

УДК 617-089

DOI 10.34014/2227-1848-2021-3-19-26

## ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ У БОЛЬНЫХ С COVID-19

А.Н. Беляев, И.С. Польшкина

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск, Россия

*Пандемия COVID-19 не только внесла коррективы в социальную жизнь, но и изменила течение многих заболеваний, в т.ч. и гнойно-воспалительных поражений нижних конечностей.*

*Цель. Оценить влияние коронавирусной инфекции на течение гнойно-некротических поражений нижних конечностей.*

*Материалы и методы. Проведен анализ результатов лечения 65 больных с гнойно-некротическими поражениями нижних конечностей. Пациенты были разделены на 2 группы: 1-я группа – 32 больных без COVID-19, 2-я группа – 33 больных с COVID-19. Исследовались лабораторные показатели крови, системы гемостаза, проводились компьютерная томография легких, цветное дуплексное сканирование вен, анализировались результаты лечения.*

*Результаты. COVID-19 чаще поражаются пациенты в возрасте 60–69 лет (51,5 %) и лица женского пола (66,7 %). У больных 2-й группы уровень лейкоцитов был выше, чем в 1-й группе ( $11,2 \times 10^9/\text{л}$  и  $13,9 \times 10^9/\text{л}$  соответственно,  $p < 0,05$ ). На фоне антикоагулянтной терапии у больных обеих групп отмечалась тенденция к гиперкоагуляции. У больных 2-й группы ампутации на уровне бедра достигли 58 %, что более чем в 2 раза больше, чем у больных 1-й группы (18,8 %). Тромбозы артерий конечностей во 2-й группе составили 6 %. Летальности в первой группе не было, во 2-й группе – 33,3 %.*

*Выводы. Коронавирусная инфекция способствует возрастанию количества артериальных и венозных тромбозов, нередко осложняющихся острой ишемией конечностей. Ишемические гнойно-некротические процессы на фоне COVID-19 имеют более тяжелое течение, часто приводят к высокой ампутации конечности и являются важным отягощающим фактором, приводящим к летальному исходу.*

**Ключевые слова:** COVID-19, гнойно-некротические осложнения, коагуляция, ампутация.

**Введение.** Всемирная организация здравоохранения объявила SARS-CoV-2 чрезвычайно опасной для общественного здравоохранения пандемией. Коронавирусное заболевание (COVID-19) – это форма респираторного заболевания, вызываемого вирусом, принадлежащим к семейству Coronaviridae [1].

По мере развития пандемии повышается интерес к тому, как меняющиеся обстоятельства влияют на течение и исход различных заболеваний, в т.ч. и гнойно-некротических поражений нижних конечностей у больных сахарным диабетом как одной из самых важных и трудноразрешимых проблем в современной хирургии [2]. Это состояние связано как с макро-, так и микрососудистыми осложнениями, которые в конечном итоге влияют на общую выживаемость пациента [3]. Кроме того,

у пациентов с COVID-19 задокументирована высокая частота тромботических событий, особенно тромбоза глубоких вен и тромбозов легочной артерии. Артериальные тромботические осложнения составляют около 1 % по отношению к общему количеству госпитализированных с COVID-19 пациентов [4] и проявляются прогрессирующей гангреной пальцев [5], тромбозом магистральных артерий и гангреной конечности [6, 7]. Эти осложнения, как правило, связаны с развитием коагулопатии в виде гиперкоагуляции с микро- и макроангиопатией [8].

У больных, умерших от коронавирусной инфекции, выявлены более высокие уровни Д-димера, продуктов распада фибрина, более длительное протромбиновое время и активированное частичное тромбопластиновое время

[9], и, как правило, коагулопатия является прогностически неблагоприятным фактором [10].

**Цель исследования.** Оценить влияние коронавирусной инфекции на течение гнойно-некротических поражений нижних конечностей.

