Research Paper

The effect of short-term sprint interval training (SIT) on sperm parameters and spermatogenesis indexes in adult male wistar rats

Mehdi Asadi[1], Mohammad Rahmani[2]*, Ali Samadi[2]

1. Department of Exercise Physiology, Shahed University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Shahed University, Tehran, Iran

*** Corresponding author e-mail: Rahmani@shahed.ac.ir**

Citation: Asadi M, Rahmani M, Samadi A. Effect of short-term sprint interval training (SIT) on sperm parameters and spermatogenesis indexes in adult male wistar rats. Daneshvar Medicine 2021; 28(6):12-23.**doi: 10.22070/DANESHMED.2021.12933.0**

Abstract

Background and Objective: The effect of short-term sprint interval training (SIT) on the male reproductive system is one of the important issues that has not been studied so far. The present study aimed to investigate the effect of SIT on sperm parameters and spermatogenesis indices in adult, male Wister rats.

Materials and Methods: This was an experimental study in which 20 male Wistar rats were randomly divided into two groups, control (n = 10) and SIT (n = 10). The training was performed thrice weekly for five weeks. Forty-eight hours after the last training session, four rats from each group were randomly selected and sacrificed, and then tissue, serum, and sperm evaluations were conducted. Data were analyzed by an independent t-test using SPSS software version 22 ($p<0.05$).

Results: In the SIT group, serum testosterone levels, testicular interstitial fat density and the number of Leydig cells were significantly higher compared to the control group ($P<0.05$). The tubular differentiation index (TDI), spermiogenesis index (SI), repopulation indices (RI), and the number, mobility and sperm viability were significantly lower in the SIT group in comparison with the control group ($P<0.05$). However, the number of seminiferous cells, the diameter of seminiferous tubules, the thickness of the seminiferous tubular epithelium, the sperm DNA damage, and the sperm chromatin quality were not significantly different between groups ($P>0.05$).

Conclusion: Based on the findings of this study, it seems that short-term SIT training may improve aerobic capacity and some hormonal and reproductive indices. However, as it may reduce some sperm parameters and spermatogenesis indices more research is needed to determine the best intensity and duration of SIT for reproductive purposes.

Keywords: Rat, Sprint interval training, Reproductive system

Received: 30 Oct 2020
Last revised: 09 Feb 2021
Accepted: 21 Feb 2021

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرین تناوبی سرعتی (SIT) کوتاه مدت بر پارامترهای اسپرمی و شاخص های اسپرماتوژنز در رت های نر بالغ ویستار

نویسندگان: مهدی اسدی[۱]، محمد رحمانی[۲*]، علی صمدی[۲]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شاهد. تهران، ایران
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران ایران

*نویسنده مسئول: محمد رحمانی Email: Rahmani@shahed..com

دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۰۹
آخرین اصلاح‌ها: ۱۳۹۹/۱۱/۲۱
پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۰۳

چکیده

مقدمه و هدف: تأثیر تمرین تناوبی سرعتی (SIT) کوتاه مدت بر سیستم تولید مثل جنس نر از جمله موضوعات مهمی است که تا به حال بررسی نشده است. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر تمرین SIT کوتاه مدت بر پارامترهای اسپرمی و شاخص های اسپرماتوژنز در رت های نر بالغ ویستار بود.

مواد و روش ها: این مطالعه از نوع تجربی بود که در آن ۲۰ سر رت نر ویستار، تصادفی به دو گروه کنترل (n=۱۰) و تمرین SIT (n=۱۰) تقسیم شدند. تمرین سه جلسه در هفته و به مدت پنج هفته اجرا شد. چهل و هشت ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، چهار سر رت از هر گروه به طور تصادفی انتخاب و نمونه برداری شدند و سپس سنجش های بافتی، سرمی و اسپرمی انجام شد. داده ها با استفاده از روش آماری تی مستقل و با نرم افزارSPSS نسخه ۲۲ تجزیه و تحلیل شد (P >۰/۰۵).

نتایج: میزان تستوسترون سرمی، تراکم چربی بینابینی بیضه و تعداد سلول‌های لیدیگ گروه تمرین نسبت به گروه کنترل در حد معناداری زیادتر بود (P < ۰/۰۵). شاخص تمایز لوله‌ای (**TDI**) ، شاخص اسپرمیوژنز (**SI**)، ضریب تجمعی (**RI**)؛ همچنین تعداد، تحرک و زیست‌پذیری اسپرم گروه تمرین نسبت به گروه کنترل در حد معناداری کم‌تر بود (P < ۰/۰۵)؛ با وجود این، بین گروه‌ها از نظر تعداد سلول‌های اسپرم‌ساز، قطر لوله اسپرم‌ساز، ضخامت اپی‌تلیوم، آسیب **DNA** اسپرم و بلوغ هسته اسپرم تفاوت معناداری مشاهده نشد (P > ۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش حاضر به نظر می رسد تمرین SIT می تواند به بهبود توان هوازی و برخی از شاخص های هورمونی و تولید مثلی منجر شود؛ با وجود این، کاهش برخی از پارامترهای اسپرمی و شاخص های اسپرماتوژنز نیاز به مطالعات بیش تری برای تعیین مناسب ترین شدت و مدت تمرینات SIT در این زمینه وجود دارد.

