

УДК 618.926:16.9:616-036.8
DOI 10.24144/1998-6475.2023.59.67-72

COVID-19 ПІД ЧАС ВАГІТНОСТІ: РИЗИКИ ДЛЯ ПЛОДА ТА КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК ГОСТРОЇ ВНУТРІШНЬОУТРОБНОЇ ІНФЕКЦІЇ У ОДНІЄЇ ДИТИНИ З ДВОЯЙЦЕВОЇ ДВІЙНІ

Томей А. І.

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», медичний факультет, кафедра дитячих хвороб з дитячими інфекціями, м. Ужгород

Резюме. Вступ. Перинатальні інфекції відносяться до групи захворювань, діагностика яких пов'язана з певними труднощами через відсутню чи малосимптомну клінічну картину у матері та внаслідок можливості виникнення мікст-інфекцій. Крім труднощів у діагностиці, проблема ускладнюється й тим, що більшість цих інфекцій є вірусними, до яких немає специфічної терапії. Нещодавно з'явилися нові віруси SARS-Cov-2 і вірус Зіка, але їхня природа, а тим більше патогенна сила при зараженні впродовж вагітності, досі не повністю вивчені. SARS-Cov-2 в першу чергу вражає легені, де він викликає респіраторний дистрес-синдром, проте з'являється все більше доказів того, що він негативно впливає й на інші органи, які також є носіями рецептора ангіотензинперетворюючого ферменту (ACE2), наприклад, на плаценту.

Мета дослідження. Дослідити клінічний випадок внутрішньоутробної інфекції неуточної етіології одного немовляти з дихоріальної, діамніотичної двійні, народженого від матері, що перенесла COVID-19 упродовж вагітності, для вивчення можливих механізмів передачі потенційного патогена від матері до плода.

Матеріали та методи. Для опису даного клінічного випадку було використано медичну історію пацієнта. Проведений збір та аналіз даних шляхом огляду медичних записів, результатів тестів. Здійснений системний огляд літературних джерел. Для порівняння використані стандарти та критерії діагностики, інші клінічні випадки. Конфіденційність пацієнта забезпечена.

Результати досліджень. Клінічний випадок, що розглядається у цьому дослідженні, цікавий тим, що наслідки внутрішньоутробної інфекції були виявлені лише у однієї дитини з двійні, тоді як друга дитина не проявляла ознак внутрішньоутробної інфекції, лабораторні дослідження не виявили жодних патологічних змін або індикаторів інфекційного процесу й її медичний стан вважався нормальним. Цей випадок свідчить про можливість різних реакцій двох дітей на внутрішньоутробну інфекцію, незважаючи на їх спільне походження та генетичну спорідненість.

Висновки. При дихоріальній діамніотичній вагітності внутрішньоутробні інфекції можуть впливати вибірково на одного з близнюків. Це може бути пов'язано з тим, що у кожного близнюка є своя плацента з власним амніоном або окремою внутрішньою мембраною і хоріоном або зовнішньою мембраною.

Хоча підозрюється, що передача вірусу SARS-CoV-2 від матері до плода можлива під час вагітності, роль плаценти в цьому процесі залишається недостатньо дослідженою.

Ключові слова: вірусна інфекція, SARS-Cov-2, плацента, двійня, новонароджений, внутрішньоутробні інфекції.

COVID-19 during pregnancy: fetal risks and a clinical case of acute intrauterine infection in one child of dizygotic twins

Tomey A.I.

Abstract. *Introduction.* Perinatal infections are a group of diseases that are difficult to diagnose due to the absence or asymptomatic clinical picture for the mother and the possibility of mixed infections. In addition to the difficulties in diagnosis, the problem is complicated by the fact that most of these infections are viral, for which there is no specific therapy. Recently, new viruses such as SARS-Cov-2 and Zika virus have emerged, but their nature, and even more so their pathogenicity in pregnancy, are not yet fully understood. SARS-Cov-2 primarily affects the lungs, where it causes respiratory distress syndrome, but there is growing evidence that it also negatively affects organs carrying the angiotensin-converting enzyme (ACE2) receptor, such as the placenta.



