

Информация для цитирования:

Ищенко Л.С., Воропаева Е.Е., Казачкова Э.А., Казачков Е.Л., Холопова А.Ю. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ ЭРИТРОПОЭТИНА В ПЛАЦЕНТАХ ТРЕТЬЕГО ТРИМЕСТРА ГЕСТАЦИИ ПРИ ОСТРОЙ COVID-19 // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 32-37.

Ищенко Л.С., Воропаева Е.Е., Казачкова Э.А., Казачков Е.Л., Холопова А.Ю.

Южно-Уральский государственный медицинский университет,
г. Челябинск, Россия



ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ ЭРИТРОПОЭТИНА В ПЛАЦЕНТАХ ТРЕТЬЕГО ТРИМЕСТРА ГЕСТАЦИИ ПРИ ОСТРОЙ COVID-19

Цель исследования – оценить особенности экспрессии эритропоэтина в плацентах женщин с острой COVID-19 в III триместре гестации.

Материалы и методы. Ретроспективное исследование. В основную группу включено 7 плацент пациенток с крайне тяжелой COVID-19 и уровнем EPO в сыворотке крови 4,7 (4,4; 9,3) мМЕ/мл. Группу сравнения составили 19 плацент пациенток с легким, среднетяжелым или тяжелым течением COVID-19 и уровнем EPO в сыворотке крови 17 (6,9; 22,0) мМЕ/мл. Изучена экспрессия иммуногистохимического маркера гипоксии эритропоэтина в плаценте.

Результаты. Выявлена экспрессия эритропоэтина в синцитиотрофобласте, эндотелии капилляров и клетках стромы ворсин пациенток с любой степенью тяжести острой COVID-19. Несмотря на статистически значимо более низкий уровень сывороточного эритропоэтина у беременных женщин с крайне тяжелым течением COVID-19, экспрессия эритропоэтина в плацентах этой группы статистически значимо более выражена в сравнении с плацентами при других степенях тяжести инфекции.

Заключение. COVID-19 сопровождается значительными плацентарными нарушениями гипоксического характера при любой тяжести инфекции. Более высокий уровень экспрессии эритропоэтина в плаценте беременных женщин с крайне тяжелым течением COVID-19 при низком уровне сывороточного эритропоэтина свидетельствует об активации аутокринных механизмов локального синтеза эритропоэтина, направленного на компенсацию выраженной гипоксии в органе.

Ключевые слова: беременность; COVID-19; плацента; гипоксия; эритропоэтин

Ishchenko L.S., Voropaeva E.E., Kazachkova E.A., Kazachkov E.L., Kholopova A.Y.

South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

SPECIFIC FEATURES OF ERYTHROPOIETIN EXPRESSION IN THIRD-TRIMESTER PLACENTAS IN CASE OF ACUTE COVID-19

The aim of the research is to evaluate the expression of erythropoietin in the placentas of women with acute COVID-19 in the third trimester of gestation.

Materials and methods. Retrospective study. The main group included 7 placentas from patients with extremely severe COVID-19 and a serum EPO level of 4.7 (4.4; 9.3) mIU/ml. The comparison group consisted of 19 placentas from patients with mild, moderate, or severe COVID-19 and a serum EPO level of 17 (6.9; 22.0) mIU/ml. The expression of the immunohistochemical marker of hypoxia, erythropoietin, in the placenta was studied.

Results. Erythropoietin expression was detected in the syncytiotrophoblast, capillary endothelium, and villous stromal cells of patients with any severity of acute COVID-19. Despite a statistically significantly lower serum erythropoietin level in pregnant women with extremely severe COVID-19, erythropoietin expression in the placentas from this group was statistically significantly more pronounced compared to placentas in case of other degrees of infection severity.

Conclusion. COVID-19 is accompanied by significant placental disorders of a hypoxic nature, regardless of the severity of the infection. A higher level of erythropoietin expression in the placenta of pregnant women with extremely severe COVID-19, accompanied by low serum erythropoietin levels, indicates the activation of autocrine mechanisms for local erythropoietin synthesis to compensate for severe hypoxia in the organ.

