

ации для оказания скорой специализированной (санитарно-авиационной) медицинской помощи и медицинской эвакуации населения. В ходе анализа определена структура вызовов, схожая с таковой в других регионах РФ, имеющих отдаленные и труднодоступные населенные пункты [1,3,5]. За анализируемый период существенно повысилось число вызовов для пациентов с сердечно-сосудистой патологией, не снизилась доля вызовов пациентов с травмами, а также остается достаточно высокой доля вызовов для оказания медицинской помощи беременным. Лидером по количеству вызовов по поводу травм и эвакуации беременных является арктическая группа районов, по поводу сосудистых катастроф – юго-западная и заречная группы районов. Доступность неотложной и специализированной медицинской помощи населению в регионах с низкой плотностью населения может быть своевременна только при использовании санитарной авиации и службы медицины катастроф [2,4,5].

Работа выполнена в рамках темы НИР ФГБНУ «ЯНЦ КМП» «Мониторинг состояния здоровья детей Республики Саха (Якутия)» (№ госрегистрации: 0120-128-07-98), базовой части госзадания Министерства науки и образования РФ (FSRG-2020-0016) и при финансовой поддержке гранта РФФИ (№18-05-60035_Арктика).

Литература

1. Басавина Т.Д. Служба санитарной авиации Архангельской области - флагман современной медицины / Т.Д. Басавина, Я.Ю. Фалевич // Бюлл. Северного гос. медицин. уни-та. - 2019. - № 1 (42). - С. 234-235.
2. Басавина Т. Д. Service of sanitary aviation of the Arkhangelsk region-the flagship of modern medicine / T. D. Basavina, Y. Y. Falevich // Bulletin of the Northern state medical University. - 2019. - № 1 (42). - P. 234-235.
3. Зосимова О.С. Основные проблемы безопасной эвакуации из учреждений охраны материнства и детства / О.С. Зосимова // Естественные и технич. науки. - 2018. - №8. - С. 204-207.
4. Zosimova O. S. the Main problems of safe evacuation from maternity and child protection institutions / O.S. Zosimova // Natural and technical Sciences. - 2018. - № 8. - P. 204-207.

3. Курнявка П.А. Роль санитарной авиации в оказании экстренной медицинской помощи и проведении медицинской эвакуации в Хабаровском крае / П.А. Курнявка, А.В. Суханов, А.А. Катиц // Медицина катастроф. - 2017. - № 2 (98). - С. 58-62.

Kurnyavka P. A. the Role of air ambulance in emergency medical care and medical evacuation in the Khabarovsk territory/ P. A. Kurnyavka, A.V. Sukhanov, A. A. Katik//Disaster medicine. - 2017.- № 2 (98). - P. 58-62.

4. Организация медицинской эвакуации беременных женщин, рожениц и родильниц при неотложных состояниях / Л.В. Адамян, Н.В. Артымук, Т.Е. Белокрыницкая [и др.] //Проблемы репродукции. - 2018. - Т. 24, №6. - С.268-276.

Organization of medical evacuation of pregnant women, women in labor and maternity hospitals in emergency conditions/ L. V. Adamyan, N. V. Artyumuk, T. E. Belokrinitskaya [et al.]. //Problems of reproduction. 2018. - № 6. - Volume 24. - P. 268-276.

5. Пути развития системы экстренной консультативной медицинской помощи и медицинской эвакуации (санитарной авиации) в Российской Федерации / А.Н. Гулин, С.Ф. Гончаров, О.А. Гармаш [и др.] // Медицина катастроф. - 2012. - № 3 (79). - С. 41-44.

Ways to develop the system of emergency Advisory medical care and medical evacuation (air ambulance) in the Russian Federation/A. N. Gulin, S. F. Goncharov, O. A. Garmash [et al.] // Medicine of catastrophes. - 2012.- № 3 (79). - P. 41-44.

