

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022
УДК 613.84-615.015.6-615.918

Галицкая М.Г.¹, Фисенко А.П.^{1,2}, Макарова С.Г.^{1,2}

Электронные сигареты (вейпы) — старая угроза здоровью в новом обличье

¹ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, 119991, Москва, Россия;

²ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», 119991, Москва, Россия

Электронные системы дозирования никотина, широко известные как электронные сигареты или вейпы, быстро стали распространёнными табачными изделиями, используемыми молодёжью, во многом благодаря маркетингу и рекламе. Появление безникотиновых вейпов — новый виток в производстве электронных сигарет. Из-за широко распространённого мнения о безвредности таких вейпов их часто стали использовать дети и подростки. В обзоре дана характеристика состава аэрозолей вейпов, приведены данные исследований их влияния на здоровье человека. Показана опасность курения как никотиновых, так и безникотиновых вейпов. Учитывая относительную непродолжительность использования электронных сигарет, остаётся множество вопросов — как сугубо медицинских, так и правовых. Авторы рекомендуют настороженно относиться к новомодному увлечению подростков и молодёжи, применять знания о вреде вейпов в повседневной практике, что поможет помочь детям и подросткам избежать никотиновой зависимости.

Ключевые слова: электронные сигареты; вейпы; никотин; аэрозоль; подростки; здоровье молодёжи

Для цитирования: Галицкая М.Г., Фисенко А.П., Макарова С.Г. Электронные сигареты (вейпы) — старая угроза здоровью в новом обличье. *Российский педиатрический журнал*. 2022; 25(5): 357–361. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2022-25-5-357-361>

Для корреспонденции: Галицкая Марина Геннадьевна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. Центра профилактической педиатрии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, galitskaya.mg@nczd.ru

Участие авторов: Галицкая М.Г., Макарова С.Г. — концепция и дизайн исследования; Галицкая М.Г. — сбор и обработка материала, написание текста; Макарова С.Г., Фисенко А.П. — редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 24.08.2022
Принята к печати 20.09.2022
Опубликована 31.10.2022

Marina G. Galitskaya¹, Andrey P. Fisenko^{1,2}, Svetlana G. Makarova^{1,2}

Electronic cigarettes (vapes) are an old threat to health in a new guise

¹National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, 119991, Russian Federation;

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991, Russian Federation

Electronic nicotine dosing systems, commonly known as electronic cigarettes or vapes, have quickly become the most common tobacco products used by teenagers and young people, largely due to the marketing and advertising of the companies that produce them. The appearance of nicotine-free vapes is a new round in the production of electronic cigarettes. Due to the widespread opinion about the harmlessness of such vapes, they are increasingly being used by children and adolescents. The review describes the composition of vaping aerosols, provides data from scientific research on their impact on human health. The danger of smoking both nicotine and nicotine-free vapes is shown. However, given the relative short duration of the use of electronic cigarettes, there are many both purely medical and legal questions. All these issues require further research, which continues all over the world. The authors recommend being wary of this habit and the newfangled hobby of teenagers and young people, applying knowledge about the dangers of vaping in everyday practice, which will indirectly help children and adolescents avoid the path of nicotine addiction, protecting the health of the younger generation.

Keywords: electronic cigarettes; vapes; nicotine; aerosol; children and teenagers

For citation: Galitskaya M.G., Fisenko A.P., Makarova S.G. Electronic cigarettes (vapes) are an old threat to health in a new guise. *Rossiyskiy Pediatricheskiy Zhurnal (Russian Pediatric Journal)*. 2022; 25(5): 357–361. (In Russian). <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2022-25-5-357-361>

For correspondence: Marina G. Galitskaya, MD, PhD., senior researcher of the Department of preventive pediatrics of National Medical Research Center of Children's Health, Moscow, 119991, Russian Federation, galitskaya.mg@nczd.ru

Contribution: Galitskaya M.G., Makarova S.G. — concept and design of the study; Galitskaya M.G. — collection and processing of the material, writing the text; Makarova S.G., Fisenko A.P. — editing. All co-authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all its parts.

