

© Коллектив авторов, 2021

DOI: 10.21886/2712-8156-2021-2-1-102-109

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА К КОРОНАВИРУСУ SARS-COV-2 У СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ И ВРАЧЕЙ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ В АКТИВНУЮ ФАЗУ ПАНДЕМИИ COVID-19

А.В. Кубышкин, И.И. Фомочкина, Е.С. Крутиков, Т.П. Сатаева, Е.С. Агеева, А.Н. Захарова

Медицинская академия имени С.И. Георгиевского (структурное подразделение)

ФГАУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия

Цель: изучение факторов, влияющих на показатели гуморального иммунитета у студентов-медиков и врачей города Симферополя путем анкетирования и серологического тестирования. Полученные данные могут свидетельствовать о довольно высокой вовлеченности студентов медицинских вузов и медработников в процессы формирования популяционного иммунитета к COVID-19. **Материалы и методы:** в период с 14.09.20 по 06.10.20 в Центральной научно-исследовательской лаборатории Медицинской академии имени С.И. Георгиевского методом иммуноферментного анализа с целью выявления сывороточных антител IgG к коронавирусу SARS-CoV-2 были обследованы 67 студентов, а также 19 врачей и медсестер, проживающих в Республике Крым. Все обследуемые лица прошли онлайн-анкетирование. **Результаты:** по данным ИФА (иммуноферментного анализа), антитела к CoV-19 были выявлены у 14 студентов (20,9% [18,3%; 25,1%]), а также у 6 медработников (31,6% [28,9%; 34,2%]) от общего числа обследуемых. Проведенное анкетирование выявило ряд неблагоприятных факторов, способствующих истощению иммунных резервов организма как у студентов, так и у медицинских работников. **Заключение:** исследования серопревалентности к коронавирусу SARS-CoV-2 в различных группах населения, а также механизмов и особенностей сероконверсии, кинетики иммунного ответа и напряженности гуморального иммунитета играют чрезвычайно важную роль в формировании стратегии и тактики противоэпидемических мероприятий, а в будущем — вакцинопрофилактики COVID-19.

Ключевые слова: коронавирус, антитела, студенты, анкетирование, коллективный иммунитет.

Получено: 15.12.2020. **Принято к печати:** 14.01.2021.

Для цитирования: Кубышкин А.В., Фомочкина И.И., Крутиков Е.С., Сатаева Т.П., Агеева Е.С., Захарова А.Н. Исследование факторов, влияющих на формирование гуморального иммунитета к коронавирусу SARS-COV-2 у студентов-медиков и врачей республики Крым в активную фазу пандемии COVID-19. *Южно-Российский журнал терапевтической практики*. 2021;2(1):102-109. DOI: 10.21886/2712-8156-2021-2-1-102-109.

Контактное лицо: Крутиков Евгений Сергеевич, nephrostar@yandex.ru.

EVALUATION OF THE FACTORS AFFECTING THE FORMATION OF HUMORAL IMMUNITY TO THE SARS-COV-2 CORONAVIRUS IN MEDICAL STUDENTS AND DOCTORS OF THE REPUBLIC OF CRIMEA DURING ACTIVE PHASE OF THE COVID-19 PANDEMIC

A.V. Kubyshkin, I.I. Fomochkina, E.S. Krutikov, T.P. Sataieva, E.S. Ageeva, A.N. Zakharova

S.I. Georgievsky Medical Academy (structural division) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Simferopol, Russia

Purpose: to study the factors that affect the indicators of humoral immunity in medical students and doctors of the city of Simferopol by means of questionnaires and serological testing. The data obtained may indicate a fairly high involvement of medical students and medical workers in the processes of formation of population immunity to COVID-19. **Materials and methods:** from 14.09.20 to 06.10.20 the 67 students, as well as 19 doctors and nurses living in the Republic of Crimea have been examined by the method of enzyme immunoassay to detect IgG serum antibodies to the SARS-CoV-2 coronavirus. All the examined subjects completed the online questionnaire. **Results:** According to the ELISA the antibodies to CoV-19 were detected in 14 students (20,9% [18,3%; 25,1%]), as well as in 6 health workers (31,6% [28,9%; 34,2%]) of the total examined number. The survey revealed a number of adverse factors that contribute to the depletion of the body's immune reserves in both students and medical professionals. **Conclusion:** the studies of the seroprevalence to the SARS-CoV-2 coronavirus in various population groups, as well as the mechanisms and features of seroconversion, the kinetics of the immune response

and the intensity of humoral immunity may possess an extremely important role in developing the strategy and tactics of antipandemic measures and in the future COVID-19 vaccine prophylaxis.

