



## تأثیر فعالیت ورزشی بر سطوح هورمون اکسی توسین سرمی و افسردگی در دوره بارداری و پس از زایمان در موش‌های ماده

**فاطمه نقابی:** کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور، کرج، ایران  
**سعید نقیبی:** استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور، کرج، ایران  
**حانیه مردعلی زاده:** کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
**رحمان سوری:** استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (\* نویسنده مسئول) Soori@ut.ac.ir

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

افسردگی،  
اکسی توسین،  
بارداری،  
پس از زایمان،  
ورزش

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۱

تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۰۵/۲۲

**زمینه و هدف:** مادران در دوره بارداری دچار تغییرات هورمونی و اختلال در خلق و خوی می‌شوند. از طرفی در درمان افسردگی در دوره بارداری و بعد زایمان برای مادران محدودیت دارویی وجود دارد. هدف از این پژوهش تأثیر فعالیت ورزشی بر سطوح هورمون اکسی توسین سرمی و افسردگی در دوره بارداری و پس از زایمان در موش‌های ماده بود.

**روش کار:** ۴۰ موش ماده سالم نژاد NMRI با سن تقریبی ۸۰-۹۰ روز و وزن ۲۲-۲۵ گرم به چهار گروه جهت سنجش افسردگی و هورمون اکسی توسین در دوره بارداری و پس از زایمان تقسیم شدند. فعالیت ورزشی گروه فعال به صورت اختیاری بود. مدت زمان ملاقات موش‌ها با هم دیگر به عنوان شاخص تست افسردگی بود. جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک، استفاده شد. کلیه آزمون‌های آماری در سطح معنی‌داری  $P < 0/05$  و توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد میانگین تغییرات اکسی توسین در دوران بارداری و پس از زایمان بین گروه‌های فعال و غیرفعال تغییر معنی‌داری دارد. نتیجه تست افسردگی نشان داد که مدت زمان ملاقات موش‌ها بین گروه فعال و غیرفعال در دوره بارداری تغییر معنی‌داری ندارد اما در دوره پس از زایمان در گروه فعال، تغییر معنی دار مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** فعالیت بدنی علائم افسردگی در دوران بارداری را کاهش می‌دهد و می‌تواند نوعی درمان پیشگیرانه باشد. فعالیت بدنی می‌تواند موجب تحریک ترشح اکسی توسین شود که علائم مربوط به افسردگی در دوران پس از زایمان را نیز کاهش می‌دهد.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت‌کننده:** حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Negabi F, Naghibi S, Mardalizade H, Soori R. The Effect of Exercise on Serum Oxytocin Levels and Depression During Pregnancy and Postpartum in Female Mice. Razi J Med Sci. 2022;29(5):64-74.

\*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با [CC BY-NC-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/) صورت گرفته است.

## Original Article

## The Effect of Exercise on Serum Oxytocin Levels and Depression During Pregnancy and Postpartum in Female Mice

**Fateme Negabi:** Department MSc of Exercise Physiology, Department of physical education, Payame Noor University, Karaj, Iran

**Saeed Naghibi:** Department Assistant Professor, Department of Physical Education, Payame Noor University, Karaj, Iran

**Haniye Mardalizade:** MSc of Exercise Physiology, Faculty of physical education and sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

**Rahman Soori:** Professor, Department of Sports and Exercise Physiology, Faculty of Sports and Exercise Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran (\* Corresponding author) Soori@ut.ac.ir

### Abstract

**Background & Aims:** Mothers experience hormonal changes and mood disorders during pregnancy. Oxytocin plays a central role in the nervous system in both directions of the mother-infant relationship. In the mother's body, this hormone is normally present in the hormonal cycle and is released from the posterior pituitary gland, and also plays an important role during vaginal stimulation and delivery by acting on receptors (3). The onset of depressive symptoms in the first two weeks after delivery is directly related to a decrease in plasma oxytocin levels during pregnancy, which impairs the emotional adjustment of mother and baby (42). Since physical activity leads to stress in the body and improves blood circulation in the heart and blood vessels, which stimulates the posterior pituitary gland to secrete oxytocin; Exercise can increase oxytocin levels in pregnant women (5). There are drug restrictions for mothers in the treatment of depression during pregnancy and postpartum. Postpartum depression is a condition characterized by persistent experiences of sadness or decreased ability to experience pleasure, irritability, low self-esteem, and overt anxiety (2). Depression in pregnant women is a threat not only to the health of the mother, but also to the health of the baby. Depressive disorders may affect the baby from the embryonic stage, and may also affect the delivery process and the mother-baby relationship in later years. It is important to note that even regular walks that are low-intensity exercise during pregnancy can significantly reduce depressive symptoms in pregnant women (17). Physical activity can also have a positive effect on depressive disorders. After exercise, endorphin levels rise, which is responsible for a more positive and happy mind. While depression reduces the levels of neurotransmitters such as serotonin, norepinephrine or dopamine, their concentration increases with physical activity (8). There is a sudden increase in body size and weight during pregnancy, while physical activity prevents overweight or obesity (11). Therefore, today, exercise for women during pregnancy and after is emphasized by experts (6). According to the American Congress of Midwifery, pregnant women can exercise for 30 minutes or more a day with moderate intensity during pregnancy, but not every day of the week, if there is no ban. High-intensity exercise is not recommended during pregnancy due to insufficient studies on the level of intensity (1). However, it should be borne in mind that for the safety of pregnant women and children, all activities should be performed in consultation with a gynecologist. If the type of physical activity is carefully selected and whether it is done under supervision or without supervision (optional exercise), statistically significant results will be achieved in reducing depressive symptoms. The aim of this study was to evaluate the effect of exercise on serum oxytocin levels and depression during pregnancy and postpartum in female mice.

