

Вейпинг и вейп-ассоциированное поражение легких

В.И. Подзолков, М.В. Ветлужская[✉], А.А. Абрамова, Т.И. Ишина, К.И. Гарифуллина

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Аннотация

Вейпинг, т.е. использование электронных средств доставки табака и/или других веществ для курения, повышает риск развития вейп-ассоциированного поражения легких. В обзоре приведены данные о клинических проявлениях, методах и критериях диагностики, лечения пациентов с данным заболеванием, а также стратификация риска вейперов и тактика их ведения на основании Ворчестерской классификации.

Ключевые слова: вейпинг, электронные сигареты, синдром EVALI, вейп-ассоциированное поражение легких

Для цитирования: Подзолков В.И., Ветлужская М.В., Абрамова А.А., Ишина Т.И., Гарифуллина К.И. Вейпинг и вейп-ассоциированное поражение легких. Терапевтический архив. 2023;95(7):591–596. DOI: 10.26442/00403660.2023.07.202293

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2023 г.

REVIEW

Vaping and vaping-associated lung injury: A review

Valery I. Podzolkov, Maria V. Vetluzhskaya[✉], Antonina A. Abramova, Tatiana I. Ishina, Karina I. Garifullina

Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Abstract

Vaping, i.e. the use of electronic nicotine/other substances delivery systems, increases a risk of vaping-associated lung injury. The review describes clinical manifestation, methods of diagnosis and diagnostic criteria, treatment of patients with this disease as well as risk stratification of vapers and approaches to their management based on Worcester classification and clinical guidance. The pathogenetic mechanisms of vaping-associated lung injury have been analyzed.

Keywords: vaping, e-cigarettes, EVALI, vaping-associated lung injury

For citation: Podzolkov VI, Vetluzhskaya MV, Abramova AA, Ishina TI, Garifullina KI. Vaping and vaping-associated lung injury: A review. Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.). 2023;95(7):591–596. DOI: 10.26442/00403660.2023.07.202293

Введение

Вейпинг (от английского vaping – «парение») представляет собой процесс курения электронных сигарет, испарителей и других подобных устройств.

В последние годы распространенность вейпинга неуклонно растет. Согласно данным аналитической компании Euromonitor International в мире насчитывается около 40 млн вейперов [1]. Особую обеспокоенность эпидемиологов и клиницистов вызывает возраст пользователей электронных устройств. В большинстве своем это молодые люди до 30 лет, в том числе школьники [2, 3]. Наиболее высокая распространенность вейпинга, достигшая уровня эпидемии среди лиц молодого возраста, в 2018–2019 гг. зарегистрирована в США. Так, по данным Центра контроля и профилактики заболеваний США в 2019 г. электронные сигареты и вейпы курили 10,5% учеников средней школы и 27,5% старшеклассников [4–6]. Для сравнения: частота использования вейпов в США среди взрослых в 2013–2014 г. не превышала

6,7%, среди старшеклассников – 11,3% в 2017 г. [7]. К основным причинам стремительного распространения вейпинга среди молодежи можно отнести отношение к электронным устройствам для курения как к модному девайсу и широко распространенное мнение об относительной безопасности такой формы курения. Кроме того, электронные сигареты и вейпы стали широко использоваться как альтернатива традиционным сигаретам в период отказа от курения [8].

Как правило, в состав жидкостей для вейпов входят пропиленгликоль, глицерин, различные ароматизаторы, красители и другие добавки, часто – никотин, кроме того, аэрозоли часто содержат соли тяжелых металлов, летучие органические соединения, ацетон, формальдегид, при этом их концентрация, как правило, выше по сравнению с традиционными сигаретами. В США, Канаде и ряде стран Западной Европы разрешено использование тетрагидроканнабинола (ТТК) – психоактивного компонента конопли. Наряду с каннабиоидами вейпы могут использоваться для

Информация об авторах / Information about the authors

[✉]Ветлужская Мария Владимировна – канд. мед. наук, доц. каф. факультетской терапии №2. Тел.: +7(903)210-53-86; e-mail: vetluzhskaya_m_v@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0001-9733-4813

