

## УРАЖЕННЯ ЛЕГЕНЬ, ПОВ'ЯЗАНЕ З ВЖИВАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ СИГАРЕТ АБО ВЕЙПІНГУ (EVALI), СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ

Минка Н. В., <https://orcid.org/0000-0001-5024-911X>  
Кобеляцький Ю. Ю., <https://orcid.org/0000-0002-8504-6125>  
Тютюнник А. Г., <https://orcid.org/0000-0003-0594-0889>

*Дніпровський державний медичний університет, Дніпро, Україна*

УДК 616.24-092-07-08:613.84:[663.98:662.91:547.422.23+547.426.1](048.8)  
DOI <https://doi.org/10.32782/2411-9164.24.1-3>

### УРАЖЕННЯ ЛЕГЕНЬ, ПОВ'ЯЗАНЕ З ВЖИВАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ СИГАРЕТ АБО ВЕЙПІНГУ (EVALI), СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ

**Минка Н. В., Кобеляцький Ю. Ю., Тютюнник А. Г.**

Поширеність вживання електронних сигарет та вейпінгу різко зросла за останні роки, особливо серед підлітків та молодих людей. Ураження легень, пов'язане з вживанням електронних сигарет або вейпінгу (EVALI), – це серйозний стан, що характеризується респіраторними симптомами та пошкодженням легень, який було офіційно виявлено у 2019 році під час епідемії EVALI [1, 2].

**Мета:** на основі аналізу наукової літератури висвітлити особливості епідеміології, патогенезу, діагностики та інтенсивної терапії EVALI.

**Матеріали і методи дослідження.** Для досягнення поставленої мети був проведений пошук і аналіз повнотекстових статей в базах даних PubMed, Web of Science, Google Scholar, Scopus. Пошук проводився за ключовими словами «ураження легень, пов'язане з вейпінгом», «гостра дихальна недостатність», «респіраторна підтримка», «системна кортикостероїдна терапія», включав рандомізовані контрольовані дослідження та метааналізи і охопив англомовні публікації за останні 7 років (з 2019 по 2025 роки).

**Результати.** Як показав аналіз джерел, вейпінг, не дивлячись на його доведену шкоду для здоров'я, набуває значного поширення. Випадки гострого ураження легень, пов'язаного з вейпінгом продовжують реєструватись по всьому світу. Діагностика EVALI через різноманітність проявів і відсутність єдиного діагностичного тесту є складною. Медичні працівники повинні підтримувати високий індекс підозри щодо EVALI у пацієнтів з респіраторними симптомами та історією вживання електронних сигарет. Лікування EVALI зосереджене на підтримуючій терапії та полегшенні симптомів, оскільки рандомізовані клінічні випробування ще не оцінювали специфічні методи лікування.

**Висновки.** EVALI продовжує залишатись актуальною проблемою, враховуючи зростаючу розповсюдженість вейпінгу та вживання електронних сигарет. Діагностика є складною і полягає у виключенні інших причин гострого ураження легень. Лікування зосереджене на підтримуючій та симптоматичній терапії. Продовжуються дослідження, спрямовані на пошук специфічного лікування.

**Ключові слова:** EVALI, електронні сигарети, вейпінг, ураження легень, гостра дихальна недостатність, діагностика, інтенсивна терапія, системна кортикостероїдна терапія, респіраторна підтримка.

## **LUNG INJURY ASSOCIATED WITH THE USE OF ELECTRONIC CIGARETTES OR VAPING (EVALI), CURRENT STATUS OF THE PROBLEM**

**Myнка N. V., Kobelyatsky Yu. Yu., Tyutyunnyk A. G.**

The prevalence of e-cigarette use and vaping has increased dramatically in recent years, especially among teenagers and young adults. E-cigarette or vaping-associated lung injury (EVALI) is a serious condition characterized by respiratory symptoms and lung damage that was officially identified in 2019 during the EVALI epidemic. [1, 2].

**Aim:** based on an analysis of scientific literature, highlight the features of the epidemiology, pathogenesis, diagnostics, and intensive care of EVALI.

**Materials and methods.** To achieve the goal, a search and analysis of full-text articles in the PubMed, Web of Science, Google Scholar, Scopus databases was conducted. The search was conducted using the keywords “vaping-related lung injury”, “acute respiratory failure”, “respiratory support”, “systemic corticosteroid therapy”, included randomized controlled trials and meta-analyses and covered English-language publications over the last 7 years (from 2019 to 2025).

**Results.** The analysis of the sources showed that vaping, despite its proven health risks, is becoming increasingly popular. Cases of acute lung injury associated with vaping continue to be reported worldwide.

Diagnosis of EVALI is challenging due to the diversity of presentations and the lack of a single diagnostic test. Healthcare professionals should maintain a high index of suspicion for EVALI in patients with respiratory symptoms and a history of e-cigarette use. Treatment for EVALI focuses on supportive care and symptom relief, as randomized clinical trials have not yet evaluated specific treatments.

**Conclusions.** EVALI continues to be a pressing problem, given the increasing prevalence of vaping and e-cigarette use. Diagnosis is challenging and involves ruling out other causes of acute lung injury. Treatment is focused on supportive and symptomatic therapy. Research is ongoing to find a specific treatment.

