

DOI: <https://doi.org/10.17816/CS625805>

Электронные сигареты как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний: нарративный обзор литературы

Н.А. Сурикова¹, А.С. Глухова²¹ Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург, Россия;² ООО «Медицинский центр “Одонт”», Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Цель работы — провести анализ и обобщение имеющихся данных об электронных сигаретах и их влиянии на сердечно-сосудистую систему. В обзоре представлены материалы отечественных и зарубежных авторов о влиянии электронных сигарет на организм. Для написания статьи использовано 69 различных источников литературы — статьи, опубликованные в международных базах цитирования PubMed (MEDLINE), Scopus, а также опубликованные в РИНЦ фундаментальные исследования и монографии. Отбор данных осуществляли по ключевым словам «сердечно-сосудистые заболевания», «факторы риска», «артериальная гипертензия», «хроническая сердечная недостаточность», «электронные сигареты», «вейпы». Из анализа исключали материалы, авторство которых не установлено, учебные пособия, околонаучные интернет-ресурсы, а также публикации, не соответствующие тематике исследования. По результатам обзора были выявлены данные о негативном влиянии электронных сигарет на дыхательную, репродуктивную, сердечно-сосудистую систему и состояние полости рта, а также разобраны основные химические соединения в составе пара, способные нанести вред здоровью пользователей электронных сигарет. Представление об электронных сигаретах как о более безопасной альтернативе традиционному курению во многом показано спорным и требующим дальнейшего изучения. Эти сведения могут быть необходимы практикующим врачам с целью профилактики заболеваний и охраны здоровья населения.

Ключевые слова: факторы риска; сердечно-сосудистые заболевания; электронные сигареты; артериальная гипертензия.

Для цитирования:

Сурикова Н.А., Глухова А.С. Электронные сигареты как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний: нарративный обзор литературы // CardioСоматика. 2024. Т. 15, № 2. С. 171–184. DOI: <https://doi.org/10.17816/CS625805>

DOI: <https://doi.org/10.17816/CS625805>

E-cigarettes as a risk factor for cardiovascular diseases: a narrative literature review

Nina A. Surikova¹, Anna S. Glukhova²

¹ Orenburg State Medical University, Orenburg, Russia;

² Odont Medical Center LLC, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

The aim of the work is to analyze and summarize the available data on e-cigarettes and their effect on the cardiovascular system. The review presents materials by domestic and foreign authors on the effect of electronic cigarettes (e-cigarettes) on the body. 69 different literature sources were used to write the article — articles published in the international citation databases PubMed (MEDLINE), Scopus, as well as fundamental research and monographs published in the RSCI. The data were selected according to the keywords "cardiovascular diseases", "risk factors", "arterial hypertension", "chronic heart failure", "electronic cigarettes", "vapes". Materials whose authorship has not been established, textbooks, near-scientific Internet resources, as well as publications that do not correspond to the subject of the study were excluded from the analysis. According to the results of the review, data on the negative effects of e-cigarettes on the respiratory, reproductive, cardiovascular system and oral cavity were revealed, as well as the main chemical compounds in the vapor composition that can harm the health of e-cigarette users were analyzed. The idea of e-cigarettes as a safer alternative to traditional smoking has been shown to be controversial in many ways and requires further study. This information may be necessary for practitioners in order to prevent diseases and protect public health.

Keywords: risk factors; cardiovascular diseases; electronic cigarettes; arterial hypertension.

To cite this article:

Surikova NA, Glukhova AS. E-cigarettes as a risk factor for cardiovascular diseases: a narrative literature review. *CardioSomatics*. 2024;15(2):171–184. DOI: <https://doi.org/10.17816/CS625805>

Received: 19.01.2024

Accepted: 21.06.2024

Published online: 18.07.2024

ВВЕДЕНИЕ

Электронные устройства доставки табака широко используются населением и являются очень популярными среди молодёжи. По данным опроса, проведённого среди школьников США в 2019 году, 27,5% учащихся старших классов и 10,5% учащихся средних школ курили электронные сигареты (ЭС) в течение месяца до прохождения опроса [1].

Согласно докладу ВОЗ по 44 странам Европы, Азии и Канады за 2021–2022 годы, однократно пробовали ЭС 30% подростков 15 лет, причём 20% пробовали их в течение последнего месяца. При этом гендерный разрыв между курящими выравнивается — доля потребителей ЭС женского пола растёт [2].

Дальнейшее изучение воздействия ЭС на организм является перспективным направлением с точки зрения работы над факторами риска и эффективностью лечения сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ).

Электронные сигареты — это портативные устройства, которые работают по типу нагревания раствора или специальной жидкости и генерируют аэрозоль с содержанием никотина или без него. Состав аэрозоля определяется температурой и компонентами нагретой жидкости, в основу которой входят глицерин, пропиленгликоль, никотин в различной концентрации, ароматизаторы и другие безникотиновые соединения. Несмотря на широкую популярность, многие эффекты и отдалённые последствия воздействия ЭС продолжают оставаться неизученными из-за относительно небольшого срока их массового применения, причём ЭС последнего поколения содержат больше никотина и токсичных веществ, чем предыдущие устройства, особенно у опытных пользователей [3].

Обычно устройство ЭС включает металлическую катушку, обёрнутую материалом, способным впитывать жидкую основу. Металлическая катушка нагревается электрическим током от батареи, которая, в свою очередь, способна испарять жидкую основу. Жидкая основа состоит из растворителя пропиленгликоля и растительного глицерина с добавлением ароматизаторов, никотина и иногда таких веществ, как тетрагидроканнабинол. При нагревании и пропиленгликоль, и растительный глицерин образуют густой, похожий на дым пар [4].

В отличие от обычных сигарет у электронных не имеет фазы горения, из-за чего не выделяются дым и угарный газ, но отмечается испарение нагревательной смеси, в ходе получения которой в пар выделяются такие металлы, как никель, хром, алюминий, цинк, олово, марганец [5].

Выявление эпидемиологического воздействия ЭС является сложной задачей, так как для оценки нужно ежедневное курение одинаковой продолжительности и интенсивности. Пользователь ЭС может длительно применять нагревательное устройство в один день и сделать всего одну или две затяжки в другой, что осложняет расчёт

потребления жидкости и воздействия её компонентов. Вторым моментом, препятствующим оценке вреда, может быть произвольное и нерегулярное добавление в смеси никотина, что также усложняет подсчёты.

Если при курении обычных сигарет можно сосчитать их пачками, поштучно или же по количеству никотина, то при употреблении электронных такие данные получить намного сложнее. При этом наблюдение за сторонниками употребления ЭС в течение длительного времени усложняется из-за постепенного изменения систем доставки нагревательных смесей. Также серьёзные трудности в оценке воздействия ЭС на организм вызывает зачастую предшествующий анамнез традиционного курения, из-за чего оценка возможных рисков может нести искажения [6].

В качестве аргументов о пользе ЭС их сторонники приводят доводы, что они помогают бороться с зависимостью от курения и оказывают меньший вред сердечно-сосудистой системе и организму в целом [7]. Мы остановились на каждом из этих утверждений для поиска более подробных данных, чтобы максимально объективно рассмотреть их достоверность.

Цель работы — произвести анализ и обобщить имеющиеся данные об ЭС как факторе риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и оценить его место в современной концепции профилактики ССЗ.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

В обзоре представлены данные отечественных и зарубежных авторов по вопросам ЭС и их влияния на ССЗ. Для написания статьи было проанализировано 300 работ, из которых было отобрано 69 источников, опубликованных за последние 10 лет на английском и русском языке и представленных в открытом доступе. Использовались статьи, опубликованные в международных базах цитирования PubMed (MEDLINE), Scopus, КиберЛенинка, eLibrary, а также опубликованные в РИНЦ фундаментальные исследования и монографии. Поиск данных осуществляли по ключевым словам «сердечно-сосудистые заболевания», «факторы риска», «артериальная гипертензия», «хроническая сердечная недостаточность», «электронные сигареты», «e-sigs», «electronic cigarettes», «EVALI». Из анализа исключали материалы, авторство которых не установлено, учебные пособия, околонуучные интернет-ресурсы, а также публикации, не соответствующие тематике исследования.

ОБСУЖДЕНИЕ

Электронные сигареты как средство для отказа от табакокурения

Сторонники ЭС заявляют о возможности их использования в качестве средства для прекращения курения.

Вторым преимуществом ЭС принято считать минимизацию вреда из-за более низкого уровня воздействия токсичных веществ в паре. Несмотря на это, доказано, что употребление ЭС приводит к никотиновой зависимости у подростков. Аналогичным образом раннее начало и более высокая частота употребления никотина в электронных жидкостях были связаны с более высокой зависимостью от никотина и повышенной вероятностью курения традиционных сигарет (ТС) в будущем [8].

При изучении способов отказа от курения было выявлено, что ЭС оказались более эффективной мерой для отказа от курения, чем никотинзаместительная терапия [7, 9].