Подзолков Валерий Иванович – д-р мед. наук, проф., зав. каф. факультетской терапии №2. ORCID: 0000-0002-0758-5609

Абрамова Антонина Аркадьевна – канд. мед. наук, доц. каф. факультетской терапии №2. ORCID: 0000-0002-3311-6072

Ишина Татьяна Ивановна – канд. мед. наук, доц. каф. факультетской терапии №2. ORCID: 0000-0001-7720-0770

Гарифуллина Карина Ильдановна – ординатор. ORCID: 0000-0001-6229-1497

[✉]Maria V. Vetluzhskaya. E-mail: vetluzhskaya_m_v@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0001-9733-4813

Valery I. Podzolkov. ORCID: 0000-0002-0758-5609

Antonina A. Abramova. ORCID: 0000-0002-3311-6072

Tatiana I. Ishina. ORCID: 0000-0001-7720-0770

Karina I. Garifullina. ORCID: 0000-0001-6229-1497

употребления таких запрещенных наркотических средств, как кокаин, героин, метамфетамин и пр. [9].

До настоящего времени в связи с коротким периодом существования вейпов данные по безопасности их употребления являлись достаточно противоречивыми. В 2014 г. эксперты Всемирной организации здравоохранения отметили, что «курение вейпов и электронных сигарет недостаточно исследовано в отношении влияния на здоровье и эффективности в качестве средства лечения никотиновой зависимости и не является безопасной альтернативой курения обычных сигарет» [10]. В мае 2019 г. опубликованы результаты исследования *in vitro*, согласно которому использование устройств без нагрева (IQOS) так же неблагоприятно для легочных эпителиоцитов, как и курение традиционных сигарет [11]. В июле 2019 г. Центром по контролю и профилактике заболеваний США и Управлением по контролю пищевых продуктов и лекарств в США зарегистрированы первые случаи заболевания легких у курящих электронных устройств, которое получило название «травма легких, ассоциированная с употреблением электронных сигарет или продуктов вейпинга» (e-cigarette, or vaping, product use associated lung injury – EVALI).

Эпидемиология синдрома EVALI

С момента регистрации в США первых случаев синдрома EVALI в июле 2019 по февраль 2020 г. с клиникой данного заболевания госпитализированы 2807 вейперов и зарегистрировано 68 (2,4%) летальных исходов [12]. Среди заболевших 66% составляли лица мужского пола, а средний возраст госпитализированных – 24 года (от 13 до 85 лет), умерших – 49,5 (от 15 до 75) лет. Важно отметить, что большинство (76%) больных оказались моложе 35, а 15% – моложе 18 лет. У 2022 пациентов длительность употребления вейпов до появления симптомов заболевания составила в среднем 90 дней. Из них 82% использовали жидкости для парения с ТГК и другими веществами, 57% – никотинсодержащие составы и другие вещества, 33% – только ТГК, 14% – только никотинсодержащие составы. Данные об источниках (месте покупки) жидкостей для парения предоставили 50% пациентов, использовавших ТГК, и 54% куривших никотинсодержащие составы. Подавляющее большинство (78%) пациентов приобретали составы с ТГК у неофициальных поставщиков, 16% – только в официальных магазинах, 6% – по обоим каналам. В то же время большинство (69%) пациентов, куривших никотин, покупали жидкость для вейпа у официальных поставщиков и только 17% – у неофициальных, 15% – по обоим каналам [13].

Клиническая картина синдрома EVALI

В большинстве (95%) случаев синдром EVALI имел острое начало, характеризующееся появлением кашля, одышки, болей в грудной клетке. У 85% пациентов наблюдались признаки интоксикации: слабость, озноб, лихорадка, у 77% – желудочно-кишечные симптомы: боль в животе, тошнота, рвота, диарея [13].

