

ВЛИЯНИЕ COVID-19 И ВАКЦИНАЦИИ ПРОТИВ SARS-COV-2 НА ЧАСТОТУ РЕАКТИВАЦИИ HERPES ZOSTER

Шохинова Анахита Шохиновна

Клинический ординатор 1 курса кафедры «Дерматовенерологии и косметологии» Самаркандского государственного медицинского университета.

Узбекистан, г. Самарканд, ул. Амира Темура, 18,

E-mail: shokhinovaanakhita@gmail.com

Нарзикулов Рустам Мардонович

Самаркандский государственный медицинский университет.

Узбекистан, г. Самарканд, ул. Амира Темура, 18,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8082-8620>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17935071>

Аннотация: в данном исследовании проведён сравнительный клинико-иммунологический анализ частоты и течения опоясывающего герпеса у пациентов, перенёсших COVID-19 и вакцинированных против SARS-CoV-2, с целью оценки влияния этих факторов на реактивацию вируса Varicella-Zoster. Анализ проводился путём сравнения трёх групп пациентов. На основе клинических данных и лабораторных показателей определены риск реактивации, особенности течения заболевания и иммунологические изменения. Частота возникновения, тяжесть клинических проявлений и уровень специфических иммунных клеток были проанализированы с использованием статистических методов. Кроме того, выявлены ключевые факторы риска, что является важным показателем для клинического прогнозирования и профилактики.

Ключевые слова: Herpes zoster; Varicella-Zoster Virus; COVID-19; SARS-CoV-2; вакцинация; постгерпетическая невралгия; клеточный иммунитет; факторы риска.

EFFECT OF COVID-19 AND SARS-COV-2 VACCINATION ON THE FREQUENCY OF HERPES ZOSTER REACTIVATION

Shokhinova Anakhita Shokhinovna

Clinical resident of the 1st year of the "Dermatovenerology and Cosmetology" department of Samarkand State Medical University. Uzbekistan, Samarkand city, Amir Temur street, 18

E-mail: shokhinovaanakhita@gmail.com

Narzikulov Rustam Mardonovich

Samarkand State Medical University.

Uzbekistan, Samarkand city, Amir Temur street, 18

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8082-8620>

Abstract: this study conducted a comparative clinical and immunological analysis of the frequency and course of Herpes zoster in patients who had COVID-19 and those vaccinated against SARS-CoV-2, in order to assess the impact of these factors on Varicella-Zoster virus reactivation. The analysis was performed by comparing three patient groups. Based on clinical data and laboratory parameters, the risk of reactivation, disease course features, and immunological changes were determined. The incidence, severity of clinical manifestations, and levels of specific immune cells were analyzed using statistical methods. Furthermore, key risk factors were identified, which serves as an important indicator for clinical prediction and prevention.

Keywords: Herpes zoster; Varicella-Zoster virus; COVID-19; SARS-CoV-2; vaccination; post-herpetic neuralgia; cellular immunity; risk factors.

ВВЕДЕНИЕ

Herpes zoster (HZ) — клиническая манифестация реактивации Varicella-Zoster Virus (VZV), который после первичной инфекции (ветряной оспы) сохраняется в латентной форме в сенсорных ганглиях. Реактивация вируса возникает при снижении клеточного иммунитета, особенно CD4⁺ и CD8⁺ Т-лимфоцитов, что приводит к воспалению поражённых нервных структур и формированию характерных дерматомов высыпаний и нейропатической боли [1–3]. Частота Herpes zoster увеличивается с возрастом и сопутствующими иммунодефицитными состояниями, включая ВИЧ-инфекцию, диабет, онкогематологические заболевания и применение иммунодепрессантов [4,5].

Пандемия COVID-19, вызванная SARS-CoV-2, привела к существенным изменениям в структуре инфекционной заболеваемости и иммунного ответа населения. SARS-CoV-2 обладает выраженным иммуносупрессивным потенциалом: он вызывает снижение абсолютного количества лимфоцитов, функциональную истощённость CD4⁺/CD8⁺ Т-клеток, нарушение продукции интерферона I типа и гипервоспалительный цитокиновый ответ (IL-6, IL-1 β , TNF- α) [6–8]. Эти изменения создают благоприятные условия для реактивации латентных герпесвирусов, что подтверждается увеличением частоты HZ у пациентов, перенёсших COVID-19, по данным исследований США, Европы и Азии [9–11].

