

УДК 618.36-06:616.13.133:611.137.3]616.24-002"COVID-19"

DOI: 10.36604/1998-5029-2022-84-70-76

КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРАСНОЙ КРОВИ У БЕРЕМЕННЫХ С БАКТЕРИАЛЬНОЙ И COVID-19-АССОЦИИРОВАННОЙ ВНЕБОЛЬНИЧНЫМИ ПНЕВМОНИЯМИ

А.С.Абулдинов, И.А.Андриевская

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

РЕЗЮМЕ. Введение. Внебольничная пневмония (ВП) ассоциирована с развитием анемии и ее клинических проявлений: гипоксемии и гипоксии, что осложняет течение заболевания и приводит к развитию неблагоприятных исходов беременности. В исследованиях отсутствует сравнительная характеристика основных лабораторных признаков анемии у беременных с COVID-19-ассоциированной и бактериальной ВП, что имеет теоретическую и прикладную значимость. **Цель.** Провести сравнительный анализ клинических показателей красной крови у беременных с COVID-19-ассоциированной и бактериальной ВП. **Материалы и методы.** Обследовано 140 беременных в третьем триместре беременности, из них с ВП средней степени тяжести 100 участниц (основная группа) и с неосложненным течением беременности – 40 (группа сравнения). В основную группу вошли 47 беременных с бактериальной ВП и 53 участницы с COVID-19-ассоциированной ВП. Все беременные были сопоставимы по возрасту и сроку беременности. Проведены бактериологические исследования мокроты, выявление РНК SARS-CoV-2 в мазках из ротоглотки и носоглотки методом ПЦР, микроскопия мазков периферической крови, клинический анализ крови. **Результаты.** У беременных с COVID-19-ассоциированной ВП по сравнению с беременными с бактериальной ВП выявлен ряд различий по лабораторным параметрам, определяющим развитие анемии: снижено общее количество эритроцитов в 1,22 раза ($p<0,001$) и содержание гемоглобина в 1,1 раза ($p<0,05$), повышено процентное содержание эхиноцитов в 1,14 раза ($p<0,05$) и дегенеративных форм эритроцитов в 1,16 раза ($p<0,05$). **Заключение.** У беременных с COVID-19-ассоциированной ВП по сравнению с беременными с бактериальной ВП выявлены значимые изменения в количестве и морфологическом составе эритроцитов, содержании гемоглобина, свидетельствующие о высоком риске развития анемии и сопутствующий ей гипоксемии и гипоксии, что неблагоприятно сказывается на течении заболевания и приводит к развитию осложнений беременности.

Ключевые слова: внебольничная пневмония, беременность, морфология эритроцитов, анемия, COVID-19.

CLINICAL INDICATORS OF RED BLOOD IN PREGNANT WOMEN WITH BACTERIAL AND COVID-19-ASSOCIATED COMMUNITY-ACQUIRED PNEUMONIA

A.S.Abuldinov, I.A.Andrievskaya

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

SUMMARY. Introduction. Community-acquired pneumonia (CAP) is associated with the development of anemia and its clinical manifestations: hypoxemia and hypoxia, which complicates the course of the disease and leads to the development of adverse pregnancy outcomes. The studies are lack of a comparative description of the main laboratory signs of anemia in pregnant women with COVID-19-associated and bacterial CAP, which has a theoretical and applied significance. **Aim.** To carry out a comparative analysis of the clinical indicators of red blood in pregnant women with COVID-19-associated and bacterial CAP. **Materials and methods.** 140 pregnant women were studied in the third trimester of pregnancy, of which 100 participants had CAP of moderate severity (main group) and with uncomplicated pregnancy – 40 (comparison group). The main group included 47 pregnant women with bacterial CAP and 53 participants with COVID-

Контактная информация

Антон Сергеевич Абулдинов, аспирант, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания», 675000, Россия, г. Благовещенск, ул. Калинина, 22. E-mail: abuldinov@yandex.ru

Correspondence should be addressed to

Anton S. Abuldinov, MD, Postgraduate Student, Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration, 22 Kalinina Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation. E-mail: abuldinov@yandex.ru

