

EVALI – болезнь вейперов: трудности в дифференциальной диагностике

Р.В. Гатауллин¹, А.А. Галиуллина², В.А. Денисова², М.А. Макаров², А.Р. Садыкова^{2,3}, Г.М. Илалова¹

¹ГАЗУ «Городская клиническая больница №11», Россия, 420127, Казань, ул. Максимова, 34/24

²ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 49

³ГАЗУ «Городская клиническая больница No 7» им. М.Н. Садыкова г. Казани, Россия, 420103, Казань, ул. Маршала Чуйкова, 54

Реферат. Введение. Электронные сигареты стали популярны как способ «безопасного» курения среди молодого поколения. Использование электронных сигарет породило новую болезнь – EVALI – «electronic-cigarette of vaping product use associated lung injury» – вейпинг-ассоциированный респираторный дистресс-синдром, связанный с употреблением электронных сигарет. Трудности в диагностике и дифференциации заболевания от других болезней дыхательной системы предопределили важность изучения патогенетических, патофизиологических механизмов развития патологии вследствие вейпинга, поиск эффективных методов диагностики, лечения и профилактики заболевания. **Цель.** Анализ данных современных исследований, посвященных изучению критериев для дифференциальной диагностики EVALI.

Материалы и методы. Был проведен поиск и последующий анализ научных публикаций по запросу «диагностические критерии EVALI» на ресурсах PubMed, E-library, ScienceDirect и NCBI (National Library of Medicine). **Результаты и их обсуждение.** Клиническая картина EVALI: умеренная лихорадка, потеря массы тела, прогрессирующая одышка смешанного характера, плевральные боли, сухой кашель, постоянная тахикардия. Аускультативно в нижних отделах легких на фоне бронховезикулярного дыхания выслушиваются крепитация, влажные мелкопузырчатые хрипы. На рентгенограммах регистрируются двусторонние диффузные инфильтраты в виде матового стекла с преобладанием в базальной области и субплеврального, перибронховаскулярного, дольчатого спавинга. Описаны специфические особенности этих паттернов: при диффузном альвеолярном повреждении встречается дольчатое сужение с признаками альвеолярного коллапса; утолщение междольковой перегородки с двусторонними выпотами в плевре от малой до средней степени тяжести с центрилобулярными узелками «матового стекла» или без них характерны для острой эозинофильной пневмонии, дольчатое сужение с центрально-дольчатыми узелками «матового стекла» – при интерстициальной организующейся пневмонии. Анализ крови: повышенное содержание лейкоцитов с преобладанием нейтрофильных клеток, маркеры воспаления – скорость оседания эритроцитов, С-реактивный белок и прокальцитонин. В образцах биопсии легких: пенистые макрофаги, чрезмерная вакуолизация альвеолоцитов, бронхоальвеолярный лаваж содержит тетрагидроканнабинол или ацетат витамина Е, липофаги. При исследовании мочи на каннабиноиды выявляются метаболиты тетрагидроканнабинола. В основе развития заболевания лежит острое повреждение интерстиция легочной ткани, эпителия бронхиол за счет оседания в макрофагах формальдегида, ацетата витамина Е, ацетона, нитрозаминов, образующихся при горении. Масла оседают на стенках альвеол, образуя жировую пленку, что уменьшает газообмен. Наличие потенциальных биомаркеров окислительного стресса – 8-гидроксидезоксигуанозин и 8-изопропан, сниженные уровни прорассасывающего липидного медиатора RvD1 (резолвин D1), противовоспалительного эпителиального маркера дыхательных путей CC10/16 (белок клеток Клара) смогут использоваться в диагностике в дальнейшем. **Выводы.** При определении клинической формы EVALI необходимы исследования для лучшего понимания механизмов развития данного заболевания, разработки эффективных методов диагностики, лечения и профилактики, а также его дифференцировка от других заболеваний дыхательной системы.

Ключевые слова: болезнь EVALI, электронные сигареты, рентгенологическая картина при EVALI, дифференциальная диагностика.

Для цитирования: Гатауллин Р.В., Галиуллина А.А., Денисова В.А., [и др.]. EVALI – болезнь вейперов: трудности в дифференциальной диагностике // Вестник современной клинической медицины. – 2025. – Т. 18, прил. 1. – С. 66–71.

DOI: 10.20969/VSKM.2025.18(suppl.1).66-71.

EVALI, the vapers' disease: Difficulties in differential diagnosis

Ramil V. Gataullin¹, Adelina A. Galiullina², Valeria A. Denisova², Maxim A. Makarov², Aida R. Sadykova^{2,3}, Guzel M. Ilalova¹

¹City Clinical Hospital No. 11, 34/24 Maximov str., 420127 Kazan, Russia

²Kazan State Medical University, 49 Butlerov str., Kazan, 420012, Russia

³City Clinical Hospital No. 7 named after M.N. Sadikov, 54 Marshal Chuykov St., Kazan, 420103, Russia