Ряд клинических наблюдений показал, что реактивация Herpes zoster может возникать как во время активной фазы COVID-19, так и в раннем постинфекционном периоде, зачастую у пациентов без выраженного иммунодефицита [12]. Исследования сообщают о повышении риска HZ у пациентов с COVID-19 в 2–6 раз по сравнению с популяцией [13,14]. Вероятные механизмы включают лимфопению, подавление интерферонового ответа и прямую вирусную индукцию иммунной дисфункции через взаимодействие SARS-CoV-2 с рецепторами ACE-2 и нарушением регуляции TLR-сигналинга [15,16].

Дополнительный научный интерес вызвали сообщения о случаях Herpes zoster после вакцинации против SARS-CoV-2. В литературе описаны эпизоды HZ после применения mRNA-вакцин (Pfizer-BioNTech BNT162b2, Moderna mRNA-1273), векторных вакцин (AstraZeneca ChAdOx1 nCoV-19), а также инактивированных вакцин (CoronaVac) [17–20]. Предполагается, что механизм включает кратковременную дисрегуляцию врождённого иммунитета, в частности временное снижение активности интерферонов, NK-клеток и функциональной активности Т-лимфоцитов, что может создавать условия для реактивации VZV у предрасположенных лиц [21–23].

Тем не менее эпидемиологические данные неоднозначны: в некоторых когортных исследованиях риск реактивации HZ после вакцинации повышен статистически значимо, тогда как другие крупные анализы (включая популяции более 2 млн человек) не выявили значимого увеличения риска по сравнению с естественным фоном [24–26]. Это подчёркивает необходимость дополнительного исследования клинико-иммунологических факторов и анализа групп риска.

С другой стороны, вакцинация против SARS-CoV-2 остаётся эффективной мерой снижения заболеваемости COVID-19 и риска тяжёлых осложнений, что значительно превосходит потенциальные риски реактивации VZV. Тем не менее изучение связи между COVID-19, вакцинацией и реактивацией Herpes zoster важно для разработки стратегий наблюдения и ранней диагностики поствирусных и поствакцинальных иммунологических нарушений.

В совокупности, анализ современных данных указывает на вероятность ассоциации COVID-19 и вакцинации против SARS-CoV-2 с реактивацией HZ, однако степень риска, клинические особенности и иммунологические механизмы остаются предметом научной дискуссии. Это делает исследование данной проблемы актуальным и клинически значимым.

Цель исследования: Оценить влияние инфекции COVID-19 и вакцинации против SARS-CoV-2 на частоту реактивации Herpes zoster и определить возможные иммунологические механизмы данной ассоциации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведено одномоментное ретроспективно-проспективное исследование на базе дерматологического и инфекционного стационаров (2021–2024 гг.). В исследование включены 412 пациентов (18–85 лет), разделённых на 3 группы: Группа 1 — пациенты, перенёвшие COVID-19 (n = 168); Группа 2 — вакцинированные против SARS-CoV-2 (n = 154); Группа 3 — контрольная группа (невакцинированные и не болевшие COVID-19) (n = 90).

Критерии включения. наличие клинически подтвержденного Herpes zoster, ПЦР-подтверждённый COVID-19 (для группы 1), документально подтверждённая вакцинация (для группы 2).

Методы. Клиническая оценка тяжести HZ: длительность высыпаний, распространённость, выраженность боли (ВАШ). Иммунологические показатели: уровень CD4+, CD8+, NK-клеток, интерферон- γ .

Статистический анализ: χ^2 , t-критерий Стьюдента, относительный риск (RR) с 95% ДИ. Временной интервал между COVID-19/вакцинацией и развитием HZ.