При физикальном осмотре у большинства больных определялись синдромы поражения верхних дыхательных путей и уплотнения легочной ткани, реже – бронхообструктивный синдром; по данным лабораторного обследования – признаки общевоспалительного синдрома (лейкоцитоз, повышение СОЭ и С-реактивного белка) [14].

Наиболее типичные для вейп-ассоциированного поражения легких жалобы и симптомы представлены в **табл. 1** [15].

Согласно данным S. Kligerman и соавт. (2020 г.) при рентгенологическом исследовании у больных с синдромом EVALI

Таблица 1. Клинические проявления синдрома EVALI [15]

Table 1. Clinical presentation of EVALI [15]

Клинические проявления

Респираторные жалобы:

- Кашель
- Боль в грудной клетке
- Одышка
- Кровохарканье

Желудочно-кишечные симптомы:

- Боли в животе
- Тошнота
- Рвота
- Диарея

Конституциональные симптомы (симптомы интоксикации):

- Слабость, утомляемость
- Миалгии
- Ночная потливость
- Озноб
- Потеря массы тела
- Повышенное потоотделение
- Головная боль

Данные физикального осмотра:

- Температура $\geq 38^{\circ}\text{C}$
- Влажные мелкопузырчатые хрипы
- Сухие свистящие хрипы
- ЧСС > 100 уд/мин
- ЧД > 20 в минуту

Примечание. ЧСС – частота сердечных сокращений, ЧД – частота дыхания.

Таблица 2. Рентгенологические проявления вейп-ассоциированного поражения легких [15]

Table 2. Radiological patterns of vape-associated pulmonary injury [15]

Признаки, выявляемые при:

- Гиперчувствительном пневмоните
- Острой эозинофильной пневмонии
- Пневмонии с плевральным выпотом
- Организующейся пневмонии
- Острым повреждении легких и острым респираторном дистресс-синдроме взрослых
- Диффузном альвеолярном кровотечении
- Респираторном бронхолит-ассоциированном пневмоните
- Гигантоклеточной интерстициальной пневмонии
- Острой липоидной пневмонии
- Бронхолите

наиболее часто определяются признаки, характерные для пациентов с острым поражением легких и организующейся пневмонией, несколько реже – по типу острой эозинофильной пневмонии и диффузного альвеолярного кровотечения [16]. При компьютерно-томографическом исследовании органов грудной полости выявляют участки «матового стекла», утолщение междолевой плевры преимущественно в базальных отделах легких, так называемый симптом «бульжной мостовой», что наиболее характерно для интерстициальных болезней легких [16, 17]. Варианты рентгенологических проявлений, описанные при вейп-ассоциированном поражении легких, представлены в **табл. 2** [15].

Таблица 3. Гистопатологические изменения в легких у больных с вейп-ассоциированным поражением легких [15]

Table 3. Histopathological pulmonary patterns in patients with EVALI [15]

Цитологические показатели БАЛ

- Липид-нагруженные альвеолярные макрофаги
- Пенистые макрофаги
- Преобладание нейтрофилов
- Преобладание эозинофилов
- Геморрагический секрет

Результаты гистологического исследования (при трансбронхиальной биопсии)

- Острый альвеолит с внутриальвеолярным фиброзом
- Диффузное альвеолярное повреждение
- Организующаяся пневмония

Результаты гистологического исследования (при хирургической биопсии легких)

- Организующаяся пневмония
- Респираторный бронхиолит-ассоциированный пневмонит
- Десквамативный интерстициальный пневмонит
- Диффузное альвеолярное повреждение
- Липоидная пневмония

В большинстве случаев морфологические изменения легких характеризуются наличием воспалительных изменений, внутриальвеолярного фибрина, а также признаками организующейся пневмонии или бронхиолита. Ранее в качестве диагностического критерия синдрома EVALI рассматривалось обнаружение в бронхоальвеолярном лаваже (БАЛ) липид-нагруженных или пенистых макрофагов [18, 19], однако в настоящее время данные изменения считаются неспецифическими [20, 21].