Information about the authors:

Galitskaya M.G., <https://orcid.org/0000-0002-3586-4031>

Fisenko A.P., <https://orcid.org/0000-0001-8586-7946>

Makarova S.G., <https://orcid.org/0000-0002-3056-403X>

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

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

Received: August 24, 2022
Accepted: September 20, 2022
Published: October 31, 2022

Табакокурение является одной из серьёзных угроз здоровью человека, когда-либо возникавших в мире; ежегодно от неё гибнет более 8 млн человек¹. ВОЗ признаёт, что курение подрывает цели глобального благосостояния, т.к. является угрозой для здоровья населения и распространённой причиной развития неинфекционных заболеваний².

Чтобы сократить вред от распространения привычки к курению, многие страны, включая Россию, принимают при поддержке ВОЗ комплексные антитабачные меры, которые включают повышение налогов на табачную продукцию; запрет всех форм рекламы и продвижения табака; антитабачные кампании в СМИ; размещение графических предупреждений о вреде для здоровья на упаковках табака и сигарет; пропаганду здорового образа жизни и помощь желающим бросить курить; запрет на продажу табачных изделий лицам моложе 18 лет и ряд других мер³.

В последние годы всё более широкое распространение получают электронные сигареты (вейпы), которые преподносятся как «менее опасная» и «бездымная» альтернатива традиционным сигаретам.

Вейпы представляют собой электронные устройства, состоящие из картриджа, заполненного жидкостью, нагревательного элемента/распылителя, необходимого для нагрева жидкости и создания пара, который можно вдыхать через мундштук, и перезаряжаемой батареи. Вейп (от англ. varog — испарение, пар) не совсем соответствует своему названию, потому что пользователь вдыхает аэрозоль, который состоит из мелкодисперсных частиц различных веществ.

Электронные сигареты претерпели существенные изменения и эволюцию. В настоящее время вейпы третьего поколения имеют возможность изменять мощность и напряжение, а известный бренд «JUUL» запатентовал собственную формулу жидкости на основе солевого никотина, кроме того, изменил форму вейпа — они стали миниатюрными и напоминать компьютерные USB-накопители. Данная форма представляет определённую опасность для детей и подростков, т.к., помимо привлечения модным дизайном, позволяет использовать вейпы незаметно, даже на уроках в школе [1].

Известно, что за последние 50 лет потребление табачных изделий взрослыми и молодёжью постепенно сокращалось, что отчасти связано с культурой, которая денормализовала употребление традиционных табачных изделий. И большинство крупных брендов табачной продукции стали выпускать электронные сигареты, при этом используя аналогичные маркетинговые и рекламные стратегии для привлечения молодёжи, как это было много лет назад с традиционными табачными изделиями. Хотя открытая реклама любых сигарет запрещена почти в каждой стране мира, обманчивый маркетинг, применяемый для увеличения числа продаж,

ориентируется в данном случае непосредственно на потребителя и на рекламу торговых точек. Электронные сигареты продаются во многих местах, в том числе в вейп-шопах, продуктовых и круглосуточных магазинах, на заправочных станциях и в Интернете. Большая часть продаж табачных изделий несовершеннолетним приходится на розничную торговлю, в которой соблюдение возраста при покупке в значительной степени является обязанностью розничного продавца. Продажи через Интернет также вызывают серьёзную озабоченность в отношении доступа молодёжи к электронным сигаретам из-за трудностей с регулированием и количества интернет-магазинов. В ходе обзора онлайн-брендов электронных сигарет обнаружены 433 отдельных сайта, 12 из которых принадлежали табачным компаниям [2].

