

© Івахів О.Л., Вишнеvsька Н.Ю., Іщук І.С., 2021
 УДК 616.98:578.834.1]:615.371
 DOI 10.11603/1681-2727.2021.1.11951

О.Л. Івахів, Н.Ю. Вишнеvsька, І.С. Іщук

ВАКЦИНАЦІЯ ВІД COVID-19: ОЧІКУВАННЯ, РЕАЛІЇ І ПЕРСПЕКТИВИ

Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського

На підставі огляду наукової літератури висвітлено сучасні підходи до створення вакцин-кандидатів проти COVID-19. Наведено дані про безпеку, ефективність, режими введення, небажані побічні ефекти, умови зберігання генетичних вакцин Тозінамеран, або BNT162b2, під торговою маркою Comirnaty (Pfizer-BioNTech), на матричній РНК (мРНК) і «Модерна» на основі мРНК-1273. Висвітлено дані доклінічних досліджень перспективної ДНК-плазмідної вакцини-кандидата ZyCoV-D. Охарактеризовано вірусні векторні вакцини: ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222), відома як вакцина AstraZeneca, а також Ad26.COV2.S (JNJ-78436735, VAC31518), в якій використовують генетично модифікований аденовірус ad26. Наведено обнадійливі попередні результати випробовувань субодиночної вакцини-кандидата NVX-CoV2373. Дано характеристику інактивованих вакцин BBIBP-CoV (Китай, Sinopharm) і CoronaVac (Sinovac Life Sciences, Пекін, Китай). Висвітлено питання доцільності вакцинації реконвалесцентів COVID-19, вагітних, дітей. Порушено проблему ефективності вакцин проти нових мутантних вірусів SARS-CoV-2.

Ключові слова: COVID-19, вакцини, ефективність, побічні реакції.

Поява в листопаді 2019 р. нового коронавірусу SARS-CoV-2, що спричинив коронавірусну хворобу 2019 (COVID-19), має руйнівні наслідки в усьому світі. Заходи контролю, такі як використання масок, дотримання соціальної дистанції, масове тестування симптомних і асимптомних щодо недуги осіб, відстеження контактів та їх ізоляція, запровадження карантинних заходів допомогли обмежити передачу збудника там, де вони були жорстко застосовані; однак ці дії були впроваджені варіативно і виявились недостатніми, щоб перешкодити поширенню нової коронавірусної хвороби [1]. Натепер пандемія COVID-19 досягла кожного континенту, зареєстровано понад 111 млн лабораторно підтверджених випадків і понад 2,4 млн смертей (дані від 19 лютого 2021 р.) [2].

За відсутності ефективних терапевтичних засобів і профілактичних заходів вакцини проти цієї недуги стали предметом підвищеної уваги. З січня 2020 р., коли здійснено секвенування SARS-CoV-2, науковці різних країн інтенсивно працюють над розробкою різних типів вакцин проти COVID-19. Вакцини необхідні для зменшення захворюваності та смертності, пов'язаних із цією недугою, і багато платформ були залучені до швидкого виготовлення кандидатів на вакцину. Зазвичай вакцини вимагають років досліджень і випробувань, перш ніж їх почнуть застосовувати, але в 2020 р. вчені розпочали змагання за виробництво безпечних та ефективних вакцин проти коронавірусу за рекордні терміни. Натепер понад 170 вакцин перебувають у доклінічному та близько 60 – у клінічному розвитку. Є ряд ліцензованих вакцин чи тих, що просуваються до випробувань фази 3 [3-5].

Науковці використовують різні підходи до створення вакцин проти COVID-19. Зараз виділяють 7 основних платформ [6]. Зокрема, дві категорії на основі нуклеїнових кислот: РНК і ДНК. Це вакцини нового покоління. Третя платформа – це вакцини на основі протеїнів (субодиночні вакцини), для виготовлення яких використовуються різноманітні технології приготування імуностимуляторних вірусних білкових антигенів. Наступні дві платформи – це вірусні вектори на кшталт тих, що використовують у генній терапії. Зокрема застосовують вектори, які як не реплікуються, так і реплікуються. Ще дві категорії – це самі віруси SARS-CoV-2: або інактивовані [7], або в ослабленому живому варіанті [8]. Розробляють ще й вакцини, які не належать до жодної з наведених вище категорій. Це вакцини на основі вірусоподібних частинок або з використанням як вірусних переносників вбитого збудника сказу (CORAVAX) і/чи модифікованого вірусу конячої віспи (TX-1800) [9].

У січні 2020 р. дослідники з німецької біотехнологічної компанії BioNTech розпочали роботу над вакциною на генетичній молекулі – матричній РНК (мРНК), яка містить генетичні інструкції щодо побудови білка коронавірусу, відомого як спайк. Це білок на поверхні вірусу SARS-CoV-2, який потрібен патогену для проникнення

в клітини організму людини. Вакцина змушує їх виробляти спайкові білки, які спричиняють реакцію імунної системи. З березня 2020 р. BioNTech співпрацює з американською фармацевтичною компанією Pfizer для розширення досліджень ефективності вакцини; у травні вони розпочали її клінічні випробування. Вакцина дістала назву Тозінамеран, або BNT162b2, під торговою маркою Comirnaty (Комірнаті) [10-11].

Проведено плацебо-контрольоване дослідження. Загалом у ньому брали участь близько 44 000 добровольців, лише половина отримала вакцину. Люди не знали, кому введено вакцину, а кому ін'єкцію плацебо.

Ефективність була розрахована у понад 36 000 людей віком від 16 років, включаючи людей старше 75 років, які не мали ознак попередньої інфекції COVID-19. Дослідження показало 95 % зменшення кількості виникнення симптомних випадків COVID-19 у людей, які отримували вакцину (8 осіб із 18 198 мали ознаки COVID-19), порівняно з групою контролю (162 випадки з 18 325). Протективні антитіла проти SARS-CoV-2 з'являються приблизно через 10 днів після першої дози вакцини, а максимальний захист – після другої дози.

Випробування також продемонструвало близько 95 % ефективності для учасників із ризиком тяжкого перебігу COVID-19, враховуючи осіб з астмою, хронічними захворюваннями легень, цукровим діабетом, високим кров'яним тиском або індексом маси тіла ≥ 30 кг/м² [10].

Вакцина Комірнаті вводиться двічі внутрішньом'язово з інтервалом у 3 тиж. Потребує особливих умов зберігання – у морозильній камері лише при – 70 °C [11-12].

Найчастіші побічні ефекти при застосуванні препарату Комірнаті зазвичай були легкими або середніми і зникали через кілька днів після вакцинації. До них належали біль і набряк у місці ін'єкції, нудота, втома, біль голови, у м'язах і суглобах, озноб та гарячка. Відзначали їх не більше ніж в 1 із 10 вакцинованих. Почервоніння в місці ін'єкції та нудота спостерігалися у меншій кількості людей. Свербїж у місці введення вакцини, біль у кінцівці, збільшення лімфатичних вузлів, поганий сон і погане самопочуття були рідкісними побічними ефектами (менше 1 із 100 вакцинованих). Слабкість м'язів на одному боці обличчя (гострий периферичний параліч обличчя) траплялися ще рідше – менш ніж 1 із 1 000 щеплених. Зрідка відзначали алергічні реакції, у тому числі й тяжкі (анафілаксія), тому людям із серйозними алергічними реакціями в анамнезі не варто приймати цю вакцину [13-15].

Великобританія стала першою у світі країною, в якій з 8 грудня 2020 р. почалася масова вакцинація від COVID-19 вакциною Комірнаті, з 14 грудня цього ж року стартувала масова вакцинація й у США, а з 27 грудня – у країнах Європейського Союзу [14].

Тривога через швидке зростання кількості захворювань на COVID-19 у Великобританії на піку третього локдауну зумовила те, що другу дозу вакцини на підставі порад від Joint Committee on Vaccination and Immunisation (JCVI) рекомендовано вводити пізніше, аж до 12 тиж після першої дози, а не через 3-4 тиж. Допоки поставки вакцин залишаються обмеженими, JCVI рекомендує спочатку ввести першу дозу вакцини, оскільки це, швидше за все, матиме більший вплив на захворюваність у короткостроковій перспективі та зменшення смертності від COVID-19. Обґрунтування таке: якщо 95 % людей захищені від хвороби після двох доз і 90 % – після однієї дози (оцінка JCVI), тоді 19 з 20 людей будуть захищені після двох доз, але після однієї – 36 із 40. Стратегічна дорадча група експертів ВООЗ щодо імунізації (SAGE) повідомляє, що інтервал між дозами вакцини Pfizer-BioNTech може бути до 6 тиж за виняткових епідемічних обставин [14-16].