**Methods:** This study is an experimental study that was performed in the laboratory on mice and is applied in terms of purpose. Sixty healthy female NMRI mice with an approximate age of 80-90 days and weighing 22-25 g were prepared from Pasteur Institute of Iran and kept in light conditions for 12 hours of light and 12 hours of darkness at a temperature of  $23 \pm 1$  °C. Adequate food was provided to them. NMRI mice, after two weeks of adaptation,

### Keywords

Depression,  
Exercise,  
Oxytocin,  
Postpartum,  
Pregnancy

Received: 11/06/2022

Published: 13/08/2022

were given one male for each female to mate, and they were placed in a cage several times to obtain the required number of pregnant mice. Then, the next morning, the vaginal plaque was checked as a pregnancy indicator. Thus, 40 female mice became pregnant and these mice, in which vaginal plaque was seen, were considered as the first day of pregnancy and the animals were transferred to separate cages. Inside the cage of each pregnant animal were two rotating wheels for exercise. By the end of the study, the rotating wheels were inside the animal cage. In this study, animals were divided into four groups to measure depression and oxytocin levels during pregnancy and postpartum. There were 10 NMRI mice in each group. Group 1: Active female mice were tested for behavioral and hormonal disorders during pregnancy. Group 2: Active female mice underwent behavioral and hormonal tests in the post-pregnancy period. Group 3: Active female mice were tested for behavioral and hormonal measures during pregnancy. Group 4: Active female mice underwent behavioral and hormonal tests in the post-pregnancy period. Active group exercise was optional. Exercise and non-exercise rats in the pregnant group on the 18th day of gestation and exercise and non-exercise rats in the postpartum group were evaluated on the 7th day postpartum. First, each mouse was exposed to another unfamiliar mouse and gently placed in the opposite corners of a 20 × 80 × 80 cm square box and examined for 7 minutes. The amount of time animals spend interacting with each other is considered an indicator of depressive behavior. After behavioral assessments, deep anesthesia was performed with ketamine (50 mg / kg) and xylazine (5 mg / kg). The animal's breast was then dissected and blood was drawn from the heart. The vials containing blood were placed on an ice pack for 30 minutes, then centrifuged at serum at 2000 RPM for 15 minutes and stored at -20 ° C. Serum oxytocin levels were measured based on the method in the RayBiotech Co. kit using ELISA technique. Shapiro-Wilk test was used to evaluate the normality of data distribution. Levin test was used to evaluate the homogeneity and homogeneity of variance of dependent variable between different samples. One-way analysis of variance with Tukey post hoc test was used to evaluate the differences between the groups. All statistical tests were performed at the significance level of P <0.05 by SPSS software version 22.

**Results:** The results showed that the mean changes of oxytocin during pregnancy and postpartum were significantly different between active and inactive groups. The results of the depression test showed that the duration of visit of mice between the active and inactive groups during pregnancy was not significantly different, but in the postpartum period in the active group, a significant change was observed. The test was based on social interaction, meaning that the longer the interaction, the better, and shows that depression is improving.

**Conclusion:** Based on this study, it can be concluded that physical activity reduces the symptoms of depression during pregnancy and can be a safe preventive treatment. Physically active women have a lower risk of depression than inactive women. Physical activity also indirectly stimulates the secretion of oxytocin, which can reduce the symptoms of depression in the postpartum period. On the other hand, oxytocin secretion during pregnancy also has an advantage. It should also be noted that the introduction of physical activity during or before pregnancy does not always protect a pregnant woman from developing depression or does not affect its course during pregnancy. This indicates the existence of multifactorial dependence, where physical activity is only one component. It is difficult to determine the release of central oxytocin in humans, and the exact mechanism of the link between oxytocin and depression has not yet been determined, and these studies are mostly derived from animal studies. Overall, oxytocin is involved in the cause of depressive symptoms in the postpartum period and more research should be done on the neurological and endocrine aspects.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

#### Cite this article as:

Negabi F, Naghibi S, Mardalizade H, Soori R. The Effect of Exercise on Serum Oxytocin Levels and Depression During Pregnancy and Postpartum in Female Mice. Razi J Med Sci. 2022;29(5):64-74.

\*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

## مقدمه

دوران بارداری یک دوره منحصر به فرد در زندگی بانوان است که با تغییرات فیزیولوژیک، متابولیکی، روحی و روانی همراه است. این تغییرات توانایی خانم‌ها را برای انجام وظایف عادی تغییر می‌دهد و ممکن است بر کیفیت زندگی آن‌ها تأثیر بگذارد. افسردگی یکی از این اختلالات است که در جمعیت عمومی شایع بوده و در خانم‌ها تقریباً ۲ برابر آقایان است (۱). در طی بارداری میزان ترشح هورمون‌ها دچار اختلال می‌شود (۲). گزارش شده است که اکسی توسین در سیستم عصبی در هر دو جهت رابطه مادر-نوزاد، نقش محوری ایفا می‌کند. گرچه مکانیسم زیر بنایی تأثیرگذاری اکسی توسین در مغز نوزاد، هنوز به اندازه کافی مشخص نشده است اما در بدن مادر این هورمون نه تنها در حالت معمول در چرخه هورمونی وجود داشته و از هیپوفیز خلفی آزاد می‌شود، بلکه در زمان تحریکات واژینال و زایمان نیز از راه اثر بر گیرنده‌ها، نقش مهمی ایفا می‌کند. همچنین نشان داده شده که رفتارهای مادرانه حین بارداری و پس از زایمان در موش‌هایی که تخریب هسته بطنی داشتند، کمتر می‌شود. از این رو مکانیسم عمل این هورمون در سیستم عصبی مرکزی و بروز رفتارهای خاص ناشی از تأثیر آن اخیراً مورد توجه محققان قرار گرفته است. در مدل‌های حیوانی و مدل‌های انسانی گروه‌های مداخله که اکسی توسین دریافت کرده بودند، نسبت به گروه کنترل که این هورمون را نگرفته بودند، بروز رفتارهای عاطفی بیشتری دیده شده است (۳). مطالعات نشان داده‌اند ورزش می‌تواند اثر مؤثری بر اکسی توسین داشته باشد (۴). از آنجایی که فعالیت بدنی منجر به استرس در بدن و بهبود گردش خون در قلب و رگ‌های خونی می‌شود که محرک هیپوفیز خلفی برای ترشح اکسی توسین است؛ انجام فعالیت ورزشی می‌تواند در زنان باردار سطوح اکسی توسین را افزایش دهد (۵).

ورزش در دنیای امروزه از چنان اهمیتی برخوردار است که تمام جوامع بشری در تلاش هستند ورزش را به طور گسترده‌ای در برنامه‌های روزانه خود جای دهند. امروزه ورزش در دوران بارداری نیز برای زنان در طی دوران بارداری و پس از آن مورد تأکید متخصصان قرار دارد. یکی از اثرات ورزش، افزایش سطوح آندروفین‌ها