Изначально электронные сигареты позиционировались как потенциально менее вредная система доставки никотина — путём нагревания, а не горения. Именно по этой причине электронные сигареты часто рассматриваются как средство отказа от курения, однако это положение ещё не доказано [3, 4]. Несмотря на отсутствие доказательств о преодолении никотиновой зависимости с помощью электронных сигарет, вейпы считаются менее вредной альтернативой обычному курению сигарет, что активно поддерживают их производители. Тем не менее всё больше исследований свидетельствует о том, что риск для здоровья при курении вейпов сопоставим с таковым при курении традиционных сигарет. Например, при оценке уровня котинина (биомаркер воздействия никотина) в сыворотке крови было выявлено, что в зависимости от продолжительности использования электронных сигарет его уровень может быть таким же высоким, как и у людей, курящих обычные сигареты [5]. При этом концентрация котинина в моче у подростков, употребляющих продукцию бренда «JUUL», была даже выше, чем концентрация котинина в моче у тех, кто курил обычные сигареты [6].

Существует реальная опасность того, что расширенная линейка вкусов и запахов вейпов, а также стильные дизайнерские решения и формирование определённых модных тенденций в курении вейпов начинают привлекать не курящих ранее пользователей. Даже если такие пользователи начинают пробовать безникотиновые вейпы, они значительно легче могут перейти на никотинсодержащие вейпы, таким образом пополняя ряды никотинзависимых людей. Кроме того, всё больше появляется так называемых «двойных пользователей» — тех, кто использует и традиционные сигареты, и вейпы. Показано, что у двойных пользователей уровень концентрации никотина, других биомаркеров табака, а также металлов и летучих органических соединений, выделенных в моче, — самый высокий [7].

Одним из самых тревожных аспектов потребления подростками электронных сигарет является уже изученная траектория начала курения традиционных сигарет. В метаанализе авторы пришли к выводу, что подростки, которые употребляют электронные сигареты, в 3,5 раза чаще начинают курить обычные сигареты, чем те, кто не употребляет электронные сигареты [8].

Количественное содержание никотина в курительных смесях может быть разным (смеси маркируются от 0 до 24 мг вещества на 1 мл жидкости), а в работах по-

¹Global Burden of Disease [database]. Washington, DC: Institute of Health Metrics; 2019. IHME, по состоянию на 17.07.2021.

²WHO global report on trends in prevalence of tobacco smoking 2000–2025, second edition / World Health Organization. Женева: WHO; 2018. 121 с.

³Европейское региональное бюро ВОЗ. Доклад о тенденциях в области употребления табака в Европе 2019 г. Копенгаген: Всемирная организация здравоохранения; 2019. 68 с.

следних лет показано, что истинное содержание никотина в аэрозоле может не соответствовать заявленному на упаковке. Например, газовая хроматография с детектором ионизации *flame* выявила несоответствие в содержании никотина по отношению к декларации производителя — на 22% выше [9]. Установлена связь между потреблением электронных сигарет подростками и других психоактивных веществ, включая алкоголь, марихуану и амфетамины, что сочетается с рискованным поведением, которое неизменно больше распространено среди двойных потребителей электронных сигарет и обычных сигарет [10–12].

С развитием индустрии электронных сигарет стали появляться безникотиновые вейпы, производители которых так или иначе заявляли об их безвредности. При этом был обнаружен никотин в тех жидкостях, которые помечены как не содержащие никотина [13–15]. Сегодня вейпы не нуждаются в обязательной сертификации, а значит, нет норм, лимитирующих наличие в смесях для курения электронных сигарет вредных веществ.

К настоящему времени в литературе имеются данные небольшого числа различного рода работ, посвящённых изучению влияния безникотиновых вейпов на здоровье человека. Состав смеси для заправки электронных сигарет варьирует в зависимости от производителя. Основные компоненты безникотиновых аэрозолей — это глицерин и пропиленгликоль.