Б.О. Щеглов, И.В. Галкина, А.О. Лембиков, Е.М. Щелканов, И.А. Баранчугов, С.Н. Щеглова, М.Ю. Щелканов

РИНОЛАРИНГОЛОГИЧЕСКИЕ СИМУЛЯТОРЫ НА ОСНОВЕ 3D-ПЕЧАТИ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

DOI 10.25789/YMJ.2020.71.16

УДК 004:614.23:611.2

ЩЕГЛОВ Богдан Олегович – руковод. студ. объедин. «3D-моделирование в биомедицине» Центра проектной деятельности Дальневосточ. федеральн. ун-та, b.shcheglov@mail.ru; **ГАЛКИНА Ирина Вячеславовна** – к.м.н., в.н.с. Междунар. науч.-образоват. Центра биологич. безопасности (МНОЦББ) ДВФУ; **ЛЕМБИКОВ Алексей Олегович** – член студ. объедин. «3D-моделирование в биомедицине» ЦПД ДВФУ; **ЩЕЛКАНОВ Егор Михайлович** – студент Физтех-школы биологич. и медицин. физики Московского физико-технич. ин-та (Долгопрудный); **БАРАНЧУГОВ Илья Александрович** – аспирант Инженерной школы ДВФУ; **ЩЕГЛОВА Светлана Николаевна** – к.пед.н., зав. кафедрой Северо-Восточ. гос. ун-та; **ЩЕЛКАНОВ Михаил Юрьевич** – д.б.н., руковод. МНОЦББ ДВФУ, зав. лаб. ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН, в.н.с. ННЦ морской биологии ДВО РАН.

В статье рассматриваются преимущества и недостатки использования существующих различных риноларингологических симуляторов для обучения специалистов. Указываются положительные технологические и учебно-методические стороны создания персонализированных цифровых манекенов на основе медицинских томографических снимков, обработанных с помощью программного обеспечения Slicer 3D. Авторами, исходя из предложенной методологии, были созданы цифровой и физический макеты с использованием 3D-печати, которые предлагается внедрить в качестве образовательного инструмента. Дополнительное нанесение красителей на различные отделы риноларингосимулятора позволяют отрабатывать навыки отбора глубоких мазков без контаминации отделяемого слизистых соседних отделов, что необходимо для развития микробиологических методов исследований.

Ключевые слова: обучение в медицине, симуляционное оборудование, практические навыки, 3D-моделирование, оториноларингология.

This article shows the advantages and disadvantages of using the existing various rhinolaryngological simulators for training specialists. The positive technological and educational-methodical aspects of creating personalized digital manikins based on medical tomographic images processed using the Slicer 3D software are indicated. The authors, based on the proposed methodology, created digital and physical models using 3D printing, which are proposed to be introduced as an educational tool. Additional application of dyes to various parts of the rhinolaryngosimulator allows you to practice the skills of selecting deep smears without contamination of the mucous secretions of adjacent parts, which is necessary for the development of microbiological research methods.

Keywords: medical training, simulation equipment, practical skill, 3D-modeling, otorhinolaryngology.

Носоглотка выполняет важную барьерную функцию, препятствуя проникновению чужеродных предметов, частичек пыли и аэрозолей, содержащих микроорганизмы, в дыхательный и пищеварительный тракт. Большое количество вариантов травмирования носоглотки и трахеи, включая попадание инородных тел, а также дальнейшее развитие методов взятия глубоких носоглоточных и трахеальных смывов для нужд инфектологии заставляют риноларингологов поддерживать высокий уровень квалификации для осуществления проникающих методик с минимально возможным повреждением слизистых оболочек. Эти же методики вызывают серьёзные сложности у обучающихся. В связи с этим силиконовые оториноларингологические симуляторы (ОРЛС) различных конструкций заняли достойное место в соответствующих образовательных технологиях как в нашей стране [3, 4, 6, 7], так и за рубежом [13-15]. Актуальность широкого внедрения ОРЛС была наглядно проиллюстрирована в процессе разворачивания широко-масштабной системы молекулярно-генетической диагностики SARS-CoV-2, вызвавшего пандемию COVID-19 в 2020 г. [1, 12], поскольку многократно подчёркивалось, что от качества взятия ротоглоточных смывов существенно зависит эффективность проведения анализа [8, 9].