Уровень продолжающегося употребления ЭС после отказа от традиционного курения был довольно высоким, что можно рассматривать как проблему, так как курильщик продолжает подвергаться вредному воздействию никотина и токсических веществ пара. Положительным моментом является то, что употребление ЭС при отказе от традиционного курения может снизить симптомы абстиненции, такие как запор, язвы во рту, и увеличение веса и продолжать оказывать некоторые положительные субъективные эффекты, ранее возникавшие в результате курения. При условии, что продолжающееся употребление ЭС имеет те же последствия, что и длительное употребление никотинзамещающих препаратов, у заядлых курильщиков с высоким риском рецидива длительное использование ЭС также может помочь предотвратить рецидив [9]. Опрос респондентов, бросивших курение любых видов сигарет, выявил, что безникотиновые ароматизаторы, не имеющие табачного вкуса (мята, фрукты, выпечка и т.д.), существенно увеличивали шансы бросить курить у пациентов, настроенных на прекращение курения [10].

В других исследованиях были получены более настораживающие данные: вероятность бросить курить у пользователей ЭС и ТС была выше, чем у пользователей только ТС, спустя 6 месяцев, но спустя 12 и 18 месяцев после отказа от курения значимой разницы не было выявлено. Доказательства более высокой вероятности бросить курить у лиц, сочетающих разные средства доставки табака и мотивированных на прекращение курения, также не были получены [11].

Обратные данные были получены по впервые возникающему курению обычных сигарет: в исследовании более 17 тысяч подростков и молодых людей от 14 до 30 лет вероятность начала курения традиционных сигарет составляла 7,9% для опрошенных, никогда не куривших ЭС, и 30,4% для лиц, ранее куривших ЭС. Таким образом, можно сделать вывод, что начало употребления ЭС значительно повышает вероятность последующего перехода на ТС [12].

При исследовании успешности прекращения курения с помощью ЭС выяснилось, что мужчины легче, чем женщины, отказываются от всех видов курения, хотя при этом имеют более высокий риск рецидива в будущем [13].

Согласно перечисленным выше данным, ЭС могут помочь при отказе от курения, но в то же время способны спровоцировать начало употребления ТС.

Последние позиции правительственных и неправительственных организаций имеют разный уровень осторожности в отношении ЭС как средства отказа от табакокурения. ВОЗ считает ЭС неэффективным методом борьбы с табачной зависимостью, обращая внимание на вовлечение молодого поколения в курение при помощи привлекательных вкусов и изображений на устройствах нагревания, и оставляет в приоритете консультации медработников с использованием никотиновой и безникотиновой фармакотерапии [14]. Ирландский фонд сердца не советует рассматривать ЭС как вспомогательное средство для прекращения курения и выступает за строгие ограничительные меры в отношении ЭС: запрет на продажу лицам до 18 лет, запрет на рекламу, в том числе в Интернете, а также запрет на различные вкусы, кроме вкуса табака [15]. Согласно заявлению Службы общественного здравоохранения Англии, ЭС считаются менее вредными, чем ТС, хотя долгосрочные последствия их использования требуют дополнительного изучения [16]. Европейская ассоциация профилактической кардиологии выражает обеспокоенность по поводу популярности ЭС среди молодежи, пробелов в изучении воздействия ЭС на организм, а также неоднозначных выводов об их вкладе в прекращение курения [17]. Американская кардиологическая ассоциация предлагает уделять больше внимания изучению последствий курения ЭС, а также борьбе со стереотипами о высокой безопасности ЭС, ограничить доступ к ЭС у подростков и ввести меры по регуляции маркетинговых кампаний как в Интернете, так и за его пределами. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов уже запретило использование фруктовых и мятных вкусов для жидкостей, но концентрация никотина в них до сих пор не ограничивается и может составлять до 59 мг/мл (для сравнения: концентрация никотина в одной сигарете составляет около 20 мг/мл) [18].

Влияние электронных сигарет на субъективное самочувствие

Нередко употребление ЭС вызывает ряд неспецифических симптомов, что нужно учитывать врачам при обращении пациентов с подобными жалобами. Результаты опроса, проведенного J.L. King и соавт. среди 1624 человек, выявили кашель (40% случаев), сухость или раздражение во рту (31%), головокружение (27%), головные боли (21,9%), одышку (18,1%), изменение или потерю вкуса (12,9%) и другие симптомы (6,2%) — чаще всего тошноту, стеснение в груди, заложенность носа [19]. По данным анализа 41 215 сообщений в Интернете на предмет возникших после употребления ЭС изменений здоровья, лидировали проблемы со стороны дыхательной и неврологической системы, а также нарушения состояния полости рта [20].

По результатам опроса пользователей традиционного и электронного методов употребления никотина, сторонники ЭС показали меньший субъективный уровень зависимости от курения и связанного с ним дискомфорта: по сравнению с курильщиками ТС они реже считали себя зависимыми (77,2 против 94,0%) и реже отмечали сильное желание курить (72,8 против 86,9%). При оценке времени выкуривания сигареты оказалось, что в течение первых 5 минут после пробуждения курят 15,1% пользователей ЭС и 24,0% пользователей ТС [21]. С другой стороны, использование ЭС при прекращении применения ТС ассоциировалось с меньшим уровнем чувства удовлетворения от курения [22].

Влияние электронных сигарет на сердечно-сосудистую, дыхательную, репродуктивную систему и здоровье полости рта

Поскольку механизм употребления ЭС отличается от традиционного табакокурения, эти отличия требуют отдельного внимания в оценке рисков для здоровья курящего. Ряд исследователей предполагают, что химические реакции, происходящие при нагревании, могут вызывать изменения первоначальных составных веществ смесей, образуя потенциально токсичные соединения. При нагревании жидкостей для вейпа выделяются многие вредные для здоровья вещества: в моче людей, использующих данный вид курения, было выявлено двойное превышение по сравнению с некурящими таких метаболитов, как акрилонитрил, акролеин, пропиленоксид, акриламид и кротональдегид. У курящих, сочетающих электронные и обычные сигареты, уровень этих веществ значительно превышал норму [23].

Продукты распада пропиленгликоля, такие как молочная кислота, уксусная кислота и пропионовый альдегид, могут оказывать вредное влияние на зубную эмаль, повышая риск стоматологических заболеваний. Поскольку пропиленгликоль является гигроскопичным соединением, он может связывать молекулы воды в полости рта, что приводит как к субъективным жалобам на сухость во рту, так и способствует возникновению кариеса и патологий пародонта. Подсластители, входящие в состав электронных жидкостей, могут образовывать биоплёнку на поверхности зубной эмали, провоцируя развитие кариеса [24].

Местное влияние пара ЭС вызывает повреждение ДНК эпителия ротовой полости, что может приводить к онкологическим заболеваниям при его регулярном воздействии. Уровень повреждения ДНК зависел от состава жидкости — сильнее всего он был выражен у пользователей жидкостей со вкусами фруктов, мяты и ментола. Как правило, в состав этих вкусов входят лактоны, пиперональ, бензальдегид и этилмальтол, которые разлагаются на радикалы и активные соединения во время нагревания и испарения. При этом концентрация никотина в смеси не влияла на уровень цитотоксичности [25].

При изучении влияния ЭС на микробиом полости рта было выявлено, что микробные экосистемы курильщиков ЭС без заболеваний пародонта были сходны с микробными экосистемами пациентов, страдающих пародонтитом. Учитывая, что пародонтит возникает в результате инфекционного воздействия и формируется многие десятилетия, можно предположить, что пользователи ЭС имеют очень высокие риски возникновения этого заболевания. Для сравнения: у курильщиков обычных сигарет, имевших, согласно исследованию, гораздо меньшие сбои в составе микрофлоры, отмечается в четыре раза более высокий риск пародонтита в сравнении с некурящими людьми [26].

Известно, что ЭС влияют на дыхательную систему. Они могут быть как причиной острых процессов — бронхита, внебольничной пневмонии или острого дистресс-синдрома, так и фиброзных процессов (организуемая пневмония, респираторный бронхиолит, эмфизема лёгких). Патоморфологические изменения могут проявляться в виде острой эозинофильной, липоидной, интерстициальной пневмонии [27]. Поражение лёгких, связанное с вейпингом (E-cigarette or vaping product use associated lung injury), имеет сокращённое название — EVALI. В зарубежных источниках всё чаще можно увидеть упоминание об этом заболевании, в то время как в российских наблюдениях лишь единичные публикации [28]. Первое упоминание о EVALI было зарегистрировано в 2012 году. Начало активного распространения этого заболевания пришлось на 2019–2020 годы. В настоящее время в США зафиксировано более 2600 случаев и около 70 смертельных исходов [29].

Пассивное и активное курение ЭС увеличивало распространённость бронхиальной астмы среди подростков, а также утяжеляло её течение [30]. Повышенный уровень использования ЭС среди астматиков по сравнению со здоровыми подростками был выявлен в США, Канаде и Южной Корее [31]. Имеются данные об увеличении риска астмы при воздействии формальдегида [32], что соотносится с исследованиями о выделении формальдегида при образовании испарений во время использования ЭС [33].

Отдельного внимания заслуживает влияние ЭС на восприимчивость к инфекционным заболеваниям — путём взятия соскобов биопсии носового эпителия, смывов, анализов мочи и крови было выявлено значительное подавление защитных реакций организма на респираторные вирусные инфекции, такие как вирус гриппа [34].

Наличие никеля, марганца, кадмия и хрома значительно варьировало у разных производителей устройств для электронного курения. Никель относится к канцерогенам 1-й группы и может вызывать хронический бронхит и рак лёгких у лиц, подвергающихся его регулярному воздействию. Последствия вдыхания никеля могут включать ринит, хронический синусит, бронхит и аллергическую астму, а также вызывать аллергические реакции в виде поражения слизистых и кожных покровов, периорального

дерматита. Вдыхание хрома повышает риски эмфиземы и хронических инфекций лёгких [35].