Keywords: coronavirus, antibodies, students, questionnaire survey, collective immunity.

Received: 15.12.2020. **Accepted:** 14.01.2021.

For citation: Kubyshev A.V., Fomochkina I.I., Krutikov E.S., Sataeva T.P., Ageeva E.S., Zakharova A.N. Evaluation of the factors affecting the formation of humoral immunity to the SARS-CoV-2 coronavirus in medical students and doctors of the Republic of Crimea during active phase of the COVID-19 pandemic. *South Russian Journal of Therapeutic Practices*. 2021;2(1):102-109. DOI: 10.21886/2712-8156-2021-2-1-102-109.

Corresponding author: Evgeniy S. Krutikov, nephrostar@yandex.ru.

Введение

В настоящее время во всем мире наблюдается вторая волна пандемии COVID-19, которая во многих странах по своим масштабам значительно превзошла первую вспышку инфекции [1]. Непрерывно мутируя, коронавирус SARS-CoV-2 лавинообразно распространяется среди различных человеческих популяций, что делает его глобальной угрозой для человечества в XXI столетии. Согласно опубликованным отчетам недавних зарубежных исследований, значительное число бессимптомных носителей возбудителя COVID-19 или пациентов с легкой формой болезни в виду их активного контакта с окружающими может вносить существенный вклад в стремительное распространение инфекции среди населения [2]. С другой стороны, возрастание количества бессимптомно переболевших людей вносит определённый вклад в снижение темпов инфицирования и снижает нагрузку на здравоохранение за счет формирования коллективного иммунитета. Именно поэтому в разных странах активно проводятся исследования, изучающие и сравнивающие серопревалентность среди различных категорий населения. Согласно опубликованным данным, пороговый уровень популяционного иммунитета, необходимый для угасания инфекции, должен составлять не менее 60–70% [3]. Однако в недавнем исследовании по COVID-19 было высказано предположение, что этот показатель может быть снижен до 40% [4], что, в свою очередь, во многом зависит от качества жизни людей в современных условиях, активности их контактов, а также эффективности противоэпидемических мероприятий.

Масштабные исследования по данной тематике были проведены в Китае, США, Испании, Швейцарии и Швеции [5–7]. Согласно опубликованным данным, можно сделать выводы о довольно низких уровнях серопревалентности к коронавирусу SARS-CoV-2 среди населения даже наиболее пострадавших регионов. Так, по результатам проведённого в Испании изучения

гуморального иммунитета населения при обследовании 61 075 человек, IgG к коронавирусу SARS-CoV-2 были обнаружены только у 5,0%. При этом в некоторых областях страны серопревалентность превышала 13% [8]. Аналогичные результаты были получены в Швейцарии: доля серопозитивных лиц среди населения составила 10,8% [6]. В то же время серологическое тестирование, проведённое в крупных городах США, позволило выявить антиSARS-CoV-2 IgG у 44% обследованных [9]. Вместе с тем в Швеции, где не были введены жесткие карантинные мероприятия, антитела к возбудителю COVID-19 были выявлены лишь у 7,3% населения [10].

В конце августа Роспотребнадзор подвел итоги первого этапа исследования популяционного иммунитета, в ходе которого было протестировано более 71 тыс. человек из 26 регионов России. В 11 регионах уровень коллективного иммунитета превысил 20%, а среди групп населения самый высокий уровень продемонстрировали работники зоны риска — здравоохранения и образования. Отечественные эксперты сходятся во мнении, что этот показатель крайне мал и по-прежнему как в России, так и в столице остается значительная популяция людей, которые имеют высокий риск заражения¹.

Полученные результаты свидетельствуют о значительных различиях в серопревалентности к SARS-CoV-2, регистрируемой в разных странах и регионах мира. При этом стоит учитывать кратковременность приобретенного гуморального иммунитета, поскольку считается, что циркуляция антител в крови переболевших сохраняется примерно 3 месяца.

