

Relationship between Maternal Stress During Pregnancy and Atherosclerosis Indices in Umbilical Cord Blood: A Cross-Sectional Study

Leila Haghighi-Kafash¹    , Mozghan Aghaz Harris^{2*}   

1. Master of General Psychology, Faculty of Psychology, Payam Noor University, Tehran, Iran
2. Professor of Health Psychology, Faculty of Psychology, Payam Noor University, Tehran, Iran

Received: 2024/01/09

Accepted: 2024/05/27

Abstract

Introduction: Available evidence indicates that stress increases atherogenic lipids, subsequently raising the risk of cardiovascular diseases. However, little information exists regarding the effect of maternal stress during pregnancy on atherogenic lipids in newborns. Therefore, we aimed to investigate the relationship between maternal stress during pregnancy and atherogenic indices in umbilical cord blood.

Materials and Methods: A total of 384 mother-newborn pairs living in Sabzevar were included in this cross-sectional study. The mothers' stress levels during pregnancy were evaluated using the Parental Stress Index (PSI) questionnaire. Triglyceride (TG), total cholesterol (TC), and high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) levels were measured using enzymatic methods. The low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) level was calculated using Friedewald's formula. Atherogenic indices, including TG/HDL-C, TG/LDL-C, TC/HDL-C, LDL-C/HDL-C, and non-HDL-C/HDL-C ratios, were calculated based on the lipid levels. Linear regression models were employed to investigate the association between PSI and the atherogenic indices.

Results: There was no significant association between PSI during pregnancy and TG, TC, LDL-C, HDL-C, or non-HDL-C levels. Additionally, we did not find any significant associations between PSI and atherogenic indices, including TG/HDL-C, TG/LDL-C, TC/HDL-C, LDL-C/HDL-C, and non-HDL-C/HDL ratios.

Conclusion: Based on our findings, there is no significant relationship between maternal stress and atherogenic indices in cord blood.

***Corresponding Author:** Mozghan Aghaz Harris

Address: Faculty of Psychology, Payam Noor University, Tehran, Iran.

Tel: 02188901833

E-mail: agah.mohgan@yahoo.com

Keywords: stress, pregnancy, atherosclerosis, parental territory

How to cite this article: Haghighi-Kafash L., Aghaz Harris M. Relationship between Maternal Stress During Pregnancy and Atherosclerosis Indices in Umbilical Cord Blood: A Cross-Sectional Study, Journal of Sabzevar University of Medical Sciences, 2024; 31(5):692-703.

Introduction

Chronic stress can lead to increasing susceptibility to various diseases, including cardiovascular diseases. The mechanisms linking stress and cardiovascular diseases are not fully understood, but it is suggested that chronic stress can increase the level of atherogenic lipids, which can promote cardiovascular diseases development. New evidences shows that an increase in atherogenic lipids during pregnancy can disrupt the normal development of the cardiovascular system in the fetus and increase the risk of cardiovascular diseases after birth. The study aims to investigate the relationship between maternal stress during pregnancy and atherosclerosis indices in umbilical cord blood, which can predict the risk of cardiovascular diseases in the future with high sensitivity and specificity.

Methodology

This study was conducted in Sabzevar, Iran, and included 384 pregnant women who gave birth at Mobini Hospital. Demographic information was collected through questionnaires, and a blood sample was taken from the umbilical cord immediately after delivery. Glucose, triglyceride (TG), total cholesterol (TC), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) were measured by enzymatic method. Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) level was calculated using Friedewald formula. Atherogenic ratios were calculated for all participants. The Parenting Stress Index (PSI) was used to assess the level of stress in the parent-child system. Statistical analysis was performed using SPSS version 27, and linear regression analysis was used to evaluate the relationship between blood lipid levels and PSI.

Results

Table 1-1 shows the demographic information and characteristics related to mothers participating in this study. The median (IQR) of age of pregnant mothers in this study was 31 (2.035) years. Also, the median (IQR) of BMI before pregnancy in these pregnant women was 27.52 (5.42) kg/m². The median (IQR) of newborns weight born in this study was 3114.5 (423) grams.

Table 2-1 shows the lipid levels and atherogenic indices in umbilical cord blood. Median (IQR) of glucose was 64 (20) mg/dL. Median (IQR) of TG, TC, LDL-C, HDL-C and non-HDL-C were 59 (20)

mg/dL, 52 (98) mg/dL, 52.25 (57.9) mg/dL, 11.8 (8.11) mg/dL and 50 (72) mg/dL. Median (IQR) of atherogenic ratios including TG/HDL-C, TG/LDL-C, TC/HDL-C, LDL-C/HDL-C and non-HDL-C/HDL-C were 2 (2.2), 1.10 (1.14), 63.3 (2.09), 2.17 (2.03) and 2.6 (2.099), respectively.

In the fully adjusted models, there is no statistically significant relationship between eustress and TG (P=0.75), TC (P=0.99), LDL-C (P=0.96), HDL-C (P=0.66) and non-HDL-C (P=0.91) levels. Also, the relationship between atherogenic indices and eustress including TG/HDL-C (P=0.82), TG/LDL-C (P=0.82), TC/HDL-C (P=0.50), LDL-C/HDL-C (P=0.54) and non-HDL-C/HDL-C (P=0.50) were not significant. In the full adjusted models, there is no statistically significant relationship between distress and TG (P=0.53), TC (P=0.70), LDL-C (P=0.62), HDL-C (P=0.00) and non-HDL-C (P=0.72) levels. Also, the relationship between atherogenic indices including TG/HDL-C (P=0.41), TG/LDL-C (P=0.76), TC/HDL-C (P=0.91), LDL-C/HDL-C (P=0.78) and non-HDL-C/HDL-C (P=0.91) and distress was not significant. In the adjusted model, there is no statistically significant relationship between parental territory and TG (P=0.93), TC (P=0.13), LDL-C (P=0.13), HDL-C (P=0.90) P=0 and non-HDL-C (P=0.15) levels. Furthermore, the relationship between atherogenic indices including TG/HDL-C (P=0.95), TG/LDL-C (P=0.85), TC/HDL-C (P=0.23), LDL-C/HDL-C (P=0.68) and non-HDL-C/HDL-C (P=0.23) levels with parental territory were not statistically significant.

Discussion

Based on the results of our search, this study is the first study that investigated the relationship between maternal stress during pregnancy with lipid profile and atherogenic indices in umbilical cord blood. Based on our findings, the associations between eustress and distress and parental territory with lipid profile including TG, TC, LDL-C, HDL-C and non-HDL-C were not statistically significant. Also, associations between eustress and distress as well as parental territory with atherogenic indices including ratios of TG/HDL-C, TG/LDL-C, TC/HDL-C, LDL-C/HDL-C and non-HDL-C/HDL-C were not statistically significant.