Для цитирования:

Абулдинов А.С., Андриевская И.А. Клинические показатели красной крови у беременных с бактериальной и COVID-19-ассоциированной внебольничными пневмониями // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2022. Вып.84. С.70–76. DOI: 10.36604/1998-5029-2022-84-70-76

For citation:

Abuldinov A.S., Andrievskaya I.A. Clinical indicators of red blood in pregnant women with bacterial and COVID-19-associated community-acquired pneumonia. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ = Bulletin Physiology and Pathology of Respiration* 2022; (84):70–76 (in Russian). DOI: 10.36604/1998-5029-2022-84-70-76

19-associated CAP. All pregnant women were comparable in age and duration of pregnancy. Bacteriological studies of sputum, detection of SARS-CoV-2 RNA in swabs from the oropharynx and nasopharynx by PCR, microscopy of peripheral blood smears, and a clinical blood test were performed. **Results.** In pregnant women with COVID-19-associated CAP, compared with pregnant women with bacterial CAP, a number of differences were revealed in laboratory parameters that determine the development of anemia: the total number of erythrocytes was reduced by 1.22 times ($p<0.001$) and hemoglobin concentration by 1.1 times ($p<0.05$), the percentage of echinocytes was increased by 1.14 times ($p<0.05$) and degenerative forms of erythrocytes by 1.16 times ($p<0.05$). **Conclusion.** In pregnant women with COVID-19-associated CAP, compared with pregnant women with bacterial CAP, significant changes in the number and morphological composition of erythrocytes, hemoglobin concentration were revealed, indicating a high risk of developing anemia and concomitant hypoxemia and hypoxia, which adversely affects the course of the disease and leads to development of pregnancy complications.

Key words: community-acquired pneumonia, pregnancy, erythrocyte morphology, anemia, COVID-19.

У беременных частота внебольничных пневмоний (ВП) варьирует от 1,5 до 5,0 на 1000 родов и не имеет статистически значимых отличий от соответствующих показателей у небеременных женщин [1]. Клиническое течение вирусных ВП нередко бывает более тяжелым, чем при бактериальной форме [2].

Каждый год эпидемии острых вирусных инфекций отягощаются развитием ВП, что представляет серьезную проблему. Пандемия COVID-19 (коронавирусная инфекция 2019 года), вызванная SARS-CoV-2, в особой степени опасна для уязвимых групп населения, в которых к борьбе с инфекцией практическое здравоохранение готово недостаточно, к ним относятся и беременные женщины [3]. Известно, что инфекция COVID-19 приводит к осложнениям беременности [4]. Предрасполагающими факторами являются физиологические изменения, возникающие во время беременности, приводящие к увеличению восприимчивости к инфекциям, в особенности инфекциям респираторного тракта, и способствующие прогрессированию дыхательной недостаточности у данного контингента пациентов в достаточно короткие промежутки времени [5]. Считается, что у беременной дыхательная недостаточность на фоне инфекции, вызванной SARS-CoV-2 – основной неблагоприятный прогностический фактор [6].

В последние десятилетия неоднократно обсуждалась взаимосвязь ВП с таким клинико-гематологическим синдромом, как анемия, который, бесспорно, вносит вклад в тяжесть течения заболевания и в развитие неблагоприятных исходов беременности [7–9].

В настоящее время для диагностики анемии используются общепринятые лабораторные показатели, учитывающие количество эритроцитов и содержание гемоглобина в крови. Одним из наиболее важных факторов, определяющих кислородную ёмкость крови, является концентрация гемоглобина. Значительное падение его уровня в крови у больных COVID-19 может указывать на снижение способности гемоглобина поддерживать повышенную потребность периферических тканей в кислороде из-за гиперметаболических состояний [10]. По некоторым данным у 61% больных COVID-19 развивается анемия, что связывают с развитием системного воспалительного ответа, вызывающего повреждение и гемолиз

эритроцитов [11].

Цель исследования – провести сравнительный анализ клинических показателей красной крови у беременных с COVID-19-ассоциированной и бактериальной ВП.

