

Association of Atorvastatin with Increased Growth and Quality of Immature Mouse Oocytes *In-Vitro*

Morteza Sadeghi¹, Fatemeh Sabbaghziarani², Pourya Soleimani³, Mohammad Reza Ashtarimajelan⁴, Fariba Zafari⁵

1. Assistant Professor, Human Genetics Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran. ORCID ID: 0000-0003-3453-0010

2. Assistant Professor, Cellular and Molecular Research Center, Research Institute for Prevention of Non-Communicable Diseases, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. ORCID ID: 0000-0002-5167-3569

3. Bsc Student, Student Research Committee, Faculty of Medicine, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. ORCID ID: 0000-0002-5937-6390

4. Msc, Student Research Committee, Faculty of Medicine, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. ORCID ID: 0000-0002-3186-6486

5. Assistant Professor, Cellular and Molecular Research Center, Research Institute for Prevention of Non-Communicable Diseases, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran., (Corresponding author), Tel: +98-28-33336001, Email: f.zafari@qums.ac.ir, ORCID ID: 0000-0001-6673-278X

ABSTRACT

Background and Aim: Atorvastatin is one of the medicines used for the treatment of high blood cholesterol which recently has been shown to have antioxidant effects in the cell. The aim of this study was to evaluate the effect of atorvastatin on the growth and quality of immature mouse oocytes in vitro.

Materials and Methods: 400 oocytes were prepared from ovaries of 40 NMRI mice and divided into two groups of control (culture medium) and atorvastatin (culture medium + 2 μ M atorvastatin). Then oocyte qualitative parameters including zona pellucida thickness (ZP), Perivitelline space size (PVS) and oocyte diameter (OD) were determined using invert microscope and image-J software.

Results: Quantitative parameters of zona pellucida thickness and oocyte diameter were increased in the atorvastatin group compared to those in the control group. In the evaluation of oocytes quality, the number of oocytes exhibiting +1 score in the atorvastatin and control groups were (70%) and (55.4%) respectively, which showed a significant difference between the two groups ($P \leq 0.05$). The numbers of polar bodies exhibiting +1 score in the atorvastatin and control groups were (36.18%) and (18.5%) respectively ($P \leq 0.05$).

Conclusion: Use of atorvastatin had a significant effect on the growth and final quality of the immature oocytes in vitro and it can possibly be used to increase the efficiency of in vitro fertilization in the future.

Keywords: Atorvastatin, Oocyte, Maturation, Infertility

Received: Dec 10, 2019

Accepted: Mar 1, 2021

How to cite the article: Morteza Sadeghi, Fatemeh Sabbaghziarani, Pourya Soleimani, Mohammad Reza Ashtarimajelan, Fariba Zafari. Association of Atorvastatin with Increased Growth and Quality of Immature Mouse Oocytes in Vitro. *SJKU* 2021;26(4):30-37.

Copyright © 2018 the Author (s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal

ارتباط آتورواستاتین با افزایش رشد و کیفیت تخمک‌های نارس موش

در محیط *In-Vitro*

مرتضی صادقی^۱، فاطمه صباغ زیارانی^۲، پوریا سلیمانی^۳، محمدرضا اشتری ماجلان^۴، فریبا ظفری^۵

۱. استادیار، پژوهشگاه ژنتیک، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله، تهران، ایران. کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۳-۳۴۵۳-۰۰۱۰

۲. استادیار، مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، پژوهشکده پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیر، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران. کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۲-۵۱۶۷-۳۵۶۹

۰۰۰۰

۳. دانشجوی کارشناسی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران. کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۲-۵۹۳۷-۶۳۹۰

۴. کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران. کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۲-۳۱۸۶-۶۴۸۶

۵. استادیار، مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، پژوهشکده پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیر، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران (نویسنده مسئول)، تلفن:

۰۲۸-۳۳۳۳۶۰۰۱، پست الکترونیک: f.zafari@qums.ac.ir، کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۱-۶۶۷۳-۲۷۸

چکیده

زمینه و هدف: آتورواستاتین از داروهای مورد استفاده در درمان کلسترول بالای خون است که به تازگی مشخص شده دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی در سلول است. در این مطالعه هدف بررسی اثر آتورواستاتین بر رشد و کیفیت تخمک‌های نارس موش در محیط *in vitro* است.