**Key words:** EVALI, electronic cigarettes, vaping, lung injury, acute respiratory failure, diagnosis, intensive care, systemic corticosteroid therapy, respiratory support.

**Актуальність та постановка проблеми.** Незважаючи на відому шкоду, вейпінг стає все більш поширеним у всьому світі. Нещодавні дані про поширеність вейпінгу показують, що поточне та щоденне вживання неухильно зростає (на 78% з 2017 по 2018 рік) серед учнів старших класів [3, 4]. Багато дорослих також почали вейпити, щоб полегшити припинення куріння сигарет. На думку науковців, дані, що підтверджують цю стратегію, у кращому випадку є неоднозначними, і часто ці люди стають користувачами подвійного вживання, а не колишніми курцями [5, 6].

Що стосується нашої країни, то згідно звіту МОЗ поширеність куріння сигарет серед підлітків значно знизилася за останні 20 років. Однак, залишається стабільною на рівні 12% останні 7 років. Натомість – кожен п'ятий підліток (19,6%) вживає е-сигарети (за останні 30 днів) і ця тенденція не змінилася з 2017 року.

Ця тенденція викликає занепокоєння, оскільки вживання тютюнових виробів у всьому світі знижувалося протягом понад 50 років, і тепер завдяки цим новим

вейп-пристроєм, що використовують привабливі смаки та упаковку, формується нове покоління нікотинових залежних. Ще більше занепокоєння викликає те, що діти та підлітки, які використовують електронні сигарети, частіше курять звичайний тютюн [7].

Також варто зазначити, що з моменту появи спостерігається постійне збільшення кількості користувачів електронних сигарет та вейпінгу ненікотинових рідин, таких як тетрагідроканібідіол (ТГК), каннабідіол (КБД) та інших невідоміх речовин [8].

**Мета:** на основі аналізу наукової літератури висвітлити особливості епідеміології, патогенезу, діагностики та інтенсивної терапії EVALI.

**Матеріали і методи дослідження.** Для досягнення поставленої мети був проведений пошук і аналіз повнотекстових статей в базах даних PubMed, Web of Science, Google Scholar, Scopus. Пошук проводився за ключовими словами «ураження легень, пов'язане з вейпінгом», «гостра дихальна недостатність», «респіраторна підтримка», «системна кортикостероїдна терапія», включав рандомізовані контрольовані дослідження та метааналізи і охопив англомовні публікації за останні 7 років (з 2019 по 2025 роки).

**Результати.** Хоча раніше е-сигарети рекламувалися як безпечніша альтернатива традиційним сигаретам, з'являється все більше доказів того, що ці пристрої не позбавлені ризику [1, 3, 6]. Використання цих пристроїв імовірно пов'язане зі значними, навіть небезпечними для життя, ускладненнями; наприклад, ураженням легень [2, 9, 10].

Значний вплив на молодь продовжує залишатися серйозною проблемою, про що свідчать такі дослідження, як Tirmizi та ін. (2024), характеризуючи EVALI як кризу громадського здоров'я, що розвивається, та висвітлюючи поточні проблеми спостереження та профілактики у вразливих групах населення [11].

**Принцип роботи електронних сигарет.** Електронні сигарети працюють за простим принципом перетворення рідини на аерозоль шляхом нагрівання. Тому їх використання називається «вейпінгом».

Пристрій для вейпінгу складається з мундштука, батареї, резервуара, який містить «рідину для електронних сигарет» та нагрівального компонента для пристрою [12, 13, 14].

Нагрівальний елемент є металевою спіраллю, обгорнутою матеріалом, що втягує рідку основу. Металева спіраль нагрівається електричним струмом від батареї, яка, у свою чергу, здатна випаровувати рідку основу.

Рідка основа зазвичай складається з розчинника пропіленгліколю та рослинного гліцерину з додаванням ароматизатора, нікотину та іноді таких речовин, як ТГК. При нагріванні як пропіленгліколь, так і рослинний гліцерин утворюють густу, схожу на дим пару [1, 3, 13].

Один з найпопулярніших методів вейпінгу передбачає використання пристрою на основі картриджа, зазвичай заповненого солями нікотину, для доставки аерозолю користувачеві. Хоча системи на основі картриджів зазвичай є закритою немодифікованою системою, користувачі можуть змінювати склад рідини в картриджах. У системах на основі резервуарів третього та четвертого покоління, що перезаряджаються, користувачі можуть збільшити потужність батареї та додати будь-яку рідину на свій вибір. Будь-яка модифікація рідини для електронних си-

гарет або самого пристрою може суттєво змінити хімічний профіль створеного аерозолі [8].