Based on our best knowledge, no study has investigated the relationship between maternal stress during pregnancy and atherogenic indices in

umbilical cord blood. Therefore, we could not compare our results with other studies. However, there are several studies that showed that stress can affect the level of atherogenic blood lipids. In 1995, Mito et al. investigated the relationship between stress and serum lipid levels in a case-control study. They used color and word Stroop test (SCWT) to check stress in both groups and observed that the level of total cholesterol, HDL-C and LDL-C increased in the subjects of the test group compared to the control group. On the other hand, the TG level was not significantly different between the experimental and control groups. Also, in 2005, Steptoe et al. in a prospective study on 199 people examined the changes in lipids in response to stress during 3 years. After 3 years, TC level increased by 7.6% in people who were under stress. Also, the concentration of LDL-C and HDL-C was significantly increased in these people. In a cross-sectional study in 2007, Shahnam et al. investigated the relationship between lipid profile and stress levels in 9752 adults over 19 years of age living in the Isfahan, Arak, and Najaf-Abad. They observed that the odds ratio (OR) of high stress in people with high cholesterol levels is 1.24 times that of people with normal total cholesterol. The OR of high stress in people with LDL-C above 160 mg/dL was 1.21 times that of people with low LDL-C. In another study, Mondova et al. in 2015 examined the effect of coping with racism and stress on lipid levels in African Americans on 122 people. The result of the linear regression analysis showed that those who had more behavioral coping responses than the cases of perceived racism, showed higher levels of LDL-C.

So far, several possible mechanisms have been proposed to explain the effect of stress on lipid profile. These mechanisms include: the impact of stress on the metabolism of lipids and lipoproteins by changing the release of hormones (for example, epinephrine and cortisol), increasing the concentration of lipoproteins and lipids due to thickening of the blood in response to stress and behavioral responses to stress. Although these mechanisms are able to change the level of blood lipids, it is not clear that the level of these changes is enough to change the level of atherogenic lipids in

umbilical cord blood. A number of studies have shown that a slight increase in the level of atherogenic lipids during pregnancy does not affect the level of atherogenic lipids in the cord blood of the fetus. This result is confirmed by studies that investigated the relationship between supraphysiological hypercholesterolemia and umbilical cord blood lipids.

Our study is the first to examine the relationship between maternal stress during pregnancy and atherogenic indices in the umbilical cord. However, our study has several limitations. First, we did not have complete information about the diet of mothers during pregnancy, which may affect lipid levels in the fetus. Second, we did not examine the physical activity of the mothers during pregnancy, which may affect the lipid level in the umbilical cord to some extent. Third, we did not have information on the lipid profile of the mothers before pregnancy. Dyslipidemia in mothers can affect the lipid level of the umbilical cord.

Conclusion

Although the relationship between stress and the occurrence of atherogenic dyslipidemia in mothers has been reported, but based on the results of our study, there is no significant association between maternal stress during pregnancy and atherogenic indices in cord blood. Due to the importance of cardiovascular diseases in health, it is recommended to repeat this study with a larger population and considering the limitations of our study, including the diet and physical activity of mothers during pregnancy.

Acknowledgment

We are grateful to all the mothers who participated in this study. This article is taken from the thesis approved by the Ethics Committee of Payam Noor University, Tehran, Iran, with code of ethics (IR.PNU.REC.1402.115).

Conflict of Interest: The authors declare that there are no conflict of interest regarding the publication of this manuscript.

ارتباط بین استرس مادر در دوران بارداری با ایندکس‌های اترواسکلروزیس در خون بند ناف: یک مطالعه مقطعی

لیلا حقیقی کفاش^۱، مژگان آگاه هریس^{۲*}

۱. کارشناس ارشد روان‌شناسی عمومی، دانشکده روان‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. استاد روان‌شناسی سلامت، دانشکده روان‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۹

چکیده

* نویسنده مسئول: دکتر

مژگان آگاه هریس

نشانی: دانشکده روان‌شناسی،

دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تلفن: ۰۲۱۸۸۹۰۱۸۳۳

رایانامه:

Leyla.haghighi.kaffash@

gmail.com

شناسه ORCID: 0000-

0002-2949-0192

شناسه ORCID نویسنده اول:

0009-0007-5643-0033

زمینه و هدف: استرس با افزایش لیپیدهای اتروژنیک خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی را افزایش می‌دهد. لیکن تأثیر استرس مادر در دوران بارداری بر سطح لیپیدهای اتروژنیک در جنین ارزیابی نشده است. از این رو بنا ارتباط بین استرس مادر در دوران بارداری را با ایندکس‌های اتروژنیک در خون بند ناف بررسی شود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی ۳۸۴ جفت مادر-نوزاد متولد در بیمارستان مبینی سبزوار به صورت تصادفی انتخاب شدند. سطح استرس مادر در دوران بارداری با استفاده از پرسش‌نامه‌های قلمرو والدینی و درهم‌تنیدگی مثبت و منفی والدین ارزیابی شد. سطح تری‌گلیسرید (TG)، کلسترول تام (TC)، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (LDL-C) و کلسترول لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL-C) در نمونه خون بند ناف اندازه‌گیری شدند. ایندکس‌های اتروژنیک شامل نسبت‌های TG/HDL-C، TG/LDL-C، TC/HDL-C، LDL-C/HDL-C و non-HDL-C/HDL-C برای تمامی نوزادان محاسبه شد. با استفاده از ضریب همبستگی ارتباط بین ایندکس‌های استرس و ایندکس‌های اتروژنیک بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل ضریب همبستگی نشان داد که بین استرس مادر در دوران بارداری با سطح TG، TC، LDL-C و HDL-C ارتباط معنی‌داری وجود ندارد. همچنین بین استرس مادر در دوران بارداری و ایندکس‌های اتروژنیک شامل نسبت‌های TG/HDL-C، TG/LDL-C، TC/HDL-C، LDL-C/HDL-C و non-HDL-C/HDL-C ارتباط معنی‌داری یافت نشد.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج، ارتباط معنی‌داری بین استرس مادر در دوران بارداری و ایندکس‌های اتروژنیک در خون بند ناف وجود ندارد. استرس در دوران بارداری تنها بر متابولیسم لیپیدها در مادران باردار مؤثر است.