Вместе с тем силиконовые ОРЛС в составе специальных манекенов, прекрасно зарекомендовавшие себя в симуляционных центрах для сдачи квалификационных экзаменов, обладают рядом ограничений своего использования в процессе рутинной учебной деятельности: коммерческие силиконовые ОРЛС, воспроизводящие не только тополого-анатомические, но и тактильные свойства человеческих тканей, остаются достаточно дорогим учебным оборудованием, работа с которым осуществляется под контролем квалифицированного преподавателя; коммерческие ОРЛС закупаются уже готовыми, и их производство под заказ для отработки навыков манипуляций с пациентами конкретного возраста или с конкретными патологиями хоть теоретически и возможно, но по экономическим соображениям практически недостижимо; размещение реальных инородных предметов в полостях тела манекенов быстро приводит их в негодность.

Указанных недостатков лишены ОРЛС, созданные методом 3D-печати топологических моделей на основе

цифровых данных компьютерной или магниторезонансной томографии. В качестве материала для печати подходит акрилонитрилбутадиенстирол, позволяющий получать гибкие образцы по доступной цене (несколько сотен рублей в зависимости от размера). Все детали могут быть напечатаны единым каскадом или по отдельности с возможностью их сборки-разборки. Для получения 3D-моделей использовалась свободно распространяемая бесплатная программа Slicer 3D (рис. 1) [5, 11].

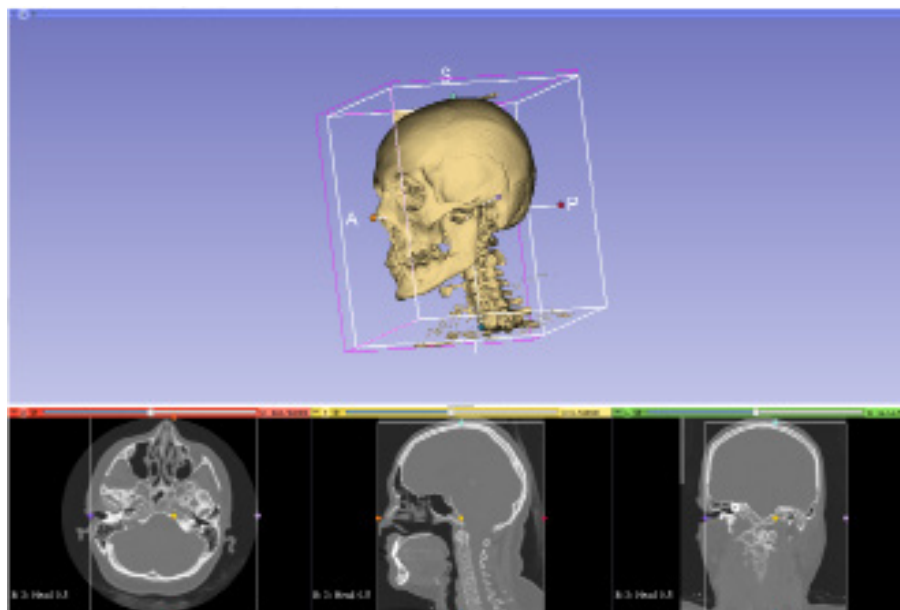


Рис. 1. Фрагмент работы по созданию 3D-модели черепа с верхним отделом респираторного тракта в программе Slicer 3D на основе данных компьютерной томографии головы пациента в разных проекциях

Получаемые с помощью описанного метода 3D ОРЛС обладают настолько низкой стоимостью, что могут рассматриваться как «расходные материалы» и широко использоваться даже для самостоятельных занятий студентов без контроля преподавателя. В полости таких ОРЛС могут быть помещены реальные трудно извлекаемые инородные тела, причём обучающиеся имеют возможность производить надрезы с целью визуализации манипуляций. Как показывает опыт, уже сама возможность в любой момент повторить 3D-печать и потому не обращать внимание на сохранность ОРЛС существенно повышает эффективность обучения.

3D-печатные ОРЛС открывают и принципиально новые перспективы повышения эффективности подготовки медицинских специалистов.