**Компоненти електронних цигарок та їх вплив на організм.** Термін «вей-пінг» стосується сприйняття того, що видихуваний дим є водяною парою. Насправді він складається з дрібних частинок хімічних речовин, змішаних з рослинним гліцерином та/або пропіленгліколем [12]. Аерозолі, що утворюються цими продуктами, зазвичай містять нікотин, ароматизатори та добавки і можуть доставляти інші речовини, такі як ТГК, основний психоактивний компонент канабісу, та каннабідіол. Оскільки розчинники та інші компоненти продуктів, що містять нікотин та ТГК, зазвичай відрізняються, користувачі, які одночасно вживають нікотин та ТГК, потенційно піддаються впливу більшої різноманітності компонентів. Існує мало правил для контролю якості та складу інгредієнтів, що використовуються в електронних сигаретах та рідинах для електронних сигарет, включаючи розчинники [15]. Найбільш поширеними компонентами є:

**Нікотин**, потужний стимулятор із сильним потенціалом залежності, може впливати на серцево-судинну систему та призвести до ніотинової залежності. Окрім своїх властивостей, що викликають звикання, нікотин має значний вплив на серцево-судинну систему. Він може збільшувати частоту серцевих скорочень, артеріальний тиск та спричиняти вазоконстрикцію, що може сприяти розвитку та прогресуванню серцево-судинних захворювань. Вживання електронних сигарет також пов'язане зі збільшенням оксидативного стресу та запалення, які відіграють вирішальну роль у патогенезі серцево-судинних захворювань [1, 16].

**Пропіленгліколь та рослинний гліцерин** – розчинники рідкої основи. Хоча електронні сигарети обходять шкідливий принцип горіння, на якому працюють традиційні сигарети, «вейпінг» призводить до термічного розкладу рідкої основи, і все одно утворюються небезпечні дочірні сполуки, включаючи низькомолекулярні карбонільні сполуки (наприклад, формальдегід, ацетальдегід та ацетон) та специфічні для тютюну нітрозаміни [3]. Формальдегід викликає подразнення слизової оболонки, бронхіт, пневмонію та набряк легень. Вміст ліпідів у рослинному гліцерині також може відігравати певну роль у розвитку екзогенної ліпоїдної пневмонії. Хоча рослинний гліцерин є цукровим спиртом, його виготовляють шляхом нагрівання багатих на тригліцериди рослинних жирів, таких як пальмова, соєва та кокосова олія, і тому може містити слідові кількості залишкових тригліцеридів. Додавання олій, отриманих з канабісу, до рідкої основи зазвичай є ймовірним джерелом ліпідів, яке призводить до розвитку ліпоїдної пневмонії; однак іноді сам розчинник є єдиним очевидним джерелом ліпідів [3].

**Ароматизатори** додають до рідкої основи для покращення вражень від використання. Ці ароматизатори можуть імітувати традиційні речовини, такі як фрукти, шоколад та м'ята, і зараз на комерційному ринку доступно понад 8000 смаків. Управління з контролю за продуктами харчування та лікарськими засобами США (FDA) класифікувало багато ароматизаторів як «загальноновизнані безпечними» (GRAS) [1]. Однак це позначення застосовується лише до продуктів, які вживаються в їжу, а не до продуктів, які вдихаються. Було виявлено, що дихальні шляхи забруднені щонайменше 65 окремими ароматичними інгредієнтами в ароматизованих рідинах для електронних сигарет, що спричиняло токсичність, викликаючи цитотоксичність, генеруючи активні форми кисню та порушуючи

механізми кліренсу [17]. На сьогоднішній день профіль інгаляційної токсичності ароматизаторів погано вивчений.

Результати досліджень свідчать, що пара електронних сигарет зі смаком вишні містить **бензальдегід**, який також міститься в сигаретному димі. Бензальдегід є відомим подразником дихальних шляхів і може викликати запалення та набряк дихальних шляхів.

Приблизно на рубежі тисячоліть виникли занепокоєння щодо безпеки **діацети́лу**, ароматизатора, який використовується в рідинах для електронних сигарет для надання маслянистого смаку [1, 18]. Діацетил, хімічний компонент ароматизатора вершкового масла, який використовується в попкорні для мікрохвильової печі та пов'язаний з важким облітеруючим бронхіолітом, відомим як «попкорно-ва легеня» (цей стан включає запалення та рубцювання в легенях, що призводить до обструкції дихальних шляхів), також часто зустрічається в ароматизаторах електронних сигарет. Відомо, що діацетил знижує експресію генів, пов'язаних з війками, і зменшує загальну кількість війчастих клітин. Нещодавне дослідження виявило діацетил у 39 з 51 протестованих брендів електронних сигарет, включаючи такі смаки, як кавун, персик і гранат. Хоча випадків облітеруючого бронхіоліту внаслідок вживання електронних сигарет не було зареєстровано, враховуючи відому токсичність вдихання діацети́лу, ризик, ймовірно, існує [8].

Було також виявлено, що **циннамальдегід**, **ванілін**, **ментол** та інші ароматичні хімічні речовини спричиняють найбільшу токсичність у дослідженнях *in vitro* [14, 19].

**Нагрівальна спіраль** електронних сигарет також є ймовірним джерелом легеневої токсичності. Оскільки спіраль зазнає багаторазового нагрівання та охолодження, слідові молекули металу можуть досягати рідкої основи, а згодом і легеневого епітелію. Вплив парів, що містять метал, має добре встановлену токсичність, включаючи зв'язок з інфекціями дихальних шляхів та раком легенів. Попередні дослідження відзначили рівні свинцю, ртуті та міді в крові, які є порівнянними серед користувачів, які курять лише сигарети, та тих, хто курить лише електронні сигарети. В одному додатковому дослідженні було виявлено наявність молекул алюмінію, кальцію, хрому, міді, заліза, свинцю, магнію, олова та цинку в аерозолях електронних сигарет. Крім того, гноти електронних сигарет зазвичай виготовляються з кремнезему, наночастинки якого були виділені з парових шлейфів. Кремнезем відіграє добре встановлену роль у дихальній дисфункції [3].

