در گروه علوم تشریح دانشگاه علوم پزشکی اراک با کد اخلاق IR.ARAKMU.REC.1395.322 به تصویب رسیده است. همچنین بدین وسیله مراتب قدردانی خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک که ما را در این راه یاری کردند اعلام می‌داریم.

References

1. Yu CG, Fu Y, Fang Y, Zhang N, Sun RX, Zhao D, et al. Fighting Type-2 Diabetes: Present and Future Perspectives. Curr Med Chem 2019; 26(10): 1891-1907.
2. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. J Strength Cond Res 2010; 24(10): 2857-2872.
3. Shi GJ, Zheng J, Wu J, Qiao HQ, Chang Q, Niu Y, et al. Beneficial effects of Lycium barbarum polysaccharide on spermatogenesis by improving antioxidant activity and inhibiting apoptosis in streptozotocin-induced diabetic male mice. Food & Function 2017; 8(3): 1215-1226.
4. Wolin KY, Colangelo LA, Liu K, Sternfeld B, Gapstur SM. Associations of androgens with physical activity and fitness in young black and white men: the CARDIA Male Hormone Study. Prev Med 2007; 44(5): 426-431.
5. West DW, Phillips SM. Anabolic processes in human skeletal muscle: restoring the identities of growth hormone and testosterone. Phy Sportsmed 2010; 38(3): 97-104.
6. Skinner MK, Schlitz SM, Anthony CT. Regulation of Sertoli cell differentiated function: testicular transferrin and androgen-binding protein expression. Endocrinology 1989; 124(6): 3015-3024.
7. Rato L, Alves MG, Socorro S, Duarte AI, Cavaco JE, Oliveira PF. Metabolic regulation is important for spermatogenesis. Nat Rev Urol 2012; 9(6): 330-338.
8. Navarro Casado L, Juncos Tobarra MA, Chafer Rudilla M, Iniguez De Onzono LI, Blazquez-Cabrera JA, Miralles Garcia JM. Effect of experimental diabetes and STZ on male fertility capacity, Study in rats. J Androl 2010; 31(6): 584-592.
9. Jangir RN, Jain GC. Diabetes mellitus induced impairment of male reproductive functions: a review. Curr Diabetes Rev 2014; 10(3): 147-157.
10. Guneli E, Tugyan K, Ozturk H, Gumustekin M, Cilaker S, Uysal N. Effect of melatonin on testicular damage in streptozotocin-induced diabetes rats. Eur Surg Res 2008; 40(4): 354-360.
11. Ballester J, Muñoz MC, Domínguez J, Rigau T, Guinovart JJ, Rodríguez Gil JE. Insulin-dependent diabetes affects testicular function by FSH□and LH□linked mechanisms. J Androl 2004; 25(5): 706-719.
12. Vignon F, Le Faou A, Montagnon D, Pradignac A, Cranz C, Winiszewsky P, et al. Comparative study of semen in diabetic and healthy men. Diabete Metab 1991; 17(3): 350-354.
13. Santos M, Rodriguez Gonzalez GL, Ibanez C, Vega CC, Nathanielsz PW, Zambrano E. Adult exercise effects on oxidative stress and reproductive programming in male offspring of obese rats. Am J Physiol Regul Integr Comp physiol 2015; 308(3): R219-R225.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

