

УДК 611-54(577.125.53:612.112)]618.3-06:«COVID-19»

DOI: 10.36604/1998-5029-2025-98-139-143

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ФОСФОЛИПИДОВ В ЛЕЙКОЦИТАХ КРОВИ РОЖЕНИЦ, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19 В ТРЕТЬЕМ ТРИМЕСТРЕ БЕРЕМЕННОСТИ

О.Л.Кутепова, И.А.Андриевская, И.В.Довжикова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии  
и патологии дыхания», 675000, г. Благовещенск, ул. Калинина, 22

**РЕЗЮМЕ. Цель.** Оценить содержание фосфолипидов в лейкоцитах периферической крови рожениц, перенесших COVID-19 в третьем триместре беременности. **Материалы и методы.** Определяли количество продукта цитохимической реакции на фосфолипиды в лейкоцитах периферической крови с помощью набора реагентов «ДИАХИМ-ЦИТОСТЕЙН-СЧ» (Россия) у 102 рожениц. В первую группу вошли пациентки с легким течением COVID-19 ( $n = 34$ ), во вторую – со среднетяжелым течением COVID-19 ( $n = 32$ ). Группу контроля составили 36 женщин, не инфицированных SARS-CoV-2. **Результаты.** Были установлены достоверные различия содержания фосфолипидов в лейкоцитах беременных женщин, перенесших COVID-19 и контрольной группами. В контрольной группе средний цитохимический коэффициент (СЦК) составил  $2,67 \pm 0,05$  усл. ед. У пациенток с COVID-19 инфекцией наблюдалось достоверное снижение СЦК: при лёгком течении заболевания до  $2,42 \pm 0,05$  ( $p < 0,001$ ), при среднетяжёлом течении COVID-19 – до  $1,98 \pm 0,04$  усл. ед. ( $p < 0,001$ ). **Заключение.** Полученные данные позволяют предположить, что COVID-19 инфекция оказывает влияние на содержание фосфолипидов в лейкоцитах рожениц, снижая их количество. Дальнейшее изучение данного вопроса может детально объяснить воздействие COVID-19 инфекции на течение беременности и перинатальные исходы.

**Ключевые слова:** COVID-19, SARS-CoV-2, беременность, периферическая кровь, фосфолипиды.

## ASSESSMENT OF PHOSPHOLIPID CONTENT IN BLOOD LEUKOCYTES OF PARTURIENT WOMEN WHO HAD COVID-19 DURING THE THIRD TRIMESTER OF PREGNANCY

O.L.Kutepova, I.A.Andrievskaya, I.V.Dovzhikova

Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration, 22 Kalinina Str., Blagoveshchensk, 675000,  
Russian Federation

**SUMMARY. Aim.** To assess the content of phospholipids in leukocytes of peripheral blood in parturient women who had COVID-19 during the third trimester of pregnancy. **Materials and methods.** The amount of the cytochemical reaction product for phospholipids in leukocytes of peripheral blood was determined using the reagent kit "DIAHIM-CYTOSTEIN-SCh" (Russia) in 102 parturient women. The first group included patients with mild course of COVID-19 ( $n = 34$ ), the second group — patients with moderate course of COVID-19 ( $n = 32$ ). The control group consisted of 36 women not infected with SARS-CoV-2. **Results.** The phospholipid content in leukocytes of pregnant women who had COVID-19 differed significantly compared to the control group. In the control group, the mean cytochemical coefficient (MCC) was  $2.67 \pm 0.05$  arbitrary units. In patients with COVID-19, a significant decrease in MCC was observed: in persons with a mild course of the disease to  $2.42 \pm 0.05$  ( $p < 0.001$ ), and in persons with a moderate course to  $1.98 \pm 0.04$  arbitrary units ( $p < 0.001$ ). **Conclusion.** The data obtained suggest that COVID-19 infection affects the phospholipid content in the leukocytes of parturient women, reducing their amount. Further investigation of this issue may provide a detailed explanation