Гистопатологические варианты изменений в легких по данным биопсии представлены в **табл. 3** [15].

Патогенез

В настоящее время основным вероятным патогенетическим фактором развития синдрома EVALI считают ацетат витамина Е, который выявлен у 94% пациентов (у 48 из 51) в смывах БАЛ [22]. Ацетат витамина Е преимущественно используется в качестве биологически активной добавки или в составе кремов для кожи. Однако безопасность ингаляции ацетата витамина Е практически не изучалась. Предполагают, что развитие дыхательной недостаточности может быть обусловлено воздействием данного вещества на функции сурфактанта. Наличие в составе ацетата витамина Е длинного алифатического (гидрофобного) «хвоста» позволяет молекулам проникать глубоко в слой фосфолипидов, составляющих 70–80% сурфактанта. Под воздействием токоферолов фосфотидилхолины переходят из геля в жидкокристаллическую форму, что приводит к снижению поверхностного натяжения альвеол и нарушению диффузии газов в легких. В частности, токсическое действие ацетата витамина Е при вейпинге подтверждено в моделях на животных [23, 24]. Кроме того, в вейпах при пиролизе (термическом разложении) витамина Е может вырабатываться кетен [25], действие которого аналогично фосгену, т.е. он может вызывать токсический бронхит, а в тяжелых случаях – нарушение проницаемости альвеол и быстро прогрессирующий отек легких [26].

Также не исключена возможность влияния других веществ, входящих в состав жидкостей для вейпинга, учитывая, что размер частиц аэрозоля при вейпинге составляет 160–220 нм и они способны достигать бронхиол [27, 28].

Таблица 4. Критерии диагностики синдрома EVALI [29]

Table 4. Diagnostic criteria of EVALI [29]

Подтвержденный диагноз	Вероятный диагноз
Использование электронных сигарет (вейпов) в течение 90 дней до появления симптомов	
И	
Наличие инфильтрации легочной ткани по данным обзорной рентгенографии легких или участков «матового стекла» по данным КТ	
И	
Отрицательная панель респираторных вирусов	Наличие инфекции по данным посева или ПЦР, которая, по мнению лечащего врача, не является единственной причиной поражения легких ИЛИ нельзя исключить инфекцию дыхательных путей (в том числе если лабораторная диагностика не проводилась), но, по мнению лечащего врача, она не может быть единственной причиной поражения легких
И	
Отрицательный анализ на вирус гриппа методом ПЦР или экспресс-тестом (если рекомендовано местными эпидемиологическими службами)	
И	
Отрицательные результаты других клинически значимых инфекций органов дыхания (антигены <i>Streptococcus pneumoniae</i> и легионеллы в моче, посев мокроты при продуктивном кашле, посев смыва из бронхов при проведении БАЛ, посев крови, ВИЧ-ассоциированные оппортунистические инфекции)	
И	
Отсутствие альтернативных причин клинической симптоматики (заболеваний сердечно-сосудистой системы, системных болезней соединительной ткани, онкологических заболеваний)	

Примечание. ПЦР – полимеразная цепная реакция.

Критерии диагностики синдрома EVALI

Расширенные критерии диагностики синдрома EVALI представлены в **табл. 4** [29].

Таким образом, синдром EVALI – диагноз исключения и может являться подтвержденным или вероятным в зависимости от наличия данных об инфекции дыхательных путей.

Обследование, тактика ведения и прогноз больных с синдромом EVALI

Согласно рекомендациям экспертов Центра по контролю и профилактике заболеваний США [30] обследование больных с подозрением на синдром EVALI должно включать:

