

УДК 616.9

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/41>

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕТА-АДРЕНОБЛОКАТОРОВ ПРИ КАТЕХОЛАМИНОВОМ ШТОРМА У БОЛЬНЫХ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ (COVID-19)

©*Голдыш Ю.*, ORCID:0000-0002-1096-0430,
Киргизско-Российский Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан
©*Мамыева А.*, ORCID:0000-0002-4719-7184,
Киргизско-Российский Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан
©*Мусаева Ш.*, ORCID:0000-0003-0311-3468,
Киргизско-Российский Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан
©*Шерали М.*, ORCID:0000-0002-6051-1051, Киргизско-Российский
Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан
©*Жыргалбекова С.*, ORCID: 0000-0002-7179-6208,
Киргизско-Российский Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан
©*Сабилова А. И.*, ORCID:0000-0001-8055-6233, канд. мед. наук
Киргизско-Российский Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан

POSSIBILITIES OF USING BETA-BLOCKERS IN CATECHOLAMINE STORM IN PATIENTS WITH NOVEL CORONAVIRUS INFECTION (COVID-19)

©*Goldysh Yu.*, ORCID: 0000-0002-1096-0430,
Kyrgyz Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan
©*Mamyeva A.*, ORCID: 0000-0002-4719-7184,
Kyrgyz Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan
©*Musaeva Sh.*, ORCID: 0000-0003-0311-3468,
Kyrgyz Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan
©*Sheraly M.*, ORCID:0000-0002-6051-1051,
Kyrgyz Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan
©*Zhyrgalbekova S.*, ORCID: 0000-0002-7179-6208,
Kyrgyz Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan
©*Sabirova A.*, ORCID: 0000-0001-8055-6233, Ph.D.,
Kyrgyz Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan

Аннотация. В обзорной статье представлены данные научных исследований по изучению возможностей использования бета-адреноблокаторов (ББ) при катехоламинолом шторме (КШ) у пациентов с новой коронавирусной инфекцией (COVID-19). ББ могут обладать потенциальными преимуществами при лечении COVID-19, при этом текущих данных о потенциальном механизме действия ББ по-прежнему мало. Тем не менее, было предложено несколько механизмов ББ, в том числе снижение активности ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС), уровня ангиотензин-превращающего фермента-2 (АПФ-2), уменьшение цитокиновых бурь за счет снижения уровня различных провоспалительных цитокинов, включая ИЛ-6, ИЛ-1, ИЛ-1 β , фактор некроза опухоли- α (ФНО α), Т-хелпер 17 (Th17) и интерферон- γ . ИФН γ), что может быть весьма полезным для снижения смертности при COVID-19, связанного с развитием острого респираторного дистресс синдрома (ОРДС). Повышенный уровень катехоламинов активизирует адренергическую систему, что приводит к активации РААС, что способствует проникновению SARS-CoV-2 и приводит к осложнениям COVID-19. Эффект ББ может

противодействовать вредной симпатической активации во время цитокинового шторма при тяжелом течении заболевания. Использование ББ при сочетании с повышенного содержания норадреналина с сепсисом или септическим шоком, связанным с COVID-19, может иметь многообещающие результаты. Кроме того, в обзорной статье указывается на хороший эффект кардиоселективных ББ при лечении лекарственно-индуцированных аритмий. В заключительной части статьи указывается, что прежде чем можно будет дать определенные рекомендации по возможностям использования ББ при COVID-19, необходимо провести дополнительные крупномасштабные рандомизированные клинические испытания.

Abstract. The review article presents data from scientific studies on the use of beta-blockers (BB) in catecholamine storm (CS) in patients with novel coronavirus infection (COVID-19). BBs may have potential benefits in the treatment of COVID-19, but current data on the potential mechanism of action of BBs is still scarce. However, several mechanisms of BD have been proposed, including a decrease in the activity of the renin-angiotensin-aldosterone system (RAAS), angiotensin-converting enzyme-2 (ACE-2) levels, a decrease in cytokine storms due to a decrease in the level of various pro-inflammatory cytokines, including IL-6, IL-1, IL-1 β , tumor necrosis factor- α (TNF α), T-helper 17 (Th17) and interferon- γ . IFN γ), which can be very useful in reducing mortality in COVID-19 associated with the development of acute respiratory distress syndrome (ARDS). Elevated catecholamine levels activate the adrenergic system, which leads to activation of the RAAS, which facilitates the entry of SARS-CoV-2 and leads to complications of COVID-19. The effect of BB may counteract harmful sympathetic activation during cytokine storm in severe disease. The use of BBs when combined with elevated norepinephrine levels with sepsis or septic shock associated with COVID-19 may have promising results. In addition, the review article indicates a good effect of cardioselective BBs in the treatment of drug-induced arrhythmias. The article concludes by pointing out that additional large-scale randomized clinical trials are needed before definitive recommendations can be made on the potential use of BB in COVID-19.

Ключевые слова: бета-адреноблокаторы, COVID-19, симпатическая нервная система, ренин-ангиотензин-альдостероновая система, катехоламины, катехоламиновый шторм.

Keywords: beta-blockers, COVID-19, sympathetic nervous system, renin-angiotensin-aldosterone system, catecholamines, catecholamine storm.

Продолжающаяся пандемия новой коронавирусной болезни 2019 (COVID-19), связанной с коронавирусом тяжелого острого респираторного синдрома 2 (SARS-CoV-2), возникла в декабре 2019 года в Ухане, Китай [17].

Эпидемиологические данные свидетельствуют о том, что у пациентов с сопутствующими заболеваниями и инфекцией новой коронавирусной болезни 2019 (COVID-19) [1,6, 7, 9, 12-14], особенно с учетом возраста [2, 4, 5, 15], выраженности гипоксии [8] и изменений лабораторных данных [3, 11], могут быть плохие результаты выживания. Вирус SARS-COV-2 очень заразен: около 15% пациентов нуждаются в госпитализации, а 5% могут нуждаться в интенсивной терапии [18].

Примерно половина пациентов с COVID-19, доставленных в отделения интенсивной терапии (ОИТ), умирают из-за различных осложнений, связанных с острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС) [19].

Тяжелые осложнения COVID-19 включают дыхательную недостаточность, сердечные аритмии, острое повреждение почек и инсульт [23].

