

НОВАЯ БОЛЕЗНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПОДРОСТКОВ: ВЕЙП-АССОЦИИРОВАННОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ЛЕГКИХ

Светлана Валерьевна Кудашова¹, Варвара Леонидовна Марчук¹,
Олег Владимирович Антонов^{1✉}, Анастасия Сергеевна Андрусеева²,
Петр Олегович Антонов³

¹Омский государственный медицинский университет Минздрава России, Омск, Россия

²Городская детская клиническая больница № 2 имени В. П. Бисяриной, Омск, Россия

³Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Целью исследования является анализ распространения вейп-курения и изучение комплексного действия вейпинга на морфологию и функции легких. Материал, предлагаемый в обзоре, подтверждает высокий процент распространения среди лиц молодого возраста (13–17 лет) вейп-курения, что определяет необходимость проведения просветительской работы с подрастающим поколением о возможном вреде, отдаленных нежелательных последствиях в последующие возрастные периоды. Подробно изложен состав электронных сигарет, показано их разнообразие. Детально приведено описание повреждающего действия различных компонентов электронных сигарет, подтверждающее наличие нескольких механизмов развития воздействия на дыхательные пути.

Проведен поиск научной литературы в базах данных Web of Science, Scopus, MEDLINE, PubMed и eLIBRARY.RU с глубиной поиска преимущественно 10 лет. Приведены статистические показатели и клинические примеры, свидетельствующие о связи вейп-курения с облитерирующим бронхиолитом. Приводятся данные о новых способах диагностики, доказывающих вейп-ассоциированное повреждение легких. Затрагиваются вопросы терапии, трудность которых состоит в отсутствии на современном этапе стандартизованных терапевтических подходов. Обосновывается важность изучения данной патологии с целью выявления ее специфических проявлений и разработки терапевтических подходов.

Ключевые слова: электронные сигареты, вейпинг, повреждение легких, EVALI, подростки

Шифр специальности: 3.3.3. Патологическая физиология.

3.1.21. Педиатрия.

Для цитирования: Кудашова С. В., Марчук В. Л., Антонов О. В., Андрусеева А. С., Антонов П. О. Новая болезнь современных подростков: вейп-ассоциированное повреждение легких // Вестник СурГУ. Медицина. 2025. Т. 18, № 4. С. 47–54. <https://doi.org/10.35266/2949-3447-2025-4-6>.

Review article

TEENAGERS' NEW DISEASE: VAPING-ASSOCIATED LUNG INJURY

Svetlana V. Kudashova¹, Varvara L. Marchuk¹, Oleg V. Antonov^{1✉},
Anastasiia S. Andruseva², Petr O. Antonov³

¹Omsk State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Omsk, Russia

²Children's City Clinical Hospital No. 2 named after V. P. Bisyarina, Omsk, Russia

³Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

Abstract. The study analyzes vaping spread and comprehensive effect of electronic cigarette smoking on lung morphology and function. Materials confirm a high percentage of young people aged 13–17 vaping, which determines the need for promoting awareness about its potential harm and subsequent adverse medical consequences among children. The specified electronic cigarette content is given, showing its type diversity. The article describes the damaging effect of various vaping product components, defining several nociceptive mechanisms on the respiratory system.

The analysis of scientific publications on the topic is conducted using Web of Science, Scopus, MEDLINE, PubMed, and eLIBRARY.RU databases with a search depth of 10 years. This paper presents statistical measures and clinical case studies, indicating a connection of vaping with obliterative bronchiolitis. This paper presents new diagnostic techniques that prove vaping use-associated pulmonary injury. The authors consider therapy

issues, the difficulty of which lies in the absence of standardized therapeutic approaches at present. Examining this disease is significant for identifying its specific manifestations and developing therapeutic modalities.

Keywords: electronic cigarettes, vaping, lung damage, EVALI, teenagers

Code: 3.3.3. Pathophysiology.

3.1.21. Pediatrics.

For citation: Kudashova S. V., Marchuk V. L., Antonov O. V., Andruseva A. S., Antonov P. O. Teenagers' new disease: Vaping-associated lung injury. *Vestnik SurGU. Meditsina.* 2025;18(4):47–54. <https://doi.org/10.35266/2949-3447-2025-4-6>.

ВВЕДЕНИЕ

Повреждение легких, связанное с курением электронных сигарет (ЭС) – вейпов, было официально задокументировано в 2019 г. американским обществом торакальных хирургов под аббревиатурой EVALI – (e-cigarette or vaping use-associated lung injury), т. е. повреждение легких, ассоциированное с вейпингом [1]. Использование нового способа курения в мире прогрессивно растет. По данным С.И. Клигерман и соавт. [1], количество вейперов в Европе и США с 2011 по 2018 г. возросло с 7 млн до 41 млн, а наиболее резкий скачок произошел в возрастной группе от 14 до 17 лет. По данным Национального исследования употребления электронных сигарет среди молодого поколения в США, очевидна тенденция к росту вейп-курящих, в первую очередь среди подростков [2, 3]. В Америке каждый третий студент университета хотя бы раз в жизни курил электронную сигарету, при этом средний возраст опрошенных составил 15–22 года [3]. По данным О.Р. Боярчук и соавт. [4], среди 410 школьников в возрасте 13–17 лет треть от всех опрошенных употребляли вейп хотя бы раз в жизни. При этом пытались бросить курить 71,6%, но удалось победить зависимость лишь 56% из них [4].

Отсутствие контроля продажи, рекламы, а также возможность безнаказанно курить ЭС в общественных местах послужило главной причиной распространения вейпинга в России [5]. Согласно имеющимся исследованиям Всемирной организации здравоохранения, использование бестабачных курительных изделий несовершеннолетними, которые никогда не курили, почти в два раза увеличивает вероятность того, что они начнут курить, в том числе и табак [6, 7].