Исследования, нацеленные на изучение коллективного иммунитета к коронавирусу SARS-CoV-2, играют важную роль в системе мирового здравоохранения, поскольку их результаты могут иметь критическое значение как для изучения основных тенденций эпидемического процесса, так и для разработки государственных противоэпидемических мероприятий и учитываться при разработке и тестировании вакцин.

¹ Приложение к письму Роспотребнадзора от 25.01.2020 №02/877-2020-27. Предварительные рекомендации по предупреждению распространения новой коронавирусной инфекции (2019-nCoV) в медицинских организациях

Наряду с выполнением вышеуказанных масштабных и дорогостоящих общенациональных исследований представляется целесообразным проведение исследований по изучению серопревалентности у значительно меньших выборок обследуемых лиц определённой профессии, что позволит выявить факторы, влияющие на особенности формирования гуморального ответа у разных категорий населения.

Цель исследования — изучение факторов, влияющих на показатели гуморального иммунитета у студентов-медиков и врачей города Симферополя путем анкетирования и серологического тестирования.

Материалы и методы

Данное исследование проводилось в рамках мероприятий широкомасштабного проекта Роспотребнадзора по оценке популяционного иммунитета к вирусу SARS-CoV-2 у населения Российской Федерации. В период с 14.09.20 по 06.10.20 в Центральной научно-исследовательской лаборатории Медицинской академии имени С.И. Георгиевского были обследованы 67 студентов (39 девушек и 28 юношей), обучающихся на 4–6 курсах Медицинской академии С.И. Георгиевского (г. Симферополь) в возрасте от 21 года до 28 лет. Вес обследуемых студентов составил от 43 до 82 кг. Критериями отбора для тестирования обучающихся служили:

а) работа в медучреждении (стаж работы составил от 1 месяца до 5 лет), $n = 41$;

б) недавний контакт с больными COVID-19, $n = 17$;

в) перенесённая коронавирусная инфекция в анамнезе, $n = 9$.

География проживания обучающихся представлена на рис. 1.



Рисунок 1. География проживания обучающихся в Медицинской академии им. С.И. Георгиевского.

В этот же период нами было обследовано 19 врачей и медсестер (15 человек — сотрудники КММЦ Святителя Луки, 4 человека — сотрудни-

ки ГБУЗ РК «Симферопольская больница скорой медицинской помощи № 6»), которые проживают в г. Симферополь и которые изъявили желание обследоваться на наличие антител к коронавирусу SARS-CoV-2. Среди них 11 женщин и 8 мужчин в возрасте от 32 лет до 51 года. Вес обследуемых медработников составил от 53 кг до 87 кг. Стаж работы — от 5 до 18 лет.

Перед началом исследования все участники были ознакомлены с целью и методикой исследования и подписали информированное согласие. Все обследуемые лица прошли онлайн-анкетирование, состоящее из 43 вопросов.

Образцы крови обследуемых лиц отбирали в вакутайнеры с этилендиаминтетрауксусной кислотой (ЭДТА) и центрифугировали. Плазму отделяли от клеточных элементов, переносили в пробирки Эппендорфа и хранили до исследования при температуре 4 °C. Выявление сывороточных IgG к коронавирусу SARS-CoV-2 методом иммуноферментного анализа (ИФА) проводили с использованием диагностического набора «ЭБМ-SARS-CoV-2-ИФА-IgG» (производства ООО «Эпидбиомед-диагностика», Россия). Постановку реакции и расчёт коэффициента позитивности осуществляли в соответствии с инструкциями производителя. При внесении в лунки исследуемых образцов IgG к SARS-CoV-2 связывались с рекомбинантным нуклеокапсидным антигеном SARS-CoV-2 на твёрдой фазе, образуя комплексы антиген-антитело. Иммунные комплексы выявляли мечеными пероксидазой моноклональными антителами к IgG человека. После отмывания несвязанных компонентов в лунки добавляли раствор проявителя. Пероксидазную реакцию останавливали стоп-реагентом и измеряли оптическую плотность смеси в лунках при длине волны 450/620 нм, которая пропорциональна концентрации IgG к SARS-CoV-2 в образцах.