Abstract. Introduction. Electronic cigarettes have become popular as a “safe” way to smoke among the younger generation. However, the use of e-cigarettes has given rise to a new disease – EVALI (E-cigarette or Vaping product use-Associated Lung Injury), a severe lung injury associated with e-cigarette and vaping product use. Difficulties in diagnosing and differentiating the disease from other respiratory illnesses have emphasized the importance of studying the pathogenetic and pathophysiological mechanisms of pathology development due to vaping, as well as the search for effective methods of the disease diagnosis, treatment, and prevention. **Aim.** To analyze data from contemporary research focused on studying criteria for the differential diagnosis of EVALI. **Materials and Methods.** A search and subsequent analysis of scientific publications were conducted using the query “EVALI diagnostic criteria” in the databases PubMed, eLibrary, ScienceDirect, and NCBI (National Library of Medicine). **Results and Discussion.** Clinical picture of EVALI includes: Moderate fever, weight loss, progressive dyspnea of mixed nature, pleuritic chest pain, dry cough, and persistent tachycardia. Auscultation reveals crepitations (rales) and fine moist crackles in the lower lung fields, associated with bronchovesicular breathing. Computed tomography scans demonstrate bilateral diffuse ground-glass opacities, predominantly in the basal regions, along with subpleural, peribronchovascular, and lobular consolidation. For differential diagnosis, specific characteristics of other patterns are important to consider: Diffuse

alveolar damage may present with lobular narrowing and signs of alveolar collapse; interlobular septal thickening with bilateral pleural effusions of mild to moderate severity, with or without centrilobular ground-glass nodules, are characteristic of acute eosinophilic pneumonia; and lobular narrowing with centrilobular ground-glass nodules are seen in interstitial organizing pneumonia. Blood tests reveal an elevated leukocyte count with neutrophilic predominance and increased inflammatory markers such as erythrocyte sedimentation rate, C-reactive protein, and procalcitonin. In lung biopsy samples, foamy macrophages and excessive vacuolization of alveolar cells (pneumocytes) are observed. Bronchoalveolar lavage may contain tetrahydrocannabinol or vitamin E acetate, and lipophages. Urine cannabinoid screening reveals tetrahydrocannabinol metabolites. The underlying pathology involves acute injury to the lung interstitium and bronchiolar epithelium due to the deposition of formaldehyde, vitamin E acetate, acetone, and nitrosamines, formed during heating, within macrophages. Oils deposit on the alveolar walls, forming a lipid film that impairs gas exchange. The presence of potential oxidative stress biomarkers – 8-hydroxydeoxyguanosine and 8-isoprostane, as well as decreased levels of the pro-resolving lipid mediator RvD1 (resolvin D1) and the anti-inflammatory airway epithelial marker CC10/16 (Club cell protein 10/16), may be utilized in future diagnostics. **Conclusions.** Further research is necessary for a better understanding of EVALI's clinical forms and developmental mechanisms, to develop effective methods of diagnosis, treatment, and prevention, and to refine its differentiation from other respiratory system diseases.

Keywords: EVALI disease, electronic cigarettes, X-ray picture in EVALI, differential diagnosis.

For citation: Gataullin R.V.; Galiullina A.A.; Denisova V.A.; et al. EVALI, the vapers' disease: Difficulties in differential diagnosis. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2025; 18 (suppl.1): 66-71. DOI: 10.20969/VSKM.2025.18(suppl.1).66-71.

Введение. Благодаря хорошей маркетинговой стратегии и привлекательному дизайну электронные сигареты прочно заняли свою нишу на рынке, стали популярны как способ «безопасного» курения и «безвредная» альтернатива классическим сигаретам среди молодого поколения. Использование электронных сигарет породило новую болезнь – EVALI – E-cigarette, or Vaping product use-Associated Lung Injury – вейпинг-ассоциированный (то есть связанный с употреблением электронных сигарет) респираторный дистресс-синдром. Случаи EVALI известны в нескольких странах, но по США данные наиболее полные. Там за 2019-2020 годы произошло около 2800 госпитализаций с дыхательной недостаточностью и 68 смертей [1]. Почти всем госпитализированным пациентам требовалась интенсивная терапия, многим – ИВЛ. В 2023 году в США их использовали от 11% до 18% зумеров, а в Великобритании – и вовсе почти треть «молодых взрослых» в возрасте 18–24 лет [2]. В России вейпы тоже предпочитают люди до 34 лет. За последние несколько лет доля россиян, курящих вейпы, увеличилась почти в три раза. 21% респондентов используют только электронные испарители, тогда как 16% курят и вейпы, и обычные сигареты. В 2019 году таких людей было меньше – 8 и 12% соответственно. Другие исследователи отмечают, что, хотя число курильщиков в России год от года снижается – и за последние 15 лет сократилось почти вдвое – количество тех, кто использует электронные устройства для курения, наоборот, растет – и увеличилось даже в 46 раз за последние пять лет [3].

В России первый случай EVALI был описан в 2021 году – в Морозовскую больницу поступил 17-летний юноша с симптомами тяжелой пневмонии и общей интоксикации. За две недели до госпитализации у него стали нарастать одышка и кашель, повысилась температура, появились рвота и боли в животе. За полмесяца он потерял в весе 10 кг.

Как впоследствии было установлено, появление и развитие этих симптомов было вызвано тем, что за 1,5 месяца пациент активно «парил» вейпы, и на момент его госпитализации его легкие закупорила масляная пленка, и с тех пор в медицинской литературе упоминается всего несколько таких пациентов [4].

Цель исследования – Проведение анализа данных современных исследований, посвященных изучению критериев для дифференциальной диагностики EVALI.

Материалы и методы. Был проведен поиск и последующий анализ научных публикаций по запро-

су «диагностические критерии EVALI» на ресурсах PubMed, E-library, ScienceDirect и NCBI (National Library of Medicine).

Результаты и их обсуждение:

Причины и механизм развития заболевания до сих пор изучаются. Трудности в диагностике и дифференциации данного заболевания от других болезней дыхательной системы предопределили важность изучения патогенетических, патофизиологических механизмов развития патологии легких вследствие вейпинга, поиск эффективных методов диагностики, лечения и профилактики заболевания.