Дыхательная недостаточность является результатом острого повреждения легких и ОРДС [22]. Признаки со стороны дыхательной системы приводят к гипоксии, окислительному стрессу и активации симпатической нервной системы (СНС), а в тяжелых случаях — к катехоламиновому шторму (КШ) [43], который характеризуется повторяющимися эпизодами гипергидроза, гипертензии, тахикардии, тахипноэ и гипертермии [42]. Использование антиадренергических средств может уменьшить риск развития осложнений, вызванных инфекцией SARS-CoV-2 у пациентов с тяжелым течением COVID-19 [16]. Настоящая обзорная статья представляет литературные данные об антиадренергических возможностях использования ББ при катехоламиновом шторме у пациентов с COVID-19.

Активация симпатической нервной системы, COVID-19 и бета-блокаторы. Антиадренергические ББ представляют собой класс препаратов, используемых для лечения сердечно-сосудистых заболеваний, таких как аритмия, острый коронарный синдром, артериальная гипертензия (АГ) и хроническая сердечная недостаточность, а также других расстройств, таких как тремор и тревога [57]. ББ бывают либо селективными (блокируют $\beta 1$ - или $\beta 2$ -адренорецепторы), либо неселективными (блокируют и $\beta 1$ - и $\beta 2$ -адренорецепторы). ББ снижают симпатическую стимуляцию, опосредованную адреналином и норадреналином на β -рецепторах [57].

$\beta 1$ -адренорецепторы расположены в основном в сердце и почках, тогда как рецепторы $\beta 2$ -адренорецепторы экспрессируются в основном в легких, гладких мышцах сосудов и желудочно-кишечном тракте [56].

Do D. и соавторы утверждают, что ББ, такие как пропранолол, метопролол и лабеталол, эффективны при лечении КШ за счет смягчения вегетативной дисрегуляции и симпатических приступов у пациентов с таламическим повреждением [37].

КШ возникает из-за повышенной активности симпатической нервной системы (СНС) при травме головного мозга [28], причем тяжесть черепно-мозговой травмы (ЧМТ) коррелирует с уровнем симпатической активации. По мнению Ammar M. и Hussein N. раннее применение β -блокаторов при ЧМТ может ослабить развитие КШ [25]. Luostarinen T. и соавторы в ретроспективном исследовании показали, что в районе Хельсинки, Финляндия, ЧМТ не влияла на тяжесть заболевания, а также не было никаких изменений в количестве госпитализаций в отделения интенсивной терапии или в прогнозе пациентов с ЧМТ или субарохноидальным кровоизлиянием во время пандемии COVID-19 [44]. Примерно у 55% госпитализированных пациентов с COVID-19 развиваются неврологические симптомы [29].

Эти признаки могут сохраняться в течение примерно трех месяцев после заражения SARS-CoV-2, что свидетельствует о развитии латентного повреждения головного мозга [34]. COVID-19 может привести к повреждению головного мозга за счет развития гипоксемии, аутоиммунного ответа, тромбоза и цитокинового шторма [21].

Примечательно, что вовлечение периферической нервной системы (ПНС) и вегетативной нервной системы (ВНС) приводит к дисбалансу между СНС и ПНС с развитием КШ [47].

Высокие уровни циркулирующих катехоламинов могут отражать симпатико-опосредованную нейтрофилию и дисфункцию Т-клеток при COVID-19 из-за СШ [53].

Таким образом, центральное действие SARS-CoV-2 приводит к поражению головного мозга и развитию КШ. Периферическое действие SARS-CoV-2 приводит к индукционному

дисбалансу между СНС и парасимпатической нервной системой (ПНС) и развитию цитокинового шторма. Кроме того, высокие уровни катехоламинов при развитии СС у пациентов с Covid-19 способствуют проникновению SARS-CoV-2 посредством индукции экспрессии CD147. Экспрессированный CD147 вызывает повреждение базальной мембраны альвеол легких путем активации матриксной металлопротеиназы [51].

В свою очередь, повреждение альвеолярной мембраны запускает высвобождение катехоламинов из активированных макрофагов и нейтрофилов с образованием порочного круга повреждения [38].

Таким образом, ингибирование CD147 может облегчать ОПЛ за счет нарушения опосредованных катехоламинами острых воспалительных реакций [40].

Кроме того, сопутствующие заболевания, вызывающие высокую активность СНС, такие как сахарный диабет, АГ и хроническая сердечная недостаточность [10], могут усугубить сердечную аритмию, остановку сердца и острый инфаркт миокарда [36].

Развитие тяжести COVID-19 связано с КШ и подавлением блуждающего нерва, которое достигает кульминации при развитии цитокинового шторма [35]. По этой причине оправдано применение ББ, которые снижают симпатическую стимуляцию и ингибируют взаимодействие между SARS-CoV-2 и участками тканей организма, связывающими рецепторы АПФ2 и CD147 [41]. ББ уменьшают сердечную аритмию, вызванную КШ, и дестабилизацию коронарных бляшек из-за высокого уровня циркулирующих катехоламинов, которые вызывают положительные инотропные и хронотропные эффекты через β_1 -рецепторы [49].

Более того, ББ снижают активность РААС, ингибируя высвобождение ренина из клеток юкстагломерулярного аппарата, и защищают легочную и сердечную ткани от гиперактивности РААС и КШ [55].

В совокупности ББ прямо или косвенно снижают риск развития СШ за счет подавления центрального эффекта ангиотензина II. Кроме того, ББ, такие как пропранолол, модулируют активность и чувствительность центральной нервной системы (ЦНС) и предотвращают симпатическую стимуляцию у пациентов с мигренью [27, 33].

Действительно, неселективные и липофильные ББ, такие как пропранолол, обладают мощным эффектом подавления катехоламинов из пресинаптических адренергических нейронов посредством ингибирования возбуждающих пресинаптических β_2 -ауторецепторов [52].

ББ предотвращают вызванное КШ острое повреждение легких (ОПЛ), поскольку высокий уровень циркулирующих катехоламинов связан с риском развития ОПЛ/ОРДС [39].

Кроме того, ББ предотвращают ОПЛ за счет модуляции нейтрофилии, лимфопении и высвобождения провоспалительных цитокинов [24].

В ретроспективном исследовании, включавшем 651 пациента в отделении интенсивной терапии с сепсисом, у пациентов, длительно получавших ББ, был меньший риск сепсис-индуцированного ОРДС и необходимости подключения к аппарату ИВЛ из-за активизации защитных альвеолярных β_2 -адренорецепторов [24].