The aim of this study has been to investigate a clinical case of intrauterine infection of unspecified etiology in one infant from dichorionic, diamniotic twins born to a mother who had COVID-19 during pregnancy to study possible mechanisms of transmission of a potential pathogen from mother to fetus.

Materials and methods. The patient's medical history was used to describe this clinical case. Data were collected and analyzed by reviewing medical records and test results. A systematic review of the literature was performed. Standards and criteria for diagnosis, other clinical cases were used for comparison. The patient's confidentiality has been ensured.

Results. The clinical case considered in this study is interesting in that the consequences of intrauterine infection were detected only in one child of the twins, while the second child did not show signs of intrauterine infection; no pathological changes nor indicators of the infectious process were found in laboratory tests and its medical condition was considered normal. This case demonstrates the possibility of different reactions of two children to intrauterine infection, despite their common origin and genetic relationship.

Conclusions. In dichorionic diamniotic pregnancy, intrauterine infections can selectively affect one of the twins. This may be due to the fact that each twin has its own placenta with its own amnion or separate inner membrane and chorion or outer membrane.

Although it is suspected that mother-to-fetal transmission of SARS-CoV-2 is possible during pregnancy, the role of the placenta in this process remains poorly understood.

Key words: viral infection, SARS-Cov-2, placenta, fraternal twins, newborn, intrauterine infections.

Вступ

Перинатальні інфекції є одними з найпоширеніших причин порушень перебігу вагітності та пологів, патології плода й новонародженого, наслідками яких можуть стати затримка внутрішньоутробного розвитку плода, передчасні пологи, вроджені вади розвитку, перинатальні втрати, гострі та персистуючі інфекції у новонародженого тощо. Багато інфекцій не впливають на матір, але можуть бути руйнівними для плода, особливо якщо вони виникають на ранніх термінах вагітності. Ризик інфікування при перинатальних інфекціях часто обернено пропорційний гестаційному віку на момент зараження. Це означає, що чим раніше виникає інфекція під час вагітності, тим вищий ризик ускладнень та наслідків для плода. Так, синдром вроджених вад розвитку частіше виникає, якщо плід заражається у першій третині вагітності. Перинатальні інфекції відносяться до групи захворювань, діагностика яких пов'язана з певними труднощами через відсутню чи малосимптомну клінічну картину у матері та внаслідок можливості виникнення мікст-інфекцій. Крім труднощів у діагностиці, проблема ускладнюється й тим, що більшість цих інфекцій є вірусними, до яких немає специфічної терапії [1,2,3].

Для позначення вроджених і перинатальних інфекцій, таких як токсоплазмоз, сифіліс, гепатити В і С, вірус простого герпесу, ВІЛ/СНІД, краснуха, цитомегаловірус використовується аббревіатура TORCH, в якій кожна літера відповідає одній із цих інфекцій. Однак перелік інфекцій матері, які можуть спричинити вроджені та/або перинатальні інфекції, значно довший та включає ентеровірусні інфекції, па-

реховірусні інфекції, парвовірусні інфекції В19, інфекції вітряної віспи тощо. І інформація про вперше виявлені інфекції з перинатальними наслідками постійно поповнюється [1-3,4].

Нещодавно з'явилися нові віруси SARS-CoV-2 і вірус Зіка, але їхня природа, а тим більше патогенна сила при зараженні впродовж вагітності, досі не повністю вивчені [3,5].

Коронавірус 2 важкого гострого респіраторного синдрому (SARS-CoV-2) – це вірус, який викликає коронавірусну хворобу (COVID-19). Через високу заразність і глобальне поширення COVID-19 став пандемією, яка серйозно вплинула на здоров'я населення. Першим кроком у зараженні SARS-CoV-2 є вторгнення в клітину господаря, процес, який здійснюється за допомогою глікопротеїну «шипів» (S). Структурними білками SARS-CoV-2 є також білок нуклеокапсиду (N), мембранний білок (M) та білок оболонки (E). Білок N зв'язується з вірусною РНК, щоб утворити нуклеокапсид, який оточений білками M та E. Білок S формує характерні «короноподібні шипи» на поверхні вірусу, що дозволяє йому зв'язуватися з рецепторами на клітинах господаря, що призводить до входу вірусу в клітину та подальшої інфекції [7,8-10].