واژه های کلیدی: رت، تمرین **SIT** ، سیستم تولید مثل

مقدمه

کمبود وقت به عنوان یکی از اصلی ترین موانع شرکت در فعالیت های ورزشی و انجام منظم آن است (۱). مطالعات گزارش کردند که میزان پای بندی به پروتکل های متداول و سنتی (تداومی، تناوبی با شدت بالا) فقط ۵ تا ٤۷ درصد است (۱،۲). با توجه به این نکته که زمان رایج ترین مانع برای شرکت در فعالیت های ورزشی است (۳)، متخصصان فعالیت ورزشی توجه را بر توسعه مداخلات ورزشی با صرف حداقل زمان اجرا معطوف کرده اند (٤). نوعی از این مداخلات که امروزه علاقمندان زیادی پیدا کرده است، تمرین SIT است، این نوع تمرین اولین بار توسط استرند[1] و همکارانش در سال ۱۹٦۰ معرفی شد (۵). تمرین SIT با تکرارهای کم (٤-٦)، دویدن با حداکثر سرعت (۳۰ ثانیه)، دوره-های استراحتی فعال یا غیرفعال (تقریباً ٤ دقیقه) بین هر تکرار (٦) مشخص می شود، اما این نوع پروتکل تمرینی افزون بر خسته کننده بودن، از نظر زمانی کوتاه نبوده و کارآمد نیست، چون با گرم و سرد کردن و ٤ دقیقه استراحت در بین هر تکرار، مدت زمان صرف شده در یک جلسه تمرینی ۳۰ دقیقه به طول می‌انجامد، در واقع کل زمان تمرین در یک هفته (با ۳ روز در هفته) به ۹۰ دقیقه می رسد که بیشتر از توصیه های متداول فعلی برای فعالیت ورزشی تداومی شدید (۷۵ دقیقه در هفته) است و چندان تفاوت زیادی از نظر زمان اجرا با تمرین تداومی با شدت متوسط (۱۵۰ دقیقه در هفته) و تناوبی با شدت بالا (۷۰-۱۳۰ دقیقه در هفته) ندارد (۷،۸). همچنین، مطالعات گزارش کرده اند افراد کم تحرک تمایل بسیار کمتری برای شرکت در این نوع تمرینات دارند و بعید به نظر می رسد به عنوان ابزاری برای ارتقاء مشارکت منظم در فعالیت های بدنی در یک جمعیت عمدتاً کم تحرک مؤثر باشد (۹). بنابراین، اخیراً تمرینات SIT با تکرارهای کوتاه تر (≤۲۰ ثانیه) مورد توجه قرار گرفته است که نتایج به همان اندازه مؤثر و مفید را نشان می دهد (۱). بنابراین بسیاری از موانع متداول که مانع از پذیرش و پای بندی به فعالیت ورزشی منظم می شود، به عنوان یک مداخله علمی برای کاهش خطر ابتلا به بیماری های غیر واگیردار در جمعیت عمومی بسیار کم رنگ می گردد. این پروتکل ها تقریباً بیش از ۱۰ دقیقه در هر جلسه تمرینی طول نمی-کشد و به همان اندازه یا بیشتر از پروتکل های SIT سنتی و تمرینات تداومی نشانگرهای مهم سلامتی، عملکرد هوازی و غیر هوازی را بهبود می دهد (۱).

مطالعات انجام شده در ارتباط با سیستم تولیدمثل و تأثیر فعالیت ورزشی با شدت بالا اطلاعات ضد و نقیضی گزارش کرده اند، برخی از این مطالعات نشان می دهند که فعالیت ورزشی (تداومی شدت بالا و تناوبی با شدت بالا) می تواند با کاهش سطح استرس اکسیداتیو و عوامل التهابی باعث بهبود پارامترهای مایع منی و سطوح هورمونی سیستم تولیدمثل شود (۱۰)، این مطالعات عمدتاً انسانی هستند. از سویی، برخی از پژوهش ها تأثیر منفی فعالیت ورزشی شدید را نشان داده اند، آن ها گزارش کردند که شنای استقامتی با شدت بالا و طولانی مدت باعث اختلال در ترشح و تولید هورمون‌های محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گوناد[2](HPG) می‌شود (۱۳-۱۱). با این وجود، درگیری هورمونی HPG در این تغییرات بحث برانگیز است، به طوری که که برخی از مطالعات تغییر غیرمعنی‌دار در محرک فولیکولی[3](FSH)، کاهش سطح سرمی هومون لوتئینی[4](LH) (۱۱،۱۲) و برخی دیگر افزایش سطح سرمی LH را گزارش کرده‌اند (۱۳).

اگرچه پژوهش در مورد تأثیرات قلبی- عروقی، بهبود توان هوازی و غیر هوازی تمرینات SIT کوتاه مدت در حال گسترش است و علاقمندی روزافزونی به این پروتکل های تمرینی بوجود آمده است، اما تاکنون ارتباط بین این نوع تمرینات و پارامترهای مختلف سیستم تولیدمثل بررسی نشده است. از لحاظ نظری ممکن است، تمرین SIT کوتاه

1 Astrand

2 Hypothalamic-pituitary-gonadal axis
3 Follicle-stimulation hormone
4 Luteinizig hormone

مدت با توجه به ماهیت اجرایی با حداکثر سرعت و توان باعث ایجاد استرس فیزیولوژیکی، روانی و تغییرات هورمونی و در نهایت اختلال در پارامترهای تولیدمثلی شود، اما محققین پژوهش حاضر اطلاعاتی در این مورد مشاهده نکردند. لذا بیشتر مطالعات موجود مربوط به تمرینات تداومی، تناوبی با شدت بالا و مقاومتی است. با توجه به دلایل ذکر شده، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین SIT کوتاه مدت بر میزان تستوسترون سرمی، میزان تراکم چربی فضای بینابینی بیضه، شاخص های اسپرماتوژنز و پارامترهای اسپرمی در رت های نر بالغ ویستار است.

مواد و روش ها

این پژوهش از نوع تجربی بود که برای انجام آن ۲۰ سر رت از دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله تهیه و به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شاهد منتقل شدند. بعد از دو هفته سازگاری با محیط و رسیدن به وزن مناسب (۲۵۰-۲۲۰)، رت ها تصادفی به ۲ گروه ۱۰ تایی کنترل و تمرین تقسیم شدند. همه رت ها در شرایط نور کنترل شده (۱۲ ساعت نور، ۱۲ ساعت تاریکی)، رژیم غذایی و آب استاندارد ویژه این حیوانات و در قفس های پلی کربنات نگهداری شدند. همه ی آزمایشات بر اساس «راهنمای مراقبت و استفاده از حیوانات آزمایشگاهی(IR.SHAHED.REC.1398.125)» انجام گرفته است.