Аналогичным образом рандомизированное контролируемое клиническое исследование 314 пациентов с острой дыхательной недостаточностью в отделении интенсивной терапии показало, что у пациентов, получавших β -блокаторы, уровень госпитальной летальности был ниже [48]. Напротив, Mutlu G. и Factor P. наблюдали, что β_2 -агонисты улучшают клиренс альвеолярной жидкости у пациентов с отеком легких за счет повышения активности транспорта натрия в альвеолярном эпителии [46].

Исследование, в котором приняли участие 79 пациентов с ОПЛ, связано с нарушением скорости легочного альвеолярного клиренса [58]. Эти данные свидетельствуют о том, что селективные β_1 -адреноблокаторы безопаснее неселективных в предотвращении положительного действия β_2 -адренорецепторов. Полученные данные подтверждают положительное влияние β -блокаторов на смягчение острого респираторного синдрома, вызванного КШ, у тяжелобольных пациентов с COVID-19.

Ретроспективное многоцентровое когортное исследование, проведенное Chouchana L. et al., в котором оценивалось влияние нескольких антигипертензивных препаратов на внутрибольничную смертность от COVID-19 с последующим наблюдением не менее 30 дней, показало, что риск смертности был ниже при использовании антагонистов кальция (ОШ:0,83, 95% ДИ: 0,70–0,99) и ББ (ОШ:0,80, 95% ДИ: 0,67–0,95) [30].

При анализе данных при использовании монотерапии антигипертензивных средств результаты использования ББ оказались следующими - ОШ: 0,67, 95% ДИ: 0,48–0,93). Pinto-Sietsma S. et al. авторы предполагают, что эффект ББ может противодействовать вредоносному воздействию симпатической активации при цитокиновом шторме и тяжелом течении заболевания [50].

В другом многоцентровом ретроспективном исследовании пациентов с COVID-19 пожилого возраста Yan F. et al. показали, что использование ББ было связано со снижением смертности (ОШ: 0,496, 95% ДИ: 0,268–0,919) и одышки (ОШ: 0,792, 95% ДИ: 0,64–0,981) [59]. Pinto-Sietsma S. et al. при проведении многофакторного анализа показали, что использование ББ было связано с более легким течением после госпитализации [50].

ББ могут быть полезны для снижения смертности от ОРДС при COVID-19. В исследовании BASEL-II-ICU, проведенном Noveanu M. et al., было показано, что терапия ББ была связана со снижением смертности у пациентов с острой дыхательной недостаточностью, поступивших в отделения интенсивной терапии. Наблюдаемый эффект можно объяснить защитой от инфаркта миокарда и профилактикой злокачественных желудочковых аритмий, которые могут привести к фатальному исходу [48].

Vasanthakumar N. в гипотетической статье также предполагает, что пропраналол или празозин можно использовать для уменьшения риска развития отека легких при COVID-19 [55].

Недавнее пилотное исследование, проведенное Clemente-Moragón A. et al. (MADRID-COVID), продемонстрировало, что внутривенное введение метопролола тяжелобольным пациентам с COVID-19 с ОРДС безопасно снижает воспаление легких, связанное с заболеванием. По сравнению с отсутствием лечения введение метопролола также приводило к улучшению оксигенации и сокращению количества дней инвазивной вентиляции легких и нахождения в отделении интенсивной терапии. Авторы предполагают, что повторное использование метопролола для лечения ОРДС у пациентов с COVID-19 является безопасной и недорогой стратегией улучшающей результаты терапии [32].

Несмотря на эти положительные эффекты β -блокаторов у пациентов с COVID-19, ББ имеют некоторые побочные эффекты, включая брадикардию, бронхоспазм, сужение периферических сосудов, бессонницу и депрессию [31].

Эти побочные эффекты ББ, в основном бронхоспазм и периферические вазоконстрикции, могут отрицательно влиять на функцию легких у пожилых пациентов с COVID-19 в критическом состоянии. Хотя селективные ББ вызывают меньше побочных эффектов из-за их селективности в отношении β_1 -адренорецепторов [31], неселективные ББ оказались более эффективными, чем селективные ББ в клинических условиях при ведении

пациентов с COVID-19, особенно на ранней стадии болезни, что может быть полезным для ослабления гипервоспаления, вызванного инфекцией SARS-CoV-2, за счет ингибирования высвобождения провоспалительных цитокинов [20, 26]. Точно так же неселективные β -блокаторы блокируют усиленный иммунный ответ и легочный тромбоз, подавляя активацию Th17 и прокоагулянтный статус соответственно.

ББ уменьшают риск высвобождения катехоламинов, возбуждения симпатической нервной системы с последующим развитием катехоламинового шторма, вызванного инфекцией SARS-CoV-2. Представленные в данной статье результаты научных исследований позволяют констатировать необходимость проспективного изучения последствий назначения ББ при COVID-19, чтобы подтвердить адrenomолирующую роль данной группы лекарственных средств в клинических испытаниях.

Список литературы:

1. Муркамилов И. Т., Айтбаев К. А., Муркамилова Ж. А., Кудайбергенова И. О., Маанаев Т. И., Сабиров И. С., Юсупов Ф. А. Коронавирусная болезнь-2019 (COVID-19): течение и отдаленные последствия // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №9. С. 271-291. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/24>
2. Муркамилов И. Т., Сабиров И. С., Фомин В. В., Кудайбергенова И. О., Юсупов Ф. А. Клинико-функциональные проявления COVID-19 у лиц молодого возраста: в фокусе субклиническое поражение почек // The Scientific Heritage. 2021. №70-2. С. 26-34. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-70-2-26-34>
3. Муркамилов И. Т., Сабиров И. С., Фомин В. В., Кудайбергенова И. О., Муркамилова Ж. А., Юсупов Ф. А. Фактор роста эндотелия сосудов при новой коронавирусной болезни-2019 (COVID-19), осложненной пневмонией // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2021. Т. 24. №6. С. 3-10. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-06-01>
4. Сабиров И. С. Кавасаки-подобный синдром при новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Вестник Киргизско-Российского Славянского университета. 2021. Т. 21. №1. С. 74-81.
5. Сабиров И. С., Абдувахпапов Б. З., Мамедова К. М., Султанова М. С., Сабирова А. И. Геронтологические аспекты клинико-патогенетических особенностей новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // The Scientific Heritage. 2021. №61-2. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-61-2-45-53>
6. Сабиров И. С., Кожоева М. З., Ибадуллаев Б. М., Мадаминов Ж. Б. Саркопения и новая коронавирусная инфекция (COVID-19) // The Scientific Heritage. 2021. №63-2. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-63-2-39-46>
7. Сабиров И. С., Мамедова К. М., Султанова М. С., Кожоева М. З., Ибадуллаев Б. М. Ожирение и новая коронавирусная инфекция (COVID-19): взаимовлияние двух пандемий // The Scientific Heritage. 2021. №63-2. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-63-2-30-38>
8. Сабиров И. С., Мамедова К. М., Султанова М. С., Кожоева М. З., Ибадуллаев Б. М. Роль и значение гипоксического компонента в развитии осложнений новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // The Scientific Heritage. 2021. №62-2. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-62-2-21-28>
9. Сабиров, И. С., Муркамилов, И. Т., Фомин, В. В., Сабирова, А. И., Мамытова, А. Б., & Юсупов, Ф. А. Стероидно-индуцированный диабет: современный взгляд на проблему и