С помощью 3D-печати можно быстро получать ОРЛС, воспроизводящие верхний отдел респираторного

тракта людей различных возрастов вплоть до индивидуальных особенностей. Это помогает обучающемуся не привыкать к «среднестатистическому манекену» и быть готовым постоянно сталкиваться с возрастными особенностями и анатомическим разнообразием человеческой популяции, как это и происходит на практике. Кроме того, появляется возможность персонализированных 3D-ОРЛС для подготовки к сложным хирургическим вмешательствам.

Цифровая модель позволяет про-

изводить печать в произвольном масштабе (рис. 2). Особую ценность для образовательного процесса имеют 3D-ОРЛС, увеличенные по сравнению с реальными объектами, что позволяет повысить наглядность детализации изучаемых объектов и проводимых манипуляций. Использование последовательности 3D-ОРЛС постепенно уменьшающегося масштаба является удобным методическим приёмом для исключения лишних движений, увеличивающих риск повреждения слизистых.

Для 3D-печати можно использовать прозрачные материалы (например, VisiJet, PETG T-Glass, ABS-пластик и т.п.). Возможность заглянуть внутрь оториноларингологических полостей выводит процесс подготовки на качественно новый уровень.

Производство относительно дешёвых 3D-реplik ОРЛС позволяет вносить в них элементы совершенствования учебного процесса, практически



Рис. 2. 3D-оториноларингологический симулятор: профиль (А), анфас (В), анфас с открытым ртом (С)

невозможные для гораздо более дорогостоящих силиконовых манекенов. Например, можно наносить густой влажный краситель (мы использовали смесь глицерина и гуаши) различных цветов на различные отделы носовой полости и ротоглотки для отработки навыков отбора глубоких мазков без контаминации отделяемого слизистых соседних отделов [4]. Такая техника необходима для надёжной диагностики и изучения рецепторной специфичности возбудителей острых респираторных заболеваний [2, 10].

Внедрение описанных цифровых технологий в учебный процесс позволит не только интегрировать в единый комплекс образовательные модули различных дисциплин, но и сформировать у обучающихся приверженность современным концепциям цифровизации отечественной медицины.