Ще однією вакциною проти COVID-19 є мРНК-1273 («Модерна»), що кодує стабілізовану перед префузією форму білка спайк. Вона розроблена спільно дослідниками американської біотехнологічної компанії Moderna, розташованої у Кембриджі, і Центру досліджень вакцин NIH (VRC), який є частиною Національного інституту алергії та інфекційних захворювань (NIAID). Вакцину вводять внутрішньом'язово двічі з інтервалом 4 тиж. Умови зберігання препарату: 30 діб при температурі +2-+6 °C, 6 міс. – при -20 °C [17-19].

У дослідженні, відомому як COVE, взяли участь 30 420 добровольців, яким за випадковим принципом у співвідношенні 1:1 вводили вакцину або плацебо. Більше 96 % учасників отримували обидві ін'єкції, а 2,2 % – мали дані (серологічні, вірусологічні або ті й інші) про зараження SARS-CoV-2. Симптомна хвороба COVID-19 була підтверджена у 185 осіб з групи плацебо та в 11 вакцинованих. Ефективність вакцини становила 94,1 % (95 % ДІ, 89,3-96,8 %; $p < 0,001$). Ефективність була однаковою при повторних аналізах, у тому числі через 14 днів після першої дози. Брало до уваги результати аналізів осіб з незначними ознаками COVID-19 і добровольців віком понад 65 років. Тяжкий перебіг COVID-19 був у 30 осіб, з них 1 хворий помер, усі з групи, що отримували плацебо. Помірна транзиторна реактогенність після вакцинації спостерігалася частіше у групі, що отримала мРНК-1273. Серйозні побічні явища були рідкісними, а частота їх виявлення була однаковою в обох групах.

Більшість побічних реакцій на введення вакцини були легкими або середніми за тяжкістю. Тяжкі реакції (3 ступеня), частота яких перевищує або дорівнює 2 % після першої дози, включали біль у місці ін'єкції (2,7 %), а після другої дози – втоми (9,7 %), міалгію (8,9 %),

артралгію (5,2 %), біль голови (4,5 %), біль (4,1 %) та еритему (2,0 %) в ділянці ін'єкції. Зазначені непередбачені небажані явища зазвичай були нетривалими. Ці дані можуть бути змінені на підставі постійного аналізу подальших даних дослідження фази 3 COVE та остаточного аналізу.

Серйозні алергічні реакції на вакцину «Модерна», за даними Центрів з контролю та профілактики захворювань у США (CDC), виникали зрідка. Так, після введення 4 041 396 доз вакцини зареєстровано лише 108 алергічних реакцій, у тому числі 10 реципієнтів мали анафілактичний шок, проте ніхто не помер [17-23].

Нещодавно з'явилися нові варіанти вірусу SARS-CoV-2 у Великобританії (лінія B.1.1.7) та Південній Африці (лінія B.1.351), що викликало значне занепокоєння серед вчених: чи зможуть антитіла, вироблені після вакцинації, нейтралізувати ці мутантні віруси. Проте дослідження, проведене дослідниками з Moderna Inc. в Кембриджі, штат Массачусетс, та Національного інституту алергії та інфекційних хвороб у Бетесді, штат Меріленд, продемонструвало ефективність мРНК-1273 проти всіх відомих штамів вірусу, що циркулюють [24-25]. Водночас, вакцина Pfizer-BioNTech демонструє знижений потенціал нейтралізації проти SARS-CoV-2 B.1.1.7.

Натепер розробляється низка ДНК-плазмідних вакцин. Це відносно новий підхід до виготовлення вакцини, заснований на формуванні як гуморального, так і клітинного імунітету. Для останнього потрібні антигени, які є безпечними і приводять до активації як Т-, так і В-клітин. Активовані Т-клітини знищують клітину, заражену вірусом. Такі вакцини представляють гени, що кодують антигени, які нас цікавлять. Плазміда буде входити і залишатися в ядрі, не інтегруючись з ДНК клітини-хазяїна. Вона ініціює трансляцію закодованого антигенного білка в цитоплазму клітини. Після вакцинації імунна система людини здійснює спостереження за цими антигенами, оскільки вони представлені одним із білків МНС (головний комплекс гістосумісності, англ. МНС – *major histocompatibility complex*) I та МНС II. Тип молекул МНС визначає, який тип імунної відповіді слідує за розпізнаванням цих антигенів [26-27].

Проведені раніше дослідження продемонстрували, що кандидати на ДНК-вакцини, розроблені проти SARS та MERS (минулі спалахи, спричинені коронавірусами) були імуногенними та захисними. Зараз доклінічно вивчаються показники плазмідного вектора ДНК SARS-CoV-2, що кодує білок вірусного спайку та сигнальний пептид.

ДНК-вакцини також є простими для масштабного виробництва, недорогими з тривалим терміном зберігання при кімнатній температурі. Ці фактори полегшують розподіл таких вакцин, оскільки немає необхідності в

дотриманні «холодового ланцюга». Вони безпечні навіть для пацієнтів з ослабленим імунітетом, яким не бажано вводити живі вакцини. Плазмідний вектор ДНК також містить фактори, які посилюють клітинно-опосередковані імунні реакції, поряд з гуморальним імунітетом, тому імунітет викликається однією дозою. Ці вакцини продовжують стимулювати імунітет протягом тривалого періоду і не потребують ад'ювантів. Клітинно-опосередкований імунітет не тільки досягається, але й супроводжується збалансованою відповіддю Th (Т-хелпери) 1/Th2, про що свідчить підвищений рівень інтерферону- γ . Це важливо для уникнення ризику розвитку посиленого респіраторного захворювання, пов'язаного з вакциною, що спостерігається при реакції, упередженій до Th2. І навпаки, відповідь Th1 асоційована з безсимптомною та легкою інфекцією COVID-19 [26, 27].

Вчені вперше продемонстрували здатність ДНК-вакцини ZuCoV-D – вакцини-кандидата проти COVID-19 – надійно експресувати білок-спайк у клітинах ссавців та індукувати антитіла, які сильно зв'язують цільовий антиген. При розробці цієї вакцини використали вектор rVAX-1, який застосовувався в кількох попередніх ДНК-вакцинах з добрим профілем безпеки. Вакцина тривало зберігається при температурі +2-+8 °C та +25 °C протягом декількох місяців. Це має вирішальне значення для швидкого розгортання вакцинації в умовах цієї пандемії.

Повідомляється, що у дослідженні на кроликах ефективними є безголкові ін'єкційні системи, що зменшують витрати вакцини і дозволяють уникнути травм голкою, а також їх утилізації. Струмінь ДНК, яка проникає в шкіру, рівномірно розповсюджується і приводить до більшого поглинання ДНК клітинами шкіри [26-29].

Обнадійливі результати отримані при розробці й випробуванні вірусних векторних вакцин – кандидатів на вакцини проти COVID-19. Одна з них – вакцина ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222), відома також як вакцина AstraZeneca, розроблена науковцями Оксфордського університету та шведсько-британської фармацевтичної компанії AstraZeneca Plc. Вона вводиться внутрішньом'язово двічі з інтервалом 28 днів, досить дешева, стабільна в умовах холодильника. Складається вакцина з репродукційного дефіцитного аденовірусного вектора шимпанзе ChAdOx1, що містить ген структурного поверхневого SARS-CoV-2 спайкового білка. Ця вакцина після введення ніби інструктує імунну систему людини виробляти антитіла проти вірусу SARS-CoV-2.

У листопаді 2020 р. дослідники опублікували перші результати випробувань фази 2/3 у Великобританії. Вивчали як люди різного віку реагували на вакцину. Обстежено 560 добровольців віком від 18 до 70 років і старше. Жодних серйозних побічних ефектів в осіб

різного віку не виявлено. Відрадно відзначити, що добровольці старшого віку виробляли приблизно стільки ж антитіл проти коронавірусу, що й молодші [30].

Ефективність ChAdOx1 nCoV-19 визначено в чотирьох поточних сліпих, рандомізованих, контрольованих дослідженнях на трьох континентах у трьох країнах (Великобританія, Бразилія, Південна Африка). Було залучено близько 35 500 волонтерів. В осіб, які отримали дві стандартні дози, ефективність вакцини становила 62,1 %, у тих, хто отримав спочатку меншу дозу, а потім стандартну, ефективність виявилась вищою – 90,0 %. Загальна ефективність вакцини для обох груп добровольців становила 70,4 %, а захист проти симптомного захворювання на COVID-19 після однієї стандартної дози становив 64,1 %, порівняно з тими, кого не вакцинували.

Результати дослідження засвідчили, що, починаючи з 21-го дня після введення першої дози вакцини, було госпіталізовано з COVID-19 10 осіб, усі з контрольної групи. Виявлено 175 тяжких побічних реакцій у 168 учасників, які брали участь у дослідженні: у 84 з групи, які отримали вакцину ChAdOx1 nCoV-19, та у 91 – з контрольної групи. Три реакції були класифіковані як, можливо, пов'язані з вакциною: одна в групі ChAdOx1 nCoV-19, одна в групі контролю і одна в учасника, який залишався замаскованим в розподілених групах [31]. Перевагами цієї вакцини вважають її відносну дешевизну і доступні умови транспортування [32].