Вірус в першу чергу вражає легені, де він викликає респіраторний дистрес-синдром. Проте з'являється все більше доказів того, що він негативно впливає й на інші органи, які також є носіями рецептора ангіотензинперетворюючого ферменту (ACE2), наприклад, на плаценту. Останні наукові дослідження свідчать, що вірус SARS-CoV-2 пов'язує себе через спайковий білок з рецептором ACE2, який експресується на мембрані багатьох клітин-

господарів, включаючи плацентарні. Він широко виражений, зокрема на синцитіотрофобластах, і гіпотетично може сприяти трансплацентарній передачі вірусу плода під час інфікування матері. Крім того, вірус може бути присутнім у плаценті з вірусним навантаженням щонайменше вдвічі вищим, ніж у крові матері та в виділеннях з носоглотки, що підвищує ризик передачі під час пологів [1,5-8-10].

Незважаючи на наявність клітинних механізмів для полегшення плацентарної та трансплацентарної інфекції, така інфекція на практиці трапляється рідко [3,5,6,9].

Загалом механізм ураження плода SARS-CoV-2 достеменно не відомий і може бути пов'язаний з прямою дією вірусу на плід через плаценту або вторинним ураженням у результаті запалення та кисневого голодування. Також є можливість вертикальної трансмісії вірусу від інфікованої матері до плода в процесі пологів або перед пологами [1,3,5-6,9].

Через інфекцію SARS-CoV-2, як і при інших РНК-вірусних інфекціях під час вагітності, багато досліджень відмічають наявність уражень плаценти із ознаками мальперфузії судин плода та/або матері й запалення, хоча всі немовлята інфікованих матерів мали негативний результат на полімеразну ланцюгову реакцію зворотної транскрипції та були безсимптомними [3,5-7,9,10].

Недавній систематичний огляд і метааналіз 176 опублікованих випадків неонатальних інфекцій SARS-CoV-2 показали, що лише 5,7% випадків були класифіковані як підтверджені вроджені інфекції [10]. Наразі дослідження у цій галузі продовжуються, і додаткова інформація може бути знайдена під час подальших наукових дослідженнях.

Мета дослідження

Дослідити клінічний випадок внутрішньоутробної інфекції неуточної етіології одного немовляти з дихоріальної, діамніотичної двійні, народженого від матері, що перенесла COVID-19 упродовж вагітності, для вивчення можливих механізмів передачі потенційного патогена від матері до плода.

Матеріали та методи

Для опису даного клінічного випадку було використано: медичну історію пацієнта, що містила дані про симптоми, хронологію виникнення, анамнез (включаючи акушерський та гінекологічний); клініко-лабораторне та інструментальне обстеження.

Проведений збір та аналіз даних шляхом огляду медичних записів, результатів тестів. Здійснений системний огляд літературних джерел. Для порівняння використані стандарти та критерії діагностики, інші клінічні випадки. Конфіденційність пацієнта забезпечена.

Результати досліджень

Дівчинка М. народилася внаслідок першої ускладненої вагітності матері від пологів із дихоріальної, діамніотичної двійні шляхом кесаревого розтину на 37-му тижні. Вага при народженні становила 2600 грамів, зріст – 49 см, обвід голови – 31 см, обвід грудної клітки – 32 см. За шкалою Апгар, оцінка стану пацієнта була такою: на 1-й хвилині – 6 балів, на 5-й хвилині – 7 балів. Навколоплідні води були прозорими, без помітних забруднень або кольорових змін. Під час вагітності у матері спостерігалась гестаційна артеріальна гіпертензія та перенесений COVID-19 перед пологами.