### Контактная информация

Ольга Леонидовна Кутепова, канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории молекулярных и трансляционных исследований, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания», 675000, Россия, г. Благовещенск, ул. Калинина, 22. E-mail: helga1509\_84@mail.ru

### Correspondence should be addressed to

Ol'ga L. Kutepova, PhD (Biol.), Staff Scientist, Laboratory of Molecular and Translational Research, Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration, 22 Kalinina Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation. E-mail: helga1509\_84@mail.ru

### Для цитирования:

Кутепова О.Л., Андриевская И.А., Довжикова И.В. Оценка содержания фосфолипидов в лейкоцитах крови рожениц, перенесших COVID-19 в третьем триместре беременности // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2025. Вып.98. С.139–143. DOI: 10.36604/1998-5029-2025-98-139-143

### For citation:

Kutepova O.L., Andrievskaya I.A., Dovzhikova I.V. Assessment of phospholipid content in blood leukocytes of parturient women who had COVID-19 during the third trimester of pregnancy. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ* = *Bulletin Physiology and Pathology of Respiration* 2025; (98):139–143 (in Russian). DOI: 10.36604/1998-5029-2025-98-139-143

of the impact of COVID-19 infection on pregnancy course and perinatal outcomes.

*Key words: COVID-19, SARS-CoV-2, pregnancy, peripheral blood, phospholipids.*

Респираторные вирусные инфекции являются наиболее часто регистрируемыми инфекциями во время беременности [1]. Различные физиологические изменения, происходящие в иммунной и сердечно-легочной системе, увеличивают вероятность более тяжелого течения заболевания, вызванного вирусом, таким как COVID-19 [2]. Беременные женщины, инфицированные SARS-CoV-2, более восприимчивы к тяжелой пневмонии и другим симптомам из-за иммуносупрессии [3]. Инфекция COVID-19 связана с более высокой частотой неблагоприятных акушерских исходов, таких как преэклампсия, преждевременный разрыв плодных оболочек, респираторный дистресс плода, преждевременные роды и мертворождение [3].

В литературе есть данные, показывающие значительные изменения в метаболизме фосфолипидов под действием COVID-19 у беременных [4, 5]. Они описывают нарушения фосфолипидного обмена в мембранах эритроцитов [6]. Однако следует отметить, что количество исследований, посвященных изучению фосфолипидов в лейкоцитах периферической крови рожениц при воздействии SARS-CoV-2, немногочисленно и поэтому требует детального изучения. Мы предполагаем, что SARS-CoV-2 может нарушать фосфолипидный состав лейкоцитов и влиять на функционирование клеток, а, следовательно, на иммунный ответ, воспалительные процессы и исходы беременности.

Цель исследования: оценить содержание фосфолипидов в лейкоцитах периферической крови рожениц, перенесших COVID-19 в третьем триместре беременности

#### Материалы и методы исследования

Проведено исследование по типу случай-контроль 66 женщин, перенесших COVID-19 в третьем триместре беременности. В каждом отдельном случае диагноз COVID-19 был подтвержден исследованием мазков из рото/носоглотки методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени на обнаружение РНК SARS-CoV-2. В группу 1 вошли роженицы с легким течением COVID-19 ( $n = 34$ ), в группу 2 – роженицы со среднетяжелым течением COVID-19 ( $n = 32$ ). Группу контроля составили 36 рожениц, не инфицированных SARS-CoV-2. Критерии исключения: отказ от участия в исследовании; наличие инфекций, передающихся половым путем; обострение воспалительных заболеваний экстрагенитальной патологии; возраст пациенток менее 18 и более 35 лет; пациентки с многоплодной и индуцированной беременностью. Все женщины в исследуемых группах были сопоставимы по возрасту, сроку родов и индексу массы тела (ИМТ) ( $p > 0,05$ ). В группе 1 возраст пациенток составил  $26,59 \pm 0,86$  лет, срок родов –  $38,20 \pm 0,72$  недель и ИМТ –  $26,15 \pm 0,70$ , в группе 2 –  $28,96 \pm 1,33$  лет,  $38,1 \pm 0,37$

недель и  $27,17 \pm 0,76$ , в группе контроля –  $27,88 \pm 1,5$  лет,  $39,09 \pm 1,08$  недель и  $28,34 \pm 1,03$ , соответственно.