Тривають клінічні дослідження фази 3 у США. Виникли занепокоєння щодо проведення клінічного випробування та аналізу даних, оскільки режим введення половини дози не був у затвердженій схемі дослідження [33-38]. Ці занепокоєння будуть розглянуті контролюючими органами та очікують публікації даних про випробування. У грудні 2020 р. AstraZeneca оголосила, що разом з російським Національним дослідницьким центром епідеміології і мікробіології ім. Гамалії вивчить, чи можна поєднувати дві вакцини на основі аденовірусу – AZD1222 та Gam-COVID-Vac (торгова марка «Супутник V») для підвищення рівня захисту [39]. Вакцина Gam-COVID-Vac є двокомпонентною, використані два рекомбінантних аденовірусних вектори на основі аденовірусу людини серотипу 26 (Ad26, «компонент I») і серотипу 5 (Ad5, «компонент II») [14], які містять ген спайк-білка вірусу SARS-CoV-2. Компоненти вакцини вводяться внутрішньом'язово, у два етапи з інтервалом у 3 тиж [40]. Зарубіжні фахівці критикували розробників Gam-COVID-Vac за недостатність наукових публікацій про проведені випробування, відсутність належних доказів її ефективності [41]. Вакцина не схвалена Європейським агентством медпрепаратів.

Ще одна вірусна векторна вакцина Ad26.COV2.S (JNJ-78436735, VAC31518) проти COVID-19 розроблена

компанією Johnson&Johnson разом з Janssen-Cilag International N. V. Одна доза препарату вводиться внутрішньом'язово. У вакцині використовують генетично модифікований аденовірус ad26, що не реплікується.

Випробування фази 3 (ENSEMBLE) було розпочато у вересні 2020 р. у США, Південній Африці та Південній Америці. У грудні минулого року дослідження повністю зареєстровано. Проміжні результати дослідження фази 1/2a, опубліковані в січні цього року, свідчать про наявність нейтралізуючих титрів антитіл у сироватках крові понад 90 % добровольців на 29-й день після введення вакцини, а на 57-й – у 100 % [42]. Результати дослідження фази 3 EMSEMBLE були оприлюднені наприкінці січня цього року. Вакцина виявилася ефективною у запобіганні середньої та тяжкої форми COVID-19: 72 % у США, 66 % у Латинській Америці та 57 % у Південній Африці. Важливо зазначити, що вакцина на 85 % ефективно запобігала тяжким формам захворювання в усіх географічних регіонах. Ефективність проти тяжких захворювань з часом зростала, не повідомлялося про випадки COVID-19 у вакцинованих учасників після 49-го дня. Крім того, вакцина забезпечувала 100 % захист від госпіталізації та смерті, пов'язаної з COVID-19, на 28-й день після її введення [43].

Після введення вакцини Ad26.COV2.S формувалася стійкий імунітет від недуги в людей різних рас, усіх вікових груп, у тому числі й в осіб віком 60 років і старше (13 610 добровольців), а також до різних варіантів вірусу, навіть SARS-CoV-2 з лінії B.1.351 [43].

У листопаді минулого року було оголошено про друге випробування фази 3 (EMSEMBL 2) для з'ясування ефективності імунітету від введення двох доз вакцини, в якому взяли участь близько 30 000 добровольців з різних країн [44].

Вакцина Ad26.COV2.S зберігається у замороженому стані (-20 °C) до 2 років, після розморожування – у холодильнику (+2-+8 °C) протягом 3 міс.

Ще одна вакцина-кандидат проти COVID-19 належить до субодиночних вакцин. Це NVX-CoV2373, яка розроблена компанією Novavax. Використано технології рекомбінантних наночастинок з генетичної послідовності SARS-CoV-2 для генерації повнорозмірного білка з префузійним спайком. У березні минулого року Novavax почала співробітництво з Emergent BioSolutions для проведення досліджень вакцини на людях. Вакцина виявила ефективність 89,3 % проти більшості варіантів SARS-CoV-2, вводиться двічі з інтервалом 21 день. Випробування фази 1/2 були розпочаті у травні 2020 р. Результати фази 1 у здорових дорослих показали, що вакцина спричиняла утворення нейтралізуючих антитіл у вищих титрах, ніж вони були у сироватках крові більшості реконвалесцентів симптомної COVID-19 [45].

У грудні минулого року в США та Мексиці розпочали дослідження фази 3 (PREVENT-19) вакцини NVX-CoV2373. Наприкінці січня цього року у дослідження залучено понад 16 000 із запланованих 30 000 учасників. Ці випробування є своєчасними, оскільки з'явилися нові циркулюючі вірусні варіанти SARS-CoV-2 у Великобританії та Південній Африці.

Результати фази 3 у Великобританії [46]. У дослідженні взяли участь понад 15 000 дорослих віком від 18 до 84 років, у тому числі 27 % – старше 65 років. Перший проміжний аналіз виявив 62 випадки захворювання (56 – у групі плацебо, 6 – у тих, хто отримав NVX-CoV2373). Точкова оцінка ефективності вакцини 89,3 % (95 % ДІ: 75,2-95,4). 61 випадок COVID-19 був легким або середнім; 1 – тяжким (група плацебо).

Результати фази 2b у ПАР [46]. У дослідженні взяли участь понад 4 400 добровольців, починаючи з серпня 2020 р., а випадки COVID-19 підраховували з вересня 2020 р. по середину січня цього року. Протягом цього часу потрібний мутантний варіант SARS-CoV-2, що містить 3 критичні мутації в домені, що зв'язує рецептори (RBD) і множинні мутації поза RBD, широко циркулював у Південній Африці. 60 % ефективності (95 % ДІ: 19,9-80,1) для профілактики легкої, середньої та тяжкої хвороби COVID-19 спостерігали у 94 % добровольців, які були ВІЛ-негативними. Виявлено 29 випадків захворювання на COVID-19 у групі плацебо та 15 – у групі щеплених; 1 тяжкий випадок був у групі плацебо, решта випадки були легкими або середніми [46-47].

Пекінський інститут біологічних продуктів створив інактивовану вакцину BBIBP-CoV проти SARS-CoV-2, клінічні випробування провела державна китайська компанія Sinopharm. 30 грудня 2020 р. Sinopharm оголосила, що ефективність вакцини становить 79,34 %. Її вводять двічі з інтервалом 21 день. Компанія ще не опублікувала детальних результатів випробування фази 3 [48].

У червні минулого року дослідники Пекінського інституту повідомили про випробування фази 1/2 – вакцина не викликала серйозних побічних ефектів у добровольців і стимулювала вироблення антитіл проти коронавірусу. У липні минулого року в Об'єднаних Арабських Еміратах, а наступного місяця – у Марокко та Перу розпочалися дослідження фази 3.

Встановлено, що інактивована вакцина BBIBP-CoV безпечна, добре переноситься та імуногенна для здорових людей. Дворазова імунізація у різних дозах (2, 4 та 8 мкг) у двох вікових групах (18-59 років та ≥60 років) стимулювала утворення нейтралізуючих антитіл у 100 % реципієнтів вакцини. Були помірні побічні реакції (більш у місці введення, гарячка), але про серйозні – у жодній віковій групі не повідомлялось.

До листопада минулого року майже мільйон людей вакциновано в рамках китайської програми екстреного використання, а до грудня – майже 100 000 людей в ОАЕ також щеплені в рамках добровільної програми [48].

31 грудня 2020 р. Національна комісія охорони здоров'я КНР схвалила вакцину BBIBP-CoV для широкого застосування як першу вакцину від SARS-CoV-2 власного виробництва [49-50].

CoronaVac (Sinovac Life Sciences, Пекін, Китай) – також інактивована вакцина, кандидат на вакцину проти COVID-19, створена при зараженні клітин нирок африканської зеленої мавпи (клітини Vero) SARS-CoV-2 (штам CN02). Далі вірус збирали, інактивували β-пропіолактоном, концентрували, очищали і поглинали гідроксидом алюмінію, титрували, фільтрували, стерилізували і фасували як готову вакцину [50].

У квітні 2020 р. у дослідженні фази 1 брали участь 144 добровольці, а у травні цього ж року у випробування фази 2 було залучено 600 осіб. Імунна відповідь, індукована разовою дозою вакцини 3 і 6 мкг, була подібною. Після двох доз вакцини імунні відповіді при схемі вакцинації 0- і 28-й день були більшими, ніж за схеми 0- і 14-й день, незалежно від дози. Однак, на думку дослідників, швидке вироблення антитіл за схемою 0- і 14-й день можна застосувати для екстреної профілактики, що має життєво важливе значення під час пандемії COVID-19. При щепленні за схемою 0- і 28-й день отримано стійкішу імунну відповідь і, можна очікувати, тривалішу, ніж за прискореною схемою вакцинації. Цю схему вакцинації варто застосовувати, коли епідемічний ризик COVID-19 низький. Однак фактичну стійкість імунітету за двома схемами необхідно перевірити в майбутніх дослідженнях.