Полученные результаты подвергались проверке на нормальность распределения и репрезентативность выборки. Статистическая обработка данных проводилась с использованием методов вариационной статистики с применением лицензионного программного пакета Microsoft Office Excel-2016. Доверительные интервалы долей при выявлении иммуноглобулинов рассчитывали по распределению Пуассона через χ^2 . Обработка результатов анкетирования позволила получить необходимые данные по отдельным категориям факторов, выявились типичные характеристики, а также наметились тенденции изменения исследованных показателей здорового образа жизни у студентов и врачей.

Результаты

Полученные данные могут свидетельствовать о довольно высокой вовлечённости сту-

дентов медицинских вузов и медработников в процессы формирования популяционного иммунитета к COVID-19. По данным иммуноферментного анализа (ИФА) антитела к SARS-CoV-2 были выявлены у 14 студентов (20,9% [18,3%; 25,1%] от общего числа обследуемых). При этом симптомы новой коронавирусной инфекции проявились у 8 обследуемых с положительными антителами (57,1% [47,4%; 59,3%]). ПЦР-тестирование прошли 55,6% опрошенных, при этом тест был положительным у 13,0% студентов. Статистически значимых гендерных различий по серопозитивности выявлено не было.

Группы крови у студентов с выявленными антителами распределились следующим образом: I группа встречалась в 21% случаев, II — в 43%, III — в 29%, IV — в 7%. Все студенты были резус-положительны.

Из восьми студентов, непрерывно работающих в «красной» зоне, антитела были выявлены у семи обучающихся (87,5% [85,3%; 89,2%]). Двое из них подтвердили симптомы коронавирусной инфекции, несмотря на строгие меры защиты, у остальных течение болезни было бессимптомным или проходило в легкой форме. В целом, из 46 работающих студентов антитела выявились у 13 человек, что составляет 28,3% [8,86%; 15,01%], при этом 64,6% опрошенных

утверждают, что перенесли инфекцию практически бессимптомно (рис. 2).

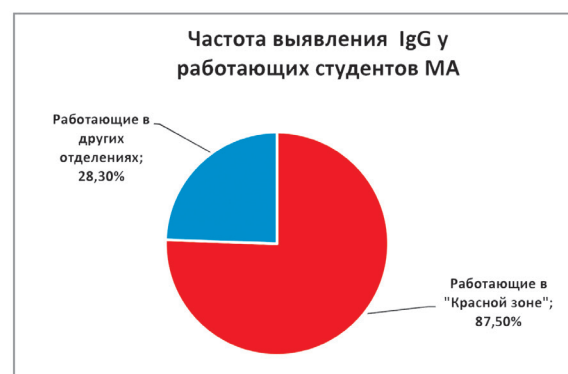


Рисунок 2. Серопревалентность у работающих в ЛПУ студентов Медицинской академии им. С.И. Георгиевского.

В целом, симптомы ОРВИ / ОРЗ за последние 6 месяцев отмечались у всех обследуемых: у 5% симптомы наблюдались однократно, у 9% — двукратно, у 33% — 3–4 раза, у 53% симптомы наблюдались 5 раз за полгода и более, причём 9% студентов утверждают, что болели пневмонией 1 раз на протяжении учебного года, 2% болели 2 раза, 89% опрошенных утверждают, что не болели вообще (рис. 3).

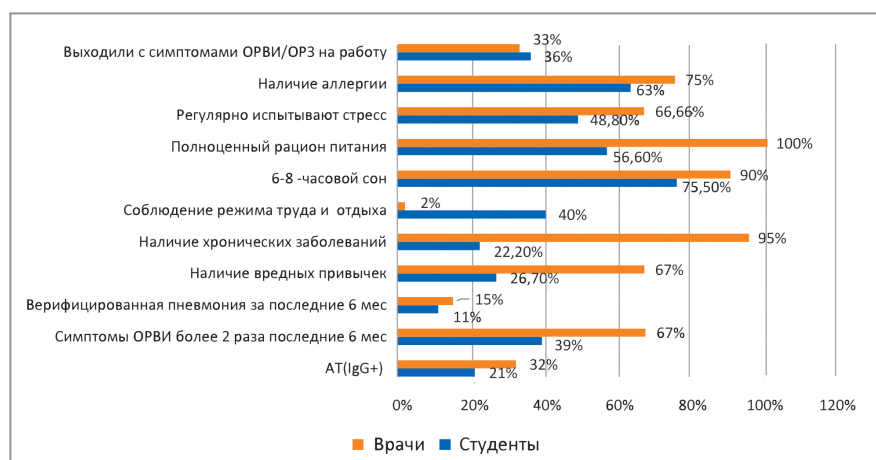


Рисунок 3. Результаты анкетирования по изучению факторов образа жизни студентов-медиков и врачей Республики Крым.