تعیین توان هوازی

برای تعیین حداکثر سرعت دویدن و تعیین توان هوازی فردی طبق تحقیقات گذشته، از هر رت با استفاده از تردمیل در ابتدا و انتهای برنامه تمرینی (هفته پنجم) آزمون گرفته شد. این آزمون با سرعت اولیه ۱۰ متر/دقیقه شروع شده و هر ۳ دقیقه، سه متر/دقیقه سرعت افزایش داده شد (۱۵). آزمون با خستگی و قرار گرفتن رت به مدت ۵ ثانیه بر روی شبکه شوک تردمیل پایان یافت و حداکثر سرعت آن ثبت شد. حداکثر سرعت برای تعیین توان هوازی استفاده گردید. در پژوهش حاضر، رت ها بعد از یک هفته آشناسازی، تمرین را در هفته اول با حداکثر سرعت خود شروع کردند.

پروتکل تمرین SIT

در این پژوهش از پروتکل تمرینی هازال و همکاران (۲۰۱۰) با تعدیل در زمان استراحت استفاده شد (۱۶). در جدول ۱ خلاصه برنامه تمرینی آمده است.

جدول ۱. برنامه تمرین SIT

	آشناسازی	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم
سن (هفته)	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
سرعت (متر/دقیقه)	۳۰-۲۰	۵۰-۴۰	۶۰-۵۰	۶۰-۵۰	۷۰-۶۰	۷۰
زمان تمرین (ثانیه)	۹۰۰-۶۰۰ (۱۵-۱۰ دقیقه)	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
زمان استراحت (ثانیه)	-	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
نوبت	۱	٤	٤	٦	٦	٤
تعداد جلسات در هفته	۵	۳	۳	۳	۳	۳

سنجش تستوسترون سرم

در پایان جلسات تمرین ٤ سر رت از هر گروه تصادفی انتخاب و چهل و هشت ساعت بعد آخرین جلسه تمرین و ۱۲ ساعت ناشتایی، با تزریق اور دوز داخل صفاقی کتامین (۱۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن) کشته شدند و نمونه خونی مستقیم از قلب گرفته شد. سرم خون با دور rpm 3000 و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و جدا گردید. غلظت تستوسترون سرم با کیت تجاری الایزا (منوبایند آمریکا) سنجیده شد.

ارزیابی پارامترهای هیستومورفومتریک: بعد از آسان کشی و استریل کردن پوست ناحیه شکمی با اتانول ۷۰٪، نمونه‌های بافتی با برشی در ناحیه شکم برداشته شد و به

مدت حداقل ٤٨ ساعت داخل محلول فرمالین ١٠ درصد قرار گرفتند. نمونه-ها پس از تثبیت وارد مراحل پاساژ بافتی شدند. به منظور آبگیری بافت ها، نمونه ها به ترتیب در الکل ٥٠ درصد، ٧٠ درصد، ٩٠ درصد و ١٠٠ درصد قرار گرفتند. سپس نمونه ها در داخل محلولی گزیلون[1] و بعد داخل پارافین مذاب قرار داده شدند. در مرحله ی بعد، با برش گیری، نمونه ها به اندازه ی ٧-٥ میکرومتر با دستگاه میکروتوم چرخشی (مدل Leica20 ساخت کشور آلمان) برش داده شده و رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین با دستگاه تمام‌خودکار رنگ‌آمیزی (مدل MICROM، ساخت کشور آلمان) انجام شد. از میکروسکوپ نوری (MEDIC H-760) برای بررسی هیستولوژیکال استفاده شد.

مطالعه شاخص های اسپرماتوژنز و بررسی هیستومورفومتریک بیضه بر پایه ی اندازه گیری قطر لوله‌های اسپرم ساز (برحسب میکرومتر)، ارتفاع اپی تلیوم لوله ی اسپرم ساز (برحسب میکرومتر)، قطر لومن داخلی لوله ی اسپرم ساز (برحسب میکرومتر)، تعداد لوله های اسپرم ساز (در دایره ای به شعاع ٥٠٠ میکرومتر) و تعداد سلول های لیدیگ (در دایره ای با شعاع ٥٠ میکرومتری) انجام گرفت. از تعیین شاخص های تمایز لوله‌ای (TDI[2])، اسپرمیوژنز (SI[3]) و ضریب تجمعی (RI[4]) برای بررسی وضعیت اسپرماتوژنز و اسپرمیوژنز گروه ها استفاده شد (١٧).

ارزیابی هیستوشیمیایی با رنگ آمیزی سودان بلک B

از این روش برای ارزیابی تراکم چربیِ فضای بینابینی بیضه استفاده شد. در این مطالعه مقاطعی که به روش انجمادی تهیه شده بودند رنگ آمیزی شدند. برای رنگ آمیزی افتراقی از رنگ هماتوکسیلین هاریس استفاده شد. برای تهیه ی محلول مورد نیاز، ٠/٧ سودان سیاه B در ١٠٠ میلی‌لیتر اتیلن گلیکول حل و در ١٠٠ تا ١١٠ درجه سانتی‌گراد چند دقیقه تکان داد شد و پس از خنک شدن صاف گردید. با برش انجمادی ١٥ میکرونی، لیپیدها با رنگ آمیزی سودان بلاک B به رنگ سیاه مشاهده شد.

ارزیابی پارامترها ی اسپرمی

برای شمارش تعداد اسپرم ها از شمارش تعداد در ٢٥ خانه لام نئوبار و اعمال ضرایب ٥ و ١٠٥، برای بررسی وضعیت تحرک از لام نئوبار، برای ارزیابی قدرت زیست-پذیری[5] اسپرم از رنگ‌آمیزی ائوزین-نگروزین، برای تعیین میزان آسیب DNA اسپرم از روش رنگ‌آمیزی آکریدین - اورنج[6] و برای بررسی میزان بلوغ هسته‌ای از رنگ-آمیزی آنیلین‌بلو[7] استفاده شد (١٨).