- 1) подробный анализ жалоб;
- 2) уточнение анамнеза вейпинга – характеристики используемых устройств и жидкостей (состав, источники приобретения жидкостей для вейпа, тип/бренд устройства), частота и продолжительность вейпинга, время последнего эпизода курения, способ парения – аэрозоль, дэббинг, дриппинг;
- 3) тщательную оценку физикальных показателей;
- 4) пульсоксиметрию;
- 5) лабораторное обследование, включающее гематологическое исследование с подсчетом лейкоцитарной формулой и СОЭ, определение С-реактивного белка; инфекционную панель (анализы на вирусы гриппа во время эпидемии, других возбудителей острых респираторных вирусных инфекций, возбудителей внебольничных пневмоний – *S. pneumoniae*, *Legionella pneumophila*, *Mycoplasma pneumoniae*); химико-токсикологическое исследование мочи, в том числе на каннабиоиды;
- 6) обзорную рентгенографию легких или компьютерную томографию (КТ) легких при тяжелом течении заболевания, наличии осложнений, неинформативности рентгенографии и/или несоответствии рентгенологических и клинических данных;
- 7) консультацию пульмонолога, а также при необходимости – других специалистов (реаниматологов, токсикологов, инфекционистов, психологов, психиатров, наркологов).

Возможно проведение диагностической бронхоскопии с исследованием БАЛ, а также биопсии легких.

Показанием для госпитализации пациентов с синдромом EVALI является снижение сатурации кислорода (SpO_2) в покое менее 95% или развитие респираторного дистресс-синдрома.

В зависимости от клинической картины лечение синдрома EVALI включает назначение антибиотиков, противовирусных препаратов и стероидов. Основной рекомендацией является прекращение курения. В первую очередь речь идет о курении продуктов с ТГК, кроме того, эксперты рекомендуют воздержаться от курения никотинсодержащих продуктов.

После выписки из стационара целесообразно проведение повторной консультации терапевта или пульмонолога в течение первых 48 ч для оценки жизненных показателей, снижения дозы глюкокортикостероидов больным, продолжением их прием, а также рекомендаций по поводу прекращения курения и обращения к другим специалистам по мере необходимости (психолог, нарколог и т.п.). Кроме того, необходимы контрольная спирометрия и обзорная рентгенография легких, а через 1–2 мес – исследование способности диффузии газов в легких.

Длительно обездвиженным пациентам необходимо проведение реабилитации с использованием лечебно-физкультурного комплекса и дыхательных тренажеров.

Вейпинг-ассоциированный респираторный дистресс-синдром

Для оптимизации обследования и лечения больных с анамнезом курения вейпов и электронных сигарет в феврале 2020 г. рабочая группа Массачусетского медицинского университета предложила термин «вейпинг-ассоциированный респираторный дистресс-синдром», а также классификацию, основанную на стратификации риска для вей-

Таблица 5. Ворчестерская клиническая классификация вейперов [31]

Table 5. Worcester Vaping Clinical Classification System [31]

Ворчестерские группы	Характеристики
1-я группа	Пациенты, использующие устройства для вейпинга в течение последних 90 дней, у которых НЕТ кашля, боли в грудной клетке, потери массы тела, слабости, одышки
2-я группа	Пациенты, использующие устройства для вейпинга в течение последних 90 дней, у которых ЕСТЬ кашель, боль в грудной клетке, потеря массы тела, слабость или одышка, а SpO_2 составляет <95% в покое или <88% при нагрузке или без ухудшений по сравнению с исходной
3-я группа	Пациенты, использующие устройства для вейпинга в течение последних 90 дней, у которых ЕСТЬ кашель, боль в грудной клетке, потеря массы тела, слабость или одышка, а SpO_2 составляет <95% в покое и <88% при нагрузке или снизилась по сравнению с исходной



Рис. 1. Стратификация риска у вейперов на основании жалоб и данных пульсоксиметрии [31].

Fig. 1. Symptom- and oximetry-based risk stratification of vapers [31].

перов с низкой SpO_2 и рентгенологическими признаками поражения легких, которая представлена в табл. 5 [31].

Данная классификация, учитывающая данные пульсоксиметрии, позволяет определить тактику ведения вейперов, показания для госпитализации, необходимый набор исследований и выбор методов лечения, что представлено на рис. 1, 2 [31].