Обсуждение

Считается, что до 80% всех случаев инфицирования COVID-19 могут протекать бессимптомно [5]. Некоторые авторы называют это состояние бессимптомным носительством, при котором в мазках из зева или плазме крови методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) нередко выделяется вирусная РНК. Такое состояние чаще всего квалифицируется как бессимптомное те-

чение инфекции и/или бессимптомное носительство [7], на которое может формироваться иммунный, в том числе адаптивный ответ. Такие носители чаще всего попадают в поле зрения исследователей только в случае проведения каких-либо массовых обследований, либо с целью определения уровней инфицированности, либо, как в данном случае, с целью исследования популяционного иммунитета. В то же время отсутствие явных симптомов заболевания не по-

зволяет с достаточной степенью достоверности оценить реальное распространение инфекции и сроки формирования прочного популяционного иммунитета. При этом роль студентов-медиков в формировании коллективного иммунитета может быть весьма существенна, на это влияет не только высокая вероятность контакта с инфицированными, но также их высокая социальная активность, о которой свидетельствует тот факт, что 36% опрошенных выходят на работу с симптомами ОРЗ/ОРВИ. Из-за нежелания отрабатывать пропуски практически все студенты неоднократно посещали занятия с респираторными симптомами. При этом 5% опрошенных не считают целесообразным использование индивидуальных средств защиты в общественных местах.

Учитывая, что ряд студентов, несмотря на контакты с зараженными лицами, не имел ни выраженных клинических, ни серологических признаков инфицирования, и соответственно не был отнесен к реконвалесцентам после COVID-19, то с высокой долей вероятности можно утверждать, что данные лица могли перенести заболевание в инapparантной форме и могут обладать определенным адаптивным ответом. Подобное состояние можно также трактовать как феномен инapparантной сероконверсии в рамках проявления общепопуляционного иммунитета, столь необходимого для преодоления коронавирусной пандемии. Данное явление можно объяснить быстрым исчезновением антител после выздоровления, индивидуальными особенностями иммунной системы, в том числе за счет развития иммунотолерантности, а также реализацией иммунного ответа преимущественно Т-клетками, что требует дальнейшего изучения генетического полиморфизма.

Важнейшим фактором, влияющим на иммунитет, является образ жизни. Проведенное анкетирование выявило ряд неблагоприятных факторов, способствующих истощению иммунных резервов организма.

В частности, 62,2% анкетированных утверждают, что регулярно испытывают сильный стресс, 26,6% студентов имеют вредные привычки, преимущественно курение, 56,6% считает свой рацион неполноценным. Причем неполноценный рацион питания может быть обусловлен тем, что 38% студентов испытывают нехватку финансов. Нарушения синтеза мелатонина могут наблюдаться у 22,2% обучающихся, в связи с продолжительностью сна менее 6 часов, из-за высокой тревожности 13,2% регулярно страдают бессонницей. При этом, несмотря на молодой возраст, 22,2% опрошенных уже имеют хронические заболевания, среди которых преобладают гастрит и хронический тонзиллит, 37% имеют аллергические проявления различного генеза.

Указанные факторы образа жизни могут замедлять темпы формирования широкой иммунной прослойки населения за счет торможения и неустойчивости приобретенного иммунитета, а также вызывать диспропорцию иммуноглобулинов.

Довольно интересным аспектом формирования коллективного иммунитета может служить отношение к собственному здоровью. Несмотря на то, что 87% студентов утверждают, что заботятся о своем здоровье, лишь 24% регулярно занимаются спортом, 62% опрошенных практически не употребляют таблетированные витамины и иммуномодуляторы, 34% бесконтрольно принимают антибиотики, 93% студентов предпочитают лечиться самостоятельно (рис.4). При этом 100% респондентов утверждают, что знают первичные симптомы COVID-19 и тактику поведения в очаге инфекции.



Рисунок 4. Результаты анкетирования по изучению отношения к состоянию собственного здоровья студентов-медиков и врачей Республики Крым.