مواد و روش‌ها: ۴۰۰ تخمک از ۴۰ سر موش سوری نژاد NMRI تهیه شد و به دو گروه کنترل (محیط کشت) و آتورواستاتین (محیط کشت + ۲ میکرومولار آتورواستاتین) تقسیم بندی شدند، پارامترهای کیفی ضخامت زونا پلوسیدا (ZP)، اندازه فضای پری ویتیلین (PVS) و قطر تخمک (OD) به وسیله میکروسکوپ اینورت و نرم‌افزار image-J بررسی شد.

یافته‌ها: پارامترهای کمی ضخامت زونا پلوسیدا و قطر اووسیت در گروه آتورواستاتین نسبت به گروه کنترل افزایش یافته بود. در بررسی کیفیت تخمک‌ها تعداد تخمک‌های اسکور +۱ در گروه آتورواستاتین و گروه کنترل به ترتیب برابر (۷۰٪) و (۵۵/۴٪) بود و اختلاف بین دو گروه معنی‌دار بود ($P \leq 0/05$). تعداد اجسام قطبی دارای اسکور +۱ در گروه آتورواستاتین و گروه کنترل به ترتیب برابر با (۳۶/۱۸٪) و (۱۸/۵٪) بود ($P \leq 0/05$).

نتیجه‌گیری: استفاده از آتورواستاتین تاثیر قابل توجهی در رشد و کیفیت نهایی تخمک‌های نارس در محیط آزمایشگاهی دارد و احتمالاً در آینده بتوان از آن برای افزایش بازدهی لقاح *in vitro* استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: آتورواستاتین، تخمک، بلوغ، نازایی

وصول مقاله: ۹۸/۹/۱۹ اصلاحیه نهایی: ۹۹/۱۱/۲۹ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۱

(ZP)

مقدمه

نازایی یکی از موضوعات سلامت عمومی و رو به گسترش در جهان است که با سلامت عمومی و روانی زوجین در ارتباط است، طبق آمار جهانی به طور متوسط ۱۲ تا ۱۴ درصد از زوج‌ها نابارور هستند (۱). (In vitro IVF Maturation) یکی از تکنیک‌های درمان نازایی با استفاده از رشد خارج رحمی تخمک است، امروزه IVF برای بیمارانی که در معرض ریسک بالای سندرم تحریک پذیری بالای تخمدان هستند مانند زنانی که مبتلا به تخمدان پلی-کیستیک هستند یا بیمارانی که نیاز به آغاز درمان‌های گنادوتوکسیک دارند و بیمارانی که تومورهای حساس به هورمون دارند کاربرد حیاتی دارد (۲). از مهم‌ترین محدودیت‌های IVF که باعث کاهش لقاح تخمک در این تکنیک می‌شود تفاوت‌های محیط آزمایشگاه با محیط داخل رحمی و بلوغ ناقص و همچنین کندی رشد تخمک‌ها در محیط آزمایشگاه نسبت به محیط داخل رحم است (۳). رادیکال‌های آزاد (ROS)، یکی از مهم‌ترین عواملی هستند که تأثیرات مخربی بر رشد تخمک در محیط آزمایشگاه دارند و باعث القاء آپوپتوز و مرگ تخمک‌ها می‌شود (۴). آتورواستاتین دارویی از دسته‌ی استاتین‌ها است که برای کاهش میزان کلسترول خون تجویز می‌شود (۵). مطالعات نشان می‌دهد آتورواستاتین از طریق مهار آنزیم NOX_2 با اثرات رادیکال‌های آزاد و استرس‌های اکسیداتیو مقابله می‌کند و به عنوان یک آنتی اکسیدان قوی در سلول ایفای نقش می‌کند، علاوه بر این اثرات ضد التهابی برای آتورواستاتین گزارش شده است (۶) همچنین گزارش شده است که پس از مصرف آتورواستاتین، پارامترهای خونی ناشی از استرس اکسیداتیو مانند MDA در نمونه‌های خون بیماران به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد به علاوه کلسترول بالا که خود یکی از عوامل استرس اکسیداتیو در بدن محسوب می‌شود توسط آتورواستاتین کاهش می‌یابد (۷). مصرف آتورواستاتین با دوز بالا با بسیاری از عوارض مانند نفروتوکسیک (۸) و آسیب بیضه (۹) همراه است؛ اما