**Тетрагідроканабіно́л (ТГК) та ацетат вітаміну Е.** Фальсифіковані рідини для електронних сигарет з немаркованим вмістом з'явилися на ринку вейпінгу кілька років тому. Одна з гіпотез полягає в тому, що підроблені, недорогі картриджі, що містять ТГК, з погано перевіреними розріджувачами можуть сприяти епідемії EVALI. Наприклад, було висловлено припущення, що нерегульовані виробники картриджів з ТГК впроваджують нові сполуки, такі як ацетат вітаміну Е, як розріджувачі [8]. Ацетат вітаміну Е, який часто використовується як загусник у рідинах для електронних сигарет, що містять канабіс, став ключовим фактором спалаху захворювання на EVALI. Центри з контролю та профілактики захворювань (CDC) виявили ацетат вітаміну Е в бронхоальвеолярному лаважі більшості пацієнтів з EVALI, що переконливо свідчить про зв'язок між цією речовиною та початком захворювання [3, 20]. Дослідження показують, що ацетат вітаміну

Е хоча і безпечний при проковтуванні та місцевому застосуванні, при вдиханні може погіршити дихання, а при нагріванні розкладається на шкідливі сполуки, такі як кетен, алкен та бензол, які можуть пошкодити тканину легень [21, 22]. Крім того, дослідження показують, що ацетат вітаміну Е перешкоджає нормальній функції легеневого сурфактанту, речовини, яка має вирішальне значення для підтримки належної функції легень [23]. Це порушення може збільшити поверхневий натяг у легенях, потенційно викликаючи запалення та сприяючи розвитку EVALI [1]. Під час тестування на тваринах ацетат вітаміну Е спричиняв гостре ураження легень при вдиханні через аерозолі електронних сигарет, що підтверджує його як ймовірну хімічну речовину, відповідальну за EVALI [24, 25].

Хоча існують вагомі докази, що пов'язують ацетат вітаміну Е з багатьма випадками EVALI, є й інші домішки, які, ймовірно, є відповідальними у підгрупі випадків [7].

Крім того, ТГК, психоактивний компонент канабісу, при нагріванні може розкладатися на токсичні речовини, такі як метакролеїн та бензол [22].

**Нові методи інгаляції**, такі як дабінг, змінили вміст та властивості сполук, що потрапляють у легеневу систему. Дабінг визначається як «споживання канабісу, при якому концентрат канабісу випаровується шляхом нанесення на гарячу платформу (тримач), а потім пара пропускається через водопровідну трубу та вдихається кінцевим користувачем». Використання металевої платформи під час дабінгу створює ризик вдихання припою, іржі та бензолу, які вивільнюються за вищих температур [8].

Широкий асортимент товарів на ринку та постійні зміни в електронних сигаретах та вейпінг-пристроях ускладнюють повну оцінку біологічного ризику вейпінгу та конкретних рідин для електронних сигарет [1]. Крім того, процес нагрівання може призводити до утворення нових хімічних сполук, що ускладнює оцінку потенційних ризиків для здоров'я [1, 17].

**Епідеміологія EVALI.** Влітку 2019 року в США виникло гостре, загадкове та смертельне респіраторне захворювання, пов'язане з вейпінгом, переважно у молодих пацієнтів. Кількість випадків різко зросла та досягла піку наприкінці вересня 2019 року. Центр контролю та профілактики захворювань (CDC) назвав захворювання, що спричиняє цю епідемію, ураженням легень, пов'язаним з вживанням електронних сигарет або вейп-продуктів (EVALI) [1, 7]. Опубліковані до 2019 року звіти про випадки пов'язували використання електронних сигарет із широким спектром легневих захворювань, включаючи безсимптомні та випадкові рентгенологічні знахідки, ліпоїдну пневмонію, гостру еозинофільну пневмонію, гіперчутливий пневмоніт та дифузну альвеолярну кровотечу. Ці ранні звіти про випадки, ймовірно, були першим доказом того, що електронні сигарети дійсно несуть легеневу токсичність [3, 5, 7].

Станом на 7 січня 2020 року до CDC надійшло повідомлення про 2807 госпіталізованих пацієнтів без летального наслідку та 60 пацієнтів з летальними випадками ураження легень, пов'язаного з EVALI [1, 15].

CDC відіграв вирішальну роль у виявленні та моніторингу випадків EVALI, створивши системи спостереження для відстеження тенденцій та своєчасного поширення інформації серед медичних працівників та громадськості. Ці зусилля, у поєднанні з втручаннями у сфері охорони здоров'я, сприяли зниженню захворюваності на EVALI [1]. Незважаючи на це значне зниження, продовжують

з'являтися спорадичні випадки, хоча й зі значно меншою частотою. Нещодавні огляди, такі як огляд Alqahtani та ін. (2025), повторюють, що, незважаючи на загальне зниження після спалаху 2019–2020 років та вилучення ацетату вітаміну E з багатьох продуктів, випадки EVALI все ще виявляються, що підкреслює необхідність постійної пильності [1, 26].