Kew words: pregnancy; COVID-19; placenta; hypoxia; erythropoietin

Новая коронавирусная инфекция COVID-19 (COVID-19) вызывает, в основном, поражение легочной ткани с развитием дыхательной недостаточности и выраженной тканевой гипоксии, коррелирующих с тяжестью течения инфекции. При COVID-19 может наблюдаться поражение других органов и систем, особенно при крайне тяжелом те-

чении инфекции, с развитием полиорганной дисфункции, ранним поражением почек [1, 2]. Известно, что в условиях гипоксии и кислородного голодания в организме меняется работа каскада ферментных систем, в частности, гипоксией-индуцируемого фактора-1 альфа. Последний активирует транскрипцию ряда генов, в том числе гена эритро-

поэтина (ЭПО), что сопровождается повышением концентрации ЭПО в сыворотке крови. В физиологических условиях во взрослом организме ЭПО синтезируется, преимущественно, в почках перитубулярными интерстициальными фибробластами [3-5]. В условиях почечной дисфункции, например, при хронической почечной недостаточности, наблюдается гибель ЭПО-продуцирующих клеток в почках с нарушением адекватного синтеза ЭПО [6, 7].

Эффекты ЭПО не ограничиваются его влиянием на эритропоэз. ЭПО обладает пролиферативным, ангиогенным, противовоспалительным и антиапоптотическим действием [8, 9]. Рецепторы к ЭПО обнаружены во многих тканях организма, в том числе в плаценте – цито- и синцитиотрофобласте, эндотелии сосудов ворсин и клетках стромы ворсин [8, 10, 11], что обуславливает реализацию плейотропного влияния ЭПО на плаценту [12]. ЭПО стимулирует процессы неангиогенеза в плаценте, улучшая ее кровоснабжение в условиях гипоксии [13, 14]. ЭПО обладает противовоспалительным эффектом, противодействуя провоспалительным цитокинам, в частности, фактору некроза опухоли-альфа и интерлейкину-1 бета [15, 16]. Гипоксия, окислительный стресс и воспаление активируют апоптоз в тканях, нарушая их функциональную активность [17]. ЭПО оказывает антиапоптотический эффект, модулируя пролиферативную активность клеток [17, 18].

По результатам ранее проведенного нами исследования, уровень ЭПО в сыворотке крови беременных женщин с крайне тяжелым течением COVID-19 статистически значимо ниже в сравнении с данным показателем при других степенях тяжести COVID-19, а также у неинфицированных беременных. Пороговое значение ЭПО сыворотки крови для прогнозирования риска развития крайне тяжелого течения COVID-19 у беременных $\leq 10,5$ мМЕ/мл на 4-е сутки от начала заболевания [19]. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для электронно-вычислительных машин № 2024660927 «Калькулятор прогнозирования риска крайне тяжелого течения COVID-19 у беременных женщин» [20]. Данных об исследовании ЭПО в плаценте при COVID-19 в доступной литературе нами не найдено.

Цель исследования – оценить особенности экспрессии эритропоэтина в плацентах женщин с острой COVID-19 в III триместре гестации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено на кафедре акушерства и гинекологии и кафедре патологической анатомии и судебной медицины им. профессора В.Л. Коваленко ФГБОУ ВО Южно-Уральского государственного медицинского университета Минздрава России. Этический комитет ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России одобрил проведение исследования на заседании 20.09.2021 г., протокол № 8.

Ретроспективно исследовали 26 плацент пациенток с острой COVID-19, родоразрешенных в III триместре (период с июля 2021 г. по октябрь 2021 г.) в COVID-госпитале для беременных, организованном на территории г. Челябинска и Челябинской области в апреле 2020 г.

Основную группу исследования составили 7 плацент от беременных с крайне тяжелым течением COVID-19. Группа сравнения – 19 плацент от беременных с легким, среднетяжелым или тяжелым течением COVID-19. Срок родов в основной группе – 32,4 (28,6;33,5) недели, что статистически значимо меньше, чем в группе сравнения – 36,3 (33,3;39,0) недель ($p = 0,008$). У пациенток основной группы выявлен статистически значимо более низкий уровень ЭПО в сыворотке крови, чем у пациенток группы сравнения – 4,7 (4,4;9,3) мМЕ/мл и 17 (6,9;22,0) мМЕ/мл соответственно ($p = 0,005$).