Цель – анализ распространения вейп-курения и изучение комплексного действия вейпинга на морфологию и функции легких.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ полных текстов публикаций обзоров и клинических исследований, размещенных в открытом доступе в рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях, индексируемых в базах данных «Сеть науки» (Web of Science Core Collection), по ключевым словам темы; анализ оригинальных и обзорных статей в научных журналах, входящих в РИНЦ. Согласно критериям включения (период времени публикации источника – 5, максимум 7 лет; описание клиники и морфологии повреждения легких, ассоциированного с вейпингом у детей и подростков, и в историческом аспекте изучения этой патологии), были отобраны публикации 11 отечественных и 27 зарубежных авторов с глубиной поиска преимущественно 10 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В России проводились лишь единичные исследования по изучению распространенности и клиники патологических состояний, ассоциированных с употреблением вейпов. Данный вопрос требует пристального внимания врачей-специалистов и социума в целом для предотвращения дальнейшего роста использования электронных систем среди населения и особенно молодежи [8]. Сложность и актуальность данной патологии усиливается отсутствием разработанных методов диагностики и лечения вейп-ассоциированных заболеваний, в первую очередь легких. На сегодня нет ни одного рандомизированного исследования, доказывающего эффективность того или иного метода терапии [1].

Первое описание симптомов EVALI проведено в 2018 г. у 17-летнего пациента, а в 2020 г. было описано уже 2 807 случаев аналогичных проявлений [8]. В 2019 г. проводилось исследование повреждений легких на фоне употребления вейп-сигарет в штатах Иллинойс и Висконсин (США). Первые наблюдения о 142 эпизодах возникновения легочных заболеваний были опубликованы в *New England Journal of Medicine*; именно тогда было предложено название данной группы заболеваний – EVALI. С марта 2019 г. по февраль 2020 г. в США, Пуэрто-Рико и на Виргинских островах было госпитализировано 2807 пациентов с EVALI, из них 2,4% случаев закончились летальным исходом. Среди госпитализированных 66% были мужчинами, а возраст колебался от 13 до 85 лет. С февраля 2020 г. Центр по контролю и профилактике заболеваний США приостановил отслеживать случаи EVALI, что было связано с пандемией COVID-19 [8].

Одной из причин высокой распространенности вейп-продукции является грамотная маркетинговая стратегия, о чем свидетельствуют данные опроса среди школьников, согласно которым большинство подростков (87,9%) получили информацию об ЭС из рекламы в социальных сетях и вывесок вейп-магазинов [4]. Продажа электронных сигарет приносит производителям огромную экономическую выгоду, что подтверждают американские исследования, в которых показано, что лишь за один август 2019 г. месячный объем продаж электронных сигарет в США составил 17 660 488 долларов [9].

Первоначально вейп-устройства задумывались как инструмент, который позволит отказаться от привычного способа курения, так как полагалось, что употребление никотина наносит больший вред здоровью [10]. В процессе изучения влияния состава электронных сигарет на дыхательные пути человека стало очевидно, что они наносят более значимый вред, чем привычный всем способ курения

табака. Следует учитывать и тот факт, что исследования о вреде ЭС еще продолжаются, поэтому невозможно точно прогнозировать последствия, которые возникнут у лиц, использующих данный способ курения через 10–20 лет и позже [11].

История возникновения электронных сигарет берет начало с 1927 г., когда Джозеф Робинсон впервые представил устройство, сильно напоминающее современные вейп-сигареты. Затем были неоднократные попытки усовершенствования модели, но лишь в 2003 г. Хон Лик смог получить патент на концепцию изделия и спонсирование от Golden Dragon Holding, а к 2004 г. он довел свою идею до первого промышленного образца [12]. С этого времени и началось массовое использование электронных сигарет [1].

Анализируя доступные данные, можно заметить, что состав различных вейп-сигарет во многом схож. Одним из главных его компонентов является ацетат витамина Е. При его нагревании происходит образование кетена – белого газа, который раздражает бронхолегочную систему, повреждает слой сурфактанта и нарушает респираторные функции легких [13]. Одной из гипотез повреждения сурфактанта выступает механизм перехода его из гелевой фазы в жидкокристаллическую, что и приводит к снижению диффузии кислорода [14]. Как позже стало известно, витамин Е при вдыхании откладывается в липидных каплях макрофагов, что является важным гистологическим подтверждением EVALI заболевания [15]. Ацетат витамина Е в будущем может использоваться как маркер EVALI заболевания. Так, в исследовании Блаунта данное вещество было получено в 48 случаях из 51 у лиц, употреблявших вейп-продукцию с тетрагидроканнабинолом за 90 дней до развития заболевания. У 99 некурящих лиц ацетат витамина Е обнаружен не был [1]. Кроме ацетата витамина Е имеются и другие опасные компоненты, такие как глицерин, формальдегид, ацетальдегид, акролеин, ацетон, нитрозамины, кадмий, никель, свинец, мышьяк, пропиленгликоль, фенолы, полициклические ароматические углеводороды, алкалоиды табака, ароматизаторы [13–16]. Пропиленгликоль и глицерин являются растворителями для никотиновых добавок. При их дальнейшем нагревании формируется канцерогенное вещество первой группы токсичности – формальдегид. В исследовании на мышах [7] было доказано, что глицерин и пропиленгликоль нарушают гомеостаз липидов и повреждают иммунную систему в целом, а непосредственно пары электронных сигарет снижают жизнеспособность эпителиоцитов легких. Механизм неблагоприятного воздействия связан с прямым повреждением дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), увеличением проницаемости клеточных мембран, снижением запасов антиоксиданта глютатиона [8]. Усугубляет повреждающее действие этих паров так называемый *dripping* (англ. капанье, капающий) – способ парения или метод курения, при котором пользователь вручную добавляет капли химических веществ в атомайзер, что ведет к формированию особенно высоких концентраций альдегида [17].