Литература

1. История изучения и современная классификация коронавирусов (Nidovirales: Coronaviridae) / М.Ю. Щелканов, А.Ю. Попова, В.Г. Дедков [и др.] // Инфекция и иммунитет. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 221–246. DOI: 10.15789/2220-7619-HOI-1412
History of investigation and current classification of coronaviruses (Nidovirales: Coronaviridae) / M.Yu. Shchelkanov, A.Yu. Popova, V.G. Dedkov [et al.] // Russian Journal of Infection and Immunity. – 2020. – V. 10. – N 2. – P. 221–246. DOI: 10.15789/2220-7619-HOI-1412
2. Корреляция между рецепторной специфичностью штаммов пандемического вируса гриппа А (H1N1) pdm09, изолированных в 2009–2011 гг., структурой рецептор-связывающего сайта и вероятностью развития летальной первичной вирусной пневмонии / Д.К. Львов, М.Ю. Щелканов, Н.В. Бовин [и др.] // Вопросы вирусологии. – 2012. – Т. 57, № 1. – С. 14–20.
Correlation between the receptor specificities of pandemic influenza A (H1N1) pdm09 virus strains isolated in 2009–2011 and the structure of the receptor-binding site and the probabilities of fatal primary virus pneumonia / D.K. Lvov, M.Yu. Shchelkanov, N.V. Bovin [et al.] // Voprosy Virusologii. – 2012. – Vol. 57. – N 1. – P. 14–20.
3. Кудряшов С.Е. Ринологический симулятор: модернизация и оценка эффективности применения / С.Е. Кудряшов, В.С. Козлов // Вестник оториноларингологии. – 2018. – № 3. – С. 50–55. DOI: 10.17116/otorino20183350
Kudryashov S.E. The rhinological simulator: the upgrade and validation study with the evaluation of the effectiveness of its application / S.E. Kudryashov, V.S. Kozlov // Bulletin of Otorhinolaryngology. – 2018. – N 3. – P. 50–55. DOI: 10.17116/otorino20183350
4. Лембиков А.О. Использование ринологического симулятора для совершенствования процедуры взятия мазков со слизистой различных отделов респираторного тракта при комплексной диагностике гриппа А / А.О. Лембиков // Инновации и технологии в биомедицине: сб. мат-лов науч.-практич. конф. (10–13 июня 2019 г.). – Владивосток: изд-во Дальневосточного федерального университета, 2019. – С. 287–288. Режим доступа: <https://www.dvfu.ru/science/publishing-activities/catalogue-of-books-fefu/>
5. Матвеева И.В. Обработка медицинских данных в программе 3D-Slicer: 3D-моделирование челюстей и их фрагментов, полученных из результатов конусно-лучевой компьютерной томографии / И.В. Матвеева, М.М. Колосова // Бюл. Северного гос. мед. ун-та. – 2018. – № 1. – С. 23–25.
Matveeva I.V. Processing of medical data in the 3D-Slicer program: 3D modeling of jaws and their fragments obtained from the results of cone beam computed tomography / I.V. Matveeva, M.M. Kolosova // Bulletin of the Northern State Medical University. – 2018. – N 1. – P. 23–25.
6. Медицинские симуляторы и манекены как элемент обучения студентов практическим навыкам в педиатрии / О.Е. Чернышева, В.В. Герасименко, Ф.В. Климовицкий [и др.] // Травма. – 2017. – Т. 18, № 1. – С. 103–105. DOI: 10.22141/1608-1706.1.18.2017.95598
Medical simulators and mannequins as an element of teaching practical skills in pediatrics / O.Ye. Chernyshova, V.V. Gerasymenko, F.V. Klymovytsky [et al.] // Trauma. – 2017. – Vol. 18. – N 1. – P. 103–105. DOI: 10.22141/1608-1706.1.18.2017.95598
7. Медицинские симуляторы: история развития, классификация, результаты применения, организация симуляционного образования / М.Е. Тимофеев, С.Г. Шаповальянц, В.Г. Полушкин [и др.] // Вестник Новгородского гос. ун-та им. Ярослава Мудрого. – 2015. – № 2. – С. 63–59.
Medical simulators: the history, classification, application, and simulation training organization / M.E. Timofeev, S.G. Shapoval'iants, V.G. Polushkin [et al.] // Vestnik NovSU. – 2015. – N 2. – P. 63–59.
8. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19): этиология, эпидемиология, клиника, диагностика, лечение и профилактика: учебно-методич. пособие / В.В. Никифоров, Л.В. Колобухина, С.В. Сметанина [и др.]. – М.: Департамент здравоохран. г. Москвы, 2020. – 71 с.
Novel coronavirus infection (COVID-19): etiology, epidemiology, clinics, diagnostics, treatment, and prophylaxis. Educational and methodological guide / V.V. Nikiforov, L.V. Kolobukhina, S.V. Smetanina [et al.]. – M.: Department of Public Health of Moscow city, 2020. – 71 p.
9. Облачный сервис для дифференциальной клинической диагностики острых респираторных вирусных заболеваний (в том числе связанных с особо опасными коронавирусами) методами искусственного интеллекта / В.В. Грибова, Д.Б. Окунь, Е.А. Шалфеева [и др.] // Якутский медицинский журнал. – 2020. – № 2. – С. 44–47. DOI: 10.25789/YMJ.2020.70.13
Cloud service for the differential clinical diagnostics of acute respiratory viral diseases (including those associated with highly contagious coronaviruses) with an application of methods of artificial intelligence / V.V. Gribova, D.B. Okun, E.A. Shalfeeva [et al.] // Yakut Medical Journal. – 2020. – N 2. – P. 44–47. DOI: 10.25789/YMJ.2020.70.13
10. Обнаружение аминокислотных замен аспарагиновой кислоты на глицин и глутаминовую кислоту в рецептор-связывающем сайте гемагглютинаина в штамме пандемического вируса гриппа H1N1 от больных с летальным исходом и со среднетяжелой формой заболевания / Д.К. Львов, К.Б. Яшкуллов, А.Г. Прилипов [и др.] // Вопросы вирусологии. – 2010. – Т. 55, № 3. – С. 15–18.
Detection of amino acid substitutions of asparaginic acid for glycine and asparagine at the receptor-binding site of hemagglutinin in the variants of pandemic influenza A/H1N1 virus from patients with fatal outcome and moderate form of the disease / D.K. Lvov, K.B. Yashkulov, A.G. Priplipov [et al.] // Voprosy Virusologii. – 2010. – Vol. 55. – N 3. – P. 15–18.
11. Эффективность внедрения лаборатории 3D-моделирования в лечебно-диагностических учреждениях / Б.О. Щеглов, И.В. Галкина, С.Н. Щеглова [и др.] // Якутский медицинский журнал. – 2019. – № 3. – С. 109–111. DOI: 10.25789/YMJ.2019.67.30
Effectiveness of 3D modelling laboratory implementation into therapeutic and diagnostic medical institutions / B.O. Shcheglov, I.V. Galkina, S.N. Shcheglova [et al.] // Yakut medical journal. – 2019. – N 3. – P. 102–104. DOI: 10.25789/YMJ.2019.67.30
12. COVID-19: этиология, клиника, лечение / М.Ю. Щелканов, Л.В. Колобухина, О.А. Бургасова [и др.] // Инфекция и иммунитет. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 421–445. DOI: 10.15789/2220-7619-CEC-1473
COVID-19: etiology, clinic, treatment / M.Yu. Shchelkanov, L.V. Kolobukhina, O.A. Burgasova [et al.] // Russian Journal of Infection and Immunity. – 2020. – V. 10. – N 3. – P.