Критерии включения пациенток в исследование: подтвержденный случай COVID-19 (U07.1), III триместр беременности, репродуктивный возраст, наличие данных об уровне сывороточного ЭПО в период острой COVID-19, наличие в архиве парафиновых блоков с фрагментами плаценты, письменное информированное согласие на участие в исследовании и публикацию его результатов в открытой печати. **Критерии невключения:** вероятный/подозрительный случай COVID-19 (U07.2/Z03.8).

Для проведения иммуногистохимического (ИГХ) исследования с парафиновых блоков с фрагментами плацент готовили срезы толщиной 4 мкм, подвергая их последующей депарафинизации и дегидратации. Далее подготовку срезов осуществляли по стандартной схеме с последующим применением системы визуализации N-Histofine Simple Stain MAX PO (MULTI) с хромогеном DAB и кроличьими моноклональными антителами (кМКАТ) к ЭПО (Cat. № GTX112834; рабочее разведение 1 : 500) для изучения экспрессии ЭПО в плаценте. Полученные микропрепараты сканировали на цифровом микроскопе Hamamatsu, гистосканы архивировали на цифровом носителе. С помощью программного обеспечения для цифрового анализа биоизображений QuPath осуществляли анализ гистосканов микропрепаратов плаценты и автоматизированную оценку уровня экспрессии ИГХ-позитивных структур путем измерения в процентах площади коричневого окрашивания цитоплазмы клеток синцитиотрофобласта, стромы ворсин и эндотелия сосудов стромы ворсин, эритроцитов в просветах сосудов [21].

Статистический анализ полученных результатов осуществляли с применением IBM SPSS Statistics 19. В связи с отличием распределения количественных показателей от нормального при анализе с применением критерия Шапиро–Уилка их рассчитывали в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (Q1; Q3). Статистическую значимость различий оценивали с применением U-критерия Манна–Уитни. При уровне $p \leq 0,05$ различия оценивали как статистически значимые.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Экспрессию ЭПО наблюдали в плацентах пациенток обеих групп исследования. В основной группе ЭПО более активно экспрессировался в синцитиотрофобласте и клетках стромы ворсин, в меньшей степени – в эндотелии сосудов стромы ворсин, слабо – в эритроцитах в просветах сосудов (рис. 1). В группе сравнения экспрессия ЭПО отмечена, преимущественно, в синцитиотрофобласте (рис. 2).

В плацентах пациенток основной группы зарегистрирован статистически значимо более высокий уровень экспрессии ЭПО относительно плацент

женщин группы сравнения – 83,8 (83,6; 85,3) % и 62,7 (58,4; 68,2) % соответственно ($p < 0,001$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Процесс физиологического развития и функционирования плаценты зависит от равновесия между различными механизмами, обеспечивающими адекватный ангиогенез и кровоснабжение этого провизорного органа [22].

ЭПО – известный цитокин, синтез которого в организме возрастает в условиях кислородного голодания тканей. ЭПО относят к проангиогенным

Рисунок 1
Экспрессия ЭПО в плацентах пациенток основной группы на фоне острой COVID-19 (слева – пример 1 (пациентка Р), справа – пример 2 (пациентка Н.). ИГХ окрашивание с кМККАТ к ЭПО, $\times 200$

Figure 1
EPO expression in placentas of patients in the main group with acute COVID-19 (left – example 1 (patient R.), right – example 2 (patient N.). IHC staining with EPO rMKAB, $\times 200$