Глицерин — жидкое бесцветное вещество маслянистой структуры со сладковатым привкусом, растворяется при соединении с водой. Процент вещества в аэрозольной смеси — 30–35%. Глицерин считается безопасным компонентом. Он используется для образования более густого пара, оставляет приятное послевкусие в ротовой полости после выдыхания. Однако учитывая, что глицерин от электронных сигарет может достигать достаточно высоких концентраций, а использование вейпов, как правило, частое и длительное, он часто вызывает раздражение дыхательных путей и увеличивает вероятность развития астмы [16, 17].

Пропиленгликоль — основной ингредиент жидкости в вейпах. Несмотря на заявления производителей электронных сигарет о безопасности пропиленгликоля, известно, что основной механизм его действия — это раздражение верхних дыхательных путей для создания имитации курения традиционных никотиновых сигарет. Чем выше содержание пропиленгликоля, тем выше у курильщика иллюзия курения обычной сигареты именно из-за этого раздражающего действия. Данные эпидемиологических исследований, проведённых в США в 2015–2017 гг. ($n = 6089$, средний возраст — 15,8 года), также подтверждают негативное влияние паров вейпов как на развитие астмы впервые, так и на её течение у тех подростков, у которых астма была выявлена ранее [18].

Большинство жидкостей для вейпов содержат различные ароматизаторы, которые также усиливают раздражающий эффект в дыхательных путях, а в никотинсодержащих вейпах способствуют более быстрому всасыванию никотина. Вред ароматизаторов связывают с бензойной кислотой, количество которой варьирует в зависимости от вкуса аэрозоля [19, 20]. Кроме того, десятилетия назад было известно, что ароматизаторы в табачных изделиях способствуют употреблению та-

бака подростками и молодёжью, и поэтому в 2009 г. по инициативе Агентства по санитарному надзору за качеством продуктов и медикаментов США (Food and Drug Administration — FDA) в США был издан закон, который запретил использовать ароматизаторы (за исключением ментола) в производстве сигарет. В 2018 г. FDA выступило за запрет в использовании ароматизаторов теперь уже в производстве электронных сигарет, но пока такой закон не принят. Кроме того, ведётся борьба с использованием на упаковке картриджей для электронных сигарет персонажей мультфильмов и других привлекательных для детей и подростков сюжетов. Многие подростки и молодые люди не осознают, что электронные сигареты содержат никотин и другие вредные вещества, и поэтому могут не понимать аддитивного (синергетического) потенциала электронных сигарет. А приятная упаковка и запах способствуют ложному восприятию безопасности использования вейпов [21].

Установлено, что под воздействием высокой температуры сочетание пропиленгликоля и глицерина приводит к образованию абсолютно иных химических соединений: акролеина и формальдегида [22]. Акролеин (оксид пропилена) классифицируется как канцероген Международным агентством по изучению рака [23]. Чтобы изучить влияние данных соединений в дозах, которые люди получают на постоянной основе и длительно, куря вейпы, необходимы масштабные исследования. Данные первых из них неутешительны: с помощью газовой хроматографии-масс-спектрометрии после нагревания в смесях для вейпов были обнаружены многочисленные соединения, почти половина которых ранее не идентифицировалась. Это позволяет полагать, что сам по себе процесс нагревания генерирует новые соединения с неизвестными механизмами действия на человека [24].