آتورواستاتین با دوز کم عوارض جانبی در باروری و تولید مثل ندارد (۱۰) و اثرات محافظتی دوز پایین آتورواستاتین در برابر نفروتوکسیک (۱۱)، سمیت بیضه (۱۲) و سمیت تخمدان (۱۳) گزارش شده است. در مطالعه‌ای بر روی بررسی اثرات آتورواستاتین بر قدرت باروری مردان، تأثیر قابل توجه آتورواستاتین در افزایش تعداد اسپرم و میزان تحرک اسپرم‌ها و بهبود مورفولوژی اسپرم‌ها گزارش شد (۱۴). همچنین گزارش شده است که آتورواستاتین باعث افزایش بیان VEGF در تخمدان‌ها می‌شود و از این طریق باعث افزایش تعداد فولیکول‌ها و افزایش تخمک‌زایی می‌شود (۱۵) و آتورواستاتین باعث ترمیم آسیب‌های ناشی از داروی ضد سرطان سیکلوفسفامید بر روی تخمدان‌ها می‌شود و به بازگشت تخمدان‌ها به حالت فعال کمک می‌کند (۱۶). با توجه به افزایش روز افزون ناباروری و نیاز بهبود کارایی تکنیک‌های باروری بر پایه IVF و همچنین تأثیرات مثبت آتورواستاتین در تخمک‌زایی در این مطالعه ما تصمیم به بررسی تأثیر آتورواستاتین بر کیفیت رشد و بلوغ تخمک‌های نابالغ موش سوری در محیط آزمایشگاه گرفتیم.

مواد و روش‌ها

تهیه حیوانات و جمع‌آوری تخمک:

در این مطالعه که از نوع تجربی بود از ۴۰ سر موش سوری ۴-۶ هفته نژاد NMRI تهیه شده از موسسه‌ی واکسن و سرم‌سازی رازی استفاده شد، به منظور تطابق با شرایط محیطی جدید موش‌ها به مدت یک هفته در حیوان خانه دانشگاه علوم پزشکی قزوین در قفس مخصوص موش سوری به ابعاد $27 \times 21 \times 14$ سانتی‌متر و به مساحت 336 سانتی‌متر مربع به صورت گروه‌های ۵ تایی و تحت شرایط استاندارد کنترل شده ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و دسترسی آسان به آب، غذا و رطوبت و دمای مناسب نگهداری شدند. موش‌ها به صورت تصادفی به ۲ گروه ۲۰ تایی تقسیم شده و هر گروه در ۴ قفس (مساحت

برای هر موش ۶۷/۲ سانتی متر مربع) نگهداری شدند، جهت تحریک تخمک گذاری از ۷/۵ واحد بین المللی PMSG به صورت تزریق داخل صفاقی برای هر موش استفاده شد. ۲۴ ساعت پس از تزریق PMSG موش ها با رعایت ملاحظات اخلاقی با روش کشتش گردنی کشته و پس از باز کردن شکم، تخمدان ها در شرایط استریل از بدن خارج و بعد از آماده سازی با عمل پی پتینگ، سلول های کومولوس اطراف تخمک برداشته و جداسازی تخمک از فولیکول آنترال تخمدانی صورت گرفت. سپس تخمک ها پس از سه مرحله شستشو به قطرات ۵۰ میکرولیتری محیط کشت انتقال داده شدند.