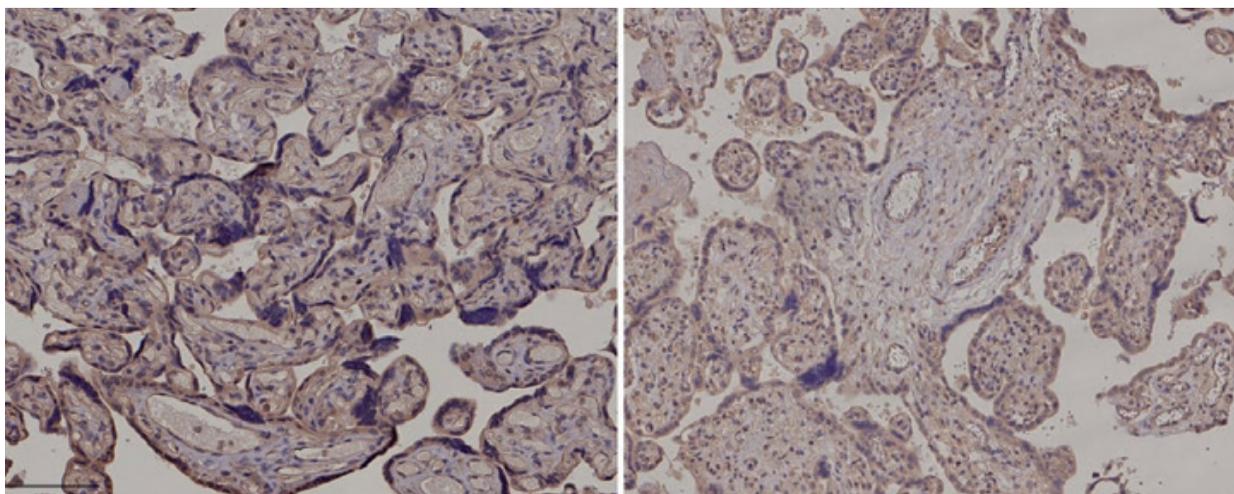
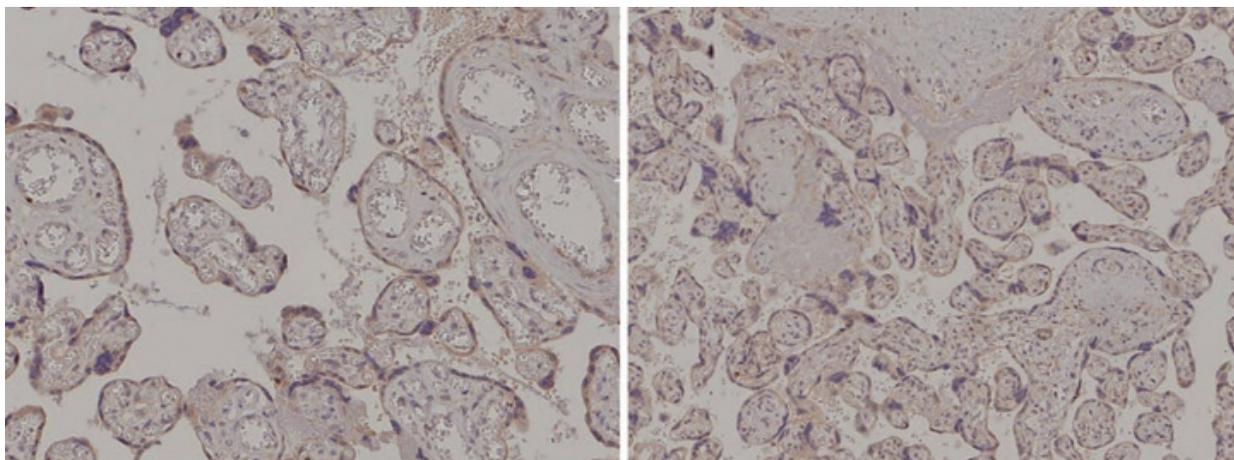


Рисунок 2
Экспрессия ЭПО в плацентах пациенток группы сравнения на фоне острой COVID-19 (слева – пример 1 (пациентка Б.), справа – пример 2 (пациентка М.). ИГХ окрашивание с кМККАТ к ЭПО, $\times 200$

Figure 2
EPO expression in placentas of comparison group patients with acute COVID-19 (left – example 1 (patient B.), right – example 2 (patient M.). IHC staining with EPO rMKAB, $\times 200$



факторам. Почки — основной орган, отвечающий за продукцию ЭПО в постнатальном периоде [4, 5, 9]. Нарушение их функции в условиях острого или хронического почечного повреждения ведет к снижению концентрации сывороточного ЭПО [7, 23].

