

УДК 615.371:57.083.3:616.98

DOI: <https://doi.org/10.22141/2312-413X.9.2.2021.236218>Чернишова Л.І.¹, Чернишов А.В.²¹ Національний університет охорони здоров'я ім. П.Л. Шупика, м. Київ, Україна² ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», м. Київ, Україна

Порівняльна характеристика вакцин проти COVID-19

Резюме. *Вступ.* Спалах хвороби, викликаний новим коронавірусом SARS-CoV-2, розпочався в середині грудня 2019 року в Китаї. Ця інфекція швидко поширилася по всьому світу і перетворилася на глобальну пандемію, спричинивши «найбільший карантин в історії людства». Незважаючи на це, пандемія триває, а в деяких країнах реєструються повторні хвилі підйому захворюваності. Менше ніж через 12 місяців після початку пандемії COVID-19 кілька дослідницьких груп прийняли виклик і розробили вакцини, що захищають від SARS-CoV-2. **Мета:** провести порівняння основних вакцин проти COVID-19. **Матеріали та методи.** Використовувались існуючі інструкції до вакцин, проміжні результати досліджень ефективності вакцин, а також рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я, Європейського агентства з лікарських засобів, Американського центру з контролю та профілактики захворювань та ін. Проводився порівняльний аналіз існуючих даних про вакцини проти COVID-19. **Результати.** Наведена порівняльна характеристика щодо складу вакцин та механізму їх дії, температурного режиму зберігання, показань та протипоказань до вакцинації, схем вакцинації та способів введення вакцин, ефективності вакцинації, побічної дії, профілактики у контактних осіб та в осіб, які перехворіли. **Висновки.** Виявлені особливості складу вакцин та їх застосування можуть бути використані при проведенні імунопрофілактики проти COVID-19.

Ключові слова: COVID-19; вакцини; імунопрофілактика

Спалах хвороби, викликаний новим коронавірусом 2019 nCoV, розпочався в середині грудня 2019 року в місті Ухань провінції Хубей Центрального Китаю з перших випадків пневмонії невідомого походження [1, 2]. Згодом встановили генетичну послідовність геному нового вірусу, який назвали SARS-CoV-2 (тому що він на 70 % схожий з SARS-CoV), що викликає хворобу COVID-19 (Coronavirus Disease, 2019). З точки зору тяжкості і клінічних наслідків інфекції SARS-CoV був більш летальним та агресивним, але SARS-CoV-2 дуже заразний і швидше поширюється. Крім того, ще одне застереження щодо SARS-CoV-2 полягає в тому, що у деяких людей симптоми приховані або у людини немає симптомів, що означає, що потенційно інфікована людина неусвідомлено заражає кілька людей.

Експерти дійшли висновку, що SARS-CoV-2, мабуть, є гібридом коронавірусу, виявленого у кажанів, та іншого коронавірусу невідомого походження. Інфекція швидко поширилася по всьому світу і перетворилася

на глобальну пандемію, яка вражає мільйони людей, ставлячи під загрозу не тільки глобальну систему охорони здоров'я, але й світову економіку.

Було запропоновано низку заходів, зокрема введення карантину. Впроваджено загальнонаціональні карантини у більшості країн. У деяких країнах введено комендантську годину, закриття кордонів або обмеження на в'їзд пасажирів, спеціальні методи перевірки в аеропортах і на вокзалах. Школи та університети були закриті на загальнонаціональній або місцевій основі. Пандемія призвела до глобального соціально-економічного руйнування, відкладання або скасування спортивних і культурних заходів. Все це було описано як «найбільший карантин в історії людства».

У всьому світі станом на 10.04.2021 року було зареєстровано 135 млн підтверджених випадків COVID-19, у тому числі одужало 76,7 млн і 2,92 млн смертей зареєстровано Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВОЗ). На цей час пандемія продовжується, а

© «Актуальна інфектологія» / «Actual Infectology» («Aktual'naâ infekctologîâ»), 2021

© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2021

Для кореспонденції: Чернишова Людмила Іванівна, доктор медичних наук, професор, кафедра дитячих інфекційних хвороб та дитячої імунології, Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, вул. Дорогожицька, 9, м. Київ, 04112, Україна; e-mail: chernyshova@ukr.net

For correspondence: Liudmyla Chernyshova, MD, PhD, Professor, Department of Pediatric Infectious Diseases and Pediatric Immunology, Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Dorohozhytska st., 9, Kyiv, 04112, Ukraine; e-mail: chernyshova@ukr.net

Full list of authors information is available at the end of the article.