У дослідженні фази 2 середній геометричний титр (GMT) нейтралізуючих антитіл у сироватках крові добровольців на 28-й день після останнього введення вакцини коливався від 23,8 до 65,4, залежно від схеми вакцинації. Однак він був нижчим, ніж у реконвалесцентів COVID-19, в яких у середньому GMT склав 163,7 (дослідження виконані одними методами і в тій же лабораторії).

Вакцина CoronaVac добре переносилась і викликала імунітет проти SARS-CoV-2. Тому було схвалено екстрене використання вакцини у групах підвищеного ризику щодо COVID-19 у Китаї та три клінічні випробування фази 3: у Бразилії (NCT04456595), Індонезії (NCT04508075) і Туреччині (NCT04582344). У цих випробуваннях досліджують низьку дозу вакцини 3 мкг зі схемою щеплення 0- і 14-й день. Схема вакцинації 0- і 28-й день із 3 мкг CoronaVac буде вивчатися у наступних клінічних випробуваннях фази 3. Тому захисну ефективність вакцини ще потрібно визначити.

Проміжні дані випробовування вакцини на пізніх стадіях у Туреччині та Індонезії показали її ефективність відповідно 91,25 і 65,3 %. У Бразилії ж дослідники заявляли про ефективність CoronaVac 78 %, але в січні 2021 р. було переглянуто цей показник з використання більшої кількості даних у розрахунках і знижено до 50,4 % [51-52].

Більшість побічних реакцій на вакцинацію були легкими, найпоширенішими – біль у місці ін'єкції, що відповідає попереднім даним іншої інактивованої вакцини COVID-19 від Sinopharm (Пекін, Китай) [53]. Порівняно з іншими вакцинами проти COVID-19, такими як вірусно-векторні або ДНК- чи РНК-вакцини, гарячка після щеплення CoronaVac виникала рідше [54-55].

Результати численних досліджень переконливо продемонстрували, що особи віком 60 років і старше, особливо ті, хто страждає на хронічні захворювання, мають значно вищий ризик виникнення тяжкого COVID-19 і несприятливих наслідків порівняно з молодими людьми, і цей ризик зростає з віком [56-58]. Тому, насамперед, необхідно вакцинувати осіб цього віку. Водночас, молоді люди, у силу своїх соціальних звичок, сприяють поширенню інфекції.

Важливим є питання вакцинації реконвалесцентів COVID-19. З одного боку, імовірно, імунітет у них не тривалий, і є ризик реінфекції, особливо у тих, хто переніс легку форму недуги. З другого боку – в осіб, які мають антитіла, після щеплення є ризик індукції серйозної COVID-19.

За наявними даними, тривалість імунітету у реконвалесцентів COVID-19, імовірно, 6 міс., проте проти нових штамів вірусу він недостатній. У двох невеликих дослідженнях [48-49] визначали рівні нейтралізуючих антитіл IgG до і після вакцинації мРНК вакцинами Pfizer або Moderna у тих, хто мав COVID-19, у тому числі безсимптомний, і мав антитіла, і в осіб, без наявних антитіл. Через 2 тиж після введення першої дози вакцини в людей з наявними до щеплення антитілами їхній рівень значно підвищився і став суттєво вищим, ніж після двох доз вакцини в осіб без антитіл до щеплення, а також в людей, які перенесли недугу безсимптомно. За відсутності серйозних побічних ефектів у тих, хто перехворів на COVID-19, після вакцинації частіше були тимчасові слабкість, біль у м'язах і підвищення температури тіла, порівняно з особами, які не хворіли.

Тому після COVID-19 доцільно утриматися від вакцинації на 6 міс. і, можливо, довше. Ухвалювати рішення про щеплення потрібно індивідуально, враховуючи клінічні ризики і рівень антитіл [59-61].

Дослідження показали, що вагітні мають більший ризик тяжкого перебігу COVID-19, ніж не вагітні, і хвороба збільшує можливість передчасних пологів. Проте

ні Moderna, ні Pfizer не випробовували вакцини на вагітних. Тому ВООЗ не рекомендує більшості вагітним використовувати ці вакцини, за винятком тих, хто має високий ризик зараження і тяжкого перебігу COVID-19 [62].

Натепер немає даних щодо безпеки використання вакцини проти COVID-19 у дітей та імунної відповіді на її введення, хоча, можливо, декотрим з них ця вакцинація потрібна. Тому розробники вакцини AstraZeneca вперше досліджують її дію на дітей і підлітків [32]. Для цього планують залучити 300 волонтерів віком від 6 до 17 років, вакцинація перших з них повинна розпочатися вже в лютому 2021 р.

Експерти ВООЗ наголошують, що масова вакцинація населення допоможе ускладнити подальше поширення SARS-CoV-2, однак цілковито викоринити його не зможе, тому необхідно продовжувати дослідження [63]. Для досягнення так званого колективного імунітету рівень вакцинації населення має становити від 60 до 70 % і вище. Тільки за такого охоплення вакцинацією населення вірус не зможе швидко поширюватися. Проте і тут є ряд перепон, зокрема, доступ до вакцини проти COVID-19 – це одне, а бажання щепитись, коли вона стане доступною, зовсім інше. Кількість охочих вакцинуватись значно варіює у різних країнах протягом пандемії. Так, згідно з результатами одного опитування, у США лише половина громадян бажає вакцинуватись. Причому серед чоловіків охочих робити щеплення більше (55 %) ніж серед жінок (40 %), серед людей віком 60 років і старше таких 62 %, а у віковій групі до 45 років – лише 36 %. Хоча показники госпіталізації та летальності, спричиненої COVID-19, набагато вищі серед чорношкірих, латиноамериканців і корінних американців ніж білих, проте 53 % останніх висловили бажання вакцинуватись, порівняно з 24 % чорношкірих американців і 34 % іспаномовних людей [64].

Серед американців, які заявили, що не будуть вакцинуватись, 43 % стурбовані тим, що сама вакцина може заразити їх. Для тих, хто був байдужим до вакцинації, або заявили, що не отримають вакцину, основними причинами були занепокоєння безпекою препарату, потенційні побічні ефекти [65].

Безумовно, успіх проведення вакцинації значною мірою залежить від прозорих та ефективних комунікаційних кампаній для протидії дезінформації щодо вакцинації та вселення віри і зміцнення довіри населення до щеплень проти COVID-19 [66].

Поява нових мутантних вірусів SARS-CoV-2 диктує необхідність постійного нагляду за вірусами і тестування вакцин проти нових варіантів, щоб вакцини, що відповідають такому штаму, за потреби могли бути розроблені [13]. Цього вимагають результати дослідження

2021 р., що свідчать про те, що ключова мутація у варіанті SARS-CoV-2 В.1.351 (Е484К) надає стійкості вірусу до нейтралізувальних антитіл.

Таким чином, завдяки зусиллям науковців і виробників протягом рекордно коротких термінів було створено й виготовлено низку безпечних і ефективних вакцин, частина з яких уже широко застосовується для щеплення населення у багатьох країнах. Проте ряд питань потребують негайного вирішення. Зокрема, найбільш вразливими щодо захворювання на COVID-19 є люди старечого віку (75-90 років), у яких зазвичай ще й тяжка супровідна патологія. Тому доцільно провести додаткові дослідження щодо безпеки вакцин для них і, можливо, модифікувати схеми їх застосування. Не з'ясовано безпеку і можливість застосування вакцин у вагітних і в

дітей та підлітків. Останні хоча й переносять недугу здебільшого безсимптомно чи легко, проте є потужними розповсюджувачами збудника в силу своєї мобільності і комунікабельності. Після вакцинації основних груп ризику, за наявності надлишку вакцини, мабуть, виникне потреба вакцинувати й цей контингент. Особливої уваги заслуговують люди різного віку з імунодефіцитними станами, введення вакцини за стандартною схемою у них не призведе до вироблення захисту проти COVID-19. Мабуть, необхідно продовжувати дослідження і пропонувати цим людям схеми з іншим дозуванням і кратністю введення. Отже, необхідно докласти ще багато зусиль, щоб вакцинація проти COVID-19 була безпечною і ефективною для різних верств населення.