کلیدواژه‌ها:

استرس، بارداری، اترواسکلروز، درهم‌تنیدگی والدین، قلمرو والدینی

مقدمه

استرس را می‌توان به عنوان یک تجربه هیجانی منفی همراه با تغییرات بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و رفتاری که به سمت سازگاری هدایت می‌شوند یا از طریق دستکاری موقعیت برای تغییر عامل استرس‌زا یا تطبیق با تأثیرات آن، تعریف کرد (۱). در دهه‌های اخیر با تغییر سبک زندگی، مواجهه افراد با شرایط

استرس‌زا به صورت معنی‌داری افزایش یافته است (۲). قرارگرفتن در معرض استرس مزمن به احتمال زیاد منجر به تغییرات طولانی‌مدت یا دائمی در پاسخ‌های عاطفی، فیزیولوژیکی و رفتاری می‌شوند که بر استعداد ابتلا به بیماری‌های مختلفی نظیر سرطان (۳)، آسم (۴) و بیماری‌های خودایمن (۵) تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، شواهد

با توجه به ارتباط بین استرس و سطح لیپیدهای اتروژنیک می‌توان تصور کرد استرس مادر در دوران بارداری ممکن است موجب افزایش لیپیدهای اتروژنیک در خون جنین شود که می‌تواند با مختل کردن تکوین سیستم قلبی-عروقی در جنین، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی را در فرزندان بعد از تولد افزایش دهد. لیکن، تاکنون در هیچ مطالعه‌ای ارتباط بین استرس مادر در دوران بارداری و سطح لیپیدهای اتروژنیک در خون بند ناف مطالعه نشده است. از این رو، در این مطالعه ما تصمیم گرفتیم تا ارتباط بین استرس مادری در دوران بارداری را با ایندکس‌های اترواسکلروز در خون بند ناف بررسی کنیم. ایندکس‌های اترواسکلروز در مقایسه با سطح ساده لیپیدها با حساسیت بالاتری نوسانات سطح لیپید را شناسایی می‌کنند، همچنین این نسبت‌ها بر خلاف غلظت‌های ساده لیپیدی تحت تأثیر رژیم غذایی و فعالیت فیزیکی قرار نمی‌گیرند (۲۴-۲۹). از این رو این ایندکس‌ها با حساسیت و اختصاصیت بالا خطر وقوع بیماری‌های قلبی-عروقی را در آینده پیش‌بینی می‌کنند.

۲. مواد و روش

این مطالعه در شهر سبزوار که در غرب استان خراسان رضوی در شمال شرق ایران قرار دارد، انجام شد. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۸ جمعیت این شهرستان ۲۵۰۰۰۰ نفر برآورد شده است. زنان بارداری که در فاصله ماه آذر ۱۴۰۱ تا اردیبهشت ۱۴۰۲ برای زایمان به بیمارستان مبینی (تنها مرکز زایمان موجود در این شهر) مراجعه کرده بودند در صورت موافقت وارد این مطالعه مقطعی شدند. در مجموع ۳۸۴ نمونه وارد این مطالعه شدند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: اقامت در سبزوار، حاملگی تک قلو و عملکرد کبدی و کلیوی طبیعی. زنان باردار مبتلا به دیابت نوع ۲، دیابت بارداری، پره اکلامپسی، فشار خون بالا و مشکلات هورمونی بودند از مطالعه حذف شدند. همچنین کسانی که به‌صورت دائمی سیگار مصرف می‌کردند، از مطالعه کنار گذاشته شدند. اطلاعات دموگرافیک از طریق پرسش‌نامه‌ها با مصاحبه رو در رو توسط پرستار آموزش‌دیده جمع‌آوری شدند. پیش از ورود به مطالعه، کلیه شرکت‌کنندگان فرم رضایت آگاهانه را که مورد تأیید کمیته اخلاق (IR.PNU.REC.1402.115) دانشگاه پیام نور واحد تهران جنوب بود، امضا کردند.

بلافاصله پس از زایمان، نمونه خون به اندازه ۴ میلی‌لیتر از وریدهای بند ناف در لوله‌های حاوی اتیلن‌دی‌آمین‌تترا-استیک اسید (ETDA) جمع‌آوری شد و متعاقب آن، پلاسما از طریق

اپیدمیولوژیکی نشان می‌دهند بین مواجهه طولانی‌مدت با استرس و ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی ارتباط معنی‌داری وجود دارد (۶-۸). افرادی که با سطح بالاتری از استرس مواجه هستند، در معرض خطر بیشتری برای ابتلا به بیماری قلبی-عروقی قرار دارند (۹). در مطالعه برجسته INTERHEART که در بیش از ۵۰ کشور از دنیا، ارتباط بین مواجهه طولانی‌مدت با استرس و بیماری‌های قلبی-عروقی ارزیابی شده گزارش شده است که در افرادی که با استرس مزمن مواجه هستند خطر ابتلا به انفارکتوس میوکارد، دو برابر بیشتر است (۱۰). همچنین نشان داده شده است در افرادی که دارای پریشانی روانی بالا هستند در مقایسه با افرادی که پریشانی روانی کمتری داشتند یا فاقد پریشانی روانی بودند، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی ۲۸ درصد بیشتر است (۱۱). علاوه بر این ارتباط بین استرس و چندین عامل، خطر بیماری‌های قلبی-عروقی از جمله فشار خون بالا (۱۲)، دیابت شیرین و چاقی (۱۳)، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) (۱۴)، رژیم غذایی ناسالم (۱۵)، سیگار (۱۶) در مطالعات مختلف گزارش شده است.

مکانیسم‌هایی که استرس را با ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی مرتبط می‌کنند به‌صورت کامل شناسایی نشده‌اند اما پیشنهاد شده است که سطح لیپیدهای اتروژنیک در پاسخ به استرس‌های مزمن افزایش پیدا می‌کند (۱۷، ۱۸). سطح لیپیدهای کلسترول تام و کلسترول لیپوپروتئین با چگالی پایین در افرادی که با استرس‌های طولانی‌مدت مواجه هستند، بالاتر است (۱۹). در مقابل سطح لیپید کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا که از ابتلا به اترواسکلروز جلوگیری می‌کند، در افرادی که متحمل استرس بالا هستند به‌صورت معنی‌داری کمتر است (۲۰). از این رو تغییر متابولیسم لیپیدها به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های القای بیماری‌های قلبی-عروقی در نظر گرفته می‌شود.

شواهد جدید نشان می‌دهند افزایش لیپیدهای اتروژنیک در خون زنان در دوره بارداری، از یک مقدار مشخص به بالاتر، می‌تواند خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی را در جنین در زندگی بعد از تولد افزایش دهد (۲۱، ۲۲). مطالعات آینده‌نگر تأیید می‌کنند نوزادان متولدشده از مادران مبتلا به هایپرکلسترولمی در دوران بارداری، خطر بیشتری برای ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی دارند (۲۳). شواهد موجود نشان می‌دهند افزایش لیپیدهای اتروژنیک در دوران بارداری می‌تواند تکوین طبیعی سیستم قلبی-عروقی را مختل کند.

سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه جداسازی شد.