возможности терапии // The Scientific Heritage. 2021. №70-2. С. 35-41.
<https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-70-2-35-41>

10. Сабиров И. С., Муркамилов И. Т., Фомин В. В. Кардиопротективный потенциал ингибиторов натрий-глюкозного котранспортера (фокус на эмпафлифлозин) // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2021. Т. 10. №3. С. 79-89.
<https://doi.org/10.17802/2306-1278-2021-10-3-79-89>

11. Сабиров И. С., Муркамилов И. Т., Фомин В. В., Сабирова А. И. Прогностическое значение D-димера в развитии тромбоэмболических осложнений при новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // The Scientific Heritage. 2021. №60-2. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-60-2-38-46>

12. Сабиров И. С., Орозматов Т. Т., Галаутдинов Р. Ф. Факторы сердечно-сосудистого риска при новой коронавирусной инфекции (COVID-19) на фоне сахарного диабета // Вестник Киргизско-Российского Славянского университета. 2021. Т. 21. №5. С. 68-78.

13. Сабирова А. И., Мамытова А. Б., Акрамов И., Сабиров И. С. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) и сахарный диабет: взгляд стоматолога // The Scientific Heritage. 2021. №58-2. С. 44-51. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-58-2-44-51>

14. Фазылов Н. М. Показатели жесткости артерий, как параметры прогноза развития сердечно-сосудистых осложнений // The Scientific Heritage. 2021. №65-2. С. 48-54.
<https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-65-2-48-54>

15. Цой Л. Г., Сабиров И. С., Полупанов А. Г. Состояние эндотелиальной функции у больных ишемической болезнью сердца пожилого возраста, осложненной хронической сердечной недостаточностью в процессе лечения бета-блокатором бисопрололом // Вестник Киргизско-Российского Славянского университета. 2021. Т. 21. №1. С. 93-97.

16. Al-kuraishy H., Al-Gareeb A. I., Guerreiro S. G., Cruz-Martins N., Batiha G. E. S. COVID-19 in relation to hyperglycemia and diabetes mellitus // Frontiers in cardiovascular medicine. 2021. V. 8. P. 335. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.644095>

17. Al-Kuraishy H. M. et al. Sequential doxycycline and colchicine combination therapy in Covid-19: The salutary effects // Pulmonary pharmacology & therapeutics. 2021. V. 67. P. 102008. <https://doi.org/10.1016/j.pupt.2021.102008>

18. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Almulaiky Y. et al. Role of Leukotriene Pathway and Montelukast in Pulmonary and Extrapulmonary Manifestations of Covid-19: The Enigmatic Entity. Eur J Pharmacol (2021) 15:174196. DOI: 10.1016/j.ejphar.2021.174196.

19. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Alqarni M. et al. Pleiotropic Effects of Tetracyclines in the Management of COVID-19: Emerging Perspectives. Front Pharmacol. 2021; 12:136. DOI: 10.3389/fphar.2021.642822.

20. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Mostafa-Hedeab G. et al. Effects of β -Blockers on the Sympathetic and Cytokines Storms in Covid-19. Front Immunol. 2021;12:749291. DOI: 10.3389/fimmu.2021.749291.

21. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Qusti S. Arginine Vasopressin and Pathophysiology of COVID-19: An Innovative Perspective. BioMed Pharmacother. 2021;15:112193. DOI: 10.1016/j.biopha.2021.112193.

22. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Qusty N. et al. Impact of Sitagliptin in Non-Diabetic Covid-19 Patients. Curr Molec Pharmacol. 2021;1. DOI: 10.2174/1874467214666210902115650.

23. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Qusty N. et al. Sequential Doxycycline and Colchicine Combination Therapy in Covid-19: The Salutary Effects. Pulm Pharmacol Ther. 2021;67:102008. DOI: 10.1016/j.pupt.2021.102008.