Материалы и методы исследования

Обследовано 140 беременных в третьем триместре беременности, проходивших стационарное лечение в отделениях по профилю заболевания ГБУЗ АО «АОКБ» и ГАУЗ АО «Благовещенская ГКБ» (г. Благовещенск), из них с ВП средней степени тяжести 100 участниц (основная группа), и с неосложненным течением беременности – 40 (группа сравнения). Основная группа была разделена на подгруппы: с бактериальной ВП – 47 участниц и с COVID-19-ассоциированной ВП – 53 участницы исследования. Женщины исследуемых групп и группы сравнения были сопоставимы по возрасту и сроку беременности: средний возраст беременных основной группы составил $30,31 \pm 1,53$ лет, группы сравнения – $31,01 \pm 1,20$ лет ($p>0,5$); срок беременности среди женщин основной группы – $28,56 \pm 2,39$ недель, в группе сравнения – $28,87 \pm 2,13$ недель ($p>0,5$).

Проведены микробиологические исследования мокроты, определение РНК SARS-CoV-2 в мазках из ротоглотки и носоглотки методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в режиме реального времени, микроскопия мазков периферической крови, клинические анализы крови. Показатели красной крови исследовались на гематологическом анализаторе Medonic M (Швейцария), морфология эритроцитов изучалась на микроскопе Мекос (Россия). Объект исследования – периферическая кровь.

При работе с участниками исследования соблюдались этические принципы Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и Правила клинической практики в Российской Федерации (Приказ Минздрава РФ №200н от 1 апреля 2016 г.). Работа одобрена комитетом по биомедицинской этике при ДНЦ ФПД. Все женщины подписали добровольное информированное согласие.

Ввод и анализ данных проводили с использованием

пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics версия 23.0 (США). Возраст участников, срок беременности, результаты микроскопии эритроцитов, показатели клинического анализа крови при нормальном распределении случайных величин и фиксированной дисперсии проводили с использованием непарного параметрического t-критерия Стьюдента. Данные представлены как среднее арифметическое и стандартное отклонение ($M \pm SD$). Статистически значимые различия были определены как $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты клинического анализа периферической крови беременных исследуемых групп представлены в таблице 1. Выявлено статистически значимое снижение общего количества эритроцитов (RBC, $10^{12}/л$) в периферической крови беременных с COVID-19-ассоциированной ВП средней степени тяжести относительно группы сравнения в 1,35 раза ($p < 0,001$) и относительно группы женщин с бактериальной ВП – в 1,22 раза ($p < 0,001$). У беременных с бактериальной ВП показатели RBC были в 1,1 раза меньше ($p < 0,05$), чем в

группе сравнения. Показатель среднего объема эритроцитов (MCV, фемтолитры) в группе женщин с COVID-19-ассоциированной ВП был в 1,1 ($p < 0,05$) и в 1,22 раза ($p < 0,001$) ниже, чем в группе сравнения и в группе больных бактериальной ВП, соответственно. У беременных с бактериальной ВП средние показатели MCV были в 1,11 раза выше ($p < 0,05$), чем в группе сравнения. Показатель варибельности эритроцитов по объему (RDW, %), отражающий степень выраженности анизоцитоза, в группе женщин с COVID-19-ассоциированной ВП был в 1,4 раза ($p < 0,001$) выше, чем в группе сравнения и статистически значимо не отличался от группы беременных с бактериальной ВП ($p > 0,05$). У беременных с бактериальной ВП средние показатели RDW были в 1,28 раза выше ($p < 0,001$), чем в группе сравнения. Было выявлено снижение содержания гемоглобина (HGB, г/л) у беременных с COVID-19-ассоциированной ВП относительно группы сравнения в 1,22 раза ($p < 0,001$) и относительно группы женщин с бактериальной ВП в 1,1 раза ($p < 0,05$). У беременных с бактериальной ВП содержание гемоглобина было в 1,11 раза ниже ($p < 0,05$), чем в группе сравнения.