Известно, что проникновение вируса SARS-CoV-2 в клетку осуществляется, в основном, путем связывания с рецептором ангиотензинпревращающего фермента 2 (АПФ2) при участии трансмембранной сериновой протеазы II типа TMPRSS2 и спайкового белка (S-гликопротеина) [24]. Активная экспрессия АПФ2 выявлена во многих тканях организма, в том числе в почках и плаценте [2, 25], что делает их мишенями для воздействия SARS-CoV-2. Нарушение функции почек при крайне тяжелой COVID-19 проявляется, в частности, в снижении выработки ЭПО, что продемонстрировано результатами ранее проведенного нами исследования [19]. Также АПФ2 является активным элементом работы ренин-ангиотензиновой системы организма. Снижение экспрессии АПФ2 сопровождается повышением уровня ангиотензина II [2], снижением продукции ЭПО [5], нарушением гемодинамики в маточно-плацентарных сосудах и, как следствие, развитием гипоксии и ишемии в плаценте [26].

Зарегистрированное нами повышение экспрессии ЭПО в плацентах в период острой COVID-19 отражает активность процессов аутокринного синтеза ЭПО клеточными элементами плаценты в условиях нарастающей гипоксии и системного воспалительного ответа. Статистически значимо более высокая экспрессия ЭПО в плацентах пациенток при крайне тяжелом течении COVID-19 связана, вероятно, как с более высокой степенью плацентарных по-

вреждений смешанного генеза у этих пациенток, продемонстрированное в ряде исследований [27-29], так и с более выраженной активацией локального синтеза ЭПО при низкой его концентрации в сыворотке крови. Запускаются компенсаторные механизмы антиоксидантной защиты в ответ на поврежденные ткани [9, 17, 30].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, статистически значимо более высокий уровень экспрессии ЭПО в плацентах пациенток с крайне тяжелым течением COVID-19 наблюдается при статистически значимо низком уровне сывороточного ЭПО у этих женщин. Высокая экспрессия ЭПО в плацентах III триместра гестации на фоне острой COVID-19 свидетельствует (может свидетельствовать) о значительных нарушениях гипоксического характера в плацентарной ткани при любой тяжести инфекции, особенно при крайне тяжелом течении. Это происходит за счет более выраженной активации аутокринного синтеза ЭПО в плацентах при крайне тяжелом течении COVID-19. Это способствует, наряду с другими антигипоксическими механизмами, компенсации плацентарной дисфункции в условиях выраженной гипоксии и воспаления.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Golota AS, Kamilova TA, Makarenko SV, Sarana AM, Shherbak SG. Rehabilitation during the COVID-19 pandemic. *Clinical Practice*. 2022; 13(1): 42-65. Russian (Голота А.С., Камилова Т.А., Макаренко С.В., Сарана А.М., Шербак С.Г. Реабилитация в условиях пандемии COVID-19 //Клиническая практика. 2022. Т. 13, № 1. С. 42-65.) doi: 10.17816/clinpract79364
- Supotnitskii MV. COVID-19: A Difficult Test for Humanity. М.: Russkaya panorama, 2021. 256 p. Russian (Супотницкий М.В. COVID-19: трудный экзамен для человечества. М.: Русская панорама, 2021. 256 с.)
- Brines M, Cerami A. The Receptor that Tames the Innate Immune Response. *Mol Med*. 2012; 18(1): 486-496. doi: 10.2119/molmed.2011.00414
- Lykov AP. Erythropoietin: function and therapeutic potential. *Siberian scientific medical journal*. 2023; 43(3): 29-39. Russian (Лыков А.П. Эритропоэтин: функции и терапевтический потенциал //Сибирский научный медицинский журнал. 2023. Т. 43, № 3. С. 29-39.) doi: 10.18699/SSMJ20230203
- Zakharov YuM. Regulation of extrarenal erythropoietin production. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal imeni I.M. Sechenova*. 2015; 101(11): 1217-1234. Russian (Захаров Ю.М. Внепочечная продукция эритропоэтина и ее регуляция //Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2015. Т. 101, № 11. С. 1217-1234).
- Varlamova ON, Chervyakovskaya OD. Erythropoietin and its biological role. *Medicine: theory and practice*. 2019; 4(3): 61-69. Russian (Варламова О.Н., Червяковская О.Д. Эритропоэтин и его биологическая роль //Медицина: теория и практика. 2019. Т. 4, № 3. С. 61-69.)
- Osikov MV, Telesheva LF, Ageev Yul, Fedosov AA. Erythropoietin level and immune status in patients with chronic renal failure on hemodialysis. *Modern problems of science and education*. 2013; 4. Russian (Осиков М.В., Телешева Л.Ф., Агеев Ю.И., Федосов А.А. Уровень эритропоэтина и иммунный статус организма у больных хронической почечной недостаточностью, находящихся на гемодиализе //Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4.) URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9973> (дата обращения: 29.09.2025).
- Benyo DF, Conrad KP. Expression of the erythropoietin receptor by trophoblast cells in the human placenta. *Biol Reprod*. 1999; 60(4): 861-870. doi: 10.1095/biolreprod60.4.861
- Fandrey J. Oxygen-dependent and tissue-specific regulation of erythropoietin gene expression. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2004; 286(6): R977-R988. doi: 10.1152/ajpregu.00577.2003