Література

1. COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses / M. A. Shereen, S. Khan, A. Kazmi [et al.] // *Journal of Advanced Research*. – 2020. – P. 91-98. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.03.005>
2. Coronavirus in the world as of Friday February 19, 2021: latest case and death tolls in 24h per country. – 2020. – <https://www.sortiraparis.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.sortiraparis.com/news/in-paris/articles/212134-coronavirus-in-the-world-as-of-friday-february-19-2021-latest-case-and-death-toll/lang/en>.
3. Williams T. SARS-CoV-2 evolution and vaccines: cause for concern? / T. C Williams, W. Burgers // *The Lancet Respiratory Medicine*. – 2021. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(21\)00075-8](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00075-8).
4. Coronavirus vaccine tracker / J. Corum, D. Grady, S. L. Wee, C. Zimmer // *The New York Times*. – N 5. – 2020. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.nytimes.com/interactive/2020/science/coronavirus-vaccine-tracker.html>
5. COVID-19 Vaccines. – 2020. – <https://emedicine.medscape.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://emedicine.medscape.com/article/2500139-overview?src=>
6. Комісаренко С.В. Полювання вчених на коронавірус SARS-CoV-2, що викликає COVID-19: наукові стратегії подолання пандемії. – *Вісн. НАН України*. – 2020. – № 8. – С. 29-37. – doi: <https://doi.org/10.15407/vsn2020.08.029>
7. Rapid development of an inactivated vaccine candidate for SARS-CoV-2 / Q. Gao, L. Bao, H. Mao [et al.] // *Science*. – 2020. – Vol. 369 (6499). – P. 77-81. – DOI: <https://doi.org/10.1126/science.abc1932>.
8. A codon-pair deoptimized live-attenuated vaccine against respiratory syncytial virus is immunogenic and efficacious in non-human primates. *Vaccine* / S. Mueller, C. B. Stauf, R. Kalkeri [et al.] // *Vaccine*. – 2020. – Vol. 38 (14). – P. 2943-2948. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.02.056>.
9. Funk C. D. A Snapshot of the global race for vaccines targeting SARS-CoV-2 and the COVID-19 pandemic / C. D. Funk, C. Laferriere, A. Ardakani // *Frontiers in Pharmacology*. – 2020. – Vol. 11. – P. 937. – DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00937>.
10. Comirnaty. – 2020. – <https://www.ema.europa.eu>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/EPAR/comirnaty>.
11. Pfizer and Biontech propose expansion of pivotal COVID-19 vaccine trial. – 2020. – <https://www.businesswire.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.businesswire.com/news/home/20200912005013/en/>
12. Pfizer and Biontech propose expansion of pivotal COVID-19 vaccine trial. – 2020. – <https://www.nytimes.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.nytimes.com/interactive/2020/health/pfizer-biontech-covid-19-vaccine.html>.
13. Safety and immunogenicity of two RNA-based Covid-19 vaccine candidates / E. E. Walsh, R. W. Frenck, A. R. Falsey [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2020. – Vol. 383. – P. 2439-2450. – DOI:10.1056/NEJMoa2027906. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2027906>.
14. An exceptional vaccination policy in exceptional circumstances. – *The Lancet Infectious Diseases*. – 2021. – <https://www.thelancet.com>. – Electronic resource. – Access mode : [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(21\)00008-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(21)00008-6/fulltext)
15. Statement from the UK Chief Medical Officers on the prioritisation of first doses of COVID-19 vaccines. – 2020. – <https://www.gov.uk>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.gov.uk/government/news/statement-from-the-uk-chief-medical-officers-on-the-prioritisation-of-first-doses-of-covid-19-vaccines>
16. Optimising the COVID-19 vaccination programme for maximum short-term impact. – 2020. – <https://www.gov.uk>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.gov.uk/government/publications/prioritising-the-first-covid-19-vaccine-dose-jcvi-statement/optimising-the-covid-19-vaccination-programme-for-maximum-short-term-impact>.
17. How Moderna's vaccine works. – 2020. – <https://www.nytimes.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.nytimes.com/interactive/2020/health/moderna-covid-19-vaccine.html>.
18. Haynes B. F. New vaccine to battle Covid-19 / B. F. Haynes // *N. Engl. J. Med.* – 2021. – Vol. 384. – P. 470-471. – DOI: 10.1056/NEJMe2035557. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMe2035557>.

www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMe2035557?query=recirc_curatedRelated_article.

19. Polack F. P. Safety and efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine / F. P. Polack, S. J. Thomas, N. Kitchin [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2020. – Vol. 383. – P. 2603-2615. – DOI: 10.1056/NEJMoa2034577. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2034577>.

20. The Moderna COVID-19 (mRNA-1273) vaccine: what you need to know. – 2020. – <https://www.who.int>. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/the-moderna-covid-19-mrna-1273-vaccine-what-you-need-to-know>.

21. Baden L. R. Efficacy and Safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 Vaccine / L. R. Baden, H. M. El Sahly, B. Essink [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2021. – Vol. 384. – P. 403-416. – DOI: 10.1056/NEJMoa2035389. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2035389>.

22. Widge A. T. Durability of responses after SARS-CoV-2 mRNA-1273 vaccination / A. T. Widge, N. G. Roupael, L. A. Jackson [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2021. – Vol. 384. – P. 80-82. – DOI: 10.1056/NEJMc2032195. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2032195>.

23. Graham B. S. Rapid COVID-19 vaccine development / B. S. Graham // *Science.* – 2020. – Vol. 368. – P. 945-946. – Electronic resource. – Access mode: <https://science.sciencemag.org/content/368/6494/945>.

24. Pandemic preparedness: developing vaccines and therapeutic antibodies for COVID-19 / G. D. Sempowski, K. O. Saunders, P. Acharya [et al.] // *Cell.* – 2020. – Vol. 181. – P. 1458-1463. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7250787/>

25. Moderna. Moderna's COVID-19 vaccine candidate meets its primary efficacy endpoint in the first interim analysis of the phase 3 COVE study. – 2020. – <https://investors.modernatx.com>. – Electronic resource. – Access mode: <https://investors.modernatx.com/news-releases/news-release-details/modernas-covid-19-vaccine-candidate-meets-its-primary-efficacy>.

26. Immunogenic potential of DNA vaccine candidate, ZyCoV-D against SARS-CoV-2 in animal models / A. Dey, T. M. Ch. Rajanathan, H. Chandra [et al.]. – 2021. – <https://www.biorxiv.org>. – doi: <https://doi.org/10.1101/2021.01.26.428240>. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.01.26.428240v1>.

27. ZyCoV-D DNA vaccine immunogenic against SARS-CoV-2 in animal models – 2021. – <https://www.news-medical.net>. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.news-medical.net/news/20210202/ZyCoV-D-DNA-vaccine-immunogenic-against-SARS-CoV-2-in-animal-models.aspx>.

28. What is a DNA-based vaccine? – 2021. – <https://www.news-medical.net>. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.news-medical.net/health/What-is-a-DNA-based-vaccine.aspx>

29. What are Spike Proteins? – 2021. – <https://www.news-medical.net>. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.news-medical.net/health/What-are-Spike-Proteins.aspx>.

30. Voysey M. Safety and efficacy of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine (AZD1222) against SARS-CoV-2: an interim analysis of four randomised controlled trials in Brazil, South Africa, and the UK / M. Voysey, S. A. C. Clemens, Sh. A Madhi [et al.] // *The Lancet.* – 2021. – Vol. 397 (10269). – P. 99-111. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32661-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32661-1). – Electronic resource. – Access mode: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)32661-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)32661-1/fulltext).

31. Knol M. D. Oxford–AstraZeneca COVID-19 vaccine efficacy / M. D. Knol, Ch. Wonodi // *The Lancet.* – 2021. – Vol. 397 (10269).

– P. 72-74. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32623-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32623-4). – Electronic resource. – Access mode: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)32623-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)32623-4/fulltext).

32. Oxford University to test COVID-19 vaccine response among children for first time. – 2021. – <https://www.reuters.com>. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.reuters.com/article/idUSKBN2AD07S>.

33. Viruses Sampling Products – Viruses Collection.– 2020. – <https://www.nytimes.com>. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.nytimes.com/2020/11/25/business/coronavirus-vaccine-astrazeneca-oxford.html>.

34. The AstraZeneca Covid Vaccine Data Isn't Up to Snuff. – 2020. – <https://www.wired.com>. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.wired.com/story/the-astrazeneca-covid-vaccine-data-isnt-up-to-snuff/amp>.

35. Zimmer C Coronavirus vaccine tracker / C. Zimmer, J. Corum, S. Wee // *New York Times.* – 2020. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/science/coronavirus-vaccine-tracker.html>

36. Center for Systems Science and Engineering at Johns Hopkins University COVID-19 dashboard. Johns Hopkins University of Medicine coronavirus resource center. – 2020. – <https://coronavirus.jhu.edu>. – Electronic resource. – Access mode: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>.

37. Safety and efficacy of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine (AZD1222) against SARS-CoV-2: an interim analysis of four randomised controlled trials in Brazil, South Africa, and the UK / M. Voysey, S. A. C. Clemens, S. A. Madhi [et al.] // *The Lancet.* – 2020. – Electronic resource. – Access mode: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32661-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32661-1).

38. Safety and immunogenicity of ChAdOx1 nCoV-19 vaccine administered in a prime-boost regimen in young and old adults (COV002): a single-blind, randomised, controlled, phase 2/3 trial / M. N. Ramasamy, A. M. Minassian, K. J. Ewer [et al.] // *The Lancet.* – 2020. – Electronic resource. – Access mode: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32466-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32466-1).