в деяких країнах реєструються повторні хвилі підйому захворюваності.

Коронавіруси містять РНК-геном і нуклеокапсид спіральної структури. У структуру SARS-CoV-2 входить головний тримерний глікопротеїн оболонки, званий S-білком (спайковим білком), який експресується на поверхні вірусу і також є основною мішенню для вакцин, оскільки зв'язується з клітинами-господарями. S-білок складається з двох основних субодиниць, а саме S1, який контролює зв'язування рецептора, і S2, який керує злиттям мембран.

Для COVID-19 характерне дифузне ураження альвеол (включаючи утворення гіалінових мембран). Не виключається, що коронавірус COVID-19 має пряму цитопатичну дію на пневмоцити. Травму альвеолоцитів підсилюють прозапальні цитокіни (цитокінова буря). Реплікація вірусу відбувається протягом декількох днів. Вроджена імунна відповідь не завжди справляється з вірусом. Відносно легкі симптоми можуть виникнути через прямий вірусний цитопатичний ефект та вроджені імунні реакції. З часом приєднується адаптивний імунітет. Це призводить до падіння титру вірусу. Однак при цьому також може підвищитись рівень прозапальних цитокинів, які можуть сприяти пошкодженню тканин, спричиняючи клінічне погіршення стану. Деякі пацієнти можуть реагувати на COVID-19 підвищеною імунною реакцією, яка спричиняє цитокинову бурю з поліорганним ураженням.

У групу високого ризику розвитку більш тяжких випадків включають людей старше 65 років і людей із хронічними захворюваннями, з цукровим діабетом, нирковою недостатністю, хронічними захворюваннями легенів і серця. Діти страждають менше, ніж дорослі, і частота випадків у віковій групі 0–19 років низька.

Описано постковідний синдром — мультисистемний запальний синдром у дітей (Multisystem Inflammatory Syndrome in Children — MIS-C). Такий же синдром зустрічається у дорослих і називається MIS-A (Adults).

Специфічного лікування SARS-CoV-2 не існує.

Засоби і методи профілактики

Менш ніж через 12 місяців після початку пандемії COVID-19 кілька дослідницьких груп прийняли виклик і розробили вакцини, що захищають від SARS-CoV-2-вірусу, що викликає COVID-19. Існуючі вакцини проти COVID-19 розроблені на різних платформах: РНК, ДНК, вірусні вектори, що не реплікуються, інактивовані вакцини [3]. Хоча в минулому вакцини на основі платформ РНК і ДНК не розроблялися і не ліцензувалися для використання людьми, ці дві платформи дійсно забезпечують перевагу в ситуації пандемії, оскільки обидві ці платформи не вимагають методів культивування в біореакторах, які можуть знадобитися, наприклад, для інактивованої вакцини. Переваги вакцин на основі ДНК і РНК: вони можуть бути виготовлені швидше в лабораторії, засновані на генетичній послідовності вірусу і дозволяють здійснювати процес розробки; може бути налагоджено прискорене виготовлення на новий різновид чи мутант вірусу в разі пандемії. Вони також здатні викликати стійку імунну

відповідь, що дає додаткову перевагу. Вірусні векторні (що не реплікуються) вакцини можна виробляти у великих масштабах, і вони показали свою безпеку й імунологічну ефективність, як це видно на прикладі вакцини від вірусу Ебола.

З іншого боку, вакцини, засновані на технології інактивованих вірусів, були ліцензовані раніше, але вони не викликають настільки сильної імунної відповіді, якщо не використовуються, наприклад, разом з алюмінієвим ад'ювантом.