Клинической базой для исследования было родильное отделение ГАУЗ АО «Благовещенская ГКБ» (г. Благовещенск). Работа проводилась в период с 2022 по 2023 годы с учетом этических принципов Хельсинкской декларации. Работа одобрена локальным комитетом по биомедицинской этике ДНЦ ФПД (протокол № 153 от 04.09.25).

Объектом исследования явилась периферическая кровь, взятая методом венопункции утром натощак в вакуумные пробирки ЭДТА-К3 (Zhejiang Gongdong Medical Technology Co., Ltd, Китай). Мазки крови изготавливались на центрифуге DiffSpin Slide Spinner, модель M700-10 (США). Определение фосфолипидов в лейкоцитах осуществлялось с помощью набора реагентов «ДИАХИМ-ЦИТОСТЕЙН-СЧ» (Россия). Принцип метода: выявление фосфолипидов основано на применении липофильных красителей (в данном случае судана черного В), растворяющихся и избирательно концентрирующихся во внутриклеточных липидах. Фосфолипиды дают положительную реакцию в виде черного или темного окрашивания, не растворимого в воде. Ядра докрашены красителем азур-эозином по Романовскому-Гимзе. Методика выполнялась в строгом соответствии с рекомендациями фирмы производителя.

Мазки микрофотографировали с иммерсионной системой с использованием «Micros» (Австрия). Характер цитохимических реакций оценивали, как – слабый, умеренный, интенсивный. С этой целью применяется полуколичественный метод оценки результатов в условных единицах или вычислением среднего цитохимического коэффициента (СЦК). Принцип его заключается в оценке интенсивности окраски и числа положительных гранул при анализе на 100 клеток:

0 – отсутствие окраски цитоплазмы расценивается как отрицательная реакция;

– слабодиффузное окрашивание или единичные гранулы в цитоплазме;

++ – диффузная окраска цитоплазмы, наличие умеренного числа гранул;

+++ – интенсивное окрашивание цитоплазмы, многочисленные гранулы, заполняющие всю клетку.

После оценки интенсивности окраски цитохимической реакции проводили расчет результатов в условных единицах или СЦК по методике Karplowa [7]:

$$\text{СЦК} = (3 \times C + 2 \times B + A) / 100,$$

где А – количество клеток со слабоположительной реакцией, В – количество клеток с умеренно положительной реакцией, С – количество клеток с резко выраженной реакцией.

Статистическая обработка данных проводилась с

применением пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics, версия 23.0 (США). Для проверки гипотезы о принадлежности наблюдаемой выборки нормальному закону использовали методы Колмогорова-Смирнова и Манна-Уитни. Данные представлены как среднее значение (М)  $\pm$  ошибка среднего (m). Во всех случаях распределение признаков соответствовало закону нормального распределения, поэтому для сравнения независимых групп использовали t-критерий Стьюдента. Величину уровня значимости (p) принимали равной 0,05, что соответствует критериям, принятым в медико-биологических исследованиях.

### Результаты исследования и их обсуждение

Фосфолипиды представляют собой один из основных структурных компонентов мембран клеток, выполняющих одновременно метаболическую и строительную функцию. В настоящем исследовании для оценки уровня фосфолипидов в клетках крови при-

менялась методика с использованием липофильных красителей, обладающих способностью избирательно накапливаться в липидных компонентах цитоплазмы. В мазках контрольной группы в более чем 80% лейкоцитов мы наблюдали интенсивное окрашивание цитоплазмы, многочисленные гранулы, заполняющие всю клетку. В группе 1 преобладали клетки с диффузным окрашиванием цитоплазмы и наличием умеренного числа гранул (до 54%). Лейкоцитов с интенсивным окрашиванием было до 35%. В группе 2 интенсивная окраска присутствовала в 28% клеток, умеренное число гранул наблюдалось в 38%, а слабодиффузное окрашивание или единичные гранулы в цитоплазме – в 33% клеток (рис. 1). Полученные результаты указывают на значимые изменения содержания фосфолипидов в лейкоцитах периферической крови рожениц, перенесших SARS-CoV-2 инфекцию в III триместре беременности.