10. Aplin JD, Jones CJP. Cell dynamics in human villous trophoblast. *Hum Reprod Update*. 2021; 27(5): 904-922. doi: 10.1093/humupd/dmab015
11. Kim MJ, Bogic L, Cheung CY, Brace RA. Expression of erythropoietin mRNA, protein and receptor in ovine fetal membranes. *Placenta*. 2001; 22(10): 846-851. doi:10.1053/plac.2001.0730
12. Brines M, Cerami A. Erythropoietin-mediated tissue protection: reducing collateral damage from the primary injury response. *J Intern Med*. 2008; 264(5): 405-432. doi: 10.1111/j.1365-2796.2008.02024.x
13. Jain V, Lim M, Longo M, Fisk NM. Inhibitory effect of erythropoietin on contractility of human chorionic plate vessels. *Am J Obstet Gynecol*. 2006; 194(1): 246. doi:10.1016/j.ajog.2005.05.037
14. Beleslin-Čokić BB, Cokić VP, Wang L, Piknova B, Teng R, Schechter AN, Noguchi CT. Erythropoietin and hypoxia increase erythropoietin receptor and nitric oxide levels in lung microvascular endothelial cells. *Cytokine*. 2011; 54(2): 129-135. doi:10.1016/j.cyto.2011.01.015
15. Broxmeyer HE. Erythropoietin surprises: an immune saga. *Immunity*. 2011; 34(1): 6-7. doi: 10.1016/j.immuni.2011.01.004
16. Choi D, Schroer SA, Lu SY, Wang L, Wu X, Liu Y, et al. Erythropoietin protects against diabetes through direct effects on pancreatic beta cells. *J Exp Med*. 2010; 207(13): 2831-2842. doi:10.1084/jem.20100665
17. Lykov AP, Surovtseva MA, Poveshchenko OV, Bondarenko NA., Kim II., Yankaite EV. Anti-oxidant effect of erythropoietin. *Modern problems of science and education*. 2018; 6. Russian (Лыков А.П., Суворцева М.А., Повещенко О.В., Бондаренко Н.А., Ким И.И., Янкайте Е.В. Антиоксидантный эффект эритропоэтина //Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6.) URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28201> (дата обращения: 26.10.2025).
18. Zhang S, Shi B. Erythropoietin modification enhances the protection of mesenchymal stem cells on diabetic rat-derived Schwann cells implications for diabetic neuropathy. *BioMed. Res. Int*. 2017; 2017: 352858. doi: 10.1155/2017/6352858
19. Ishchenko LS, Voropaeva EE, Kazachkova EA, Kazachkov EL, Shamaeva TN, Ishchenko YuS. Erythropoietin as a predictor of extremely severe course of new coronavirus infection COVID-19 in pregnant women. *Yakut medical journal*. 2024; 2(86): 59-63. Russian (Ищенко Л.С., Воропаева Е.Е., Казачкова Э.А., Казачков Е.Л., Шамаева Т.Н., Ищенко Ю.С. Эритропоэтин как предиктор крайне тяжелого течения новой коронавирусной инфекции COVID-19 у беременных женщин // Якутский медицинский журнал. 2024. № 2. С. 59-63.) doi: 10.25789/УМЖ.2024.86.14
20. Certificate of state registration of computer program № 2024660927 Russian Federation. Calculator for predicting the risk of extremely severe COVID-19 in pregnant women: № 2024616509: declared 02.04.2024: published 14.05.2024 / LS Ishchenko, EE Voropaeva, EA Kazachkova, EL Kazachkov. Russian (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024660927 Российская Федерация. Калькулятор прогнозирования риска крайне тяжелого течения COVID-19 у беременных женщин: № 2024616509: заявл. 02.04.2024: опубли. 14.05.2024 /Л.С. Ищенко, Е.Е. Воропаева, Э.А. Казачкова, Е.Л. Казачков.)