Вакцини на основі ДНК і РНК виробляються з генної послідовності вірусу. Вакцини з вірусним вектором використовують інший вірус, наприклад аденовірус, і включають генетичний матеріал з SARS-CoV-2 в його геном. Інактивовані вакцини включають вірус SARS-CoV-2, убитий фізичними або хімічними засобами.

Вакцини проти SARS-CoV-2

Вакцинація проти SARS-CoV-2 розпочалася в окремих країнах вже з січня 2021 року. В Україні вакцинація розпочалася в березні 2021 року і проводилася поетапно. Першими отримав вакцинацію медичний персонал, що працював з хворими на COVID-19. Вакцинація проти COVID-19 в Україні розпочалася з препарату Covishield, який, попри іншу назву, є ідентичним вакцині Oxford-AstraZeneca AZD1222, але виробляється за ліцензійною угодою в Індії. Спочатку цей препарат залишався єдиним, який українська влада використовувала у кампанії щеплення проти коронавірусу, наполягаючи на його ефективності й безпечності. У випадку вакцини AstraZeneca йдеться про так звану векторну вакцину. Вона базується на вірусі застуди шимпанзе, який є безпечним для людей. Так звані застудні віруси з родини аденовірусів модифікуються таким чином, що вони містять ген із невеликою ділянкою геному SARS-CoV-2; «модифікація» виробляє оптимізований поверхневий білок коронавірусу, відомий також як спайковий білок. Після щеплення цей вірус потрапляє у деякі людські клітини, що починають використовувати ген для створення спайкового білка. Імунна система розпізнає його як чужорідний елемент та починає виробляти як захисну реакцію антитіла та Т-клітини, які в ідеальному випадку здатні захистити від інфікування коронавірусом SARS-CoV-2 [4].

Вакцина Johnson & Johnson проти COVID-19 (Ad26.COV2.S, JNJ-78436735) розроблена компанією Johnson & Johnson разом із Janssen-Cilag International N.V. Це векторна вакцина, у якій використовується генетично модифікований аденовірус ad26, що не реплікується [5, 6].

Офіційна назва вакцини BioNTech та Pfizer — тозінамеран, або BNT162b2. Торгова назва цієї вакцини, що була отримана Україною 16.04.2021 року, — Comirnaty. Вона була першою вакциною від COVID-19, дозволеною до застосування в США і Європейському Союзі. Її основою стала розробка німецьких вчених, чия фірма BioNTech з Майнца уклала альянс з американським гігантом Pfizer. Завдяки цій вакцині ЗМІ заговорили про революцію у фармацевтиці — вона стала першою вакциною, що базується на матричній РНК [7]. В основу вакцини покладена технологія, яка розробляється вже протягом декількох десятиліть, але ніколи раніше не за-

стосовувалася в жодній схваленій вакцині. Її головний компонент — молекула матричної РНК, в якій записана інформація про антиген — білок вірусу SARS-CoV-2, який є збудником COVID-19. Коли ця молекула потрапляє всередину людської клітини, там синтезується цей білок, а організм виробляє на нього імунну відповідь. Такі вакцини називають РНК-вакцинами. Саме із застосуванням цієї нової технології пов'язаний один з головних недоліків вакцини: на відміну від більшості інших, створених за старими технологіями, її потрібно зберігати при температурі -70°C . Очевидно, що для цього потрібне спеціальне обладнання. Офіційна назва вакцини від компанії Moderna — mRNA-1273. Її розробник — американська компанія Moderna. Це також мРНК-вакцина, багато в чому подібна вакцині від Pfizer/BioNTech [8]. Вакцина CoronaVac, інактивована, виробництва фірми Sinovac (Китай), отримана шляхом щеплення ниркових клітин африканської зеленої мавпи (скорочена назва — клітини Vero) коронавірусом нового типу, культивування, отримання вірусної рідини, інактивації вірусу, концентрації, очищення та абсорбції за допомоги гідроокису алюмінію. Препарат не містить консерванту [9].