**Симптоми.** Початок симптомів EVALI може бути різноманітним, від кількох днів до кількох тижнів після вейпінгу. EVALI зазвичай проявляється низкою респіраторних симптомів, що включають порушення дихання (від легкої задишки до гострої гіпоксемічної дихальної недостатності), біль у грудях, кашель та кровохаркання. Шлунково-кишкові симптоми, такі як нудота, блювання та біль у животі, а також конституційні симптоми, такі як лихоманка та нездужання, також є поширеними. У пацієнтів часто спостерігається тахікардія, тахіпное, лихоманка та гіпоксемія під час звернення [1, 3, 27, 28, 29]. Тяжкість EVALI може варіюватися від легкого до небезпечного для життя. Деяким пацієнтам може знадобитися госпіталізація та інтенсивна терапія, включаючи інтубацію та штучну вентиляцію легень, якої потребують до третини пацієнтів [28, 30].

**Діагностика.** Діагностика EVALI передбачає комплексну медичну оцінку, щоб виключити інші потенційні причини респіраторних симптомів пацієнта [1, 2]. Як правило, вона включає детальний анамнез пацієнта, зосереджуючись на звичках вейпінгу, появи симптомів та будь-яких інших захворюваннях. Ретельний фізичний огляд допомагає оцінити загальний стан здоров'я та виявити специфічні ознаки респіраторного дистресу. Візуалізаційні дослідження, такі як рентген грудної клітки або КТ, є важливими для візуалізації аномалій легень, включаючи помутніння типу «матового скла», яке часто спостерігається при EVALI. Хоча лабораторні тести не є специфічними для EVALI, вони можуть виявити такі ознаки, як лейкоцитоз з переважанням нейтрофілів та підвищені маркери запалення, включаючи ШОЕ, С-реактивний білок та прокальцитонін, підвищення трансаміназ. Кількість периферичних еозинофілів зазвичай нормальна [1, 3, 8].

Ці дані слід інтерпретувати обережно, оскільки вони можуть виникати і при інших станах [2].

Прояв респіраторного захворювання без будь-яких інших відомих факторів, окрім історії вживання вейпів, залишає широке питання диференціальної діагностики для розгляду [8].

**Рентгенологічна картина.** Радіологічна візуалізація, зокрема комп'ютерна томографія (КТ), виявилася важливою для характеристики легневих проявів EVALI [31]. Двосторонні дифузні помутніння типу «матового скла» є найчастіше зареєстрованою знахідкою на КТ, часто супроводжуючись консолидаціями, субплевральними спайками та септальним потовщенням [1]. Також були описані дифузні інфільтрати типу «дерево в бруньках» та двосторонні вузлові інфільтрати, що імітують метастатичне зляксісне новоутворення. Новіші огляди картин візуалізації показують, що насправді існує 4 окремі рентгенологічні картини EVALI, включаючи гостру еозинофільну пневмонію, дифузне альвеолярне ураження, організуючу пневмонію та ліпоїдну пневмонію. Інші рентгенологічні прояви EVALI в літературі включають плевральні випоти, пневмомедіастинум та пневмоторакс [3, 7].

Хоча КТ є основним методом візуалізації для оцінки EVALI, інші методи, такі як позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) та функціональна МРТ легень, можуть

надати додаткову інформацію про функцію легень та метаболічну активність [31, 32].

**Гістологія.** Гістопатологія EVALI є неспецифічною та часто створює труднощі в діагностиці. Біопсії легень зазвичай демонструють характер організуючої пневмонії (ОП), переважно при отриманні під час підгострої фази захворювання. Рідше спостерігаються характерні риси гострого фібринозного пневмоніту або дифузного альвеолярного пошкодження, зазвичай у пацієнтів з більш гострими або тяжкими проявами. Хоча специфічні гістопатологічні ознаки не дозволяють остаточно діагностувати EVALI, кілька ознак можуть вказати на потенційні причини [1]. У пацієнтів, яким було проведено трансбронхіальну або відкриту біопсію легень у серії випадків Лейдена та ін., виявлені неспецифічне запалення, дифузне альвеолярне пошкодження, інфільтрацію пінистих макрофагів (що вказує на токсичне пошкодження), а також інтерстиціальний та перибронхіальний гранулематозний пневмоніт [1, 3].

У рідині, отриманій шляхом бронхоальвеолярного лаважу пацієнтів з EVALI, відзначалася наявність ліпідно-навантажених макрофагів, ідентифікованих за допомогою фарбування олійним червоним O. Хоча спочатку цей аналіз був перспективним як потенційний діагностичний маркер, йому бракує специфічності. Олійно-червоні O-позитивні макрофаги можна знайти при різних станах, включаючи COVID-19, інші інфекції, реакції на ліки та аутоімунні захворювання, всі з яких пов'язані з накопиченням ліпід-вмісних макрофагів внаслідок руйнування клітинної мембрани [33]. Через відсутність специфічності, технічні труднощі та обмежені дані про чутливість для EVALI, забарвлення олійним червоним O не слід використовувати як єдиний діагностичний інструмент [1, 33]. Нещодавно CDC також визнав ацетат вітаміну E хімічною речовиною, виявленою у зразках рідини бронхоальвеолярного лаважу пацієнтів з EVALI [34].