Электронная сигарета – это портативный испаритель, работающий от аккумуляторной батареи, который имитирует курение, исключая процесс сжигания табака [5]. Детали электронной сигареты включают в себя мундштук («дрип-тип»), картридж (ёмкость для хранения жидкости), нагревательный элемент/атомайзер, микропроцессор, аккумулятор, а некоторые модели имеют на конце светодиодный индикатор [6]. Атомайзер состоит из небольшого нагревательного элемента, иначе говоря, спирали, испаряющей жидкость для электронных сигарет, и влаготводящего материала, который подводит жидкость к спирали. Когда пользователь делает вдох, датчик расхода воздуха активирует нагревательный элемент, распыляющий жидкость, однако в большинстве устройств спираль активируется вручную нажатием кнопки. Распыленная жидкость достигает температуры примерно 100-250 °C (212-482 °F) внутри корпуса для образования аэрозоля (пара). Генерируемый аэрозоль имеет соответствующий вкус и создает ощущение, напоминающее курение табака. [7]. Нагревательные спирали и распылитель влияют на свойства аэрозоля и, следовательно, на потенциальные последствия для здоровья. Когда настройки аэрозолизации не оптимальны (например, когда мощность нагрева слишком высока), у пользователей возникает негативное ощущение, называемое «сухим ударом». Это неприятное ощущение может быть связано с образованием побочных продуктов термического разложения PG и глицерина, включая токсичные карбонильные соединения [8]. Следует отметить, что никотин подвергается пиролизическому разложению при температурах выше 600°C [9], о достижении которых не сообщалось ни в одном исследовании электронных сигарет, поэтому потенциальная пиролизическая деградация никотина в электронных сигаретах крайне маловероятна. Количество мощности, подаваемой на распылитель, также влияет на массу аэрозоля, вырабатываемого

электронной сигаретой: чем больше мощность, тем плотнее аэрозоль за одну затяжку [10, 11]. Жидкость для электронных сигарет, вейп – сок, джус, микстура, жидкость для заправки вейпа, жидкость для парения, «жижа для вейпа» – это смесь, используемая в изделиях для вейпинга, включая электронные сигареты [12]. Во многих странах рынок электронных сигарет не регулируется, и состав жидкости может меняться в широких пределах. Из-за быстрого роста рынка и частых изменений в конструкциях производства электронных сигарет составы жидкостей для электронных сигарет сильно различаются. Содержание в жидкостях добавок, таких как никотин и ароматизаторы, варьируется в зависимости от бренда. Выпускается множество разновидностей жидкости для электронных сигарет с различной концентрацией никотина и различными вкусами. Основные ингредиенты жидкости – пропиленгликоль, глицерин и ароматизаторы; чаще всего в ней также содержится никотин в жидкой форме [13]. Жидкость для электронных сигарет обычно на 95 % состоит из пропиленгликоля и глицерина, а остальные 5 % составляют ароматизаторы, никотин и другие добавки [14]. В качестве растворителей чаще всего используются пропиленгликоль и глицерин. В ароматизаторах могут содержаться ментол, сахара, сложные эфиры и пиразины. Среди применяемых вкусовых компонентов – цинеол, камфора, метилсалицилат, пулегон, этилсалицилат, коричный альдегид, эвгенол, дифениловый эфир, кумарин, диацетил, ацетоин, ацетилпропионил, циклогексанон, бензойный альдегид, крезол, бутаналь и изоамилацетат. Для придания жидкостям сладкого вкуса часто используются сахара. Диацетил, ацетоин и ацетилпропионил используются для придания маслянистого вкуса. Камфора и циклогексанон – для придания вкуса мяты. Бензойный альдегид – для придания вкуса вишни или миндаля. Коричный альдегид – для придания вкуса корицы. Крезол – для придания привкуса кожи или лекарственных растений.

Попадание капель масла в легкие может обернуться серьезной проблемой. Масло закупоривает мелкие бронхиолы, что препятствует поступлению в легкие кислорода. Итогом может стать воспалительный процесс и накопление жидкости в легких, что приведет к развитию так называемой «липоидной пневмонии», развивающейся при регулярном вдыхании маслянистых соединений, присутствующих в заправке для вейпов [15]. При нагревании как пропиленгликоль, так и растительный глицерин образуют густой, похожий на дым пар. «Парение» приводит к термическому разложению жидкой основы, и по-прежнему образуются опасные дочерние соединения, в том числе низкомолекулярные карбонильные соединения (например, формальдегид, ацетальдегид и ацетон, являющиеся канцерогеном первой группы, что повышает риски развития онкологии) и специфические для табака нитрозамины. Пары химической жидкости для курения влияют на эпителии дыхательных путей. Особый вред приносит ацетат витамина Е, который широко используется в жидкостях для электронных сигарет в качестве разбавителя. Данное вещество может повлиять на физическую структуру и фазовое поведение поверхностно-активного вещества, нарушая его способность поддерживать поверхностное натяжение, что приводит к респираторному дистрессу. Дисфункциональный сурфактант может привести к избыточному накоплению липидов в альвеолярных макрофагах, что может привести к обратному транс-

порту холестерина или его оттоку [16]. Его нагревание приводит к образованию кетена, высокореактивного вещества, раздражающего бронхи и легкие. Другие компоненты – масла каннабиноидов, нефтяные дистилляты и лимонен тоже вносят свою лепту.