Після народження у дитини виявлено в'ялість, зниження м'язового тонуусу й інтолерантність до їжі. Дитина була оглянута лікарем, який виявив необхідність проведення нейросонограми. Слід відзначити, що друга новонароджена дитина із цієї двійні була здорова.

Під час проведення нейросонограми у дівчинки з'явилося довготривале апное, ціаноз, через що була переведена в реанімаційне відділення новонароджених. У реанімаційному відділенні у пацієнтки загальний стан характеризувався як важкий, дитина виявляла ознаки в'ялості, відмовлялась від їжі. Шкіра мала блідий відтінок з жовтушним відтінком і мармуровим виглядом без висипань. Присутня була брадикардія (знижена частота серцевих скорочень) та епізоди апное (періодичні припинення дихання). Над легеньми аускультативно спостерігалися крепетуючі хрипи. Живіт був дещо здутий, випорожнення часте з присутністю слизу та домішками крові.

Проведені клініко-лабораторно-інструментальні обстеження, результати яких були такі:

- Загальний аналіз крові (ЗАК): WBC – $2,49 \times 10^9/\text{л}$; LYM – $0,83 \times 10^9/\text{л}$; MID – $0,48 \times 10^9/\text{л}$; GRA – $1,19 \times 10^9/\text{л}$; RBC – $5,92 \times 10^{12}/\text{л}$; HGB – 198 г/л; HCT – 58,58%; MCV – 33,5 пг; MCHC – 338 г/л; RDWs – 57,4 фл; RDWc – 15,7%; рівень глюкози в крові – 3 ммоль/л.



- Загальний аналіз сечі (ЗАС): колір – світло-жовтий; прозора; URO – норм.; GLU – від.; BIL – від.; KET – ++; S.G – 1.015; BLD – ++++; pH – 6,0; PRO – від.; NIT – від.
- Біохімічний аналіз крові: CRP – від.; загальний білірубін – 247 мкмоль/л (непрямий – 240 мкмоль/л, прямий – 7 мкмоль/л); сечовина – 3,39 ммоль/л; креатинін – 24,52.
- Коагулограма: у межах референтних значень.
- Заключення нейросонограми: перивентрикулярний набряк, ВШК 1 ст. справа.
- ЕКГ: спостерігається синусовий ритм, правильний ритм серця, брадикардія, наявні обмінні зміни в міокарді.
- ЕхоКС: легеневі вени впадають у ліве передсердя, порожнисті вени – в праве передсердя, порожнини серця не розширені, стінки не потовщені, міжшлуночкова перегородка (МШП) – інтактна, хід магістральних судин правильний, клапани не змінені, скоротливість міокарда добра, відкрита аортальна протока (ВАП) – 1,0 мм, відкрите овальне вікно (ОВВ) – 3,4 мм, пульсуючий кровотік у черевній аорті, відсутність ознак коарктації аорти.
- На рентгенограмі органів грудної клітки: пневматизація легень збережена, судинний малюнок посилений в прикореневій зоні, не виявлено інфільтративних тіней, синуси вільні.
- УЗД органів черевної порожнини, нирок – патології не виявлено.
- Консультація невролога: гіпоксично-ішемічна енцефалопатія, синдром пригнічення нервової системи.

Дані медичного огляду дозволили поставити такий діагноз: внутрішньоутробна інфекція (ВУІ) неуточненої етіології з некротизуючим ентероколітом II А ступеня, синдромом дихальних розладів і дихальною недостатністю II ступеня, серцево-судинною недостатністю, гіпоксично-ішемічною енцефалопатією та внутрішньошлуночковим крововиливом.

Після проведеного лікування, що включало амікацин (8 днів), меронем (8 днів), біовен-моно (4 дні), фототерапію, респіраторну підтримку (CPAP) (півтори доби), ентеральне харчування (розпочато на третю добу з поступовим збільшенням обсягу), аміновен (4 доби), стан пацієнтки покращив-

ся – переведена в палату спільного перебування з мамою.