سطح گلوکز با استفاده از روش گلوکز اکسیداز اندازه‌گیری شد. سطح تری‌گلیسیرید (TG) و کلسترول تام (TC) با استفاده از روش آنزیمی اندازه‌گیری شدند. سطح کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-C) با استفاده از روش رسوبی اندازه‌گیری شد. سطح کلسترول لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL-C) با استفاده از فرمول فریدوالد محاسبه شد. نسبت‌های اتروژنیک شامل نسبت‌های TG/HDL-C، TG/LDL-C، TC/HDL-C، LDL-C/HDL-C و non-HDL-C/HDL-C با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه شدند.

در این مطالعه از نسخه چهارم PSI که برای ارزیابی میزان استرس در سیستم والد-فرزند طراحی شده است، استفاده شد. این پرسش‌نامه شامل ۱۲۰ سؤال است که بر سه حوزه اصلی استرس تمرکز دارد: ویژگی‌های کودک، ویژگی‌های والدین و استرس زندگی موقعیتی/دموگرافیک. این پرسش‌نامه ساختار عاملی کاملاً ثابتی دارد که در فرهنگ‌های مختلف از جمله ایران تکرار شده است. نسخه ایرانی این پرسش‌نامه از نظر قابل اعتماد و معتبر بودن در جمعیت ایران ثابت شده است. ضرایب پایایی آزمون-بازآزمایی که از طریق چندین مطالعه به‌دست آمد، از ۰/۵۵ تا ۰/۸۲ برای دامنه کودک، از ۰/۶۹ تا ۰/۹۱ برای دامنه والد و از ۰/۶۵ تا ۰/۹۶ برای نمره کل استرس متغیر بود. پاسخ‌های پرسش‌نامه در مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای از «هرگز» تا «خیلی زیاد» ثبت شد.

تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از برنامه SPSS نسخه ۲۷ انجام شد. داده‌های مربوط به فراوانی به‌صورت تعداد و درصد نشان داده شدند. توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون

شاپیرو-ویلک بررسی شد. داده‌های با توزیع نرمال به‌صورت میانه (IQR) نشان داده شدند. از آزمون‌های اسپیرمن و پیرسون برای بررسی همبستگی بین متغیرهای مختلف استفاده شد. ارتباط بین سطوح لیپید خون و سطح استرس ادراک‌شده پس از کنترل سن، BMI، گروه خونی، آنالیز شد. از آنالیز رگرسیون خطی برای ارزیابی ارتباط بین سطح استرس ادراک‌شده و سطوح لیپیدهای خون و همچنین ایندکس‌های اتروژنیک استفاده شد. مقدار P کمتر از ۰/۰۵ به‌عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

۳. یافته‌ها

جدول ۱ اطلاعات دموگرافیک و خصوصیات مربوط به استرس در مادران شرکت‌کننده در این مطالعه را نشان می‌دهد. میانه (IQR) سن مادران باردار در این مطالعه (۳۱(۲/۰۳۵) بود. همچنین میانه (IQR) BMI قبل از بارداری در این مادران باردار (۲۷/۵۲ (۵/۴۲) بود. میانه (IQR) وزن نوزادان متولدشده در این مطالعه برابر با ۳۱۱۴/۵ (۴۲۳) گرم بود. جدول ۲ پروفایل بیوشیمیایی قند و لیپید را در خون بند ناف نشان می‌دهد. میانه (IQR) گلوکز در خون بند ناف (۲۰) ۶۴ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر بود. میانه (IQR) تری‌گلیسیرید، کلسترول تام، LDL-C، HDL-C و C non-HDL-C به‌ترتیب برابر با (۲۰) ۵۹، (۹۸) ۵۲، (۵۷/۹) ۵۲/۲۵، (۱۱/۸) ۱۱/۸ و (۷۲) ۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر بود. میانه (IQR) نسبت‌های اتروژنیک شامل TG/HDL-C، TC/HDL-C، TG/LDL-C و LDL-C/HDL-C non-HDL-C به‌ترتیب برابر با (۲/۳) ۲/۲، (۱/۱۴) ۱/۱۰، (۲/۰۹) ۳/۶۳، (۲/۰۳) ۲/۱۷ و (۲/۰۹۹) ۲/۶ بود.

جدول ۱. خصوصیات مادران و نوزادان شرکت‌کننده در مطالعه

خصوصیت	میانه	IQR
سن (سال)	۳۱	۲/۰۳۵
وزن (کیلوگرم)	۷۱	۱۴
قد (cm)	۱۶۰	۶
BMI (kg/m2)	۲۷/۵۲	۵/۴۲
زایمان (دفعه)	۲	۱
وزن (گرم)	۳۱۱۴/۵	۴۲۳
قد (cm)	۵۲	۴

مادر

نوزاد

جدول ۲. پروفایل بیوشیمیایی خون بند ناف

متابولیت	میان	IQR
FBG (mg/dl)	۶۴	۲۰
TG (mg/dl)	۲۰	۵۹
TC (mg/dl)	۹۸	۵۲
LDL-C (mg/dl)	۵۷/۹	۵۲/۲۵
HDL-C (mg/dl)	۱۱/۸	۱۱/۸
non-HDL-C (mg/dl)	۷۲	۵۰
TG/HDL-C	۲/۲	۲/۳
TG/LDL-C	۱/۱۰	۱/۱۴
TC/HDL-C	۳/۶۳	۲/۰۹
LDL-C/HDL-C	۲/۱۷	۲/۰۳
non-HDL-C/HDL-C	۲/۶	۲/۰۹۹

LDL-C/HDL-C (P=۰/۵۰) TC/HDL-C (P=۰/۸۲)
(P=۰/۵۴)
و non-HDL-C/HDL-C (P=۰/۵۰) با شاخص درهم تنیدگی
مثبت معنی دار نبود (جدول ۳).

در مدل تطابق داده شده هیچ ارتباط معنی دار آماری بین
شاخص تنیدگی مثبت و TG (P=۰/۷۵)، TC (P=۰/۹۹)،
LDL-C (P=۰/۹۶)، HDL-C (P=۰/۶۶) و non-HDL-C
(P=۰/۹۱) یافت نشد. همچنین، ارتباط بین ایندکس های
TG/LDL-C (P=۰/۸۲) و TG/HDL-C شامل

جدول ۳. ارتباط بین شاخص درهم تنیدگی مثبت و سطح لیپیدها و شاخص های اتروژنیک خون بند ناف