Таблица 1

Показатели клинического анализа периферической крови у беременных исследуемых групп

| Показатели | Беременные с бактериальной ВП | Беременные с COVID-19-ассоциированной ВП | Группа сравнения | p |
|------------------|-------------------------------|--|-------------------|--|
| Размер выборки | 47 | 53 | 40 | |
| RBC, $10^{12}/л$ | $3,81 \pm 0,252$ | $3,11 \pm 0,292$ | $4,20 \pm 0,182$ | $p_{1-3} < 0,05$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{1-2} < 0,001$ |
| HGB, г/л | $110,02 \pm 3,07$ | $100,42 \pm 4,30$ | $122,53 \pm 2,22$ | $p_{1-3} < 0,05$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{1-2} < 0,05$ |
| MCV, фл | $97,73 \pm 3,65$ | $80,24 \pm 3,51$ | $88,00 \pm 2,76$ | $p_{1-3} < 0,05$ $p_{2-3} < 0,05$ $p_{1-2} < 0,001$ |
| RDW, % | $16,40 \pm 1,34$ | $17,07 \pm 1,01$ | $12,18 \pm 1,76$ | $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{1-2} > 0,05$ |

Примечание: Здесь и в следующей таблице: p_{1-3} – значимость различий между показателями группы беременных с бактериальной ВП и группы женщин без осложнений беременности; p_{2-3} – значимость различий между показателями группы беременных с COVID-19-ассоциированной ВП и группы женщин без осложнений беременности; p_{1-2} – значимость различий между показателями группы беременных с бактериальной ВП и группы беременных с COVID-19-ассоциированной ВП.

При оценке морфологического состава эритроцитов (табл. 2) было выявлено статистически значимое снижение в 1,24 раза ($p < 0,001$) количества дискоцитов в периферической крови у беременных с COVID-19-ассоциированной ВП относительно группы сравнения и отсутствие значимых изменений по сравнению с больными бактериальной ВП ($p > 0,05$). У последних показатели дискоцитов были в 1,15 раза ($p < 0,05$) ниже, чем

в группе сравнения. Показатели видоизмененных форм эритроцитов: эхиноциты, дакриоциты, платициты и дегенеративные формы у беременных с COVID-19-ассоциированной ВП были в 2,04 ($p < 0,001$), 1,83 ($p < 0,001$), 2,11 ($p < 0,001$) и в 2,61 раза ($p < 0,001$) выше, чем в группе сравнения. У беременных с COVID-19-ассоциированной ВП в сравнении с больными бактериальной ВП выявлены значимые различия в показателях эхино-

цитов и дегенеративных форм эритроцитов, которые были выше в 1,14 ($p<0,05$) и 1,16 раза ($p<0,05$), соответственно. По остальным показателям между группами беременных с ВП значимых изменений выявлено не было ($p>0,05$). У беременных с бактериальной ВП

показатели эхиноцитов, дакриоцитов, платицитов и дегенеративных форм эритроцитов были в 1,79 ($p<0,001$), 1,84 ($p<0,001$), 2,1 ($p<0,001$) и в 2,25 раза ($p<0,001$) выше, чем в группе сравнения.

Таблица 2

Содержание различных форм эритроцитов в периферической крови беременных исследуемых групп

| Показатели | Беременные с бактериальной ВП | Беременные с COVID-19-ассоциированной ВП | Группа сравнения | p |
|-------------------|-------------------------------|--|------------------|--|
| Размер выборки | 47 | 53 | 40 | |
| Дискоциты, % | 75,56±1,21 | 70,05±1,17 | 86,70±1,31 | $p_{1-3}<0,05$ $p_{2-3}<0,001$ $p_{1-2}>0,05$ |
| Эхиноциты, % | 4,95±0,22 | 5,66±0,10 | 2,77±1,07 | $p_{1-3}<0,001$ $p_{2-3}<0,001$ $p_{1-2}<0,05$ |
| Дакриоциты, % | 2,39±0,10 | 2,38±0,30 | 1,30±0,09 | $p_{1-3}<0,001$ $p_{2-3}<0,001$ $p_{1-2}>0,05$ |
| Платициты, % | 9,24±0,45 | 9,31±0,57 | 4,40±0,74 | $p_{1-3}<0,001$ $p_{2-3}<0,001$ $p_{1-2}>0,05$ |
| Дегенеративные, % | 10,85±0,54 | 12,60±0,55 | 4,83±0,51 | $p_{1-3}<0,001$ $p_{2-3}<0,001$ $p_{1-2}<0,05$ |