24. Al-Qadi M., Kashyap R. A42 ARDS: Risk, Treatment, and Outcomes: Effect of Chronic Beta Blockers Use on Sepsis-Related Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2015;191:1.
25. Ammar M., Hussein N.. Using Propranolol in Traumatic Brain Injury to Reduce Sympathetic Storm Phenomenon: A Prospective Randomized Clinical Trial. *Saudi J Anaesth* (2018) 12(4):514. DOI: 10.4103/sja.SJA_33_18.
26. Barbieri A., Robinson N., Palma G. et al. Can Beta-2-Adrenergic Pathway Be a New Target to Combat SARS-CoV-2 Hyperinflammatory Syndrome? Lessons Learned From Cancer. *Front Immunol* (2020) 11:2615. DOI: 10.3389/fimmu.2020.588724.
27. Boyer N, Signoret-Genest J, Artola A, Dallel R, Monconduit L. Propranolol Treatment Prevents Chronic Central Sensitization Induced by Repeated Dural Stimulation. *Pain.* 2017. 158(10):2025–34. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000001007.
28. Bratton S., Chestnut R., Ghajar J. et al. Brain Trauma Foundation; American Association of Neurological Surgeons; Congress of Neurological Surgeons; Joint Section on Neurotrauma and Critical Care, AANS/CNS. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma.* 2007;24(Suppl 1):S59–64. DOI: 10.1089/neu.2007.9987.
29. Chou S., Beghi E., Helbok R. Global Incidence of Neurological Manifestations Among Patients Hospitalized With COVID-19-A Report for the GCS-NeuroCOVID Consortium and the ENERGY Consortium. *JAMA Netw Open.* 2021.4(5):e2112131. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.12131.
30. Chouchana, L., Beeker, N., Garcelon, N. et al. Association of Antihypertensive Agents with the Risk of In-Hospital Death in Patients with Covid-19. *Cardiovasc Drugs Ther* (2021). DOI:10.1007/s10557-021-07155-5.
31. Cleland J., Bunting K., Flather M. et al. Beta-Blockers for Heart Failure With Reduced, Mid-Range, and Preserved Ejection Fraction: An Individual Patient-Level Analysis of Double-Blind Randomized Trials. *Eur Heart J.* 2018;39(1):26–35. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx564.
32. Clemente-Moragón A., Martínez-Milla J., Oliver E., et al. Metoprolol in critically ill patients with COVID-19. *J Am Coll Cardiol.* 2021;78:1001-1011, doi:10.1016/j.jacc.2021.07.003
33. Dakhale G., Sharma V., Thakre M., Kalikar M. Low-Dose Sodium Valproate Versus Low-Dose Propranolol in Prophylaxis of Common Migraine Headache: A Randomized, Prospective, Parallel, Open-Label Study. *Indian J Pharmacol.* 2019;51(4):255. DOI: 10.4103/ijp.IJP_457_18.
34. DeKosky S., Kochanek P., Valadka A. et al. Blood Biomarkers for Detection of Brain Injury in COVID-19 Patients. *J Neurotrauma.* 2021;38(1):1–43. DOI: 10.1089/neu.2020.7332.
35. Del Rio R., Marcus N., Inestrosa N. Potential Role of Autonomic Dysfunction in Covid-19 Morbidity and Mortality. *Front Physiol.* 2020;11:56174. DOI: 10.3389/fphys.2020.561749.
36. Díaz H, Toledo C., Andrade D. et al. Neuroinflammation in Heart Failure: New Insights for an Old Disease. *J Physiol.* 2020;598(1):33–59. DOI: 10.1113/JP278864
37. Do D., Sheen V., Bromfield E. Treatment of Paroxysmal Sympathetic Storm With Labetalol. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2000;69(6):832–3. DOI: 10.1136/jnnp.69.6.832.
38. Flierl M., Rittirsch D., Nadeau B. et al. Upregulation of Phagocyte-Derived Catecholamines Augments the Acute Inflammatory Response. *PloS One.* 2009;4(2):e4414. DOI: 10.1371/journal.pone.0004414.
39. Henriquez A., Snow S., Schladweiler M. et al. Adrenergic and Glucocorticoid Receptor Antagonists Reduce Ozone-Induced Lung Injury and Inflammation. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2018;339:161–71. DOI: 10.1016/j.taap.2017.12.006.

40. Jin R., Liu S., Wang M. et al. Inhibition of CD147 Attenuates Stroke-Associated Pneumonia Through Modulating Lung Immune Response in Mice. *Front Neurol* (2019) 10:853. DOI: 10.3389/fneur.2019.00853.
41. Lampert R., Burg M., Jamner L. et al. Effect of β -blockers on triggering of symptomatic atrial fibrillation by anger or stress. *Heart Rhythm*. 2019;16(8):1167–73. DOI: 10.1016/j.hrthm.2019.03.004.
42. Levy E., McVeigh U., Ramsay A. paroxysmal sympathetic hyperactivity (sympathetic storm) in a patient with permanent vegetative state. *J Palliat Med* (2011) 14(12):1355–7. DOI: 10.1089/jpm.2010.0444.
43. Lugnier C., Al-Kuraishy H., Rousseau E. PDE4 Inhibition as a therapeutic strategy for improvement of pulmonary dysfunctions in Covid-19 and cigarette smoking. *Biochem Pharmacol*. 2021;185:114431. DOI: 10.1016/j.bcp.2021.114431.
44. Luostarinen T., Virta J., Satopää J. et al. Intensive Care of Traumatic Brain Injury and Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage in Helsinki During the Covid-19 Pandemic. *Acta Neurochir*. 2020;162(11):2715–24. DOI: 10.1007/s00701-020-04583-4.
45. McCarthy C., Kokosi M., Bonella F.. Shaping the Future of an Ultra-Rare Disease: Unmet Needs in the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Alveolar Proteinosis. *Curr Opin Pulm Med*. 2019;25(5):450–8. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000601.
46. Mutlu G., Factor P. Alveolar Epithelial β 2-Adrenergic Receptors. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2008;38(2):127–34. DOI: 10.1165/rcmb.2007-0198TR.
47. Nersesjan V., Amiri M., Lebech A. et al. Central and Peripheral Nervous System Complications of COVID-19: A Prospective Tertiary Center Cohort With 3-Month Follow-Up. *J Neurol*. 2021;13:1–9. DOI: 10.1007/s00415-020-10380-x.
48. Noveanu M., Breidthardt T., Reichlin T. et al. Effect of oral beta-blocker on short and long-term mortality in patients with acute respiratory failure: results from the BASEL-II-ICU study. *Crit Care*. 2010;14:R198. DOI: 10.1186/cc9317.
49. Panico K., Abrahão M., Trentin-Sonoda M. et al. Cardiac Inflammation After Ischemia-Reperfusion of the Kidney: Role of the Sympathetic Nervous System and the Renin-Angiotensin System. *Cell Physiol Biochem*. 2019;53(4):587–605. DOI: 10.33594/000000159.
50. Pinto-Sietsma S., Flossdorf M., Buchholz V. et al. Antihypertensive drugs in COVID-19 infection. *European Heart Journal - Cardiovascular Pharmacotherapy*. 2020;6(6):415–416. DOI:10.1093/ehjcvp/pvaa058.
51. Radzikowska U., Ding M., Tan G. et al. Distribution of ACE2, CD147, CD26, and Other SARS-CoV-2 Associated Molecules in Tissues and Immune Cells in Health and in Asthma, COPD, Obesity, Hypertension, and COVID-19 Risk Factors. *Allergy*. 2020;75(11):2829–45. DOI: 10.1111/all.14429.
52. Sweeney RM, Griffiths M, McAuley D. Treatment of Acute Lung Injury: Current and Emerging Pharmacological Therapies. In: *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. 2013;34(4):487-98. DOI: 10.1055/s-0033-1351119.
53. Tomar B., Anders H., Desai J., Mulay S. Neutrophils and Neutrophil Extracellular Traps Drive Necroinflammation in COVID-19. *Cells*. 2020;9(6):1383. DOI: 10.3390/cells9061383.
54. Vasanthakumar N. Beta-Adrenergic Blockers as a Potential Treatment for COVID-19 Patients. *Bioessays*. 2020; 42(11):e2000094. DOI: 10.1002/bies.202000094.
55. Verbrugge F., Duchenne J., Bertrand P. et al. Uptitration of Renin-Angiotensin System Blocker and Beta-Blocker Therapy in Patients Hospitalized for Heart Failure With

Reduced Versus Preserved Left Ventricular Ejection Fractions. *Am J Cardiol.* 2013;112(12):1913–20. DOI: 10.1016/j.amjcard.2013.08.013.

