بررسی اثر هورمون‌های FSH و استرادیول در القاء اسپرماتوژنز در موش مدل آزواسپرمی

عارفه جعفریان (M.Sc.)[1]، محمدمهدی آخوندی (Ph.D.)[2]، نوشابه پژهان (Ph.D.)[1]، محمدرضا صادقی (Ph.D.)[2]، امیرحسن زرنانی (Ph.D., D.M.T.)[3,4]، شیدا صالح‌خو (B.Sc.)[2]

۱- گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- پژوهشکده بیوتکنولوژی تولیدمثل، پژوهشگاه فن‌آوری‌های نوین علوم پزشکی جهاددانشگاهی- ابن‌سینا، تهران، ایران

۳- پژوهشکده نانوبیوتکنولوژی، پژوهشگاه فن‌آوری‌های نوین علوم پزشکی جهاددانشگاهی- ابن‌سینا، تهران، ایران

٤- گروه ایمنی‌شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی ایران، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: در حال حاضر شیمی‌درمانی و پرتودرمانی به عنوان روش معمول درمان انواع سرطانها در مردان، سبب اختلال در اسپرماتوژنز و در نهایت ایجاد آزواسپرمی و ناباروری می‌گردد. تا سالیان اخیر، استروژن به عنوان هورمون زنانه مورد توجه بود؛ اما مطالعات جدید معرف نقش مهم آن در اسپرماتوژنز است. با توجه به نقش هورمون محرک فولیکولی (FSH) در فرایند اسپرماتوژنز و اهمیت هورمون استرادیول در تنظیم ترشح آن، این مطالعه به بررسی نقش این دو هورمون به‌خصوص استرادیول در القاء مجدد اسپرماتوژنز در موش‌های آزوسپرم شده توسط بوسولفان پرداخته است.

روش بررسی: در این مطالعه ۲۰ موش نر بالغ با دوز ۳۰*mg/kg* داروی بوسولفان، آزواسپرم شدند. پس از اطمینان از آزواسپرمی، به سه گروه آزمایشی و یک گروه کنترل تقسیم‌بندی شدند. گروه اول هورمون FSH با دوز ۷/۵ واحد به صورت تزریق زیر جلدی، گروه دوم هورمون استرادیول با دوز ۱۲/۵*μg/kg* به صورت داخل صفاقی و گروه سوم هر دو هورمون را تواماً و همزمان دریافت نمودند. گروه چهارم به عنوان کنترل، دارویی دریافت نکرد. تزریق این هورمونها طی ۱۰ روز متوالی (روزانه یک دوز) انجام گرفت و در روز یازدهم سطح تستوسترون خون اندازه‌گیری شد. یک بیضه از هر موش جهت آنالیز DNA به روش فلوسایتومتری و بیضه دیگر جهت رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین- ائوزین و بررسی هیستولوژیک استفاده شد. آنالیز آماری با استفاده از آزمون‌های کروسکال والیس، من ویتنی و دقیق فیشر انجام شد. در تمامی موارد $p<0/05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

نتایج: بیشترین میزان افزایش تستوسترون، در گروه دریافت کننده هر دو هورمون مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل داشت ($p<0/05$). بیشترین میزان افزایش در تعداد سلول‌های هاپلوئید در گروه‌های سوم و چهارم مشاهده شد و اختلاف این گروه‌ها نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بود ($p<0/05$). در گروه اول، افزایش اندکی در سطح تستوسترون سرم و تعداد سلول‌های هاپلوئید بافت بیضه نسبت به گروه کنترل مشاهده شد که از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. بررسی هیستولوژیک مقاطع رنگ‌آمیزی شده بافت بیضه نیز نشان دهنده بازگشت مجدد اسپرماتوژنز در بیضه موش‌های آزواسپرم گروه‌های دوم و سوم بود ($p<0/0001$).

نتیجه‌گیری: در مطالعه حاضر، تزریق مجزای هورمون FSH تأثیری در از سرگیری مجدد اسپرماتوژنز در موش‌های آزواسپرم نداشت؛ اما تزریق مجزای استرادیول نه تنها اثر مهاری روی اسپرماتوژنز نداشت، بلکه نقش تحریکی در بازیابی اسپرماتوژنز در موش‌های آزواسپرم داشت و تزریق همزمان FSH و استرادیول اثر هم‌افزایی در القاء اسپرماتوژنز در بیضه موش‌های آزواسپرم داشت.

کلید واژگان: اسپرماتوژنز، استرادیول، بیضه، تستوسترون، سلول‌های ژرمینال، محور هیپوفیز بیضه، موش، هورمون محرک فولیکولی.