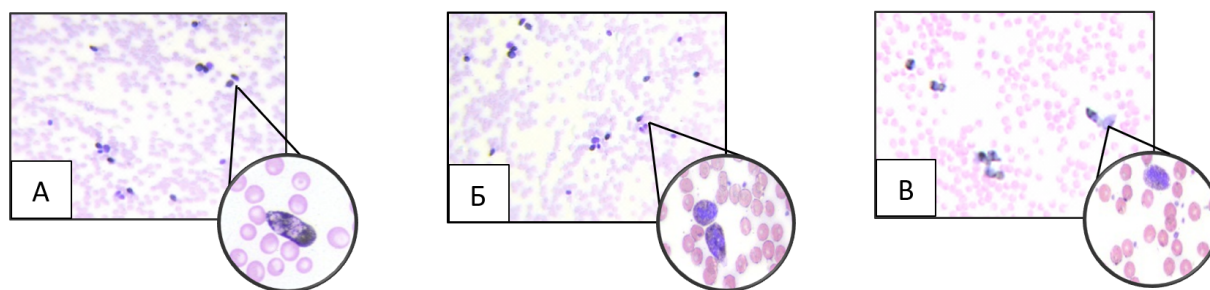


Рис. 1. Гистохимическая реакция на фосфолипиды в лейкоцитах крови рожениц, перенесших COVID-19 в третьем триместре гестации. А – контрольная группа; Б – легкое течение COVID-19 (группа 1); В – среднетяжелое течение COVID-19 (группа 2). Окраска раствором судана черного В. Увеличение  $\times 20$ ,  $\times 100$  (в круге).

В результате проведенного анализа выяснилось, что величина СЦК в контрольной группе составила  $2,67 \pm 0,05$  усл. ед., что соответствует референсным значениям, определенным разработчиками методики. У пациенток с COVID-19 наблюдалось достоверное снижение значений СЦК: при лёгком течении заболевания (1 группа) –  $2,42 \pm 0,05$  усл. ед., при среднетяжёлом течении COVID-19 (2 группа) –  $1,98 \pm 0,04$  усл. ед. (рис. 2).

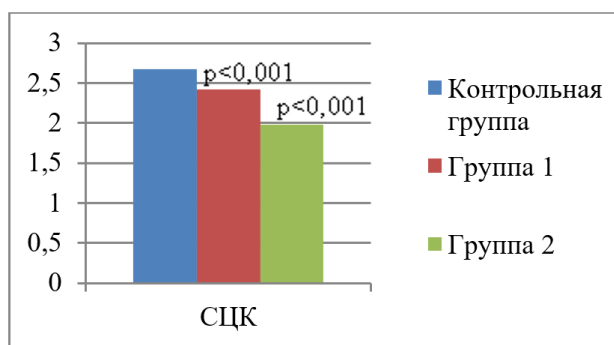


Рис. 2. Показатели среднего цитохимического коэффициента (СЦК) фосфолипидов в лейкоцитах крови рожениц, перенесшие COVID-19 в третьем триместре гестации по сравнению с контрольной группой.