برون ده	مدل	ضریب β (۹۵٪ CI)	P value
گلوکز	خام	-۰/۶۲ (-۰/۹۹، ۰/۲۴)	۰/۰۰۱۳
	تطابق داده شده	-۰/۶۳ (-۱/۰۱۷، ۰/۲۵)	۰/۰۰۱۱
TG	خام	۰/۰۷۱ (-۰/۷۶، ۰/۹۰۵)	۰/۸۶
	تطابق داده شده	۰/۱۳ (-۰/۷۰۴، ۰/۹۶)	۰/۷۵
HDL-C	خام	-۰/۰۵۲ (-۰/۲۳، ۰/۱۲۷)	۰/۵۷
	تطابق داده شده	-۰/۰۴ (-۰/۲۲، ۰/۱۴)	۰/۶۶
TC	خام	-۰/۰۲۱ (-۰/۷۷، ۰/۷۳)	۰/۹۵
	تطابق داده شده	۰/۰۰۳ (-۰/۷۴، ۰/۷۵)	۰/۹۹
LDL-C	خام	۰/۰۱۷ (-۰/۷۳، ۰/۷۶)	۰/۹۶
	تطابق داده شده	۰/۰۱۷ (-۰/۷۳، ۰/۷۷)	۰/۹۶
non-HDL-C	خام	۰/۰۳۱ (-۰/۷۴، ۰/۸۰۳)	۰/۹۳
	تطابق داده شده	۰/۰۴۳ (-۰/۷۳۲، ۰/۸۱۸)	۰/۹۱۳
non-HDL-C/HDL-C	خام	۰/۰۱۵ (-۰/۰۲۸، ۰/۰۵۸)	۰/۴۸
	تطابق داده شده	۰/۰۱۵ (-۰/۰۲۸، ۰/۰۵۸)	۰/۵۰
TC/HDL-C	خام	۰/۰۱۵ (-۰/۰۲۸، ۰/۰۵۸)	۰/۴۸
	تطابق داده شده	۰/۰۱۵ (-۰/۰۲۸، ۰/۰۵۸)	۰/۵۰
TAG/HDL-C	خام	۰/۰۱۲ (-۰/۰۲۷، ۰/۰۵۲)	۰/۵۳

تطابق داده شده	۰/۰۱۳(-۰/۰۲۷، ۰/۰۵۲)	۰/۵۲
خام	۰/۰۱۷(-۰/۰۱۸، ۰/۰۲۱۷)	۰/۸۶
تطابق داده شده	۰/۰۲۲(-۰/۰۱۸، ۰/۰۲۲)	۰/۸۲
خام	۰/۰۱۳(-۰/۰۲۷، ۰/۰۵۲)	۰/۵۲
تطابق داده شده	۰/۰۱۲(-۰/۰۲۷، ۰/۰۵۲)	۰/۵۴

TAG/LDL-C

LDL-C/HDL-C

اتروژنیک شامل TG/HDL-C، (P=۰/۴۱) TG/LDL-C،
LDL-C/HDL-C، (P=۰/۹۱) TC/HDL-C، (P=۰/۷۶)
non-HDL-C/HDL-C و (P=۰/۷۸) با شاخص
درهم تنیدگی منفی معنی دار نبود (جدول ۴).

در مدل تطابق داده شده هیچ ارتباط معنی دار آماری بین
شاخص تنیدگی منفی و TG، (P=۰/۵۳) TC، (P=۰/۷۰)،
LDL-C، (P=۰/۶۲) HDL-C و (P=۰/۹۲) non-HDL-C
یافت نشد. همچنین، ارتباط بین ایندکس های

جدول ۴. ارتباط بین شاخص درهم تنیدگی منفی و سطح لیپیدها و شاخص های اتروژنیک خون بند ناف

برون ده	مدل	ضریب β (۹۵٪ CI)	P value
گلوکز	خام	۰/۲۸۳(-۰/۰۳۷، ۰/۶۰۲)	۰/۰۸
	تطابق داده شده	۰/۲۶(-۰/۰۵۴، ۰/۰۵۸)	۰/۱۰۲
TG	خام	-۰/۲۰۱(-۰/۰۸۹، ۰/۰۴۹)	۰/۵۷
	تطابق داده شده	-۰/۲۱۹(-۰/۰۹۱، ۰/۰۴۷)	۰/۵۳
HDL-C	خام	۰/۰۱۳(-۰/۰۱۳، ۰/۰۱۶)	۰/۸۶
	تطابق داده شده	۰/۰۰۷(-۰/۰۱۴، ۰/۰۱۵)	۰/۹۲
TC	خام	۰/۱۴(-۰/۰۴۷، ۰/۰۷۷)	۰/۶۴
	تطابق داده شده	۰/۱۲۲(-۰/۰۵۰، ۰/۰۷۴)	۰/۷۰۲
LDL-C	خام	۰/۱۷(-۰/۰۴۵، ۰/۰۸۰۴)	۰/۵۸
	تطابق داده شده	۰/۱۵(-۰/۰۴۷، ۰/۰۷۸)	۰/۶۲
non-HDL-C	خام	۰/۱۳(-۰/۰۵۱، ۰/۰۷۸)	۰/۶۸
	تطابق داده شده	۰/۱۱(-۰/۰۵۳، ۰/۰۷۵)	۰/۷۲
non-HDL-C/HDL-C	خام	۰/۰۰۲(-۰/۰۳۴، ۰/۰۳۷)	۰/۹۳
	تطابق داده شده	۰/۰۰۲(-۰/۰۳۴، ۰/۰۳۸)	۰/۹۱
TC/HDL-C	خام	۰/۰۰۲(-۰/۰۳۴، ۰/۰۳۷)	۰/۰۹۳
	تطابق داده شده	۰/۰۰۲(-۰/۰۳۴، ۰/۰۳۸)	۰/۹۱۹
TAG/HDL-C	خام	-۰/۰۱۴(-۰/۰۴۷، ۰/۰۱۹)	۰/۳۹
	تطابق داده شده	-۰/۰۱۴(-۰/۰۴۷، ۰/۰۱۹)	۰/۴۱۴
TAG/LDL-C	خام	۰/۰۳۱(-۰/۰۱۳۶، ۰/۰۱۹)	۰/۷۱
	تطابق داده شده	۰/۰۲۶(-۰/۰۱۴، ۰/۰۱۹)	۰/۷۶
LDL-C/HDL-C	خام	۰/۰۰۴(-۰/۰۲۹، ۰/۰۳۷)	۰/۷۹
	تطابق داده شده	۰/۰۰۵(-۰/۰۲۹، ۰/۰۳۸)	۰/۷۸

TG/HDL-C، (P=۰/۹۵) TG/LDL-C، (P=۰/۸۵) TC/HDL-
C، (P=۰/۲۳) LDL-C/HDL-C، (P=۰/۶۸)
non-HDL-C/HDL-C و (P=۰/۲۳) با قلمرو والدینی معنی دار
نبود (جدول ۵).