Согласно данным, представленным на рис. 1, 2, при нормальных показателях SpO_2 и отсутствии патологии легких по данным рентгенографии пациенту необходимо рекомендовать отказ от вейпинга и продолжить наблюдение за ним до полного исчезновения симптомов. Наличие гипоксемии у больных с нормальной рентгенограммой легких требует



Рис. 2. Тактика ведения пациентов 2 и 3-й групп по Ворчестерской классификации на основании данных пульсоксиметрии и рентгенографии легких [31].

Fig. 2. Management of patients from groups 2 and 3 by Worcester Vaping Clinical Classification System based on oximetry and chest X-ray [31].

проведения тщательного дифференциального диагноза для исключения тромбоэмболии легочной артерии или других причин снижения SpO₂. У пациентов с нормоксией и признаками патологии при рентгенографии легких необходимо в первую очередь исключить инфекцию нижних дыхательных путей. При персистирующей или нарастающей одышке показано проведение спирометрии. Проведение КТ легких целесообразно при обширном инфильтративном процессе, а также для уточнения характера поражения легких. В частности, фиброзирующий вариант поражения легких по данным КТ наиболее характерен для гигантоклеточной интерстициальной пневмонии, ассоциированной с попаданием в дыхательный тракт аэрозоль тяжелых металлов (кобальта, свинца и пр.), которые выделяются при нагревании вейпа.

При невозможности исключить инфекционный характер поражения легких или наличии у пациента иммунодефицита/риска оппортунистической инфекции показано проведение бронхоскопии с последующим анализом смывов или биоптатов. Выявление более 25% эозинофилов по данным БАЛ наиболее характерно для острой эозинофильной пневмонии. Соотношение лимфоцитов CD4/CD8 в БАЛ менее 1 позволяет предположить наличие гиперчувствительного пневмонита. Обнаружение липид-нагруженных альвеолярных макрофагов свидетельствует о липоидной пневмонии; следует отметить, что у вейперов описаны случаи как экзогенной, так и эндогенной пневмонии с развитием обструкции дыхательных путей. У таких пациентов может быть эффективна санация бронхов в сочетании с высокопоточной оксигенацией и неинвазивной вентиляцией легких без назначения иммуносупрессивной терапии.

У пациентов 3-й группы по Ворчестерской классификации, имеющих признаки гипоксемии в сочетании с патологическими рентгенологическими изменениями в легких, необходимо мониторить симптомы с обязательной непрерывной пульсоксиметрией. Как для профилактики, так и лечения дыхательной недостаточности можно использовать так называемые стимулирующие (побудительные)

спирометры-тренажеры, которые позволяют контролировать глубину вдоха с помощью индикатора и способствуют увеличению эффективности дыхания. При снижении SpO₂ проводится высокопоточная оксигенация. При наличии тахипноэ решается вопрос о проведении неинвазивной вентиляции легких, а также о переводе на искусственную вентиляцию легких. При бронхообструктивном синдроме назначаются ингаляционные бронходилататоры. Вейперам с прогрессирующей дыхательной недостаточностью показано назначение глюкокортикостероидов, особенно при подтверждении так называемого стероид-чувствительного фенотипа поражения легких – острой эозинофильной пневмонии и гиперчувствительного пневмонита.

Таким образом, данная стратификация пациентов позволяет оптимизировать тактику обследования и лечения, а также улучшить прогноз вейперов.

Заключение

Вейпинг может приводить к развитию вейп-ассоциированного поражения легких вплоть до острого респираторного дистресс-синдрома, в первую очередь среди лиц молодого возраста, которые наиболее часто используют вейпы. Учитывая существующие и предполагаемые риски для здоровья, следует проводить информирование населения в целом, особенно молодежи, и в частности медицинских работников о рисках вейпинга и пропагандировать отказ от любых форм курения.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ

фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval

of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список сокращений

БАЛ – бронхоальвеолярный лаваж
КТ – компьютерная томография
ТГК – тетрагидроканнабиол

ЕВАЛИ (e-cigarette, or vaping, product use associated lung injury) – травма легких, ассоциированная с употреблением электронных сигарет или продуктов вейпинга
SpO₂ – сатурация кислорода