При обследовании врачей антитела к SARS-CoV-2 были выявлены у 6 сотрудников из 19 обследуемых, что составило 31,6% [28,9%; 34,2%]. При этом симптомы новой коронавирусной инфекции проявились лишь у 3 обследуемых с положительными антителами. Верифицированные посредством ПЦР случаи SARS-CoV-2 выявлены у 4 сотрудников. При этом все обследуемые проходили ПЦР-тестирование в августе 2020 г. Кроме того, 80% опрошенных утверждают, что их родные и близкие перенесли коронавирусную инфекцию. Симптомы ОРВИ в летний период проявились у 9 сотрудников, включая серопозитивных. Основными симптомами, со слов обследуемых, было повышение температуры до 37,2–38°C, насморк, кашель, боль в теле. Длительность лихорадки, как правило, не превышала 3–7 дней.

У сотрудников с подтвержденными антителами преобладала II и I резус-положительная группы крови, которые являются самыми распространенными в популяции.

В целом многие факторы образа жизни врачей и студентов-медиков были схожими. Однако анализ состояния здоровья медработников свидетельствует о его существенном ухудшении: по сравнению со студентами наличие хронических заболеваний отмечалось уже у 95% опрошенных, в структуре которых преобладали хронический тонзиллит — 25%, гастрит — 45%, гипертония — 18%, 15% перенесли пневмонию. При этом 75% медработников утверждают, что не имеют аллергических заболеваний. Полноценный рацион питания в отличие от учащихся могут позволить себе 100% опрошенных.

В 100% случаев опрошенные утверждают, что не соблюдают режим труда и отдыха, 66,7% часто испытывают сильный стресс, но при этом стараются спать не менее 6 часов в сутки. Вредные привычки (курение) имеют 66,7% анкетированных.

Доля работников, которые утверждают, что заботятся о своем здоровье, составляет 67%, при этом 60% медработников не принимают регулярно витамины и / или иммуномодуляторы, только 3% регулярно занимаются спортом. Однако по сравнению со студентами медработники начинают терапию с антибиотиков гораздо реже (в 20% случаев), 33% опрошенных при возникновении симптомов ОРВИ / ОРЗ обращаются за медицинской помощью. Вместе с тем 33% медработников выходили с симптомами ОРВИ / ОРЗ на работу.

Выводы

Исследования серопревалентности к коронавирусу SARS-CoV-2 в различных группах населения, а также механизмов и особенностей сероконверсии, кинетики иммунного ответа и напряженности гуморального иммунитета играют чрезвычайно важную роль в формировании стратегии и тактики противоэпидемических мероприятий, а в будущем — вакцинопрофилактики COVID-19. Дальнейшие исследования в этом направлении, например, по изучению напряженности противовирусного иммунитета в зависимости от степени тяжести инфекции, несомненно, должны быть продолжены и расширены с целью получения более полной и достоверной информации о состоянии популяционного иммунитета к коронавирусу SARS-CoV-2 в Республике Крым.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Financing. The study did not have sponsorship.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. Authors declares no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, Yang B, Song J, et al. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med*. 2020;382(8):727–733. doi: 10.1056/NEJMoa2001017.
2. Kannan S, Shaik Syed Ali P, Sheeza A, Hemalatha K. COVID-19 (Novel Coronavirus 2019) - recent trends. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2020;24(4):2006–2011. doi: 10.26355/eur-rev_202002_20378.
3. Han Q, Lin Q, Jin S, You L. Coronavirus 2019-nCoV: A brief perspective from the front line. *J Infect*. 2020;80(4):373–377. doi: 10.1016/j.jinf.2020.02.010.
4. Liu W, Tao ZW, Wang L, Yuan ML, Liu K, Zhou L, et al. Analysis of factors associated with disease outcomes in hospitalized patients with 2019 novel coronavirus disease. *Chin Med J (Engl)*. 2020;133(9):1032–1038. doi: 10.1097/CM9.0000000000000775.
5. Ioannidis J. The infection fatality rate of COVID-19 inferred from seroprevalence data. *Bull World Health Organ*. 2021;99:19–33F. doi: 10.2471/BLT.20.265892.
6. Pollán M, Pérez-Gómez B, Pastor-Barriuso R, Oteo J, Hernán MA, Pérez-Olmeda M, et al. Prevalence of SARS-CoV-2 in Spain (ENE-COVID): a nationwide, population-based seroepidemiological study. *The Lancet*. 2020;396(10250):535–544. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)31483-5.
7. Sekine T, Perez-Potti A, Rivera-Ballesteros O, Strålin K, Gorin JB, Olsson A, et al. Robust T Cell Immunity in Convalescent Individuals with Asymptomatic or Mild COVID-19. *Cell*. 2020;183(1):158–168.e14. doi: 10.1016/j.cell.2020.08.017.
8. Faustini SE, Jossi SE, Perez-Toledo M, Shields A, Allen JD, Watanabe Y, et al. Detection of antibodies to the SARS-CoV-2 spike glycoprotein in both serum and saliva enhances detection of infection. *medRxiv* [Preprint]. 2020:2020.06.16.20133025. doi: 10.1101/2020.06.16.20133025.