تجزیه و تحلیل آماری

از آماره ی میانگین و انحراف معیار و نمودار ستونی برای گزارش توصیفی نتایج استفاده شد. پس از بررسی برقراری پیش فرض های آزمون آماری پارامتریک با آزمون لون و شاپیرویلک؛ از آزمون تی مستقل و تی افزوده[8] در سطح آلفای ٠/٠٥ برای تحلیل داده ها در محیط نرم افزار SPSS نسخه ٢٢ استفاده شد. تمامی تصاویر با دوربین Dino-Late تهیه شد و با نسخه دو نرم افزار Dino-capture تحلیل شد.

نتایج

در جدول ٢ میانگین و انحراف معیار وزن بدن، حداکثر سرعت، وزن بیضه و ایندکس آن به تفکیک گروه‌ها آمده است؛ تحلیل آماری داده‌ها با آزمون تی افزوده در سطح آلفای ٠/٠٥ نشان داد، بین گروه‌ها از نظر وزن بدن ($P=٠/٠٠١$، $t_{(٦)}=٥/٦٢$) و توان‌هوازی نهایی ($P=٠/٠٠٠$، $t_{(٦)}=٩/١٤$) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین بررسی آماری داده‌ها نشان داد که بین گروه‌ها از نظر وزن بیضه ($P=٠/٠٠٠$، $t_{(٦)}=٧/٥٠$)، شاخص «نسبت وزن بیضه به بدن»(ایندکس) ($P=٠/٠١$، $t_{(٦)}=٥/٥١$) تفاوت معنی‌داری وجود دارد و در هر کدام از این متغیرها مقادیر مربوط به گروه تمرین نسبت به گروه کنترل بالاتر بود.

1 Xylene
2 Tubular Differentiation Index
3 Spermiogenesis Index
4 Repopulation Index

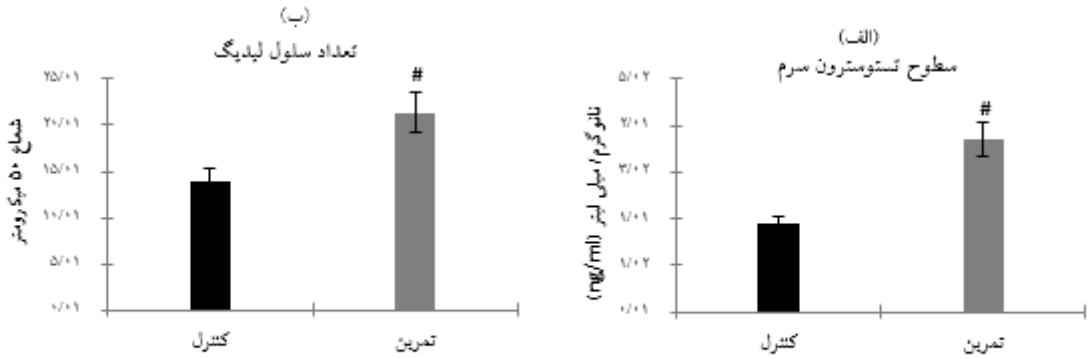
5 Viability
6 Acridine orange
7 Aniline blue
8 Gain score T-test

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد وزن بدن، وزن بیضه و حداکثر سرعت به تفکیک گروه ها

گروه‌ها	وزن بدن (گرم)		وزن بیضه	ایندکس	حداکثر سرعت	
	اولیه	نهایی			اولیه	نهایی
کنترل	۲۲۰ ± ۲۸/۲۸	۲۸۵ ± ۳۵/۳۶	۱/۵۱ ± ۰/۰۲	۰/۵۲ ± ۰/۰۸	٤١ ± ١/٤١	٤١ ± ١/٤١
تمرین	۲٤۲ ± ۷/٦۳	۲٦۰ ± ۱۰	۱/٦۷ ± ۰/۰۵#	۰/٦٤ ±۰/۰٤ *	٤١ ± ٢	٥٤ ± ٢*

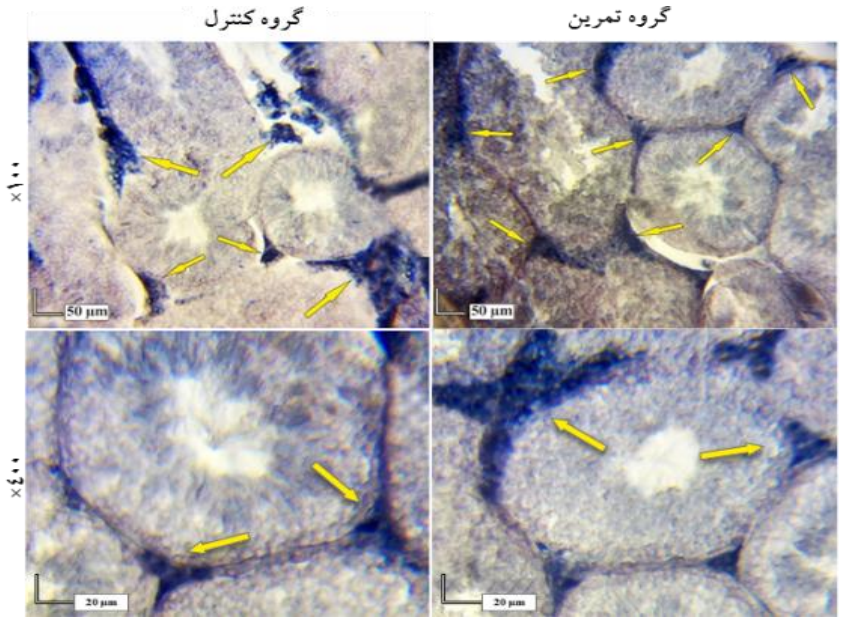
داده‌ها بصورت میانگین ± انحراف استاندارد (n=۴) گزارش شده است. # و *بیانگر اختلاف معنی‌دار به ترتیب با P≤ ۰/۰۰۰ و P≤ ۰/۰۵ می‌باشد

سطوح سرمی تستوسترون و تعداد سلول های لیدیگ در نمودار ۱: الف(از نظر میزان تستوسترون سرمی، ب) تعداد سلول-های لیدیگ قابل مشاهده است. تحلیل آماری داده ها با آزمون تی مستقل در سطح آلفای ۰/۰۵ نشان داد که میزان تستوسترون سرمی (M=۱/۸۵ ± ۰/۰۸) و تعداد سلول های لیدیگ (M=۲۱/۳۷ ± ۱/۷٦) گروه تمرین نسبت به تستوسترون (M=۰/۹٤ ±۰/۰۱) و سلول های لیدیگ (M=۱۳/۸۸ ± ۲/۱۰) گروه کنترل به طور معنی داری بیشتر است (P <۰/۰۰۰).