О повреждающем действии пропиленгликоля свидетельствует эксперимент, в котором 27 пациентов без астмы были подвержены действию пропиленгликоля в течение 1 мин. Это привело к снижению значения показателя соотношения: объем форсиро-

ванного выдоха за 1 сек./форсированная жизненная емкость легких (ОФВ1/ФЖЕЛ) в среднем на 2%, увеличению ФЖЕЛ соответственно на 40 мл и снижению ОФВ1 на 30 мл [18].

Побочными продуктами разложения глицерина являются ацетальдегид и акролеин. В организме человека ацетальдегид ковалентно связывается с белками и ферментами печени, тем самым нарушая ее функции. Ацетальдегид также может связаться с глютатионом, стимулируя перекисное окисление липидов, что ведет к возрастанию риска развития злокачественного новообразования [19].

Помимо базового состава в современные устройства добавляют разнообразные ароматизаторы, которых в настоящее время насчитывается свыше 7 000 [20]. Из-за большого разнообразия добавок на современном рынке остается нерешенным вопрос о степени их токсичности. Известно лишь, что диацетил (арбузный, персиковый, гранатовый ароматизатор масла) снижает количество клеток мерцательного эпителия. Бензальдегид, входящий в состав вишневых добавок, оказывает механическое воздействие на легкие в виде раздражения эпителия, способствуя развитию хронического воспаления бронхов. J. A. Park и соавт. указывают, что пригодность данных ароматизаторов для употребления энтерально не означает безопасность их использования в вейп-системах [21]. M. O'Callaghan и соавт. пишут, что вейперы не привязаны к одному вкусу, а это ведет к затруднению этиологического поиска повреждения структуры легких. Именно вкусовое разнообразие вейп-сигарет способствует все большему распространению нового способа курения [18]. При детальном изучении концентрации веществ в 58 % случаев настоящая доза превышала заявленную как минимум на 10 %, что еще раз подтверждает мысль о том, что реклама о безопасном курении электронных сигарет является лишь весьма продуманным коммерческим ходом [22].

В состав вейп-сигарет также входят металлы, такие как кантал (сплав железа, алюминия и хрома), никром (сплав никеля и хрома), олово и свинец, марганец и цинк. Их повреждающее действие состоит в том, что они первично токсичны для легочной ткани [10]. И, наконец, самый главный компонент ЭС – никотин. Он вызывает психическую и физическую зависимость, усиливает риск перехода на табачные изделия, а также серьезно влияет на развитие головного мозга. Опасность никотина в электронных сигаретах намного больше, чем при вдыхании с табачным дымом, что связано с высокими концентрациями никотина при вдыхании, более быстрым всасыванием и поступлением в клетки мозга. По данным опроса, в 80 % случаев люди утверждают, что употребляют вейпы без никотина, на самом деле в 99 % ЭС он входит в их состав [11]. Основа повреждающего действия никотина состоит в разрушении эпителия и в индукции апоптоза клеток слизистой оболочки бронхов [23].

Помимо состава степень повреждения легочного аппарата определяется продолжительностью затяжки. Так, при обычном курении время одной затяжки составляет в среднем 1–1,5 сек., а интервалы 20–30 сек. Вейпинг же требует более длительного вдыхания – 2,4–4,3 сек. Каждую последующую затяжку вейпер может сделать в любое время дня без необ-

ходимости поджигать новую сигарету, что приводит к бесконтрольному курению [22].

A. Scott пытался воспроизвести на мышах эффект воздействия электронных систем на организм человека. Исследователем было установлено, что конденсат аэрозоля вызывает такие же клеточные и функциональные изменения в макрофагах альвеол, как и у тех, кто курит табачные изделия, и такие, как у лиц с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) [24]. Есть предположение о дозозависимом снижении количества клеток бронхиального дерева в связи с повреждением структуры ДНК клеток со снижением запасов глутатиона и увеличением проницаемости клеточных мембран, что подтверждают гистологические изменения – апоптоз, дискегратоз и атрофия эпителия легких [22].

Кроме этого, электронные сигареты индуцируют запуск таких провоспалительных цитокинов, как интерлейкины (ИЛ): ИЛ-1, ИЛ-6, ИЛ-8 и фактор некроза опухоли-альфа (ФНО- α), выделяющихся из эпителиальных и иммунных клеток верхних дыхательных путей и легких. Об активации нейтрофилов свидетельствуют данные микроскопии мокроты, в которой значительно увеличено содержание белков из нейтрофильных гранул нейтрофильной эластазы, протеиназы 3, азуроцидина 1 и миелопероксидазы, что напрямую подтверждает высокую активность нейтрофильных лейкоцитов. Также отмечается увеличение IL-8 и активности протеаз, в частности нейтрофильной эластазы и металлопротеиназы, которые в свою очередь повреждают базальную мембрану легких. Таким образом, нарушается целостность клеток, являющихся первой линией защиты, в результате чего может развиться отек легких, гибель клеток мерцательного эпителия, периваскулярное воспаление с доминированием лимфоцитов, нарушение синтеза сурфактанта. Из-за гибели реснитчатого эпителия страдает мукоцилиарный клиренс, создаются условия для развития хронического воспаления. Важно отметить, что снижается не только количество клеток, но и частота биения ресничек друг о друга. Кроме того, электронные пары способствуют устраниению антибактериальной функции эпителиальных клеток, макрофагов и нейтрофилов [22–24].

Еще одним из возможных механизмов повреждения может быть бактериальный эндотоксин и грибковый (1,3)- β -D-глюкан в составе вейп-продукции, которые могут вызывать раздражение воздухоносных путей, однако последствия их патологического воздействия еще предстоит выяснить [10].

Патоморфологические изменения в легких характеризуются появлением липидных альвеолярных макрофагов, вакуолизированных пневмоцитов, а также макрофагов с растянутой мелкими вакуолями цитоплазмой, что является одним из главных критериев, позволяющих заподозрить вейп-ассоциированное поражение легких [25]. Однако степень гистологических проявлений будет варьировать и зависеть от длительности употребления сигарет и общей концентрации повреждающих веществ [8].