**Материалы и методы.** Проведен анализ 65 историй болезни больных с гнойно-воспалительными заболеваниями нижних конечностей, находившихся на лечении в отделении гнойной хирургии в 2020 г. Всего в отделении

за год поступило 366 больных, из них 65 чел. (17,7 %) с гнойно-некротическими поражениями нижних конечностей. Патологический процесс у больных был представлен гнойно-некротическими ранами, флегмонами подоплашвенных пространств, гнойными остеоартритами, гангренами пальцев. В зависимости от наличия коронавирусной инфекции больные были разделены на 2 группы: 1-я группа – 32 больных (49,2 %) без COVID-19, 2-я группа – 33 больных (50,8 %) с COVID-19 (табл. 1, 2).

Таблица 1  
Table 1

Распределение больных в группах в зависимости от возраста  
Categorization of patients by age groups

Возраст, лет Age, years old	Группа 1 Group 1		Группа 2 (COVID-19) Group 2 (COVID-19)	
	Абс. Abs	%	Абс. Abs	%
30–39	0	0	1	3,03
40–49	2	6,25	1	3,03
50–59	5	15,62	3	9,09
60–69	6	18,75	17	51,51
70–79	12	37,5	8	24,24
80 и старше 80 +	7	21,8	3	9,1

Таблица 2  
Table 2

Распределение пациентов по полу  
Categorization of patients by gender groups

Группа Group	Мужчины, n=41 Men, n=41		Женщины, n=24 Women, n=4	
	Абс. Abs	%	Абс. Abs	%
1-я группа Group 1	24	58,54	8	33,3
2-я группа Group 2	17	41,46	16	66,7

Клиническое обследование пациентов включало оценку кожных покровов, определение наличия раневых дефектов и их характеристику. Проводились лабораторные исследования: оценивались уровни гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, СОЭ, показатели коагулограммы – активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ, с), международное нормализованное отношение (МНО, ед.), протромбиновый индекс (ПТИ, %), фибриноген (мг/л). Кровоток в сосудах нижних конечностей исследовался методом цветного дуплексного сканирования (ЦДС). Больным с подозрением на COVID-19 проводилась компьютерная томография (КТ) легких.

Статистический анализ проведен с применением программы Microsoft Excel (2010). Данные представлены в виде средних значений и ошибки среднего ( $M \pm m$ ). Сравнение показателей двух независимых выборок выпол-

нен при помощи t-теста Стьюдента. Разницу между величинами считали статистически значимой при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** В обеих группах исследование сосудов нижних конечностей показало, что в 70 % случаев из-за выраженного поражения дистальных отделов магистральных артерий выполнение реконструктивных операций не представлялось возможным. Пациентам было показано комплексное лечение, направленное на купирование воспалительного процесса и улучшение микроциркуляции.

В 1-й группе ампутация на уровне бедра проведена 6 (18,8 %) больным, ампутация на уровне голени – 1 (3,1 %) чел., экзартикуляция пальцев – 4 (12,5 %) больным, резекция стопы по Шарпу – 1 (3,1 %) чел. Отказались от операции 4 (12,5 %) пациента. Летальных исходов после операции не было (табл. 3).

Таблица 3

Table 3

**Сравнение структуры операций на нижних конечностях у больных с COVID-19 и без COVID-19**

**Comparison of lower extremity operations in COVID-19 and Non-COVID-19 patients**

	Ампутация на уровне бедра Transfemoral amputations	Ампутация на уровне голени Transtibial amputation	Резекция стопы Foot surgery	Экзартикуляция пальцев Toe amputation	Тромбэмболэктомия Trendelenburg operation	Отказ от операции Cancellation of the operation	Консервативное лечение Nonsurgical treatment
1-я группа Group 1	6 (18,8 %)	1 (3,1 %)	1 (3,1 %)	4 (12,5 %)	-	4 (12,5 %)	16 (50 %)
2-я группа Group 2	18 (54,6 %)	1 (3 %)	1 (3 %)	3 (9,1 %)	2 (6,1 %)	-	8 (24,2 %)