است که در نتیجه ورزش باعث تحمل‌پذیری درد در فرآیند زایمان از سوی زنان ورزشکار در مقایسه با زنان غیر ورزشکار شناخته شده است. محققان آمریکایی در مطالعه وسیعی که انجام دادند نشان دادند ورزش در دوران بارداری می‌تواند زایمان فعال را کوتاه‌تر و زایمان سزارین را کمتر کند (۶). بر اساس پیشنهاد کنگره زنان مامایی آمریکا، در صورت نداشتن ممنوعیت می‌توانند به مدت ۳۰ دقیقه یا بیشتر در روز با شدت متوسط در طی بارداری ورزش کنند البته نه در همه روزهای هفته. به دلیل نبودن مطالعات کافی در سطح شدت، ورزش‌های با شدت بالا در بارداری توصیه نمی‌شود (۱). افسردگی پس از زایمان (PND) وضعیتی است که با تجربه مداوم غم و اندوه یا کاهش توانایی تجربه لذت، تحریک‌پذیری، احساس اعتماد به نفس پایین و اضطراب آشکار مشخص می‌شود (۲). دمیس و همکاران نشان داده‌اند زنانی که از نظر جسمی در بارداری فعال هستند در مقایسه با زنان غیرفعال کمتر دچار افسردگی می‌شوند (۷). تأثیر مثبت فعالیت بدنی بر اختلالات افسردگی را می‌توان با مکانیسم‌های بیولوژیکی توضیح داد. ورزش باعث افزایش دمای بدن انسان می‌شود. در همان زمان، دمای مغز افزایش یافته و منجر به احساس آرامش عمومی می‌شود. علاوه بر این، پس از ورزش، سطح آندروفین افزایش می‌یابد که مسئول یک ذهن مثبت‌تر و شادآور است. این در حالی است که افسردگی میزان انتقال‌دهنده‌های عصبی مانند سروتونین، نوراپی نفرین یا دوپامین را کاهش داده و غلظت آن‌ها متعاقب فعالیت بدنی افزایش می‌یابد (۸). علاوه بر این، تمرینات از اختلالات قلبی عروقی جلوگیری می‌کنند، عملکرد سیستم اسکلتی عضلانی را بهبود می‌بخشند (۹)، باعث افزایش اشتها، بهبود کیفیت خواب و اکسیژن رسانی بهتر به بدن می‌شوند (۱۰). شایان ذکر است که در دوران بارداری افزایش ناگهانی در اندازه و وزن بدن وجود دارد، در حالی که فعالیت بدنی از اضافه وزن و یا چاقی جلوگیری می‌کند (۱۱). با این حال، تغییرات مشاهده شده در ظاهر خارجی زنان باردار، به طور مکرر از عزت نفس آن‌ها می‌کاهد. عزت نفس پایین عاملی خطرناک برای افسردگی در دوران بارداری و بعد از زایمان است (۱۲). برخی از مطالعات نشان دادند ورزش می‌تواند آثار

افسردگی ناشی از دوران بارداری را کاهش دهد (۱۳)؛ اما برخی دیگر اشاره کردند ورزش تأثیر بسزایی بر افسردگی در دوران بارداری ندارد (۱۴). از طرفی دیگر مطالعات ذکر شده مکانیسم اثر بخشی ورزش در دوران بارداری و پس از آن را روی افسردگی بررسی نکردند. با بررسی‌های صورت گرفته مطالعه‌ای به بررسی اثر تمرینات ورزشی بر تغییرات هورمون اکسی توسین و افسردگی در دوره بارداری پرداخته است. هدف کلی این مطالعه، بررسی تأثیر فعالیت ورزشی بر سطوح هورمون اکسی توسین سرمی و افسردگی در دوره بارداری و پس از زایمان در موش‌های ماده است تا ببینیم آیا ورزش بر میزان ترشح اکسی توسین و میزان افسردگی زنان در دوره بارداری و پس از زایمان تأثیر دارد یا خیر؟

## روش کار

این مطالعه از نوع تحقیقات تجربی است که به صورت آزمایشگاهی روی موش‌ها انجام گرفت و از نظر هدف، کاربردی است. کد اخلاق این پژوهش (IR.PNU.REC.1400.054) می‌باشد. طرح تحقیق بر اساس گروه کنترل و گروه هدف انجام گرفت. گروه کنترل بدون فعالیت ورزشی بودند و گروه هدف، فعالیت ورزشی داشتند. ۶۰ موش ماده سالم نژاد NMRI با سن تقریبی ۸۰-۹۰ روز و وزن ۲۵-۲۲ گرم از انستیتو پاستور ایران تهیه شدند و در شرایط نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و دمای  $23 \pm 1$  درجه سانتی گراد نگهداری شدند و آب و غذای کافی در اختیار آن‌ها قرار داده شد. موش‌های NMRI تهیه شده، پس از دو هفته سازگاری با محیط، برای هر ماده یک نر به منظور جفت‌گیری در نظر گرفته شد و آن‌ها در چند نوبت درون یک قفس قرار داده شدند تا تعداد موش‌های باردار مورد نیاز به دست آید. سپس صبح روز بعد پلاک واژینال به عنوان شاخص بارداری چک می‌شد (۱۵). به این ترتیب ۴۰ موش ماده باردار شدند و این موش‌ها که در آن‌ها پلاک واژینال دیده شد به عنوان روز اول بارداری در نظر گرفته و حیوانات به قفس جدا منتقل شدند. درون قفس هر حیوان باردار دو چرخ دوار جهت انجام ورزش توسط آن‌ها قرار داده شده بود. تا انتهای مطالعه چرخ‌های دوار درون قفس

حیوانات بودند. در این مطالعه حیوانات به چهار گروه جهت سنجش افسردگی و سطح هورمون اکسی توسین در دوره بارداری و پس از زایمان قرار گرفتند که در هر گروه ۱۰ موش NMRI وجود داشت. گروه اول: موش‌های ماده بدون فعالیت در دوره بارداری مورد سنجش رفتاری و هورمونی قرار گرفتند. گروه دوم: موش‌های ماده بدون فعالیت در دوره پس از بارداری مورد سنجش رفتاری و هورمونی گرفتند. گروه سوم: موش‌های ماده فعال در دوره بارداری مورد سنجش رفتاری و هورمونی قرار گرفتند. گروه چهارم: موش‌های ماده فعال در دوره پس از بارداری مورد سنجش رفتاری و هورمونی قرار گرفتند. در این پژوهش، موش‌های ماده بر اساس میزان علاقه و کاملاً اختیاری به فعالیت ورزشی پرداختند که فعال نامیده شدند. برای ارزیابی تست افسردگی از تست تعامل اجتماعی (Social Interaction Test) استفاده شد. موش‌های ورزش کرده و ورزش نکرده گروه باردار در روز ۱۸ بارداری و موش‌های ورزش کرده و ورزش نکرده گروه پس از زایمان در روز ۷ پس از زایمان مورد بررسی قرار گرفتند. ابتدا هر موش به طور جداگانه با یک موش دیگر نا آشنا مواجه شدند و به آرامی در گوشه‌های مخالف یک جعبه مربع  $20 \times 80 \times 80$  سانتیمتر قرار داده شدند و به مدت ۷ دقیقه مورد بررسی قرار گرفتند. مقدار زمان که حیوانات در تعامل با یکدیگر گذرانده‌اند، به عنوان شاخص رفتار افسردگی در نظر گرفته شده است. پس از اتمام سنجش‌های رفتاری، بییهوشی عمیق توسط کتامین ( $50 \text{ mg/kg}$ ) و زایلازین ( $5 \text{ mg/kg}$ ) انجام شد. سپس سینه حیوان شکافته و از قلب خون گرفته شد (۱۶). ویال‌های حاوی خون به مدت ۳۰ دقیقه بر روی یک پک یخ قرار گرفتند سپس به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۲۰۰۰ RPM سانتریفیوژ و سرم آن‌ها جدا شد و در دمای  $20 -$  درجه سانتی گراد نگهداری شدند. مراحل اندازه‌گیری میزان سرمی هورمون اکسی توسین بر اساس روش کار موجود در کیت شرکت (RayBiotech Co) با استفاده از تکنیک الایزا انجام شد.