نمودار ۱. تستوسترون سرم (الف) و تعداد سلول‌های لیدیگ (ب). مقادیر براساس میانگین و انحراف استاندارد بیان شده است. # بیانگر اختلاف معناداری با P< ۰/۰۵ است.

همچنین، تصاویر میکروسکوپی وضعیت تراکم چربی فضای بینابینی حاصل از بررسی هیستوشیمیایی بافت بیضه با رنگ آمیزی سودان بلک B را نشان می دهد. به نظر می رسد میزان چربی در فضای بینابینی گروه تمرین نسبت به گروه کنترل بیشتر است.



شکل ۱. رنگ آمیزی سیاه سودان **B**. فلش های زرد لکه هایی هستند که به رنگ آمیزی سودان واکنش مثبت نشان داده اند. ناحیه سیاه رنگ بین مناطق بینابینی تعداد زیادی سلول لیدگ و میزان چگالی چربی را نشان می دهد. از میکروسکوپ نوری و با بزرگنمایی ۱۰۰× و ٤۰۰× استفاده شده است.

فلوسایتومتری AM-MSCs

در بررسی پارامترهای هیستومورفومتری مشاهد شد که شاخص‌های تمایز لوله‌ای (TDI) (P=۰/۰۰۰، t(۹)=۵/۲٦)، شاخص اسپرمیوژنز (SI) (P=۰/۰۰۰، t(۱٤)=٦/۳۵)، ضریب تجمعی (RI) (P=۰/۰۰۱، t(۸)=۵/۵۵) گروه تمرین نسبت به گروه کنترل به‌طور معنی‌داری کمتر است؛ اما بین دو گروه از نظر تعداد سلول‌های اسپرم‌ساز (P=۰/۲۹، t(۱٤)=۱/۱۱)، قطر لوله اسپرم‌ساز (P=۰/۷۹، t(۱٤)=۰/۲۸)، ضخامت اپی‌تلیوم (P=۰/۹۲، t(۱٤)=۰/۱۰) تفاوت معنی-داری دیده نشد (جدول ۳).

جدول ۳. داده‌های هیستوموفومتریک و شاخص‌های اسپرماتوژنز و اسپرمیوژنز

گروه‌ها	TDI (٪)	SI (٪)	RI (٪)	تعداد لوله اسپرم‌ساز	قطر لوله اسپرم‌ساز	ضخامت اپی‌تلیوم
کنترل	۸۰/۱۳ ± ۱/۹۶	۸۲/۳۸ ± ۲/۳۳	۷۴ ± ۵/۸۱	۲۵±۲	۳۱۸/۶۶ ± ۳۳/۵۲	۱۰۴/۶ ± ۹/۱۷
تمرین	۷۱/۳۸ ± ۴/۲۷ #	۷۵/۸۸ ±۱/۷۳ #	۶۲/۲۵ ± ۱/۴۹#	۲۶/۲۵ ± ۲/۴۹	۳۱۴/۳۷ ± ۲۸/۳۴	۱۰۴/۱۳± ۸/۷۰

داده‌ها بصورت میانگین±انحراف استاندارد (n=۴) گزارش‌شده است. # بیانگر اختلاف معناداری با P≤ ۰/۰۰۰ و* P≤ ۰/۰۵ است

میانگین و انحراف استاندارد پارامترهای اسپرمی به تفکیک گروه‌ها در جدول ٤ آمده است. تعداد (P=۰/۰۳، $t_{(۷)}$=۲/۷۷)، تحرک (P=۰/۰۰۰، $t_{(۱٦)}$=۹/۱٤) و زیست پذیری اسپرم (P=۰/۰۰۰، $t_{(۱٦)}$=۱٤/٦٦) گروه تمرین نسبت به گروه کنترل به‌طور معنی‌داری کمتر است؛ اما از نظر بلوغ هسته‌ی اسپرم (P=۰/۰٤)(P=۰/۰۵، $t_{(۱٦)}$=۲/۱۱/۵۰) و آسیب **DNA** اسپرم (P=۰/۳۲، $t_{(۱٦)}$=۱/۰۲) بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۴. پارامترهای اسپرمی به تفکیک گروه ها

گروه‌ها	تعداد اسپرم (×۱۰۰۰۰۰۰)	تحرک اسپرم (٪)	زیست پذیری اسپرم (٪)	بلوغ هسته اسپرم (٪)	آسیب DNA اسپرم
کنترل	۷۳/۰۰ ± ۴/۰۴	۶۹/۰۰ ± ۱/۴۱	۸۸/۱۴ ± ۲/۱۱	۳/۱۴ ± ۱/۰۷	۶/۵۷ ± ۰/۹۸
تمرین	۶۸/۶۴ ± ۱/۲۷#	۶۲/۷۳ ± ۱/۴۲#	۷۴/۹۱ ± ۱/۷ #	۴/۰۹ ± ۰/۸۳	۵/۹۱ ± ۱/۵۱

داده‌ها بصورت میانگین ± انحراف استاندارد گزارش‌شده است. # بیانگر اختلاف معناداری با P≤۰/۰۰۰ و * بیانگر اختلاف معناداری P <۰/۰۵ است

بحث

بر پایه ی مهم ترین نتایج پژوهش حاضر توان هوازی، تعداد سلول های لیدیگ، میزان تستسترون سرم و تراکم چربی فضای بینابینی بیضه گروه تمرین SIT بیشتر بود و از سویی یافته ها نشان داد، پروتکل تمرین این پژوهش تأثیر منفی و مخربی بر میزان بلوغ و آسیب DNA اسپرم که بخشی از مهم ترین ارزیابی های اسپرمی هستند، ایجاد نمی‌کند؛ اما تعداد و تحرک اسپرم پایین تری در این حیوانات مشاهده شد. نتایج بررسی شاخص های اسپرماتوژنز و پارامترهای هیستومورفومتریک نیز نشان داد که این نوع تمرین باعث تغییرات ساختاری معنی داری در تعداد سلول های اسپرم ساز، قطر لوله اسپرم ساز و ضخامت اپی تلیوم نمی گردد؛ اما میزان شاخص های TDI، RI و SI را کاهش می دهد. طبق بررسی های ما، پژوهش حاضر اولین مطالعه ای است که تأثیر تمرین SIT کوتاه مدت بر اسپرماتوژنز و پارامترهای اسپرمی در رت های نر بالغ ویستار را گزارش می کند.