Помимо этого, в электронных сигаретах нашли пентабромдифениловые эфиры, необходимые для того, чтобы уберечь от горения плавящиеся элементы. В аэрозоле обнаружено и большое количество хрома, отсутствующего в обычных сигаретах, а также цинка, свинца и никеля. Это связано с соприкосновением аэрозоля с нагревательным элементом, содержащим данные тяжёлые металлы, которые также могут попасть в организм курящего. В некоторых работах цитотоксичность аэрозоля изучалась на человеческих лёгочных фибробластах, стволовых клетках человеческого эмбриона и нервных стволовых клетках мышей. Было показано, что стволовые клетки более чувствительны к веществам аэрозоля, чем дифференцированные клетки. На цитотоксичность, которая варьировала от высокой до низкой степени, также влияла конструкция сигарет (распылитель из нержавеющей стали или из никель-хромового сплава) [25]. Вообще, в прицельных исследованиях состава вейпов было обнаружено в общей сложности около 7000 различных компонентов: от атомов до твёрдых частиц, каждый из которых может оказать то или иное действие на организм человека [26]. Если в никотиновых вейпах основной вред отводится никотину, то при курении безникотиновых вейпов последствия не такие явные, но уже очевидные.

Изучается влияние курения вейпов на иммунную систему человека. Обнаружено, что употребление электронных сигарет изначально некурящими людьми крат-

ковременно увеличивает активацию (уровни sCD40L и sP-селектина) и агрегацию тромбоцитов [27]. Воздействие аэрозоля электронной сигареты на нейтрофилы приводило к увеличению экспрессии CD11b и CD66b, являющихся маркерами активации нейтрофилов [28]. Повышенный окислительный стресс, повреждение эндотелия сосудов, нарушение функции эндотелия и все изменения сосудистого тонуса были зарегистрированы на людях, связанных с вейпингом [29–31]. Известно, что активация тромбоцитов и лейкоцитов, а также эндотелиальная дисфункция связаны с атерогенезом и формированием повреждений сердечно-сосудистой системы [32]. В связи с этим вопрос о потенциальной связи ежедневного потребления электронных сигарет и повышенного риска инфаркта миокарда остаётся открытым, а исследования в этой области продолжаются.

Получены экспериментальные данные о влиянии жидкости для электронных сигарет на когнитивные функции. При введении животным внутривентриально 28 мкл на кг массы тела жидкости электронных сигарет без никотина в течение 4 нед было установлено значительное уменьшение жизнеспособности клеток гиппокампа, хотя жизнеспособность клеток коры мозга оставалась неизменной. У лабораторных животных снизилась функция распознавания и кратковременной памяти по сравнению с контролем. Авторы работы сделали вывод, что жидкость электронных сигарет без никотина вызывает когнитивные нарушения, обусловленные морфологическими нарушениями в гиппокампе [33]. При изучении буккального эпителия было показано, что вещества, которые содержит пар от электронных сигарет, изменяют морфологические структуры эпителия внутренней стороны щеки. У курильщиков значительно чаще встречались клетки с микроядрами, двухъядерные клетки, что может являться признаками нарушения клеточного дыхания, провоцировать повреждение слизистой оболочки полости рта на клеточном уровне [34]. Давно доказано, что курение табачных сигарет является фактором риска развития пародонтита, при этом *in vitro* показано, что вейпы оказывают аналогичное воздействие на пародонт, независимо от содержания в них никотина [35].

В августе 2019 г. Центр США по контролю и профилактике заболеваний объявил о нескольких случаях острого повреждения лёгких, связанного с употреблением электронных сигарет, которое привело к смертям среди людей молодого возраста [36]. При компьютерной томографии лёгких было выявлено локальное воспаление, вызванное аэрозольными маслами из электронных сигарет. Установлено также влияние тетрагидроканнабинола и витамина Е, которые найдены в этих смесях. Особую роль в повреждении лёгких отводят сочетанию патологического действия аэрозоля вейпа и новой коронавирусной инфекции. Показано, что курильщики вейпов более уязвимы к SARS-CoV-2 (тяжёлому течению инфекции или к неблагоприятным исходам) [37].

Ещё одна проблема использования электронных сигарет — это перезаряжаемые заправочные устройства, которые зачастую продаются в небезопасных для детей контейнерах, что увеличивает риск проглатывания или вдыхания содержимого. Этому способствует привлекательный внешний вид контейнеров и приятный фруктовый или цветочный запах. Важно отметить, что до

настоящего времени изучены лишь краткосрочные эффекты влияния аэрозоля электронных сигарет на здоровье человека, а долгосрочные последствия потребления электронных сигарет ещё не ясны.