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Market Research Blog. MacGuill Sh. Growth in vapour products. 2017 Nov 01. Available at: <https://blog.euromonitor.com/growth-vapour-products/> Accessed: 12.05.2022.
- U.S. Department of Health and Human Services. E-Cigarette Use Among Youth and Young Adults. A Report of the Surgeon General. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health, 2016. Available at: https://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/sgr/e-cigarettes/pdfs/2016_sgr_entire_report_508.pdf. Accessed: 27.07.2018.
- Miech R, Johnston L, O'Malley PM, et al. Trends in Adolescent Vaping, 2017–2019 October 10, 2019. *N Engl J Med.* 2019;381:1490-1. DOI:10.1056/NEJMc1910739
- Centres for Disease Control and Prevention. Quick facts on the risks of e-cigarettes for kids, teens, and young adults. Available at: https://www.cdc.gov/tobacco/basic_information/e-cigarettes/Quick-Facts-on-the-Risks-of-E-cigarettes-for-Kids-Teens-and-Young-Adults.html. Accessed: 12.05.2022.
- Kasza KA, Ambrose BK, Conway KP, et al. Tobacco-product use by adults and youths in the United States in 2013 and 2014. *N Engl J Med.* 2017;376(4):342-53. DOI:10.1056/NEJMsa1607538
- Miech R, Johnston L, O'Malley PM, et al. Adolescent vaping and nicotine use in 2017–2018 – U.S. National Estimates. *N Engl J Med.* 2019;380(2):192-3. DOI:10.1056/NEJMc1814130
- Jamal A, Gentzke A, Hu SS, et al. Tobacco use among middle and high school students – United States, 2011–2016. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2017;66(23):597-603. DOI:10.15585/mmwr.mm6623a1
- Huang J, Kornfield R, Emery SL. 100 Million views of electronic cigarette YouTube videos and counting: quantification, content evaluation, and engagement levels of videos. *J Med Internet Res.* 2016;18(3):e67. DOI:10.2196/jmir.4265
- Boccio CM, Jackson DB. Adolescent nicotine and marijuana vaping activity and the use of other illicit substances. *Drug Alcohol Depend.* 2021;219:108469. DOI:10.1016/j.drugalcdep.2020.108469
- Доклад ВОЗ. Электронные системы доставки никотина. Конференция Строн Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака, шестая сессия; 1 сентября 2014 г., Москва, Российская Федерация. Режим доступа: https://apps.who.int/gb/fctc/PDF/cop6/FCTC_COP6_10Rev1-ru.pdf?ua=1&ua=1. Ссылка активна на 05.12.2022 [WHO report. Electronic nicotine delivery systems. Conference of the Parties to the WHO Framework Convention on Tobacco Control, sixth session; September 1, 2014, Moscow, Russian Federation. Available at: https://apps.who.int/gb/fctc/PDF/cop6/FCTC_COP6_10Rev1-ru.pdf?ua=1&ua=1. Accessed: 12.05.2022 (in Russian)].
- Sohal SS, Eapen MS, Naidu VGM, Sharma P. IQOS exposure impairs human airway cell homeostasis: direct comparison with traditional cigarette and e-cigarette. *ERJ Open Res.* 2019;5(1):00159-2018. DOI:10.1183/23120541.00159-2018
- Centres for Disease control and Prevention. Outbreak of lung injury associated with the use e-cigarette, or vaping, products [updated 2020 Feb 25]. Available at: https://www.cdc.gov/tobacco/basic_information/e-cigarettes/severe-lung-disease.html. Accessed: 12.05.2022.
- Layden JE, Ghinai I, Pray I, et al. Pulmonary illness related to e-cigarette use in Illinois and Wisconsin – final report. *N Engl J Med.* 2020;382(10):903-16. DOI:10.1056/NEJMoa1911614