421-445. DOI: 10.15789/2220-7619-CEC-1473

13. Current status of simulation in otolaryngology: a systematic review / O. Musbahi, A. Aydin, Y. Al Omran [et al.] // J. Surg. Educ. – 2017. – Vol. 74. – N 2. – P. 203-215.

14. Fabrication and validation of a low-cost, medium-fidelity silicone injection molded endoscopic sinus surgery simulation model / D.R. Chang, R.P. Lin, S. Bowe [et al.] // Laryngoscope. – 2017. – Vol. 127. – N

4. – P. 781-786. DOI: 10.1002/lary.26370

15. Lee A.Y. Improving rhinology skills with simulation / A.Y. Lee, M.P. Fried, M. Gibber // Otolaryngol. Clin. North Am. – 2017. – Vol. 50. – N 5. – P. 893-901.

ГИГИЕНА, САНИТАРИЯ, ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Т.Е. Попова, О.Г. Тихонова, А.Н. Романова, А.А. Таппахов,
М.Е. Андреев

DOI 10.25789/YMJ.2020.71.17

УДК 616.92:616.93:578.834.1

АНАЛИЗ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО COVID-19

Изучена эпидемиологическая ситуация по новой коронавирусной инфекции COVID-19 в ряде стран, в России и Республике Саха (Якутия). По показателям распространения новой коронавирусной инфекции среди населения условно выделены три зоны: «красная», «желтая» и «зеленая», к которым отнесены страны с высокими, средними и благоприятными темпами распространения. Проанализированы распространенность, заболеваемость, смертность и летальность, зависимость выявления новых случаев от уровня средней температуры воздуха.

Ключевые слова: новая коронавирусная инфекция, COVID-19, эпидемиология, распространенность, заболеваемость.

The epidemiological situation of the new coronavirus infection COVID-19 in a number of countries, RF and the Republic of Sakha (Yakutia) has been studied. Three zones of the spread of the new coronavirus infection were conditionally identified: "red", "yellow", "green", which include countries with high, medium and favorable rates of spread. There were analyzed the prevalence, morbidity, mortality and lethality, dependence of the detection of new cases on the level of average air temperature.

Keywords: new coronavirus infection, COVID-19, epidemiology, prevalence, incidence.