14. Jozkow P, Rossato M. The impact of intense exercise on semen quality. Am J Mens Health 2017; 11(3): 654-662.
15. Parastesh M, Heidarianpour A, Sadegh M. Investigating the effects of endurance, resistance and combined training on reproductive hormones and sperm parameters of streptozotocin-nicotinamide diabetic male rats. Journal of Diabetes and Metabolic Disorders 2019; 18(2): 273-279.
16. Parastesh M, Heidarianpour A. Effects of endurance training on the serum level of sex hormones and sperm parameters after diabetic induction by streptozotocin-nicotinamide. J Shahrekord Univ of Med Sci 2017; 19(5): 94-104.
17. 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 (Persian).
18. Samadian Z, Tofighi A, Razi M, Tolouei Azar J, Ghaderi Pakdel F. Moderate-intensity exercise training ameliorates the diabetes-suppressed spermatogenesis and improves sperm parameters: Insole and simultaneous with insulin. Andrologia 2019; 51(11): e13457.
19. Agbaje IM, Rogers DA, McVicar CM, McClure N, Atkinson AB, Mallidis C, et al. Insulin dependant diabetes mellitus: implications for male reproductive function. Hum Reprod 2007; 22(7): 1871-1877.
20. Bonde JP, Ernst E, Jensen TK, Hjollund NH, Kolstad H, Henriksen TB, et al. Relation between semen quality and fertility: a population-based study of 430 first-pregnancy planners. Lancet 1998; 352(9135): 1172-1177.
21. Saleh RA, Agarwal A, Nelson DR, Nada EA, El Tonsy MH, Alvarez JG, et al. Increased sperm nuclear DNA damage in normozoospermic infertile men: a prospective study. Fertil Steril 2002; 78(2): 313-318.
22. Marudamuthu AS, Pari L. Effect of pterostilbene on lipids and lipid profiles in Streptozotocin-Nicotinamide induced type 2 diabetes mellitus. J Appl Biomed 2007; 6(1).
23. Kim HJ, So B, Son JS, Song HS, Oh SL, Seong JK, et al. Resistance training inhibits the elevation of skeletal muscle derived-BDNF level concomitant with improvement of muscle strength in zucker diabetic rat. J Exerc Nutrition Biochemistry 2015; 19(4): 281-288.
24. Afzalpour ME, Chadorneshin HT, Foadoddini M, Eivari HA. Comparing interval and continuous exercise training regimens on neurotrophic factors in rat brain. Physiol Behav 2015; 147: 78-83.
25. Wang Y, Yang J, Jia Y, Xiong C, Meng T, Guan H, et al. Variability in the morphologic assessment of human sperm: use of the strict criteria recommended by the World Health Organization in 2010. Fertil steril 2014; 101(4): 945-949.
26. Kianifard D, Vafaei Saiah G, Khalilzadeh E. Study of the Protective Effects of Quince (Cydonia Oblonga) Leaf Extract on the Histologic Structure and microscopic indices of spermatogenesis following induction of diabetes in adult rats 2016; 73(2): 10.
27. Saberi A, Sepehri G, Safi Z, Razavi B, Jahandari F, Divsalar K, et al. Effects of methamphetamine on testes histopathology and spermatogenesis indices of adult male rats. Addiction & health 2017; 9(4): 199-205.
28. Hess RA. Spermatogenic overview eor. Cell Tissue Res 1999; 4: 534-545.
29. La Vignera S, Calogero AE, Condorelli R, Lanzafame F, Giammusso B, Vicari E.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

Andrological characterization of the patient with diabetes mellitus. Minerva Endocrinol 2009; 34(1): 1-9.

30. De Young L, Yu D, Bateman RM, Brock GB. Oxidative stress and antioxidant therapy: their impact in diabetes-associated erectile dysfunction. J Androl 2004; 25(5): 830-836.
31. Touvra AM, Volaklis KA, Spassis AT, Zois CE, Douda HT, Kotsa K, et al. Combined strength and aerobic training increases transforming growth factor-β1 in patients with type 2 diabetes. Hormones 2011; 10(2): 125-130.
32. Parastesh M, Heidarianpour A. Effects of endurance training on the serum level of sex hormones and sperm parameters after diabetic induction by streptozotocin-nicotinamide. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences 2017; 19(5): 94-104 (Persian).
33. Simpson KA, Singh MA. Effects of exercise on adiponectin: a systematic review. Obesity 2008; 16(2): 241-256.
34. Darvishi M, Ghasemi Hamidabadi H, Mojaverrostami S, Moayeri A, Mohammadpour S. The Protective Effect of Human Chorionic Gonadotropin (hCG) on Quality of Spermatogenesis Following Forced Swimming Exercise in Adult Male Rats.
35. Roessner C, Paasch U, Kratzsch J, Glander HJ, Grunewald S. Sperm apoptosis signalling in diabetic men. Reprod Biomed Online 2012; 25(3): 292-299.
36. Park SY, Kwak YS. Impact of aerobic and anaerobic exercise training on oxidative stress and antioxidant defense in athletes. J Exerc rehabil 2016; 12(2): 113-117.
37. Alhashem F, Alkhateeb M, Sakr H, Alshahrani M, Alsunaidi M, Elrefaey H, et al. Exercise protects against obesity induced semen abnormalities via downregulating stem cell factor, upregulating Ghrelin and normalizing oxidative stress. Excli J 2014; 13: 551-572.
38. Hackney AC. Effects of endurance exercise on the reproductive system of men: the "exercise-hypogonadal male condition". Journal of Endocrinological Investigation 2008; 31(10): 932-938.
39. Kianifard D. Microscopic study of testicular tissue structure and spermatogenesis following long term dose dependent administration of monosodium glutamate in adult diabetic rats. Rom J Diabetes Nutr Metab Dis 2016; 23(2): 147-158.
40. Atalay M, Laaksonen DE. Diabetes, oxidative stress and physical exercise. J Sports Sci Med 2002; 1(1): 1-14.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]