

УДК 577.352.2:612.111.1:616-053.31]618.3-06:616.24-002"SARS-CoV-2"

DOI: 10.36604/1998-5029-2023-89-129-134

СОСТАВ ФОСФОЛИПИДОВ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ У НОВОРОЖДЕННЫХ ОТ МАТЕРЕЙ, ПЕРЕНЕСШИХ ВИРУСНУЮ ПНЕВМОНИЮ, ВЫЗВАННУЮ SARS-CoV-2 В ТРЕТЬЕМ ТРИМЕСТРЕ БЕРЕМЕННОСТИ

Н.А.Ишутина, И.А.Андриевская, И.В.Довжикова, Н.Н.Дорофиевко

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

РЕЗЮМЕ. Цель. Изучить состав фосфолипидов мембран эритроцитов новорожденных детей от матерей, перенесших вирусную пневмонию, вызванную SARS-CoV-2 в III триместре беременности. **Материалы и методы.** В исследование включены новорожденные дети, которые были рождены от матерей с диагнозом COVID-19 и внебольничной пневмонией вирусной этиологии в III триместре (основная группа). Из общего числа новорожденных ($n=67$) были сформированы группы детей от матерей со среднетяжелым течением пневмонии (группа 1, $n=34$), и с тяжелым течением пневмонии (группа 2, $n=33$). Контрольную группу составили 35 новорожденных детей от практически здоровых матерей. Определяли количественный состав фосфолипидов в мембранах эритроцитов венозной крови пуповины новорожденных методом двухмерной тонкослойной хроматографии по Кирхнеру. **Результаты.** В ходе исследования было установлено статистически достоверное снижение содержания в мембранах эритроцитов фосфатидилэтаноламина и фосфатидилхолина в группе 1 на 19 и 20%, соответственно ($p<0,001$), в группе 2 – на 31 и 29%, соответственно ($p<0,001$); достоверное увеличение содержания лизофосфатидилхолина, сфингомиелина, фосфатидилсерина и фосфатидилинозитола в группе 1 на 43, 8, 15 и 26%, соответственно ($p<0,001$), в группе 2 – на 67, 14, 23 и 35%, соответственно ($p<0,001$), по сравнению с их содержанием у новорожденных контрольной группы. **Заключение.** Инфицирование матери SARS-CoV-2 в период беременности сопровождается структурной дезинтеграцией мембран эритроцитов их новорожденных детей, проявляющееся изменением фосфолипидного профиля в пользу увеличения фракций сфинго-, лизо-, инозитол- и сериновых фосфолипидов, что, в конечном счете, может нарушать работу кислородтранспортной системы крови, способствуя развитию гипоксии.

Ключевые слова: COVID-19, внебольничная пневмония, новорожденные дети, мембраны эритроцитов, фосфолипиды.

COMPOSITION OF PHOSPHOLIPIDS OF ERYTHROCYTE MEMBRANES IN NEWBORNS FROM MOTHERS WITH VIRUS PNEUMONIA CAUSED BY SARS-CoV-2 IN THE THIRD TRIMESTER OF PREGNANCY

N.A.Ishutina, I.A.Andrievskaya, I.V.Dovzhikova, N.N.Dorofienko

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

SUMMARY. Aim. To study the composition of phospholipids in erythrocyte membranes of newborns from mothers who had viral pneumonia caused by SARS-CoV-2 in the third trimester of pregnancy. **Materials and methods.** The study included newborns who were born to mothers diagnosed with COVID-19 and community-acquired pneumonia of viral

Контактная информация

Наталья Александровна Ишутина, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория механизмов этиопатогенеза и восстановительных процессов дыхательной системы при неспецифических заболеваниях легких, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания», 675000, Россия, г. Благовещенск, ул. Калинина, 22. E-mail: ishutina-na@mail.ru

Correspondence should be addressed to

Natalia A. Ishutina, 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, 22 Kalinina Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation. E-mail: ishutina-na@mail.ru@rambler.ru

Для цитирования:

Ишутина Н.А., Андриевская И.А., Довжикова И.В., Дорофиевко Н.Н. Состав фосфолипидов мембран эритроцитов у новорожденных от матерей, перенесших вирусную пневмонию, вызванную SARS-CoV-2 в третьем триместре беременности // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2023. Вып.89. С.129–134. DOI: 10.36604/1998-5029-2023-89-129-134

For citation:

Ishutina N.A., Andrievskaya I.A., Dovzhikova I.V., Dorofienko N.N. Composition of phospholipids of erythrocyte membranes in newborns from mothers with virus pneumonia caused by SARS-CoV-2 in the third trimester of pregnancy. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ* = *Bulletin Physiology and Pathology of Respiration* 2023; (89):129–134 (in Russian). DOI: 10.36604/1998-5029-2023-89-129-134

etiology in the third trimester (main group). Of the total number of newborns ($n=67$), groups of children were formed from mothers with moderate pneumonia (group 1, $n=34$), and with severe pneumonia (group 2, $n=33$). The control group consisted of 35 newborns from practically healthy mothers. The quantitative composition of phospholipids in the membranes of erythrocytes of venous blood of the umbilical cord of newborns was determined by the method of two-dimensional thin-layer chromatography according to Kirchner. **Results.** The study found a statistically significant decrease in the concentration of phosphatidylethanolamine and phosphatidylcholine in erythrocyte membranes in group 1 by 19 and 20%, respectively ($p<0.001$), in group 2 – by 31 and 29%, respectively ($p<0.001$); a significant increase in the concentration of lysophosphatidylcholine, sphingomyelin, phosphatidylserine and phosphatidylinositol in group 1 by 43, 8, 15 and 26%, respectively ($p<0.001$), in group 2 – by 67, 14, 23 and 35%, respectively ($p<0.001$), compared with their concentration in newborns of the control group. **Conclusion.** Infection of the mother with SARS-CoV-2 during pregnancy is accompanied by structural disintegration of the erythrocyte membranes of their newborns, manifested by a change in the phospholipid profile in favor of an increase in the fractions of sphingo-, lyso-, inositol- and serine phospholipids, which, ultimately, can disrupt the work of the oxygen transport system of the blood, contributing to the development of hypoxia.

Keywords: COVID-19, community-acquired pneumonia, newborns, erythrocyte membranes, phospholipids.

В настоящее время установлено, что беременные женщины более восприимчивы к инфекционным заболеваниям, не исключение и COVID-19, особенно в третьем триместре беременности, который является критическим периодом из-за изменений в иммунной системе и, возможно, изменений в физиологии легких, таких как повышенное сопротивление дыханию [1]. В дополнение к обычным последствиям инфекционного заболевания, беременные женщины также подвержены риску неблагоприятных материнских и неонатальных осложнений, к ним относятся задержка внутриутробного развития, преждевременные роды, самопроизвольный аборт и вертикальная передача заболевания от матери к плоду [2]. Обмен фосфолипидов (ФЛ) – одно из звеньев сложной системы метаболических взаимоотношений между организмом матери и плода. С дефицитом у плода ФЛ, составляющих основу клеточных мембран и сурфактанта, связывают развитие синдрома дыхательных расстройств, что является основной причиной асфиксии и смерти новорожденных, гипоксических поражений центральной нервной системы у выживших детей [3]. Анализ литературы показал отсутствие данных по исследованию ФЛ состава мембран эритроцитов новорожденных детей от матерей с вирусной пневмонией, вызванной SARS-CoV-2. Следовательно, нами была поставлена цель исследования – изучить состав ФЛ мембран эритроцитов новорожденных детей от матерей, перенесших вирусную пневмонию, вызванную SARS-CoV-2 в III триместре.

Материалы и методы исследования

В исследование включены новорожденные дети, которые были рождены от матерей с диагнозом COVID-19 и внебольничной пневмонией вирусной этиологии в III триместре (основная группа). Из общего числа новорожденных ($n=67$) были сформированы группы детей от матерей со среднетяжелым течением пневмонии (группа 1, $n=34$), и с тяжелым течением пневмонии (группа 2, $n=33$). Контрольную группу составили 35 новорожденных детей от практически здоровых матерей.