В эпителиальных клетках бронхов была обнаружена повышенная воспалительная активность цитокинов, а в мокроте у вейп-курильщиков – увеличенное содержание миелопероксидазы и белок-аргининдезаминазы-4, свидетельствующих о нарушении

врожденной защитной функции легочной ткани [26]. Морфологическая картина не всегда дает возможность сразу поставить EVALI, так как данные изменения неспецифичны и характерны для многих заболеваний инфекционной природы [8].

Характерными клиническими проявлениями EVALI являются кашель, одышка, боль и чувство стеснения в груди, лихорадка, похудение, общее недомогание, слабость [27]. По данным L. Maxwell и соавт. [28], 80 % пациентов имели жалобы на кашель, 33 % – были с продуктивным кашлем. Одышка была самым частым симптомом – в 86 %, а 77 % из них испытывали признаки гипоксемии с показателями $spO_2 < 95\%$ [10]. При аусcultации легких выявлялись диффузные хрипы [28, 29]. У части больных – гастроинтестинальные симптомы (рвота, боли в животе, диарея); в ряде случаев данные симптомы могут появляться раньше респираторных. Степень дыхательной недостаточности может варьировать, в некоторых случаях при остром повреждении дыхательных путей пациентам потребовалась интубация трахеи и проведение искусственной вентиляции легких [8]. Для оценки клинических симптомов в Далласе, штат Техас, США, проводился ретроспективный анализ электронных медицинских карт у детей, находящихся на госпитализации с EVALI, с декабря 2018 г. по июль 2021 г. Средний возраст подростков ($n = 41$) составил 16 (13–18) лет. На первом месте в клинике были отмечены такие симптомы, как лихорадка – у 38, усталость, недомогание – у 25, потеря веса – у 14 человек. Второе место занимали респираторные симптомы: кашель – у 30, одышка – у 34, боли в груди с уровнем сатурации – у 23, хрипы с уровнем сатурации – у 5 пациентов. На третьем месте – расстройства со стороны желудочно-кишечного тракта – рвота у 33, боли в животе, диарея – у 22 человек [30].

Описана связь развития облитерирующего бронхиолита с курением электронных сигарет. Существует несколько причин развития данной патологии, одна из которых – респираторное повреждение такими газами, как CO , SO_2 , NO_2 , O_3 , пищевыми ароматизаторами [31]. Чаще всего облитерирующий бронхиолит регистрируется у детей, однако у подростков и у взрослых он тоже встречается в результате вдыхания паров диацетила [32]. Клиника бронхиолита включает возникновение тахипноэ – до 50 в минуту, свистящие сухие хрипы, возможна крепитация; коробочный перкуторный звук [31]. Сам по себе диацетил представляет собой пищевую добавку, которую используют в сливочных продуктах, в которых он, как считается, безвреден для организма. Однако при вдыхании и нагревании диацетил вызывает обструкцию дыхательных путей, что подтверждают клинические данные, полученные при исследовании работников по производству микроволнового попкорна. У незащищенных лиц на производстве отмечалось снижение ОФВ и явления обструкции [31]. Показательным является клиническое наблюдение, в котором 17-летний молодой человек из Канады, курящий электронные сигареты, обратился с жалобами на лихорадку, кашель с мокротой и одышку. В качестве первичного диагноза была установлена пневмония, но спустя пять дней данный пациент госпитализирован по неотложным показаниям с жалобами на усиление одышки, слабость и тошноту. После

детализации анамнеза и клинического обследования диагностирован облитерирующий бронхиолит, связанный с ингаляционным повреждением от электронных сигарет [33].

Вейп-курение крайне негативно влияет на уже имеющиеся заболевания дыхательных путей, особенно у подростков. В частности, это касается бронхиальной астмы. Интересен клинический случай, зарегистрированный в пульмонологическом отделении Центра материнства и детства Первого МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России в апреле 2022 г. у 17-летней девушки [5]. В период с 2017 по 2020 г. у пациентки постепенно нарастали приступы одышки, не купировавшиеся проводимой терапией, в связи с чем она была госпитализирована в пульмонологическое отделение. На компьютерной томографии органов грудной клетки выявлены участки полисегментарного уплотнения легочной ткани в обоих легких, характерные при EVALI-повреждении легких. После беседы с девушкой выяснилось, что она тайно от родителей курила вейп-сигареты в течение четырех лет. Данный случай подтверждает сложность постановки диагноза «вейп-ассоциированное поражение легких» в связи со скрытием анамнестических данных подростками [5]. Основная трудность состоит в том, что EVALI является диагнозом исключения, который особенно важно отличать от таких заболеваний, как, например, сезонная вспышка гриппа, COVID-19, бактериальная пневмония [34]. Для правильной постановки диагноза необходимо тщательно собрать анамнез – прицельно выяснить, когда пациент начал употреблять вейп-сигареты, частоту затяжек, состав сигареты или сигарет [35].

Нередко врач-рентгенолог может первым заподозрить диагноз EVALI, увидев на рентгенограмме или КТ двусторонние, диффузные инфильтраты часто с участками организующей консолидации в виде «матового стекла», расположенные в базальных отделах и субплеврально [36]. Еще один вид изменений, который может свидетельствовать в пользу EVALI, – это симптом «дерево в почках» и двусторонние центрилобулярные узелки, имитирующие метастазы [8]. У подростков и взрослых эти узелки располагаются в сформировавшихся верхних долях, как и другие ингаляционные травмы. Очень часто также отмечается утолщение междольковых перегородок, могут увеличиваться и внутридольковые перегородки. Диффузное альвеолярное повреждение, которое встречается лишь в 4% случаев, является наиболее опасным состоянием и может развиться у вейперов [1].