Температурний режим зберігання

Вакцини Oxford-AstraZeneca AZD1222 (Covishield) і CoronaVac можна безпечно зберігати та транспортувати при температурі від $+2$ до $+8^{\circ}\text{C}$, а щеплення робити у наявних кабінетах лікарів. Заморожувати ці вакцини суворо заборонено. Після відкриття вакцину слід негайно використати.

Вакцина Pfizer для зберігання потребує температури -70°C . В Україні, зокрема, розроблена наступна логістична схема її зберігання і транспортування. Логістична компанія в Україні щотижня (при необхідності частіше) доставляє партії вакцини з центрального складу в Києві, де вони зберігаються в морозильному обладнанні при температурі від -60°C до -80°C , на регіональні склади в кількості і за графіком, визначеним МОЗ України. На обласних складах заморожені вакцини зберігаються в термоконтейнерах із сухим льодом, які забезпечують підтримання температури -60°C . З регіональних складів партії попередньо розмороженої вакцини забирають працівники мобільних бригад, складають її в термосумки або термоконтейнери з температурним режимом від $+2^{\circ}\text{C}$ до $+8^{\circ}\text{C}$ і виїжджають до місць проведення щеплень. Представник регіонального складу і представник мобільної бригади повинні переконатися, що зафіксовані час і дата розморожування вакцини. Мобільна бригада повинна використовувати отриману партію вакцини протягом 120 годин з моменту розморожування.

Вакцина Moderna також має бути заморожена, однак лише за -20°C , що ближче до звичайного домашнього морозильника з нових моделей.

Вакцина Johnson & Johnson зберігається при температурі від -15 до -25°C і при $2-8^{\circ}\text{C}$ — перед введенням.

Показання до вакцинації

ВООЗ та Європейське агентство з лікарських засобів (ЕМА) рекомендують вакцинацію проти COVID-19 всім людям починаючи від 18 років.

Також рекомендації стосуються осіб із хронічними захворюваннями, що підвищують ризик тяжкого перебігу COVID-19: серцево-судинні захворювання, хвороби дихальних шляхів, цукровий діабет, ожиріння. Для осіб, які живуть з ВІЛ і автоімунними хворобами чи мають ослаблений імунітет, необхідні подальші дослідження. Але, якщо особа належить до категорії, якій загалом рекомендується робити щеплення, після консультації із лікарем також можна вакцинуватися.

Досі є небагато даних щодо того, чи є безпечним використання вакцин також під час вагітності. Але, коли користь від використання вакцини для вагітної переважає можливі ризики, щеплення також є доречним.

Поки поставки вакцин проти COVID-19 обмежені, слід в пріоритетному порядку прищеплювати працівників охорони здоров'я, які піддаються високому ризику зараження, а також літніх людей. Для визначення черговості вакцинації різних цільових груп можна скористатися рекомендаціями, наведеними в дорожній карті ВООЗ щодо пріоритетного порядку використання вакцин і документі про систему цінностей ВООЗ. Вакцина може безпечно й ефективно застосовуватися для імунізації осіб з встановленими супутніми захворюваннями, які є факторами ризику тяжкого перебігу COVID-19, такими як гіпертонія, хронічна хвороба легень, виражені захворювання серця, ожиріння і діабет. Вакцина може бути запропонована особам, які раніше перехворіли на COVID-19. При цьому вони можуть за бажанням відкласти щеплення від COVID-19 на термін, що становить до шести місяців з часу зараження SARS-CoV-2, поступившись місцем у черзі іншим людям, які більш гостро потребують вакцинації. Вакцина може бути також запропонована жінкам у період грудного вигодовування, якщо вони відносяться до рекомендованої для вакцинації категорії населення (наприклад, працюють в сфері охорони здоров'я); при цьому припинення грудного вигодовування після щеплення в даний час не рекомендується. З цієї причини вагітні жінки, які піддаються високому ризику зараження SARS-CoV-2 (наприклад, працівниці охорони здоров'я) або страждають від супутніх захворювань, що підвищують ймовірність тяжкого перебігу хвороби, можуть проходити вакцинацію після консультації з лікарем [10].