9. Sungnak W, Huang N, Bécavin C, Berg M, Queen R, Litvinukova M, et al. SARS-CoV-2 entry factors are highly expressed in nasal epithelial cells together with innate immune genes. *Nat Med*. 2020;26(5):681-687. doi: 10.1038/s41591-020-0868-6.
10. Ma H, Zeng W, He H, Zhao D, Jiang D, Zhou P, et al. Serum IgA, IgM, and IgG responses in COVID-19. *Cell Mol Immunol*. 2020;17(7):773-775. doi: 10.1038/s41423-020-0474-z.

Информация об авторах

Кубышкин Анатолий Владимирович, д.м.н., проф., ректор по научной деятельности, заведующий кафедрой общей и клинической патофизиологии Медицинской академии им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия. ORCID: 0000-0002-1309-4005. e-mail: kubyshkin_av@mail.ru.

Фомочкина Ирина Ивановна, д.м.н., проф., заместитель директора по научной работе, заведующий кафедрой фармакологии Медицинской академии имени С. И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия. ORCID: 0000-0003-3065-5748. e-mail: fomochkina_i@mail.ru.

Крутиков Евгений Сергеевич, д.м.н., проф., директор Медицинской академии имени С. И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», заведующий кафедрой пропедевтики внутренней медицины Медицинской академии имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия. ORCID: 0000-0002-5754-4418. e-mail: nephrostar@yandex.ru.

Сатаева Татьяна Павловна, д.м.н., доцент кафедры медицинской биологии Медицинской академии им. С. И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия. ORCID: 0000-0003-3154-3203. e-mail: tanzcool@mail.ru.

Агеева Елизавета Сергеевна, заведующий кафедрой биологии медицинской Медицинской академии им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия. ORCID: 0000-0003-3770-2965. e-mail: ageevaeliz@rambler.ru.

Захарова Анна Николаевна, к.м.н., доцент преподаватель кафедры судебной медицины Медицинской академии имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия. ORCID: 0000-0001-6243-3360. e-mail: ylyan4ik@mail.ru.

Information about the authors

Anatoliy V. Kubyshkin, Dr. Sci. (Med.), Prof., S.I. Georgievsky Medical Academy (structural division) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia. ORCID: 0000-0002-1309-4005. e-mail: kubyshkin_av@mail.ru.

Irina I. Fomochkina, Dr. Sci. (Med.), Prof., S.I. Georgievsky Medical Academy (structural division) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia. ORCID: 0000-0003-3065-5748. e-mail: fomochkina_i@mail.ru.

Evgeniy S. Krutikov, Dr. Sci. (Med.), Prof., S.I. Georgievsky Medical Academy (structural division) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia. ORCID: 0000-0002-5754-4418. e-mail: nephrostar@yandex.ru.

Tatiana P. Sataeva, Dr. Sci. (Med.), Associated Prof., S.I. Georgievsky Medical Academy (structural division) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia. ORCID: 0000-0003-3154-3203. e-mail: tanzcool@mail.ru.

Elizaveta S. Ageeva, S.I. Georgievsky Medical Academy (structural division) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia. ORCID: 0000-0003-3770-2965. e-mail: ageevaeliz@rambler.ru.

Anna N. Zakharova, Cand. Sci. (Med.), Associated Prof., S.I. Georgievsky Medical Academy (structural division) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia. ORCID: 0000-0001-6243-3360. e-mail: ylyan4ik@mail.ru.