Для более точной диагностики EVALI в 2020 г. было предложено анализировать состав жидкости бронхоальвеолярного лаважа. При исследовании

промывных вод бронхов методом газовой тандемной хромато-масс-спектрометрии были обнаружены токсические продукты, в частности терпены. Этот метод оказался достаточно информативным и точным. Благодаря ему можно определить широкий спектр летучих органических соединений в образцах жидкостей бронхоальвеолярного лаважа. Однако данная методика является дорогостоящей и требует некоторых доработок, поэтому пока не используется массово в практической деятельности [37].

Найдены и специфические биомаркеры окислительного стресса – 8-гидроксиздезоксигуанозин и 8-изопростан, сниженные уровни липидного медиатора RvD1 (резолвин D1) и противовоспалительного эпителиального маркера дыхательных путей CC10/16 (белок клеток Клара), определение которых, вероятно, будет использоваться в качестве методов диагностики [38].

К сожалению, несмотря на разнообразие методов и научные поиски, надежного метода диагностики заболевания EVALI пока не найдено [1]. Трудность диагностического процесса в том, что подростки часто скрывают свое пристрастие к вейп-сигаретам [36].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Курение электронных сигарет в современном мире среди лиц молодого возраста и подростков широко распространено, поэтому важно предотвратить развитие EVALI-эпидемии. Для этого необходимо массовое просвещение молодежи о вреде вейп-сигарет, их составе, разъяснения будущих негативных последствий, что необходимо осуществлять на государственном уровне. Такой же важной мерой регулирования является введение ограничительных мер со стороны государства и семьи.

EVALI представляет собой серьезную опасность для здоровья молодого поколения, что обусловлено отсутствием контроля над количеством употребления в течение дня, наличием химических веществ, негативно воздействующих на растущий организм. Все это усложняется отсутствием четких диагностических маркеров и протоколов терапии. Пока до конца неизвестны отдаленные последствия вейпинга у подростков и степень его дальнейшего влияния на здоровье подрастающего поколения, однако высокие риски очевидны, поэтому профилактическая работа в молодежной среде и ранняя диагностика до возникновения EVALI остаются особенно актуальными.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Kligerman S., Raptis C., Larsen B. et al. Radiologic, pathologic, clinical, and physiologic findings of Electronic Cigarette or Vaping Product Use-associated Lung Injury (EVALI): Evolving knowledge and remaining questions // Radiology. 2020. Vol. 294, no. 3. P. 491–505. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020192585>.
2. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Public Health Consequences of E-Cigarettes. Washington, DC : The National Academies Press, 2018. 774 p. <https://doi.org/10.17226/24952>.