مسئول مکاتبه: دکتر محمدمهدی آخوندی، پژوهشکده بیوتکنولوژی تولیدمثل، پژوهشگاه فن‌آوری‌های نوین علوم پزشکی جهاددانشگاهی- ابن‌سینا، انتهای بلوار داخل دانشگاه، دانشگاه شهید بهشتی، اوین، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۱۷۷- ۱۹۶۱۵.

پست الکترونیک: akhondi@avicenna.ac.ir

دریافت: ۸۷/۹/٦ **پذیرش:** ۸۷/۱۰/۲۸

Downloaded from http://www.jri.ir

زمینه و هدف

اسپرماتوژنز، فرایندی ضروری در قدرت باروری مردان و تولیدمثل انسان است. اسپرماتوژنز روند پیچیده‌ای است که عملکرد صحیح آن، مستلزم عملکرد همزمان فاکتورهای آندوکرین و پاراکرین و میانکنش سلول‌های اسپرماتوژنیک و سرتولی می‌باشد. هورمون LH، تستوسترون و هورمون FSH، کنترل کننده‌های اصلی اسپرماتوژنز هستند و مطالعات نشان می‌دهد که β۱۷- استرادیول از طریق گیرنده‌های استروژنی (ER)، نقش بسزایی در تنظیم فرایند تولیدمثلی جنس مذکر ایفا می‌کند؛ چرا که فقدان گیرنده‌های استروژنی در موش، سبب تخریب فرایند اسپرماتوژنز و ایجاد ناباروری می‌شود. هورمون FSH متعلق به خانواده هورمون‌های گلیکوپروتئینی شامل TSH، LH و hCG است. این هورمونها، هتروداپمرهای غنی از اسید آمینه سیستئین و پل‌های دی‌سولفید می‌باشند و تفاوت این هورمونها، در زیر واحد بتای آنها است. FSH پیام خود را از طریق گیرنده ۷۵ کیلو دالتونی دارای ٦٧٥ اسید آمینه انتقال می‌دهد (۱). گیرنده FSH جزو گیرنده‌های G پروتئینی بوده و ژن کد کننده آن مرکب از ۱۰ اگزون می‌باشد. این هورمون از هیپوفیز آزاد شده به گیرنده خود در سطح سلول‌های سرتولی متصل می‌شود و مسیرهای متعدد انتقال پیام را در داخل این سلولها طی می‌کند. اتصال FSH به سلول‌های سرتولی، سبب سنتز پروتئین متصل شونده به آندروژن (ABP)[1] می‌شود. ABP گلیکوپروتئینی است که متصل به تستوسترون شده و غلظت‌های بسیار بالایی از تستوسترون تولید شده توسط سلول‌های لیدیگ را در موضع اسپرماتوژنز ایجاد می‌کند (۲). هورمون استروژن نیز در جنس نر از آندروژن موجود در جریان خون مشتق می‌شود. آروماتیزاسیون کربن شماره ۱۹ آندروژنها یعنی تستوسترون و آندروستندیون، تولید استرادیول و استرون می‌نماید که تحت کنترل آنزیم آروماتاز است. آنزیم آروماتاز کمپلکس آنزیمی P 450 مونواکسیژناز موجود در رتیکولوم آندوپلاسمیک صاف است که سبب سه واکنش هیدروکسیلاسیون متوالی شده و مرحله نهایی آروماتیزاسیون حلقه A آندروژن می‌باشد (۳). در طی مطالعات گذشته، استرادیول به عنوان هورمون زنانه و تستوسترون به عنوان هورمون مردانه مورد توجه بوده‌اند. امروزه با شناسایی اعمال مهم استروژنها در دستگاه تناسلی مردان، نقش این هورمون در باروری مردان پررنگ‌تر شده است؛ چرا که فقدان گیرنده آلفای استروژن (αERKO) یا فقدان آروماتاز، سبب اختلال در باروری موشها شده است (٤). با توجه به مطالعات انجام شده در این زمینه، نقش هورمون‌های FSH و استرادیول در از سرگیری مجدد اسپرماتوژنز در موش‌های بالغ آزواسپرم، کمتر مورد بررسی قرار گرفته است و مطالعات بیشتر به بررسی اثرات این هورمونها در جنین موشها، موش‌های نوزاد و یا در محیط کشت متمرکز بوده‌اند؛ لذا با توجه اثرات مخرب داروهای شیمی‌درمانی و رادیوتراپی بر تکثیر فعال سلول‌های بدن که سلول‌های مولد اسپرم نیز مستثنی نمی‌باشند (۵)، نیاز به بررسی بیشتر نقش هورمون‌های درگیر در روند اسپرماتوژنز به خصوص FSH و استرادیول بوده و بررسی اثرات تزریق مجزا و همزمان این هورمونها در موش‌های بالغ و آزواسپرم شده با داروی سمی بوسولفان، کمک به فهم بیشتر نقش این هورمونها در فرایند اسپرماتوژنز می‌نماید.