Трёх- и шестивалентные соединения хрома могут вызывать повреждения ДНК и увеличение числа мутаций [36], хотя данные о валентности хрома, содержащегося в испарениях электронных сигарет, пока не получены. С точки зрения потребителя изменчивость концентраций металлов затрудняет определение того, какие марки или устройства могут быть менее вредными.

Последствиями употребления ЭС со стороны нервно-психической системы могут стать нарушение памяти, тремор и мышечные спазмы [29].

Некоторые исследования выявляли потенциальную связь курения ЭС с нарушениями моторики желудочно-кишечного тракта, проявляющимися рвотой и диареей, но эти данные требуют дополнительного изучения [37].

Влияние электронных сигарет на сердечно-сосудистую систему

Точная оценка рисков со стороны сердечно-сосудистой системы у потребителей ЭС является сложным процессом, потому что использование такого вида курения затрагивает целый ряд аспектов её работы.

Одним из ключевых моментов развития атеросклероза, ишемической болезни сердца и инфаркта миокарда можно считать эндотелиальную дисфункцию — нарушение работы эндотелия в поддержании сосудистого тонуса, воспаления, агрегации тромбоцитов и коагуляции.

Окислительный процесс оценивали и в малых клинических исследованиях. Так, например, R. Carnevale и соавт. в одином слепом исследовании, в котором приняли участие 40 человек, оценили окислительный стресс и эндотелиальную дисфункцию у курильщиков и некурящих. После изучения обеих групп выяснилось, что воздействие выбросов ЭС значительно увеличивало окислительные маркеры [38].

S. Mastrangeli и соавт. в своём исследовании с участием 42 респондентов обнаружили, что окисляемость липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) была значительно увеличена при длительном потреблении ЭС по сравнению с некурящими, что указывает на повышенный риск окислительного повреждения и окисления ЛПНП, предрасполагающих к атеросклерозу [39].

Жидкость ЭС, содержащая пропиленгликоль, никотин и глицерин, в процессе нагревания выделяет карбонильные соединения в качестве продуктов распада. Входящие в их состав формальдегид и акроилеин образуют аддукты с молекулами белков и ДНК, запуская процессы окислительного стресса, эндотелиальной дисфункции и воспаления [40]. Основным показателем, влияющим на количество акроилеина и формальдегида в образующемся паре, оказалась величина температуры нагревания элементов сигареты из-за конструкции самого устройства или же непреднамеренный перегрев деталей. ЭС нового поколения предполагают намеренное повышение температуры

нагревательного элемента с целью увеличения количества самого аэрозоля и повышения доставки никотина, что создаёт дополнительную нагрузку на курильщика в виде увеличения вредных продуктов горения. Иногда внутренняя температура нагревательного элемента может достигать 350 градусов по Цельсию, при том что пропиленгликоль вступает в реакцию окисления с выделением формальдегида, ацетальдегида и акроилеина при температурах от 127–227 градусов по Цельсию. Глицерин окисляется в формальдегид и ацетальдегид при более высокой температуре — от 270 градусов по Цельсию. При температуре 270 градусов из глицерина образовывалось более чем в 27 раз больше формальдегида и более чем в 5 раз больше ацетальдегида, чем из пропиленгликоля. При температуре 318 градусов из глицерина образовывалось более чем в 10 раз большее количество формальдегида, чем из пропиленгликоля, а количество ацетальдегида из глицерина и пропиленгликоля выравнивалось. Эти данные говорят о стремительном нарастании вреда от ЭС при использовании специальных настроек для повышенного нагревания и некачественных устройств с нерегулируемой температурой [41].

Ароматизаторы, входящие в состав вейпов, также могут наносить дополнительный вред. Например, диацетил (2,3-бутандион), используемый в ЭС для придания сливочного или масляного привкуса, способен вызывать острый облитерирующий бронхит. При исследовании сотрудников, подвергшихся профессиональным вредным факторам в виде паров диацетила, было выявлено снижение объёма форсированного выдоха за 1 минуту, что являлось прямым признаком бронхообструкции. Диацетил был обнаружен в 110 из 159 ароматизаторов для ЭС, которые принадлежали 33 производителям из европейских стран (Франция, Германия, Греция, Италия, Польша и Великобритания) и США. 52 образца изученных жидкостей для ЭС подвергают потребителей воздействию диацетила, превышающему уровень безопасности, причём 26 из них имеют более чем пятикратное превышение нормативов, установленных Национальным институтом безопасности труда.

Кроме диацетила, острый облитерирующий бронхит способен вызывать ацетилпропионил. Ацетилпропионил был обнаружен в 53 из 159 образцов ароматизаторов для ЭС, принадлежавших 24 производителям. Количество ацетилпропионила превышало безопасное в 22 образцах, причём в 11 из них — более чем в 5 раз [42].

Во многих ЭС, содержавших вкусовые добавки, был обнаружен бензальдегид — вещество, обладающее ингаляционной токсичностью. Самый высокий уровень бензальдегида был обнаружен в вишнёвых ароматизаторах. Дозы бензальдегида, вдыхаемые при 30 затяжках ЭС, часто превышали дозы, вдыхаемые при аналогичном количестве затяжек традиционных сигарет [43]. При расчёте количества бензальдегида для среднестатистического потребления жидкости для вейпа в день его ежедневная

дозировка в некоторых марках вдвое превысила безопасную. Обеспокоенность вызывает отсутствие указаний о химическом составе вкусовых ароматизаторов на упаковках многих производителей ЭС. При этом допускается, что многие токсичные продукты могут образовываться в процессе химических реакций, происходящих при высокой температуре (так называемом парении). Некоторые вещества указаны как безопасные при их употреблении в пищу, но сведения о безопасности при их регулярном и длительном вдыхании отсутствуют [44].

Данных о роли ЭС в риске возникновения и утяжеления течения хронической обструктивной болезни лёгких (ХОБЛ) накоплено недостаточно, однако имеются исследования, позволяющие предположить отрицательное воздействие ЭС в отношении болеющих ХОБЛ и пациентов группы риска. При сравнении спирографии курящих и некурящих испытуемых было выявлено снижение объёма форсированного выдоха за 1 секунду, средней объёмной скорости форсированного выдоха (FEF 75, 25–75, 75–85%) и соотношения ОФВ1/ФЖЕЛ, что свидетельствует об обструктивных нарушениях функции дыхательных путей [45]. В другом исследовании выполнены сравнения бронхоальвеолярного лаважа, полученного в результате бронхоскопии у некурящих испытуемых, а также пользователей ТС и ЭС. Целью исследователей было изучение дисбаланса протеаз и антипротеаз, способных принимать участие в патогенезе ХОБЛ, эмфиземы и канцерогенеза. В результате выявлено одинаковое повышение протеаз, вызывающих повреждение и ремоделирование лёгких (MMP-2 и MMP-9), а также нейтрофильной эластазы у пользователей ТС и ЭС по сравнению с некурящими людьми [46].

При сравнении эндотелиальных клеток лиц, куривших ЭС, ТС и не куривших табак ни в каком виде, было выявлено одинаковое по значимости снижение активации эндотелиальной синтазы оксида азота (eNOS) между пользователями ЭС и ТС. Этот эффект не зависел от вида ароматизатора жидкостей ЭС [47]. Снижение активации eNOS приводит к уменьшению высвобождения эндотелиального оксида азота (NO) и по этой причине играет важную роль в регуляции сердечно-сосудистой системы. NO обладает вазодилатирующей функцией и является одним из ключевых вазопротекторных факторов. Снижение уровня NO является при артериальной гипертензии, сахарном диабете, гипертрофии левого желудочка, атеросклеротических заболеваниях [48].

Употребление ЭС и ТС показало снижение уровня такого антиоксиданта, как витамин Е, и снижение способности детоксикации H_2O_2 , что уменьшало противодействие окислительному стрессу. Спустя неделю воздержания от курения маркеры антиоксидантного статуса возвращались к прежнему уровню. При этом были зафиксированы рост показателя окислительного стресса sNox2-dp, высвобождающегося после активации тромбоцитов и являющегося показателем активации Nox2, и повышение H_2O_2 .

Также сеансы употребления ЭС и ТС приводили к росту таких маркеров активации тромбоцитов, как Scd40L и растворимый Р-селектин, уровень которых снижался до исходного спустя неделю отказа от сигарет [49].

H_2O_2 оказывает провоспалительное и вазодилатирующее действие, стимулирует рост атеросклеротической бляшки. Nox2 также обладает атерогенным эффектом. Активация Nox2 наблюдается у пациентов с дислипидемией, ожирением, курением, сахарным диабетом, синдромом обструктивного апноэ, что подтверждает его участие в процессе эндотелиальной дисфункции [50].

Тем не менее имеются сведения об уменьшении эндотелиальной дисфункции при переходе с ТС на ЭС, выявленные путём измерения скорости пульсовой волны у лиц, сменивших тип курения, спустя 1 месяц после перехода на ЭС. Особенно хорошо этот эффект был выражен у женщин. Было обнаружено снижение дилатации, опосредованной потоком, на 1,5% у группы испытуемых, перешедших на ЭС без никотина, на 1,5% у группы лиц, перешедших на ЭС с никотином и без него, и на 1,4% у группы лиц, перешедших на ЭС с никотином. Кроме того, обнаружилось снижение частоты сердечных сокращений при переходе на ЭС у испытуемых, чей индекс курения ТС составлял более 20 пачка/лет [51]. Метаанализ указывал, что снижение опосредованной потоком дилатации на 1% уменьшает относительный риск сердечно-сосудистых событий на 13% [52]. Из этого следует вывод, что употребление ЭС всё же вредит здоровью сердечно-сосудистой системы, хоть и не так сильно, как курение ТС.