Проанализировав полученные результаты, мы можем предположить то, что сниженные показатели общего количества фосфолипидов в лейкоцитах способны оказывать комплексное негативное воздействие на клеточные функции. Такие, как дестабилизация мембран органелл, нарушение организации электрон-транспортной цепи, снижение эффективности окислительного фосфорилирования, которые в свою очередь приводят к уменьшению синтеза АТФ, накоплению активных форм кислорода и нарушению гомеостаза кальция в матриксе митохондрий [8, 9]. Кроме этого, снижение уровня фосфолипидов может приводить к нарушению регуляции внутриклеточных процессов таких как, передача сигналов, нарушение работы ферментативных систем, изменение текучести мембран и активность мембран-связанных рецепторов, что в конечном итоге сказывается на клеточном гомеостазе [10–12].

Как уже упоминалось ранее, уменьшение содержания фосфолипидов в лейкоцитах крови рожениц может неблагоприятно сказываться на функционировании иммунной системы, способствуя угнетению ключевых звеньев врождённого и адаптивного иммунного ответа. В частности, отмечается снижение фагоцитарной активности нейтрофильных гранулоцитов, нарушение



процессов дифференцировки Т-лимфоцитов с преобладанием Т-хелперов 2 типа (Th2) на фоне снижения числа субпопуляции Т-хелперов 1 типа (Th1), которые отвечают за активацию клеточного иммунитета [13]. Угнетение синтеза провоспалительных цитокинов проявляется снижением продукции интерлейкина (IL)-1 $\beta$ , уменьшением уровня фактора некроза опухоли альфа, отвечающего за воспаление и индукцию апоптоза зараженных клеток и снижением экспрессии интерферона гамма, контролирующего активацию макрофагов [14]. Одновременно с этим, может нарушаться продукция противовоспалительных медиаторов, что сопровождается снижением уровня IL-10 и трансформирующего фактора роста  $\beta$ , которые ограничивают иммунный ответ.

#### Заключение

Представленные результаты позволяют предположить, что COVID-19 оказывает непосредственное влияние на фосфолипиды в лейкоцитах рожениц, снижая их количество. Данные изменения могут приво-

дить к нарушению метаболизма, мембранного транспорта и функционирования клеток иммунной системы. Несмотря на установленное достоверное снижение СЦК, зависящее от степени тяжести инфекции, остается много неясных вопросов по изучению влияния SARS-CoV-2 на фосфолипиды в лейкоцитах. Дальнейшее исследование данной проблемы поможет детально объяснить воздействие COVID-19 на физиологическое течение беременности и перинатальные исходы.

#### Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

#### Источники финансирования

Исследование проводилось без участия спонсоров

#### Funding Sources

This study was not sponsored

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Frankevich N., Tokareva A., Chagovets V., Starodubtseva N., Dolgushina N., Shmakov R., Sukhikh G., Frankevich V. COVID-19 infection during pregnancy: disruptions in lipid metabolism and implications for newborn health // Int. J. Mol. Sci. 2023. Vol.24, Iss.18. Article number:13787. <https://doi.org/10.3390/ijms241813787>
2. Sobkowski M., Pięta B., Sowińska A., Grabowska M., Koch-Brzozowska K., Wilczak M., Bień A. SARS-CoV-2 in pregnancy – a retrospective analysis of selected maternal and fetal laboratory parameters // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2022. Vol.19, Iss.22. Article number:15307. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215307>
3. Vakili S., Savardashtaki A., Jamalnia S., Tabrizi R., Nematollahi M.H., Jafarinia M., Akbari H. Laboratory findings of COVID-19 infection are conflicting in different age groups and pregnant women: a literature review // Arch. Med. Res. 2020. Vol.51, №7. P.603–607. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2020.06.007>
4. O'Donnell V.B., Murphy R.C. New families of bioactive oxidized phospholipids generated by immune cells: identification and signaling actions // Blood. 2012. Vol.120, Iss.10. P.1985–1992. <https://doi.org/10.1182/blood-2012-04-402826>
5. Mor G., Cardenas I. The immune system in pregnancy: a unique complexity // Am. J. Reprod. Immunol. 2010. Vol.63, Iss.6. P.425–433. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0897.2010.00836.x>
6. Ишутина Н.А., Андриевская И.А., Сиякин И.А. Особенности фосфолипидных изменений мембран эритроцитов у рожениц с COVID-19-ассоциированной внебольничной пневмонией // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2023. Вып. 87. С.83–89. <https://doi.org/10.36604/1998-5029-2023-87-83-89>
7. Kaplow L.S. A histochemical procedure for localizing and evaluating leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow // Blood. 1955. Vol.10, Iss.10. P.1023–1029.
8. Gijón M.A., Leslie C.C. Regulation of arachidonic acid release and cytosolic phospholipase A2 activation // J. Leukoc. Biol. 1999. Vol.65, Iss.3. P.330–336. <https://doi.org/10.1002/jlb.65.3.330>
9. Andrievskaya I.A., Ustinov E.M., Lyazgian K.S., Ishutina N.A., Dovzhikova I.V. Disruption of the functional activity of neutrophil granulocytes as a risk factor for the development of lung damage in pregnant women with COVID-19 // Curr. Iss. Mol. Biology. 2024. Vol.46, Iss.2. P.1121–1135. <https://doi.org/10.3390/cimb46020071>
10. Thomas C.P., O'Donnell V.B. Oxidized phospholipid signaling in immune cells // Curr. Opin. Pharmacol. 2012. Vol.12, Iss.4. P.471–477. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2012.02.013>
11. Leslie C.C. Cytosolic phospholipase A<sub>2</sub>: physiological function and role in disease // J. Lipid. Res. 2015. Vol.56, Iss.8. P.1386–1402. <https://doi.org/10.1194/jlr.R057588>
12. Hildebrand J., Marique D., Vanhouche J. Lipid composition of plasma membranes from human leukemic lymphocytes // J. Lipid. Res. 1975. Vol.16, Iss.3. P.195–199.
13. Gomez-Lopez N., StLouis D., Lehr M.A., Sanchez-Rodriguez E.N., Arenas-Hernandez M. Immune cells in term and preterm labor // Cell. Mol. Immunol. 2014. Vol.11, Iss.6. P.571–581. <https://doi.org/10.1038/cmi.2014.46>
14. Ишутина Н.А., Андриевская И.А., Дорофиенко Н.Н. Изменения липидного состава и уровня сывороточных фосфолипидов у рожениц с пневмонией, вызванной SARS-COV-2 // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2023. Вып. 90. С.83–89. <https://doi.org/10.36604/1998-5029-2023-90-83-89>