در مطالعات گذشته تأثیر انواع دیگر از تمرینات بر روی مردان سالم و عمدتاً مردان نابارور بررسی شده است. حاجی زاده و همکاران گزارش کردند که تمرین مقاومتی (۱٤)، تمرین تناوبی شدید (HIIT) به مدت دوازده هفته با شدت فزاینده ی ۷۰ تا ۹۵ درصد VO2max، تمرین تداومی با شدت متوسط و تمرین تداومی با شدت بالا باعث کاهش استرس اکسیداتیو و فاکتورهای التهابی، بالا بردن کیفیت مایع منی و کاهش شکستگی DNA در مردان سالم می گردد؛ و در نهایت پروتکل های مختلف فعالیت ورزشی به طرز مطلوب بر نشانگرهای تولید مثل مردان اثر می گذارد (۱۰)، اما باید توجه کرد که برنامه تمرینی HIIT با تمرین SIT از نظر مؤلفه های تمرینی (شدت، مدت و حجم) متفاوت است و اصولاً تمرینات SIT کوتاه مدت با زمان اجرای بسیار کمتر و با شدت ۱۰۰ درصد VO2max به بالا انجام می گردد.

مانا[1] و همکاران (۲۰۰٤) دریافتند که شنای استقامتی با شدت بالا به مدت چهار هفته، ۱-۳ ساعت در هر جمله و هر هفته ۵ جلسه با افزایش استرس اکسیداتیو و کاهش هورمون تستوسترون باعث اختلال در این فرآیند می گردد (۱۱)، به نظر می رسد تمرینات استقامتی طولانی مدت و با شدت بالا از طریق کاهش هورمون های جنسی باعث ایجاد اختلال سیستم تولیدمثل می شود و از این نظر که تمرینات شدید و طولانی مدت باعث کاهش توان باروری و اختلال سیستم تولیدمثلی می-گردد، حمایت می کند (۱۹). فارغ از تفاوت های موجود در مؤلفه های تمرینی، می توان این یافته را با پژوهش حاضر ناهسو دانست چون در پژوهش حاضر میزان هورمون تستوسترون با تمرین SIT کوتاه مدت افزایش یافته و تمام پارامترهای مربوط به سیستم تولیدمثل کاهش نداشته است. از سویی، افزایش استرس اکسیداتیو باعث ایجاد آسیب DNA اسپرم می گردد (۲۰)، اما در پژوهش حاضر تأثیر آسیب DNA اسپرم مشاهده نشد. از این یافته می توان نتیجه گرفت تمرین SIT کوتاه مدت احتمالاً استرس اکسیداتیو در پارامترهای اسپرمی ایجاد نمی کند.

شکستگی DNA اسپرم عامل بسیار مهمی در بارورسازی زوجین است، مطالعات گذشته نشان دادند که ارزیابی تعداد، مورفولوژی و تحرک به تنهایی نمی تواند گویای سلامت اسپرمی و DNA اسپرم باشد، به این دلیل بررسی آن در تحقیقات مربوط به ناباروری و اختلال سیستم تولیدمثل اهمیت بالایی دارد (۲۱). همچنین، نشان داده شده است که میزان آسیب بالا به DNA اسپرم به رغم لقاح موفق ممکن است در سیستم ترمیم کننده تخمک اصلاح نشود که در این صورت سلول ها توان تشکیل جنین را پیدا نخواهند کرد (۲۲).

[1]Manna

در ارتباط با شاخص های اسپرماتوزنز، یک مطالعه انتشار نیافته (در دست چاپ) توسط گروه محقق و همکاران (۱۳۹۹) به این نتیجه دست یافته شد که شنای استقامتی باعث کاهش شاخص های اسپرماتوژنز و پارامترهای هیستومورفومتریک بیضه شده و ممکن است زمینه ساز اختلال سیستم تولیدمثل در رت های نر بالغ شود، همچنین صارمی و همکاران (۱۳۹۳) نتیجه گرفتند که تمرین استقامتی شدید (۱۸۰ دقیقه، ۵ روز در هفته به مدت ۸ هفته) نمره اسپرماتوژنز در رت های نر را کاهش داده و میزان استرس اکسیداتیو در این حیوانات را افزایش می دهد (۲٤)، اما در پژوهش دیگری صارمی و ممبینی (۱۳۹٤) گزارش کردند که شنا با شدت متوسط از طریق تنظیم فشار اکسایشی در بیضه رت های چاق می-تواند منجر به بهبود شاخص های اسپرماتوژنز شود (۲۵). در پژوهش حاضر شاخص های اسپرماتوژنز در رت های گروه تمرین در سطح پایین تری بود، اما از لحاظ سایر پارامترهای هیستومورفومتری کاهشی معنی داری مشاهده نشد و تعداد سلول های لیدیگ و تراکم لیپیدی فضای بینابینی بیضه در سطح بالاتری نسبت به گروه کنترل بود.