При изучении пара ЭС были также обнаружены металлы, обладающие кардиотоксичностью, — свинец, никель, хром, марганец, олово, в отдельных случаях даже мышьяк. Их выделение обусловлено химической реакцией между нагреваемой металлической катушкой и жидкостью с образованием аэрозоля. Во время этой реакции концентрация свинца в аэрозоле по сравнению с исходной жидкостью увеличивается на 2000%, концентрации хрома, никеля и олова — на 600%.

При вдыхании частиц металлов их абсорбция организмом значительно выше, чем при приёме внутрь. Они подвергаются транспорту в альвеолы и перемещению через альвеолярные клетки непосредственно в организм, где вызывают процессы окислительного стресса, изменения вегетативной функции сердца, снижение доступности оксида азота для регуляции сосудистой деятельности. Снижение выработки оксида азота эндотелиальными клетками по сравнению с некурящими присутствует в равной степени как у традиционных курильщиков, так и у лиц, использующих ЭС [53].

Последствиями таких нарушений могут быть заболевания периферических артерий, инфаркты и инсульты [54].

Опрос более 60 тысяч человек в США показал независимую от других факторов связь ежедневного курения ЭС и увеличения вероятности возникновения инфаркта миокарда. Тем не менее употребление ЭС

в прошлом не давало значимой связи с увеличением риска инфаркта [55].

Однако результаты опроса в дальнейшем были подвергнуты критике, так как не учитывалось время начала курения ЭС (до или после инфаркта миокарда), а также в связи с невозможностью определения роли ЭС в развитии сердечно-сосудистых заболеваний у лиц, сочетающих оба метода курения [56].

Национальный опрос о состоянии здоровья населения США с 2014 года выявил, что инфаркт миокарда у курильщиков ЭС встречался в 2,6 раза чаще, чем у некурящих.

Предварительный анализ исследования PATH показал, что текущее употребление ЭС (не исключая употребления ТС) среди взрослых лиц с инфарктом миокарда в анамнезе составляет 13% (взвешенный показатель — 6%) [57].

Употребление ЭС было связано с повышенной активацией и агрегацией тромбоцитов как у курильщиков только ЭС, так и у лиц, курящих ТС, и людей, которые ранее никогда не курили [58].

У пациентов с ишемической болезнью сердца никотин ухудшает коронарное кровоснабжение и вызывает коронарные спазмы, тем самым увеличивая риск ишемии миокарда. Более того, никотин связан с сердечной недостаточностью, способствуя ремоделированию миокарда, приводящему к гипертрофии и фиброзу [59].

Было доказано, что совместное использование ЭС и ТС связано с увеличением в 2,91 раза вероятности острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) по сравнению с некурящими, а также в 1,83 раза по сравнению с текущими потребителями только горючих сигарет. Риск развития ОНМК у пользователей только ЭС по сравнению с некурящими не отличался. Вероятность ОНМК была ниже у потребителей только ЭС по сравнению с теми, кто в настоящее время употребляет только ТС [60].

При использовании ЭС у мужчин старшей возрастной группы было выявлено повышение максимальных цифр артериального давления (АД) днём и ночью, которые могут сравниться со значениями АД у пациентов, курящих ТС, и даже превышать их [61]. В двойном слепом рандомизированном исследовании производилось измерение АД и частоты сердечных сокращений (ЧСС) у испытуемых сразу после курения ТС и ЭС. В отличие от лиц контрольной группы у курильщиков периферическое АД повышалось в среднем на 15 минут после употребления обычной сигареты и на 45 — после электронной. Повышение ЧСС отмечалось на 30 минут после обычных сигарет и на 45 минут после ЭС [62]. При сравнении параметров АД и ЧСС у испытуемых, курящих никотиновые и безникотиновые смеси, было отмечено, что ЧСС и АД не изменяются при употреблении безникотиновых составов и значительно увеличиваются при курении никотиновой ЭС, что указывает на преобладающую роль никотина в повышении АД и ЧСС. Никотин обладает симпатомиметическим действием, высвобождая катехоламины из мозгового слоя

надпочечников и увеличивая чувствительность сердца к катехоламинам [63].

Примечательно, что симпатическое влияние на сердце, измеряемое при помощи увеличения вариабельности сердечного ритма, проявлялось как при наиболее распространённых у пользователей дозах никотина, так и при достаточно низких [64]. При этом симпатостимулирующие эффекты никотиновых ЭС нельзя назвать кратковременными — повышенная вариабельность сердечного ритма наблюдалась спустя 8 часов воздержания от никотина, а также у курильщиков ЭС, у которых по анализам не был обнаружен никотин при измерении вариабельности ритма [65].

Влияние электронных сигарет на беременность

Данные о распространённости курения ЭС среди беременных женщин мало представлены в современных исследованиях. При изучении этого вопроса среди женщин США с 2016 по 2018 год было выявлено, что ЭС употребляют примерно 2,2% беременных, 0,6% из которых делают это ежедневно. При этом наибольшая популярность ЭС отмечалась среди опрошенных молодого возраста (18–24 года). Доля беременных курильщиц ЭС вдвое выросла за 2 года — с 1,9% в 2016 до 3,8% в 2018 году. Около 46% беременных, использующих ЭС, также сообщили о курении обычных сигарет [66]. При выявлении влияния курения ЭС на здоровье матери и плода было обнаружено, что курение как ЭС, так и ТС повышало риск рождения детей со сниженной массой тела [67]. В одном из исследований эта взаимосвязь не обнаруживалась, но авторы сделали поправку на малое число участниц в выборке и возможную предвзятость ответов [68]. Согласно результатам опросников, женщины, курившие вейпы, реже начинали грудное вскармливание, при этом его продолжительность была ниже, чем у некурящих женщин, что, возможно, связано не только с социокультурными условиями, но и с ухудшением качества лактации [69].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из-за сравнительно недавнего появления и повсеместного распространения ЭС имеется множество вопросов относительно их безопасности, которые предстоит исследовать в будущем. Если в плане вероятности возникновения сердечно-сосудистых осложнений в отдельных ограниченных исследованиях ЭС показали преимущество перед традиционными методами курения, то степень воздействия на организм химических соединений, образующихся в результате преобразования жидкостей в пар, до сих пор неизвестна. Накопленная ранее информация о токсических концентрациях отдельных компонентов пара даёт основания для дальнейших исследований влияния употребления ЭС на вероятность возникновения онкологических, сердечно-сосудистых заболеваний, а также заболеваний дыхательной и репродуктивной системы.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Н.А. Сурикова — разработка концепции, анализ источников литературы, написание текста статьи, финальное редактирование статьи, финальное редактирование; А.С. Глухова — разработка концепции, поиск и анализ источников литературы, написание текста статьи, редактирование текста статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что данная работа, её тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors contribution. N.A. Surikova — concept development, analysis of literature sources, writing the text of the article, final editing of the article, final editing; A.S. Glukhova — concept development, search and analysis of literature sources, writing the text of the article, editing the text of the article.

Funding source. The authors declare no funding for the study.