Больные 2-й группы при поступлении, наряду с жалобами на наличие гнойно-некротических ран, также отмечали выраженную слабость, сухой редкий кашель с начальными симптомами дыхательной недостаточности. Лабораторная диагностика включала выявление РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР. Основным видом биоматериала для лабораторного исследования являлся материал, полученный при взятии мазка из носа, носоглотки и/или ротоглотки, а также промывные воды брон-

хов, полученные при фибробронхоскопии (бронхоальвеолярный лаваж), мокрота, биопсийный или аутопсийный материал легких, цельная кровь, сыворотка, моча.

Следует отметить, что из-за присоединения коронавирусной инфекции увеличилась заболеваемость среди возрастной группы от 60 до 69 лет. Все больные, кроме гнойно-воспалительных и некротических заболеваний нижних конечностей, имели коморбидные заболевания: ожирение – 80 %, гипертоническая

болезнь – 76,9 %, ИБС, в т.ч. постинфарктный кардиосклероз, – 46 %, хроническую болезнь почек (ХБП) 2–4 ст. – 69 %. Результаты лабораторного исследования крови больных 1-й и 2-й групп представлены в табл. 4.

Из-за присоединения коронавирусной инфекции увеличилось среднее содержание лейкоцитов, что является показателем более тя-

желого течения бактериальной инфекции. Также повысилась СОЭ и уменьшилось содержание гемоглобина. Показатели гемостаза в обеих группах обнаруживали тенденцию к гиперкоагуляции, даже на фоне антикоагулянтной терапии (табл. 5). У больных 2-й группы АЧТВ достоверно увеличивалось по сравнению с 1-й группой.

Таблица 4  
Table 4

Сравнение лабораторных показателей крови у больных 1-й и 2-й групп  
Comparison of laboratory blood parameters in Group 1 and Group 2

Показатель Parameter	1-я группа Group 1	2-я группа Group 2
Лейкоциты, $\times 10^9$ ед./л Leukocytes, $\times 10^9$ Ed/L	11,2 $\pm$ 0,7	13,9 $\pm$ 0,8*
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч Erythrocyte sedimentation rate, mm/h	40,5 $\pm$ 3,4	45,3 $\pm$ 3,2
Гемоглобин, г/л Hemoglobin, g/l	122,2 $\pm$ 3	117,9 $\pm$ 5,2

**Примечание.** \* – различия достоверны по сравнению 1-й группой ( $p \leq 0,05$ ).

**Note.** \* – the differences are significant compared with Group 1 ( $p \leq 0,05$ ).

Таблица 5  
Table 5

Показатели коагуляции у больных 1-й и 2-й групп  
Coagulation index in Group 1 and Group 2

Показатель Parameter	1-я группа Group 1	2-я группа Group 2
АЧТВ, с aPTT, sec	24,1 $\pm$ 0,7	30,1 $\pm$ 0,4*
МНО, ед. INR, unit	1,03 $\pm$ 0,02	1,13 $\pm$ 0,06
Протромбиновый индекс, % Prothrombin index, %	95,9 $\pm$ 1,2	88,8 $\pm$ 3,1
Фибриноген, мг/л Fibrinogen, mg/l	3383,3 $\pm$ 33,7	3 923,6 $\pm$ 111,2

**Примечание.** \* – различия достоверны по сравнению 1-й группой ( $p \leq 0,05$ ).

**Note.** \* – the differences are significant compared with Group 1 ( $p \leq 0,05$ ).

У всех пациентов с COVID-19 при КТ подтверждена двухсторонняя полисегментарная пневмония с типичными множественными участками гиповентиляции по типу «матового стекла» без четких контуров, имею-

щими преимущественное распространение в нижних и средних зонах легких. Объем поражения легочной ткани составлял от 15 до 70 %. У больных с благоприятным исходом сохранялось самостоятельное дыхание с ды-

хательной недостаточностью 1–2 ст. Лечение проводилось согласно временным методическим рекомендациям по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции (COVID-19). По сравнению с 1-й группой у больных 2-й группы было больше высоких ампутаций конечностей и тромбэмболизмов. Восемью (24,2 %) больным проводилась комплексная консервативная терапия. Летальные исходы наблюдались у 11 больных (33,3 %).