سلول های لیدیگ در فضای بینابینی بیضه قرار دارند که کلسترول را به تستوسترون متابولیزه می کنند و به این دلیل از اهمیت ویژه ای برخوردارند، این سلول ها حاوی قطرات لیپیدی سیتوپلاسمی فراوان به عنوان بستری برای استروئیدئوژنز کلسترول هستند (۲٦). داده های پژوهش حاضر نشان داد که تمرین SIT کوتاه مدت استفاده شده در این پژوهش با افزایش تراکم لیپیدی و تعداد سلول های لیدیگ، میزان تستوسترون سرمی را بالا می برد. این یافته مؤید این نکته است که پاسخ تستوسترون تابعی از شدت و مدت تمرین است. آسانو همکاران (۲۰۰٤) به بررسی ارتباط بین تستوسترون سرمی و فعالیت آنزیم های بیضوی بعد از فعالیت ورزشی تداومی و تناوبی در رت های صحرایی ویستار پرداختند و گزارش کردند که میزان تستوسترون سرمی همسو با مطالعه حاضر، بعد از تمرین تناوبی افزایش یافته است، همچنین آنزیم های بیضوی سوکسینات دهیدروژناز و گلوکز ٦ فسفاتاز فعالیت بالایی را در گروه تمرین تناوبی نشان دادند (۲۷).

سازوکار افزایش غلظت سطوح تستوسترون متعاقب فعالیت ورزشی به خوبی مشخص نشده است؛ اما پژوهشگران مکانیسم های تأثیرگذار تمرین ورزشی بر افزایش سطوح تستوسترن را ناشی از افزایش در تحریک و تولید هورمون (۲۸) LH ، گشاد شدن عروق و افزایش جریان خون بیضه ها (۲۹)، افزایش تعداد سلول های لیدیگ و آنزیم های مرتبط با آن در فضای بینابینی بیضه (۲۷) و همچنین افزایش فعالیت سمپاتیک ناشی از تمرین (۳۰) ذکر کرده اند.

باید به این نکته نیز توجه کرد که فعالیت ورزشی وقتی با شدت بالا انجام می شود، باعث افزایش فشار و استرس بر بدن می شود و متعاقب آن سطح کورتیزول و کرتیکواسترون بالا می رود. دویدن بر روی تردمیل با سرعت بالا ممکن است عاملی برای افزایش استرس در حیوانات باشد (۳۱). اسونسون و همکاران (۲۰۱٦) گزارش کردند که دویدن اجباری فزاینده بر روی تردمیل باعث افزایش میزان استرس در رت ها می شود، این نکته بسیار حائز اهمیت است چون افزایش استرس و متعاقب آن افزایش این دو هورمون می تواند باعث اختلال اسپرماتوژنز در رت ها شود (۳۲). از طرفی ممکن است، ترشح یا تولید هورمون FSH دچار اختلال شده باشد، این هورمون همراه با تستوسترون و همچنین بصورت مستقل فرآیند اسپرماتوژنز را از نظر تغذیه، تولید مولکول های تنظیم کننده، بیان ژنهای درگیر در متابولیسم اسیدهای چرب و بیوژنز میتوکندری کنترل می کند و برای متابولیسم انرژی سلول های اسپرم ساز بسیار مهم است و وقتی دچار اختلال شود به طور قابل توجهی میزان اسپرم را کاهش می دهد (۳۳). با توجه به محدودیت های اجباری موجود، جهت تفسیر دقیق تر مکانسیم-های سلولی و ملکولی آثار تمرین SIT کوتاه مدت بر سیستم تولیدمثل نیاز به بررسی بیشتر در مطالعات آتی است.

نتیجه گیری

به طور کلی تمرین SIT کوتاه مدت با صرف زمان بسیار کمتر (۱۲-۹ دقیقه در هفته) نسبت به سایر فعالیت های ورزشی، علیرغم افزایش میزان تستوسترون سرم، توان هوازی و نداشتن تأثیر مخرب بر بلوغ و آسیب DNA اسپرم، ممکن است به طور نسبی برخی شاخص های

اسپرماتوزنز و پارامترهای اسپرمی را کاهش دهد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر و اطلاعات محدودی که در ارتباط با تأثیر تمرینات SIT بر روی سیستم تولیدمثل وجود دارد، توصیه می شود از این نوع تمرینات در افرادی که دارای مشکلات سیستم تولیدمثلی هستند، با احتیاط استفاده شود.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان نامه مقطع ارشد مصوب دانشگاه شاهد (دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی) می باشد. از جناب دکتر علی کلانتری حصاری (استادیار دانشگاه همدان و کارشناس بافت شناسی آزمایشگاه کاوش) برای کمک و نظارت به مراحل انجام سنجش های آزمایشگاهی کمال تشکر را داریم.

منابع

1. Vollaard NBJ, Metcalfe RS. Research into the health benefits of sprint interval training should focus on protocols with fewer and shorter sprints. Sports Medicine 2017;47(12):2443−51. doi: 10.1007/s40279-017-0727-x.
2. Metcalfe RS, Atef H, MacKintosh K, McNarry M, Ryde G, Hill DM, et al. Time-efficient and computer-guided sprint interval exercise training for improving health in the workplace: A randomised mixed-methods feasibility study in office-based employees. BMC Public Health 2020;20(12):313. doi: 10.1186/s12889-020-8444-z.
3. Sequeira S, Cruz C, Pinto D, Santos L, Marques A. Prevalence of barriers for physical activity in adults according to gender and socioeconomic status. British Journal of Sports Medicine 2011; 45(15): 18−9. doi: 10.1136/bjsports-2011-090606.59
4. Gibala MJ. High-intensity interval training: A time-efficient strategy for health promotion?. Current Sports Medicine Reports 2007;6(4):211-3. PMID: 17617995
5. Astrand I, Astrand P-O, Christensen EH, Hedman R. Intermittent muscular work. Acta Physiologica Scandinavica 1960;48:448-53. doi: 10.1111/j.1748-1716.1960.tb01879.x.
6. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. Journal of Physiology 2012;590(5):1077−84 doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725..
7. Frazão DT, Defarias LF, Dantas TC, Krinski K, Elsangedy HM, Prestes J, et al. Feeling of pleasure to high-intensity interval exercise is dependent of the number of work bouts and physical activity status. PLoS One 2016; 11(3):e0152752. doi: 10.1371/journal.pone.0152752.
8. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults. Medicine & Science in Sports & Exercise 2011;43(7):1334−59. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb.
9. Hardcastle SJ, Ray H, Beale L, Hagger MS. Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population. Frontiers in Psychology. Frontiers Research Foundation 2014; 5:1505. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01505.
10. Hajizadeh Maleki B, Tartibian B, Chehrazi M. The effects of three different exercise modalities on markers of male reproduction in

healthy subjects: A randomized controlled trial. Reproduction 2018; 153(2):157-174. doi: 10.1530/REP-16-0318.