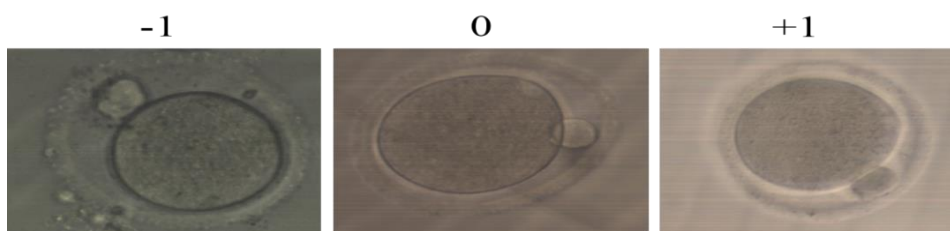
گروه بندی و بررسی تخمک ها:

تخمک ها پس از تهیه و افزودن محیط کشت به دو گروه زیر تقسیم شدند گروه کنترل: محیط کشت حاوی ۸۵٪ MEM، ۱۰٪ HCG، ۵٪ FBS و ۲ میکرومولار فاکتور رشد EGF و FGF. گروه آتورواستاتین: محیط کشت حاوی ۸۵٪ MEM، ۱۰٪ HCG، ۵٪ FBS و ۲ میکرومولار فاکتور رشد EGF و FGF و ۲ میکرومولار آتورواستاتین. تخمک های دو گروه ۲۴ ساعت داخل انکوباتور قرار گرفتند و سپس با استفاده از میکروسکوپ

اینورت تخمک هایی که تقسیم میوز اول را طی کرده و دارای جسم قطبی اول بودند شمارش و عکس برداری شدند. تخمک ها در گروه ها بر اساس جدول اسکوربندی (اندازه قطر تخمک و مشخصات جسم قطبی، الگوی سیتوپلاسمی، ضخامت زونا پلوسیدا و اندازه فضای پره ویتلین) گرید بندی شده و سپس داده ها مورد بررسی قرار گرفتند، تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون کای دو و نرم افزار SPSS نسخه ۱۲ انجام شد (شکل ۱).

اندازه گیری و اسکوربندی تخمک ها:

برای اسکوربندی و بررسی رشد تخمک ها ۲۰۰ تخمک از گروه کنترل و ۲۰۰ تخمک از گروه تحت درمان با آتورواستاتین به صورت تصادفی انتخاب شدند و سپس با دوربین Optika و میکروسکوپ (XDS-2ITALY) از تخمک ها عکس برداری شد و تصاویر حاصل به کمک نرم افزار Image J بررسی شد. در اسکوربندی تخمک ها شش پارامتر (مورفولوژی تخمک، اندازه ی تخمک، الگوی سیتوپلاسم، فضای پری ویتلین، زونا پلاسیدا (ZP) و مورفولوژی جسم قطبی مورد بررسی قرار گرفت. برای هر پارامتر طبق معیار استاندارد تعریف شده سه امتیاز عالی (+۱)، متوسط (۰) و ضعیف (-۱) در نظر گرفته شد (۱۷).



شکل ۱. تصویر سه تخمک با درجات مختلف کیفیت. کیفیت عالی (+۱)، کیفیت متوسط (۰) و کیفیت بد (-۱)، در تخمک +۱ مورفولوژی و بلوغ کامل تر است و جسم قطبی به خوبی تشکیل شده است.