39. Adenovirus-vectored Covid-19 vaccines' efficacy during a potential revaccination campaign likely to be stifled by antivector response. – 2021. – <https://www.clinicaltrialsarena.com>. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.clinicaltrialsarena.com/comment/adenovirus-vectored-covid-19-vaccines-efficacy-during-a-potential-revaccination>.

40. AstraZeneca to test if combination of its Covid vaccine with Russia's Sputnik V works better. – 2021. – <https://theprint.in>. – Electronic resource. – Access mode: <https://theprint.in/health/astrazeneca-to-test-if-combination-of-its-covid-vaccine-with-russias-sputnik-v-works-better/565146/>.

41. Callaway E. Russia's fast-track coronavirus vaccine draws outrage over safety / E. Callaway // *Nature.* – 2020. – doi: 10.1038/d41586-020-02386-2. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-02386-2>.

42. Interim results of a phase 1–2a trial of Ad26.COV2.S Covid-19 vaccine / J. Sadoff, M. Le Gars, G. Shukarev [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2021. – DOI: 10.1056/NEJMoa2034201. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2034201>.

43. Johnson & Johnson Announces Single-Shot Janssen COVID-19 Vaccine Candidate Met Primary Endpoints in Interim Analysis of its Phase 3 ENSEMBLE Trial. – 2020. – <https://www.jnj.com>. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.jnj.com/johnson-johnson-announces-single-shot-janssen-covid-19-vaccine-candidate-met-primary-endpoints-in-interim-analysis-of-its-phase-3-ensemble-trial>.

44. A Randomized, double-blind, placebo-controlled phase 3 study to assess the efficacy and safety of Ad26.COVS.2 for the prevention of SARS-CoV-2-mediated COVID-19 in adults aged 18 years and older. – 2020. – <https://www.nj.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.nj.com/coronavirus/ensemble-1-study-protocol>.
45. Novavax COVID-19 Vaccine Demonstrates 89.3% Efficacy in UK Phase 3 Trial. – 2021. – <https://ir.novavax.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://ir.novavax.com/news-releases/news-release-details/novavax-covid-19-vaccine-demonstrates-89-3-efficacy-uk-phase-3>.
46. How the Novavax Vaccine Works. – 2021. – <https://www.nytimes.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.nytimes.com/interactive/2020/health/novavax-covid-19-vaccine.html>.
47. Clinical trials. – 2020. – <https://www.clinicaltrialsregister.eu>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.clinicaltrialsregister.eu/ctr-search/trial/2020-004123-16/GB>.
48. China's Sinopharm vaccine has 86% efficacy against Covid-19, says UAE. – 2020. – <https://edition.cnn.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://edition.cnn.com/2020/12/09/asia/uae-china-vaccine-intl-hnk/index.html>.
49. Xia S. Safety and immunogenicity of an inactivated SARS-CoV-2 vaccine, BBIBP-CorV: a randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 1/2 trial / S. Xia, Y. Zhang, Y. Wang, [et al.] // *The Lancet*. – 2020. – Vol. 21. – P. 39-51. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30831-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30831-8). – Electronic resource. – Access mode : [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(20\)30831-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(20)30831-8/fulltext).
50. How the Sinopharm Vaccine Works. – 2021. – <https://www.nytimes.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.nytimes.com/interactive/2020/health/sinopharm-covid-19-vaccine.html>.
51. Sinopharm COVID-19 vaccine could be cleared for use in minors before March: state media. – 2021. – <https://www.reuters.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-vaccine-sinopharm-idUSKBN29K0SE>.
52. Safety, tolerability, and immunogenicity of an inactivated SARS-CoV-2 vaccine in healthy adults aged 18–59 years: a randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 1/2 clinical trial / Z. Yanjun, G. Zeng, H. Pan [et al.] // *The Lancet Infect. Dis.* – 2021. – Vol. 21. – P. 181-92. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30843-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30843-4). – Electronic resource. – Access mode: [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(20\)30843-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(20)30843-4/fulltext).
53. Exclusive: FDA widens U.S. safety inquiry into AstraZeneca coronavirus vaccine – sources. – 2020. – <https://www.reuters.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-vaccine-astrazenec-idUSKBN26L3TA>.
54. Efficacy and safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 vaccine / L. R. Baden, H. M. El Sahly, B. Essink [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2021. – Vol. 384. – P. 403-416. – DOI: 10.1056/NEJMoa2035389. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2035389>.
55. Durability of Responses after SARS-CoV-2 mRNA-1273 Vaccination / A. T. Widge, N. G. Rouphael, L. A. Jackson [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2021. – Vol. 384. – P. 80-82. – DOI: 10.1056/NEJMc2032195. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2032195>.
56. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China / C. Huang, Y. Wang, X. Li [et al.] // *The Lancet*. – 2020. – Vol. 395. – P. 497-506. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5).
57. Association between age and clinical characteristics and outcomes of COVID-19 / Y. Liu, B. Mao, S. Liang [et al.] // *Eur. Respir. J.* – 2020. – P. 552001112. – DOI: 10.1183/13993003.01112-2020.
58. Shahid Z. COVID-19 and older adults: what we know / Z. Shahid, R. Kalayanamitra, B. McClafferty, D. Kepko, D. Ramgobin, R. Patel [et al.] // *J. Am. Geriatr. Soc.* – 2020. – Vol. 68. – P. 926-929. – DOI: 10.1111/jgs.16472.
59. Single dose vaccination in healthcare workers previously infected with SARS-CoV-2 / S. Saadat, Z. Rikhtegaran-Tehrani, J. Logue [et al.] – 2020. – DOI: <https://doi.org/10.1101/2021.01.30.21250843>.
60. Immunological memory to SARS-CoV-2 assessed for up to 8 months after infection / J. M. Dan, J. Mateus, Y. Kato [et al.] // *Science*. – 2021. – Vol. 371 (6529). – eabf4063. – DOI: 10.1126/science.abf4063.
61. An mRNA Vaccine against SARS-CoV-2 – Preliminary report / L. A. Jackson, E. J. Anderson, N. G. Rouphael [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2020. – N 383. – P. 1920-1931. – DOI: 10.1056/NEJMoa2022483.
62. WHO recommends most pregnant women don't use moderna, Pfizer Vaccines. – 2021. – <https://www.wsj.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://www.wsj.com/livecoverage/covid-2021-01-27/card/IVPw3ARY11DbFZbZKBZ>
63. BOO3: Масова вакцинація не призведе до викорінення коронавірусу. – 2021. – <https://www.dw.com/uk>. – Electronic resource. – Access mode: <https://www.dw.com/uk/vooz-masova-vaktsynatsiia-ne-pryzvede-do-vykorinennia-koronavirusu/a-55757137>
64. AP-NORC poll: Only half in US want shots as vaccine nears. – 2020. – <https://apnews.com>. – Electronic resource. – Access mode : <https://apnews.com/article/ap-norc-poll-us-half-want-vaccine-shots-4d98dbfc0a64d60d52ac84c3065dac55>.
65. Concerns and motivations about COVID-19 vaccination / R.H. Dodd, K. Pickles, B. Nickel [et al.] // *The Lancet*. – 2020. – Vol. 21. P. 161-163. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30926-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30926-9).
66. Developing Covid-19 vaccines at pandemic speed / N. Lurie, M. Saville, R. Hatchett, J. Halton // *N. Engl. J. Med.* – 2020. – N 382. – P. 1969–1973. – DOI: 10.1056/NEJMp2005630.