Conflict of interest. The authors declare that this work, its topic, subject matter and content do not involve competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cullen K.A., Gentzke A.S., Sawdey M.D., et al. e-Cigarette Use Among Youth in the United States, 2019 // *JAMA*. 2019. Vol. 322, N. 21. P. 2095–2103. doi: 10.1001/jama.2019.18387
2. ВОЗ. Публикации. Обзор [интернет]. Акцент на употреблении психоактивных веществ подростками в Европе, Центральной Азии и Канаде. Международный отчёт о поведении в отношении здоровья детей школьного возраста за 2021/2022 год. Том 3. Дата обращения: 10.06.2024. Режим доступа: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289060936>
3. Eltorai A.E., Choi A.R., Eltorai A.S. Impact of Electronic Cigarettes on Various Organ Systems // *Respiratory Care*. 2019. Vol. 64, N. 3. P. 328–336. doi: 10.4187/respcare.06300
4. Chun L.F., Moazed F., Calfee C., et al. Pulmonary toxicity of e-cigarettes // *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2017. Vol. 313, N. 2. P. L193–L206. doi: 10.1152/ajplung.00071.2017
5. Thiri6n-Romero I., P6rez-Padilla R., Zabert G., Barrientos-Guti6rrez I. Respiratory impact of electronic cigarettes and “low-risk” tobacco // *Rev Invest Clin*. 2019. Vol. 71, N. 1. P. 17–27. doi: 10.24875/RIC.18002616
6. Zhao K., Li J., Zhou P., Xu L., Yang M. Is electronic cigarette use a risk factor for stroke? A systematic review and meta-analysis // *Tob Induc Dis*. 2022. Vol. 20. P. 101. doi: 10.18332/tid/154364
7. Hartmann-Boyce J., Lindson N., Butler A.R., et al. Electronic cigarettes for smoking cessation // *Cochrane Database Syst Rev*. 2022. Vol. 11, N. 11. P. CD010216. doi: 10.1002/14651858.CD010216.pub7. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2024. Vol. 1. P. CD010216. doi: 10.1002/14651858.CD010216.pub8
8. Morean M.E., Krishnan-Sarin S., O'Malley S. Assessing nicotine dependence in adolescent e-cigarette users: the 4-item Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS) Nicotine Dependence Item Bank for electronic cigarettes // *Drug Alcohol Depend*. 2018. Vol. 188. P. 60–63. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2018.03.029
9. Hajek P., Phillips-Waller A., Przulj D., et al. A Randomized Trial of E-Cigarettes versus Nicotine-Replacement Therapy // *N Engl J Med*. 2019. Vol. 380, N. 7. P. 629–637. doi: 10.1056/NEJMoa1808779
10. Russell C., Haseen F., McKeganey N. Factors associated with past 30-day abstinence from cigarette smoking in adult established smokers who used a JUUL vaporizer for 6 months // *Harm Reduct J*. 2019. Vol. 16, N. 1. P. 59. doi: 10.1186/s12954-019-0331-5
11. Sweet L., Brasky T.M., Cooper S., et al. Quitting Behaviors Among Dual Cigarette and E-Cigarette Users and Cigarette Smokers Enrolled in the Tobacco User Adult Cohort // *Nicotine Tob Res*. 2019. Vol. 21, N. 3. P. 278–284. doi: 10.1093/ntr/nty222
12. Soneji S., Barrington-Trimis J.L., Wills T.A., et al. Association Between Initial Use of e-Cigarettes and Subsequent Cigarette Smoking Among Adolescents and Young Adults: A Systematic Review and Meta-analysis // *JAMA Pediatr*. 2017. Vol. 171, N. 8. P. 788–797. doi: 10.1001/jamapediatrics.2017.1488. Erratum in: *JAMA Pediatr*. 2018. Vol. 172, N. 1. P. 92–93. Erratum in: *JAMA Pediatr*. 2018. Vol. 172, N. 1. P. 98. Erratum in: *JAMA Pediatr*. 2020. Vol. 174, N. 5. P. 509.
13. Verplaetse T.L., Moore K.E., Pittman B.P., et al. Intersection of E-Cigarette Use and Gender on Transitions in Cigarette Smoking Status: Findings Across Waves 1 and 2 of the Population Assessment of Tobacco and Health Study // *Nicotine Tob Res*. 2019. Vol. 21, N. 10. P. 1423–1428. doi: 10.1093/ntr/nty187
14. ВОЗ. Вопросы и ответы [интернет]. Табак: Электронные сигареты. Дата обращения: 10.06.2024. Режим доступа: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/tobacco-e-cigarettes>
15. Борьба с курением [интернет]. Ирландская ассоциация контроля с табакокурением. Дата обращения: 10.06.2024. Режим доступа: <https://irishheart.ie/advocacy/tobacco-control/>
16. Общественное здравоохранение. Электронные сигареты [интернет]. Правительство Великобритании. Дата обращения: 10.06.2024. Режим доступа: <https://www.gov.uk/government/publications/e-cigarettes-a-developing-public-health-consensus>
17. Kavousi M., Pisinger C., Barthelemy J.-C., et al. Electronic cigarettes and health with special focus on cardiovascular effects: position paper of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC) // *European Journal of Preventive Cardiology*. 2021. Vol. 28, Is. 14. P. 1552–1566. doi: 10.1177/2047487320941993
18. Wold L.E., Tarran R., Crotty Alexander L.E., et al.; American Heart Association Council on Basic Cardiovascular Sciences; Council on Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology; Council on Hypertension; and Stroke Council. Cardiopulmonary Consequences of Vaping in Adolescents: A Scientific Statement From the American Heart Association // *Circulation Res*. 2022. Vol. 131, Is. 3. P. e70–e82. doi: 10.1161/RES.0000000000000544
19. King J.L., Reboussin B.A., Wiseman K.D., et al. Adverse symptoms users attribute to e-cigarettes: Results from a national survey of US adults // *Drug Alcohol Depend*. 2019. Vol. 196. P. 9–13. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2018.11.030
20. Hua M., Sadah S., Hristidis V., Talbot P. Health Effects Associated With Electronic Cigarette Use: Automated Mining of Online Forums // *J Med Internet Res*. 2020. Vol. 22, N. 1. P. e15684. doi: 10.2196/15684
21. Liu G., Wasserman E., Kong L., Foulds J. A comparison of nicotine dependence among exclusive E-cigarette and cigarette users in the PATH study // *Prev Med*. 2017. Vol. 104. P. 86–91. doi: 10.1016/j.jpmed.2017.04.001

22. Strasser A.A., Souproutchouk V., Kaufmann A., et al. Nicotine Replacement, Topography, and Smoking Phenotypes of E-cigarettes // *Tob Regul Sci*. 2016. Vol. 2, N. 4. P. 352–362. doi: 10.18001/TRS.2.4.7
23. Marques P., Piqueras L., Sanz M.J. An updated overview of e-cigarette impact on human health // *Respir Res*. 2021. Vol. 22, N. 1. P. 151. doi: 10.1186/s12931-021-01737-5
24. Каладзе Н.Н., Горобец С.М., Горобец И.В., и др. Анализ влияния электронных сигарет (вейпов) на стоматологический статус // *Крымский терапевтический журнал*. 2020. № 3. С. 74–79. EDN: RWJGLQ
25. Tommasi S., Blumenfeld H., Besaratinia A. Vaping Dose, Device Type, and E-Liquid Flavor are Determinants of DNA Damage in Electronic Cigarette Users // *Nicotine Tob Res*. 2023. Vol. 25, N. 6. P. 1145–1154. doi: 10.1093/ntr/ntad003
26. Ganesan S.M., Dabdoub S.M., Nagaraja H.N., et al. Adverse effects of electronic cigarettes on the disease-naïve oral microbiome // *Sci Adv*. 2020. Vol. 6, N. 22. P. eaaz0108. doi: 10.1126/sciadv.aaz0108
27. Belok S.H., Parikh R., Bernardo J., et al. E-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury: a review // *Pneumonia*. 2020. Vol. 12. P. 12. doi: 10.1186/s41479-020-00075-2
28. Михайловский А.И., Войцеховский В.В., Лучникова Т.А. Влияние жидкостей для электронных сигарет на дыхательную систему человека. Клиническое наблюдение пациента с EVALI // *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2022. Вып. 84. С. 93–99. doi: 10.36604/1998-5029-2022-84-93-99
29. Werner A.K., Koumans E.H., Chatham-Stephens K., et al. Hospitalizations and deaths associated with EVALI // *The New England Journal of Medicine*. 2020. Vol. 382, N. 17. P. 1589–1598. doi: 10.1056/NEJMoa1915314
30. Alnajem A., Redha A., Alroumi D., et al. Use of electronic cigarettes and secondhand exposure to their aerosols are associated with asthma symptoms among adolescents: a cross-sectional study // *Respir Res*. 2020. Vol. 21, N. 1. P. 300. doi: 10.1186/s12931-020-01569-9
31. Clapp P.W., Jaspers I. Electronic Cigarettes: Their Constituents and Potential Links to Asthma // *Curr Allergy Asthma Rep*. 2017. Vol. 17, N. 11. P. 79. doi: 10.1007/s11882-017-0747-5
32. Yao Y., Liang W., Zhu L., et al. Relationship between the concentration of formaldehyde in the air and asthma in children: a meta-analysis // *Int J Clin Exp Med*. 2015. Vol. 8, N. 6. P. 8358–8362.
33. Münzel T., Hahad O., Kuntic M., et al. Effects of tobacco cigarettes, e-cigarettes, and waterpipe smoking on endothelial function and clinical outcomes // *Eur Heart J*. 2020. Vol. 41, N. 41. P. 4057–4070. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa460
34. Rebuli M.E., Glista-Baker E., Hoffman J.R., et al. Electronic-Cigarette Use Alters Nasal Mucosal Immune Response to Live-attenuated Influenza Virus. A Clinical Trial // *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2021. Vol. 64, N. 1. P. 126–137. doi: 10.1165/rcmb.2020-01640C
35. Hess C.A., Olmedo P., Navas-Acien A., et al. E-cigarettes as a source of toxic and potentially carcinogenic metals // *Environ Res*. 2017. Vol. 152. P. 221–225. doi: 10.1016/j.envres.2016.09.026
36. Fang Z., Zhao M., Zhen H., et al. Genotoxicity of tri- and hexavalent chromium compounds in vivo and their modes of action on DNA damage in vitro // *PLoS One*. 2014. Vol. 9, N. 8. P. e103194. doi: 10.1371/journal.pone.0103194
37. Debnath M., Debnath D., Singh P., et al. Effect of Electronic Cigarettes on the Gastrointestinal System // *Cureus*. 2022. Vol. 14, N. 7. P. e27210. doi: 10.7759/cureus.27210
38. Carnevale R., Sciarretta S., Violi F., et al. Acute impact of tobacco vs electronic cigarette smoking on oxidative stress and vascular function // *Chest*. 2016. Vol. 150, N. 3. P. 606–612. doi: 10.1016/j.chest.2016.04.012
39. Mastrangeli S., Carnevale R., Cavarretta E., et al. Predictors of oxidative stress and vascular function in an experimental study of tobacco versus electronic cigarettes: A post hoc analysis of the SUR-VAPES 1 Study // *Tob Induc Dis*. 2018. Vol. 16. P. 18. doi: 10.18332/tid/89975
40. Мамасаидов Ж.А., Сабиров И.С. Эффекты электронных сигарет: в фокусе состояние органов дыхания и кардиоваскулярной системы // *Вестник КРСУ*. 2022. Т. 22, № 1. С. 159–165. doi: 10.36979/1694-500X-2022-22-1-159-165
41. Wang P., Chen W., Liao J., et al. A Device-Independent Evaluation of Carbonyl Emissions from Heated Electronic Cigarette Solvents // *PLoS One*. 2017. Vol. 12, N. 1. P. e0169811. doi: 10.1371/journal.pone.0169811
42. Farsalinos K.E., Kistler K.A., Gillman G., Voudris V. Evaluation of electronic cigarette liquids and aerosol for the presence of selected inhalation toxins // *Nicotine Tob Res*. 2015. Vol. 17, N. 2. P. 168–174. doi: 10.1093/ntr/ntu176
43. Kosmider L., Sobczak A., Prokopowicz A., et al. Cherry-flavoured electronic cigarettes expose users to the inhalation irritant, benzaldehyde // *Thorax*. 2016. Vol. 71, N. 4. P. 376–377. doi: 10.1136/thoraxjnl-2015-207895
44. Tierney P.A., Karpinski C.D., Brown J.E., Luo W., Pankow J.F. Flavour chemicals in electronic cigarette fluids // *Tob Control*. 2016. Vol. 25, N. e1. P. e10–e15. doi: 10.1136/tobaccocontrol-2014-052175
45. Meo S.A., Ansary M.A., Barayan F.R., et al. Electronic Cigarettes: Impact on Lung Function and Fractional Exhaled Nitric Oxide Among Healthy Adults // *Am J Mens Health*. 2019. Vol. 13, N. 1. P. 1557988318806073. doi: 10.1177/1557988318806073
46. Ghosh A., Coakley R.D., Ghio A.J., et al. Chronic E-Cigarette Use Increases Neutrophil Elastase and Matrix Metalloprotease Levels in the Lung // *Am J Respir Crit Care Med*. 2019. Vol. 200, N. 11. P. 1392–1401. doi: 10.1164/rccm.201903-06150C
47. Majid S., Weisbrod R.M., Fetterman J.L., et al. Pod-based e-liquids impair human vascular endothelial cell function // *PLoS One*. 2023. Vol. 18, N. 1. P. e0280674. doi: 10.1371/journal.pone.0280674
48. Куркин Д.В., Абросимова Е.Е., Бакулин Д.А., и др. Модуляция активности различных синтаз оксида азота в качестве подхода к терапии эндотелиальной дисфункции // *Фармация и фармакология*. 2022. Т. 10, № 2. С. 130–153. doi: 10.19163/2307-9266-2022-10-2-130-153
49. Biondi-Zoccai G., Sciarretta S., Bullen C., et al. Acute Effects of Heat-Not-Burn, Electronic Vaping, and Traditional Tobacco Combustion Cigarettes: The Sapienza University of Rome-Vascular Assessment of Proatherosclerotic Effects of Smoking (SUR — VAPES) 2 Randomized Trial // *J Am Heart Assoc*. 2019. Vol. 8, N. 6. P. e010455. doi: 10.1161/JAHA.118.010455
50. Violi F., Loffredo L., Carnevale R., Pignatelli P., Pastori D. Atherothrombosis and Oxidative Stress: Mechanisms and Management in Elderly // *Antioxid Redox Signal*. 2017. Vol. 27, N. 14. P. 1083–1124. doi: 10.1089/ars.2016.6963
51. George J., Hussain M., Vadiveloo T., et al. Cardiovascular Effects of Switching from Tobacco Cigarettes to Electronic Cigarettes // *J Am Coll Cardiol*. 2019. Vol. 74, N. 25. P. 3112–3120. doi: 10.1016/j.jacc.2019.09.067
52. Ras R.T., Streppel M.T., Draijer R., Zock P.L. Flow-mediated dilation and cardiovascular risk prediction: a systematic review with meta-analysis // *Int J Cardiol*. 2013. Vol. 168, N. 1. P. 344–351. doi: 10.1016/j.ijcard.2012.09.047