یافته‌ها

بررسی رشد و اندازه تخمک‌ها:

در بررسی رشد و کیفیت تخمک‌ها پارامترهای ضخامت زونا پلوسیدا (ZP)، قطر تخمک، فضای پری ویتلین (PVS)، مورفولوژی تخمک و مورفولوژی جسم قطبی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج به صورت زیر بود:

ضخامت زونا پلوسیدا:

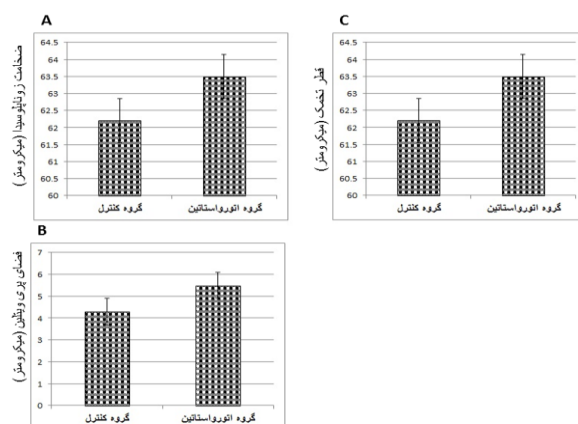
میانگین اندازه‌ی زونا پلوسیدا (ZP) در گروه کنترل و گروه آتورواستاتین به ترتیب برابر ۶/۷ و ۷/۲ میکرومتر بود که میزان زونا پلوسیدا در تخمک‌هایی که به محیط کشت آن‌ها آتورواستاتین اضافه شده بود افزایش جزئی داشت (شکل ۲ قسمت A).

میزان فضای پری ویتلین:

میانگین فضای پری ویتلین (PVS) در گروه آتورواستاتین و گروه کنترل به ترتیب برابر با ۵/۵ و ۴/۳ میکرومتر بود که در گروه آتورواستاتین میزان افزایش جزئی داشت (شکل ۲ قسمت B).

قطر تخمک

میانگین قطر تخمک‌های کشت شده در گروه کنترل و گروه آتورواستاتین به ترتیب برابر ۶۲/۲ و ۶۳/۵ میکرومتر بود که در گروه آتورواستاتین میزان قطر تخمک‌ها افزایش یافته بود (شکل ۲ قسمت C).



شکل ۲. بررسی شاخص‌های کیفی تخمک در گروه‌های مورد مطالعه، (A) ضخامت زونا پلوسیدا، (B) ضخامت فضای پری ویتلین و (C) قطر اووسیت، هر ستون نمودار نشان دهنده مقادیر میانگین $\pm$ انحراف معیار پارامتر مورد نظر است، مقدار P کمتر از ۰/۰۵ به عنوان سطح معنی‌داری آماری در نظر گرفته شده است.

بررسی پارامترهای کیفی تخمک‌ها:

مورفولوژی تخمک:

مورفولوژی تخمک‌هایی که در محیط کشت حاوی آتورواستاتین کشت داده شده بودند به طور معنی‌داری بهبود یافته بود، به طوری که در گروه آتورواستاتین و گروه کنترل به ترتیب ۱۴۰ (۷۰٪) و ۱۱۲ (۵۶٪) تخمک دارای اسکور ۱+ بودند و اختلاف دو گروه از لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P \leq 0/05$).

مورفولوژی جسم قطبی:

مورفولوژی جسم قطبی (PB) در گروه‌های آتورواستاتین نسبت به گروه کنترل بهبود قابل توجهی یافته بود و در گروه آتورواستاتین و گروه کنترل به ترتیب ۷۳ (۳۶/۵٪) و ۳۷ (۱۸/۵٪) جسم قطبی دارای اسکور ۱+ بودند و اختلاف دو گروه از لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P \leq 0/05$).

الگوی سیتوپلاسمی:

در بررسی پارامتر الگوی سیتوپلاسمی در دو گروه مورد مطالعه تعداد تخمک‌های دارای اسکور ۱+ در گروه آتورواستاتین و گروه کنترل به ترتیب برابر ۸۳ (۴۱/۵٪) و

۱۱۱ (۵۵٪/۵) تخمک بود که تعداد تخمک‌های دارای اختلاف دو گروه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. اسکور +۱ در گروه آتورواستاتین افزایش داشت؛ ولی جدول ۱. بررسی شاخص‌های کیفی مورفولوژی تخمک و مورفولوژی جسم قطبی و الگوی سیتوپلاسمی در گروه‌های مورد مطالعه. مقدار P کمتر از ۰/۰۵ به عنوان سطح معنی‌داری آماری در نظر گرفته شده است. * نشان‌دهنده میزان $P < ۰/۰۵$ در مقایسه با گروه کنترل است.