При оценке морфологического состава эритроцитов (табл. 2) было выявлено статистически значимое снижение в 1,24 раза ($p<0,001$) количества дискоцитов в периферической крови у беременных с COVID-19-ассоциированной ВП относительно группы сравнения и отсутствие значимых изменений по сравнению с больными бактериальной ВП ($p>0,05$). У последних показатели дискоцитов были в 1,15 раза ($p<0,05$) ниже, чем в группе сравнения. Показатели видоизмененных форм эритроцитов: эхиноциты, дакриоциты, платициты и дегенеративные формы у беременных с COVID-19-ассоциированной ВП были в 2,04 ($p<0,001$), 1,83 ($p<0,001$), 2,11 ($p<0,001$) и в 2,61 раза ($p<0,001$) выше, чем в группе сравнения. У беременных с COVID-19-ассоциированной ВП в сравнении с больными бактериальной ВП выявлены значимые различия в показателях эхиноцитов и дегенеративных форм эритроцитов, которые были выше в 1,14 ($p<0,05$) и 1,16 раза ($p<0,05$), соответственно. По остальным показателям между группами беременных с ВП значимых изменений выявлено не было ($p>0,05$). У беременных с бактериальной ВП показатели эхиноцитов, дакриоцитов, платицитов и дегенеративных форм эритроцитов были в 1,79 ($p<0,001$), 1,84 ($p<0,001$), 2,1 ($p<0,001$) и в 2,25 раза ($p<0,001$) выше, чем в группе сравнения.

Таким образом, у беременных с COVID-19-ассоциированной ВП по сравнению с женщинами с бактериальной ВП выявлены более значимые изменения в

клинических показателях красной крови, характеризующие развитие анемии, гипоксемии и гипоксии, что приводит к неблагоприятным последствиям для матери и плода, отмеченным рядом исследователей [12, 13] и в более ранних наших работах [14, 15].

Снижение числа и качества эритроцитов на фоне физиологических изменений во время беременности, ограничивающих движение диафрагмы при дыхании и создающих условия для гиповентиляции лёгких, ускоряет развитие кислородной недостаточности и гипоксии в условиях инфицирования [16]. А анемию, возникающую при остром инфекционном процессе, при котором развивается пневмония, называют анемией воспаления [11]. Согласно недавним исследованиям, в патогенезе анемии, ассоциированной с COVID-19, лежит повышенная повреждаемость мембраны и нарушение деформабельности эритроцитов белками острой фазы, иммунными комплексами, цитокинами, продуктами пероксидации липидов, которые в большом количестве образуются в острую фазу инфекционно-воспалительного процесса [17, 18]. Образовавшиеся под действием повреждающих факторов агрегаты эритроцитов, эхиноциты и дегенеративные формы с низкой способностью к деформации не способны напрямую переходить из артериальной части сосудистого русла в венозную, что приводит к их задержке в артериовенозных анастомозах, вызывающей нарушение обмена кислородом с тканями и разви-

тие гемической гипоксии. Этот факт во многом позволяет объяснить, почему состояние многих больных при поступлении признается достаточно тяжелым, отмечаются очевидные признаки гипоксии тканей, но при этом SpO₂ часто находится в пределах нормы (>95%) [19]. Существует мнение, что COVID-19 только на ранних этапах протекает как лёгочная патология, но по мере развития болезни всё большее значение приобретает гемический и сосудистый компоненты [19].

Данные обстоятельства требуют дальнейшего исследования патофизиологических аспектов развития анемии у беременных с COVID-19-ассоциированной

ВП, её влияния на течение заболевания и исход беременности.