**Критерії діагнозу.** Через різноманітність проявів EVALI немає єдиної думки щодо його діагностичних критеріїв. У 2019 році CDC встановили критерії, що допомагають стандартизувати звітність під час спалаху, останні включають:

- анамнез використання електронної сигарети протягом попередніх 90 днів;
- у поєднанні з легеневиими інфільтратами або помутніннями, видимими на рентгенографії грудної клітки або КТ;
- виключення легеневої інфекції на основі негативної ПЛР на грип, вірусної респіраторної панелі та тестів сечі на антиген Legionella та Streptococcus pneumoniae, посівів крові, посіву мокротиння, бронхоальвеолярного лаважу та тестування на опортуністичні інфекції, пов'язані з ВІЛ;
- а також відсутність ймовірного альтернативного діагнозу (наприклад, серцевого, неопластичного або ревматологічного) [1, 2, 7, 26].

Фактори ризику для більш тяжкого перебігу захворювання включають ожиріння, похилий вік, астму та серцеві захворювання в анамнезі [9, 27].

Таким чином, у пацієнта з відомим вживанням вейпінгу протягом останніх 90 днів, з натякаючим анамнезом та результатами фізикального обстеження, класичними рентгенологічними знахідками та відсутністю супутнього діагнозу (а саме інфекції), діагноз EVALI є дуже ймовірним [1, 11].

Після встановлення діагнозу рекомендується консультація з пульмонологом та/або лікарем інтенсивної терапії, інфекційним лікарем та токсикологом, щоб визначити, чи слід вжити додаткових діагностичних заходів. Використання брон-

хоскопії з бронхоальвеолярним лаважем та біопсією легень не має чітко встановленої ролі, але може бути виправданим в кожному окремому випадку [3].

**Лікування.** EVALI вимагає негайного розпізнавання та відповідного медичного втручання для зменшення потенційних довгострокових легеневих ускладнень та смертності [1].

Клінічне лікування EVALI в першу чергу зосереджене на підтримуючій терапії та полегшенні симптомів, оскільки рандомізовані клінічні випробування ще не оцінювали специфічні методи лікування [10]. Більшість пацієнтів, госпіталізованих з EVALI, виживають, а зареєстрований рівень смертності становить 2,4% на основі даних CDC [1].

**Респіраторна підтримка** складає основу лікування EVALI. Вона може варіюватися від додаткового кисню, титрованого для підтримки  $SpO_2 \geq 90\%$ , до неінвазивної вентиляції (NIV) для пацієнтів з помірним респіраторним дистресом, які не реагують адекватно лише на кисень, з ретельним моніторингом погіршення респіраторного статусу. Інвазивна штучна вентиляція легень показана пацієнтам з тяжкою дихальною недостатністю, включаючи тих, хто має рефрактерну гіпоксемію або гіперкапнію, з використанням протективної стратегії вентиляції легень для мінімізації баротравми. Екстракорпоральна мембранна оксигенація (ЕКМО) призначена для окремих випадків тяжкої, рефрактерної дихальної недостатності, як правило, у спеціалізованих центрах з досвідом лікування ЕКМО [1].

**Антибіотикотерапію** часто розпочинають, особливо на ранніх стадіях госпіталізації, оскільки EVALI може імітувати бактеріальну або вірусну пневмонію. Антибіотики широкого спектру дії зазвичай використовуються до виключення інфекційної етіології.

Часто використовуються **кортикостероїди**, причому деякі серії випадків повідомляють про їх використання у 67–90% пацієнтів [1, 3, 15]. Однак дозування та тривалість кортикостероїдної терапії значно варіюються, і багато пацієнтів одужують лише за допомогою підтримуючої терапії [35]. При використанні кортикостероїдів клініцисти повинні враховувати потенціал імуносупресії та підвищений ризик вторинних інфекцій; необхідність ретельного моніторингу гіперглікемії, особливо у пацієнтів з діабетом; потенціал психіатричних побічних ефектів, особливо при високих дозах; а також рекомендується повільне зниження дози кортикостероїдів для запобігання появі рецидивних симптомів [11].

Важливим аспектом лікування EVALI є **повне припинення вживання електронних сигарет**. Продовження вейпінгу пов'язане з рецидивуючими EVALI та дихальною недостатністю [1]. Однак, досягнення відмови від вживання може бути складним завданням через залежність від нікотину та ТГК, особливо у підлітків та молодих людей, де дані про ефективні стратегії відмови обмежені [36]. CDC рекомендує пропонувати або направляти пацієнтів до послуг з припинення вживання як у стаціонарних, так і в амбулаторних умовах [1].

З огляду на складність лікування EVALI, медичні працівники повинні дотримуватися наступних рекомендацій. Негайно оцінювати стан пацієнтів з респіраторними симптомами, які повідомляють про вживання електронних сигарет, включаючи детальний анамнез, фізикальне обстеження та відповідні лабораторні та радіологічні дослідження. Це включає отримання ретельного анамнезу використання електронних сигарет, включаючи тип пристрою, компоненти рідини для електронних сигарет та тривалість використання. Забезпечувати

підтримуючу терапію, включаючи респіраторну підтримку за потреби, та розглянути можливість призначення кортикостероїдів на основі клінічного судження, зважуючи ризики та переваги. Ретельно спостерігати за пацієнтами на наявність респіраторного дистресу, вторинних інфекцій, пневмотораксу та інших потенційних ускладнень. Необхідно послідовно контролювати насичення киснем, частоту дихання та рентгенографію грудної клітки. Надавати або направляти пацієнтів до служб допомоги з припинення вживання куріння, підкреслюючи важливість повного припинення вживання електронних сигарет. Використовувати стратегії припинення вживання, засновані на доказах, включаючи нікотинозамісну терапію та поведінкове консультування. Повідомляти про випадки EVALI відповідним органам охорони здоров'я для сприяння постійному спостереженню та дослідженням [1, 37, 38].