Результаты исследования

Частота реактивации Herpes zoster в исследуемых группах. Анализ частоты Herpes zoster показал значимые различия между группами. Показатели распределились следующим образом:

Таблица 1. Частота реактивации Herpes zoster в исследуемых группах

Группа	N	Число случаев HZ	Частота HZ (%)
Пациенты после COVID-19	168	31	18,40%
Вакцинированные против SARS-CoV-2	154	15	9,70%
Контрольная группа	90	3	3,30%

Таблица 1 демонстрирует сравнительную частоту реактивации Herpes zoster (HZ) в трёх категориях пациентов: перенёвших COVID-19, вакцинированных против SARS-CoV-2 и лиц без перенесённой инфекции или вакцинации (контрольная группа).

Полученные данные показывают, что наибольшая частота реактивации HZ зарегистрирована у пациентов после COVID-19 — 18,4 %, что почти в шесть раз превышает показатели контрольной группы.

У вакцинированных пациентов частота составила 9,7 %, что выше контрольных значений, но существенно ниже, чем у перенёсших COVID-19.

Контрольная группа характеризовалась минимальной частотой — 3,3 %, что отражает естественный уровень заболеваемости Herpes zoster в популяции.

Эти результаты свидетельствуют о значимом влиянии COVID-19 на риск реактивации латентной инфекции VZV, а также о возможной, но менее выраженной ассоциации вакцинации с появлением HZ.

Временные интервалы между триггером (COVID-19/вакцинация) и развитием HZ. Среднее время появления клинических проявлений Herpes zoster: После COVID-19: медиана 10 дней (IQR 6–17 дней). После вакцинации: медиана 8 дней (IQR 5–14 дней). Различия статистически незначимы ($p = 0,08$), что указывает на аналогичную динамику реактивации в ранний период иммунной дисрегуляции. У 7 пациентов (из группы COVID-19) HZ развился уже на 3–4 сутки, что коррелировало с выраженной лимфопенией.

Клинические особенности течения Herpes zoster. Тяжесть кожных проявлений. Для оценки использовалась шкала тяжести HZ (0–10 баллов).

Результаты:

Таблица 2. Тяжесть клинических проявлений Herpes zoster в исследуемых группах

Группа	Средний балл тяжести	p (vs контроль)
COVID-19	7,2 ± 1,3	< 0,001
Вакцинированные	4,1 ± 1,1	< 0,05
Контроль	3,4 ± 0,9	—

Таблица 2 отражает сравнительную оценку тяжести клинических проявлений Herpes zoster в трёх исследуемых группах. Тяжесть определялась по 10-балльной шкале с учётом выраженности высыпаний, интенсивности воспаления и наличия болевого синдрома.

Наиболее высокие показатели зафиксированы у пациентов, перенёсших COVID-19: 7,2 ± 1,3 балла, что статистически значимо превышает значения контрольной группы ($p < 0,001$). Это свидетельствует о более агрессивном и распространённом течении Herpes zoster в постковидный период.

У вакцинированных против SARS-CoV-2 тяжесть заболевания составила 4,1 ± 1,1 балла, что также превышает показатели контрольной группы ($p < 0,05$), однако выраженность симптомов была существенно ниже, чем в группе COVID-19.

Контрольная группа характеризовалась минимальной тяжестью клинических проявлений — 3,4 ± 0,9 балла, что соответствует типичному течению Herpes zoster у иммунокомпетентных пациентов.

Данные подчёркивают, что COVID-19 оказывает выраженное влияние на тяжесть реактивации VZV, тогда как поствакцинальные случаи протекают умеренно и менее агрессивно.

Выраженность болевого синдрома (ВАШ, Visual Analog Scale). COVID-19: 7,6 ± 1,1. Вакцинированные: 4,8 ± 1,0. Контроль: 4,1 ± 0,8. Пациенты после COVID-19 достоверно

чаще испытывали нейропатическую боль ($p < 0,001$), что свидетельствует о более выраженном поражении нервных структур.

Длительность клинических проявлений. COVID-19: 18 ± 4 дня. Вакцинированные: 10 ± 3 дней. Контроль: 9 ± 2 дня. Постковидные случаи отличались наиболее длительным течением и более высоким риском постгерпетической невралгии (ПГН).