Хоча встановлений діагноз (внутрішньо-утробна інфекція) у дівчини, враховуючи клінічні, лабораторні, інструментальні дані обстежень та консультацію фахівців, не містив уточнень щодо можливого інфекційного агента – виразна лейкопенія в першому загальному аналізі крові може свідчити про реакцію імунної системи на гостру вірусну інфекцію.

Вірусні інфекції часто супроводжуються тимчасовим зниженням кількості циркулюючих клітин крові через пригнічення кісткового мозку (КМ) [13,14]. Згідно з проаналізованими науковими джерелами, виникають кілька можливих механізмів розвитку лейкопенії при вірусних інфекціях:

- віруси можуть заражати прекурсори лейкоцитів у кістковому мозку, що призводить до їхнього пригнічення або зниження продукції нових лейкоцитів [13];

- вірусна інфекція може впливати на регуляцію механізмів мобілізації лейкоцитів з резервних депо – зниження мобілізації лейкоцитів може призводити до затримки лейкоцитів у резервних депо і зниження їх кількості в крові [11];

- віруси можуть безпосередньо пошкоджувати лейкоцити, що призводить до їхньої гибелі або зменшення їх функцій [11,12,14];

- вірусна інфекція може збільшувати кількість апоптотичних лейкоцитів, які піддаються програмованому руйнуванню [12-14];

- під час вірусної інфекції імунна система може активувати запальну відповідь, що може призводити до затримки лейкоцитів у запальних вогнищах або інших тканинах [11].

Детальне розуміння цих механізмів є важливим для подальшого дослідження та розробки стратегій лікування інфекційних захворювань вірусної етіології.

Оскільки в анамнезі матері був зазначений перенесений під час вагітності COVID-19, важливо розглянути потенційний вплив коронавірусу на стан новонародженого. Вплив коронавірусу на плід у вагітних жінок є предметом активних досліджень, і деякі висновки змінюються залежно від накопичення нової наукової інформації. Проте вже відомо, що інфікування коронавірусом у матері може мати потенційні наслідки для плода. Вивчено, що інфекція SARS-CoV-2 збільшує ризик роз-

витку прееклампсії, мертвонародження, передчасних пологів, епізоди госпіталізації до відділення інтенсивної терапії. У вагітних з COVID-19 також спостерігається збільшене згортання крові та наслідковий ризик тромбозу. Це особливо небезпечно для плода через можливість тромбозу судин пуповини та плаценти. Останні наукові дослідження все частіше описують і випадки можливої вертикальної передачі SARS-CoV-2 під час вагітності. Ці випадки включають інфікування плода через плаценту, передачу вірусу під час пологів або контакт після народження. Проте, варто зауважити, що більшість новонароджених від SARS-CoV-2 позитивних матерів мають негативний результат після пологів, що може свідчити про наявність захисних механізмів у плаценті, які обмежують передачу вірусу [3,4,6,8,9,10,15].

Клінічний випадок, що розглядається у даному дослідженні, цікавий ще тим, що наслідки внутрішньоутробної інфекції були виявлені лише у однієї дитини з двійні, тоді як друга дитина не проявляла ознак внутрішньоутробної інфекції, лабораторні дослідження не виявили жодних патологічних змін або індикаторів інфекційного процесу й її медичний стан вважався нормальним. Цей випадок свідчить про можливість різних реакцій двох дітей на внутрішньоутробну інфекцію, незважаючи на їх спільне походження та генетичну спорідненість. Це може бути пов'язано з індивідуальними факторами, такими як стан імунної системи, генетичні особливості або специфічності взаємодії з патогеном. Крім того, оскільки кожен плід мав власну плаценту з різною плацентарною структурою, специфічними змінами у функції, інфекція SARS-CoV-2 могла потрапити через плаценту одного з близнюків внаслідок його пошкодження чи дисфункції [3,9,10].