Матери всех новорожденных детей были сопоста-

вимы по возрасту и сроку родов: в группе 1 – $29,80\pm 1,34$ года и $38,2\pm 0,36$ недель; в группе 2 – $29,73\pm 0,89$ года и $37,920\pm 0,40$ недель; в контрольной группе – $24,5\pm 0,60$ года и $39,0\pm 0,28$ недель ($p>0,05$, соответственно).

Критерии включения: информированное согласие матери на участие в исследовании, лабораторно подтвержденная COVID-19 инфекция, вызванная SARS-CoV-2, внебольничная пневмония.

Критерии исключения: отказ от участия в исследовании, несоответствие критериям включения, отсутствие лабораторной верификации SARS-CoV-2.

Данное исследование проводилось с учетом требований Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта» с поправками 2013 г. и нормативных документов «Правила надлежащей клинической практики в РФ», утвержденных Приказом МЗ РФ №200 от 01.04.2016. Исследование одобрено этическим комитетом по биомедицинской этике ДНЦ ФПД.

В каждом случае диагноз был подтвержден согласно современным клинко-лабораторным критериям этиологической диагностики, в том числе путем обнаружения РНК SARS-CoV-2 в материале мазка из рото- и носоглотки методом полимеразной цепной реакции, а также с учетом современных клинко-рентгенологических критериев вирусного поражения легких при использовании специализированных методов лучевой диагностики.

У матерей новорожденных детей группы 1 наблюдалось повышение температуры тела до $38,0^{\circ}\text{C}$; ЧДД $>22/\text{мин}$; одышка при физической нагрузке; изменения при компьютерной томографии (рентгенографии), типичные для вирусного поражения; $\text{SpO}_2 < 95\%$; С реактивный белок сыворотки крови $>10 \text{ мг/л}$. У пациенток группы 2 повышение температуры тела наблюдалось выше $38,0^{\circ}\text{C}$; ЧДД $>30/\text{мин}$; $\text{SpO}_2 \leq 93\%$; $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ мм рт. ст.}$; нестабильная гемодинамика (систолическое АД $<90 \text{ мм рт. ст.}$ или диастолическое АД $<60 \text{ мм рт. ст.}$, диурез менее 20 мл/час); изменения в легких при компьютерной томографии (рентгеногра-

фии), типичные для вирусного поражения.

Наиболее частым осложнением настоящей беременности у женщин были гемодинамические нарушения и плацентарная недостаточность, угроза ее прерывания, в том числе угрожающие преждевременные роды. Пациентки при поступлении в стационар жаловались на кашель и аносмию, общую слабость, заложенность носа или насморк, одышку, головную боль, повышенную температуру тела до 38-39°C.

Определение количественного состава ФЛ в мембране эритроцитов венозной крови пуповины новорожденных проводили в первые часы постнатальной жизни методом двухмерной тонкослойной хроматографии. Результаты представляли в процентах от общей суммы. Липиды экстрагировали по методу Folch [4]. Готовые экстракты разделяли на индивидуальные фракции фосфолипидов на пластинках с тонким слоем силикагеля (Woelm, Германия). Идентификацию индивидуальных фракций фосфолипидов осуществляли по методу Кирхнера [5].

Статистическая обработка данных проводилась с

применением стандартной компьютерной программы IBM SPSS Statistics 18.0 (США). Для проверки гипотезы о принадлежности наблюдаемой выборки нормальному закону использовали методы Колмогорова-Смирнова и Манна-Уитни. Данные представлены как среднее значение (M) \pm средняя ошибка (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

Действие патологических факторов в процессе беременности и родов существенно отражается на изучаемых показателях в пуповинной крови новорожденных. Данные лабораторных исследований ФЛ состава мембран эритроцитов крови пуповины новорожденных представлены в таблице.