Частота постгерпетической невралгии (ПГН). ПГН регистрировалась через 90 дней наблюдения:

Таблица 3. Частота постгерпетической невралгии (ПГН) у пациентов с Herpes zoster в исследуемых группах

Группа	Частота ПГН (%)
COVID-19	25,80%
Вакцинированные	8,30%
Контроль	6,60%

Таблица 3 демонстрирует частоту развития постгерпетической невралгии (ПГН) через 90 дней после перенесённого Herpes zoster в трёх исследуемых группах.

Наибольшая частота ПГН зарегистрирована у пациентов, перенёвших COVID-19: 25,8 %, что в четыре раза превышает показатели контрольной группы. Это указывает на выраженное поражение нервных структур и усиленный нейровоспалительный ответ у пациентов после SARS-CoV-2, вероятно обусловленный иммуносупрессией, цитокиновым дисбалансом и повреждением сенсорных ганглиев.

У вакцинированных против SARS-CoV-2 частота ПГН составила 8,3 %, что лишь немного превышает показатели контрольной группы (6,6 %) и значительно ниже, чем у перенёвших COVID-19. Эти данные отражают более лёгкое течение Herpes zoster после вакцинации и меньшую степень нейронального повреждения.

Таким образом, наиболее значимым фактором, повышающим риск ПГН, является перенесённая инфекция COVID-19, а поствакцинальные случаи HZ характеризуются благоприятным прогнозом и низкой частотой осложнений.

Иммунологические показатели у пациентов с Herpes zoster. Изменение лимфоцитарных субпопуляций:

Таблица 4. Иммунологические показатели у пациентов с Herpes zoster в различных группах исследования

Показатель	Контроль	COVID-19	Вакцинированные
CD4+ (кл/мкл)	820 ± 110	590 ± 130	760 ± 120
CD8+ (кл/мкл)	610 ± 90	480 ± 100	570 ± 80
НК-клетки	14,50%	10,10%	13,30%
IFN- γ (пг/мл)	$9,1 \pm 1,5$	$5,0 \pm 1,4$	$7,2 \pm 1,2$

Таблица 4 демонстрирует результаты сравнительного анализа ключевых иммунологических параметров, отражающих состояние противовирусной защиты организма у пациентов с Herpes zoster в различных исследуемых группах.

У пациентов, перенёвших COVID-19, показатели CD4+ и CD8+ Т-лимфоцитов были значительно снижены по сравнению с контрольной группой — на 28 % и 22 % соответственно. Это подтверждает глубокое угнетение клеточного иммунитета, являющееся ключевым фактором реактивации Varicella-Zoster Virus. Одновременно выявлено снижение количества NK-клеток до 10,1 %, что указывает на ослабление механизмов врождённого иммунного ответа.

Особенно значимо уменьшение уровня IFN- γ — до $5,0 \pm 1,4$ пг/мл, что почти вдвое ниже нормы. IFN- γ является основным цитокином, контролирующим латентность VZV, поэтому его снижение создаёт условия для реактивации вируса и более тяжелого течения Herpes zoster.

У вакцинированных пациентов изменения иммунологических показателей носили умеренный, транзиторный характер. CD4+, CD8+ и NK-клетки находились в пределах нормальных колебаний, а уровень IFN- γ был лишь умеренно снижен ($7,2 \pm 1,2$ пг/мл), что согласуется с более лёгким течением заболевания и меньшей частотой осложнений.

Контрольная группа имела наилучшие показатели клеточного иммунитета, что подтверждает их защитную роль в профилактике реактивации латентных герпесвирусов.

В целом данные таблицы подтверждают, что наиболее выраженные иммунологические нарушения выявляются у пациентов после COVID-19, что объясняет высокую частоту и тяжесть Herpes zoster в этой группе.

Цитокиновый профиль. У пациентов после COVID-19: IL-6 в 3,2 раза выше нормы. IL-1 β повышен в 2,4 раза. TNF- α увеличен на 55 %. Это соответствует цитокиновому воспалению и коррелирует с тяжестью HZ ($r = 0,61$; $p < 0,001$).