53. Fetterman J.L., Keith R.J., Palmisano J.N., et al. Alterations in Vascular Function Associated with the Use of Combustible and Electronic Cigarettes // *J Am Heart Assoc.* 2020. Vol. 9, N. 9. P. e014570. doi: 10.1161/JAHA.119.014570
54. Navas-Acien A., Martinez-Morata I., Hilpert M., et al. Early Cardiovascular Risk in E-cigarette Users: The Potential Role of Metals // *Curr Environ Health Rep.* 2020. Vol. 7, N. 4. P. 353–361. doi: 10.1007/s40572-020-00297-y
55. Alzahrani T., Pena I., Temesgen N., Glantz S.A. Association Between Electronic Cigarette Use and Myocardial Infarction // *Am J Prev Med.* 2018. Vol. 55, N. 4. P. 455–461. doi: 10.1016/j.amepre.2018.05.004
56. Middlekauff H.R., Gornbein J. Association of Electronic Cigarette Use with Myocardial Infarction: Persistent Uncertainty // *Am J Prev Med.* 2019. Vol. 56, N. 1. P. 159–160. doi: 10.1016/j.amepre.2018.06.007
57. Alzahrani T. Electronic Cigarette Use and Myocardial Infarction // *Cureus.* 2023. Vol. 15, N. 11. P. e48402. doi: 10.7759/cureus.48402. Erratum in: *Cureus.* 2024. Vol. 16, N. 3. P. c164. doi: 10.7759/cureus.c164
58. Hom S., Chen L., Wang T., et al. Platelet activation, adhesion, inflammation, and aggregation potential are altered in the presence of electronic cigarette extracts of variable nicotine concentrations // *Platelets.* 2016. Vol. 27, N. 7. P. 694–702. doi: 10.3109/09537104.2016.1158403
59. Gathright E.C., Wu W.C., Scott-Sheldon L.A.J. Electronic cigarette use among heart failure patients: Findings from the Population Assessment of Tobacco and Health study (Wave 1: 2013–2014) // *Heart Lung.* 2020. Vol. 49, N. 3. P. 229–232. doi: 10.1016/j.hrtlng.2019.11.006
60. Parekh T., Pemmasani S., Desai R. Risk of stroke with C and combustible cigarette use in young adults // *Am J Prev Med.* 2020. Vol. 58, N. 3. P. 446–452. doi: 10.1016/j.amepre.2019.10.008
61. Шабунина В.А., Гуранова Н.Н., Усанова А.А., и др. Анализ распространённости факторов риска артериальной гипертензии у мужчин, призванных на военную службу в Республике Мордовия // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2023. № 6. С. 48–53. doi: 10.17513/mjpf.13552 EDN: ZDELVD
62. Franzen K.F., Willig J., Cayo Talavera S., et al. E-cigarettes and cigarettes worsen peripheral and central hemodynamics as well as arterial stiffness: A randomized, double-blinded pilot study // *Vascular Medicine.* 2018. Vol. 23, N. 5. P. 419–425. doi: 10.1177/1358863X18779694
63. Gonzalez J.E., Cooke W.H. Acute effects of electronic cigarettes on arterial pressure and peripheral sympathetic activity in young nonsmokers // *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2021. Vol. 320, N. 1. P. H248–H255. doi: 10.1152/ajpheart.00448.2020
64. Moheimani R.S., Bhetraratana M., Peters K.M., et al. Sympathomimetic Effects of Acute E-Cigarette Use: Role of Nicotine and Non-Nicotine Constituents // *J Am Heart Assoc.* 2017. Vol. 6, N. 9. P. e006579. doi: 10.1161/JAHA.117.006579
65. Moheimani R.S., Bhetraratana M., Yin F., et al. Increased Cardiac Sympathetic Activity and Oxidative Stress in Habitual Electronic Cigarette Users: Implications for Cardiovascular Risk // *JAMA Cardiol.* 2017. Vol. 2, N. 3. P. 278–284. doi: 10.1001/jamacardio.2016.5303
66. Fang Z., Zhao M., Zhen H., et al. Genotoxicity of tri- and hexavalent chromium compounds in vivo and their modes of action on DNA damage in vitro // *PLoS One.* 2014. Vol. 9, N. 8. P. e103194. doi: 10.1371/journal.pone.0103194
67. Obisesan O.H., Osei A.D., Uddin S.M.I., et al. E-Cigarette Use Patterns and High-Risk Behaviors in Pregnancy: Behavioral Risk Factor Surveillance System, 2016–2018 // *Am J Prev Med.* 2020. Vol. 59, N. 2. P. 187–195. doi: 10.1016/j.amepre.2020.02.015
68. Nanninga E.K., Weiland S., Berger M.Y., et al. Adverse Maternal and Infant Outcomes of Women Who Differ in Smoking Status: E-Cigarette and Tobacco Cigarette Users // *Int J Environ Res Public Health.* 2023. Vol. 20, N. 3. P. 2632. doi: 10.3390/ijerph20032632
69. Opondo C., Harrison S., Alderdice F., Carson C., Quigley M.A. Electronic cigarette use (vaping) and patterns of tobacco cigarette smoking in pregnancy—evidence from a population-based maternity survey in England // *PLoS One.* 2021. Vol. 16, N. 6. P. e0252817. doi: 10.1371/journal.pone.0252817