روش بررسی

گروه‌بندی حیوانات: ۲۰ موش از نژاد C57BL/6 با سن ۲۵ روز از موسسه پاستور تهران، تهیه شده و به چهار گروه مساوی (یک گروه کنترل و سه گروه آزمایش) تقسیم شدند. موشها در حیوانخانه پژوهشگاه ابن‌سینا تحت شرایط بدون محدودیت آب و غذا نگهداری شدند.

1- Androgen-Binding Protein

Downloaded from http://www.jri.ir

در ابتدا به موش‌های مورد مطالعه، ۳۰*mg/kg* بوسولفان (Sigma, USA) تزریق شد. پس از ۵ هفته از تزریق بوسولفان، این دارو آزواسپرمی را در موشها القاء کرد. برای اطمینان از آزواسپرم شدن موشها، پس از گذشت ٤ هفته از بافت بیضه آنها مقطع‌گیری به عمل آمده و پس از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین- ائوزین، بافت بیضه مورد بررسی هیستولوژیک قرار گرفت (۱۷). سپس هورمون‌های FSH (Gonal-f Serono, Switzerland) و استرادیول (Sigma Alderich, Germany) به موش‌های آزواسپرم تزریق شد. گروه اول ۷/۵ واحد FSH به صورت تزریق زیر جلدی، گروه دوم دوز ۱۲/۵*µg/kg* استرادیول را به صورت تزریق داخل صفاقی و گروه سوم به طور همزمان، هر دو هورمون را با دوزهای یاد شده دریافت کردند. تزریق طی ۱۰ روز متوالی (روزانه یک دوز) انجام شد (۹). برای اندازه‌گیری سطح سرمی تستوسترون در روز ۱۱، موشها با ۰/٦٤*mg/kg* زایلازین[1] (Alfasan, Netherland) و نیز ۲۰*mg/kg* کتامین[2] (Alfasan, Netherland) بیهوش شده و دو بیضه حیوان از بدن خارج گردید. خونگیری نیز با استفاده از میکروتیوب و از چشم موشها انجام شد. یک بیضه برای آنالیز DNA به روش فلوسایتومتری آماده گردید و بیضه دیگر نیز در محلول فرمالین قرار داده شد و پس از مقطع‌گیری، بررسی‌های بافتی نیز انجام گرفت. سطح تستوسترون سرمی با روش کمی لومینسانس و با استفاده از کیت دیاسورین (Diasorin, Italy) اندازه‌گیری شد. برای آنالیز DNA به روش فلوسایتومتری، بافت بیضه تازه، برداشت شده و از تونیکا آلبوژینه جدا گردید و سپس در بافر فسفات ایزواسمولار قرار داده شد. به روش مکانیکی با استفاده از تیغ جراحی تا حد ممکن قطعات بافتی و لوله‌های منی‌ساز خرد گردید و برای حذف بقایای سلولی، دو بار با PBS شسته شد. پس از سانتریفیوژ و دور ریختن مایع فوقانی، رسوب حاصل مخلوط شد. سپس ۱*ml* اتانول ۷۰٪ بسیار سرد به‌صورت قطره قطره به رسوب اضافه شد. سپس نمونه به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰*rpm* سانتریفیوژ و محلول فوقانی دور ریخته شد. از آنجا که مقدار اتانل باقی مانده در میکروتیوپ نباید بیشتر از ۰/۲*ml*باشد، سلول‌های رسوب کرده مجدداً در محلول باقی مانده از اتانل ورتکس شدند. حدود ۱*ml*- ۰/۵ محلول رنگ‌آمیزی پروپیدیوم آیوداید (PI)[3] (Sigma, USA) به هر میکروتیوپ اضافه و ورتکس شد. این محلول شامل ۸/۵*ml* بافر رنگ‌آمیزی (BSA ۰/۱٪ در PBS)، ۱*ml* RNAase ۰/۱٪ و ۰/۵*ml* محلول ذخیره PI (۱*ng/ml*) بود. میکروتیوپها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه شدند. پس از انتقال حدود ۱*ml* از سوسپانسیون حاصل در لوله‌های مخصوص دستگاه فلوسایتومتر، هیستوگرام‌های DNA با استفاده از دستگاه فلوسایتومتر (Bacton-Dickinson, USA) بدست آمد. سپس داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار Cell Quest آنالیز گردید.