شاخص	گروه کنترل	گروه آتورواستاتین
مورفولوژی تخمک	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)
-۱	۴۰ (۲۰)	۲۰ (۱۰)
۰	۴۸ (۲۴)	۴۰ (۲۰)
+۱	۱۱۲ (۵۶)	۱۴۰ (۷۰)*
مورفولوژی جسم قطبی		
-۱	۸۹ (۴۴/۵)	۶۹ (۳۴/۵)
۰	۷۴ (۳۷)	۵۸ (۲۹)
+۱	۳۷ (۱۸/۵)	۷۳ (۳۶/۵)*
الگوی سیتوپلاسمی		
-۱	۴۳ (۲۱/۵)	۴۳ (۲۱/۵)
۰	۷۴ (۳۷)	۴۶ (۲۳)
+۱	۸۳ (۴۱/۵)	۱۱۱ (۵۵/۵)

بحث

در این مطالعه ما به بررسی اثرات آتورواستاتین در کیفیت و رشد تخمک‌های موش در محیط آزمایشگاهی پرداختیم طبق یافته‌های این مطالعه تیمار تخمک‌های اولیه موش با غلظت ۲ میکرومولار آتورواستاتین سبب افزایش رشد و اندازه کلی تخمک‌ها و همچنین بهبود پارامترهای کیفی تخمک می‌شود. کیفیت تخمک در محیط آزمایشگاهی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که به طور مستقیم با کارایی لقاح خارج رحمی (IVF) در ارتباط است و به عوامل مختلفی از جمله میزان رادیکال‌های آزاد موجود در محیط بستگی دارد (۱۸)، مشخص شده است مصرف آتورواستاتین با دوز بالا با عوارضی مانند آسیب‌های بیضه و کلیه (۹)؛ اما مصرف آتورواستاتین با دوز کم عوارض جانبی در باروری و تولید مثل ندارد (۱۰). استفاده از آتورواستاتین در موش باعث کاهش رادیکال‌های آزاد و در نتیجه باعث افزایش زنده ماندن سلول‌ها در موش می‌شود و مشخص شده است

که دوزهای پائین آتورواستاتین دارای اثرات آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی قوی است (۱۹) همچنین مشخص شده است که دوزهای پائین آتورواستاتین از طریق کاهش التهاب باعث درمان بافت‌های آسیب دیده تخمدان‌ها می‌شود و از این طریق به ایجاد تخمک‌های سالم‌تر و بلوغ بهتر تخمک‌ها کمک می‌کند (۲۰). در این مطالعه مشخص شد که دوز ۲ میکرومولار آتورواستاتین در محیط کشت باعث رشد بهتر تخمک‌ها و افزایش معنی‌دار پارامترهای کیفی تخمک می‌شود که این تاثیر می‌تواند ناشی از حذف رادیکال‌های آزاد (ROS) محیط توسط آتورواستاتین باشد. Pons-Rejraji و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای بر روی ۱۷ مرد سالم گزارش کردند که استفاده از آتورواستاتین با غلظت ۱۰ میلی گرم به مدت ۵ ماه باعث افزایش کیفیت و میزان تولید اسپرم در انسان می‌شود که این اثر می‌تواند ناشی از اثرات آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی آتورواستاتین باشد (۲۱). Hamzeh و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای بر روی اثرات

روی کیفیت نهایی و رشد تخمک‌ها دارد که می‌تواند ناشی از اثرات ضد التهابی آتورواستاتین باشد و به نظری می‌رسد در آینده بتوان از آتورواستاتین جهت آماده‌سازی بهتر تخمک‌ها جهت تکنیک‌های لقاح آزمایشگاهی استفاده کرد، بر اساس آخرین یافته‌های ما این مطالعه اولین مطالعه در خصوص تاثیر مستقیم آتورواستاتین بر روی تخمک در محیط آزمایشگاهی است.