References

- Shereen, M.A., Khan, S., Kazmi, A., Bashir, N., & Siddique, R. (2020). COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *Journal of Advanced Research*, 24, 91-98.
- Coronavirus in the world as of Friday February 19, 2021: latest case and death tolls in 24h per country. (2020). <https://www.sortiraparis.com>. Retrieved from: <https://www.sortiraparis.com/news/in-paris/articles/212134-coronavirus-in-the-world-as-of-friday-february-19-2021-latest-case-and-death-toll/lang/en>.
- Williams, T. C., & Burgers, W. A. (2021). SARS-CoV-2 evolution and vaccines: cause for concern? *The Lancet Respiratory Medicine*.
- Corum, J., Grady, D., Wee, S. L., & Zimmer, C. (2020). Coronavirus vaccine tracker. *The New York Times*, 5.
- COVID-19 Vaccines. (2020). <https://emedicine.medscape.com>. Retrieved from: <https://emedicine.medscape.com/article/2500139-overview?src=>
- Komisarenko, S.V. (2020). Scientist's pursuit for coronavirus SARS-COV-2, which causes COVID-19: scientific strategies against pandemic. *Visn. Nats. Akad. Nauk Ukr.*, 8, 29-37 [in Ukrainian].
- Gao, Q., Bao, L., Mao, H., Wang, L., Xu, K., Yang, M., ... & Qin, C. (2020). Development of an inactivated vaccine candidate for SARS-CoV-2. *Science*, 369(6499), 77-81.
- Mueller, S., Stauff, C. B., Kalkeri, R., Koidei, F., Kushnir, A., Tasker, S., & Coleman, J. R. (2020). A codon-pair deoptimized live-attenuated vaccine against respiratory syncytial virus is immunogenic and efficacious in non-human primates. *Vaccine*, 38(14), 2943-2948.
- Funk, C. D., Laferrière, C., & Ardakani, A. (2020). A snapshot of the global race for vaccines targeting SARS-CoV-2 and the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 937.
- Comirnaty. (2020). <https://www.ema.europa.eu>. Retrieved from: <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/EPAR/comirnaty>.
- Pfizer and Biontech propose expansion of pivotal COVID-19 vaccine trial. (2020). <https://www.businesswire.com>. Retrieved from: <https://www.pfizer.com/news/press-release/press-release-detail/pfizer-and-biontech-propose-expansion-pivotal-covid-19>
- Pfizer and Biontech propose expansion of pivotal COVID-19 vaccine trial. (2020). <https://www.nytimes.com>. Retrieved from: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/health/pfizer-biontech-covid-19-vaccine.html>.
- Walsh, E.E., Frenck Jr, R.W., Falsey, A.R., Kitchin, N., Absalon, J., Gurtman, A., ... & Gruber, W.C. (2020). Safety and immunogenicity of two RNA-based Covid-19 vaccine candidates. *New England Journal of Medicine*, 383 (25), 2439-2450.
- Diseases, T. L. I. (2021). An exceptional vaccination policy in exceptional circumstances. *The Lancet. Infectious Diseases*, 21 (2), 149.
- Statement from the UK Chief Medical Officers on the prioritisation of first doses of COVID-19 vaccines. (2020). <https://www.gov.uk>. Retrieved from: <https://www.gov.uk/government/news/statement-from-the-uk-chief-medical-officers-on-the-prioritisation-of-first-doses-of-covid-19-vaccines>.
- Optimising the COVID-19 vaccination programme for maximum short-term impact. (2020). <https://www.gov.uk>. Retrieved from: <https://www.gov.uk/government/publications/prioritising-the-first-covid-19-vaccine-dose-jcvi-statement/optimising-the-covid-19-vaccination-programme-for-maximum-short-term-impact>
- How Moderna's vaccine works. (2020). <https://www.nytimes.com>. Retrieved from: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/health/moderna-covid-19-vaccine.html>.
- Haynes, B. F. (2020). A New Vaccine to Battle Covid-19. *The New England journal of medicine*.
- Polack, F.P., Thomas, S.J., Kitchin, N., Absalon, J., Gurtman, A., Lockhart, S., ... & Gruber, W.C. (2020). Safety and efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine. *New England Journal of Medicine*, 383 (27), 2603-2615.
- The Moderna COVID-19 (mRNA-1273) vaccine: what you need to know. (2020). <https://www.who.int>. Retrieved from: <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/the-moderna-covid-19-mrna-1273-vaccine-what-you-need-to-know>.
- Baden, L.R., El Sahly, H.M., Essink, B., Kotloff, K., Frey, S., Novak, R., ... & Zaks, T. (2021). Efficacy and safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 vaccine. *New England Journal of Medicine*, 384 (5), 403-416.
- Widge, A.T., Roupheal, N.G., Jackson, L.A., Anderson, E.J., Roberts, P.C., Makhene, M., ... & Beigel, J.H. (2021). Durability of responses after SARS-CoV-2 mRNA-1273 vaccination. *New England Journal of Medicine*, 384 (1), 80-82.
- Graham, B.S. (2020). Rapid COVID-19 vaccine development. *Science*, 368 (6494), 945-946.
- Sempowski, G. D., Saunders, K. O., Acharya, P., Wiehe, K. J., & Haynes, B. F. (2020). Pandemic preparedness: developing vaccines and therapeutic antibodies for COVID-19. *Cell*.
- Moderna. Moderna's COVID-19 vaccine candidate meets its primary efficacy endpoint in the first interim analysis of the phase 3 COVE study. (2020). <https://investors.modernatx.com>. Retrieved from: <https://investors.modernatx.com/news-releases/news-release-details/modernas-covid-19-vaccine-candidate-meets-its-primary-efficacy>.
- Dey, A., Rajanathan, C., Chandra, H., Pericherla, H.P., Kumar, S., Choonia, H.S., ... & Maithal, K. (2021). Immunogenic Potential of DNA Vaccine candidate, ZyCoV-D against SARS-CoV-2 in Animal Models. *bioRxiv*.
- ZyCoV-D DNA vaccine immunogenic against SARS-CoV-2 in animal models. (2021). <https://www.news-medical.net>. Retrieved from: <https://www.news-medical.net/news/20210202/ZyCoV-D-DNA-vaccine-immunogenic-against-SARS-CoV-2-in-animal-models.aspx>.
- What is a DNA-based vaccine? (2021). <https://www.news-medical.net>. Retrieved from: <https://www.news-medical.net/health/What-is-a-DNA-based-vaccine.aspx>.
- What are Spike Proteins? (2021). <https://www.news-medical.net>. Retrieved from: <https://www.news-medical.net/health/What-are-Spike-Proteins.aspx>.
- Voysey, M., Clemens, S.A.C., Madhi, S.A., Weckx, L.Y., Folegatti, P.M., Aley, P.K., ... & Bijker, E. (2021). Safety and efficacy of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine (AZD1222) against SARS-CoV-2: an interim analysis of four randomised controlled trials in Brazil, South Africa, and the UK. *The Lancet*, 397 (10269), 99-111.
- Knoll, M.D., & Wonodi, C. (2021). Oxford–AstraZeneca COVID-19 vaccine efficacy. *The Lancet*, 397 (10269), 72-74.
- Oxford University to test COVID-19 vaccine response among children for first time. (2021). <https://www.reuters.com>. Retrieved from: <https://www.reuters.com/article/idUSKBN2AD07S>.
- Viruses sampling products – viruses collection. (2020). <https://www.nytimes.com>. Retrieved from: <https://www.nytimes.com/2020/11/25/business/coronavirus-vaccine-astrazeneca-oxford.html>.
- The AstraZeneca Covid vaccine data isn't up to snuff. (2020). <https://www.wired.com>. Retrieved from: <https://www.wired.com/story/the-astrazeneca-covid-vaccine-data-isnt-up-to-snuff/amp>.
- Corum, J., Grady, D., Wee, S.L., & Zimmer, C. (2020). Coronavirus vaccine tracker. *The New York Times*, 5.
- Center for Systems Science and Engineering at Johns Hopkins University COVID-19 dashboard. Johns Hopkins University of Medicine coronavirus resource center. (2020). Retrieved from: <https://coronavirus.jhu.edu>. Retrieved from: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>.
- Voysey, M., Clemens, S.A.C., Madhi, S.A., Weckx, L.Y., Folegatti, P.M., Aley, P.K., ... & Bijker, E. (2021). Safety and efficacy of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine (AZD1222) against SARS-CoV-2: an interim analysis of four randomised controlled trials in Brazil, South Africa, and the UK. *The Lancet*, 397 (10269), 99-111.