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. Niederman M.S. In the Clinic: Community-Acquired Pneumonia // Ann. Intern. Med. 2015. Vol.163, Iss.7. P.1TC1–1TC17. <https://doi.org/10.7326/AITC201510060>
2. Hanada S., Pirzadeh M., Carver K.Y., Deng J.C. Respiratory Viral Infection-Induced Microbiome Alterations and Secondary Bacterial Pneumonia // Front. Immunol. 2018. Vol.9. Article number: 2640. doi:10.3389/fimmu.2018.02640
3. Goodnight W.H., Soper D.E. Pneumonia in pregnancy // Crit. Care Med. 2005. Vol.33, Iss.10(Suppl.). P.S390–S397. <https://doi.org/10.1097/01.ccm.0000182483.24836.66>
4. He Y.J., Mai C.Y., Chen L.J., Zhang X. M., Zhou J.Y., Cai M., Chen Y.X., Qi Q.L., Yang Z.D. Clinical characteristics and risk factors in pregnancy with severe community-acquired pneumonia. Chin. J. Obstet. Gynecol. 2018; 53(12):842–848. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0529-567x.2018.12.008>
5. Dashraath P., Wong J.L.J., Lim M.X.K., Li S., Biswas A., Choolani M., Mattar C., Su L.L. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic and pregnancy // Am. J. Obstet. Gynecol. 2020. Vol.222, Iss.6. P.521–531. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.03.021>
6. Dang D., Wang L., Zhang C., Li Z., Wu H. Potential effects of SARS-CoV-2 infection during pregnancy on fetuses and newborns are worthy of attention // J. Obstet. Gynaecol. Res. 2020. Vol.46, Iss.10. P.1951–1957. <https://doi.org/10.1111/jog.14406>
7. Doshi S.M., Rueda A.M., Corrales-Medina V.F., Musher D.M. Anemia and community-acquired pneumococcal pneumonia // Infection. 2011. Vol. 39, Iss.4. P.379–383. <https://doi.org/10.1007/s15010-011-0122-8>
8. Milbrandt E.B., Clermont G., Martinez J., Kersten A., Rahim M.T., Angus D.C. Predicting late anemia in critical illness // Crit. Care. 2006. Vol.10, Iss.1. Article number: 39. <https://doi.org/10.1186/cc4847>
9. Reade M.C., Weissfeld L., Angus D.C., Kellum J.A., Milbrandt E.B. The prevalence of anemia and its association with 90-day mortality in hospitalized community-acquired pneumonia // BMC Pulm. Med. 2010. Vol.10. Article number: 15. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-10-15>
10. Taneri P.E., Gómez-Ochoa S.A., Llanaj E., Raguindin P.F., Rojas L.Z., Roa-Díaz Z.M., Salvador D.Jr., Groothof D., Minder B., Kopp-Heim D., Hautz W. E., Eisenga M.F., Franco O.H., Glisic M., Muka T. Anemia and iron metabolism in COVID-19: a systematic review and meta-analysis // Eur. J. Epidemiol. 2020. Vol.35, Iss.8. P.763–773. <https://doi.org/10.1007/s10654-020-00678-5>
11. Bergamaschi G., Borrelli de Andreis F., Aronico N., Lenti M.V., Barteselli C., Merli S., Pellegrino I., Coppola L., Cremonese E.M., Croce G., Mordà F., Lapia F., Ferrari S., Ballesio A., Parodi A., Calabretta F., Ferrari M.G., Fumoso F., Gentile A., Melazzini F., Di Sabatino A. Internal Medicine Covid-19 Collaborators. Anemia in patients with Covid-19: pathogenesis and clinical significance // Clin. Exp. Med. 2021. Vol.21, Iss.2. P.239–246. <https://doi.org/10.1007/s10238-020-00679-4>
12. Громова О.А., Торшин И.Ю., Шаповалова Ю.О., Курцер М.А., Чучалин А.Г. COVID-19 и железодефицитная анемия: взаимосвязи и патогенеза и терапии // Акушерство и гинекология. 2020. Т.14, №5. С.644–655. <https://doi.org/10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2020.179>
13. Радзинский В.Е., Ордянец И.М. Альтернативные подходы к анемии беременных // Акушерство и гинекология. 2007. №3. С.65–67.
14. Andrievskaya I.A., Zhukovets I.V., Abuldinov A.S., Lyazgiyan K.S., Smirnova N.A. Gas exchange and acid-base balance of blood of pregnant women with community-acquired pneumonia // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2021. Vol.203. P.A3875. https://doi.org/10.1164/ajrccm-conference.2021.203.1_meetingabstracts.A3875
15. Andrievskaya I.A., Zhukovets I.V., Smirnova N.A., Abuldinov A.S., Lyazgiyan K.S. Factors that aggravate the course of pneumonia in pregnant women // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2021. Vol.203. P.A3874. https://doi.org/10.1164/ajrccm-conference.2021.203.1_meetingabstracts.A3874