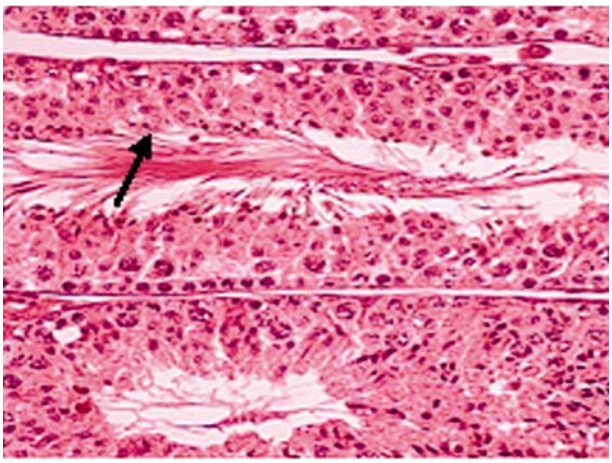
ارزیابی آماری: آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۳ انجام شد. آزمون کروسکال- والیس برای مقایسه هم زمان گروه‌ها با یکدیگر و من‌ویتنی برای مقایسه هر گروه با گروه کنترل، به کار گرفته شد و $p<0/05$ از لحاظ آماری معنی‌دار فرض شد. به منظور آنالیز داده‌های مربوط به مقاطع رنگ‌آمیزی شده بافت بیضه که متغیر کیفی بود، از آزمون دقیق فیشر استفاده شد.

نتایج

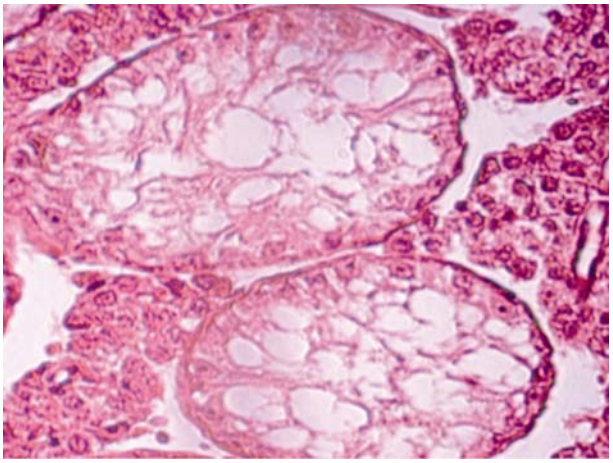
براساس نتایج این تحقیق، در موش‌های آزواسپرم سطح تستوسترون (۰/۲±۰/٥٤*ng/ml*) و شمارش سلول‌های هاپلوییدی بافت بیضه (۲۸/۹۷٪) نسبت به سطح تستوسترون (۳/۱±۹/٦٤*ng/ml*) و شمارش

1- Xylazin
2- Ketamine
3- Propidium Iodide

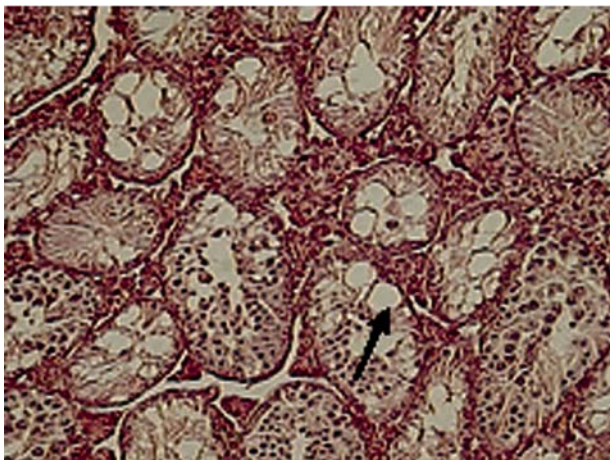
Downloaded from http://www.jri.ir



شکل۱- مقطع توبول‌های منی‌ساز بافت بیضه موش سالم، مقاطع بافتی نشان‌دهندهٔ اسپرماتوژنز فعال بوده که اسپرمها پس از تولید به فضای داخل مجرای لوله