جهت بررسی پیش فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها در هر چهار گروه از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) استفاده شد. هم‌چنین، برای بررسی متجانس بودن و

یعنی هرچه قدر مدت زمان این تعامل بیشتر باشد بهتر است و نشان‌دهنده بهبود میزان افسردگی است.

بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس در دوره بارداری بین تغییرات هورمون اکسی توسین گروه فعال و غیر فعال اختلاف معناداری وجود دارد ( $P=0/01$ ) (جدول ۳، نمودار ۳). همچنین در مرحله پس از زایمان نیز، بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس بین سطوح هورمون اکسی توسین در گروه‌های فعال و غیر فعال اختلاف معناداری وجود دارد ( $P=0/002$ ) (جدول ۳، نمودار ۴).

### بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر فعالیت ورزشی بر سطوح هورمون اکسی توسین سرمی و افسردگی در دوره بارداری و پس از زایمان در موش‌های ماده بود. افسردگی در زنان باردار نه تنها برای سلامتی مادر، بلکه برای سلامتی کودک نیز تهدید است.

همگنی واریانس‌های متغیر وابسته بین نمونه‌های مختلف مورد آزمون، از آزمون لوین (Levene) استفاده شد. برای بررسی تفاوت میانگین گروه‌ها از روش آماری آنالیز واریانس یک طرفه با آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. کلیه آزمون‌های آماری در سطح معنی‌داری  $P<0/05$  و توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

### یافته‌ها

اطلاعات توصیفی میانگین و خطای استاندارد به دست آمده از متغیرهای مورد پژوهش در گروه‌های پژوهش در قالب جدول ۱ ارائه شده است.

بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس تست افسردگی در دوره بارداری بین گروه‌های فعال و غیر فعال اختلاف معناداری وجود ندارد ( $P=0/57$ ) (جدول ۲، نمودار ۱)؛ اما در مرحله پس از زایمان بین گروه‌های فعال و غیر فعال اختلاف معناداری وجود دارد ( $P=0/02$ ) (جدول ۲، نمودار ۲). این تست بر اساس تعامل اجتماعی بود

جدول ۱- شاخص‌های توصیفی متغیرهای اصلی پژوهش در گروه‌های مورد مطالعه

گروه	OXT-Pre	OXT-Post	SIT-Pre	SIT-Post
non-Exercise	۱۶۷/۵۰ ± ۳۸/۸۰	۱۲۱/۶۰ ± ۲۲/۱۹	۱۳۰/۷۰ ± ۱۹/۴۷	۱۴۵/۳۰ ± ۲۲/۹۴
Exercise	۲۱۲/۴۰ ± ۳۴/۰۷	۱۶۴/۶۰ ± ۳۰/۹۸	۱۳۵/۷۰ ± ۱۹/۲۴	۱۷۲/۱۰ ± ۲۶/۳۵

جدول ۲- نتایج آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) برای مقایسه‌ی نمره افسردگی در طی دو مرحله

مرحله	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	F	P
دوره بارداری	بین گروهی	۱۲۵	۱	۱۲۵	۰/۳۳	۰/۵۷
	درون گروهی	۶۷۴۶/۲۰	۱۸	۳۷۴/۷۸۹		
	کل	۶۸۷۱/۲۰	۱۹			
دوره پس از زایمان	بین گروهی	۳۵۹۱/۲۰	۱	۳۵۹۱/۲۰	۵/۸۸	* ۰/۰۲
	درون گروهی	۱۰۹۸۵	۱۸	۶۱۰/۲۷۸		
	کل	۱۴۵۷۶/۲۰	۱۹			

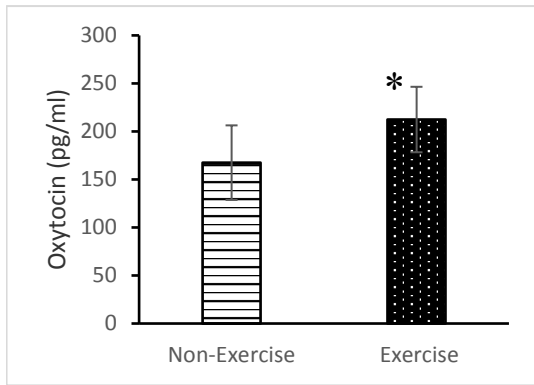
\* معنی داری در سطح  $P<0/05$

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) برای مقایسه‌ی میانگین هورمون اکسی توسین در طی دو مرحله

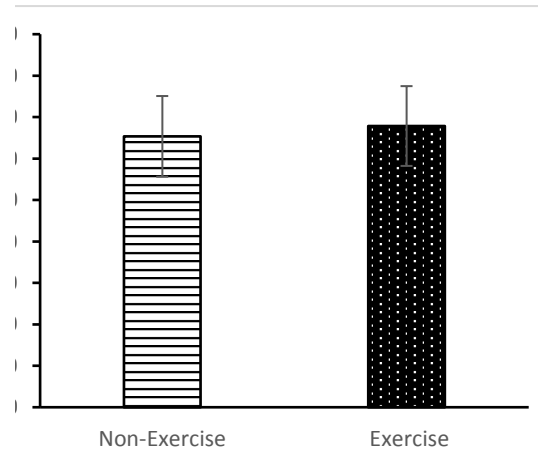
مرحله	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	F	P
دوره بارداری	بین گروهی	۱۰۰۸۰/۰۵	۱	۱۰۰۸۰/۰۵	۷/۵۵	* ۰/۰۱
	درون گروهی	۲۴۰۰۶/۹۰	۱۸	۱۳۳۳/۷۱۷		
	کل	۳۴۰۸۶/۹۵	۱۹			
پس از زایمان	بین گروهی	۹۲۴۵	۱	۹۲۴۵	۱۲/۷۲۹	* ۰/۰۰۲
	درون گروهی	۱۳۰۷۲/۸۰	۱۸	۷۲۶/۲۶۷		
	کل	۲۲۳۱۷/۸۰	۱۹			