Таблица

Состав фосфолипидов мембран эритроцитов у новорожденных в исследуемых группах ($M \pm m$)

Показатели, в %	Контрольная группа	Группа 1	Группа 2
Фосфатидилэтаноламин (Pe)	22,41 \pm 0,14	18,10 \pm 0,27*	15,48 \pm 0,20*
Фосфатидилхолин (Pc)	26,10 \pm 0,22	20,92 \pm 0,38*	18,53 \pm 0,35*
Лизофосфатидилхолин (Lpc)	6,70 \pm 0,10	9,59 \pm 0,21*	11,22 \pm 0,39*
Сфингомиелин (Sph)	19,41 \pm 0,19	20,91 \pm 0,29*	22,07 \pm 0,31*
Фосфатидилсерин (Ps)	14,01 \pm 0,12	16,17 \pm 0,32*	17,30 \pm 0,40*
Фосфатидилинозитол (Pi)	11,37 \pm 0,11	14,31 \pm 0,35*	15,40 \pm 0,21*

Примечание: * – $p < 0,001$ – уровень статистической значимости различий по сравнению с показателями контрольной группы.

Как известно, основными по составу ФЛ мембран эритроцитов являются Pe, Pc и Sph, однако они обладают малой метаболической активностью. Наряду с этими фракциями Pi, Ps, дифосфатидилглицерин и лизофосфатиды являются метаболически активными, хотя их количество находится в пределах от 7 до 14%.

При сравнении содержания ФЛ фракций в мембранах эритроцитов пуповинной крови новорожденных исследуемых групп было выявлено статистически достоверное снижение уровня Pe и Pc в группе 1 на 19 и 20%, а в группе 2 – на 31 и 29%, соответственно ($p < 0,001$); установлено достоверное увеличение содержания Lpc, Sph, Ps и Pi в группе 1 на 43, 8, 15 и 26%, и в группе 2 – на 67, 14, 23 и 35%, соответственно ($p < 0,001$), соответственно, по сравнению с их содержанием у новорожденных контрольной группы (табл.). Низкий уровень Pe и Pc, возможно, связан с высокой продукцией провоспалительных цитокинов, активацией липаз и фосфолипаз, а также усилением процес-

сов перекисного окисления липидов, что отмечается у новорожденных детей с инфекционной патологией [6, 7].

Накопление Lpc, являющегося гемолизином и детергентом у новорожденных в раннем неонатальном периоде, хотя и свидетельствует об отрицательной направленности ФЛ обмена, повышенном распаде Pc и дестабилизации клеточных мембран, но в то же время является фактором, противодействующим тромбофилии у новорожденных, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию [8].

Отмеченное выше менее выраженное, но достоверное повышение содержания трудноокисляемой фракции ФЛ – Sph у новорожденных может быть отчасти компенсаторным механизмом, предотвращающим дестабилизацию мембран клеток [9].

Изменение содержания Ps и Pi, по-видимому, можно объяснить тем, что они находятся в дыхательных ферментах, участвуют в переносе электронов, в

транспорте катионов металлов, являются активаторами многих ферментативных реакций и, следовательно, связаны с энергетическими обменными процессами, которые при патологическом течении беременности подавлены [10].

Следовательно, метаболические изменения, обнаруженные у новорожденных детей основной группы, свидетельствуют о наличии связи между нарушением обмена ФЛ у новорожденных детей и COVID-ассоциированной пневмонией их матерей.

Исходя из того, что ФЛ являются основными липидными компонентами клеточных мембран и сурфактанта легких новорожденных, играют решающую роль в регуляции целостности легочного эндотелиального барьера [11], придают сурфактанту поверхностно-активные свойства [12], изменение их состава может быть причиной дыхательных расстройств новорожденных, обусловленных незрелостью легких и первичным дефицитом сурфактанта.

Заключение

Таким образом, инфицирование матери SARS-CoV-2 в период беременности сопровождается структурной дезинтеграцией мембран эритроцитов их новорожденных детей, проявляющейся изменением ФЛ профиля в пользу увеличения фракций сфинго-, лизо-, инозитол- и сериновых ФЛ, что, в конечном счете, может нарушать работу кислородтранспортной системы крови, способствуя развитию гипоксии.