در مدل تطابق داده شده هیچ ارتباط معنی دار آماری بین
قلمرو والدینی و TG، (P=۰/۹۳) TC، (P=۰/۱۳) LDL-C،
HDL-C، (P=۰/۱۳) و (P=۰/۹۰) non-HDL-C (P=۰/۱۵)
یافت نشد. همچنین، ارتباط بین ایندکس های اتروژنیک شامل

جدول ۵. ارتباط بین قلمرو والدینی و سطح لیپیدها و شاخص‌های اتروژنیک خون بند ناف

برون‌ده	مدل	ضریب β (۹۵٪ CI)	P value
گلوکز	خام	۰/۰۹ (۰/۰۲۸، ۰/۱۵۵)	۰/۰۰۴
	تطابق داده‌شده	۰/۰۹۳ (۰/۰۲۹، ۰/۱۵۷)	۰/۰۰۴
TG	خام	-۰/۰۰۷ (-۰/۰۱۴، ۰/۱۳)	۰/۹۱
	تطابق داده‌شده	-۰/۰۰۶ (-۰/۰۰۶، -۰/۰۱۴)	۰/۹۳
HDL-C	خام	۰/۰۰۳ (-۰/۰۲۷، ۰/۰۳۳)	۰/۸۳
	تطابق داده‌شده	۰/۰۰۲ (-۰/۰۲۸، ۰/۰۳۲)	۰/۹۰
TC	خام	۰/۰۹۷ (-۰/۰۲۹، ۰/۲۲)	۰/۱۳
	تطابق داده‌شده	۰/۰۹۶ (-۰/۰۲۹، ۰/۲۲)	۰/۱۳
LDL-C	خام	۰/۰۹ (-۰/۰۳، ۰/۲۲)	۰/۱۳
	تطابق داده‌شده	۰/۰۹ (-۰/۰۳، ۰/۲۲)	۰/۱۳
non-HDL-C	خام	۰/۰۹۳ (-۰/۰۳۵، ۰/۲۲)	۰/۱۵
	تطابق داده‌شده	۰/۰۹۴ (-۰/۰۳۵، ۰/۲۲)	۰/۱۵
non-HDL-C/HDL-C	خام	۰/۰۰۴ (-۰/۰۰۳، ۰/۰۱۱)	۰/۲۵
	تطابق داده‌شده	۰/۰۰۴ (-۰/۰۰۳، ۰/۰۱۱)	۰/۲۳
TC/HDL-C	خام	۰/۰۰۴ (-۰/۰۰۳، ۰/۰۱۱)	۰/۲۵
	تطابق داده‌شده	۰/۰۰۴ (-۰/۰۰۳، ۰/۰۱۱)	۰/۲۳
TAG/HDL-C	خام	۰ (-۰/۰۰۷، ۰/۰۰۶)	۰/۸۹
	تطابق داده‌شده	۰ (-۰/۰۰۷، ۰/۰۰۶)	۰/۹۵
TAG/LDL-C	خام	-۰/۰۰۴ (-۰/۰۳۷، ۰/۰۲۹)	۰/۸۱
	تطابق داده‌شده	۰/۰۰۳ (-۰/۰۳۷، ۰/۰۳)	۰/۸۵

۴. بحث و نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل از جستجوی ما، این مطالعه اولین مطالعه‌ای است که ارتباط بین استرس مادر در دوران بارداری را با پروفایل لیپیدی و ایندکس‌های اتروژنیک در خون بند ناف بررسی کرده است. بر اساس یافته‌های ما بین شاخص‌های تنیدگی مثبت و منفی و قلمرو والدینی با پروفایل لیپیدی شامل TG، TC، LDL-C، HDL-C و non-HDL-C از نظر آماری ارتباط معنی‌دار وجود نداشت. همچنین، بین شاخص‌های تنیدگی مثبت و منفی و همچنین قلمرو والدینی با شاخص‌های اتروژنیک شامل نسبت‌های TG/HDL-C، TG/LDL-C، LDL-C/HDL-C، TC/HDL-C و non-HDL-C/HDL-C از نظر آماری ارتباط معنی‌داری وجود نداشت.

براساس جستجوی ما در پایگاه‌های الکترونیکی، تاکنون هیچ مطالعه‌ای ارتباط بین استرس مادر در دوران بارداری را با

ایندکس‌های اتروژنیک در خون بند ناف بررسی نکرده است. از این رو ما نتوانستیم تا نتایج خود را با سایر مطالعات مقایسه کنیم. لیکن، مطالعات متعددی وجود دارد که نشان می‌دهند استرس می‌تواند بر سطح لیپیدهای اتروژنیک خون مؤثر باشد. میتو و همکاران در سال ۱۹۹۵ در یک مطالعه موردی-شاهدی (گروه آزمون: ۱۱ مرد و ۱۲ زن، گروه شاهد: ۱۲ زن و ۹ مرد) ارتباط بین استرس و سطح لیپید سرم را بررسی کردند. آن‌ها برای بررسی استرس در هر دو گروه از تست رنگ و کلمه استروپ (SCWT) استفاده کردند و مشاهده کردند که سطح کلسترول تام، HDL-C و LDL-C در افراد گروه آزمون در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت. در مقابل، سطح تری‌گلیسیرید بین گروه‌های آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت (۳۰). همچنین اندرو استپتو و همکاران در سال ۲۰۰۵ در یک مطالعه آینده‌نگر بر روی ۱۹۹ نفر (شامل ۱۰۶ مرد و ۹۳ زن) تغییرات لیپیدها را در پاسخ به استرس طی ۳ سال بررسی کردند. پس از گذشت ۳ سال، در

افرادی که در معرض استرس بودند غلظت کلسترول تام به میزان ۷/۶ درصد افزایش یافته بود. همچنین در این افراد غلظت LDL-C و HDL-C به صورت معنی داری افزایش یافته بود (۲۰). مریم شهنام و همکاران در سال ۱۳۸۷ در یک مطالعه مقطعی بر روی ۹۷۵۲ بزرگسال بالای ۱۹ سال ساکن سه منطقه اصفهان، اراک و نجف آباد، ارتباط بین پروفایل لیپیدی و سطوح استرس را بررسی کردند. آن‌ها مشاهده کردند که نسبت احتمال (OR) استرس بالا در افراد با سطح کلسترول بالا، ۱/۲۴ برابر افراد با کلسترول تام طبیعی است. OR استرس بالا در افراد با LDL-C بالای ۱۶۰ میلی گرم بر دسی لیتر، ۱/۲۱ برابر افراد با LDL-C پایین بود (۳۱). در یک مطالعه دیگر، دنی تی موندوا و همکاران در سال ۲۰۱۵ بر روی ۱۲۲ نفر تأثیر مقابله با نژادپرستی و استرس بر سطوح لیپید در آمریکایی‌های آفریقایی تبار را بررسی کردند. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون خطی نشان داد که کسانی که پاسخ‌های مقابله‌ای- رفتاری بیشتری نسبت به موارد نژادپرستی ادراک شده داشتند، سطوح بالاتری از LDL را نشان می‌دهند (۳۲).