#### **Висновки:**

1. EVALI продовжує залишатись актуальною проблемою, враховуючи зростаючу розповсюдженість вейпінгу та вживання електронних сигарет, особливо серед підлітків та молодих людей.
2. Діагностика EVALI є складною через різноманітність клінічних проявів та відсутність специфічних тестів і полягає у виключенні інших причин гострого ураження легень. Медичні працівники повинні підтримувати високий індекс підозри щодо EVALI у пацієнтів з респіраторними симптомами та історією вживання електронних сигарет. Вони повинні консультувати пацієнтів щодо ризиків, пов'язаних з вейпінгом, та надавати підтримку у припиненні куріння.
3. Клінічне лікування EVALI в першу чергу зосереджене на підтримуючій терапії та полегшенні симптомів, оскільки рандомізовані клінічні випробування ще не оцінювали специфічні методи лікування. Продовжуються дослідження, спрямовані на пошук специфічного лікування.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Alexander, L. E. C., Bellinghausen, A. L., & Eakin, M. N. (2020). What are the mechanisms underlying vaping-induced lung injury? *Journal of Clinical Investigation*, 130(6), 2754–2756. <https://doi.org/10.1172/JCI1138644>
2. Amjad, M. A., Ocazionez Trujillo, D., Estrada-Y-Martin, R. M., & Cherian, S. V. (2025). E-cigarette or vaping product use-associated lung injury: A comprehensive review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(5), 792. <https://doi.org/10.3390/ijerph22050792>
3. Barker, C. K., Ghera, P., & Hsu, B. (2024). The evolution of a pediatric public health crisis: E-cigarette or vaping-associated lung injury. *Pediatrics*, 153(5), e2023063484. <https://doi.org/10.1542/peds.2023-063484>
4. Bhat, T. A., Kalathil, S. G., Bogner, P. N., Blount, B. C., Goniewicz, M. L., & Thanavala, Y. M. (2020). An animal model of inhaled vitamin E acetate and EVALI-like lung injury. *New England Journal of Medicine*, 382(12), 1175–1177. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2000231>
5. Blount, B. C., Karwowski, M. P., Shields, P. G., et al. (2020). Vitamin E acetate in bronchoalveolar-lavage fluid associated with EVALI. *New England Journal of Medicine*, 382(8), 697–705. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1916433>
6. Callahan, S. J., Lanspa, M. J., & Blagev, D. P. (2021). Is COVID-19 masking the ongoing youth vaping crisis? *Expert Review of Respiratory Medicine*, 15(9), 1089–1091. <https://doi.org/10.1080/17476348.2021.1929927>

7. Cherian, S. V., Kumar, A., & Estrada-Y-Martin, R. M. (2020). E-cigarette or vaping product-associated lung injury: A review. *American Journal of Medicine*, 133(6), 657–663. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.02.004>
8. Hofmann, J. J., Poulos, V. C., Zhou, J., Sharma, M., Parraga, G., & McIntosh, M. J. (2024). Review of quantitative and functional lung imaging evidence of vaping-related lung injury. *Frontiers in Medicine*, 11, 1285361. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1285361>
9. Jonas, A. (2022). Impact of vaping on respiratory health. *BMJ*, 378, e065997. <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-065997>
10. Kalininskiy, A., Bach, C. T., Nacca, N. E., et al. (2019). E-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury (EVALI): Case series and diagnostic approach. *The Lancet Respiratory Medicine*, 7(12), 1017–1026. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(19\)30415-1](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(19)30415-1)
11. Khan, T., Huda, A. B., Al-Jibury, M., & Tin, Z. (2022). A case of acute lung injury due to an e-cigarette. *Clinical Medicine*, 22(Suppl 4), 16–17. <https://doi.org/10.7861/clinmed.22-4-s16>
12. Kim, M. D., Chung, S., Dennis, J. S., et al. (2022). Vegetable glycerin e-cigarette aerosols cause airway inflammation and ion channel dysfunction. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 1012723. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1012723>
13. Kligerman, S., Raptis, C., Larsen, B., et al. (2020). Radiologic, pathologic, clinical, and physiologic findings of electronic cigarette or vaping product use-associated lung injury (EVALI). *Radiology*, 294(3), 491–505. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020192585>
14. Ko, T. J., & Kim, S. A. (2022). Effect of heating on physicochemical property of aerosols during vaping. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1892. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031892>
15. Layden, J. E., Ghinai, I., Pray, I., et al. (2020). Pulmonary illness related to e-cigarette use in Illinois and Wisconsin—Final report. *New England Journal of Medicine*, 382(10), 903–916. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1911614>
16. Margham, J., McAdam, K., Cunningham, A., et al. (2021). The chemical complexity of e-cigarette aerosols compared with the smoke from a tobacco burning cigarette. *Frontiers in Chemistry*, 9, 743060. <https://doi.org/10.3389/fchem.2021.743060>
17. Nanninga, E. K., Weiland, S., Berger, M. Y., Feijen-de Jong, E. I., Erwich, J. J. H. M., & Peters, L. L. (2023). Adverse maternal and infant outcomes of women who differ in smoking status. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2632. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032632>
18. Nyilas, S., Bauman, G., Korten, I., et al. (2022). MRI shows lung perfusion changes after vaping and smoking. *Radiology*, 304(1), 195–204. <https://doi.org/10.1148/radiol.211327>
19. O'Callaghan, M., Boyle, N., Fabre, A., Keane, M. P., & McCarthy, C. (2022). Vaping-associated lung injury: A review. *Medicina*, 58(3), 412. <https://doi.org/10.3390/medicina58030412>
20. Rao, D. R., Maple, K. L., Dettori, A., et al. (2020). Clinical features of E-cigarette or vaping product use-associated lung injury in teenagers. *Pediatrics*, 146(1), e20194104. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-4104>
21. Reagan-Steiner, S., Gary, J., Matkovic, E., et al. (2020). Pathological findings in suspected cases of EVALI. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(12), 1219–1232. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30321-0](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30321-0)
22. Rebuli, M. E., Rose, J. J., Noël, A., et al. (2023). The EVALI epidemic: Pathogenesis, management, and future directions. *Annals of the American Thoracic Society*, 20(1), 1–17. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202209-796ST>
23. Reddy, A., Jenssen, B. P., Chidambaram, A., Yehya, N., & Lindell, R. B. (2021). Characterizing EVALI in the pediatric intensive care unit. *Pediatric Pulmonology*, 56(1), 162–170. <https://doi.org/10.1002/ppul.25086>
24. Ritchie, A. I., Baker, J. R., Parekh, T. M., et al. (2021). Update in chronic obstructive pulmonary disease 2020. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 204(1), 14–22. <https://doi.org/10.1164/rccm.202102-0253UP>