Описаний клінічний випадок підкреслює важливість проведення додаткових досліджень та моніторингу впливу COVID-19 на плід і розвиток механізмів захисту, які можуть впливати на внутрішньоутробну передачу вірусу. Ця інформація може сприяти вдосконаленню стратегій діагностики, профілактики та лікування внутрішньоутробних інфекцій у новонароджених. Подальші дослідження цього напрямку можуть сприяти розробці ефективних клінічних підходів у вирішенні цієї проблеми.

Висновки

При дихоріальній діамніотичній вагітності внутрішньоутробні інфекції можуть впливати вибірково на одного з близнюків. Це може бути пов'язано з тим, що у кожного близнюка є своя плацента з власним амніоном або окремою внутрішньою мембраною і хоріоном або зовнішньою мембраною.

Хоча підозрюється, що передача вірусу SARS-CoV-2 від матері до плода можлива під час вагітності, роль плаценти в цьому процесі залишається недостатньо дослідженою.

Недостатні знання про інфекцію SARS-CoV-2 під час вагітності ставлять акушерів-гінекологів і неонатологів перед викликами щодо ризику захворюваності та смертності матері, плода та немовлят. Існує важлива потреба в наявності наукових доказів для прийняття клінічних рішень.

Майбутні дослідження необхідні для отримання більш достовірних даних, які підтвердять або обґрунтують ці висновки, для кращого розуміння патофізіологічних механізмів, що пояснюють ці зв'язки, а також для визначення ефективних стратегій запобігання небажаним наслідкам у вагітних з COVID-19 та іншими внутрішньоутробними вірусними інфекціями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kumar M, Saadaoui M, Al Khodor S. Infections and Pregnancy: Effects on Maternal and Child Health. *Front Cell Infect Microbiol.* 2022 Jun 8;12:873253. doi: 10.3389/fcimb.2022.873253. PMID: 35755838; PMCID: PMC9217740. Available on: Infections and Pregnancy: Effects on Maternal and Child Health - PMC (nih.gov)
2. Vygivska LA, Rudenko LA, Kalnytska VB, Lytvynenko OY. FEATURES OF THE COURSE OF PERINATAL INFECTIONS AT THE PRESENT STAGE. *Wiad Lek.* 2020;73(10):2269-2276. PMID: 33310962.
3. Pereira L. Congenital Viral Infection: Traversing the Uterine-Placental Interface. *Ann Rev Virol.* 2018;5(1):273-299. Available on: Congenital Viral Infection: Traversing the Uterine-Placental Interface | Annual Review of Virology (annualreviews.org)
4. Jaan A, Rajnik M. TORCH Complex. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. Available on: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560528/>