**Обсуждение.** За время пандемии COVID-19 увеличилось количество гнойно-некротических поражений конечностей, что связано с активацией свертывающей системы крови [11–13]. Гиперкоагуляция часто сопровождается тромботическими осложнениями и развитием острой ишемии конечности [14, 15], которая может возникать даже у пациентов, получающих тромбопрофилактику [16, 17].

По нашим данным, количество ампутаций, связанных с развитием ишемии конечностей, у больных с COVID-19 возросло более чем в два раза (с 18,8 до 54,5 %). Подобную динамику отметили и другие авторы [18]. Это свидетельствует о запущенности и тяжести сосудистых заболеваний, что связано с сокращением амбулаторной помощи и недооценкой симптомов сосудистых ишемических осложнений [18].

У всех наблюдаемых нами больных обеих групп мы отметили тенденцию к гиперкоагуляции, о чем свидетельствовали возрастание

величин АЧТВ, фибриногена, даже на фоне антикоагулянтной терапии.

Кроме острой ишемии конечностей, у больных с COVID-19 частой причиной смерти является тромбоз легочной артерии, связанная с тромбозом глубоких вен. По данным J. Nahum et al. [19], при ультразвуковом исследовании тромбоз глубоких вен обнаружен у 65 % больных, поступивших в отделение интенсивной терапии. В проведенном нами исследовании тромбоз легочной артерии как следствие тромбоза глубоких вен конечностей являлась причиной смерти у 30 % больных. В 70 % случаев причиной смерти стал острый респираторный дистресс-синдром и синдром полиорганной недостаточности, связанный с тромботическими процессами в легких, что подтверждается сообщением о наличии в легких у больных с COVID-19 микрососудистых отложений, богатых тромбоцитами и напоминающих тромботическую микроангиопатию [19].

**Заключение.** Коронавирусная инфекция способствует активации системы гемостаза и возрастанию количества артериальных и венозных тромбозов, нередко осложняющихся острой ишемией конечностей и тромбозом легочной артерии. Ишемические гнойно-некротические процессы на фоне COVID-19 имеют более тяжелое течение, часто приводят к высокой ампутации конечности и являются важным отягощающим фактором, приводящим к летальному исходу.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература

1. Lippi G., Plebani M. Laboratory abnormalities in patients with COVID-2019 infection. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2020; 58 (7): 1131–1134. DOI: 10.1515/cclm-2020-0198.
2. Hussain A., Bhowmik B., do Vale Moreira N.C. COVID-19 and diabetes: Knowledge in progress. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 2020; 162: 108142. DOI: 10.1016/j.diabres.2020.108142.
3. Williams R., Karuranga S., Malanda B., Saeedi P., Basit A., Besançon S. Global and regional estimates and projections of diabetes-related health expenditure: results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 2020; 162. DOI: 10.1016/j.diabres.2020.108072.
4. Cantador E., Núñez A., Sobrino P., Espejo V., Fabia L., Vela L., de Benito L., Botas J. Incidence and consequences of systemic arterial thrombotic events in COVID-19 patients. *J. Thromb. Thrombolysis.* 2020; 50 (3): 543–547. DOI: 10.1007/s11239-020-02176-7.
5. Wang J.S., Pasięka H.B., Petronic-Rosic V., Sharif-Askary B., Evans K.K. Digital Gangrene as a Sign of Catastrophic Coronavirus Disease 2019-related Microangiopathy. *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* 2020; 8 (7): e3025. DOI: 10.1097/GOX.0000000000003025.