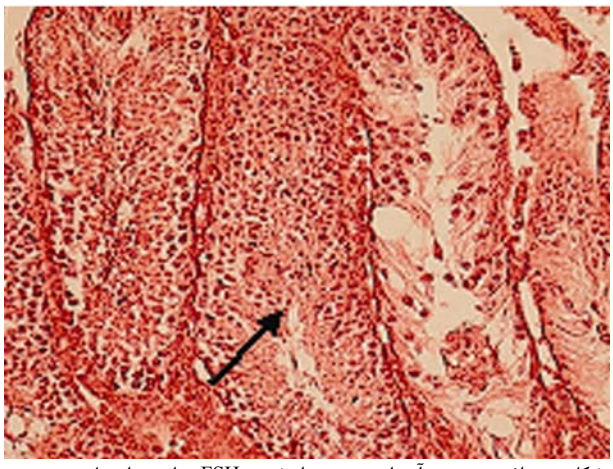


شکل ۲- مقطع بافت بیضه آزواسپرمی شده توسط تزریق بوسولفان، بوسولفان سبب مهار تکثیر سلول‌های اسپرماتوگونی و تخریب لوله‌های منی‌ساز، می‌گردد. ایجاد فضاهای خالی نشان دهنده مهر اسپرماتوژنز بوده ولی سلول‌های اسپرماتوگونی در مقطع لوله دیده می‌شود.



شکل۳- بافت بیضه در موش آزواسپرم تیمارشده با هورمون FSH، تزریق بوسولفان باعث مهار اسپرماتوژنز می‌گردد و بدنبال آن تزریق هورمون FSH منجر به از سرگیری مجدد اسپرماتوژنز در توبولها نگردیده است.

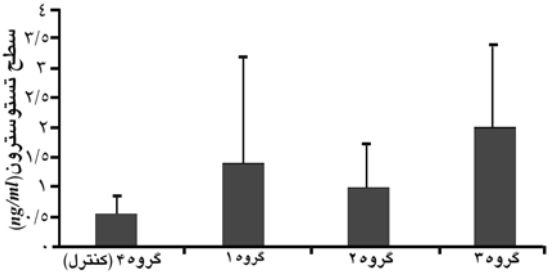
شکل ٤- بافت بیضه موش آزواسپرم تیمار شده با استرادیول، تزریق استرادیول سبب از سرگیری مجدد اسپرماتوژنز در تعدادی از توبولها گردیده و برخی فاقد اسپرماتوژنز می‌باشد.



شکل ٥- بافت بیضه آزواسپرم تیمارشده FSH و استرادیول، تزریق همزمان این دو هورمون سبب از سرگیری مجدد اسپرماتوژنز و حتی بیشتر از تزریق مجزای استرادیول گردیده است.

سلول‌های هاپلوییدی (۷۷/۷۹٪) موش‌های با اسپرماتوژنز طبیعی، کاهش نشان داد. بررسی مقاطع هیستوپاتولوژیک بافت بیضه با میکروسکوپ نوری، اثرات بوسولفان را پس از گذشت ٤ هفته در بافت بیضه موش‌های مورد مطالعه بیشتر آشکار کرد. سطح تستوسترون در گروه‌های آزمایشی در مقایسه با گروه کنترل، افزایش به گروه سوم (تزریق همزمان دو هورمون) بود (نمودار۱) و تنها تفاوت این گروه با گروه کنترل از لحاظ آماری معنی‌دار بود ($p<0/05$). بررسی نتایج آنالیز DNA به روش فلوسایتومتری، نشان داد که تعداد سلول‌های هاپلوئید در گروه‌های

Downloaded from http://www.jri.ir

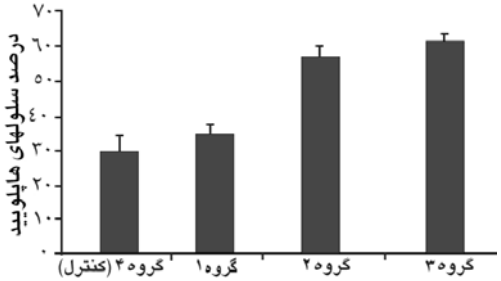


نمودار ۱- سطح تستوسترون سرمی در موش های آزواسپرم تیمار شده با هورمون‌های FSH و استرادیول

آزمایشی نسبت به گروه کنترل افزایش داشت و گروه‌های ۳و ٤ افزایش بیشتری نسبت به گروه کنترل (۲۸/۹٪) نشان دادند که به ترتیب ٥٦/۷٪ و ٦۰/۷٪ (نمودار ۲) و تفاوت آنها از لحاظ آماری معنی‌دار بود (p<۰/۰٥). بررسی مقاطع هیستولوژیک بافت بیضه پس از تیمار هورمونی با استفاده از میکروسکوپ نوری، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی و گروه کنترل نشان داد (p<۰/۰۰۰۱). در گروه ۱ با وجود افزایش سطح تستوسترون در اثر تزریق هورمون FSH، بررسی مقاطع رنگ‌آمیزی شده هماتوکسیلین- ائوزین بافت بیضه، بازیابی مجدد اسپرماتوژنز را نشان نداد. اما در گروه‌های ۲ و ۳ که هورمون استرادیول را به صورت مجزا و هورمون FSH و استرادیول را به صورت همزمان دریافت کرده بودند، بازیابی مجدد اسپرماتوژنز مشاهده شد (شکل ٤-۱).