REFERENCES

1. Cullen KA, Gentzke AS, Sawdey MD, et al. e-Cigarette Use Among Youth in the United States, 2019. *JAMA.* 2019;322(21):2095–2103. doi: 10.1001/jama.2019.18387
2. WHO. Publications. Review [Internet]. Emphasis on substance use by adolescents in Europe, Central Asia and Canada. International Report on the Health Behavior of School-age Children for 2021/2022. Vol. 3 [updated 2024 Oct 06]. Available from: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289060936>
3. Eltorai AE, Choi AR, Eltorai AS. Impact of Electronic Cigarettes on Various Organ Systems. *Respiratory Care.* 2019;64(3):328–336. doi: 10.4187/respcare.06300
4. Chun LF, Moazed F, Calfee C, et al. Pulmonary toxicity of e-cigarettes. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 2017;313(2):L193–L206. doi: 10.1152/ajplung.00071.2017
5. Thiri6n-Romero I, P6rez-Padilla R, Zabert G, Barrientos-Guti6rrez I. Respiratory impact of electronic cigarettes and “low-risk” tobacco. *Rev Invest Clin.* 2019;71(1):17–27. doi: 10.24875/RIC.18002616
6. Zhao K, Li J, Zhou P, Xu L, Yang M. Is electronic cigarette use a risk factor for stroke? A systematic review and meta-analysis. *Tob Induc Dis.* 2022;20:101. doi: 10.18332/tid/154364
7. Hartmann-Boyce J, Lindson N, Butler AR, et al. Electronic cigarettes for smoking cessation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022;11(11):CD010216. doi: 10.1002/14651858.CD010216.pub7. Update in: *Cochrane Database Syst Rev.* 2024;1:CD010216. doi: 10.1002/14651858.CD010216.pub8
8. Morean ME, Krishnan-Sarin S, O’Malley S. Assessing nicotine dependence in adolescent e-cigarette users: the 4-item Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS) Nicotine Dependence Item Bank for electronic cigarettes. *Drug Alcohol Depend.* 2018;188:60–63. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2018.03.029
9. Hajek P, Phillips-Waller A, Przulj D, et al. A Randomized Trial of E-Cigarettes versus Nicotine-Replacement Therapy. *N Engl J Med.* 2019;380(7):629–637. doi: 10.1056/NEJMoa1808779
10. Russell C, Haseen F, McKeganey N. Factors associated with past 30-day abstinence from cigarette smoking in adult established smokers who used a JUUL vaporizer for 6 months. *Harm Reduct J.* 2019;16(1):59. doi: 10.1186/s12954-019-0331-5
11. Sweet L, Brasky TM, Cooper S, et al. Quitting Behaviors Among Dual Cigarette and E-Cigarette Users and Cigarette Smokers Enrolled in the Tobacco User Adult Cohort. *Nicotine Tob Res.* 2019;21(3):278–284. doi: 10.1093/ntr/nty222

12. Soneji S, Barrington-Trimis JL, Wills TA, et al. Association Between Initial Use of e-Cigarettes and Subsequent Cigarette Smoking Among Adolescents and Young Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr.* 2017;171(8):788–797. doi: 10.1001/jamapediatrics.2017.1488. Erratum in: *JAMA Pediatr.* 2018;172(1):92–93. Erratum in: *JAMA Pediatr.* 2018;172(1):98. Erratum in: *JAMA Pediatr.* 2020;174(5):509
13. Verplaetse TL, Moore KE, Pittman BP, et al. Intersection of E-Cigarette Use and Gender on Transitions in Cigarette Smoking Status: Findings Across Waves 1 and 2 of the Population Assessment of Tobacco and Health Study. *Nicotine Tob Res.* 2019;21(10):1423–1428. doi: 10.1093/ntr/nty187
14. WHO. Questions and answers [Internet]. Tobacco: Electronic cigarettes [updated 2024 Oct 06]. Available from: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/tobacco-e-cigarettes>
15. The fight against smoking [Internet]. Irlan Tobacco Control Association [updated 2024 Oct 06]. Available from: <https://irishheart.ie/advocacy/tobacco-control/>
16. Public health. Electronic cigarettes [Internet]. The UK government [updated 2024 Oct 06]. Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/e-cigarettes-a-developing-public-health-consensus>
17. Kavousi M, Pisinger C, Barthelemy J-C, et al. Electronic cigarettes and health with special focus on cardiovascular effects: position paper of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *European Journal of Preventive Cardiology.* 2021;28(14):1552–1566. doi: 10.1177/2047487320941993
18. Wold LE, Tarran R, Crotty Alexander LE, et al.; American Heart Association Council on Basic Cardiovascular Sciences; Council on Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology; Council on Hypertension; and Stroke Council. Cardiopulmonary Consequences of Vaping in Adolescents: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation Res.* 2022;131(3):e70–e82. doi: 10.1161/RES.0000000000000544
19. King JL, Reboussin BA, Wiseman KD, et al. Adverse symptoms users attribute to e-cigarettes: Results from a national survey of US adults. *Drug Alcohol Depend.* 2019;196:9–13. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2018.11.030
20. Hua M, Sadah S, Hristidis V, Talbot P. Health Effects Associated With Electronic Cigarette Use: Automated Mining of Online Forums. *J Med Internet Res.* 2020;22(1):e15684. doi: 10.2196/15684
21. Liu G, Wasserman E, Kong L, Foulds J. A comparison of nicotine dependence among exclusive E-cigarette and cigarette users in the PATH study. *Prev Med.* 2017;104:86–91. doi: 10.1016/j.ypmed.2017.04.001
22. Strasser AA, Souproutchouk V, Kaufmann A, et al. Nicotine Replacement, Topography, and Smoking Phenotypes of E-cigarettes. *Tob Regul Sci.* 2016;2(4):352–362. doi: 10.18001/TRS.2.4.7
23. Marques P, Piqueras L, Sanz MJ. An updated overview of e-cigarette impact on human health. *Respir Res.* 2021;22(1):151. doi: 10.1186/s12931-021-01737-5
24. Kaladze NN, Gorobets SM, Gorobets IV, et al. Analysis of the influence of electronic cigarettes (vapes) on dental status. *Crimian Therapeutic Journal.* 2020;(3):74–79. EDN: RWJGLQ
25. Tommasi S, Blumenfeld H, Besaratinia A. Vaping Dose, Device Type, and E-Liquid Flavor are Determinants of DNA Damage in Electronic Cigarette Users. *Nicotine Tob Res.* 2023;25(6):1145–1154. doi: 10.1093/ntr/ntad003
26. Ganesan SM, Dabdoub SM, Nagaraja HN, et al. Adverse effects of electronic cigarettes on the disease-naïve oral microbiome. *Sci Adv.* 2020;6(22):eaaz0108. doi: 10.1126/sciadv.aaz0108
27. Belok SH, Parikh R, Bernardo J, et al. E-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury: a review. *Pneumonia.* 2020;12:12. doi: 10.1186/s41479-020-00075-2
28. Mikhailovsky AI, Wojciechowski VV, Luchnikova TA. The effect of liquids for electronic cigarettes on the human respiratory system. Clinical observation of a patient with EVALI. *Bulletin of physiology and pathology of respiration.* 2022;(84):93–99. doi: 10.36604/1998-5029-2022-84-93-99
29. Werner AK, Koumans EH, Chatham-Stephens K, et al. Hospitalizations and deaths associated with EVALI. *The New England Journal of Medicine.* 2020;382(17):1589–1598. doi: 10.1056/NEJMoa1915314
30. Alnajem A, Redha A, Alroumi D, et al. Use of electronic cigarettes and secondhand exposure to their aerosols are associated with asthma symptoms among adolescents: a cross-sectional study. *Respir Res.* 2020;21(1):300. doi: 10.1186/s12931-020-01569-9
31. Clapp PW, Jaspers I. Electronic Cigarettes: Their Constituents and Potential Links to Asthma. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2017;17(11):79. doi: 10.1007/s11882-017-0747-5
32. Yao Y, Liang W, Zhu L, et al. Relationship between the concentration of formaldehyde in the air and asthma in children: a meta-analysis. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8(6):8358–8362.
33. Münzel T, Hahad O, Kuntic M, et al. Effects of tobacco cigarettes, e-cigarettes, and waterpipe smoking on endothelial function and clinical outcomes. *Eur Heart J.* 2020;41(41):4057–4070. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa460
34. Rebuli ME, Glista-Baker E, Hoffman JR, et al. Electronic-Cigarette Use Alters Nasal Mucosal Immune Response to Live-attenuated Influenza Virus. A Clinical Trial. *Am J Respir Cell Mol Biol.* 2021;64(1):126–137. doi: 10.1165/rcmb.2020-01640C
35. Hess CA, Olmedo P, Navas-Acien A, et al. E-cigarettes as a source of toxic and potentially carcinogenic metals. *Environ Res.* 2017;152:221–225. doi: 10.1016/j.envres.2016.09.026
36. Fang Z, Zhao M, Zhen H, et al. Genotoxicity of tri- and hexavalent chromium compounds in vivo and their modes of action on DNA damage in vitro. *PLoS One.* 2014;9(8):e103194. doi: 10.1371/journal.pone.0103194
37. Debnath M, Debnath D, Singh P, et al. Effect of Electronic Cigarettes on the Gastrointestinal System. *Cureus.* 2022;14(7):e27210. doi: 10.7759/cureus.27210
38. Carnevale R, Sciarretta S, Violi F, et al. Acute impact of tobacco vs electronic cigarette smoking on oxidative stress and vascular function. *Chest.* 2016;150(3):606–612. doi: 10.1016/j.chest.2016.04.012
39. Mastrangeli S, Carnevale R, Cavarretta E, et al. Predictors of oxidative stress and vascular function in an experimental study of tobacco versus electronic cigarettes: A post hoc analysis of the SUR-VAPES 1 Study. *Tob Induc Dis.* 2018;16:18. doi: 10.18332/tid/89975
40. Mamasaidov JA, Sabirov IS. Effects of e-cigarettes: the focus is on the state of the respiratory and cardiovascular systems. *Bulletin of the KRSU.* 2022;22(1):159–165. doi: 10.36979/1694-500X-2022-22-1-159-165
41. Wang P, Chen W, Liao J, et al. A Device-Independent Evaluation of Carbonyl Emissions from Heated Electronic Cigarette Solvents. *PLoS One.* 2017;12(1):e0169811. doi: 10.1371/journal.pone.0169811
42. Farsalinos KE, Kistler KA, Gillman G, Voudris V. Evaluation of electronic cigarette liquids and aerosol for the presence of selected inhalation toxins. *Nicotine Tob Res.* 2015;17(2):168–174. doi: 10.1093/ntr/ntu176