تاکنون چندین مکانیسم احتمالی برای توضیح تأثیر استرس بر پروفایل لیپیدی پیشنهاد شده است. این مکانیسم‌ها عبارتند از: تأثیر استرس بر متابولیسم لیپیدها و لیپوپروتئین‌ها با تغییر ترشح هورمون‌ها (برای مثال اپی نفرین و کورتیزول) (۳۳، ۳۴)، افزایش غلظت لیپوپروتئین‌ها و لیپیدها به دلیل غلیظ شدن خون در پاسخ به استرس (۳۰، ۳۵، ۳۶) و پاسخ‌های رفتاری به استرس. این مکانیسم‌ها قادرند سطح لیپیدهای خونی را تغییر دهند ولی مشخص نیست که سطح این تغییرات به حدی باشد که بتواند سطح لیپیدهای اتروژنیک را در خون بند ناف تغییر دهد. تعدادی از مطالعات نشان داده‌اند افزایش خفیف سطح لیپیدهای اتروژنیک در دوره بارداری بر سطح لیپیدهای اتروژنیک در خون بند ناف جنین تأثیرگذار نیست. این نتیجه، توسط مطالعاتی که به بررسی ارتباط بین سوپرافیزیولوژیک هایپرکلسترولمی و لیپیدهای خون بند ناف پرداخته‌اند، تأیید می‌شود.

مطالعه ما نخستین بار است که ارتباط بین استرس مادر در دوران بارداری را با ایندکس‌های اتروژنیک در بند ناف بررسی می‌کند. لیکن دارای چندین محدودیت است: نخست، ما اطلاعات کاملی در مورد رژیم غذایی مادران در دوران بارداری نداشتیم که ممکن است بر سطح لیپیدی در جنین تأثیرگذار باشد (۳۷). ثانیاً، ما فعالیت فیزیکی مادران در دوران بارداری را بررسی نکردیم که

می‌تواند تا حدودی بر سطح لیپیدی در بند ناف تأثیر بگذارد (۳۸). ثالثاً، ما اطلاعاتی در مورد پروفایل لیپیدی مادران در دوران قبل از بارداری نداشتیم. دیس‌لیپیدمی در مادران می‌تواند بر سطح لیپید بند ناف تأثیرگذار باشد (۳۹).

در نهایت، اگرچه ارتباط بین استرس و بروز دیس‌لیپیدمی اتروژنیک در مادران گزارش شده است لیکن براساس نتایج مطالعه ما، ارتباط معنی داری بین شاخص‌های استرس مادر در دوران بارداری شامل درهم‌تنیدگی مثبت، درهم‌تنیدگی منفی و قلمرو والدینی با ایندکس‌های اتروژنیک در خون بند ناف یافت نشد. البته ما در این مطالعه فعالیت فیزیکی و رژیم غذایی مادران را بررسی نکردیم که از محدودیت‌های مطالعه حاضر محسوب می‌شود. به دلیل اهمیت بیماری‌های قلبی- عروقی در سلامت، توصیه می‌شود این مطالعه با جمعیت بیشتر و در نظر گرفتن محدودیت‌های مطالعه ما شامل رژیم غذایی و فعالیت فیزیکی مادران در دوران بارداری تکرار شود. همچنین توصیه می‌شود در مطالعات بعدی، در کنار تکمیل پرسش‌نامه‌ها، برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی استرس نیز در خون بند ناف ارزیابی شوند.

تشکر و قدردانی

از کلیه مادران که در این مطالعه شرکت کردند، سپاسگزاری می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه مصوب کمیته اخلاق دانشگاه پیام نور مرکز تهران جنوب با کد اخلاق (IR.PNU.REC.1402.115) است.

سهم نویسندگان

تمامی نویسندگان امور مربوط به مقاله و پیگیری‌های آن را بر عهده داشتند.

حمایت مالی

این مطالعه هیچ‌گونه حمایت مالی دریافت نکرده است.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