Парение вейпов иссушает легочную ткань и слизистую оболочку дыхательных путей, что облегчает проникновение в них инфекции (бактериальной, вирусной или грибковой). Нарушается газообмен, что приводит к кислородной недостаточности (гипоксии). Ряд токсических веществ разрушают сурфактант [17], оседают в макрофагах, что приводит к повреждению легочной ткани [18, 19]. Пар, который образуется при нагревании жидкости в вейпе, проникает глубоко в легкие, вплоть до альвеол. Масла из нагретого пара оседают на тканях легких, образуют жировую пленку, через которую воздух не может поступить в альвеолу, что ведет к уменьшению газообмена, одышке, воспалению тканей. Оценка эпителия дыхательных путей *in vitro* показывает, что конденсаты вейпов вызывают повышенный окислительный стресс [20], выработку провоспалительных цитокинов, окислительное повреждение ДНК [21-23], и снижение жизнеспособности клеток. Продукты для вейпинга также изменяют липидный гомеостаз легких [24, 25], активируя альвеолярные макрофаги и нейтрофилы [26]. По словам главного пульмонолога, к механическому повреждению легких, как правило, присоединяется инфекция [27].

Клиническая картина у пациентов с EVALI при их первом поступлении в отделение неотложной помощи или учреждение неотложной помощи наблюдаются: умеренная лихорадка (температура ≥ 38 °C) [28, 29], потеря массы тела, прогрессирующая одышка смешанного характера, плевральные боли, сухой кашель, постоянная тахикардия (частота сердечных сокращений >100 ударов/мин) [30, 31], частота дыхания >20 вдохов/мин, сатурация кислорода $<95\%$ при дыхании комнатным воздухом или с дополнительным кислородом. Аускультативно часто в нижних отделах легких на фоне бронховезикулярного дыхания выслушиваются крепитация, влажные мелкопузырчатые хрипы.

Результаты компьютерной томографии при EVALI отражают различные степени острого повреждения легких. На рентгенограммах регистрируются двусторонние диффузные инфильтраты в виде матового стекла с преобладанием в базиллярной области и субплеврального, перибронховаскулярного, долькового спаивания. Описаны специфические особенности этих паттернов: при диффузном альвеолярном повреждении встречается дольчатое сужение с признаками альвеолярного коллапса; утолщение междольковой перегородки [32] наряду с двусторонними выпотами в плевре от малой до средней степени тяжести с центрилобулярными узелками «матового стекла» или без них характерны для острой эозинофильной пневмонии, дольчатое сужение с центрально-дольчатыми узелками «матового стекла» часто встречается при интерстициальной организуемой пневмонии. Существует 4 дискретных рентгенографических рисунка EVALI, включая острую эозинофильную пневмонию, диффузное повреждение альвеол, организирующую пневмонию и липоидную пневмонию [33]. Существует особенно значительное совпадение между EVALI и экзогенной липоидной пневмонией (ELP). ELP также связан с двусторонним помутнением матового стекла или уплотнением, с преимущественным поражением нижних долей.

Анализ крови при EVALI показывает повышенное содержание лейкоцитов с преобладанием нейтрофильных клеток и повышенные маркеры воспаления – СОЭ>30 мм/ч, СРБ>10 мг/л, прокальцитонин>0,07 нг/мл, лактатдегидрогеназу (ЛДГ) >280 ЕД/л и про-BNP >125 пг/мл [34], а также отсутствие бактериальной, вирусной или грибковой инфекции, или аутоиммунного заболевания, повышение уровней трансаминаз. В образцах биопсии легких обнаруживают пенистые макрофаги и чрезмерную вакуолизацию альвеолоцитов, бронхоальвеолярный лаваж содержит тетрагидроканнабинол (ТГК) или ацетат витамина Е, насыщенные липиды макрофаги. При исследовании мочи на каннабиноиды выявляются метаболиты ТГК [35].

Анализ газов крови (BGA):

Первичный респираторный алкалоз: pH \geq 7,45, PaCO₂ <35 мм рт. ст. Нормальный диапазон BGA: pH 7,35–7,45, pCO₂ 35–45 мм рт. ст., pO₂ 80–100 мм рт. ст. и HCO₃ 22–26 ммоль/л [36, 37].

При диагностике на ЭКГ в некоторых случаях может быть следующая картина: нормальный синусовый ритм с неспецифическими впадинами сегмента ST в V1 и V2 с инверсиями зубца T в AVL и V3 и удлинением QTc [38]. Первичная трансторакальная эхокардиография показала фракцию выброса левого желудочка 55% при нормальном движении региональной стенки и отсутствии клапанной дисфункции [39].

На сегодняшний день не выявлено никаких специфических биомаркеров для EVALI [40]. Однако наличие различных потенциальных биомаркеров окислительного стресса, таких как 8-гидроксидезоксигуанозин и 8-изопропан, а также сниженные уровни прорасщепляющего липидного медиатора RvD1 (резолвин D1) и противовоспалительного эпителиального маркера дыхательных путей CC10/16 (белок клеток Клара), возможно, смогут использоваться в диагностике EVALI в дальнейшем [41, 42].

Исследования на людях: Сравнительное исследование эффектов курения электронных сигарет или обычных сигарет показало, что уровни периферического систолического артериального давления значительно повышаются в течение 45 минут после вейпинга никотиносодержащей жидкости, но только в течение 15 минут после обычного курения сигарет. Кроме того, частота сердечных сокращений была повышена в течение 45 минут после вейпинга электронной сигареты с никотиносодержащей жидкостью, в то время как после курения она не изменилась. Используя эти показатели нарушения функции, курение электронных сигарет представляется более вредным, чем курение обычных сигарет. Большинство сообщений о сердечно-сосудистых эффектах электронных сигарет основаны на острых воздействиях, последствия длительного воздействия электронных сигарет остаются важным пробелом, который необходимо заполнить. Исследования на животных: Воздействие на мышей никотиносодержащего аэрозоля электронных сигарет привело к уменьшению фракционного укорочения левого желудочка, снижению фракции выброса и увеличению атеросклероза корне аорты по сравнению с контрольной группой [43]. Исследования глазной системы на людях: аэрозоль электронных сигарет вызывал умеренные и тяжелые симптомы сухого глаза в результате плохого качества слез [44]. Полость рта: в предыдущем обзоре оценивалось воздействие аэрозоля электронных сигарет на поражения полости рта и указывалось, что