43. Kosmider L, Sobczak A, Prokopowicz A, et al. Cherry-flavoured electronic cigarettes expose users to the inhalation irritant, benzaldehyde. *Thorax*. 2016;71(4):376–377. doi: 10.1136/thoraxjnl-2015-207895
44. Tierney PA, Karpinski CD, Brown JE, Luo W, Pankow JF. Flavour chemicals in electronic cigarette fluids. *Tob Control*. 2016;25(e1):e10–5. doi: 10.1136/tobaccocontrol-2014-052175
45. Meo SA, Ansary MA, Barayan FR, et al. Electronic Cigarettes: Impact on Lung Function and Fractional Exhaled Nitric Oxide Among Healthy Adults. *Am J Mens Health*. 2019;13(1):1557988318806073. doi: 10.1177/1557988318806073
46. Ghosh A, Coakley RD, Ghio AJ, et al. Chronic E-Cigarette Use Increases Neutrophil Elastase and Matrix Metalloprotease Levels in the Lung. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;200(11):1392–1401. doi: 10.1164/rccm.201903-06150C
47. Majid S, Weisbrod RM, Fetterman JL, et al. Pod-based e-liquids impair human vascular endothelial cell function. *PLoS One*. 2023;18(1):e0280674. doi: 10.1371/journal.pone.0280674
48. Kurkin DV, Abrosimova EE, Bakulin DA, et al. Modulation of the activity of various nitric oxide synthases as an approach to the treatment of endothelial dysfunction. *Pharmacy and pharmacology*. 2022;10(2):130–153. doi: 10.19163/2307-9266-2022-10-2-130-153
49. Biondi-Zoccai G, Sciarretta S, Bullen C, et al. Acute Effects of Heat-Not-Burn, Electronic Vaping, and Traditional Tobacco Combustion Cigarettes: The Sapienza University of Rome-Vascular Assessment of Proatherosclerotic Effects of Smoking (SUR — VAPES) 2 Randomized Trial. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(6):e010455. doi: 10.1161/JAHA.118.010455
50. Violi F, Loffredo L, Carnevale R, Pignatelli P, Pastori D. Atherothrombosis and Oxidative Stress: Mechanisms and Management in Elderly. *Antioxid Redox Signal*. 2017;27(14):1083–1124. doi: 10.1089/ars.2016.6963
51. George J, Hussain M, Vadiveloo T, et al. Cardiovascular Effects of Switching From Tobacco Cigarettes to Electronic Cigarettes. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74(25):3112–3120. doi: 10.1016/j.jacc.2019.09.067
52. Ras RT, Streppel MT, Draijer R, Zock PL. Flow-mediated dilation and cardiovascular risk prediction: a systematic review with meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2013;168(1):344–351. doi: 10.1016/j.ijcard.2012.09.047
53. Fetterman JL, Keith RJ, Palmisano JN, et al. Alterations in Vascular Function Associated With the Use of Combustible and Electronic Cigarettes. *J Am Heart Assoc*. 2020;9(9):e014570. doi: 10.1161/JAHA.119.014570
54. Navas-Acien A, Martinez-Morata I, Hilpert M, et al. Early Cardiovascular Risk in E-cigarette Users: the Potential Role of Metals. *Curr Environ Health Rep*. 2020;7(4):353–361. doi: 10.1007/s40572-020-00297-y
55. Alzahrani T, Pena I, Temesgen N, Glantz SA. Association Between Electronic Cigarette Use and Myocardial Infarction. *Am J Prev Med*. 2018;55(4):455–461. doi: 10.1016/j.amepre.2018.05.004
56. Middlekauff HR, Gornbein J. Association of Electronic Cigarette Use With Myocardial Infarction: Persistent Uncertainty. *Am J Prev Med*. 2019;56(1):159–160. doi: 10.1016/j.amepre.2018.06.007
57. Alzahrani T. Electronic Cigarette Use and Myocardial Infarction. *Cureus*. 2023;15(11):e48402. doi: 10.7759/cureus.48402. Erratum in: *Cureus*. 2024;16(3):c164. doi: 10.7759/cureus.c164
58. Hom S, Chen L, Wang T, et al. Platelet activation, adhesion, inflammation, and aggregation potential are altered in the presence of electronic cigarette extracts of variable nicotine concentrations. *Platelets*. 2016;27(7):694–702. doi: 10.3109/09537104.2016.1158403
59. Gathright EC, Wu WC, Scott-Sheldon LAJ. Electronic cigarette use among heart failure patients: Findings from the Population Assessment of Tobacco and Health study (Wave 1: 2013–2014). *Heart Lung*. 2020;49(3):229–232. doi: 10.1016/j.hrtlng.2019.11.006
60. Parekh T, Pemmasani S, Desai R. Risk of stroke with C and combustible cigarette use in young adults. *Am J Prev Med*. 2020;58(3):446–452. doi: 10.1016/j.amepre.2019.10.008
61. Shabunina VA, Guranova NN, Usanova AA, et al. Analysis of the prevalence of risk factors for hypertension in men called up for military service in the Republic of Mordovia. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2023;(6):48–53. doi: 10.17513/mjprfi.13552 EDN: ZDELVD
62. Franzen KF, Willig J, Cayo Talavera S, et al. E-cigarettes and cigarettes worsen peripheral and central hemodynamics as well as arterial stiffness: A randomized, double-blinded pilot study. *Vascular Medicine*. 2018;23(5):419–425. doi: 10.1177/1358863X18779694
63. Gonzalez JE, Cooke WH. Acute effects of electronic cigarettes on arterial pressure and peripheral sympathetic activity in young nonsmokers. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2021;320(1):H248–H255. doi: 10.1152/ajpheart.00448.2020
64. Moheimani RS, Bhetraratana M, Peters KM, et al. Sympathomimetic Effects of Acute E-Cigarette Use: Role of Nicotine and Non-Nicotine Constituents. *J Am Heart Assoc*. 2017;6(9):e006579. doi: 10.1161/JAHA.117.006579
65. Moheimani RS, Bhetraratana M, Yin F, et al. Increased Cardiac Sympathetic Activity and Oxidative Stress in Habitual Electronic Cigarette Users: Implications for Cardiovascular Risk. *JAMA Cardiol*. 2017;2(3):278–284. doi: 10.1001/jamacardio.2016.5303
66. Fang Z, Zhao M, Zhen H, et al. Genotoxicity of tri- and hexavalent chromium compounds in vivo and their modes of action on DNA damage in vitro. *PLoS One*. 2014;9(8):e103194. doi: 10.1371/journal.pone.0103194
67. Obisesan OH, Osei AD, Uddin SMI, et al. E-Cigarette Use Patterns and High-Risk Behaviors in Pregnancy: Behavioral Risk Factor Surveillance System, 2016–2018. *Am J Prev Med*. 2020;59(2):187–195. doi: 10.1016/j.amepre.2020.02.015
68. Nanninga EK, Weiland S, Berger MY, et al. Adverse Maternal and Infant Outcomes of Women Who Differ in Smoking Status: E-Cigarette and Tobacco Cigarette Users. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(3):2632. doi: 10.3390/ijerph20032632
69. Opondo C, Harrison S, Alderdice F, Carson C, Quigley MA. Electronic cigarette use (vaping) and patterns of tobacco cigarette smoking in pregnancy—evidence from a population-based maternity survey in England. *PLoS One*. 2021;16(6):e0252817. doi: 10.1371/journal.pone.0252817

ОБ АВТОРАХ

* **Сурикова Нина Александровна**, аспирант кафедры;

адрес: Россия, 460000, Оренбург, Советская ул., д. 6;

ORCID: 0000-0001-8833-7043;

eLibrary SPIN: 7891-0830;

e-mail: nina70494@mail.ru

Глухова Анна Сергеевна, врач-кардиолог;

ORCID: 0000-0001-8220-6739;

e-mail: ichi_08@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Nina A. Surikova**, postgraduate student;

address: 6 Sovetskaya street, 460000 Orenburg, Russia;

ORCID: 0000-0001-8833-7043;

eLibrary SPIN: 7891-0830;

e-mail: nina70494@mail.ru

Anna S. Glukhova, cardiologist;

ORCID: 0000-0001-8220-6739;

e-mail: ichi_08@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author