3. Акобян С. А., Москалева Е. А., Попокова Ю. Ю. и др. Электронные сигареты в жизни студента // Актуальные проблемы, современные тенденции развития физической культуры и спорта с учетом реализации национальных проектов : материалы IV Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием., 12–13 апреля 2022 г., г. Москва. М. : Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, 2022. С. 579–585.
4. Боярчук О. Р., Косовская В. А., Косовская Т. М. и др. Результаты опроса школьников-подростков о вейпинге // Профилактическая медицина. 2021. Т. 24, № 4. С. 30–36. <https://doi.org/10.17116/profmed20212404130>.
5. Озерская И. В., Малахов А. Б., Седова А. Ю. и др. Вейп-ассоциированное поражение легких у подростка // Терапевтический архив. 2024. Т. 96, № 1. С. 53–57. <https://doi.org/10.26442/00403660.2024.01.202561>.
6. Иваненко А. В., Судакова Е. В., Дворянов В. В. и др. Оценка риска для здоровья потребителей электронных систем доставки никотина от воздействия химических веществ, идентифицированных в жидкостях для заправки испарителей и в бесстабачных никотинсодержащих смесях для рассасывания // Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания : материалы X Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием, 13–15 мая 2020 г., г. Пермь. В 2-х т. Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2020. Т. 1. С. 661–667.
7. Карпенко М. А., Овсянников Д. Ю., Фролов П. А. и др. Повреждение легких, ассоциированное с вейпингом и электронными сигаретами // Туберкулез и болезни легких. 2022. Т. 100, № 4. С. 52–61. <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2022-100-4-52-61>.
8. Мельникова И. М., Доровская Н. Л., Дмитриева А. П. и др. Современные медицинские и социальные аспекты потребления табака и никотинсодержащей продукции в подростковой среде // Пермский медицинский журнал. 2022. Т. 39, № 3. С. 90–101. <https://doi.org/10.17816/pmj39390-101>.
9. Wang X., Kim Y., Trivers K. F. et al. Changes in sales of e-cigarettes, cigarettes, and nicotine replacement therapy products before, during, and after the EVALI outbreak // Preventing Chronic Disease. 2022. Vol. 19. P. 220087. <http://dx.doi.org/10.5888/pcd19.220087>.
10. Cao D. J., Aldy K., Hsu S. et al. Review of health consequences of electronic cigarettes and the outbreak of electronic cigarette, or vaping, product use-associated lung injury // Journal of Medical Toxicology. 2020. Vol. 16. P. 295–310. <https://doi.org/10.1007/s13181-020-00772-w>.
11. Bhatt J., Ramphul M., Bush A. An update on controversies in e-cigarettes // Pediatrics Respiratory Review. 2020. Vol. 36. P. 75–86. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2020.09.003>.
12. A historical timeline of electronic cigarettes. CASAA. URL: <https://casaa.org/education/vaping/historical-timeline-of-electronic-cigarettes/> (дата обращения: 03.11.2025).
13. Гараев А. Т., Сахипов М. А., Суслов Н. С. EVALI или повреждение легких, связанное с использованием электронных сигарет или вейпинга // World science: problems and innovationis : сб. ст. LXI Междунар. науч.-практич. конф., 30 января 2022 г., г. Пенза. Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2022. С. 262–265.
14. Feldman R., Stanton M. Suelzer E. M. Compiling evidence for EVALI: A scoping review of in vivo pulmonary effects after inhaling Vitamin E or Vitamin E acetate // Journal of Medical Toxicology. 2021. Vol. 17. P. 278–288. <https://doi.org/10.1007/s13181-021-00823-w>.
15. Lee H. Vitamin E acetate as linactant in the pathophysiology of EVALI // Medical Hypotheses. 2020. Vol. 144. P. 110182. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.110182>.
3. Akobyan S. A., Moskaleva E. A., Popokova Yu. Yu. et al. Elektronnye sigarety v zhizni studenta. In: *Proceedings of the 4th Science-to-Practise Conference with International Participation: "Aktualnye problemy, sovremennye tendentsii razvitiya fizicheskoy kultury i sporta s uchetom realizatsii natsionalnykh proektov"*, April 12–13, 2022, Moscow. Moscow: Plekhanov Russian University of Economics; 2022. p. 579–585. (In Russ.).
4. Boyarchuk O. R., Kosovskaya V. A., Kosovskaya T. M. et al. Survey results of teenage-pupils about vaping. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2021;24(4):30–36. <https://doi.org/10.17116/profmed20212404130>. (In Russ.).
5. Ozerskaia I. V., Malakhov A. B., Sedova A. Yu. et al. Vaping use-associated lung injury in a teenager. Case report. *Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.)*. 2024;96(1):53–57. <https://doi.org/10.26442/00403660.2024.01.202561>. (In Russ.).
6. Ivanenko A. V., Sudakova E. V., Dvoryanov V. V. et al. Otsenka risika dlya zdorovya potrebiteley elektronnykh sistem dostavki nikotina ot vozdeystviya khimicheskikh veshchestv, identifitsirovannykh v zhidkostyakh dlya zapravki ispariteley i v bestabachnykh nikotinsoderzhashchikh smesiyakh dlya rassasyvaniya. In: *Proceedings of the 10th All-Russian Research-to-Practice Conference with International Participation: "Analiz riska zdorovyu – 2020 sovmestno s mezhdunarodnoy vstrechey po okruzhayushchey srede i zdorovyu Rise-2020 i kruglym stolom po bezopasnosti pitaniya"*, May 13–15, 2020, Perm. In 2 vols. Perm: Perm National Research Polytechnic University; 2020. Vol. 1. p. 661–667. (In Russ.).
7. Karpenko M. A., Ovsvannikov D. Yu., Frolov P. A. et al. E-cigarette or vaping use-associated lung injury. *Tuberculosis and Lung Diseases*. 2022;100(4):52–61. <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2022-100-4-52-61>. (In Russ.).
8. Melnikova I. M., Dorovskaya N. L., Dmitrieva A. P. et al. Current medical and social aspects of tobacco and nicotine-containing products consumption in adolescents. *Perm Medical Journal*. 2022;39(3):90–101. <https://doi.org/10.17816/pmj39390-101>. (In Russ.).
9. Wang X., Kim Y., Trivers K. F. et al. Changes in sales of e-cigarettes, cigarettes, and nicotine replacement therapy products before, during, and after the EVALI outbreak. *Preventing Chronic Disease*. 2022;19:220087. <http://dx.doi.org/10.5888/pcd19.220087>.
10. Cao D. J., Aldy K., Hsu S. et al. Review of health consequences of electronic cigarettes and the outbreak of electronic cigarette, or vaping, product use-associated lung injury // *Journal of Medical Toxicology*. 2020. Vol. 16. P. 295–310. <https://doi.org/10.1007/s13181-020-00772-w>.
11. Bhatt J., Ramphul M., Bush A. An update on controversies in e-cigarettes. *Pediatrics Respiratory Review*. 2020;36:75–86. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2020.09.003>.
12. A historical timeline of electronic cigarettes. CASAA. URL: <https://casaa.org/education/vaping/historical-timeline-of-electronic-cigarettes/> (accessed: 03.11.2025).
13. Гараев А. Т., Сакхипов М. А., Суслов Н. С. EVALI ili povrezhdenie legikh, svyazannoe s ispolzovaniem elektronnykh sigaret ili veypinga. In: *Proceedings of the 61st International Science-to-Practise: "World science: Problems and innovations"*, January 30, 2022, Penza. Penza: Nauka i Prosveshchenie (IP Gulyaev G. Yu.); 2022. p. 262–265. (In Russ.).
14. Feldman R., Stanton M. Suelzer E. M. Compiling evidence for EVALI: A scoping review of in vivo pulmonary effects after inhaling Vitamin E or Vitamin E acetate. *Journal of Medical Toxicology*. 2021;17:278–288. <https://doi.org/10.1007/s13181-021-00823-w>.
15. Lee H. Vitamin E acetate as linactant in the pathophysiology of EVALI. *Medical Hypotheses*. 2020;144:110182. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.110182>.