- Crotty Alexander LE, Ware LB, Calfee CS, et al. E-cigarette or vaping product use-associated lung injury: developing a research agenda. An NIH Workshop Report. *Am J Respir Crit Care Med.* 2020;202(6):795-802. DOI:10.1164/rccm.201912-2332WS
- Hage R, Fretz V, Schuurmans MM. Electronic cigarettes and vaping associated pulmonary illness (VAPI): A narrative review. *Pulmonology.* 2020;5(26):291-303. DOI:10.1016/j.pulmoe.2020.02.009
- 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;294(3):491-505. DOI:10.1148/radiol.2020192585
- Panse PM, Feller FF, Butt YM, et al. Radiologic and pathologic correlation in EVALI. *AJR Am J Roentgenol.* 2020;215(5):1057-64. DOI:10.2214/AJR.20.22836
- Butt YM, Smith ML, Tazelaar HD, et al. Pathology of vaping-associated lung injury. *N Engl J Med.* 2019;381(18):1780-1. DOI:10.1056/NEJMc1913069
- Maddock SD, Cirulis MM, Callahan SJ, et al. Pulmonary lipid-laden macrophages and vaping. *N Engl J Med.* 2019;381(15):1488-9. DOI:10.1056/NEJMc1912038
- Guerrini V, Panettieri RA Jr, Gennaro ML. Lipid-laden macrophages as biomarkers of vaping-associated lung injury. *Lancet Respir Med.* 2020;8(2):e6. DOI:10.1016/S2213-2600(19)30476-X
- Cecchini MJ, Mukhopadhyay S, Arrossi AV, et al. E-cigarette or vaping product use-associated lung injury: a review for pathologists. *Arch Pathol Lab Med.* 2020;144(12):1490-500. DOI:10.5858/arpa.2020-0024-RA
- Blount BC, 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
- Bhat TA, Kalathil SG, Bogner PN, et al. An animal model of inhaled vitamin E acetate and EVALI-like lung injury. *N Engl J Med.* 2020;382(12):1175-7. DOI:10.1056/NEJMc2000231
- Alexander LEC, Bellinghausen AL, Eakin MN. What are the mechanisms underlying vaping-induced lung injury? *J Clin Invest.* 2020;130(6):2754-6. DOI:10.1172/JCI138644
- Wu D, O'Shea DF. Potential for release of pulmonary toxic ketene from vaping pyrolysis of vitamin E acetate. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2020;117(12):6349-55. DOI:10.1073/pnas.1920925117
- Hardison LS Jr, Wright E, Pizon AF. Phosgene exposure: a case of accidental industrial exposure. *J Med Toxicol.* 2014;10(1):51-6. DOI:10.1007/s13181-013-0319-6
- Geiss O, Bianchi I, Barahona F, Barrero-Moreno J. Characterisation of mainstream and passive vapours emitted by selected electronic cigarettes. *Int J Hyg Environ Health.* 2015;218(1):169-80. DOI:10.1016/j.ijheh.2014.10.001
- Goel R, Durand E, Trushin N, et al. Highly reactive free radicals in electronic cigarette aerosols. *Chem Res Toxicol.* 2015;28(9):1675-7. DOI:10.1021/acs.chemrestox.5b00220
- Krishnasamy VP, Hollowell BD, Ko JY, et al. Update: characteristics of a nationwide outbreak of e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury – United States, August 2019 – January 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020;69(3):90-4. DOI:10.15585/mmwr.mm6903e2
- Jatlaoui TC, Wiltz JL, Kabbani S, et al. Update: interim guidance for health care providers for managing patients with suspected e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury – United States, November 2019. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2019;68(46):1081-6. DOI:10.15585/mmwr.mm6846e2
- Lilly CM, Khan S, Waksmundski-Silva K, Irwin RS. Vaping-associated respiratory distress syndrome: case classification and clinical guidance. *Crit Care Explor.* 2020;2(2):e0081. DOI:10.1097/CCE.0000000000000081



OMNIDOCTOR.RU

Статья поступила в редакцию / The article received: 05.12.2022