6. Liu Y., Chen P., Mutar M., Hung M., Shao Z., Han Y., Tong W., Liu Y. Ischemic Necrosis of Lower Extremity in COVID-19: A Case Report. *J. Atheroscler. Thromb.* 2021; 28 (1): 90–95. DOI: 10.5551/jat.57950.
7. Makhoul K., Shukha Y., Hanna L.A., Nitecki S., Leiderman M., Hayek T., Hamoud S. A case of rapidly progressive upper limb ischemic necrosis in a patient with COVID-19. *Int. J. Infect. Dis.* 2021; 106: 401–404. DOI: 10.1016/j.ijid.2021.04.023.
8. Wang J.S., Pasiaka H.B., Petronic-Rosic V., Sharif-Askary B., Evans K.K. Digital Gangrene as a Sign of Catastrophic Coronavirus Disease 2019-related Microangiopathy. *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* 2020; 8 (7): e3025. DOI: 10.1097/GOX.0000000000000302.
9. Tang N., Li D., Wang X., Sun Z. Abnormal coagulation parameters are associated with poor prognosis in patients with novel coronavirus pneumonia. *J. Thromb. Haemost.* 2020; 18 (4): 844–847. DOI: 10.1111/jth.14768.
10. Novara E., Molinaro E., Benedetti I., Bonometti R., Lauritano E.C., Boverio R. Severe acute dried gangrene in COVID-19 infection: a case report. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2020; 24 (10): 5769–5771. DOI: 10.26355/eurrev\_202005\_21369.
11. Mackman N. The role of tissue factor and factor VIIa in hemostasis. *Anesth. Analg.* 2009; 108 (5): 1447–1452.
12. Branchford B.R., Carpenter S.L. The role of inflammation in venous thromboembolism. *Front. Pediatr.* 2018; 6: 142.
13. Avila J., Long B., Holladay D., Gottlieb M. Thrombotic complications of COVID-19. *Am. J. Emerg. Med.* 2021; 39: 213–218. DOI: 10.1016/j.ajem.2020.09.065.
14. Gottlieb M., Long B. Dermatologic manifestations and complications of COVID-19. *Am. J. Emerg. Med.* 2020; 38 (9): 1715–1721. DOI: 10.1016/j.ajem.2020.06.011.
15. Zhang Y., Cao W., Xiao M. Clinical and coagulation characteristics of 7 patients with critical COVID-2019 pneumonia and acro-ischemia. *Zhonghua Xue Ye Xue Za Zhi.* 2020; 41. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2727.2020.0006.
16. Griffin D.O., Jensen A., Khan M. Arterial thromboembolic complications in COVID-19 in low-risk patients despite prophylaxis [published online ahead of print, 2020 May 6]. *Br. J. Haematol.* 2020; 190 (1). DOI: 10.1111/bjh.16792.
17. Kashi M., Jacquin A., Dakhil B. Severe arterial thrombosis associated with Covid-19 infection. *Thromb. Res.* 2020; 192: 75–77. DOI: 10.1016/j.thromres.2020.05.025.
18. Sena G., Gallelli G. An increased severity of peripheral arterial disease in the COVID-19 era. *J. Vasc. Surg.* 2020; 72 (2): 758. DOI: 10.1016/j.jvs.2020.04.489.
19. Nahum J., Morichau-Beauchant T., Daviaud F. Venous thrombosis among critically III patients with Coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Network Open.* 2020; 3 (5): e2010478. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.10478.

Поступила в редакцию 22.06.2021; принята 16.07.2021.

#### Авторский коллектив

**Беляев Александр Назарович** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей хирургии им. проф. Н.И. Атясова, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева». 430005, Россия, г. Саранск, ул. Большевикская, 68; e-mail: belyaevan@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0698-3007>.

**Полькина Ирина Сергеевна** – студентка 6 курса медицинского института ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева». 430005, Россия, г. Саранск, ул. Большевикская, 68; e-mail: polckinairina@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6012-3617>.