\* معنی داری در سطح  $P<0/05$

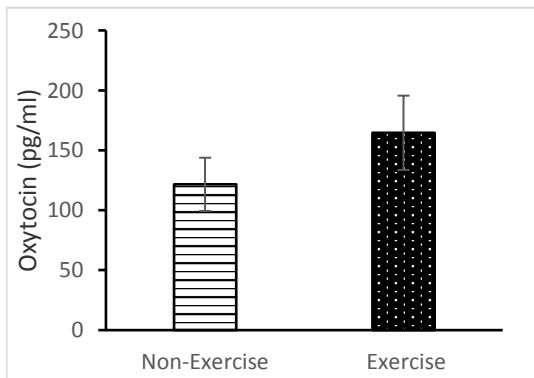




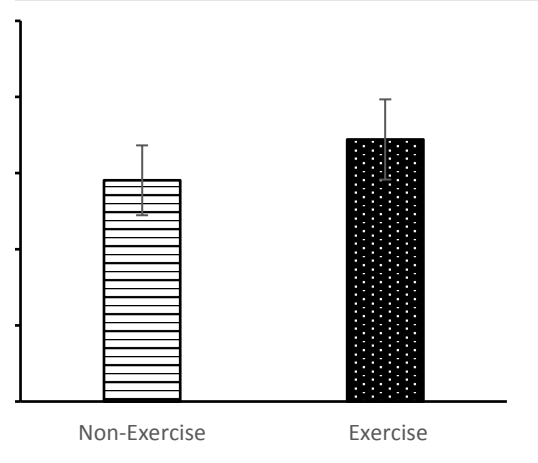
نمودار ۳- مقایسه میانگین سطوح اکسی توسین در دوران بارداری



نمودار ۱- مقایسه میانگین سطوح افسردگی در دوران بارداری



نمودار ۴- مقایسه میانگین سطوح اکسی توسین در دوره پس از زایمان



نمودار ۲- مقایسه میانگین سطح افسردگی در دوره پس از زایمان

در هفته و به مدت حدود ۶۰ دقیقه انجام می‌شود، می‌تواند به طور قابل توجهی علائم افسردگی را در زنان باردار کاهش دهد (۸، ۱۹-۲۱). اگرچه گزارشاتی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد فعالیت بدنی در حال حاضر در سطح ۱ تا ۲ جلسه در هفته نیز ممکن است در کاهش فراوانی و شدت علائم افسردگی در زنان باردار مفید باشد. گجاستلند و همکاران هنگام جستجوی انواع ایمن و موثر فعالیت بدنی، که ممکن است از شدت و دفعات اختلالات افسردگی بکاهد، بیان کردند باید به تمرینات یوگا نیز توجه کرد (۲۲)، همانطور که توسط کوساکا و دیگران به تفصیل شرح داده شده است (۲۳). دیویس و همکاران خاطرنشان کردند که یوگا به تنهایی و همچنین همراه با هر نوع فعالیت بدنی دیگری، به طور قابل توجهی وضعیت روانی زنان باردار را بهبود می‌بخشد و علائم اختلالات افسردگی را در سه ماهه دوم و سوم بارداری کاهش می‌دهد (۲۴). یادآوری این نکته نیز مهم است زنانی که از نظر جسمی، در بارداری فعال هستند، نه تنها خطر ابتلا به افسردگی در بارداری، بلکه نفاس زودرس و

اختلالات افسردگی ممکن است از مرحله جنینی کودک را تحت تأثیر قرار دهد، همچنین ممکن است روند زایمان و رابطه مادر و کودک را در سال‌های بعدی تحت تأثیر قرار دهد. توجه به این نکته مهم به نظر می‌رسد که حتی پیاده‌روی‌های منظمی که تمرینات با شدت کمی هستند در دوران بارداری می‌تواند علائم افسردگی را در زنان باردار به طور قابل توجهی کاهش دهد (۱۷). این موضوع با مطالعات مشابهی که توسط تانیگوچی و همکاران انجام شده مطابقت دارد (۱۸). علاوه بر این، مشاهده شده است که پیاده‌روی یک تمرین هوازی آسان برای زنانی است که تاکنون سبک زندگی کم‌تحرکی داشته‌اند. با این حال باید در نظر داشت که برای ایمنی زن باردار و کودک، تمام فعالیت‌ها باید با مشورت متخصص زنان انجام شود. تحقیقات در مورد تأثیر تمرین تحت نظارت بر اختلالات افسردگی نشان می‌دهد که تمرینات هوازی که سه بار

آن در بهبود روحیه و کاهش میزان افسردگی است، نشان دادیم. می‌توان خاطرنشان کرد چنانچه نوع فعالیت بدنی با دقت انتخاب شود و چه تحت نظارت انجام شود و چه بدون نظارت (تمرین اختیاری) باشد، نتایج آماری معنی‌داری در کاهش علائم افسردگی حاصل خواهد شد. در بیشتر مطالعات، نویسندگان اشاره کردند فعالیت بدنی یکی از عناصر مهم یک سبک زندگی سالم در دوران بارداری است. با این حال، به یاد داشته باشید که افسردگی نه تنها تحت تأثیر رفتار زنان باردار قرار دارد، بلکه تحت تأثیر محیط پیرامونی آن‌ها است. یکی دیگر از نتایج این تحقیق این است که در هر دو گروه با فعالیت و بدون فعالیت، میزان اکسی توسین کاهش داشت (۳۷ درصد در گروه بدون فعالیت و ۲۹ درصد در گروه فعال) این یافته حاکی از آن است که انجام ورزش در زنان باردار موجب کاهش کمتر اکسی توسین پس از زایمان به عنوان یک هورمونی که عامل رفتارهای مادرانه است، می‌شود. از طرفی دیگر میزان افسردگی پس از زایمان در هر دو گروه بهبود یافت اما این مقدار بهبود در گروه بدون فعالیت ۱۰ درصد و در گروه فعال ۲۱ درصد می‌باشد. لذا نتیجه نهایی حاکی از اثرگذاری بیشتر ورزش بر افسردگی در این دوران است. یافته مطالعه حاضر با وارگاس-ترونس و همکاران (۲۰۱۹)، پتروویچ و همکاران (۲۰۱۶)، کلایسن و همکاران (۲۰۱۴)، داونپورت و همکاران (۲۰۱۸)، عربابی و همکاران (۲۰۲۰) و ایرانیتی و همکاران (۲۰۱۷) همسو است؛ اما با یافته مطالعه تندایس و همکاران (۲۰۱۱) و لیوین و همکاران (۲۰۰۷) نا همسو می‌باشد.