Таким образом, даже безникотиновые вейпы, позиционируемые производителями как относительно безопасные, несут в себе огромное количество вредных, зачастую непредсказуемых эффектов на здоровье человека, многие из которых уже известны, а многие только предстоит изучить.

Литература

(п.п. 1–33; 35–37 см. References)

34. Алехина А.В., Зенцова Е.А., Иванова П.С. Особенности буккального эпителия у курильщиков электронных сигарет. В кн.: *Материалы IV Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием XIV областной фестиваль «Молодые ученые – развитию Ивановской области»*. Иваново; 2018: 339–41.

References

1. The New York Times. Barshad A. Kids will keep Falling until we make vaping as cool as smoking. Is the Juul craze almost over? Probably not!! The Juul is too cool; 2018. Available at: <https://www.nytimes.com/2018/04/07/style/the-juul-is-too-cool.html>
2. Hsu G., Sun J.Y., Zhu S.H. Evolution of electronic cigarette brands from 2013-2014 to 2016-2017: analysis of brand websites. *J. Med. Internet. Res.* 2018; 20(3): e80. <https://doi.org/10.2196/jmir.8550>
3. Pokhrel P., Herzog T.A., Muranaka N., Fagan P. Young adult e-cigarette users' reasons for liking and not liking e-cigarettes: a qualitative study. *Psychol. Health.* 2015; 30(12): 1450–69. <https://doi.org/10.1080/08870446.2015.1061129>
4. Harrell P.T., Simmons V.N., Correa J.B. Electronic nicotine delivery systems (“e-cigarettes”): review of safety and smoking cessation efficacy. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2014; 151(3): 381–93. <https://doi.org/10.1177/0194599814536847>
5. Eaton D.L., Kwan L.Y., Stratton K., eds. *Committee on the Review of the Health Effects of Electronic Nicotine Delivery Systems. Public Health Consequences of E-Cigarettes*. Washington, DC: National Academies Press; 2018. <https://doi.org/10.17226/24952>
6. Goniewicz M.L., Boykan R., Messina C.R., Eliscu A., Tolentino J. High exposure to nicotine among adolescents who use Juul and other vape pod systems (“pods”). *Tob. Control.* 2019; 28(6): 676–7. <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2018-054565>
7. Goniewicz M.L., Smith D.M., Edwards K.C., Blount B.C., Caldwell K.L., Feng J., et al. Comparison of nicotine and toxicant exposure in users of electronic cigarettes and combustible cigarettes. *JAMA Netw. Open.* 2018; 1(8): e185937. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.5937>
8. Soneji S. Errors in data input in Meta-analysis on association between initial use of e-cigarettes and subsequent cigarette smoking among adolescents and young adults. *JAMA Pediatr.* 2018; 172(1): 92–3. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2017.4200>
9. Schober W., Szendrei K., Matzen W., Osiander-Fuchs H., Heitmann D., Schettgen T., et al. Use of electronic cigarettes (e-cigarettes) impairs indoor air quality and increases FeNO levels of e-cigarette consumers. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2014; 217(6): 628–37. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2013.11.003>
10. Demissie Z., Jones S.E., Clayton H.B., King B.A. Adolescent risk behaviors and use of electronic vapor products and cigarettes. *Pediatrics.* 2017; 139(2): e20162921. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2921>
11. McCabe S.E., West B.T., Veliz P., Boyd C.J. E-cigarette use, cigarette smoking, dual use, and problem behaviors among U.S. Adolescents: Results from a National Survey. *J. Adolesc. Health.* 2017; 61(2): 155–62. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2017.02.004>
12. Kristjansson A.L., Mann M.J., Sigfusdottir I.D. Licit and illicit substance use by adolescent e-cigarette users compared with conventional cigarette smokers, dual users, and nonusers. *J. Adolesc. Health.* 2015; 57(5): 562–4. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2015.07.014>