Влияние типа вакцины на частоту реактивации HZ. Среди 15 поствакцинальных случаев HZ:

Таблица 5. Частота реактивации Herpes zoster после различных типов вакцин против SARS-CoV-2

Тип вакцины	N	Случаи HZ	Частота (%)
mRNA-вакцины (Pfizer/Moderna)	92	8	8,70%
Векторные вакцины (AstraZeneca)	41	5	12,20%
Инактивированные вакцины (CoronaVac)	21	2	9,50%

Таблица 5 представляет сравнительный анализ частоты реактивации Herpes zoster (HZ) после применения различных типов вакцин против SARS-CoV-2.

Среди полученных результатов наибольшая частота реактивации зарегистрирована после применения векторных вакцин (AstraZeneca) — 12,2 %, что превышает показатели двух других групп. Возможные причины включают особенности иммунного ответа, индуцируемого аденовирусными векторами, включая транзиторную дисрегуляцию интерфероновых путей и усиленную активацию адаптивного иммунитета, что потенциально может провоцировать реактивацию латентных вирусов у предрасположенных лиц.

У реципиентов mRNA-вакцин (Pfizer/Moderna) частота реактивации составила 8,7 %, что близко к данным международных наблюдений, в которых случаи Herpes zoster после

mRNA-вакцинации описываются как редкие и преимущественно легкие. Иммунная реакция на mRNA-вакцины обычно сопровождается кратковременным снижением активности врождённого иммунитета (включая NK-клетки), что может объяснять отдельные случаи реактивации VZV.

При использовании инактивированных вакцин (CoronaVac) частота реактивации составила 9,5 %, что также незначительно превышает данные по mRNA-вакцинам. Инактивированные вакцины, как правило, обеспечивают более мягкую иммунную стимуляцию, что может объяснить умеренную частоту реактивации.

Несмотря на различия в частоте HZ между группами, различия не достигли статистической значимости ($p > 0,05$). Это указывает на то, что тип вакцины не является самостоятельным сильным фактором риска реактивации Herpes zoster, а наблюдаемые эпизоды чаще регистрируются у лиц с индивидуальными предрасполагающими факторами (возраст, сахарный диабет, стресс, предшествующие иммунные нарушения).

Факторы риска реактивации Herpes zoster. Многофакторный регрессионный анализ выявил следующие независимые факторы риска:

Таблица 6. Факторы риска реактивации Herpes zoster по данным многофакторного регрессионного анализа

Фактор	ОШ (odds ratio)	p
Перенесённый COVID-19	4,9	< 0,001
Возраст >60 лет	3,1	< 0,01
Сахарный диабет	2,4	0,03
Иммуносупрессия/стероиды	2,2	0,04
Вакцинация (в первые 21 день)	1,9	0,04
Женский пол	1,2	0,32 (недостовечно)

Таблица 6 содержит результаты многофакторного логистического регрессионного анализа, направленного на выявление независимых факторов риска реактивации Herpes zoster.

Наиболее значимым предиктором является перенесённый COVID-19, который увеличивает риск реактивации VZV почти в 5 раз (ОШ = 4,9; $p < 0,001$). Это согласуется с данными иммунологических исследований, подтверждающих глубокое подавление Т-клеточного звена иммунитета и интерфероновый ответ при инфекции SARS-CoV-2.

Вторым по значимости фактором является возраст старше 60 лет (ОШ = 3,1; $p < 0,01$), что отражает естественное возрастное снижение иммунного контроля над латентными герпесвирусами.

Сахарный диабет и иммуносупрессивная терапия/стероиды статистически значимо увеличивают риск реактивации (ОШ 2,4 и 2,2 соответственно). Ослабление клеточного иммунитета и нарушенная регуляция воспаления у этих пациентов объясняют более частое развитие Herpes zoster.

Интересным является фактор вакцинации в первые 21 день (ОШ = 1,9; $p = 0,04$), что указывает на умеренно повышенный риск реактивации HZ в раннем поствакцинальном периоде, связанный, вероятно, с транзитной перестройкой иммунного ответа. Однако величина риска значительно ниже по сравнению с перенесённым COVID-19.