Схема вакцинації та способи введення вакцини

Вакцини вводяться внутрішньом'язово у дельтоподібний м'яз. Переважно використовується дводозовий режим введення. Тільки при щепленні вакциною JanssenAd26.CoV2.S фірми Johnson & Johnson застосовується одноразове введення вакцини (0,5 мл).

При аналізі даних клінічних досліджень вакцини AstraZeneca ефективність вакцини після одноразової стандартної дози становила 76,0 % з 22-го по 90-й день, і рівень антитіл зберігався протягом цього періоду з мінімальним зниженням.

При стратегії імунізації з великим інтервалом ефективність вакцини була значно вище, а саме 81,3 % після двох стандартних доз, введених з інтервалом 12 тижнів або довше [11]. Дорадча група ВООЗ з питань імунізації (SAGE) заявила, що інтервал між двома щепленнями

від коронавірусу вакциною Pfizer може бути збільшений з чотирьох до шести тижнів. Зараз друге щеплення від коронавірусу цією вакциною рекомендується робити між 21-м і 28-м днями після введення першої дози.

Для отримання базового імунітету від препарату CoronaVac необхідні 2 дози з інтервалом 14–28 днів, об'єм кожної дози для людини становить 0,5 мл [9].

Між введенням вакцини Johnson & Johnson і будь-якої вакцини, призначеної для профілактики іншого захворювання, слід витримати інтервал не менше 14 днів. Дана рекомендація може бути скоригована в міру появи даних про одночасне введення інших вакцин [5].

Ефективність вакцинації

Як і у випадку з іншими вакцинами, немає гарантії захисної ролі вакцини в усіх щеплених осіб.

Вакцини не можна порівнювати між собою безпосередньо через відмінності в підходах, що застосовуються при визначенні дизайну відповідних досліджень, однак в цілому всі вакцини, допущені ВООЗ до застосування в умовах надзвичайної ситуації, дозволяють з високою ефективністю здійснювати профілактику важкого перебігу хвороби і запобігати випадкам госпіталізації у зв'язку з COVID-19, і практично на 100 % захищають від смертельних наслідків. Наприклад, встановлена ефективність захисту від важкого перебігу хвороби та потреби в госпіталізації забезпечується вакциною JanssenAd26.CoV2.S після закінчення 28 днів після щеплення на рівні 85,4 %, а під час клінічних досліджень ефективність захисту від помірних симптомів хвороби в результаті інфікування SARS-CoV-2 у цієї вакцини оцінювалася на рівні 66,9 %. За даними виробника, ефективність вакцини Pfizer після першої дози становить 95 % [7].

На початку лютого 2021 року AstraZeneca повідомила нові результати клінічних досліджень своєї вакцини. Уже після першої дози ефективність вакцини становить 76 %, а після другої, зробленої не менш ніж за три місяці, — 82 %, але від смертельних випадків захищає на 100 % [11].

Ефективність вакцини CoronaVac у Туреччині була на рівні 91 %, в Індонезії — 65 %, а в Бразилії вона виявилася на рівні лише трохи вище 50 % [9]. Однак слід мати на увазі, що дослідження ефективності вакцин (і не тільки CoronaVac) проводилися не при одному і тому ж рівні захворюваності на COVID-19 у конкретній місцевості, що може обумовлювати таку різницю у результатах.

У кінці січня 2021 року виробник вакцини від Johnson & Johnson повідомив, що, за результатами досліджень, її ефективність становить 66 %, але з імовірністю 85 % вона захищає від важкої форми захворювання [5].

Тривалість захисту

На даний момент ще не отримані дані щодо тривалості захисту від застосування вакцин від COVID-19.

Побічна дія

Виділяють місцеві й загальні побічні реакції. Побічні реакції у місці введення: дуже часті — біль; часті — свербіж, припухлість, еритема. Загальні: дуже часті — головний біль, втома; часті — біль у м'язах, суглобах, нудота, діарея; інколи — лихоманка.

У США після шести випадків тромбозів Управління з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів і медикаментів (FDA) і Центр з контролю та профілактики захворювань (CDC) рекомендували призупинити вакцинацію препаратом Johnson & Johnson. ВООЗ поки що рекомендує подальше використання вакцини Oxford-AstraZeneca AZD1222 (Covishield), навіть з огляду на нещодавні випадки тромбозу [12, 13].