تشکر و قدردانی

در این قسمت از کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده پزشکی و مرکز تحقیقات سلولی مولکولی دانشگاه علوم پزشکی قزوین به خاطر فراهم کردن امکانات مورد نیاز انجام این مطالعه صمیمانه تشکر می‌شود، طرح تحقیقاتی این مطالعه با کد اخلاق IR.QMS.REC.1398.186 در دانشگاه علوم پزشکی قزوین تصویب شده و هیچ کدام از نویسندگان این مطالعه، افراد و یا مراکز حامی تعارض منافی برای انتشار این مقاله ندارند.

محافظتی آتورواستاتین بر روی تخمدان‌های موش آسیب دیده در اثر سیکلوفسفامید گزارش کردند که آتورواستاتین به طور معنی‌داری باعث افزایش استروژن و پروژسترون در تخمدان‌های آسیب دیده می‌شود و از طریق اثر آنتی اکسیدانی و کاهش رادیکال‌های آزاد باعث کاهش التهاب و بهبود تخمدان‌ها و تخمک‌گذاری در موش می‌شود (۱۶). Sathyapalan و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که مصرف روزانه ۱۵۰۰ میلی گرم آتورواستاتین در زنان دارای تخمدان پلی کیستیک باعث کاهش چشمگیر میزان چربی تخمدان‌ها و تنظیم سطح هورمونی می‌شود که منجر به ایجاد تخمک‌های با کیفیت‌تر و تخمک‌زایی بهتر در این زنان می‌شود (۲۲)؛ که این یافته‌ها با یافته‌های ما در مورد تخمک‌های موش هم راستا بود.

نتیجه‌گیری

طبق یافته‌های این مطالعه اضافه کردن ۲۰ میکرومولار آتورواستاتین به محیط کشت مثبت قابل توجهی بر

منابع

1. Cates W, Farley TM, Rowe PJ. Worldwide patterns of infertility: is Africa different?. The Lancet. 1985; 14;326(8455):596-8.
2. Mather JP. Making Informed Choices: Medium, Serum, and Serum-Free Medium How to Choose the Appropriate Medium and Culture System for the Model You Wish to Create. Method Cell Biol. 1998; 31;57:19-30.
3. Yalçinkaya E, Çalışkan E, Budak Ö. In vitro maturation may prevent the cancellation of in vitro fertilization cycles in poor responder patients: A case report. J Turk Ger Gynecol Assoc. 2013;14(4):235.
4. Ríos GL, Buschiazzi J, Mucci NC, Kaiser GG, Cesari A, Alberio RH. Combined epidermal growth factor and hyaluronic acid supplementation of in vitro maturation medium and its impact on bovine oocyte proteome and competence. Theriogenology. 2015;83(5):874-80.
5. Forst T, Wilhelm B, Pfützner A, Fuchs W, Lehmann U, Schaper F, et al. Investigation of the vascular and pleiotropic effects of atorvastatin and pioglitazone in a population at high cardiovascular risk. Diab Vasc Dis Res. 2008;5(4):298-303.
6. Violi F, Cangemi R, Calvieri C. Pneumonia, thrombosis and vascular disease. J Thromb Haemost. 2014; 1;12(9):1391-400.
7. ÇİFTÇİ GA, Erturun I, Akalin A, ALATAŞ İÖ, Musmul A. The effects of atorvastatin on antioxidant/antiinflammatory properties of HDLs in hypercholesterolemics. Turk J Med Sci. 2015;45(2):345-51.