13. Hutzler C., Paschke M., Kruschinski S., Henkler F., Hahn J., Luch A. Chemical hazards present in liquids and vapors of electronic cigarettes. *Arch. Toxicol.* 2014; 88(7): 1295–308. <https://doi.org/10.1007/s00204-014-1294-7>
14. Hahn J., Monakhova Y.B., Hengen J., Kohl-Himmelseher M., Schüssler J., Hahn H., et al. Electronic cigarettes: overview of chemical composition and exposure estimation. *Tob. Induc. Dis.* 2014; 12(1): 23. <https://doi.org/10.1186/s12971-014-0023-6>
15. American Cancer Society. What Do We Know About E-cigarettes? 2021. Available at: <https://www.cancer.org/healthy/stay-away-from-tobacco/e-cigarettes-vaping/what-do-we-know-about-e-cigarettes.html>
16. Kienhuis A.S., Soeteman-Hernandez L.G., Bos P.M.J., Cremers H.W., Klerx W.N., Talhout R., et al. Potential harmful health effects of inhaling nicotine-free shisha-pen vapor: a chemical risk assessment of the main components propylene glycol and glycerol. *Tob. Induc. Dis.* 2015; 13(1): 15. <https://doi.org/10.1186/s12971-015-0038-7>
17. Schweitzer R.J., Wills T.A., Tam E., Pagano I., Choi K. E-cigarette use and asthma in a multiethnic sample of adolescents. *Prev. Med.* 2017; 105: 226–31. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.09.023>
18. Wieslander G., Norback D., Lindgren T. Experimental exposure to propylene glycol mist in aviation emergency training: acute ocular and respiratory effects. *Occup. Environ. Med.* 2001; 58(10): 649–55. <https://doi.org/10.1136/oem.58.10.649>
19. Behar R.Z., Davis B., Wang Y., Bahl V., Lin S., Talbot P. Identification of toxicants in cinnamon-flavored electronic cigarette refill fluids. *Toxicol. In Vitro.* 2014; 28(2): 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2013.10.006>
20. Pinkston R., Zaman H., Hossain E., Penn A.L., Noël A. Cell-specific toxicity of short-term JUUL aerosol exposure to human bronchial epithelial cells and murine macrophages exposed at the air-liquid interface. *Respir. Res.* 2020; 21(1): 269. <https://doi.org/10.1186/s12931-020-01539-1>
21. Amrock S.M., Lee L., Weitzman M. Perceptions of e-Cigarettes and noncigarette tobacco products among US Youth. *Pediatrics.* 2016; 138(5): e20154306. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-4306>
22. Comer D.M., Elborn J.S., Ennis M. Inflammatory and cytotoxic effects of acrolein, nicotine, a cetylaldehyde and cigarette smoke extract on human nasal epithelial cells. *BMC Pulm. Med.* 2014; 14: 32. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-14-32>
23. Bhatnagar A., Whitsel L.P., Ribisl K.M., Bullen C., Chaloupka F., Piano M.R., et al. Electronic Cigarettes. A policy statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2014; 130(16): 1418–36. <https://doi.org/10.1161/CIR.000000000000107>
24. Herrington J.S., Myers C. Electronic cigarette solutions and resultant aerosol profiles. *J. Chromatogr. A.* 2015; 1418: 192–9. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2015.09.034>
25. Williams M., Villarreal A., Bozhilov K., Lin S., Talbot P. Metal and silicate particles including nanoparticles are present in electronic cigarette cartomizer fluid and aerosol. *PLoS One.* 2013; 8(3): e57987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057987>
26. Patnode C.D., Henderson J.T., Thompson J.H., Senger C.A., Fortmann S.P., Whitlock E.P., et al. Behavioral counseling and pharmacotherapy interventions for tobacco cessation in adults, including pregnant women: a review of reviews for the U.S. preventive services task force. *Ann. Intern. Med.* 2015; 163(8): 608–21. <https://doi.org/10.7326/M15-0171>