بحث

رادیوتراپی و شیمی‌درمانی سبب تخریب سلول‌های ژرمینال در لوله‌های منی‌ساز شده و سبب ایجاد آزواسپرمی طولانی مدت در جوندگان، میمون و انسان می‌گردد (٦). در موش این عوامل سبب ممانعت از تمایز اسپرماتوگونی تیپ A و نهایتاً آزواسپرمی می‌شود (٥). در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰٥ بر روی موش‌های آزواسپرم، این موشها به مدت دو هفته با هورمون FSH تیمار شدند، میزان تمایز سلولی در توبولها پس از این مدت زمان در موش‌های مورد مطالعه، کاهش نشان



نمودار ۲- درصد سلول های هاپلوئید بافت بیضه در موش های آزواسپرم تیمار شده با هورمون های FSH و استرادیول

داد. تیمار گروهی دیگر از موشها با تستوسترون نتیجه مشابهی در پی داشت. نتایج مطالعه ما نیز نشان داد که FSH با وجود افزایش اندکی در سطح تستوسترون سرم و تعداد سلول‌های هاپلوئید که از نظر آماری نیز معنی‌دار نبود، نتوانست بازیابی اسپرماتوژنز را در موش‌های آزواسپرم القاء کند. بررسی مقاطع رنگ‌آمیزی شده بافت بیضه نیز نشان دهنده عدم توانایی هورمون FSH در القاء اسپرماتوژنز در موش‌های آزواسپرم بود. هنوز مشخص نشده است که مهار تمایز اسپرماتوگونی ناشی از افزایش سطح تستوسترون، در اثر هورمون FSH باشد. در موش‌های صحرایی که در اثر تابش پرتو، باروری خود را از دست داده‌اند، به دنبال تزریق تستوسترون برون‌زاد، بقاء و تمایز اسپرماتوگونی تیپ A توسط تستوسترون و FSH مهار می‌شود (۸) و مطالعه فوق برای اولین‌بار توانست نقش تستوسترون برون‌زاد را در مهار بازگشت اسپرماتوژنز در موش‌های صحرایی پس از پرتوگیری اثبات نماید. گیرنده‌های FSH و آندروژن در سلول‌های ژرمینال وجود ندارند و این هورمونها اثرات خود را از طریق سلول‌های سوماتیک روی سلول‌های ژرمینال اعمال می‌کنند. Kula و همکاران، موش‌های صحرایی ۱٥ روزه و نابالغ را به مدت ۱۰ روز متوالی تحت تزریق هورمون FSH قرار دادند، بر خلاف موش‌های بالغ، در موش‌های نوزاد، تزریق هورمون FSH سبب القای اسپرماتوژنز و بلوغ زودرس گردید (۹). مطالعات نشان داده است که در موش‌های با