16. Громова О.А., Торшин И.Ю. Микронутриенты и репродуктивное здоровье: Руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 672 с. ISBN 978-5-9704-5149-6. <https://doi.org/10.33029/9704-5149-6-MNU-2019-1-672>
17. Cavezzi A., Troiani E., Corrao S. COVID-19: hemoglobin, iron, and hypoxia beyond inflammation. A narrative review // *Clin. Pract.* 2020. Vol.10, Iss.2. Article number: 1271. <https://doi.org/10.4081/cp.2020.1271>
18. Berzuini A., Bianco C., Migliorini A.C., Maggioni M., Valenti L., Prati D. Red blood cell morphology in patients with COVID-19-related anaemia // *Blood Transfus.* 2021. Vol.19, Iss.1. P.34–36. <https://doi.org/10.2450/2020.0242-20>
19. Бурячковская Л.И., Мелькумянц А.М., Ломакин Н.В., Антонова О.А., Ермишкин В.В. Повреждение сосудистого эндотелия и эритроцитов у больных COVID-19 // *Consilium Medicum.* 2021. Т.23, №6. С.469–476. <https://doi.org/10.26442/20751753.2021.6.200939>

REFERENCES

1. Niederman M.S. In the Clinic: Community-Acquired Pneumonia. *Ann. Intern. Med.* 2015; 163(7):ITC1-ITC17. <https://doi.org/10.7326/AITC201510060>
2. Hanada S., Pirzadeh M., Carver K.Y., Deng J.C. Respiratory Viral Infection-Induced Microbiome Alterations and Secondary Bacterial Pneumonia. *Front. Immunol.* 2018; 9:2640. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02640>
3. Goodnight W.H., Soper D.E. Pneumonia in pregnancy. *Crit. Care. Med.* 2005; 33(10 Suppl.):S390–S397. <https://doi.org/10.1097/01.ccm.0000182483.24836.66>
4. He Y.J., Mai C.Y., Chen L.J., Zhang X. M., Zhou J.Y., Cai M., Chen Y.X., Qi Q.L., Yang Z.D. Clinical characteristics and risk factors in pregnancy with severe community-acquired pneumonia. *Chin. J. Obstet. Gynecol.* 2018; 53(12):842–848. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0529-567x.2018.12.008>
5. Dashraath P., Wong J.L.J., Lim M.X.K., Li S., Biswas A., Choolani M., Mattar C., Su L.L. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic and pregnancy. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2020; 222(6):521–531. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.03.021>
6. Dang D., Wang L., Zhang C., Li Z., Wu H. Potential effects of SARS-CoV-2 infection during pregnancy on fetuses and newborns are worthy of attention. *J. Obstet. Gynaecol. Res.* 2020; 46(10):1951–1957. <https://doi.org/10.1111/jog.14406>
7. Doshi S.M., Rueda A.M., Corrales-Medina V.F., Musher D.M. Anemia and community-acquired pneumococcal pneumonia. *Infection* 2011; 39(4):379–83. <https://doi.org/10.1007/s15010-011-0122-8>
8. Milbrandt E.B., Clermont G., Martinez J., Kersten A., Rahim M.T., Angus D.C. Predicting late anemia in critical illness. *Crit. Care* 2006; 10(1):39. <https://doi.org/10.1186/cc4847>
9. Reade M.C., Weissfeld L., Angus D.C., Kellum J.A., Milbrandt E.B. The prevalence of anemia and its association with 90-day mortality in hospitalized community-acquired pneumonia. *BMC Pulm. Med* 2010; 10:15. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-10-15>
10. Taneri P.E., Gómez-Ochoa S.A., Llanaj E., Raguindin P.F., Rojas L.Z., Roa-Díaz Z.M., Salvador D.Jr., Groothof D., Minder B., Kopp-Heim D., Hautz W.E., Eisenga M.F., Franco O.H., Glisic M., Muka T. Anemia and iron metabolism in COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Epidemiol.* 2020; 35(8):763–773. <https://doi.org/10.1007/s10654-020-00678-5>