21. Pell R, Oien K, Robinson M, Pitman H, Rajpoot N, Rittscher J, et al. The use of digital pathology and image analysis in clinical trials. *J Pathol Clin Res*. 2019; 5(2): 81-90. doi: 10.1002/cjp2.127
22. Sokolov DI. Vasculogenesis and angiogenesis in development of a placenta. *Journal of obstetrics and women's diseases*. 2007; 3: 129-133. Russian (Соколов Д.И. Васкулогенез и ангиогенез в развитии плаценты //Журнал акушерства и женских болезней. 2007. № 3. С. 129-133.)
23. Qin LY, Lin X, Liu J, Dong R, Yuan J, Zha Y. The combination of vitamin D3 and erythropoietin alleviates acute kidney injury induced by ischemia-reperfusion via inhibiting inflammation and apoptosis *Iran J Basic Med Sci*. 2021; 24(2): 167-174. doi: 10.22038/IJBMS.2020.51384.11661
24. Shatunova PO, Bykov AS, Svitich OA, Zverev VV. Angiotensin-converting enzyme 2. Approaches to pathogenetic therapy of COVID-19. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology*. 2020; 97(4): 339-345. Russian (Шатунова П.О., Быков А.С., Свитич О.А., Зверев В.В. Ангиотензинпревращающий фермент 2. Подходы к патогенетической терапии COVID-19 //Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2020. Т. 97, № 4. С. 339-345.) doi: 10.36233/0372-9311-2020-97-4-6
25. Bharadwaj MS, Strawn WB, Groban L, Yamaleyeva LM, Chappell MC, Horta C, et al. Angiotensin-converting enzyme 2 deficiency is associated with impaired gestational weight gain and fetal growth restriction. *Hypertension*. 2011; 58(5): 852-858. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.179358
26. Yamaleyeva LM, Pulgar VM, Lindsey SH, Yamane L, Varagic J, McGee C, et al. Uterine artery dysfunction in pregnant ACE2 knockout mice is associated with placental hypoxia and reduced umbilical blood flow velocity. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2015; 309(1): E84-E94. doi: 10.1152/ajpendo.00596.2014
27. Shchegolev AI, Tumanova UN, Serov VN. Placental lesions in pregnant women with SARS-CoV-2 infection. *Obstetrics and Gynecology*. 2020; 12: 44-52. Russian (Щеголев А.И., Туманова У.Н., Серов В.Н. Поражения плаценты у беременных с SARS-CoV-2-инфекцией //Акушерство и гинекология. 2020. № 12. С. 44-52.) doi: 10.18565/aig.2020.12.44-52
28. Ishchenko LS, Voropaeva EE, Kazachkov EL, Kazachkova EA, Kholopova AYU, Khaidukova YuV, Shamaeva TN. Features of placental damage in patients with perinatal losses during premature birth and acute COVID-19. *Yakut medical journal*. 2024; 4(88): 76-79. Russian (Ищенко Л.С., Воропаева Е.Е., Казачков Е.Л., Казачкова Э.А., Холопова А.Ю., Хайдукова Ю.В., Шамаева Т.Н. Особенности плацентарных повреждений у пациенток с перинатальными потерями при преждевременных родах и остром COVID-19 //Якутский медицинский журнал. 2024. № 4(88). С. 76-79.) doi: 10.25789/УМЖ.2024.88.18
29. Voropaeva EE, Khaidukova YuV, Kazachkova EA, Kazachkov EL, Shamaeva TN, Aliyeva AA, et al. Perinatal outcomes and morphological examination of placentas in pregnant women with critical lung lesions in new COVID-19 coronavirus infection. *Ural medical journal*. 2023; 22(2): 109-121. Russian (Воропаева Е.Е., Хайдукова Ю.В., Казачкова Э.А., Казачков Е.Л.,