#### Образец цитирования

Беляев А.Н., Полькина И.С. Особенности течения гнойно-некротических поражений у больных с COVID-19. Ульяновский медико-биологический журнал. 2021; 3: 19–26. DOI: 10.34014/2227-1848-2021-3-19-26.

## CHARACTERISTICS OF PURULONECROTIC LESIONS IN COVID-19 PATIENTS

A.N. Belyaev, I.S. Pol'kina

Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

*The COVID-19 pandemic has changed not only our social life, but also the course of many diseases, including purulent-inflammatory diseases of the lower extremities.*

*The aim of the paper is to assess the influence of COVID-19 on purulonecrotic lesions of the lower extremities.*

*Materials and Methods. We analyzed the results of treatment of 65 patients with purulonecrotic lesions of the lower extremities. All the patients were divided into 2 groups: Group 1 – 32 Non-COVID-19 patients, Group 2 – 33 COVID-19 patients. We studied laboratory blood parameters, hemostatic systems, performed lungs computed tomography (CT), and color-coded duplex scanning (CDS) of veins.*

*Results. COVID-19 is more likely to affect patients aged 60–69 (51.5 %) and females (66.7 %). In Group 2 the level of leukocytes was higher than in Group 1 ( $11.2 \times 10^9$  and  $13.9 \times 10^9$ , respectively,  $p < 0.05$ ). Patients in both groups showed a tendency to hypercoagulability during anticoagulant therapy. In Group 2 patients, the percentage of transfemoral amputations was higher than in Group 1 patients (58 % and 18.8 % respectively). Arterial embolism of the lower limbs in Group 2 was observed in 6 % of patients. There were no deaths in Group 1, but in Group 2 mortality rate was 33.3 %.*

*Conclusion. COVID-19 increases the number of arterial and venous thrombosis, often complicated by acute limb ischemia. Ischemic purulonecrotic processes complicated by COVID-19 are more severe, often lead to major limb amputation and are an important aggravating factor leading to death.*

**Key words:** COVID-19, purulonecrotic complications, coagulation, amputation.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

### References

1. Lippi G., Plebani M. Laboratory abnormalities in patients with COVID-2019 infection. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2020; 58 (7): 1131–1134. DOI: 10.1515/cclm-2020-0198.
2. Hussain A., Bhowmik B., do Vale Moreira N.C. COVID-19 and diabetes: Knowledge in progress. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 2020; 162: 108142. DOI: 10.1016/j.diabres.2020.108142.
3. Williams R., Karuranga S., Malanda B., Saeedi P., Basit A., Besançon S. Global and regional estimates and projections of diabetes-related health expenditure: results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 2020; 162. DOI: 10.1016/j.diabres.2020.108072.
4. Cantador E., Núñez A., Sobrino P., Espejo V., Fabia L., Vela L., de Benito L., Botas J. Incidence and consequences of systemic arterial thrombotic events in COVID-19 patients. *J. Thromb. Thrombolysis.* 2020; 50 (3): 543–547. DOI: 10.1007/s11239-020-02176-7.
5. Wang J.S., Pasiaka H.B., Petronic-Rosic V., Sharif-Askary B., Evans K.K. Digital Gangrene as a Sign of Catastrophic Coronavirus Disease 2019-related Microangiopathy. *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* 2020; 8 (7): e3025. DOI: 10.1097/GOX.0000000000003025.
6. Liu Y., Chen P., Mutar M., Hung M., Shao Z., Han Y., Tong W., Liu Y. Ischemic Necrosis of Lower Extremity in COVID-19: A Case Report. *J. Atheroscler. Thromb.* 2021; 28 (1): 90–95. DOI: 10.5551/jat.57950.
7. Makhoul K., Shukha Y., Hanna L.A., Nitecki S., Leiderman M., Hayek T., Hamoud S. A case of rapidly progressive upper limb ischemic necrosis in a patient with COVID-19. *Int. J. Infect. Dis.* 2021; 106: 401–404. DOI: 10.1016/j.ijid.2021.04.023.
8. Wang J.S., Pasiaka H.B., Petronic-Rosic V., Sharif-Askary B., Evans K.K. Digital Gangrene as a Sign of Catastrophic Coronavirus Disease 2019-related Microangiopathy. *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* 2020; 8 (7): e3025. DOI: 10.1097/GOX.0000000000003025.
9. Tang N., Li D., Wang X., Sun Z. Abnormal coagulation parameters are associated with poor prognosis in patients with novel coronavirus pneumonia. *J. Thromb. Haemost.* 2020; 18 (4): 844–847. DOI: 10.1111/jth.14768.