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. Salem D., Katranji F., Bakdash T. COVID-19 infection in pregnant women: Review of maternal and fetal outcomes // Int. J. Gynaecol. Obstet. 2021. Vol.152, Iss.3. P.291–298. <https://doi.org/10.1002/ijgo.13533>
2. de Medeiros K.S., Sarmiento A.C.A., Costa A.P-F., Macêdo L.T.A., da Silva LAS, de Freitas C.L., Simões A.C.Z., Gonçalves A.K. Consequences and implications of the coronavirus disease (COVID-19) on pregnancy and newborns: A comprehensive systematic review and meta-analysis // Int. J. Gynaecol. Obstet. 2022. Vol.156, Iss.3. P.394–405. <https://doi.org/10.1002/ijgo.14015>
3. Ширковец А.В., Ишпахтин Ю.И., Щербавская Э.А., Свистельник М.Н. Особенности фосфолипидного и ферментативного спектра у женщин при невынашивании // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2012. №2-1(84). С.71–74. EDN: PCJMBZ.
4. Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues // J. Biol. Chem. 1957. Vol. 226, Iss.1. P.497–509. PMID: 13428781.
5. Кирхнер Ю. Тонкослойная хроматография: пер. с. англ. М.: Мир, 1981. Т.1. 616 с.
6. Ишутина Н.А., Дорофиенко Н.Н. Интенсивность процессов перекисного окисления липидов и состояние антиоксидантной системы в крови пуповины новорожденных от матерей с цитомегаловирусной инфекцией // Успехи современного естествознания. 2014. №9. С.11–13. EDN: SJLPOR.
7. Дорофиенко Н.Н., Андриевская И.А., Ишутина Н.А. Провоспалительные цитокины и состояние эндотелия сосудов пуповины при цитомегаловирусной инфекции // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2015. Т.132, №1. С.58–61. EDN: UCNEJV.
8. Мухина Ю.Г., Ильина А.Я., Туркина Т.И., Кириллова Н.И., Дубинкина Е.М., Аландарева А.Г. Характеристика показателей фосфолипидного обмена у новорожденных в зависимости от наличия антифосфолипидных антител // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2011. Т.56, №3. С.25–28. EDN NXXMTX.
9. Фефелова В.В., Лисихина Н.В., Манчук В.Т., Овчаренко Е.С., Колоскова Т.П., Ковалевская О.И. Значимость выявленных изменений содержания сфингомиелина в лимфоцитах пуповинной крови для деятельности центральной нервной системы у недоношенных детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2018. Т.63, №5. С.61–65. EDN MGKQAP. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2018-63-5-61-65>
10. Ширковец А.В., Ишпахтин Ю.И., Матюшкина Л.С. Биологически активные вещества в крови беременных при угрожающих преждевременных родах // Российский вестник акушера-гинеколога. 2017. Т.17, №4. С.7–10. EDN: ZENBAR. <https://doi.org/10.17116/rosakush20171747-10>
11. Thomas J.M., Sudhadevi T., Basa P., Ha A.W., Natarajan V., Harijith A. The role of sphingolipid signaling in oxidative lung injury and pathogenesis of bronchopulmonary dysplasia // Int. J. Mol. Sci. 2022. Vol.23, Iss.3. Article number: 1254. <https://doi.org/10.3390/ijms23031254>
12. Tlatelpa-Romero B., Cázares-Ordoñez V., Oyarzábal L.F., Vázquez-de-Lara L.G. The role of pulmonary surfactant phospholipids in fibrotic lung diseases // Int. J. Mol. Sci. 2022. Vol.24, Iss.1. Article number: 326. <https://doi.org/10.3390/ijms24010326>