неблагоприятные последствия для здоровья полости рта могут быть связаны с использованием электронных сигарет. Канцерогенность: пары конденсата электронных сигарет усиливают метастатическую колонизацию легких и повышают уровни нескольких опухолевых факторов клеток рака молочной железы в модели жировой подушки молочной железы. Исследования на людях: аэрозоль электронной сигареты содержит органические и неорганические токсиканты. Ультрадисперсные частицы тяжелых металлов накапливаются в основном в легких. Поскольку эти токсиканты не могут быть быстро выведены из легких, они могут выступать в качестве неустраняемого источника воспаления. Маркеры окислительного стресса и воспаления были повышены через 1-2 часа после курения аэрозоля электронной сигареты без никотина и вернулись к нормальному уровню через 6 часов после воздействия аэрозоля [45]. Также было обнаружено, что у привычных пользователей электронных сигарет наблюдается сдвиг в сердечном вегетативном балансе в сторону симпатического преобладания. Восприимчивость апополипротеидов В-содержащих липопротеидов к окислению также была значительно повышена у пользователей электронных сигарет. Все эти изменения были связаны с повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний [46]. Острое вдыхание электронных сигарет может вызвать сосудистые патологии [47]. Растворимые компоненты электронных сигарет, включая никотин, вызвали дозозависимую потерю эпителиального барьера легких. Неорганические токсиканты: электронные сигареты содержат металлы, такие как медная проволока, покрытая Ag, Sn, Ni, CrAl и Cu, которые встречаются в аэрозоле электронных сигарет в виде частиц [48]. Эти металлические частицы представляют собой уникальную опасность электронных сигарет, поскольку они не встречаются в обычных сигаретах. Электронные сигареты генерируют высокую концентрацию наночастиц и меньшее количество более крупных частиц (<10 мкм) по сравнению с дымом от обычных сигарет. Меньший размер частиц связан с большей способностью производить свободные радикалы. Такие частицы могут вызывать воспаление в тканях, особенно в легких. Кроме того, наночастицы аэрозоля могут постепенно распределяться системно и накапливаться в других тканях, включая печень, почки, сердце и мозг [49], где они могут способствовать воспалению.

Диагностика EVALI осложняется тем, что проявления данной болезни могут говорить и о других возможных патологиях. Нередко данную болезнь ошибочно путают с бактериальной пневмонией, и тогда назначенное врачами лечение антибиотиками оказывается неэффективным, а у больного на фоне этого лечения может развиться дыхательная недостаточность. Если пациент никак не реагирует на лечение антибиотиками (или ему становится хуже), а в анамнезе имеется информация о курении электронных сигарет или употреблении вейпов, то вероятнее всего у него EVALI. Специального протокола лечения больных EVALI в настоящее время не существует. Большинству пациентов с диагнозом EVALI проводится респираторная поддержка (в зависимости от тяжести повреждения легких), муколитическая терапия, пероральная или внутривенная терапия высокими дозами глюкокортикостероидов, а также назначаются противовирусные и антибактериальные средства по показаниям [50]. Рекомендуемые дозы глюкокортикостероидов варьируются

от 120 до 500 мг метилпреднизолона ежедневно или 2-3 мг/кг в течение 1-2 дней с переходом на пероральный преднизолон. У пациентов с тяжелой и крайне тяжелой степенью тяжести EVALI может потребоваться применение неинвазивной вентиляции легких в режиме BiPAP (biphasic positive airway pressure – двухфазное положительное давление в дыхательных путях), проведение интубации с искусственной вентиляцией легких и экстракорпоральной мембранной оксигенации [51].

Заключение.

Таким образом, при определении клинической формы EVALI возникают сложности в диагностике. Необходимы исследования для лучшего понимания механизмов развития EVALI, разработки эффективных методов диагностики, лечения и профилактики, а также его дифференцировка от других заболеваний дыхательной системы. Несмотря на имеющиеся сведения о EVALI и его причинах, вопрос остается открытым. Необходимы дополнительные, более глубокие исследования, чтобы полностью разобраться в проблеме. Это включает в себя поиск лучших способов диагностики, лечения и профилактики этого заболевания. Особое внимание следует уделить профилактике EVALI, особенно среди молодежи, использующей электронные сигареты.