10. Novara E., Molinaro E., Benedetti I., Bonometti R., Lauritano E.C., Boverio R. Severe acute dried gangrene in COVID-19 infection: a case report. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2020; 24 (10): 5769–5771. DOI: 10.26355/eurrev\_202005\_21369.
11. Mackman N. The role of tissue factor and factor VIIa in hemostasis. *Anesth. Analg.* 2009; 108 (5): 1447–1452.
12. Branchford B.R., Carpenter S.L. The role of inflammation in venous thromboembolism. *Front. Pediatr.* 2018; 6: 142.
13. Avila J., Long B., Holladay D., Gottlieb M. Thrombotic complications of COVID-19. *Am. J. Emerg. Med.* 2021; 39: 213–218. DOI: 10.1016/j.ajem.2020.09.065.
14. Gottlieb M., Long B. Dermatologic manifestations and complications of COVID-19. *Am. J. Emerg. Med.* 2020; 38 (9): 1715–1721. DOI: 10.1016/j.ajem.2020.06.011.
15. Zhang Y., Cao W., Xiao M. Clinical and coagulation characteristics of 7 patients with critical COVID-2019 pneumonia and acro-ischemia. *Zhonghua Xue Ye Xue Za Zhi.* 2020; 41. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2727.2020.0006.
16. Griffin D.O., Jensen A., Khan M. Arterial thromboembolic complications in COVID-19 in low-risk patients despite prophylaxis [published online ahead of print, 2020 May 6]. *Br. J. Haematol.* 2020; 190 (1). DOI: 10.1111/bjh.16792.
17. Kashi M., Jacquin A., Dakhil B. Severe arterial thrombosis associated with Covid-19 infection. *Thromb. Res.* 2020; 192: 75–77. DOI: 10.1016/j.thromres.2020.05.025.
18. Sena G., Gallelli G. An increased severity of peripheral arterial disease in the COVID-19 era. *J. Vasc. Surg.* 2020; 72 (2): 758. DOI: 10.1016/j.jvs.2020.04.489.
19. Nahum J., Morichau-Beauchant T., Daviaud F. Venous thrombosis among critically III patients with Coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Network Open.* 2020; 3 (5): e2010478. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.10478.

*Received June 22, 2021; accepted July 16, 2021.*

### Information about the authors

**Belyaev Aleksandr Nazarovich**, Doctor of Science (Medicine), Professor, Head of the Chair of General Surgery named after professor N.I. Atyasov, Ogarev Mordovia State University. 430005, Russia, Saransk, Bol'shevistskaya St., 68; e-mail: belyaevan@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0698-3007>.

**Pol'kina Irina Sergeevna**, 6<sup>th</sup> year student, Medical Institute, Ogarev Mordovia State University. 430005, Russia, Saransk, Bol'shevistskaya St., 68; e-mail: polckinairina@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6012-3617>.

### For citation

Belyaev A.N., Pol'kina I.S. Osobennosti techeniya gnoyno-nekroticheskikh porazheniy u bol'nykh s COVID-19 [Characteristics of purulonecrotic lesions in COVID-19 patients]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskiy zhurnal.* 2021; 3: 19–26. DOI: 10.34014/2227-1848-2021-3-19-26 (in Russian).