REFERENCES

1. Salem D., Katranji F., Bakdash T. COVID-19 infection in pregnant women: Review of maternal and fetal outcomes. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2021; 152(3):291–298. <https://doi.org/10.1002/ijgo.13533>
2. de Medeiros K.S., Sarmiento A.C.A., Costa A.P-F., Macêdo L.T.A., da Silva LAS, de Freitas C.L., Simões A.C.Z., Gonçalves A.K. Consequences and implications of the coronavirus disease (COVID-19) on pregnancy and newborns: A comprehensive systematic review and meta-analysis. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2022; 156(3): 394–405. <https://doi.org/10.1002/ijgo.14015>
3. Shirkovets A.V., Ishpakhtin Yu.I., Shcherbavskaya E.A., Svistel'nik M.N. [Peculiarities of phospholipid and enzymatic spectrum in women with miscarriage]. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk* 2012; (2-1):71–74 (in Russian).
4. Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 1957; 226(1):497–509. PMID: 13428781.
5. Kirchner J. [Thin-layer chromatography]. Moscow: Mir; 1981 (in Russian).
6. Ishchina N.A., Dorofiyenko N.N. [Intensity of lipid peroxidation and antioxidant system cord blood of newborns from mothers with cytomegalovirus infection]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* 2014; (9):11–13 (in Russian).
7. Dorofienko N.N., Andrievskaya I.A., Ishutina N.A. [Proinflammatory cytokines and endothelial umbilical vessels in cytomegalovirus infection]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk) = Siberian Medical Journal (Irkutsk)* 2015; 132(1):58–61 (in Russian).
8. Mukhina Yu.G., Il'ina A.Ya., Turkina T.I., Kirillova N.I., Dubinkina E.M., Alandareva A.G. [Phospholipid metabolic characteristics in neonatal infants in relation to the presence of antiphospholipid antibodies]. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics)* 2011; 56(3):25–28 (in Russian).
9. Fefelova V.V., Lisihina N.V., Manchuk V.T., Ovcharenko E.S., Koloskova T.P., Kovalevskaya O.I. [Significance of the sphingomyelin changes in cord blood lymphocytes for the activity of central nervous system in preterm newborns]. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics)* 2018; 63(5):61–65 (in Russian). <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2018-63-5-61-65>
10. Shirkovets A.V., Ishpakhtin Yu.I., Matyushkina L.S. [Biologically active substances in the blood of pregnant women with threatened preterm labor]. *Rossiyskiy vestnik akushera-ginekologa = Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist* 2017; 17(4):7–10 (in Russian). <https://doi.org/10.17116/rosakush20171747-10>
11. Thomas J.M., Sudhadevi T., Basa P., Ha A.W., Natarajan V., Harijith A. The role of sphingolipid signaling in oxidative lung injury and pathogenesis of bronchopulmonary dysplasia. *Int. J. Mol. Sci.* 2022; 23(3):1254. <https://doi.org/10.3390/ijms23031254>
12. Tlatelpa-Romero B., Cázares-Ordoñez V., Oyarzábal L.F., Vázquez-de-Lara L.G. The role of pulmonary surfactant phospholipids in fibrotic lung diseases. *Int. J. Mol. Sci.* 2022; 24(1):326. <https://doi.org/10.3390/ijms24010326>

Информация об авторах:

Наталья Александровна Ишутина, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория 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: ishutina-na@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: irina-andrievskaja@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0212-0201>

Инна Викторовна Довжикова, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория 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; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8938-3594>

Author information:

Natalia A. Ishutina, 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: ishutina-na@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: irina-andrievskaja@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0212-0201>

Inna V. Dovzhikova, PhD, DSc (Biol.), Leading Staff Scientist, 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; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8938-3594>

Николай Николаевич Дорофиев, канд. мед. наук, старший научный сотрудник, лаборатория 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: dorofienko-nn@mail.ru

Nikolay N. Dorofienko, PhD (Med.), Senior Staff Scientist, 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: dorofienko-nn@mail.ru

*Поступила 07.06.2023
Принята к печати 28.06.2023*

*Received June 07, 2023
Accepted June 28, 2023*