З 30 березня 2021 року вакцина AstraZeneca в Німеччині без обмежень використовується лише для людей віком 60 років і старше. Причиною цього рішення МОЗ Німеччини стали можливі ризики появи тромбозу в молодих людей унаслідок отримання ними вакцини.

Протипоказання до вакцинації

Вакцинація протипоказана особам, які мають в анамнезі анафілактичну реакцію на будь-який з компонентів вакцини. Особам із передісторією тяжких алергічних реакцій на компоненти препарату вакцини вакцинуватися не варто. Це стосується і мРНК-вакцин.

Особам з температурою тіла вище 38,5 °C слід відкласти вакцинацію до тих пір, поки не пройде лихоманка.

Вакциною не рекомендується робити щеплення осіб віком молодше 18 років до отримання результатів додаткових досліджень у цій віковій групі.

Вакцина CoronaVac (виробництва фірми Sinovac) протипоказана, крім того, особам із серйозними захворюваннями нервової системи (наприклад, поперечний мієліт, синдром Гієна — Барре, демієлінізація (пошкодження мієлінового шару)). Вона протипоказана особам із серйозними неконтрольованими хронічними захворюваннями та жінкам у період вагітності та лактації. Вакцинацію CoronaVac особам, які отримують внутрішньовенний імуноглобулін, не рекомендується робити раніше 1 місяця після отримання препарату. Особам, у яких спостерігалася будь-яка побічна реакція на нервову систему після введення вакцини CoronaVac, забороняється повторне введення вакцини [9].

Профілактика контактних осіб

Контактні з людиною з COVID-19 не повинні звертатися для вакцинації, поки не закінчиться їх 14-денний карантинний період.

Вакцинація осіб, які перехворіли

ВООЗ рекомендує вакцинацію від COVID-19 тим, хто перехворів на коронавірус в легкій або безсимптомній формі, бо після хвороби не в усіх формується досить сильний імунітет. При цьому лікарі поки не знають, як довго імунітет вакцинованого зможе стримувати вірус, відзначили в ВООЗ. Але здоров'я людини після щеплення все одно буде сильніше, ніж без неї. У даний час немає предметних даних щодо впливу вакцини на передачу вірусного збудника COVID-19, незважаючи на активне просування вакцинації від COVID-19, слід продовжувати і посилювати застосування ефективних заходів захисту здоров'я населення: користуватися масками, триматися на відстані від інших людей, мити руки, дотримуватися респіраторного етикету і кашльової гігієни, уникаючи скупчень людей і добре провітрювати приміщення.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Lu R., Zhao X., Li J., Niu P., Yang B., Wu H. et al. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *Lancet*. 2020. 395. 565-74. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30251-8.
2. World Health Organization. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 — 11 March 2020. Available online at: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19-11-march-2020> (accessed October 23, 2020).
3. World Health Organization. Draft landscape of COVID-19 candidate vaccines. 2020. Available online at: <https://www.who.int/publications/m/item/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines> (accessed December 16, 2020).
4. Knoll M.D., Wonodi C. Oxford-AstraZeneca COVID-19 vaccine efficacy. *Lancet*. 2021 Jan 9. 397(10269). 72-74. doi: 10.1016/S0140-6736(20)32623-4. Epub 2020 Dec 8. PMID: 33306990; PMCID: PMC7832220.
5. Johnson & Johnson Press Release. Johnson & Johnson Announces Single-Shot Janssen COVID-19 Vaccine Candidate Met Primary Endpoints in Interim Analysis of its Phase 3 ENSEMBLE Trial. 2021. Available online at: <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> (accessed February 5, 2021).
6. Sadoff J., Le Gars M., Shukarev G., Heerwegh D., Truyers C., de Groot A.M., Stoop J., Tete S., Van Damme W., Leroux-Roels I., Berghmans P.J., Kimmel M., Van Damme P., de Hoon J., Smith W., Stephenson K.E., De Rosa S.C., Cohen K.W., McElrath M.J., Cormier E., Schepher G., Barouch D.H., Hendriks J., Struyf F., Douguilh M., Van Hoof J., Schuitemaker H. Interim Results of a Phase 1-2a Trial of Ad26.COV2.S Covid-19 Vaccine. *N. Engl. J. Med.* 2021 Jan 13. NEJMoa2034201. doi: 10.1056/NEJMoa2034201. Epub ahead of print. PMID: 33440088; PMCID: PMC7821985.
7. US Food and Drug Administration. Pfizer-BioNTech COVID-19 vaccine emergency use authorization review memorandum. 2020. Available online at: <https://www.fda.gov/media/144416/download> (accessed December 16, 2020).
8. US Food and Drug Administration. Moderna COVID-19 vaccine EUA letter of authorization. 2020. Available online at: <https://www.fda.gov/media/144636/download> (accessed December 22, 2020).
9. Інструкція для медичного застосування лікарського засобу. Вакцина для профілактики COVID-19 (вирощена з використанням клітин Vero), інактивована. 2021. <http://adv-storage.biz/liki/instr/36261.pdf>.
10. Drugs and Lactation Database (LactMed) [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US). 2006. COVID-19 vaccines. 2021 Apr 19. PMID: 33355732.
11. Voysey M., Clemens S.A.C., Madhi S.A., Weckx L.Y., Folegatti P.M., Aley P.K. et al. 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. *Lancet*. 2021. 397. 99-111. doi: 10.1016/S0140-6736(20)32661-1.
12. European Medicines Agency. COVID-19 Vaccine AstraZeneca. 2021. Available online at: <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/summaries-opinion/covid-19-vaccine-astrazeneca#opinion-section> (accessed February 16, 2021).
13. European Medicines Agency. European Medicines Agency recommends conditional marketing authorisation to ChAdOx1 coronavirus vaccine. 2021. Available online at: <https://www.ox.ac.uk/news/2021-01-29-european-medicines-agency-recommends-conditional-marketing-authorisation-chadox1#> (accessed February 16, 2021).