Downloaded from http://www.jri.ir

اسپرماتوژنز طبیعی، تزریق هورمون FSH نـه تنهـا اثـر مهاری بر اسپرماتوژنز نداشـته، بلکـه سـبب حمایت از مراحل بعدی تمایز سـلولی مـی‌شـود (۱۰). همچنـین در نـوزادان، تزریـق ایـن هورمـون سـبب افـزایش فعالیـت میتـوزی سـلول‌هـای سـرتولی مـی‌شـود (۹). امـا بررسی‌های اخیر نشان داده‌اند که تزریق ایـن هورمـون اثر منفی روی غلظت، تحرک و مورفولوژی اسـپرم دارد (۱۱). اسـاس مولکـولی اثـر مهـاری ایـن هورمـون در بازیابی اسپرماتوژنز در مـوش‌هـای آزواسـپرم، هنـوز ناشـناخته اسـت. Eddy و همکـاران نشـان دادنـد کـه قرارگیری در معرض غلظت‌هـای بـالایی از اسـترادیول، سبب القاء ناهنجاری‌هایی در دستگاه تناسلی نر می‌شود (۱۲)؛ امـا هنـوز اهمیـت اسـتروژن در تنظـیم عملکـرد دسـتگاه تناسـلی نـر مشـخص نبـود. در دهـه ۱۹۹۰ اکتشافات جدیدی منجر به شکل‌گیری این فرضیه شد که استروژن نه تنها عملکردهای بسیار مهمی در تولیـدمثل در جنس نر دارد، بلکه این هورمون و گیرنده آلفـای آن، برای حفظ باروری طبیعی در این جنس مورد نیاز است (۷). مطالعات متعددی مبنـی بـر نقـش ایـن هورمـون در دستگاه عصبی و همچنین دستگاه تناسـلی مـاده انجـام شده است، ولی کمتر به بررسی نقش ایـن هورمـون در سلول‌های ژرمینال موش‌های آزواسپرم پرداختـه شـده است (۱۱). نتایج حاصل از مطالعه حاضر، نشان داد کـه اسـترادیول بـا دوز ۱۲/۵ $\mu g/kg$ سـبب بازیـابی مجـدد اسپرماتوژنز در موش‌های آزواسپرم گردیده و افزایش معنـی‌دار تستوسـترون سـرم و جمعیـت سـلول‌هـای هاپلوئیدی بافت بیضه و بررسـی هیسـتولوژیک بیضـه، همگـی حـاکی از سـرگیری مجـدد اسـپرماتوژنز در موش‌های آزواسپرم است. نتایج این مطالعه، بـا مطالعـه Toyama و همکاران، مطابقت داشت (۱۳). آنها از ٦ دوز مختلف استرادیول بـرای تیمـار مـوش‌هـای آزواسـپرم استفاده کردند. با توجه به مطالعات انجام شـده و نتـایج آنها، اثـرات اسـترادیول در دسـتگاه تناسـلی جـنس نـر وابسته به دوز بـوده و اثـرات مهـاری ایـن هورمـون از دوز ۱٦ $\mu g/kg$ بـه بـالا دیـده مـی‌شـود. گیرنـده بتـای استرادیول در سلول‌های سرتولی وجود دارد و احتمـال دارد که مکانیسم عملکرد این هورمون به طـور مسـتقیم از طریـق ایـن گیرنـده صـورت گیـرد (۱٤). Ebling و همکاران، با تزریق استرادیول بـه مـوش‌هـای هیپوگنـاد سبب افزایش ٥-٤ برابری حجـم توبـول‌هـای منـی‌سـاز شدند که نقش ایـن هورمـون را در بـاروری پررنـگ‌تـر می‌کند. مطالعه‌ای مشابه نیز بر روی مـوش‌هـای نـوزاد انجـام گرفتـه کـه در آن از هورمـون FSH بـا دوز ۷/۵ واحـد و اسـترادیول بـا دوز ۱۲/۵ $\mu g/kg$ بـرای تیمـار موشها به صورت مجزا و همزمان استفاده شـده اسـت. نتایج این مطالعه نشان داد کـه تزریـق FSH بـه تنهـایی سبب تحریک تمایز اسپرماتوگونی و افـزایش ٥ برابـری در تعداد اسپرماتوسیتها نسبت به گروه کنتـرل شـده و تزریق استرادیول به تنهایی، سبب مهار اسپرماتوژنز در موشها می‌شود. تزریق این دو هورمون به طور همزمان نـه تنهـا اثـر مهـاری بـر جـای نگذاشـت، بلکـه ایـن دو هورمون اثر هم‌افزایی داشته و سبب تسریع آغاز رونـد اسـپرماتوژنز در مـوش‌هـای نـوزاد شـدند (۹). Maccalman و همکاران، نیز نشان دادند که اسـترادیول سبب افزایش اثـرات تحریکـی FSH بـر میـزان mRNA، N- کادهرین (پروتئینـی کـه بـرای الحـاق و چسـبندگی داخـل سـلولی در اپیتلیـوم منـی‌سـاز ضـروری اسـت) می‌گردد (۱٥). مطالعه دیگری نیز نشـان داد کـه واکـنش بین هورمون FSH و استرادیول در سلول‌های سرتولی، سبب تحریک فعالیت میتوزی این سلولها می‌شود (۱٦).

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های سـایر مطالعـات و مطالعـه حاضـر مبنی بر نقش دو هورمون FSH و استرادیول بـر رونـد اسپرماتوژنز در موش‌هـای آزواسـپرم، FSH بـا دوز و مدت زمان مورد استفاده در این مطالعه، نتوانست سبب

Downloaded from http://www.jri.ir

القاء اسپرماتوژنز در موش‌های آزواسپرم شود؛ اما تزریق استرادیول به صورت مجزا و همزمان با هورمون FSH، سبب القاء مجدد اسپرماتوژنز در موش‌های آزواسپرم گردید.