References

- [1]. Yariibeygi H, Panahi Y, Sahraei H, Johnston TP, Sahebkar AJEj. The impact of stress on body function: A review. 2017;16:1057. Doi: 10.17179/excli2017-480
- [2]. Fukuda S, Morimoto KJEh, medicine p. Lifestyle, stress and cortisol response: Review II: Lifestyle. 2001;6:15-21. DOI: 10.1007/BF02897304
- [3]. Jin Shin K, Jin Lee Y, Ryoul Yang Y, Park S, Suh P-G, Yung Follo M, et al. Molecular mechanisms underlying psychological stress and cancer. 2016;22(16):2389-402. D OI: 10.2174/1381612822666160226144025
- [4]. Vliagoftis HJIAoA, Immunology. Psychological stress and asthma: a new enemy within. 2014;164(2):109-11. doi: 10.1097/ACI.0b013e32835090c9
- [5]. Faresjo MJCRil. The link between psychological stress and autoimmune response in children. 2015;35(2). DOI: 10.1615/critrevimmunol.2015013255
- [6]. Dar T, Radfar A, Abohashem S, Pitman RK, Tawakol A, Osborne MTJCtoicm. Psychosocial stress and cardiovascular disease. 2019;21:1-17. DOI: 10.1007/s11936-019-0724-5
- [7]. Dimsdale JEJotACoC. Psychological stress and cardiovascular disease. 2008;51(13):1237-46. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.12.024
- [8]. Steptoe A, Kivimäki MJNRC. Stress and cardiovascular disease. 2012;9(6):360-70. DOI: 10.1038/nrcardio.2012.45
- [9]. Osborne MT, Shin LM, Mehta NN, Pitman RK, Fayad ZA, Tawakol AJCCI. Disentangling the links between psychosocial stress and cardiovascular disease. 2020;13(8):e010931. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.120.010931
- [10]. Rosengren A, Hawken S, Ôunpuu S, Sliwa K, Zubaid M, Almahmeed WA, et al. Association of psychosocial risk factors with risk of acute myocardial infarction in 11 119 cases and 13 648 controls from 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. 2004;364(9438):953-62. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)17019-0
- [11]. Richards SH, Anderson L, Jenkinson CE, Whalley B, Rees K, Davies P, et al. Psychological interventions for coronary heart disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. 2018;25(3):247-59. DOI: 10.1177/2047487317739978
- [12]. Rosenthal T, Alter AJJotASoH. Occupational stress and hypertension. 2012;6(1):2-22. DOI: 10.1016/j.jash.2011.09.002
- [13]. Marcovecchio ML, Chiarelli FJSs. The effects of acute and chronic stress on diabetes control. 2012;5(247):pt10-pt. DOI: 10.1126/scisignal.2003508
- [14]. Meng L-b, Qi R, Xu L, Chen Y, Yu Z, Guo P, et al. The more critical murderer of atherosclerosis than lipid metabolism: chronic stress. 2018;17:1-9. Doi: 10.1186/s12944-018-0795-4
- [15]. Bremner JD, Moazzami K, Wittbrodt MT, Nye JA, Lima BB, Gillespie CF, et al. Diet, stress and mental health. 2020;12(8):2428. DOI: 10.3390/nu12082428
- [16]. Richards JM, Stipelman BA, Bornovalova MA, Daughters SB, Sinha R, Lejuez CJBp. Biological mechanisms underlying the relationship between stress and smoking: state of the science and directions for future work. 2011;88(1):1-12. Doi: 10.1016/j.biopsycho.2011.06.009
- [17]. Catalina-Romero C, Calvo E, Sánchez-Chaparro M, Valdivielso P, Sainz J, Cabrera M, et al. The relationship between job stress and dyslipidemia. 2013;41(2):142-9. DOI: 10.1177/1403494812470400
- [18]. Stoney CM, Bausserman L, Niaura R, Marcus B, Flynn MJHP. Lipid reactivity to stress: II. Biological and behavioral influences. 1999;18(3):251. DOI: 10.1037//0278-6133.18.3.251
- [19]. Patterson SM, Gottdiener JS, Hecht G, Vargot S, Krantz DSJPM. Effects of acute mental stress on serum lipids: mediating effects of plasma volume. 1993;55(6):525-32. DOI: 10.1097/00006842-199311000-00008
- [20]. Steptoe A, Brydon LJHP. Associations between acute lipid stress responses and fasting lipid levels 3 years later. 2005;24(6):601. DOI: 10.1037/0278-6133.24.6.601
- [21]. De Assis SMA, Seguro AC, Helou CMBJP. Effects of maternal hypercholesterolemia on pregnancy and development of offspring. 2003;18:328-34. DOI: 10.1007/s00467-003-1082-8
- [22]. Palinski W, D'Armiento FP, Witztum JL, de Nigris F, Casanada F, Condorelli M, et al. Maternal hypercholesterolemia and treatment during pregnancy influence the long-term progression of atherosclerosis in offspring of rabbits. 2001;89(11):991-6. DOI: 10.1161/hh2301.099646
- [23]. Palinski WJC. Effect of maternal cardiovascular conditions and risk factors on offspring cardiovascular disease. 2014;129(20):2066-77. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.001805
- [24]. Dobiasova MJVI. AIP--atherogenic index of plasma as a significant predictor of cardiovascular risk: from research to practice. 2006;52(1):64-71. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.001805
- [25]. Niroumand S, Khajedaluee M, Khadem-Rezaian M, Abrishami M, Juya M, Khodae G, Dadgarmoghaddam MJMjotIRoI. Atherogenic Index of Plasma (AIP): A marker of cardiovascular disease. 2015;29:240. DOI: 10.1186/s12944-016-0222-7
- [26]. Fernández-Macías JC, Ochoa-Martínez AC, Varela-Silva JA, Pérez-Maldonado INJAomr. Atherogenic index of plasma: novel predictive biomarker for cardiovascular illnesses. 2019;50(5):285-94. DOI: 10.1016/j.arcmed.2019.08.009
- [27]. Fernandez ML, Webb DJJotACoN. The LDL to HDL cholesterol ratio as a valuable tool to evaluate coronary heart disease risk. 2008;27(1):1-5. DOI: 10.1080/07315724.2008.10719668
- [28]. Lemieux I, Lamarche B, Couillard C, Pascot A, Cantin B, Bergeron J, et al. Total cholesterol/HDL cholesterol ratio vs LDL cholesterol/HDL cholesterol ratio as indices of ischemic heart disease risk in men: the Quebec Cardiovascular Study. 2001;161(22):2685-92. DOI: 10.1001/archinte.161.22.2685
- [29]. Eliasson B, Gudbjörnsdóttir S, Zethelius B, Eeg-Olofsson K, Cederholm JJEjopc. LDL-cholesterol versus non-HDL-to-HDL-cholesterol ratio and risk for coronary heart disease in type 2 diabetes 2014;21(11):8-1420. DOI: 10.1177/2047487313494292
- [30]. Muldoon MF, Herbert TB, Patterson SM, Kameneva M, Raible R, Manuck Sbjaoim. Effects of acute psychological stress on serum lipid levels, hemoconcentration, and blood viscosity. 1995;155(6):615-20. DOI: 10.1097/00006842-199311000-00008
- [31]. Shahnam M, Roohafza H, Sadeghi M, Bahaonar A, Sarrafzadegan NJAa. The correlation between lipid profile and stress levels in Central iran: isfahan healthy heart program. 2010;6(3):102. PMID: PMC3347824
- [32]. Mwendwa DT, Sims RC, Madhere S, Thomas J, Keen III LD, Callender CO, et al. The influence of coping with perceived racism and stress on lipid levels in African Americans. 2011;103(7):594-601. DOI: 10.1016/s0027-9684(15)30385-0
- [33]. Burke HM, Davis MC, Otte C, Mohr DCJP. Depression and cortisol responses to psychological stress: a meta-analysis. 2005;30(9):846-56. DOI: 10.1016/j.psyneuen.2005.02.010

- [34]. Romero-Gonzalez B, Caparros-Gonzalez RA, Gonzalez-Perez R, Coca-Arco S, Peralta-Ramirez MIJM. Hair cortisol levels, psychological stress and psychopathological symptoms prior to instrumental deliveries. 2019;77:45-52. DOI: 10.1016/j.midw.2019.06.015
- [35]. Bachen EA, Muldoon MF, Matthews KA, Manuck SBJPm. Effects of hemoconcentration and sympathetic activation on serum lipid responses to brief mental stress. 2002;64(4):587-94. DOI: 10.1097/01.psy.0000021943.35402.8a
- [36]. Patterson SM, Matthews KA, Allen MT, Owens JFJHP. Stress-induced hemoconcentration of blood cells and lipids in healthy women during acute psychological stress. 1995;14(4):319. DOI: 10.1037//0278-6133.14.4.319
- [37]. LaBarre JL, Puttabyatappa M, Song PX, Goodrich JM, Zhou L, Rajendiran TM, et al. Maternal lipid levels across pregnancy impact the umbilical cord blood lipidome and infant birth weight 2020;10(1):14209. Doi: 10.1038/s41598-020-71081-z
- [38]. Collings PJ, Farrar D, Gibson J, West J, Barber SE, Wright JJJPA, Health. Maternal physical activity and neonatal cord blood lipid levels: findings from a prospective pregnancy cohort. 2020;17(2):236-41. Doi: 10.1123/jpah.2019-0550
- [39]. Øyri LK, Bogsrud MP, Christensen JJ, Ulven SM, Brantsæter AL, Retterstøl K, et al. Novel associations between parental and newborn cord blood metabolic profiles in the Norwegian Mother, Father and Child Cohort Study. 2021;19:1-13. DOI: 10.1186/s12916-021-01959-w