11. Bergamaschi G., Borrelli de Andreis F., Aronico N., Lenti M.V., Barteselli C., Merli S., Pellegrino I., Coppola L., Cremonese E.M., Croce G., Mordà F., Lapia F., Ferrari S., Ballesio A., Parodi A., Calabretta F., Ferrari M.G., Fumoso F., Gentile A., Melazzini F., Di Sabatino A. Internal Medicine Covid-19 Collaborators. Anemia in patients with Covid-19: pathogenesis and clinical significance. *Clin. Exp. Med.* 2021; 21(2):239–246. <https://doi.org/10.1007/s10238-020-00679-4>
12. Gromova O.A., Torshin I.Yu., Shapovalova Yu.O., Kurtser M.A., Chuchalin A.G. [COVID-19 and iron deficiency anemia: relationships of pathogenesis and therapy]. *Obstetrics, Gynecology and Reproduction* 2020; 14(5):644–655 (in Russian). <https://doi.org/10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2020.179>
13. Radzinsky V.Ye., Ordiyants I.M. [Alternative approaches to anemia in pregnant females]. *Akusherstvo i Ginekologiya = Obstetrics and Gynecology* 2007; 3:65–67 (in Russian).
14. Andrievskaya I.A., Zhukovets I.V., Abul'dinov A.S., Lyazgiyan K.S., Smirnova N.A. Gas exchange and acid-base balance of blood of pregnant women with community-acquired pneumonia. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2021; 203:A3875. https://doi.org/10.1164/ajrccm-conference.2021.203.1_meetingabstracts.A3875
15. Andrievskaya I.A., Zhukovets I.V., Smirnova N.A., Abul'dinov A.S., Lyazgiyan K.S. Factors that aggravate the course of pneumonia in pregnant women. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2021; 203:A3874. https://doi.org/10.1164/ajrccm-conference.2021.203.1_meetingabstracts.A3874
16. Gromova O.A., Torshin I.Yu. [Micronutrients and Reproductive Health]. Moscow: GEOTAR-Media; 2019 (in Russian). ISBN 978-5-9704-5149-6. <https://doi.org/10.33029/9704-5149-6-MNU-2019-1-672>
17. Cavezzi A., Troiani E., Corrao S. COVID-19: hemoglobin, iron, and hypoxia beyond inflammation. A narrative review. *Clin. Pract.* 2020; 10(2):1271. <https://doi.org/10.4081/cp.2020.1271>
18. Berzuini A., Bianco C., Migliorini A.C., Maggioni M., Valenti L., Prati D. Red blood cell morphology in patients

with COVID-19-related anaemia. *Blood Transfus.* 2021; 19(1):34–36. <https://doi.org/10.2450/2020.0242-20>

19. Buryachkovskaya L.I., Melkumyants A.M., Lomakin N.V., Antonova O.A., Ermiskin V.V. [Injury of vascular endothelium and erythrocytes in COVID-19 patients]. *Consilium Medicum* 2021; 23(6):469–476 (in Russian). <https://doi.org/10.26442/20751753.2021.6.200939>

Информация об авторах:

Антон Сергеевич Абулдинов, аспирант, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания»; e-mail: abuldinov@yandex.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>

Author information:

Anton S. Abuldinov, Postgraduate Student, Far Eastern Scientific Center of Physiology and Pathology of Respiration; e-mail: abuldinov@yandex.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>

Поступила 11.05.2022
Принята к печати 02.06.2022

Received May 11, 2022
Accepted June 02, 2022