فلدمن و همکاران نشان دادند بین سطح پلاسمایی اکسی توسین مادر و رفتارهای نظیر برقراری ارتباط صمیمی و میزان آرامش مادر و نوزاد ارتباط مستقیم وجود دارد (۳۲). در مطالعه ای دیگری که توسط لیوین و همکاران انجام شد؛ بیان کردند هنجار مطلق برای مقادیر اکسی توسین در دوران بارداری و پس از زایمان وجود ندارد؛ بنابراین نمی‌توان گفت مقادیر طبیعی مورد انتظار چیست. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، اندازه‌گیری‌های مورد بررسی در رابطه با اکسی توسین نیز محدود است. آن‌ها در یافته‌های خود مقادیر بالایی از اکسی توسین را نشان دادند؛ این مقادیر بالا احتمال

دیررس در آنان کمتر است. علاوه بر این، وارگوس و همکاران نشان دادند زنانی که ورزش نمی‌کنند؛ هم در دوران بارداری و هم پس از زایمان در مقایسه با زنان ورزشکار، بیشتر در معرض خطر ابتلا به اختلالات افسردگی هستند (۱۹). همچنین نقش فعالیت بدنی به عنوان پیشگیری اولیه و ثانویه از افسردگی در بارداری توسط الرفیع و همکاران مشاهده شد (۲۰). تأثیر فعالیت بدنی بر بهزیستی ذهنی نیز در بین زنان باردار چاق مورد بررسی قرار گرفته است (۲۵). کلایسن و همکاران اشاره کردند که فعالیت بدنی در زنان چاق نه تنها خطر ابتلا به افسردگی را کاهش می‌دهد، بلکه کیفیت زندگی آن‌ها را نیز افزایش می‌دهد (۲۶). این نتایج به ویژه در پرتو گزارشات دی ویت و همکاران اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کنند، آن‌ها نشان دادند زنان باردار چاق غالباً دارای روحیه افسرده‌ای هستند که در نتیجه محدودیت فعالیت بدنی تأثیر می‌گذارد (۲۵). اگرچه تندایس و همکاران مشاهده کرده‌اند فعالیت بدنی کیفیت زندگی زنان باردار را بهبود می‌بخشد، علائم افسردگی را به میزان قابل توجهی کاهش نمی‌دهد (۲۷). امیدوار و همکاران اثر سبک زندگی را نه تنها در به حداقل رساندن علائم افسردگی بلکه بر اضطراب نیز نشان دادند (۲۸). در مطالعات پادامپریا و همکاران نیز نتیجه مشابهی به دست آمد (۲۹). دمیس و همکاران نشان داده‌اند زنانی که از نظر جسمی در بارداری فعال هستند در مقایسه با زنان غیرفعال کمتر دچار افسردگی می‌شوند (۷).

با توجه به مطالب فوق، بدون شک می‌توان گفت که سلامت روحی و جسمی به یکدیگر وابسته هستند. ارزش دارد که زنان باردار را در مورد یک سبک زندگی سالم که شامل فعالیت بدنی نیز باشد، آموزش دهیم. زمان بارداری، زایمان و سپس تربیت کودک یکی از زیباترین دوره‌های زندگی برای هر خانمی است. این یک دوره زمانی است که رفاه زنان نه تنها بر خود، بلکه به طور مستقیم بر فرزند آن‌ها تأثیر می‌گذارد. فعالیت بدنی به عنوان بخشی از سبک زندگی سالم (۳۰)، نقش مهمی در حفظ وضعیت روانشناختی مناسب یک زن باردار دارد (۳۱). در این پژوهش ما تأثیر مثبت فعالیت بدنی اختیاری را بر اختلالات افسردگی در زنان باردار و در مرحله پس از زایمان را که نشان‌دهنده نقش مهم



نمی‌دهند، کمتر است (۳۹). کرامر و همکاران اظهار داشتند بین فعالیت هوازی و روند صاف مرحله اول زایمان و تسریع مرحله دوم رابطه معنی‌داری وجود دارد (۴۰). مطالعه کولین و همکاران نیز نشان داد میانگین مدت زمان فاز فعال در گروهی که فعالیت هوازی را در دوران بارداری انجام داده‌اند ۷/۲ ساعت در مقایسه با گروهی که فعالیت هوازی انجام نداده‌اند ۹/۲ ساعت است (۴۱).

بروز علائم افسردگی در دو هفته اول پس از زایمان با کاهش غلظت اکسی توسین پلازما در دوران بارداری ارتباط مستقیم دارد که باعث اختلال در سازگاری عاطفی مادر و نوزاد می‌شود. مطالعات مربوط به جوندگان نیز کمبود رفتار مادرانه این یافته‌ها را تایید می‌کند، مانند رفتار محافظتی مادر و لیسیدن کمتر توله‌سگ‌ها و تأخیرهای دیگر در شروع رفتارهای مادران پس از زایمان با کاهش در دسترس بودن اکسی توسین همراه بوده است (۴۲، ۴۳). با وجود این، تعیین انتشار اکسی توسین مرکزی در انسان دشوار است و مکانیسم دقیق ارتباط بین اکسی توسین و افسردگی هنوز مشخص نشده است و این مطالعات بیشتر برگرفته از مطالعات حیوانی است. در مجموع، اکسی توسین در علت علائم افسردگی در دوره پس از زایمان نقش دارد و باید در بررسی جنبه‌های عصب و غدد درون ریز پژوهش‌های بیشتری صورت گیرد. در مجموع پژوهش کنونی نشان می‌دهد ورزش می‌تواند به عنوان یکی از رهیافت‌های غیردارویی در امر درمان افسردگی در دوره بارداری و پس از زایمان مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به نتایج یاد شده در این پژوهش‌ها پیشنهاد می‌شود که به امور تربیت بدنی توجه بیشتری شود تا امکان استفاده از ورزش برای همگان و بخصوص برای خانم‌های باردار و تازه زایمان کرده فراهم آید همچنین با توجه به این‌که اساس کار درمانگران بر مبنای فعالیت‌های بدنی هدفمند می‌باشد، بهتر است تمرینات ورزشی در کنار سایر روش‌های درمانی توسط کادر درمانگران به منظور بهبود افسردگی با علل مختلف مورد استفاده قرار گیرد.