5. Auriti C, De Rose DU, Santisi A, Martini L, Piersigilli F, Bersani I, Ronchetti MP, Caforio L. Pregnancy and viral infections: Mechanisms of fetal damage, diagnosis and prevention of neonatal adverse outcomes from cytomegalovirus to SARS-CoV-2 and Zika virus. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis.* 2021 Oct 1;1867(10):166198. doi: 10.1016/j.bbadis.2021.166198. Epub 2021 Jun 10. PMID: 34118406; PMCID: PMC8883330. Available on: Pregnancy and viral infections: Mechanisms of fetal damage, diagnosis and prevention of neonatal adverse outcomes from cytomegalovirus to SARS-CoV-2 and Zika virus - PMC (nih.gov)
6. Wei SQ, Bilodeau-Bertrand M, Liu S, Auger N. The impact of COVID-19 on pregnancy outcomes: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ.* 2021 Apr 19;193(16):E540-E548. doi: 10.1503/cmaj.202604. Epub 2021 Mar 19. PMID: 33741725; PMCID: PMC8084555. Available on: The impact of COVID-19 on pregnancy outcomes: a systematic review and meta-analysis - PMC (nih.gov)
7. Twanow JE, McCabe C, Ream MA. The COVID-19 Pandemic and Pregnancy: Impact on Mothers and Newborns. *Semin Pediatr Neurol.* 2022 Jul;42:100977. doi: 10.1016/j.spen.2022.100977. Epub 2022 May 21. PMID: 35868726; PMCID: PMC9122838. Available on: The COVID-19 Pandemic and Pregnancy: Impact on Mothers and Newborns - PMC (nih.gov)
8. Regan AK, et al. SARS-CoV-2 Infection During Pregnancy and Associated Perinatal Health Outcomes: A National US Cohort Study. *J Infect Dis.* 2022 Mar 1;225(5):759-767. doi: 10.1093/infdis/jiab626. Available on: <https://doi.org/10.1093/infdis/jiab626>
9. Sadeghi Rad H, Röhl J, Stylianou N, Allenby MC, Razavi Bazaz S, Warkiani ME, Guimaraes FSF, Clifton VL, Kulasinghe A. The Effects of COVID-19 on the Placenta During Pregnancy. *Front Immunol.* 2021 Sep 15;12:743022. doi: 10.3389/fimmu.2021.743022.
10. Auriti C, De Rose DU, Santisi A, Martini L, Piersigilli F, Bersani I, Ronchetti MP, Caforio L. Pregnancy and viral infections: Mechanisms of fetal damage, diagnosis and prevention of neonatal adverse outcomes from cytomegalovirus to SARS-CoV-2 and Zika virus. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis.* 2021 Oct 1;1867(10):166198. doi: 10.1016/j.bbadis.2021.166198. Epub 2021 Jun 10. PMID: 34118406; PMCID: PMC8883330. Available on: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8883330/>
11. Leick M, Azcutia V, Newton G, Luscinskas FW. Leukocyte recruitment in inflammation: basic concepts and new mechanistic insights based on new models and microscopic imaging technologies. *Cell Tissue Res.* 2014 Mar;355(3):647-56. doi: 10.1007/s00441-014-1809-9. Epub 2014 Feb 23. PMID: 24562377; PMCID: PMC3994997. Available on: Leukocyte Recruitment in Inflammation: Basic Concepts and New Mechanistic Insights Based on New Models and Microscopic Imaging Technologies - PMC (nih.gov)
12. Elbim C, Katsikis PD, Estaquier J. Neutrophil apoptosis during viral infections. *Open Virol J.* 2009 Jun 19;3:52-9. doi: 10.2174/1874357900903010052. PMID: 19572056; PMCID: PMC2703832. Available on: Neutrophil Apoptosis During Viral Infections - PMC (nih.gov)
13. Pascutti MF, Erkelens MN, Nolte MA. Impact of Viral Infections on Hematopoiesis: From Beneficial to Detrimental Effects on Bone Marrow Output. *Front Immunol.* 2016 Sep 16;7:364. doi: 10.3389/fimmu.2016.00364. PMID: 27695457; PMCID: PMC5025449. Available on: Impact of Viral Infections on Hematopoiesis: From Beneficial to Detrimental Effects on Bone Marrow Output - PMC (nih.gov)
14. Binder D, Fehr J, Hengartner H, Zinkernagel RM. Virus-induced Transient Bone Marrow Aplasia: Major Role of Interferon- α/β during Acute Infection with the Noncytopathic Lymphocytic Choriomeningitis Virus. *J Exp Med.* 1997 Feb 3;185(3):517-530. doi: 10.1084/jem.185.3.517. Available on: Virus-induced Transient Bone Marrow Aplasia: Major Role of Interferon- α/β during Acute Infection with the Noncytopathic Lymphocytic Choriomeningitis Virus | Journal of Experimental Medicine | Rockefeller University Press (rupress.org)
15. Musa SS, Bello UM, Zhao S, Abdullahi ZU, Lawan MA, He D. Vertical Transmission of SARS-CoV-2: A Systematic Review of Systematic Reviews. *Viruses.* 2021 Sep 27;13(9):1877. doi: 10.3390/v13091877. PMID: 34578458; PMCID: PMC8471858. Available on: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34578458/>

Отримано: 14.03.2023 р.