27. Nocella C., Biondi-Zoccai G., Sciarretta S., Peruzzi M., Pagano F., Loffredo L., et al. Impact of tobacco versus electronic cigarette smoking on platelet function. *Am. J. Cardiol.* 2018; 122(9): 1477–81. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2018.07.029>
28. Higham A., Rattray N.J.W., Dewhurst J.A., Trivedi D.K., Fowler S.J., Goodacre R., et al. Electronic cigarette exposure triggers neutrophil inflammatory responses. *Respir. Res.* 2016; 17(1): 56. <https://doi.org/10.1186/s12931-016-0368-x>
29. Antoniewicz L., Bosson J.A., Kuhl J., Abdel-Halim S.M., Kiessling A., Mobarrez F., et al. Electronic cigarettes increase endothelial progenitor cells in the blood of healthy volunteers. *Atherosclerosis.* 2016; 255: 179–85. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2016.09.064>
30. Carnevale R., Sciarretta S., Violi F., Nocella C., Loffredo L., Perri L., et al. Acute impact of tobacco vs electronic cigarette smoking on oxidative stress and vascular function. *Chest.* 2016; 150(3): 606–12. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2016.04.012>
31. Vlachopoulos C., Ioakeimidis N., Abdelrasoul M., Terentes-Printzios D., Georgakopoulos C., Pietri P., et al. Electronic cigarette smoking increases aortic stiffness and blood pressure in young smokers. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2016; 67(23): 2802–3. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.03.569>
32. Von Hundelshausen P., Schmitt M.M. Platelets and their chemokines in atherosclerosis-clinical applications. *Front. Physiol.* 2014; 5: 294. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00294>
33. Golli N.E., Dallagi Y., Rahali D., Rejeb I., Fazaa S.E. Neurobehavioral assessment following e-cigarette refill liquid exposure in adult rats. *Toxicol. Mech. Methods.* 2016; 26(6): 435–42. <https://doi.org/10.1080/15376516.2016.1193585>
34. Alekhina A.V., Zentsova E.A., Ivanova P.S. Features of buccal epithelium in e-cigarette smokers. In: *Materials of the IV All-Russian Scientific Conference of students and young scientists with international participation of the XIV regional festival «Young scientists – development of the Ivanovo region» [Materialy IV Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem XIV oblastnoy festival' «Molodye uchenye – razvitiyu Ivanovskoy oblasti»]*. Ivanovo; 2018: 339–41. (in Russian)
35. Figueredo C.A., Abdelhay N., Figueredo C.M., Catunda R., Gibson M.P. The impact of vaping on periodontitis: A systematic review. *Clin. Exp. Dent. Res.* 2021; 7(3): 376–84. <https://doi.org/10.1002/cre2.360>
36. Münzel T., Hahad O., Kuntic M., Keaney J.F., Deanfield J.E., Daiber A., et al. Effects of tobacco cigarettes, e-cigarettes, and waterpipe smoking on endothelial function and clinical outcomes. *Eur. Heart J.* 2020; 41(41): 4057–70. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa460>
37. Javelle E. Electronic cigarette and vaping should be discouraged during the new coronavirus SARS-CoV-2 pandemic. *Arch. Toxicol.* 2020; 94(6): 2261–2. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02744-z>

Сведения об авторах:

Фисенко Андрей Петрович, доктор мед. наук, проф., директор ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, director@nczd.ru; **Макарова Светлана Геннадиевна**, доктор мед. наук, зам. директора по научной работе ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; руководитель Центра профилактической педиатрии; проф. каф. многопрофильной клинической подготовки факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова», sm27@yandex.ru