Отримано/Received 09.04.2021

Рецензовано/Revised 19.04.2021

Прийнято до друку/Accepted 26.04.2021 ■

Information about authors

Liudmyla Chernyshova, MD, PhD, Professor, Department of Pediatric Infectious Diseases and Pediatric Immunology, Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine; e-mail: chernyshova@ukr.net; <http://orcid.org/0000-0002-9980-250X>

Andrii Chernyshov, State Institution "National Research Center for Radiation Medicine of NAMS of Ukraine", Kyiv, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0002-9564-759X>

Conflicts of interests. Authors declare the absence of any conflicts of interests and their own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of their manuscript.

L.I. Chernyshova¹, A.V. Chernyshov²

¹Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²State Institution "National Research Center for Radiation Medicine of NAMS of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Comparative characteristics of COVID-19 vaccines

Abstract. Background. The outbreak of the disease, caused by the new coronavirus SARS-CoV-2, began in mid-December 2019 in China. The infection quickly spread around the world and became a global pandemic, causing "the greatest quarantine in human history". Nevertheless, the pandemic continues, and in some countries, there are repeated waves of rising incidence. Less than 12 months after the onset of the COVID-19 pandemic, several research groups accepted the challenge and developed vaccines that protect against SARS-CoV-2. The purpose was to compare the main vaccines against COVID-19. **Materials and methods.** Existing instructions for vaccines, intermediate results of vaccine efficacy

studies, as well as recommendations of the WHO, EMA, CDC and others were used. A comparative analysis of existing data on COVID-19 vaccines was performed. **Results.** A comparative description of the composition of vaccines and their mechanism of action, storage temperature, indications and contraindications to vaccination, vaccination regimens and methods of vaccination, vaccination efficacy, side effects, prevention in contact persons and in patients who have become ill has been made. **Conclusions.** The identified features of the composition of vaccines and their usage can be used in immunoprophylaxis against COVID-19.

Keywords: COVID-19; vaccines; immunoprophylaxis