با توجه به نتایج مطالعات دیگر در مورد اثرات استرادیول در موش‌های بالغ و آزواسپرم، تزریق دوزهای کمتر از ۱۶$\mu g/kg$ سبب القاء اسپرماتوژنز و در دوره نوزادی سبب ناهنجاری‌های متعددی در دستگاه تناسلی می‌شود که منجر به اختلال در اسپرماتوژنز می‌گردد (۱۳). اما تزریق هورمون FSH اثرات بلوغ زودرس را در نوزادان در پی دارد؛ لذا لازم است مطالعاتی در انسان به منظور درمان آزواسپرمی ناشی از شیمی‌درمانی با استفاده همزمان از استرادیول و FSH و بررسی اثرات آنها طراحی و اجرا گردد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاران محترم گروه جنین‌شناسی پژوهشگاه فن‌آوری‌های نوین علوم پزشکی جهاددانشگاهی- ابن‌سینا و مسئولین محترم مرکز فوق‌تخصصی درمان ناباروری و سقط مکرر ابن‌سینا برای همکاری صمیمانه در اجرای این طرح تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1- Walker WH, Cheng J. FSH and testosterone signaling in Sertoli cells. Reproduction. 2005; 130(1): 15-28. Review.

2- Fan QR, Hendrickson WA. Structure of human follicle-stimulating hormone in complex with its receptor. Nature. 2005; 433(7023): 269-77.

3- Hess RA. Estrogen in the adult male reproductive tract: a review. Reprod Biol Endocrinol. 2003; 1: 52.Review.

4- Akingbemi BT. Estrogen regulation of testicular function. Reprod Biol Endocrinol. 2005; 3: 51. Review.

5- Anjamrooz SH, Movahedin M, Mowla SJ, Bairanvand SP. Assessment of morphological and functional changes in the mouse testis and epididymal sperms following busulfan treatment. Iran Biomed J. 2007; 11(1): 15-22.

6- Hemsworth BN, Jackson H. Effect of Busulphan on the developing gonad of the male rat. J Reprod Fertil. 1963; 5: 187-94.

7- Sierens JE, Sneddon SF, Collins F, Millar MR, Saunders PT. Estrogens in testis biology. Ann N Y Acad Sci. 2005; 1061: 65-76. Review.

8- Meistrich ML, Shetty G. Inhibition of spermatogonial differentiation by testosterone. J Androl. 2003; 24(2): 135-48. Review.

9- Kula K, Walczak-Jedrzejowska R, Słowikowska-Hilczer J, Oszukowska E. Estradiol enhances the stimulatory effect of FSH on testicular maturation and contributes to precocious initiation of spermatogenesis. Mol Cell Endocrinol. 2001; 178(1-2): 89-97.

10- Meistrich ML. Hormonal stimulation of the recovery of spermatogenesis following chemo- or radiotherapy. APMIS. 1998 ; 106(1): 37-45. Review.

11- Delbès G, Levacher C, Habert R. Estrogen effects on fetal and neonatal testicular development. Reproduction. 2006; 132(4): 527-38. Review.

12- Eddy EM, Washburn TF, Bunch DO, Goulding EH, Gladen BC, Lubahn DB, et al. Targeted disruption of the estrogen receptor gene in male mice causes alteration of spermatogenesis and infertility. Endocrinology. 1996 ; 137(11): 4796-805.

13- Toyama Y, Hosoi I, Ichikawa S, Maruoka M, Yashiro E, Ito H, et al. beta-estradiol 3-benzoate affects spermatogenesis in the adult mouse. Mol Cell Endocrinol. 2001; 178(1-2): 161-8.

14- Lambard S, Carreau S. Aromatase and oestrogens in human male germ cells. Int J Androl. 2005; 28(5): 254-9. Review.

15- MacCalman CD, Getsios S, Farookhi R, Blaschuk OW. Estrogens potentiate the stimulatory effects of follicle-stimulating hormone on N-cadherin messenger ribonucleic acid levels in cultured mouse Sertoli cells. Endocrinology. 1997; 138(1): 41-8.

16- Dorrington JH, Bendell JJ, Khan SA. Interactions between FSH, estradiol-17 beta and transforming growth factor-beta regulate growth and differentiation in the rat gonad. J Steroid Biochem Mol Biol. 1993; 44(4-6): 441-7. Review.

17- Fujita K, Ohta H, Tsujimura A, Takao T, Miyagawa Y, Takada S, et al. Transplantation of spermatogonial stem cells isolated from leukemic mice restores fertility without inducing leukemia. J Clin Invest. 2005; 115(7): 1855-61.

18- Ogawa T. Spermatogonial transplantation: the principle and possible applications. J Mol Med. 2001; 79(7): 368-74. Review.

Downloaded from http://www.jri.ir