38. Ramasamy, M.N., Minassian, A.M., Ewer, K.J., Flaxman, A.L., Folegatti, P.M., Owens, D.R., ... & Demissie, T. (2020). Safety and immunogenicity of ChAdOx1 nCoV-19 vaccine administered in a prime-boost regimen in young and old adults (COV002): a single-blind, randomised, controlled, phase 2/3 trial. *The Lancet*, 396 (10267), 1979-1993.
39. Adenovirus-vectored Covid-19 vaccines' efficacy during a potential revaccination campaign likely to be stifled by antivector response. (2021). <https://www.clinicaltrialsarena.com>. Retrieved from: <https://www.clinicaltrialsarena.com/comment/adenovirus-vectored-covid-19-vaccines-efficacy-during-a-potential-revaccination/>.
40. AstraZeneca to test if combination of its Covid vaccine with Russia's Sputnik V works better. (2021). <https://theprint.in>. Retrieved from: <https://theprint.in/health/astrazeneca-to-test-if-combination-of-its-covid-vaccine-with-russias-sputnik-v-works-better/565146/>.
41. Callaway, E. (2020). Russia's fast-track coronavirus vaccine draws outrage over safety. *Nature*, 584 (7821), 334-335.
42. Sadoff, J., Le Gars, M., Shukarev, G., Heerwegh, D., Truyers, C., de Groot, A. M., ... & Schuitemaker, H. (2021). Interim Results of a Phase 1–2a Trial of Ad26. COV2. S Covid-19 Vaccine. *New England Journal of Medicine*.
43. Johnson & Johnson Announces Single-Shot Janssen COVID-19 Vaccine Candidate Met Primary Endpoints in Interim Analysis of its Phase 3 ENSEMBLE Trial. (2020). <https://www.jnj.com>. Retrieved from: <https://www.jnj.com/johnson-johnson-announces-single-shot-janssen-covid-19-vaccine-candidate-met-primary-endpoints-in-interim-analysis-of-its-phase-3-ensemble-trial>.
44. A Randomized, double-blind, placebo-controlled phase 3 study to assess the efficacy and safety of Ad26.COV2.S for the prevention of SARS-CoV-2-mediated COVID-19 in adults aged 18 years and older. (2020). <https://www.jnj.com>. Retrieved from: <https://www.jnj.com/coronavirus/ensemble-1-study-protocol>.
45. Novavax COVID-19 Vaccine Demonstrates 89.3% Efficacy in UK Phase 3 Trial. (2021). <https://ir.novavax.com>. Retrieved from: <https://ir.novavax.com/news-releases/news-release-details/novavax-covid-19-vaccine-demonstrates-89-3-efficacy-uk-phase-3>.
46. How the Novavax vaccine works. (2021). <https://www.nytimes.com>. Retrieved from: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/health/novavax-covid-19-vaccine.html>.
47. Clinical trials. (2020). <https://www.clinicaltrialsregister.eu>. Retrieved from: <https://www.clinicaltrialsregister.eu/ctr-search/trial/2020-004123-16/GB>.
48. China's Sinopharm vaccine has 86% efficacy against Covid-19, says UAE. (2020). <https://edition.cnn.com>. Retrieved from: <https://edition.cnn.com/2020/12/09/asia/uae-china-vaccine-intl-hnk/index.html>.
49. Xia, S., Zhang, Y., Wang, Y., Wang, H., Yang, Y., Gao, G. F., ... & Yang, X. (2021). Safety and immunogenicity of an inactivated SARS-CoV-2 vaccine, BBIBP-CorV: a randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 1/2 trial. *The Lancet Infectious Diseases*, 21 (1), 39-51.
50. How the Sinopharm Vaccine Works. (2021). <https://www.nytimes.com>. Retrieved from: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/health/sinopharm-covid-19-vaccine.html>.
51. Sinopharm COVID-19 vaccine could be cleared for use in minors before March: state media. (2021). <https://www.reuters.com>. Retrieved from: <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-vaccine-sinopharm-idUSKBN29K0SE>.
52. Zhang, Y., Zeng, G., Pan, H., Li, C., Hu, Y., Chu, K., ... & Zhu, F. (2020). Safety, tolerability, and immunogenicity of an inactivated SARS-CoV-2 vaccine in healthy adults aged 18–59 years: a randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 1/2 clinical trial. *The Lancet Infectious Diseases*.
53. Exclusive: FDA widens U.S. safety inquiry into AstraZeneca coronavirus vaccine – sources. (2020). <https://www.reuters.com>. Retrieved from: <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-vaccine-astrazenec-idUSKBN26L3TA>.
54. Baden, L. R., El Sahly, H. M., Essink, B., Kotloff, K., Frey, S., Novak, R., ... & Zaks, T. (2021). Efficacy and safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 vaccine. *New England Journal of Medicine*, 384 (5), 403-416.
55. Widge, A.T., Roupael, N.G., Jackson, L.A., Anderson, E.J., Roberts, P.C., Makhene, M., ... & Beigel, J.H. (2021). Durability of responses after SARS-CoV-2 mRNA-1273 vaccination. *New England Journal of Medicine*, 384 (1), 80-82.
56. Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., ... & Cao, B. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*, 395(10223), 497-506.
57. Liu, Y., Mao, B., Liang, S., Yang, J.W., Lu, H.W., Chai, Y.H., ... & Xu, J.F. (2020). Association between age and clinical characteristics and outcomes of COVID-19. *European Respiratory Journal*, 55 (5).
58. Shahid, Z., Kalayanamitra, R., McClafferty, B., Kepko, D., Ramgobin, D., Patel, R., ... & Jain, R. (2020). COVID-19 and older adults: what we know. *Journal of the American Geriatrics Society*, 68 (5), 926-929.
59. Saadat, S., Rikhtegaran-Tehrani, Z., Logue, J., Newman, M., Frieman, M. B., Harris, A. D., & Sajadi, M.M. (2021). Single dose vaccination in healthcare workers previously infected with SARS-CoV-2. *MedRxiv*.
60. Dan, J.M., Mateus, J., Kato, Y., Hastie, K.M., Yu, E.D., Faliti, C.E., ... & Crotty, S. (2021). Immunological memory to SARS-CoV-2 assessed for up to 8 months after infection. *Science*.
61. Jackson, L.A., Anderson, E.J., Roupael, N.G., Roberts, P.C., Makhene, M., Coler, R.N., ... & Beigel, J.H. (2020). An mRNA vaccine against SARS-CoV-2—preliminary report. *New England Journal of Medicine*.
62. WHO Recommends Most Pregnant Women Don't Use Moderna, Pfizer Vaccines. (2021). <https://www.wsj.com>. Retrieved from: <https://www.wsj.com/livecoverage/covid-2021-01-27/card/1Pw3ARY1D1bFzBzKBZ>.
63. WHO: Mass vaccination will not eradicate the coronavirus. (2021). <https://www.dw.com>. Retrieved from: <https://www.dw.com/uk/vooz-masova-vaktsynatsiia-ne-pryzvede-do-vykorinnia-koronavirusu/a-55757137> [in Ukrainian].
64. AP-NORC poll: Only half in US want shots as vaccine nears. – 2020. – <https://apnews.com>. Electronic resource. Retrieved from: <https://apnews.com/article/ap-norc-poll-us-half-want-vaccine-shots-4d98dbfc0a64d60d52ac84c3065dac55>.
65. Dodd, R. H., Pickles, K., Nickel, B., Cvejic, E., Ayre, J., Batcup, C., ... & McCaffery, K.J. (2021). Concerns and motivations about COVID-19 vaccination. *The Lancet Infectious Diseases*, 21(2), 161.
66. Lurie, N., Saville, M., Hatchett, R., & Halton, J. (2020). Developing Covid-19 vaccines at pandemic speed. *New England Journal of Medicine*, 382 (21), 1969-1973.

COVID-19 VACCINATION: EXPECTATIONS, REALITIES AND PROSPECTS

O.L. Ivakhiv, N.Yu. Vyshnevskaya, I.S. Ishchuk

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University

SUMMARY. Modern approaches to the development of vaccine candidates against COVID-19, which are based on a review of the scientific literature, are highlighted. Data on safety, efficacy, routes of administration, undesirable side effects, storage conditions of Tozinameran or BNT162b2 genetic vaccines, under the trademark Comirnaty (Pfizer-BioNTech), on template RNA (mRNA) and Moderna, based on mRNA-1273 are shown. Data from preclinical studies of a promising DNA plasmid vaccine-candidate ZyCoV-D are highlighted. Viral vector vaccines have been described: ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222), known as AstraZeneca vaccine, and Ad26.COV2.S (JNJ-78436735, VAC31518), which uses the genetically modified ad26 adenovirus. Encouraging preliminary results from trials of the NVX-CoV2373 subunit candidate vaccine are presented. The inactivated vaccines BBIBP-CorV (China, Sinopharm) and CoronaVac (Sinovac Life Sciences, Beijing, China) are characterized. The expediency of vaccination of COVID-19 convalescents, pregnant women and children is covered. The problem of the effectiveness of vaccines against new mutant SARS-CoV-2 viruses is raised.

Key words: COVID-19; vaccines; efficacy; adverse reactions.

Відомості про авторів:

Івахів Олег Любомирович – к. мед. н., доцент кафедри інфекційних хвороб з епідеміологією, шкірними і венеричними хворобами Тернопільського національного медичного університету ім. І.Я. Горбачевського; e-mail: ivakhiv@tdmu.edu.ua

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1917-1814>

Вишневська Наталія Юріївна – к. мед. н., доцентка кафедри інфекційних хвороб з епідеміологією, шкірними і венеричними хворобами Тернопільського національного медичного університету ім. І.Я. Горбачевського; e-mail: vyshnevskaya@tdmu.edu.ua

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-6912-9481>

Іщук Інна Станіславівна – к. мед. н., доцентка кафедри інфекційних хвороб з епідеміологією, шкірними і венеричними хворобами Тернопільського національного медичного університету ім. І.Я. Горбачевського; e-mail: ischuk@tdmu.edu.ua

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4318-4834>

Information about the authors:

Ivakhiv O.L. – PhD, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases and Epidemiology, Skin and Venereal Illnesses of I. Horbachevsky Ternopil National Medical University; e-mail: ivakhiv@tdmu.edu.ua

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1917-1814>

Vyshnevskaya N.Yu. – PhD, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases and Epidemiology, Skin and Venereal Illnesses of I. Horbachevsky Ternopil National Medical University; e-mail: vyshnevskaya@tdmu.edu.ua

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-6912-9481>

Ishchuk I.S. – PhD, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases and Epidemiology, Skin and Venereal Illnesses of I. Horbachevsky Ternopil National Medical University; e-mail: ischuk@tdmu.edu.ua

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4318-4834>

Конфлікт інтересів: немає.

Authors have no conflict of interest to declare.

Отримано 22.02.2021 р.