16. McDonough S. R., Rahman I., Sundar I. K. Recent updates on biomarkers of exposure and systemic toxicity in e-cigarette users and EVALI // *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*. 2021. Vol. 320, no. 5. P. 661–679. <https://doi.org/10.1152/ajplung.00520.2020>.
17. Auschwitz E., Almeda J., Andl C. D. Mechanisms of e-cigarette vape-induced epithelial cell damage // *Cells*. 2023. Vol. 12, no. 21. P. 2552. <https://doi.org/10.3390/cells12212552>.
18. O'Callaghan M., Boyle N., Fabre A. et al. Vaping-associated lung injury: A review // *Medicina*. 2022. Vol. 58, no. 3. P. 412. <https://doi.org/10.3390/medicina58030412>.
19. Соколова А. А., Фомичев Е. А., Пустынников В. Э. Влияние электронных систем доставки никотина на организм человека // Молодая формация – потенциал будущего: итоги конкурсной программы научных работ XIII Всерос. науч. конф. школьников, студентов и аспирантов с междунар. участием : сб. материалов конф., 01–11 марта 2023 г., г. Санкт-Петербург. СПб. : Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2023. С. 1457–1461.
20. Пальмова Л. Ю., Зиннатуллина А. Р., Кулакова Е. В. Поражения легких, вызванные вейпами: новые вызовы и новые решения (обзорная статья) // Лечащий врач. 2022. № 10. С. 6–10.
21. Park J.-A., Crotty Alexander L. E., Christiani D. C. Vaping and lung inflammation and injury // *Annual Review of Physiology*. 2022. Vol. 84. P. 611–629. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-061121-040014>.
22. Bébenek P. K., Gholap V., Halquist M. et al. E-liquids from seven European countries—warnings analysis and freebase nicotine content // *Toxics*. 2022. Vol. 10, no. 2. P. 51. <https://doi.org/10.3390/toxics10020051>.
23. Tavares Z Q., Li D., Croft D. P. et al. The interplay between respiratory microbiota and innate immunity in flavor e-cigarette vaping induced lung dysfunction // *Frontiers in Microbiology*. 2020. Vol. 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.589501>.
24. Scott A., Lugg S. T., Aldridge K. et al. Pro-inflammatory effects of e-cigarette vapour condensate on human alveolar macrophages // *Thorax*. 2018. Vol. 73. P. 1161–1169. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2018-211663>.
25. O'Carroll O., Sharma K., Fabre A. et al. Vaping-associated lung injury // *Thorax*. 2020. Vol. 75. P. 706–707. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2020-214762>.
26. Bravo-Gutiérrez O. A., Falfán-Valencia R., Ramírez-Venegas A. et al. Lung damage caused by heated tobacco products and electronic nicotine delivery systems: A systematic review // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18, no. 8. P. 4079. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084079>.
27. Salzman G. A., Alqawasma M., Asad H. Vaping Associated Lung Injury (EVALI): An explosive United States epidemic // *Missouri Medicine*. 2019. Vol. 116, no. 6. P. 492–496.
28. Maxwell L., Smith Michael B., Crotty A. et al. Vaping-related lung injury // *Virchows Archiv*. 2020. Vol. 478. P. 81–88. <https://doi.org/10.1007/s00428-020-02943-0>.
29. Marrocco A., Singh D., Christiani D. C. et al. E-cigarette vaping associated acute lung injury (EVALI): State of science and future research needs // *Critical Reviews in Toxicology*. 2022. Vol. 52, no. 3. P. 188–220. <https://doi.org/10.1080/10408444.2022.2082918>.
30. Abdallah B., Lee H., Weerakoon S. M. et al. Clinical manifestations of EVALI in adolescents before and during the COVID-19 pandemic // *Pediatric Pulmonology*. 2023. Vol. 58. P. 949–958. <https://doi.org/10.1002/ppul.26283>.
31. Классов А. М. Облитерирующий бронхиолит и курение электронных сигарет: связь и риски // Психосоматические и интегративные исследования. 2023. Т. 9, № 1. С. 1–4.
32. Almeida G. C., Mizutani R. F., Terra-Filho M. et al. Constrictive bronchiolitis secondary to exposure to flavoring agents: A little known
16. McDonough S. R., Rahman I., Sundar I. K. Recent updates on biomarkers of exposure and systemic toxicity in e-cigarette users and EVALI // *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*. 2021;320(5):661–679. <https://doi.org/10.1152/ajplung.00520.2020>.
17. Auschwitz E., Almeda J., Andl C. D. Mechanisms of e-cigarette vape-induced epithelial cell damage. *Cells*. 2023;12(21):2552. <https://doi.org/10.3390/cells12212552>.
18. O'Callaghan M., Boyle N., Fabre A. et al. Vaping-associated lung injury: A review. *Medicina*. 2022;58(3):412. <https://doi.org/10.3390/medicina58030412>.
19. Sokolova A. A., Fomichev E. A., Pustynnikov V. E. Vliyanie elektronnykh sistem dostavki nikotina na organizm cheloveka. In: *Conference Proceedings: "Molodaya formatsiya – potentsial budushchego: itogi konkursnoy programmy nauchnykh rabot XIII Vseros. nauch. konf. shkolnikov, studentov i aspirantov s mezhdunar. Uchastiem"*, March 1–11, 2023, Saint Petersburg. St. Petersburg: Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University; 2023. p. 1457–1461. (In Russ.).
20. Palmova L. Yu., Zinnatullina A. R., Kulakova E. V. Lung lesions caused by vaping: new challenges and new solutions (literature review). *Lechasi Vrach*. 2022;10(25):6–10. (In Russ.).
21. Park J.-A., Crotty Alexander L. E., Christiani D. C. Vaping and lung inflammation and injury. *Annual Review of Physiology*. 2022;84:611–629. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-061121-040014>.
22. Bébenek P. K., Gholap V., Halquist M. et al. E-liquids from seven European countries—warnings analysis and freebase nicotine content. *Toxics*. 2022;10(2):51. <https://doi.org/10.3390/toxics10020051>.
23. Tavares Z Q., Li D., Croft D. P. et al. The interplay between respiratory microbiota and innate immunity in flavor e-cigarette vaping induced lung dysfunction. *Frontiers in Microbiology*. 2020;11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.589501>.
24. Scott A., Lugg S. T., Aldridge K. et al. Pro-inflammatory effects of e-cigarette vapour condensate on human alveolar macrophages. *Thorax*. 2018;73:1161–1169. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2018-211663>.
25. O'Carroll O., Sharma K., Fabre A. et al. Vaping-associated lung injury. *Thorax*. 2020;75:706–707. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2020-214762>.
26. Bravo-Gutiérrez O. A., Falfán-Valencia R., Ramírez-Venegas A. et al. Lung damage caused by heated tobacco products and electronic nicotine delivery systems: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(8):4079. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084079>.
27. Salzman G. A., Alqawasma M., Asad H. Vaping Associated Lung Injury (EVALI): An explosive United States epidemic. *Missouri Medicine*. 2019;116(6):492–496.
28. Maxwell L., Smith Michael B., Crotty A. et al. Vaping-related lung injury. *Virchows Archiv*. 2020;478:81–88. <https://doi.org/10.1007/s00428-020-02943-0>.
29. Marrocco A., Singh D., Christiani D. C. et al. E-cigarette vaping associated acute lung injury (EVALI): State of science and future research needs. *Critical Reviews in Toxicology*. 2022;52(3):188–220. <https://doi.org/10.1080/10408444.2022.2082918>.
30. Abdallah B., Lee H., Weerakoon S. M. et al. Clinical manifestations of EVALI in adolescents before and during the COVID-19 pandemic. *Pediatric Pulmonology*. 2023;58:949–958. <https://doi.org/10.1002/ppul.26283>.
31. Klassov A. M. Obliteriruyushchiy bronkhiolit i kurenie elektronnykh sigaret: svyaz i riski. *Psychosomatic and Integrative Research*. 2023;9(1):1–4. (In Russ.).
32. Almeida G. C., Mizutani R. F., Terra-Filho M. et al. Constrictive bronchiolitis secondary to exposure to flavoring agents: A little known