Прозрачность исследования. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. EVALI and the Pulmonary Toxicity of Electronic Cigarettes: A Review. Lydia Winnicka, Mangalore Amith Shenoy. 2020 Apr 3; 35(7): 2130–2135. DOI: 10.1007/s11606-020-05813-2
2. Layden JE, Ghinai I, Pray I. Pulmonary illness related to e-cigarette use in Illinois and Wisconsin: preliminary report. N Engl J Med. 2020; 382: 903-916. DOI: 10.1056/NEJMoa1911614
3. Салагай О.О., Антонов Н.С., Сахарова Г.М. Анализ тенденций в потреблении табачных и никотинсодержащих изделий в Российской Федерации по результатам онлайн-опросов 2019—2023 гг. // Профилактическая медицина. – № 26, вып. 5. – С. 7-16. Salagay OO, Antonov NS, Sakharova GM. Analiz vliyaniya na potrebleniye tabachnykh i nikotinsoderzhashchikh izdeliy v Rossiyskoy Federatsii po rezul'tatam onlayn-oprosov 2019—2023 gg [Analysis of trends in the consumption of tobacco and nicotine-containing products in the Russian Federation according to the results of online surveys 2019—2023]. Profilakticheskaya meditsina [Preventive Medicine]. 2023; 26 (5): 7-16. (in Russ.). DOI: 10.17116/profmed2023260517
4. Подзолков В.И., Ветлужская М.В., Абрамова А.А., [и др.]. Вейпинг и вейп-ассоциированное поражение легких // Терапевтический архив. – 2023. – № 95, вып. 7. – С. 591-596. Podzolkov VI, Vetluzhskaya MV, Abramova AA, et al. Veyping i veyp-assotsirovannoye porazheniye legkikh. [Vaping and vaping-associated lung injury]. Terapevticheskiy arkhiv [Therapeutic archive]. 2023; 95(7): 591-596. (in Russ.). DOI: 10.26442/00403660.2023.07.202293
5. Grana R, Benowitz N, Glantz SA. Electronic cigarettes Circulation. 2014; 129: 1972-1986. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.007667
6. Brown CJ, Cheng JM. Electronic cigarettes: product characteristics and design issues. Tobacco Control. 2014; 23 (Supplement 2): ii4–ii10. DOI: 10.1136/tobaccocontrol-2013-051476
7. Daniela S, Giancarlo AF, Riccardo P. Achieving appropriate regulations for electronic cigarettes. 2014 Mar;5(2):50–61. DOI: 10.1177/2040622314521271
8. Farsalinos KE, Spyrou A, Stefopoulos C, et al. Nicotine absorption from electronic cigarette use: comparison between experienced

- consumers (vapers) and naïve users (smokers). Scientific Reports. 2014; 26(4): 4133. DOI: 10.1038/srep04133
9. Schmeltz I, Wenger A, Hoffmann D, Tso TC. Chemical studies on tobacco smoke. 53. Use of radioactive tobacco isolates for studying the formation of smoke components. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1978;26(1): 234–239. DOI:10.1021/jf60215a023
 10. Gillman IG, Kistler KA, Stewart EW, Paolantonio AR. Effect of variable power levels on the yield of total aerosol mass and formation of aldehydes in e-cigarette aerosols. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2016; 75: 58–65. DOI: 10.1016/j.yrtph.2015.12.019
 11. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Public Health Consequences of E-Cigarettes. Washington, DC: The National Academies Press. 2018. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29894118/> DOI: 10.17226/24952
 12. Manigrasso M, Buonanno G, Fuoco FC. Aerosol deposition doses in the human respiratory tree of electronic cigarette smokers. Environ Pollut. 2015; 196: 257-267. DOI: 10.1016/j.envpol.2014.10.013
 13. Bhatnagar A, Whitsel LP, Ribisl KM, et al. Electronic cigarettes: a policy statement from the American Heart Association 2014; 130: 1418–1436. DOI: 10.1161/CIR.000000000000107
 14. Pisinger C, Godtfredsen N, Bender AM. A conflict of interest is strongly associated with tobacco industry-favourable results, indicating no harm of e-cigarettes. Prev Med. 2019; 119: 124-131. DOI: 10.1016/j.ypmed.2018.12.011
 15. Thota D, Latham E. Case report of electronic cigarettes possibly associated with eosinophilic pneumonitis in a previously healthy active-duty sailor. J Emerg Med. 2014; 47: 15-17. DOI: 10.1016/j.jemermed.2013.09.034
 16. Butt YM, Smith ML, Tazelaar HD. Pathology of vaping-associated lung injury. N Engl J Med. 2019; 381: 1780-1781. DOI: 10.1056/NEJMc1913069
 17. Blount BS, Karwowski MP, Shields PG, et al. Vitamin E Acetate in Bronchoalveolar-Lavage Fluid Associated with EVALI. N Engl J Med. 2020; 382 (8): 697–705. DOI: 10.1056/NEJMoa1916433
 18. Birna J, Mati SA, Gregory LG, Loyd SM. Pulmonary macrophages: key players in the innate defence of the airways. 2015; 70: 1189–1196. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2015-207020
 19. Johnston LK, Reems KR, Gill SE, et al. Pulmonary macrophage subpopulations in the induction and resolution of acute lung injury. Am J Respir Cell Mol Biol. 2012; 47: 417–426. DOI: 10.1165/rcmb.2012-0090OC
 20. Bahl V, Lin S, Xu N. Comparison of electronic cigarette refill fluid cytotoxicity using embryonic and adult models. Reprod Toxicol. 2012; 34: 529-537. DOI: 10.1016/J.REPROTOX.2012.08.001
 21. Lerner CA, Sundar IK, Yao H. Vapors produced by electronic cigarettes and e-juices with flavorings induce toxicity, oxidative stress, and inflammatory response in lung epithelial cells and in mouse lung. PLoS One. 2015; 10: e0116732 DOI: 10.1371/journal.pone.0116732
 22. Lerner CA, Rutagarama P, Ahmad T. Electronic cigarette aerosols and copper nanoparticles induce mitochondrial stress and promote DNA fragmentation in lung fibroblasts. Biochem Biophys Res Commun. 2016; 477: 620-625. DOI: 10.1016/j.bbrc.2016.06.109
 23. Ganapathy V, Manyanga J, Brame L. Electronic cigarette aerosols suppress cellular antioxidant defenses and induce significant oxidative DNA damage. PLoS One. 2017; 12: e0177780. DOI: 10.1371/journal.pone.0177780
 24. Kaur G, Pinkston R, McLemore B. Immunological and toxicological risk assessment of e-cigarettes. Eur Respir Rev. 2018; 27: 170119. DOI: 10.1183/16000617.0119-2017
 25. Sommerfeld CG, Weiner DJ, Nowalk A. Hypersensitivity pneumonitis and acute respiratory distress syndrome from E-cigarette use. Pediatrics. 2018; 141: e20163927. DOI: 10.1542/peds.2016-3927
 26. Glantz SA, Bareham DWE. Cigarettes: use, effects on smoking, risks, and policy implications. Annu Rev Public Health. 2018; 39: 215-235. DOI: 10.1146/annurev-pubhealth-040617-013757
 27. Dazhe JC, Kim A, Stephanie H, et al. Review of Health Consequences of Electronic Cigarettes and the Outbreak of Electronic Cigarette, or Vaping, Product Use-Associated Lung Injury. 2020 Jul; 16 (3): 295-310. DOI: 10.1007/s13181-020-00772-w
 28. Kalininsky A, Bach KT, Nakka NE, et al. E-cigarette, or vaping, product use associated lung injury (EVALI): case series and diagnostic approach. Lancet Respir Med. 2019; 7(12): 1017–1026. DOI: 10.1016/S2213-2600(19)30415-1
 29. Landman ST, Dhaliwal I, Mackenzie CA, et al. Life-threatening bronchiolitis related to electronic cigarette use in a Canadian youth. CMAJ. 2019; 191 (48): E1321–E1331. DOI: 10.1503/cmaj.191402