### نتیجه‌گیری

بر اساس این بررسی، می‌توان نتیجه گرفت که

می‌رود مربوط به بیماری‌های مانند توکسمی باشد (۳۳). این مطالعه نشان داد ارتباطی بین اکسی توسین و بارداری مشاهده نشد که این یافته بر خلاف یافته مطالعه حاضر می‌باشد. به نظر می‌رسد دلیل این غیر همسویی مربوط به نوع آزمودنی باشد. از طرفی دیگر در مطالعه حاضر مداخله (تمرینات اختیاری) صورت گرفته است. لین و همکارانش نیز در مطالعه‌ای بر روی موش‌ها اعلام کردند که آغاز روند زایمان در بروز رفتارهای مادری نقش بسیار مهمی دارد (۳۴). مکانیسم این پدیده هنوز نامشخص است اما آن‌ها در نواحی پیش کورتکسی و پیش بینایی مغز موش‌های حامله دو نوع گیرنده مرکزی اکسی توسین به نام‌های Fos و FosB را شناسایی کردند. این پژوهشگران فعال شدن گیرنده‌های نام برده شده در طی روند زایمان را عامل بروز رفتارهای مادری معرفی کردند (۳۴). البته این حقیقت برای عموم مردم روشن است که ورزش کردن برای مقابله با بیماری‌های جسمی یک روش بسیار مناسب و سودمند است. اما مطالعات جدید نشان می‌دهند که تمرینات بدنی باعث افزایش توانایی‌های مغز شده (۳۵، ۳۶) و به انسان در معالجه بیماری‌های روانی کمک می‌کند و در این راستا تحقیقات انجام شده در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی بر افسردگی در دوره بارداری و پس از آن به نسبت زیادتر انجام شده است (۵). تأثیر ورزش هوازی برای باردار شدن یک مورد جالب در دهه اخیر برای بررسی بود. ورزش هوازی در دوران بارداری باعث سازگاری در سیستم ریوی می‌شود. در زنان باردار، حجم ریوی به ۵۰٪ می‌رسد و مصرف اکسیژن در نتیجه تقاضای اکسیژن جنین فرض می‌شود. تحقیقات نشان دادند تمرینات هوازی هیچ عوارض جانبی برای مادر یا جنین ندارد (۳۷، ۳۸). فعالیت هوازی به زندگی روزمره زنان تبدیل شده است. بسیاری از زنان به منظور تلاش برای بهبود سلامتی در دوران بارداری، فعالیت هوازی منظم قبل یا بعد از بارداری دارند. داده‌های عینی در مورد تأثیر ورزش هوازی بر مادر و جنین بسیار محدود است و گاهی نتایج داده‌های تجربی شباهت‌ها و تناقضاتی را نشان می‌دهد. آرتال و همکاران در مطالعه‌ای نشان دادند که مدت زمان زایمان در زنانی که در طول بارداری ورزش می‌کنند در مقایسه با افرادی هیچ ورزشی انجام

IOP Publishing.

6. Rahimi S, SeyyedRasooli A. Pregnant women and exercise. Iran J Nurs. 2005;17(40):6-10. (Persian)

7. Demissie Z, Siega-Riz AM, Evenson KR, Herring AH, Dole N, Gaynes BN. Physical activity and depressive symptoms among pregnant women: the PIN3 study. Arch Womens Ment Health. 2011;14(2):145-57.

8. Perales M, Refoyo I, Coteron J, Bacchi M, Barakat R. Exercise during pregnancy attenuates prenatal depression: a randomized controlled trial. Eval Health Profess. 2015;38(1):59-72.

9. Wojtyła A, Kapka-Skrzypczak L, Paprzycki P, Skrzypczak M, Bilinski P. Epidemiological studies in Poland on effect of physical activity of pregnant women on the health of offspring and future generations—adaptation of the hypothesis Development Origin of Health and Diseases. Ann Agric Environ Med. 2012;19(2).

10. Ćwiek D, Szczęśna M, Malinowski W, Fryc D, Daszkiewicz A, Augustyniuk K. Analiza aktywności fizycznej podejmowanej przez kobiety w czasie ciąży. Perinatol Neonatol Ginekol. 2012;5(1):51-4.

11. Weir Z, Bush J, Robson SC, McParlin C, Rankin J, Bell R. Physical activity in pregnancy: a qualitative study of the beliefs of overweight and obese pregnant women. BMC Pregnancy Childbirth. 2010;10(1):1-7.

12. Poudevigne MS, O'Connor PJ. A review of physical activity patterns in pregnant women and their relationship to psychological health. Sports Med. 2006;36(1):19-38.

13. Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period: ACOG Committee Opinion, Number 804. Obstet Gynecol. 2020;135(4):e178-e88.

14. Kołomańska D, Zarawski M, Mazur-Bialy A. Physical activity and depressive disorders in pregnant women—A systematic review. Medicina. 2019;55(5):212.

15. Babri S, Doosti M-H, Salari A-A. Strain-dependent effects of prenatal maternal immune activation on anxiety-and depression-like behaviors in offspring. Brain Behav Immun. 2014;37:164-76. (Persian)

16. Enayati M, Solati J, Hosseini MH, Shahi HR, Saki G, Salari AA. Maternal infection during late pregnancy increases anxiety-and depression-like behaviors with increasing age in male offspring. Brain Res Bull. 2012;87(2-3):295-302. (Persian)

17. Petrovic D, Perovic M, Lazovic B, Pantic I. Association between walking, dysphoric mood and anxiety in late pregnancy: A cross-sectional study. Psychiatry Res. 2016;246:360-3.

18. Taniguchi C, Sato C. Home-based walking during pregnancy affects mood and birth outcomes among sedentary women: A randomized controlled trial. Int J Nurs Pract. 2016;22(5):420-6.

فعالیت بدنی علائم افسردگی در دوران بارداری را کاهش می‌دهد و می‌تواند نوعی درمان پیشگیرانه ایمن باشد. زنان فعال بدنی (قبل و / یا در دوران بارداری) در مقایسه با زنان غیرفعال، کمتر خطر ابتلا به افسردگی را دارند. بعلاوه، ورزش هم در کاهش سطح اضطراب و استرس و هم بر کیفیت کلی زندگی تأثیر داشته است. فعالیت بدنی نیز به صورت غیر مستقیم موجب تحریک ترشح اکسی توسین می‌شود که می‌تواند علایم مربوط به افسردگی را در دوران پس از زایمان کاهش دهد. از طرفی دیگر ترشح اکسی توسین برای دوران بارداری نیز دارای مزیت است. همچنین باید توجه داشت که معرفی فعالیت بدنی در دوران بارداری یا قبل از آن همیشه از زن باردار در برابر بروز افسردگی محافظت نمی‌کند یا روند آن را در دوران بارداری تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. این وجود وابستگی چند عاملی را نشان می‌دهد، جایی که فعالیت بدنی تنها یکی از اجزای آن است.

### تقدیر و تشکر

از تمامی اساتید عزیزی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند مراتب تشکر خود را می‌رسانیم.