- occupational hazard // Jornal brasileiro de pneumologia. 2023. Vol. 49, no. 1. P. e20220328. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20220328>.
33. Landman S. T., Dhaliwal I., Mackenzie C. A. et al. Life-threatening bronchiolitis related to electronic cigarette use in a Canadian youth // CMAJ. 2019. Vol. 191, no. 48. P. E1321–E1331. <https://doi.org/10.1503/cmaj.191402>.
34. Blagev D. P., Lanspa M. J. Autopsy insights from the EVALI epidemic // Lancet Respiratory Medicine. 2020. Vol. 8. P. 1165–1166. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30327-1](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30327-1).
35. Siegel D. A., Jatlaoui T. C., Koumans E. H. et al. Update: Interim guidance for health care providers evaluating and caring for patients with suspected e-cigarette, or vaping, product use associated lung injury – United States, October 2019 // Morbidity and Mortality Weekly Report. 2019. Vol. 68. P. 919–927. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6841e3>.
36. Foust A. M., Winant A. J., Chu W. C. et al. Pediatric SARS, H1N1, MERS, EVALI, and now Coronavirus disease (COVID-19) pneumonia: What radiologists need to know // American Journal of Roentgenology. 2020. Vol. 215. <https://doi.org/10.2214/AJR.20.23267>.
37. De Jesús V. R., Silva L. K., Newman C. A. et al. Novel methods for the analysis of toxicants in bronchoalveolar lavage fluid samples from e-cigarette, or vaping, product use associated lung injury (EVALI) cases: Terpenes // Rapid Communications in Mass Spectrometry. 2020. Vol. 34. P. e8879. <https://doi.org/10.1002/rcm.8879>.
38. 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.
- 2023;49(1):e20220328. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20220328>.
33. Landman S. T., Dhaliwal I., Mackenzie C. A. et al. Life-threatening bronchiolitis related to electronic cigarette use in a Canadian youth. CMAJ. 2019;191(48):E1321–E1331. <https://doi.org/10.1503/cmaj.191402>.
34. Blagev D. P., Lanspa M. J. Autopsy insights from the EVALI epidemic. Lancet Respiratory Medicine. 2020;8:1165–1166. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30327-1](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30327-1).
35. Siegel D. A., Jatlaoui T. C., Koumans E. H. et al. Update: Interim guidance for health care providers evaluating and caring for patients with suspected e-cigarette, or vaping, product use associated lung injury – United States, October 2019. Morbidity and Mortality Weekly Report. 2019;68:919–927. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6841e3>.
36. Foust A. M., Winant A. J., Chu W. C. et al. Pediatric SARS, H1N1, MERS, EVALI, and now Coronavirus disease (COVID-19) pneumonia: What radiologists need to know. American Journal of Roentgenology. 2020;215. <https://doi.org/10.2214/AJR.20.23267>.
37. De Jesús V. R., Silva L. K., Newman C. A. et al. Novel methods for the analysis of toxicants in bronchoalveolar lavage fluid samples from e-cigarette, or vaping, product use associated lung injury (EVALI) cases: Terpenes. Rapid Communications in Mass Spectrometry. 2020;34:e8879. <https://doi.org/10.1002/rcm.8879>.
38. Goryanskaya I. Ya., Soldatova O. V., Almasud R. P. et al. EVALI – Vaping disease: What is known today? Lechebnoe delo. 2023;(3):127–131. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

С. В. Кудашова – студент;

<https://orcid.org/0009-0008-6007-1157>,
lana.kudashova.01@mail.ru

В. Л. Марчук – ассистент;

<https://orcid.org/0009-0006-2693-1198>,
tigrara.82@mail.ru

О. В. Антонов – доктор медицинских наук, доцент;

<https://orcid.org/0000-0002-5966-9417>,
antonovpdb@yandex.ru✉

А. С. Андрусеева – врач – аллерголог-иммунолог, пульмонолог;

<https://orcid.org/0009-0004-5503-7895>,
kidyasova@gmail.com

П. О. Антонов – курсант;

<https://orcid.org/0009-0004-6092-3904>,
antonovpetr.okk45@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS

S. V. Kudashova – Student;

<https://orcid.org/0009-0008-6007-1157>,
lana.kudashova.01@mail.ru

V. L. Marchuk – Assistant Professor;

<https://orcid.org/0009-0006-2693-1198>,
tigrara.82@mail.ru

O. V. Antonov – Doctor of Sciences (Medicine), Docent;

<https://orcid.org/0000-0002-5966-9417>,
antonovpdb@yandex.ru✉

A. S. Andrusheva – Allergologist, Pulmonologist;

<https://orcid.org/0009-0004-5503-7895>,

kidyasova@gmail.com

P. O. Antonov – Military Student;

<https://orcid.org/0009-0004-6092-3904>,

antonovpetr.okk45@yandex.ru