56. Vilar S., Sobarzo-Sanchez E., Santana L., Uriarte E. Molecular Docking and Drug Discovery in β -Adrenergic Receptors. *Curr Med Chem.* 2017;24(39):4340–59. DOI: 10.2174/0929867324666170724101448.

57. Villanueva C., Albillos A., Genescà J. et al. β -blockers to Prevent Decompensation of Cirrhosis in Patients With Clinically Significant Portal Hypertension (PREDESCI): A Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled, Multicentre Trial. *Lancet.* 2019;393(10181):1597–608 DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31875-0.

58. Ware L., Matthay M. Alveolar Fluid Clearance is Impaired in the Majority of Patients With Acute Lung Injury and the Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163(6):1376–83. DOI:10.1164/ajrccm.163.6.2004035.

59. Yan F., Huang F., Xu J. et al. Antihypertensive drugs are associated with reduced fatal outcomes and improved clinical characteristics in elderly COVID-19 patients. *Cell Discov.* 2020;6:77. DOI: 10.1038/s41421-020-00221-6.

References:

1. Murkamilov, I., Aitbaev, K., Murkamilova, Zh., Kudaibergenova, I., Maanaev, T., Sabirov, I., & Yusupov, F. (2021). Coronavirus Disease-2019 (COVID-19): Course and Long-term Consequences. *Bulletin of Science and Practice*, 7(9), 271-291. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/24>

2. Murkamilov, I. T., Sabirov, I. S., Fomin, V. V., Kudaibergenova, I. O., & Yusupov, F. A. (2021). Clinical and functional manifestations of covid-19 in young persons: subclinical kidney damage in the focus. *The Scientific Heritage*, (70-2), 26-34. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-70-2-26-34>

3. Murkamilov, I. T., Sabirov, I. S., Fomin, V. V., Kudaibergenova, I. O., Murkamilova, Zh. A., & Yusupov, F. A. (2021). Growth factor of vessel endothelium in new coronaviral disease - 2019 (COVID-19) complicated with pneumoni. *Voprosy biologicheskoi, meditsinskoi i farmatsevticheskoi khimii*, 24(6), 3-10. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-06-01>

4. Sabirov, I. S. (2021). Kawasaki-podobnyi sindrom pri novoi koronavirusnoi infektsii (COVID-19). *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiiskogo Slavyanskogo universiteta*, 21(1), 74-81.

5. Sabirov, I. S., Abduvakhapov, B. Z., Mamedova, K. M., Sultanova, M. S., & Sabirova, A. I. (2021). Gerontologicheskie aspekty kliniko-patogeneticheskikh osobennosti novoi koronavirusnoi infektsii (COVID-19). *The Scientific Heritage*, (61-2). <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-61-2-45-53>

6. Sabirov, I. S., Kozhoeva, M. Z., Ibadullaev, B. M., & Madaminov, Zh. B. (2021). Sarkopeniya i novaya koronavirusnaya infektsiya (COVID-19). *The Scientific Heritage*, (63-2). <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-63-2-39-46>

7. Sabirov, I. S., Mamedova, K. M., Sultanova, M. S., Kozhoeva, M. Z., & Ibadullaev, B. M. (2021). Ozhirenie i novaya koronavirusnaya infektsiya (COVID-19): vzaimovliyanie dvukh pandemii. *The Scientific Heritage*, (63-2). <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-63-2-30-38>

8. Sabirov, I. S., Mamedova, K. M., Sultanova, M. S., Kozhoeva, M. Z., & Ibadullaev, B. M. (2021). Rol' i znachenie gipoksicheskogo komponenta v razvitii oslozhnenii novoi koronavirusnoi infektsii (COVID-19). *The Scientific Heritage*, (62-2). <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-62-2-21-28>

9. Sabirov, I. S., Murkamilov, I. T., Fomin, V. V., Sabirova, A. I., Mamytova, A. B., & Yusupov, F. A. (2021). Steroidno-indutsirovannyi diabet: sovremennyyi vzglyad na problemu i vozmozhnosti terapii. *The Scientific Heritage*, (70-2), 35-41. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-70-2-35-41>
10. Sabirov, I. S., Murkamilov, I. T., & Fomin, V. V. (2021). Kardioprotektivnyi potentsial inhibitorov natrii-glyukoznogo kotransportera (fokus na empafiflozin). *Kompleksnyye problemy serdechno-sosudistykh zabolevanii*, 10(3), 79-89. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2021-10-3-79-89>
11. Sabirov, I. S., Murkamilov, I. T., Fomin, V. V., & Sabirova, A. I. (2021). Prognosticheskoe znachenie D-dimera v razvitii tromboembolicheskikh oslozhnenii pri novoi koronavirusnoi infektsii (COVID-19). *The Scientific Heritage*, (60-2). <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-60-2-38-46>
12. Sabirov, I. S., Orozmatov, T. T., & Galautdinov, R. F. (2021). Faktory serdechno-sosudistogo riska pri novoi koronavirusnoi infektsii (COVID-19) na fone sakharnogo diabeta. *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiiskogo Slavyanskogo universiteta*, 21(5), 68-78.
13. Sabirova, A. I., Mamytova, A. B., Akramov, I. A., & Sabirov, I. S. (2021). Novaya koronavirusnaya infektsiya (COVID-19) i sakharnyi diabet: vzglyad stomatologa. *The Scientific Heritage*, (58-2), 44-51. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-58-2-44-51>
14. Fazylov, N. M., Orozmatov, T. T., Sabirov, I. S., Khasanova, Sh. Sh., & Sabirova, A. I. (2021). Pokazateli zhestkosti arterii, kak parametry prognoza razvitiya serdechno-sosudistykh oslozhnenii. *The Scientific Heritage*, (65-2), 48-54. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-65-2-48-54>
15. Tsoi, L. G., Sabirov, I. S., & Polupanov, A. G. (2021). Sostoyanie endotelial'noi funktsii u bol'nykh ishemicheskoi bolezniyu serdtsa pozhilogo vozrasta, oslozhnennoi khronicheskoi serdechnoi nedostatochnost'yu v protsesse lecheniya beta-blokatorom bisoprololom. *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiiskogo Slavyanskogo universiteta*, 21(1), 93-97.
16. Al-kuraishy, H., Al-Gareeb, A. I., Guerreiro, S. G., Cruz-Martins, N., & Batiha, G. E. S. (2021). COVID-19 in relation to hyperglycemia and diabetes mellitus. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 8, 335. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.644095>
17. Al-Kuraishy, H. M., Al-Gareeb, A. I., Qusty, N., Cruz-Martins, N., & Batiha, G. E. S. (2021). Sequential doxycycline and colchicine combination therapy in Covid-19: The salutary effects. *Pulmonary pharmacology & therapeutics*, 67, 102008. <https://doi.org/10.1016/j.pupt.2021.102008>
18. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Almulaiky Y. et al. Role of Leukotriene Pathway and Montelukast in Pulmonary and Extrapulmonary Manifestations of Covid-19: The Enigmatic Entity. *Eur J Pharmacol* (2021) 15:174196. DOI: 10.1016/j.ejphar.2021.174196.
19. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Alqarni M. et al. Pleiotropic Effects of Tetracyclines in the Management of COVID-19: Emerging Perspectives. *Front Pharmacol*. 2021; 12:136. DOI: 10.3389/fphar.2021.642822.
20. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Mostafa-Hedeab G. et al. Effects of β -Blockers on the Sympathetic and Cytokines Storms in Covid-19. *Front Immunol*. 2021;12:749291. DOI: 10.3389/fimmu.2021.749291.
21. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Qusti S. Arginine Vasopressin and Pathophysiology of COVID-19: An Innovative Perspective. *BioMed Pharmacother*. 2021;15:112193. DOI: 10.1016/j.biopha.2021.112193.

22. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Qusty N. et al. Impact of Sitagliptin in Non-Diabetic Covid-19 Patients. *Curr Molec Pharmacol*. 2021;1. DOI: 10.2174/1874467214666210902115650.
23. Al-Kuraishy H., Al-Gareeb A., Qusty N. et al. Sequential Doxycycline and Colchicine Combination Therapy in Covid-19: The Salutary Effects. *Pulm Pharmacol Ther*. 2021;67:102008. DOI: 10.1016/j.pupt.2021.102008.
24. Al-Qadi M., Kashyap R. A42 ARDS: Risk, Treatment, and Outcomes: Effect of Chronic Beta Blockers Use on Sepsis-Related Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015;191:1.
25. Ammar M., Hussein N.. Using Propranolol in Traumatic Brain Injury to Reduce Sympathetic Storm Phenomenon: A Prospective Randomized Clinical Trial. *Saudi J Anaesth* (2018) 12(4):514. DOI: 10.4103/sja.SJA_33_18.
26. Barbieri A., Robinson N., Palma G. et al. Can Beta-2-Adrenergic Pathway Be a New Target to Combat SARS-CoV-2 Hyperinflammatory Syndrome? Lessons Learned From Cancer. *Front Immunol* (2020) 11:2615. DOI: 10.3389/fimmu.2020.588724.
27. Boyer N, Signoret-Genest J, Artola A, Dallel R, Monconduit L. Propranolol Treatment Prevents Chronic Central Sensitization Induced by Repeated Dural Stimulation. *Pain*. 2017. 158(10):2025–34. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000001007.
28. Bratton S., Chestnut R., Ghajar J. et al. Brain Trauma Foundation; American Association of Neurological Surgeons; Congress of Neurological Surgeons; Joint Section on Neurotrauma and Critical Care, AANS/CNS. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma*. 2007;24(Suppl 1):S59–64. DOI: 10.1089/neu.2007.9987.
29. Chou S., Beghi E., Helbok R. Global Incidence of Neurological Manifestations Among Patients Hospitalized With COVID-19-A Report for the GCS-NeuroCOVID Consortium and the ENERGY Consortium. *JAMA Netw Open*. 2021.4(5):e2112131. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.12131.
30. Chouchana, L., Beeker, N., Garcelon, N. et al. Association of Antihypertensive Agents with the Risk of In-Hospital Death in Patients with Covid-19. *Cardiovasc Drugs Ther* (2021). DOI:10.1007/s10557-021-07155-5.
31. Cleland J., Bunting K., Flather M. et al. Beta-Blockers for Heart Failure With Reduced, Mid-Range, and Preserved Ejection Fraction: An Individual Patient-Level Analysis of Double-Blind Randomized Trials. *Eur Heart J*. 2018;39(1):26–35. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx564.
32. Clemente-Moragón A., Martínez-Milla J., Oliver E., et al. Metoprolol in critically ill patients with COVID-19. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78:1001-1011, doi:10.1016/j.jacc.2021.07.003
33. Dakhale G., Sharma V., Thakre M., Kalikar M. Low-Dose Sodium Valproate Versus Low-Dose Propranolol in Prophylaxis of Common Migraine Headache: A Randomized, Prospective, Parallel, Open-Label Study. *Indian J Pharmacol*. 2019;51(4):255. DOI: 10.4103/ijp.IJP_457_18.
34. DeKosky S., Kochanek P., Valadka A. et al. Blood Biomarkers for Detection of Brain Injury in COVID-19 Patients. *J Neurotrauma*. 2021;38(1):1–43. DOI: 10.1089/neu.2020.7332.
35. Del Rio R., Marcus N., Inestrosa N. Potential Role of Autonomic Dysfunction in Covid-19 Morbidity and Mortality. *Front Physiol*. 2020;11:56174. DOI: 10.3389/fphys.2020.561749.
36. Díaz H, Toledo C., Andrade D. et al. Neuroinflammation in Heart Failure: New Insights for an Old Disease. *J Physiol*. 2020;598(1):33–59. DOI: 10.1113/JP278864
37. Do D., Sheen V., Bromfield E. Treatment of Paroxysmal Sympathetic Storm With Labetalol. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2000;69(6):832–3. DOI: 10.1136/jnnp.69.6.832.