11. Manna I, Jana K, Samanta PK. Effect of different intensities of swimming exercise on testicular oxidative stress and reproductive dysfunction in mature male albino Wistar rats. Indian Journal of Experimental Biology 2004;42(8):816−22. PMID: 15573534.

12. Manna I, Jana K, Samanta PK. Effect of intensive exercise-induced testicular gametogenic and steroidogenic disorders in mature male Wistar strain rats: a correlative approach to oxidative stress. Acta Physiologica Scandinavica 2003;178(1):33−40. doi: 10.1046/j.1365-201X.2003.01095.x.

13. Chigrinskiy E, Conway V. Protective effect of D-ribose against inhibition of rats testes function at excessive exercise. Journal of Stress Physiology & Biochemistry 2011;7(3):242−9.

14. Hajizadeh Maleki B, Tartibian B. Resistance exercise modulates male factor infertility through anti-inflammatory and antioxidative mechanisms in infertile men: A RCT. Life Sciences 2018;203:150−60. doi: 10.1016/j.lfs.2018.04.039.

15. Machado MV, Vieira AB, da Conceicao FG, Nascimento AR, da Nobrega ACL, Tibirica E. Exercise training dose differentially alters muscle and heart capillary density and metabolic functions in an obese rat with metabolic syndrome. Experimental Physiology 2017;102(12):1716−1728. doi: 10.1113/EP086416.

16. Hazell TJ, MacPherson RE, Gravelle BM, Lemon PW. 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. European Journal of Applied Physiology 2010;110(1):153−60. doi: 10.1007/s00421-010-1474-y.

17. Kalantari Hesari A, Shahrooz R, Ahmadi A, Malekinejad H, Saboory E. Crocin prevention of anemia-induced changes in structural and functional parameters of mice testes. Journal of Applied Biomedicine 2015;13(3):213−23. doi.org/10.1016/j.jab.2015.02.001.

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. doi: 10.1111/and.13457. Epub 2019 Oct 23.

19. Matos B, Howl J, Ferreira R, Fardilha M. Exploring the effect of exercise training on testicular function. European Journal of Applied Physiology 2018;119(1):1-8. doi: 10.1007/s00421-018-3989-6.

20. Muratori M, Marchiani S, Tamburrino L, Baldi E. Sperm DNA fragmentation: mechanisms of origin. In: Advances in Experimental Medicine and Biology 2019;1166:75-85. doi: 10.1007/978-3-030-21664-1_5.

21. Saleh RA, Agarwal A, Nada EA, El-Tonsy MH, Sharma RK, Meyer A, et al. Negative effects of increased sperm DNA damage in relation to seminal oxidative stress in men with idiopathic and male factor infertility. Fertility and Sterility 2003;79(3):1597−605. doi: 10.1016/s0015-0282(03)00337-6.

22. Rahimipour M, Talebi A, Anvari M, Sarcheshmeh A, Omidi M. Effects of different doses of ethanol on sperm parameters, chromatin structure and

apoptosis in adult mice. European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology 2013;170(2):423−8. doi: 10.1016/j.ejogrb.2013.06.038.

23. Asadi M, Rahmani M, Saremi A, Nasiri E. Histomorphometric and histologic effect of endurance swimming on the testis of adult wistar rats. International Journal of Applied Exercise Physiology 2020; 16(31):59-70. doi: 10.22080/JAEP.2020.17890.1922

24. Saremi A, Changizi A, Kalantari A. The combination of vitamin E supplementation and intensive exercise on testicular oxidative stress and spermatogenesis in male rats. Sport Physiology 2014; 6(23): 43-54.

25. Saremi A, Mombeini A. Influence of swimming exercise training on semen quality and oxidative stress status of the testis in obese male rats. Journal of Practical Studies at Biosciences in Sport 2015;3(6):65−73.

26. Wang W, Wei S, Li L, Su X, Du C, Li F, et al. Proteomic analysis of murine testes lipid droplets. Scientific Reports 2015; 5:12070. doi: 10.1038/srep12070.

27. Hu Y, Asano K, Kim S, Nagata H. Relationship between Serum Testosterone and Activities of Testicular Enzymes after Continuous and Intermittent Training in Male Rats. International Journal of Sports Medicine 2004;25(2):99−102. doi: 10.1055/s-2004-819950

28. Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males. European Journal of Applied Physiology 2005;94(5):505−13 doi: 10.1007/s00421-005-1380-x..

29. Lu SS, Lau CP, Tung YF, Hung SW, Chen YH, Shih HC, et al. Lactate and the effects of exercise on testosterone secretion: evidence for the involvement of a cAMP-mediated mechanism. Medicine & Science in Sports & Exercise 1997;29(8):1048−54. doi: 10.1097/00005768-199708000-00010.

30. Fahrner CL, Hackney AC. Effects of endurance exercise on free testosterone concentration and the binding affinity of sex hormone binding globulin (SHBG). International Journal of Sports Medicine 1998;19(1):12−5. doi: 10.1055/s-2007-971872.

31. Zou P, Wang X, Yang W, Liu C, Chen Q, Yang H, et al. Mechanisms of stress-induced spermatogenesis impairment in male rats following unpredictable chronic mild stress (uCMS). International Journal of Molecular Sciences 2019;20(18):4470. doi: 10.3390/ijms20184470.

32. Svensson M, Rosvall P, Boza-Serrano A, Andersson E, Lexell J, Deierborg T. Forced treadmill exercise can induce stress and increase neuronal damage in a mouse model of global cerebral ischemia. Neurobiology of Stress 2016;5:8-18. doi: 10.1016/j.ynstr.2016.09.002.

33. Oduwole O, Peltoketo H, Huhtaniemi IT. Role of follicle-stimulating hormone in spermatogenesis. Frontiers in Endocrinology 2018; 9:763. doi: 10.3389/fendo.2018.00763.