Женский пол не показал значимой ассоциации ($p = 0,32$), что свидетельствует об отсутствии гендерных различий в частоте реактивации VZV.

В целом, таблица демонстрирует, что наиболее значимым фактором риска является перенесённая инфекция COVID-19, на фоне которой риск развития Herpes zoster возрастает многократно. Возраст, метаболические нарушения и иммуносупрессия также играют важную роль.

ВЫВОД

Перенесённая инфекция COVID-19 является ведущим фактором риска реактивации Herpes zoster, увеличивающим вероятность развития заболевания почти в пять раз по сравнению с контрольной группой. Постковидные случаи характеризуются наиболее высокой частотой (18,4 %) и тяжелым клиническим течением.

Пациенты, перенесшие COVID-19, демонстрируют более агрессивное течение Herpes zoster, сопровождающееся выраженной нейропатической болью (ВАШ $7,6 \pm 1,1$), обширными высыпаниями и более длительным периодом клинических проявлений (18 ± 4 дней), что существенно превышает показатели в группах вакцинированных и контроля.

Частота постгерпетической невралгии (ПГН) была максимальной у пациентов с COVID-19 и составила 25,8 %, что указывает на глубину поражения периферических нервов и усиливает клиническую значимость постковидной реактивации VZV.

Иммунологический профиль пациентов после COVID-19 характеризуется выраженным снижением CD4+ и CD8+ Т-лимфоцитов, уменьшением NK-клеток и значительным снижением уровня IFN- γ , что подтверждает глубокую иммунную дисрегуляцию. Эти изменения являются ключевыми механизмами реактивации латентного Varicella-Zoster Virus.

Вакцинация против SARS-CoV-2 ассоциируется с умеренным повышением риска Herpes zoster (9,7 %), однако клинические проявления поствакцинальных случаев значительно легче, сопровождаются низкой частотой ПГН и меньшей выраженностью иммунологических нарушений. Это подтверждает благоприятный прогноз реактивации у вакцинированных пациентов.

Тип вакцины не оказывает статистически значимого влияния на частоту реактивации Herpes zoster, хотя наблюдается определённая тенденция к более высокой частоте HZ после векторных вакцин (12,2 %) по сравнению с mRNA- и инактивированными вакцинами.

По данным многофакторного регрессионного анализа, независимыми факторами риска реактивации Herpes zoster являются: перенесённый COVID-19 (ОШ = 4,9), возраст старше 60 лет (ОШ = 3,1), сахарный диабет (ОШ = 2,4), иммуносупрессия или приём стероидов (ОШ = 2,2) и ранний поствакцинальный период (ОШ = 1,9). Женский пол не оказывает значимого влияния.

Полученные результаты подтверждают, что COVID-19 оказывает значительно более выраженное влияние на риск реактивации Herpes zoster и тяжесть его течения, чем вакцинация. Вакцинация остаётся безопасной и эффективной мерой профилактики COVID-19, а выявленные поствакцинальные случаи HZ имеют доброкачественное течение и минимальный риск осложнений.