Введение. Через 17 лет после пандемии ТОРС (тяжелый острый респираторный синдром), вызванного коронавирусом SARS и зародившегося в китайской провинции Гуанчжоу, Китай в очередной раз преподнес миру новую коронавирусную инфекцию. 31 декабря 2019 г. власти Китая проинформировали Всемирную организацию здравоохранения (ВОЗ) о вспышке неизвестной пневмонии. Пандемия новой коронавирусной инфекции началась с обнаружения, по состоянию на 31 декабря 2019 г., в больницах г. Ухань (провинция Хубэй, Китай) группы случаев идиопатической пневмонии [7]. Несмотря на то, что был четко определен участок рынка морепродуктов в г. Ухань, откуда, вероятно, пошло распространение инфекции, до сих пор неясно, является ли именно он источником инфекции. Из первых 41 пациентов только 27 (66%) имели эпи-

демиологическую связь с рынком морепродуктов. Самые первые случаи, которые начали регистрировать еще с 1 декабря, отношения к рынку не имели [11].

Koczkodaj W.W. с соавт. на основе эвристических отчетов о ситуации в ВОЗ спрогнозировали, что к 30 марта 2020 г. за пределами Китая будет зарегистрирован 1 млн. случаев заболевания COVID-19 [26]. Уже на 22 апреля 2020 г. в мире было зарегистрировано 1 188 324 подтвержденных случая и 106 374 смертельных исхода. Общая кумулятивная заболеваемость составляет 127,7 случая на 100 тыс., общая кумулятивная смертность – 114,3 на 100 тыс. населения [30].

Идентифицированный возбудитель получил название SARS-CoV-2 (тяжелый острый респираторный синдром коронавирус 2) [1, 6, 21]. 11 февраля 2020 г. заболевание получило название нового коронавирусного заболевания COVID-2019 (английская аббревиатура от COV – коронавирус и ID – инфекционное заболевание) [28].

Китайские исследователи обнаружили тесную связь SARS-CoV-2 с коронавирусом, выделенным от больных с тяжелым острым респираторным синдромом в 2018 г. в Чжоушане, SARS-подобными вирусами летучих мышей (88%), SARS-CoV (79%), и меньшую – с вирусом MERS (50%) [16].

COVID-19 представляет собой

одиночный РНК-вирус с положительной цепью, заключенный в липидный бислой [4, 16]. Липидный бислой сливается с мембраной клетки-хозяина, выделяя РНК в цитоплазму и вызывая трансляцию различных вирусных белков. Реплицированный РНК-геном и синтезированные вирусные белки вновь собираются в новые вирусы, которые вырываются из клетки [10, 20].

Вирус проникает в клетки через связывание двух белков. Вирусным аналогом является шип-белок (S-белок), гликопротеин, экспрессируемый в виде гомотримера на вирусной оболочке [18]. Каждый S-белок состоит из двух субъединиц. Субъединица S1 включает рецептор-связывающий домен, который нацелен на рецепторы клеток-хозяев, а S2 регулирует слияние мембран. Этот вирусный S-белок связывается с человеческим белковым рецептором ACE2 [9]. ACE2 широко распространен в легких, сердце, почках и жировой ткани [2, 25]. Связывание S-белка с ACE2 обеспечивает слияние мембран и введение РНК COVID-19 в клетку. По сравнению с SARS COVID-19 использует тот же механизм для входа в клетки-хозяев, но с меньшей скоростью. Однако COVID-19 накапливается в системе больше, чем SARS. Это объясняет, почему COVID-19 имеет более длительный инкубационный период и является более заразным, в то время как SARS

ПОПОВА Татьяна Егоровна – д.м.н., зам. директора по науке ЯНЦ КМП, проф. МИ СВФУ им. М.К. Аммосова, tata2504@yandex.ru, **ТИХОНОВА Ольга Гаврильевна** – ученый секретарь ЯНЦ КМП; **РОМАНОВА Анна Николаевна** – д.м.н., директор ЯНЦ КМП; **ТАППАХОВ Алексей Алексеевич** – к.м.н., с.н.с. ЯНЦ КМП; доцент Медицинского института СВФУ им. М.К. Аммосова, с.н.с. УНЛ Клиники СВФУ им. М.К. Аммосова; **АНДРЕЕВ Мичил Егорович** – с.н.с.; н.с. УНЛ Клиники СВФУ им. М.К. Аммосова.