25. Saqi, A., Mukhopadhyay, S., Butt, Y., et al. (2020). Role of cytologic assessment in EVALI. *Cancer Cytopathology*, 128(6), 371–380. <https://doi.org/10.1002/cncy.22237>
26. Schaffer, S., Strang, A., Saul, D., Krishnan, V., & Chidekel, A. (2022). Adolescent EVALI in the Delaware Valley. *Cureus*, 14(2), e21988. <https://doi.org/10.7759/cureus.21988>
27. Smith, M. L., Gotway, M. B., Crotty Alexander, L. E., & Hariri, L. P. (2021). Vaping-related lung injury. *Virchows Archiv*, 478(1), 81–88. <https://doi.org/10.1007/s00428-020-02943-0>
28. Soerianto, W., & Jaspers, I. (2025). EVALI: Epidemiology, challenges, and implications with COVID-19. *Pediatric Pulmonology*, 60(1), e27448. <https://doi.org/10.1002/ppul.27448>
29. Stefaniak, A. B., LeBouf, R. F., Ranpara, A. C., & Leonard, S. S. (2021). Toxicology of flavoring- and cannabis-containing e-liquids. *Pharmacology & Therapeutics*, 224, 107838. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2021.107838>
30. Triantafyllou, G. A., Tiberio, P. J., Zou, R. H., et al. (2021). Long-term outcomes of EVALI. *The Lancet Respiratory Medicine*, 9(12), e112–e113. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(21\)00415-X](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00415-X)
31. Tsai, M., Byun, M. K., Shin, J., & Crotty Alexander, L. E. (2020). Effects of e-cigarettes on cardiac and pulmonary physiology. *Journal of Physiology*, 598(22), 5039–5062. <https://doi.org/10.1113/jp279754>
32. Tsai, M., & Mallampalli, R. K. (2020). Opportunities and challenges in EVALI. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, 62(3), 397–398. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2019-0422LE>
33. Van Bavel, N., Lai, P., Amrein, M., & Prenner, E. J. (2023). Pulmonary surfactant disruption by vaping additives. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 222, 113132. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2023.113132>
34. Ward, A. M., Yaman, R., & Ebbert, J. O. (2020). Electronic nicotine delivery system design and aerosol toxicants. *PLOS ONE*, 15(6), e0234189. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234189>
35. Werner, A. K., Koumans, E. H., Chatham-Stephens, K., et al. (2020). Hospitalizations and deaths associated with EVALI. *New England Journal of Medicine*, 382(17), 1589–1598. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1915314>
36. White, A. V., Wambui, D. W., & Pokhrel, L. R. (2021). Risk assessment of inhaled diacetyl from electronic cigarette use. *Science of the Total Environment*, 772, 145486. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145486>
37. Wu, D., & O’Shea, D. F. (2020). Potential for release of pulmonary toxic ketene from vaping pyrolysis of vitamin E acetate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6349–6355. <https://doi.org/10.1073/pnas.1920925117>
38. Winnicka, L., & Shenoy, M. A. (2020). EVALI and pulmonary toxicity of electronic cigarettes. *Journal of General Internal Medicine*, 35(7), 2130–2135. <https://doi.org/10.1007/s11606-020-05813-2>

Дата першого надходження статті до видання: 05.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 23.01.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 26.01.2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)