### References

1. Adinehvand M, Kazemnejad A, Garshasbi A. The effect of an exercise program during pregnancy on the Edinburgh depression score in pregnant women. Daneshvar Med. 2018;26(3):1-6. (Persian)

2. Tannous L, Gigante LP, Fuchs SC, Busnello ED. Postnatal depression in Southern Brazil: prevalence and its demographic and socioeconomic determinants. BMC Psychiatry. 2008;8(1):1-8.

3. Ghandali NY, Irvani M, Habibi A, Cheraghian B. The effectiveness of a Pilates exercise program during pregnancy on childbirth outcomes: a randomised controlled clinical trial. BMC Pregnancy Childbirth. 2021;21(1):1-11. (Persian)

4. Arabacı Tamer S, Üçem S, Büke B, Güner M, Karaküçük AG, Yiğit N, et al. Regular moderate exercise alleviates gastric oxidative damage in rats via the contribution of oxytocin receptors. J Physiol. 2020;598(12):2355-70.

5. Irianti S, Ginandjar A, Krisnadi S, Effendi J, Nataprawira D, Gandamihardja S, editors. Aerobic Exercise and Its Effect on Oxytocin Level and Labor Progression. IOP Conf Ser Mater Sci Eng; 2017:

19. Vargas-Terrones M, Barakat R, Santacruz B, Fernandez-Buhigas I, Mottola MF. Physical exercise programme during pregnancy decreases perinatal depression risk: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2019;53(6):348-53.
20. El-Rafie MM, Khafagy GM, Gamal MG. Effect of aerobic exercise during pregnancy on antenatal depression. *Int J Womens Health.* 2016;8:53.
21. Robledo-Colonia AF, Sandoval-Restrepo N, Mosquera-Valderrama YF, Escobar-Hurtado C, Ramírez-Vélez R. Aerobic exercise training during pregnancy reduces depressive symptoms in nulliparous women: a randomised trial. *J Physiother.* 2012;58(1):9-15.
22. Gjestland K, Bø K, Owe KM, Eberhard-Gran M. Do pregnant women follow exercise guidelines? Prevalence data among 3482 women, and prediction of low-back pain, pelvic girdle pain and depression. *Br J Sports Med.* 2013;47(8):515-20.
23. Kusaka M, Matsuzaki M, Shiraiishi M, Haruna M. Immediate stress reduction effects of yoga during pregnancy: One group pre–post test. *Women Birth.* 2016;29(5):e82-e8.
24. Davis K, Goodman SH, Leiferman J, Taylor M, Dimidjian S. A randomized controlled trial of yoga for pregnant women with symptoms of depression and anxiety. *Complement Ther Clin Pract.* 2015;21(3):166-72.
25. De Wit L, Jelsma JG, van Poppel MN, Bogaerts A, Simmons D, Desoye G, et al. Physical activity, depressed mood and pregnancy worries in European obese pregnant women: results from the DALI study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2015;15(1):1-10.
26. Claesson M, Klein S, Sydsjö G, Josefsson A. Physical activity and psychological well-being in obese pregnant and postpartum women attending a weight-gain restriction programme. *Midwifery.* 2014;30(1):11-6.
27. Tendais I, Figueiredo B, Mota J, Conde A. Physical activity, health-related quality of life and depression during pregnancy. *Cad Saude Publica.* 2011;27:219-28.
28. Omidvar S, Faramarzi M, Hajian-Tilak K, Nasiri Amiri F. Associations of psychosocial factors with pregnancy healthy life styles. *PloS One.* 2018;13(1):e0191723. (Persian)
29. Padmapriya N, Bernard JY, Liang S, Loy SL, Shen Z, Kwek K, et al. Association of physical activity and sedentary behavior with depression and anxiety symptoms during pregnancy in a multiethnic cohort of Asian women. *Arch Womens Ment Health.* 2016;19(6):1119-28.
30. Gustafsson M, Stafne S, Romundstad P, Mørkved S, Salvesen K, Helvik AS. The effects of an exercise programme during pregnancy on health-related quality of life in pregnant women: a Norwegian randomised controlled trial. *BJOG.* 2016;123(7):1152-60.
31. Mottola MF, Davenport MH, Ruchat S-M, Davies GA, Poitras VJ, Gray CE, et al. 2019 Canadian guideline for physical activity throughout pregnancy. *Br J Sports Med.* 2018;52(21):1339-46.
32. Feldman R, Weller A, Zagoory-Sharon O, Levine A. Evidence for a neuroendocrinological foundation of human affiliation: plasma oxytocin levels across pregnancy and the postpartum period predict mother-infant bonding. *Psychol Sci.* 2007;18(11):965-70.
33. Levine A, Zagoory-Sharon O, Feldman R, Weller A. Oxytocin during pregnancy and early postpartum: individual patterns and maternal–fetal attachment. *Peptides.* 2007;28(6):1162-9.
34. Lin SH, Kiyohara T, Sun B. Maternal behavior: activation of the central oxytocin receptor system in parturient rats? *Neuroreport.* 2003;14(11):1439-44.
35. Herting MM, Chu X. Exercise, cognition, and the adolescent brain. *Birth Defects Res.* 2017;109(20):1672-9.
36. Herold F, Törpel A, Schega L, Müller NG. Functional and/or structural brain changes in response to resistance exercises and resistance training lead to cognitive improvements—a systematic review. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2019;16(1):1-33.
37. De Ver Dye T, Fernandez ID, Rains A, Fershteyn Z. Recent studies in the epidemiologic assessment of physical activity, fetal growth, and preterm delivery: a narrative review. *Clinobstet Gynecol.* 2003;46(2):415-22.
38. Leet T, Flick L. Effect of exercise on birthweight. *Clin Obstet Gynecol.* 2003;46(2):423-31.
39. Artal R, O'Toole M. Guidelines of the American College of Obstetricians and Gynecologists for exercise during pregnancy and the postpartum period. *Br J Sports Med.* 2003;37(1):6-12.
40. Kramer MS, McDonald SW. Aerobic exercise for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006(3).
41. Collings CA, Curet LB, Mullin JP. Maternal and fetal responses to a maternal aerobic exercise program. *Am J Obstet Gynecol.* 1983;145(6):702-7.
42. Rich ME, deCárdenas EJ, Lee HJ, Caldwell HK. Impairments in the initiation of maternal behavior in oxytocin receptor knockout mice. *PloS One.* 2014;9(6):e98839.
43. Ruthschilling CA, Albiero G, Lazzari VM, Becker RO, de Moura AC, Lucion AB, et al. Analysis of transcriptional levels of the oxytocin receptor in different areas of the central nervous system and behaviors in high and low licking rats. *Behav Brain Res.* 2012;228(1):176-84.