Шамаева Т.Н., Алиева А.А., и др. Перинатальные исходы и результаты морфологического исследования плацент у беременных с критическим поражением легких при новой коронавирусной инфекции COVID-19 //Уральский медицинский журнал. 2023. Т. 22, № 2. С. 109-121.) doi: 10.52420/2071-5943-2023-22-2-109-121

30. Osikov MV, Akhmatov VYu, Telesheva LF, Fedosov AA, Ageev Yul, Surovyatkina LG. Pleiotropic effects of erythropoietin in chronic renal failure. *Fundamental research*. 2013; 7(Pt 1): 218-224. Russian (Осиков М.В., Ахматов В.Ю., Телешева Л.Ф., Федосов А.А., Агеев Ю.И., Суровяткина Л.Г. Плейотропные эффекты эритропоэтина при хронической почечной недостаточности //Фундаментальные исследования. 2013. № 7-1. С. 218-224.)

Сведения об авторах:

ИЩЕНКО Людмила Станиславовна, канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры акушерства и гинекологии, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, г. Челябинск, Россия. E-mail: lyudalyn@mail.ru

ВОРОПАЕВА Екатерина Евгеньевна, доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры патологической анатомии и судебной медицины, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, г. Челябинск, Россия. E-mail: katya_voropaeva@mail.ru

КАЗАЧКОВА Элла Алексеевна, доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры акушерства и гинекологии, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, г. Челябинск, Россия. E-mail: doctorkel@narod.ru

КАЗАЧКОВ Евгений Леонидович, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой патологической анатомии и судебной медицины им. проф. В.Л. Коваленко, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, г. Челябинск, Россия. E-mail: doctorkel@narod.ru

ХОЛОПОВА Анна Юрьевна, аспирант кафедры патологической анатомии и судебной медицины им. проф. В.Л. Коваленко, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, г. Челябинск, Россия.

E-mail: cherry_lady33@mail.ru

Information about authors:

ISHCHENKO Lyudmila Stanislavovna, candidate of medical sciences, docent, docent of the department of obstetrics and gynecology, South Ural State Medical, Chelyabinsk, Russia. E-mail: lyudalyn@mail.ru

VOROPAeva Ekaterina Evgenievna, doctor of medical sciences, professor, professor of the department of pathological anatomy and forensic medicine named after prof. V.L. Kovalenko, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: katya_voropaeva@mail.ru

KAZACHKOVA Ella Alekseevna, doctor of medical sciences, professor, professor of the department of obstetrics and gynecology, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: doctorkel@narod.ru

KAZACHKOV Evgeny Leonidovich, doctor in medical sciences, professor, head of the department of pathological anatomy and forensic medicine named after prof. V.L. Kovalenko, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: doctorkel@narod.ru

KHOLOPOVA Anna Yurievna, postgraduate student of the department of pathological anatomy and forensic medicine named after prof. V.L. Kovalenko, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia.

E-mail: cherry_lady33@mail.ru

Корреспонденцию адресовать: ИЩЕНКО Людмила Станиславовна, 454141, г. Челябинск, ул. Воровского, д. 64, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России

Тел: 8 (3512) 40-20-20 E-mail: lyudalyn@mail.ru