Исследование подчёркивает необходимость повышенного клинического контроля за пациентами, перенёвшими COVID-19, особенно у лиц старшего возраста, имеющих диабет или получающих иммуносупрессивные препараты, с целью раннего выявления и лечения Herpes zoster и его осложнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gershon A.A., Breuer J., Cohen J.I., et al. Varicella-zoster virus infection. *Nat Rev Dis Primers*. 2015;1:15016.
2. Dworkin R.H., Johnson R.W., Breuer J., et al. Recommendations for the management of herpes zoster. *Clin Infect Dis*. 2007;44(Suppl 1):S1–26.
3. Levin M.J. Immune senescence and its role in herpes zoster. *J Infect Dis*. 2018;218(Suppl 2):S113–S119.
4. Gilden D., Nagel M.A., Cohrs R.J., et al. The varicella-zoster virus vasculopathies: clinical, CSF, imaging, and virologic features. *Neurology*. 2013;80:853–860.
5. Thomas S.L., Hall A.J. What does epidemiology tell us about risk factors for herpes zoster? *Lancet Infect Dis*. 2004;4:26–33.
6. Chen G., Wu D., Guo W., et al. Clinical and immunologic features in severe and moderate forms of COVID-19. *J Clin Invest*. 2020;130(5):2620–2629.
7. Zheng M., Gao Y., Wang G., et al. Functional exhaustion of antiviral lymphocytes in COVID-19 patients. *Cell Mol Immunol*. 2020;17:533–535.
8. Blanco-Melo D., Nilsson-Payant B.E., Liu W.-C., et al. Imbalanced host response to SARS-CoV-2 drives development of COVID-19. *Cell*. 2020;181:1036–1045.
9. Saade A., Moratelli G., Azoury R., et al. Herpes zoster following COVID-19 infection: a systematic review. *Dermatol Ther*. 2021;34:e15036.
10. Tamaro A., Adebajo G.A., Parisella F.R., et al. Cutaneous manifestations in COVID-19: epidemiology and clinical features. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2021;35:e299–e303.
11. Maalej M., Slouma M., Ben Dhaou B., et al. Herpes zoster after SARS-CoV-2 infection: a multicenter retrospective study. *Infect Dis Now*. 2022;52:103–107.
12. Elsaie M.L., Youssef E.G., Nada H.A. Herpes zoster may be a marker for underlying COVID-19 infection. *Infect Drug Resist*. 2020;13:2179–2182.
13. Wollina U., Karadağ A.S., Rowland-Payne C., et al. Herpes zoster and COVID-19: review of the literature. *Dermatol Ther*. 2021;34:e14982.
14. Rodríguez-Jiménez P., Chicharro P., Cabrera L.M., et al. Varicella-zoster virus reactivation after SARS-CoV-2 infection. *Int J Dermatol*. 2021;60:882–884.
15. Park A., Iwasaki A. Type I and type III interferons — induction, signaling, evasion, and application to combat COVID-19. *Cell Host Microbe*. 2020;27:870–878.
16. Choudhury A., Mukherjee S. In silico studies on the comparative characterization of the interactions of SARS-CoV-2 spike glycoprotein with ACE-2 receptor homologs. *J Med Virol*. 2020;92:2105–2113.
17. Furer V., Eviatar T., Zisman D., et al. Herpes zoster following BNT162b2 mRNA COVID-19 vaccination in patients with autoimmune inflammatory rheumatic diseases: a case series. *Rheumatology*. 2021;60(SI):SI90–SI95.
18. Psychogiou M., Samarkos M., Mikos N., Hatzakis A. Reactivation of varicella zoster virus after vaccination against SARS-CoV-2: a systematic review. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2022;36:1342–1354.
19. Lee C., Cotter D., Basa J., Greenberg H.L. Varicella-zoster virus reactivation after mRNA-1273 (Moderna) COVID-19 vaccination. *Cureus*. 2021;13:e14272.
20. Chua J.V., Chen J.J. Herpes zoster reactivation after CoronaVac vaccination. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2021;35:e620–e622.

21. Arvin A.M. Cell-mediated immunity to varicella-zoster virus. *J Infect Dis.* 1992;166(Suppl 1):S35–S41.
22. Zhou R., To K.K.-W., Wong Y.-C., et al. Acute SARS-CoV-2 infection impairs dendritic cell and T cell function. *Immunity.* 2020;53:864–877.
23. Netea M.G., Domínguez-Andréa J., Barreiro L.B., et al. Defining trained immunity and its role in health and disease. *Nat Rev Immunol.* 2020;20:375–388.
24. Barda N., Dagan N., Ben-Shlomo Y., et al. Safety of the BNT162b2 mRNA COVID-19 vaccine in a nationwide setting. *N Engl J Med.* 2021;385:1078–1090.
25. Desai H.D., Sharma K., Nayan N., et al. A systematic review on herpes zoster following COVID-19 vaccination. *Int J Infect Dis.* 2022;114:58–63.
26. Debisarun P.A., Gössling K.L., Bulut O., et al. Induction of trained immunity by influenza vaccination — impact on COVID-19. *Nat Microbiol.* 2021;6:1098–1111.