## REFERENCES

1. Frankevich N., Tokareva A., Chagovets V., Starodubtseva N., Dolgushina N., Shmakov R., Sukhikh G., Frankevich V. COVID-19 infection during pregnancy: disruptions in lipid metabolism and implications for newborn health. *Int. J. Mol. Sci.* 2023; 24(18):13787. <https://doi.org/10.3390/ijms241813787>
2. Sobkowski M., Pięta B., Sowińska A., Grabowska M., Koch-Brzozowska K., Wilczak M., Bień A. SARS-CoV-2 in pregnancy – a retrospective analysis of selected maternal and fetal laboratory parameters. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022; 19(22):15307. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215307>
3. Vakili S., Savardashtaki A., Jamalnia S., Tabrizi R., Nematollahi M.H., Jafarinia M., Akbari H. Laboratory findings of COVID-19 infection are conflicting in different age groups and pregnant women: a literature review. *Arch. Med. Res.* 2020; 51(7):603–607. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2020.06.007>
4. O'Donnell V.B., Murphy R.C. New families of bioactive oxidized phospholipids generated by immune cells: identification and signaling actions. *Blood* 2012; 120(10):1985–1992. <https://doi.org/10.1182/blood-2012-04-402826>
5. Mor G., Cardenas I. The immune system in pregnancy: a unique complexity. *Am. J. Reprod. Immunol.* 2010; 63(6):425–433. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0897.2010.00836.x>
6. Ishutina N.A., Andrievskaya I.A., Sinyakin I.A. [Peculiarities of phospholipid changes in erythrocyte membranes in parturient women with COVID-19-associated community-acquired pneumonia]. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya = Bulletin physiology and pathology of respiration* 2023; 87:83–89 (in Russian). <https://doi.org/10.36604/1998-5029-2023-87-83-89>
7. Kaplow L.S. A histochemical procedure for localizing and evaluating leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow. *Blood* 1955; 10(10):1023–1029.
8. Gijón M.A., Leslie C.C. Regulation of arachidonic acid release and cytosolic phospholipase A2 activation. *J. Leukoc. Biol.* 1999; 65(3):330–336. <https://doi.org/10.1002/jlb.65.3.330>
9. Andrievskaya I.A., Ustinov E.M., Lyazgian K.S., Ishutina N.A., Dovzhikova I.V. Disruption of the functional activity of neutrophil granulocytes as a risk factor for the development of lung damage in pregnant women with COVID-19. *Curr. Iss. Mol. Biology* 2024; 46(2):1121–1135. <https://doi.org/10.3390/cimb46020071>
10. Thomas C.P., O'Donnell V.B. Oxidized phospholipid signaling in immune cells. *Curr. Opin. Pharmacol.* 2012; 12(4):471–477. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2012.02.013>
11. Leslie C.C. Cytosolic phospholipase A<sub>2</sub>: physiological function and role in disease. *J. Lipid Res.* 2015; 56(8):1386–1402. <https://doi.org/10.1194/jlr.R057588>
12. Hildebrand J., Marique D., Vanhouche J. Lipid composition of plasma membranes from human leukemic lymphocytes. *J. Lipid Res.* 1975; 16(3):195–199.
13. Gomez-Lopez N., StLouis D., Lehr M.A., Sanchez-Rodriguez E.N., Arenas-Hernandez M. Immune cells in term and preterm labor. *Cell. Mol. Immunol.* 2014; 11(6):571–581. <https://doi.org/10.1038/cmi.2014.46>
14. Ishutina N.A., Andrievskaya I.A., Dorofienko N.N. [Changes in lipid composition and serum phospholipids level in women in labor with pneumonia caused by SARS-COV-2]. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya = Bulletin physiology and pathology of respiration* 2023; 90:83–89 (in Russian). <https://doi.org/10.36604/1998-5029-2023-90-83-89>

### Информация об авторах:

**Ольга Леонидовна Кутепова**, канд. биол. наук, научный сотрудник, лаборатория молекулярных и трансляционных исследований, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания»; e-mail: helga1509\_84@mail.ru

**Ирина Анатольевна Андриевская**, д-р биол. наук, профессор РАН, зав. лабораторией механизмов этиопатогенеза и восстановительных процессов дыхательной системы при неспецифических заболеваниях легких, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания»; e-mail: irinaandrievskaja@rambler.ru

**Инна Викторовна Довжикова**, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории механизмов этиопатогенеза и восстановительных процессов дыхательной системы при неспецифических заболеваниях легких, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания»; e-mail: dov\_kova100@rambler.ru

### Author information:

**Ol'ga L. Kutepova**, PhD (Biol.), Staff Scientist, Laboratory of Molecular and Translational Research, Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration; e-mail: helga1509\_84@mail.ru

**Irina A. Andrievskaya**, PhD, DSc (Biol.), Professor of RAS, Head of Laboratory of Mechanisms of Etiopathogenesis and Recovery Processes of the Respiratory System at Non-Specific Lung Diseases, Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration; e-mail: irinaandrievskaja@rambler.ru

**Inna V. Dovzhikova**, PhD, DSc. (Biol.), Leading Staff Scientist of Laboratory of Mechanisms of Etiopathogenesis and Recovery Processes of the Respiratory System at Non-Specific Lung Diseases, Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration, e-mail: dov\_kova100@rambler.ru

Поступила 16.09.2025  
Принята к печати 30.10.2025

Received September 16, 2025  
Accepted October 30, 2025