38. Flierl M., Rittirsch D., Nadeau B. et al. Upregulation of Phagocyte-Derived Catecholamines Augments the Acute Inflammatory Response. *PloS One*. 2009;4(2):e4414. DOI: 10.1371/journal.pone.0004414.
39. Henriquez A., Snow S., Schladweiler M. et al. Adrenergic and Glucocorticoid Receptor Antagonists Reduce Ozone-Induced Lung Injury and Inflammation. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2018;339:161–71. DOI: 10.1016/j.taap.2017.12.006.
40. Jin R., Liu S., Wang M. et al. Inhibition of CD147 Attenuates Stroke-Associated Pneumonia Through Modulating Lung Immune Response in Mice. *Front Neurol* (2019) 10:853. DOI: 10.3389/fneur.2019.00853.
41. Lampert R., Burg M., Jamner L. et al. Effect of β -blockers on triggering of symptomatic atrial fibrillation by anger or stress. *Heart Rhythm*. 2019;16(8):1167–73. DOI: 10.1016/j.hrthm.2019.03.004.
42. Levy E., McVeigh U., Ramsay A. paroxysmal sympathetic hyperactivity (sympathetic storm) in a patient with permanent vegetative state. *J Palliat Med* (2011) 14(12):1355–7. DOI: 10.1089/jpm.2010.0444.
43. Lugnier C., Al-Kuraishy H., Rousseau E. PDE4 Inhibition as a therapeutic strategy for improvement of pulmonary dysfunctions in Covid-19 and cigarette smoking. *Biochem Pharmacol*. 2021;185:114431. DOI: 10.1016/j.bcp.2021.114431.
44. Luostarinen T., Virta J., Satopää J. et al. Intensive Care of Traumatic Brain Injury and Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage in Helsinki During the Covid-19 Pandemic. *Acta Neurochir*. 2020;162(11):2715–24. DOI: 10.1007/s00701-020-04583-4.
45. McCarthy C., Kokosi M., Bonella F.. Shaping the Future of an Ultra-Rare Disease: Unmet Needs in the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Alveolar Proteinosis. *Curr Opin Pulm Med*. 2019;25(5):450–8. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000601.
46. Mutlu G., Factor P. Alveolar Epithelial β 2-Adrenergic Receptors. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2008;38(2):127–34. DOI: 10.1165/rcmb.2007-0198TR.
47. Nersesjan V., Amiri M., Lebech A. et al. Central and Peripheral Nervous System Complications of COVID-19: A Prospective Tertiary Center Cohort With 3-Month Follow-Up. *J Neurol*. 2021;13:1–9. DOI: 10.1007/s00415-020-10380-x.
48. Noveanu M., Breidthardt T., Reichlin T. et al. Effect of oral beta-blocker on short and long-term mortality in patients with acute respiratory failure: results from the BASEL-II-ICU study. *Crit Care*. 2010;14:R198. DOI: 10.1186/cc9317.
49. Panico K., Abrahão M., Trentin-Sonoda M. et al. Cardiac Inflammation After Ischemia-Reperfusion of the Kidney: Role of the Sympathetic Nervous System and the Renin-Angiotensin System. *Cell Physiol Biochem*. 2019;53(4):587–605. DOI: 10.33594/000000159.
50. Pinto-Sietsma S., Flossdorf M., Buchholz V. et al. Antihypertensive drugs in COVID-19 infection. *European Heart Journal - Cardiovascular Pharmacotherapy*. 2020;6(6):415–416. DOI:10.1093/ehjcvp/pvaa058.
51. Radzikowska U., Ding M., Tan G. et al. Distribution of ACE2, CD147, CD26, and Other SARS-CoV-2 Associated Molecules in Tissues and Immune Cells in Health and in Asthma, COPD, Obesity, Hypertension, and COVID-19 Risk Factors. *Allergy*. 2020;75(11):2829–45. DOI: 10.1111/all.14429.
52. Sweeney RM, Griffiths M, McAuley D. Treatment of Acute Lung Injury: Current and Emerging Pharmacological Therapies. In: *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. 2013;34(4):487-98. DOI: 10.1055/s-0033-1351119.

53. Tomar B., Anders H., Desai J., Mulay S. Neutrophils and Neutrophil Extracellular Traps Drive Necroinflammation in COVID-19. *Cells*. 2020;9(6):1383. DOI: 10.3390/cells9061383.
54. Vasanthakumar N. Beta-Adrenergic Blockers as a Potential Treatment for COVID-19 Patients. *Bioessays*. 2020; 42(11):e2000094. DOI: 10.1002/bies.202000094.
55. Verbrugge F., Duchenne J., Bertrand P. et al. Uptitration of Renin-Angiotensin System Blocker and Beta-Blocker Therapy in Patients Hospitalized for Heart Failure With Reduced Versus Preserved Left Ventricular Ejection Fractions. *Am J Cardiol*. 2013;112(12):1913–20. DOI: 10.1016/j.amjcard.2013.08.013.
56. Vilar S., Sobarzo-Sanchez E., Santana L., Uriarte E. Molecular Docking and Drug Discovery in β -Adrenergic Receptors. *Curr Med Chem*. 2017;24(39):4340–59. DOI: 10.2174/0929867324666170724101448.
57. Villanueva C., Albillos A., Genescà J. et al. β -blockers to Prevent Decompensation of Cirrhosis in Patients With Clinically Significant Portal Hypertension (PREDESCI): A Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled, Multicentre Trial. *Lancet*. 2019;393(10181):1597–608 DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31875-0.
58. Ware L., Matthay M.. Alveolar Fluid Clearance is Impaired in the Majority of Patients With Acute Lung Injury and the Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;163(6):1376–83. DOI:10.1164/ajrccm.163.6.2004035.
59. Yan F., Huang F., Xu J. et al. Antihypertensive drugs are associated with reduced fatal outcomes and improved clinical characteristics in elderly COVID-19 patients. *Cell Discov*. 2020;6:77. DOI: 10.1038/s41421-020-00221-6.

*Работа поступила
в редакцию 18.03.2022 г.*

*Принята к публикации
23.03.2022 г.*

Ссылка для цитирования:

Голдыш Ю., Мамыева А., Мусаева Ш., Шерали М., Жыргалбекова С., Сабирова А. И. Возможности использования бета-адреноблокаторов при катехоламиновом шторме у больных новой коронавирусной инфекцией (COVID-19) // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №5. С. 348-361. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/41>

Cite as (APA):

Goldysh, Yu., Mamyeva, A., Musaeva, Sh., Sheraly, M., Zhyrgalbekova, S., & Sabirova, A. (2022). Possibilities of using Beta-blockers in Catecholamine Storm in Patients with Novel Coronavirus Infection (COVID-19). *Bulletin of Science and Practice*, 8(5), 348-361. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/41>