30. Al-Abduh A, Phillips E, Allison MG. Lung injury associated with the use of electronic cigarettes or vaping: a severe case amenable to treatment with corticosteroids [clinical case report] *Cureus*. 2020; 12(11): e11544. DOI: 10.7759/cureus.11544
31. Bryno G, Zachary F, Sachin P, et al. Vaping-Induced Lung Injury: A Case of Lipoid Pneumonia Associated with E-Cigarettes Containing Cannabis. 2020; 3 (2020): 7151834. DOI:10.1155/2020/7151834
32. Abernethy SK, Cirulis MM, Maddock SD, et al. Clinical, Bronchoscopic, and Imaging Findings of e-Cigarette, or Vaping, Product Use-Associated Lung Injury Among Patients Treated at an Academic Medical Center. *JAMA NetwOpen*. 2020; 3(11): e2019176. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.19176
33. Davidson K, Brancato A, Heetderks P, et al. Outbreak of Electronic-Cigarette-Associated Acute Lipoid Pneumonia - North Carolina. 2019; 68(36): 784–786. DOI: 10.15585/mmwr.mm6836e1
34. Krishnan S, Tind GS, Soliman M, et al. A case of acute respiratory distress syndrome caused by vaping requiring extracorporeal life support [clinical case report]. 2021; 36 (3): 308–310. DOI: 10.1177/0267659120925634
35. McCauley L, Markin S, Hosmer D. An unexpected consequence of electronic cigarette use. *Chest*. 2012; 141 (4): 1110-1113. DOI: 10.1186/s41479-020-00075-2
36. Aldy K, Cao DJ, McGettrick M, et al. Review of Health Consequences of Electronic Cigarettes and the Outbreak of Electronic Cigarette, or Vaping, Product Use-Associated Lung Injury. *Pediatr Crit Care Med*. 2020; 21(4): 385–388. DOI: 10.1007/s13181-020-00772-w
37. Puebla ND, Tambara S, Bhasin V, et al. Inconsistent results of bilateral bronchoalveolar lavage in a patient with acute eosinophilic pneumonia associated with vaping fake tetrahydrocannabinol oil [clinical case report]. *Respir Med Case Rep*. 2020; 29: 101015. DOI: 10.1016/j.rmcr.2020.101015
38. Espinoz-Derout J, Hassan KM, Shao HM, et al. Chronic intermittent electronic cigarette exposure induces cardiac dysfunction and atherosclerosis in apolipoprotein-E knockout mice. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2019; 317 (2): H445-H59. DOI:10.1152/ajpheart.00738.2018
39. Aldi K, Cao D, Weaver M, et al. E-cigarette or vaping product use-associated lung injury (EVALI) features and recognition in the emergency department. *J Am Coll Emerg Physicians*. 2020; 1: 1090–1096. DOI: 10.1002/emp2.12112
40. Schweitzer KS, Chen SX, Law S, et al. Endothelial disruptive proinflammatory effects of nicotine and e-cigarette vapor exposures. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2015; 309: L175–L187. DOI: 10.1152/ajplung.00411.2014
41. Abbas AK, Likhtman AH, Pillai S. Basic Immunology: functions and disorders of the immune system. St Louis, MO: Elsevier. 2016; 335 p.
42. Mukhopadhyay S, Mehrad M, Dammert P, et al. Lung biopsy results for severe lung diseases associated with the use of electronic cigarettes (vaping). *Am J Clin Pathol*. 2020; 153 (1): 30–39. DOI: 10.1093/ajcp/aqz182
43. Espinoz-Derout J, Hasan KM, Shao XM, et al. Chronic intermittent electronic cigarette exposure induces cardiac dysfunction and atherosclerosis in apolipoprotein-E knockout mice. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2019; 317 (2): H445-H59. DOI: 10.1152/ajpheart.00738.2018
44. Md Isa NA, Koh PY, Doraj P. The Tear Function in Electronic Cigarette Smokers. *Optom Vis Sci*. 2019; 96 (9): 678-85. DOI: 10.1097/OPX.0000000000001422
45. Irina P, Arnav G, Patrick SH, et al. Pathogenesis of E-Cigarette Vaping Product Use-Associated Lung Injury (EVALI). 2023; 13(2): 4617-4630. DOI: 10.1002/cphy.c220022
46. Anderson C, Majeste A, Hanus J, Wang S. Exposure to the aerosol of electronic cigarettes causes the formation of reactive oxygen species, DNA damage and death of vascular endothelial cells. *ToxicolSci*. 2016; 154:332–340. DOI: 10.1139/facets-2017-0014
47. Feng Z, Hu W, Hu Y, Tang MS. Acrolein is a major cigarette-related lung cancer agent: Preferential binding at p53 mutational hotspots and inhibition of DNA repair. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2006; 103 (42): 15404-15409. DOI: 10.1073/pnas.0607031103
48. Vardavas CI, Anagnostopoulos N, Kougias M, et al. Short-term pulmonary effects of using an electronic cigarette: impact on respiratory flow resistance, impedance, and exhaled nitric oxide. *Chest*. 2012; 141 (6): 1400-1406. DOI: 10.1378/chest.11-2443
49. Rubinstein ML, Delucchi K, Benowitz NL, Ramo DE. Adolescent Exposure to Toxic Volatile Organic Chemicals From E-Cigarettes. *Pediatrics*. 2018; 141 (4): e20173557. DOI: 10.1542/peds.2017-3557
50. Atkins G, Drescher F. Acute inhalational lung injury related to the use of electronic nicotine delivery system (ENDS). *Chest*. 2015; 148(suppl): 83A. DOI: 10.1378/chest.2281610
51. Горянская И.Я., Солдатова О.В., Алмасуд Р., [и др.]. EVALI – болезнь вейперов: что известно на сегодняшний день? // Лечебное дело. – 2023. – № 3. – С. 127-131.
Goryanskaya IY, Soldatova OV, Almasud R, et al. EVALI – bolezny' veyperov: chto izvestno na segodnyashniy den'? [EVALI – vapers' disease: what is known today?]. *Lechebnoe delo* [Faculty of Medicine]. 2023; 3: 127-131. (in Russ.). DOI: 10.24412/2071-5315-2023-12993