8. Nasri H, Hasanpour Z, Nematbakhsh M, Ahmadi A, Rafieian-Kopaei M. The effect of the various doses of atorvastatin on renal tubular cells; an experimental study. *J Nephropathol*. 2016; 5: 111-115.
9. Klinefelter GR, Laskey JW, Amann RP. Statin drugs markedly inhibit testosterone production by rat Leydig cells in vitro: Implications for men. *Reprod Toxicol*. 2014; 45: 52-58.
10. Dostal LA, Whitfield LR, Anderson JA. Fertility and general reproduction studies in rats with the HMG-CoA reductase inhibitor, atorvastatin. *Fundam Appl Toxicol*. 1996; 32: 285-292.
11. Talebpour Amiri F, Hamzeh M, Naeim RA, Ghasemi A, Hosseini-mehr SJ. Radioprotective effect of atorvastatin against ionizing radiation-induced nephrotoxicity in mice. *Int J Radiat Biol*. 2018; 94: 106-113.
12. Naeimi RA, Talebpour Amiri F, Khalatbary AR, Ghasemi A, Zargari M, Ghesemi M, et al. Atorvastatin mitigates testicular injuries induced by ionizing radiation in mice. *Reprod Toxicol*. 2017; 72: 115-121.
13. Parlakgumus HA, Aka Bolat F, Bulgan Kilicdag E, Simsek E, Parlakgumus A. Atorvastatin for ovarian torsion: effects on follicle counts, AMH, and VEGF expression. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2014; 175: 186-190.
14. Dostal LA, Juneau P, Rothwell CE. Repeated analysis of semen parameters in beagle dogs during a 2-year study with the HMG-CoA reductase inhibitor, atorvastatin. *Toxicological Sciences*. 2001; 1;61(1):128-34.
15. Parlakgumus A, Aka Bolat F, Kilicdag EB, Simsek E. Atorvastatin for ovarian torsion: effects on follicle counts, AMH, and VEGF expression H. *Eur J Obstet Gynecol*. 2014;175:186–190
16. Hamzeh M, Hosseini-mehr SJ, Mohammadi HR, Yaghubi Beklar S, Dashti A, Talebpour Amiri F. Atorvastatin attenuates the ovarian damage induced by cyclophosphamide in rat: An experimental study. *Int J Reprod BioMed*. 2018;16(5):323-334.
17. Lazzaroni-Tealdi E, Barad DH, Albertini DF, Yu Y, Kushnir VA, Russell H, et al. Emanuela Lazzaroni-Tealdi, David H. Barad, Oocyte Scoring Enhances Embryo-Scoring in Predicting Pregnancy Chances with IVF Where It Counts Most. *PLoS One*. 2015; 2;10(12).
18. Hatirnaz S, Ata B, Hatirnaz ES, Dahan MH, Tannus S, Tan J, Lin Tan S. Oocyte in vitro maturation: A sytematic review. *Turk J Obstet Gynecol*. 2018;15:112-25.
19. Crevar-Sakac M, Vujić Z, Kotur-Stevuljević J, Ivanisević J, Jelić-Ivanović Z, Milenković M, et al. Effects of atorvastatin and artichoke leaf tincture on oxidative stress in hypercholesterolemic rats. *Vojnosanit Pregl*. 2016; 73: 178-187.
20. Parlakgumus HA, Aka Bolat F, Bulgan Kilicdag E, Simsek E, Parlakgumus A. Atorvastatin for ovarian torsion: effects on follicle counts, AMH, and VEGF expression. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2014; 175: 186-190.
21. Pons-Rejraji H, Brugnion F, Sion B, Maqdasy S, Gouby G, Pereira B, et al. Evaluation of atorvastatin efficacy and toxicity on spermatozoa, accessory glands and gonadal hormones of healthy men: a pilot prospective clinical trial. *Reprod Biol Endocrinol*. 2014 12:65.
22. Sathyapalan T, Hobkirk JP, Javed Z, Carroll S, Coady A-M, Pemberton P, et al. The Effect of Atorvastatin (and Subsequent Metformin) on Adipose Tissue Acylation-Stimulatory-Protein Concentration and Inflammatory Biomarkers in Overweight/Obese Women With Polycystic Ovary Syndrome. *Front. Endocrinol*. 2019; 25;10:394.