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ГАТАУЛЛИН РАМИЛЬ ВАСИЛОВИЧ, ORCID: 0009-0009-9115-1464, e-mail: manytu@bk.ru ;
главный врач ГАУЗ «Городская клиническая больница №11», 420127, Россия, Казань, ул. Максимова, 34/24.
ГАЛИУЛЛИНА АДЕЛИНА АЛЕКСАНДРОВНА, ORCID: 0009-0006-7120-4037, e-mail: adelina.galiullina.2004@mail.ru ;
студентка III курса ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 49.
ДЕНИСОВА ВАЛЕРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА, ORCID: 0009-0001-9000-9775; e-mail: denlera04@gmail.com ;
студентка III курса ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 49.
МАКАРОВ МАКСИМ АНАТОЛЬЕВИЧ, ORCID: 0000-0002-4014-4098; канд. мед. наук, доцент, e-mail: maks.vfrfhd2011@yandex.ru ;
доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней имени профессора С.С. Зимницкого ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 49, тел.: +7 (843) 236-93-03.
САДЫКОВА АИДА РИФГатовна, ORCID: 0000-0001-8324-2424, канд. мед. наук, доцент, e-mail: aidasad@mail.ru ;
доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней имени профессора С.С. Зимницкого ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 49, тел.: +7 (843) 236-93-03; врач отделения ультразвуковой диагностики «Городская клиническая больница No 7 им. М.Н. Садыкова» г. Казани, Россия, 420103, Казань, ул. Маршала Чуйкова, 54
ИЛАЛОВА ГУЗЕЛЬ МИНВАЗИХОВНА, ORCID: 0009-0003-39485674, e-mail: guzeldoctor@mail.ru ;
заместитель главного врача по поликлинической работе ГАУЗ «Городская клиническая больница №11», Россия, 420127, Казань, ул. Максимова, 34/24.

ABOUT THE AUTHORS:

RAMIL V. GATAOULLIN, ORCID: 0009-0009-9115-1464, e-mail: manytu@bk.ru ;
Chief Physician, Kazan City Clinical Hospital No. 11, 34/24 Maximov str., 420127 Kazan, Russia
ADELINA A. GALIULLINA, ORCID: 0009-0006-7120-4037, e-mail: adelina.galiullina.2004@mail.ru ;
Student, Kazan State Medical University, 49 Butlerov str., 420012 Kazan, Russia.
VALERIA A. DENISOVA, ORCID: 0009-0001-9000-9775; e-mail: denlera04@gmail.com
Student, Kazan State Medical University, 49 Butlerov str., 420012 Kazan, Russia.
MAXIM A. MAKAROV, ORCID: 0000-0002-4014-4098, Cand. sc. med., Associate Professor, e-mail: maks.vfrfhd2011@yandex.ru
Associate Professor, Department of Internal Diseases Propaedeutics, Kazan State Medical University, 49 Butlerov str., 420012 Kazan, Russia. (Corresponding Author).
AIDA R. SADYKOVA, ORCID: 0000-0001-8324-2424, PhD, Associate Professor, e-mail: aidasad@mail.ru ;
Associate Professor at the Department of Internal Medicine named after Prof. S.S. Zimnitsky, Kazan State Medical University, 49 Butlerov str., 420012 Kazan, Russia, tel.: +7 (843) 236-93-03; Sonographer, Kazan City Clinical Hospital No. 7 named after M.N. Sadykov, 54 Marshal Chuykov str., 420103 Kazan, Russia.
GUZEL M. ILALOVA, ORCID: 0009-0003-39485674, e-mail: guzeldoctor@mail.ru ;
Deputy Chief Physician for the Polyclinic Department, Kazan City Clinical Hospital No. 11, 34/24 Maximov str., 420127 Kazan, Russia.