

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.153.53>

ВЛИЯНИЕ АЭРОЗОЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИГАРЕТ НА ЗДОРОВЬЕ ПОЛОСТИ РТА И ВСЕГО ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Обзор

Цирихова А.С.^{1,*}, Кабалоева Д.В.², Туаева И.Ш.³, Хабиева Б.А.⁴, Газданова А.А.⁵, Дзутцева М.Т.⁶, Бигаева Р.Э.⁷, Хугистова Д.К.⁸

¹ORCID : 0000-0001-6129-5285;

³ORCID : 0000-0002-4768-0379;

⁴ORCID : 0000-0002-9139-2710;

^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8} Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (vip.cirihova[at]mail.ru)

Аннотация

В последние годы использование электронных сигарет получило широкое распространение, что привело к детальному изучению их влияния на здоровье человека. В этой обзорной статье анализируется влияние электронных сигарет на организм, уделяя особое внимание здоровью полости рта. В статье рассматриваются основные компоненты жидкостей для электронных сигарет и их потенциальное токсическое воздействие на ткани полости рта, включая десны, зубы и слизистые оболочки.

В обзоре представлены данные о механизмах, с помощью которых электронные сигареты могут вызывать воспалительные процессы, нарушать микробиом полости рта и способствовать развитию таких стоматологических заболеваний. Также обсуждаются исследования, показывающие связь между употреблением электронных сигарет и возникновением кариеса. Кроме того, статья затрагивает тему воздействия электронных сигарет на болевой синдром, выясняя, как никотин и другие компоненты могут модифицировать восприятие боли и способствовать развитию хронических болевых состояний.

Ключевые слова: электронные сигареты, вейп, никотин, заболевания полости рта, кариес, аэрозоль, ароматизатор.

INFLUENCE OF E-CIGARETTE AEROSOL ON ORAL AND WHOLE BODY HEALTH (LITERATURE REVIEW)

Review article

Tsirikhova A.S.^{1,*}, Kabaloeva D.V.², Tuaeveva I.S.³, Khabieva B.A.⁴, Gazdanova A.A.⁵, Dzutseva M.T.⁶, Bigaeva R.E.⁷, Khugistova D.K.⁸

¹ORCID : 0000-0001-6129-5285;

³ORCID : 0000-0002-4768-0379;

⁴ORCID : 0000-0002-9139-2710;

^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8} North Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russian Federation

* Corresponding author (vip.cirihova[at]mail.ru)

Abstract

The use of electronic cigarettes has become widespread in recent years, leading to detailed studies of their effects on human health. This review article analyses the effects of e-cigarettes on the body, with a particular focus on oral health. It examines the main components of e-cigarette liquids and their potential toxic effects on oral tissues, including gums, teeth and mucous membranes.

The review presents evidence on the mechanisms by which e-cigarettes may cause inflammation, disrupt the oral microbiome and contribute to the development of such dental diseases. Research showing an association between e-cigarette use and the occurrence of dental caries is also discussed. In addition, the article touches on the impact of e-cigarettes on pain, exploring how nicotine and other components can modify pain perception and contribute to the development of chronic pain conditions.

Keywords: e-cigarettes, vape, nicotine, oral diseases, tooth decay, aerosol, flavourings.

Введение

Использование электронных сигарет (далее – ЭС) растет во всем мире [5], [7], [8], [9], в том числе среди населения России, особенно подрастающего поколения [1], [6]. ЭС иногда рассматриваются как менее вредная альтернатива курению табака, и есть некоторые показательные их потенциальной роли в качестве средств для отказа от курения. Однако ЭС зачастую содержат токсичные вещества [10], никотин, что вызывает зависимость среди подростков. Более того, ароматизаторы, включая аромат сладкую вату, «сумасшедшую ягоду», ментол, ледяной десерт, ванильный заварной крем, шоколадный торт, карамельное яблоко и др., делают ЭС более привлекательными для подростков.

Потенциальный риск развития рака, связанный с использованием ЭС, остается одним из главных предметом дискуссий. ЭС работают за счет нагревания жидкости, которая обычно содержит никотин, ароматизаторы и другие химические вещества. При нагревании жидкости пользователи вдыхают аэрозоль в легкие. Хотя ЭС, как правило, считаются менее вредными, чем традиционные табачные изделия, тем не менее, они по-прежнему содержат потенциально вредные химические вещества, которые могут повредить ДНК и привести к раку [1], [2], [3], [4], [10]. Вместе с тем, остается открытым вопрос о влиянии аэрозоля ЭС на состояние полости рта.

В этом обзоре обсуждаются возможные последствия на состояние здоровья, в том числе полости рта из-за нерегулируемого использования ЭС.

Распространенность курения вейпов среди подростков

В период с 2006 по 2009 год начала появляться новая категория никотиновых продуктов – электронные сигареты. Электронная сигарета (e-cigarette) была первым термином, который использовался для обозначения устройства, используемого для вейпинга. Со временем появился и широко стал использоваться термин *vape* (от англ. *vapor* – пар) или по-русски просто «вейп» [1], [3], [4].

Растущее использование ЭС привело к соразмерному увеличению исследований их эффектов. Только на PubMed количество опубликованных статей об ЭС увеличилось с 372 в 2014 году до 1519 в 2024 году. Есть сотни обзорных статей по различным аспектам использования ЭС.

Исследования, проведенные в Мексике в 2016 году, показали, что 6,5% подростков пробовали ЭС. В 2017 году опросы в 28 странах-членах ЕС показали, что около 8 миллионов европейцев регулярно использовали ЭС, около 63 миллионов человек их пробовали. С 2018 по 2019 год около 3,2% взрослых американцев (около 8 миллионов) и 19% учащихся средних и старших классов США (около 5,3 миллиона) были активными пользователями ЭС [3]. Уже на 2021 год во всем мире насчитывалось более 40 миллионов пользователей ЭС [5].

К сожалению, отмечается рост использования электронных сигарет и среди подростков в нашей стране [1], [6]. Так, результаты исследования Е.А. Морозовой и соавт. [1] показали, что из числа опрошенных школьников 7-11 классов, 20% используют СЭ (вейп). Среди юношей и девушек, использующих ЭС, 69% составили девушки. Использование вейпов начинается в 15 и 16 лет. Школьники впервые пробуют вейп в 15 лет (37%) и «закуривают» по 2-3 раза в день (9%) [1].

Некоторые из известных причин употребления ЭС подростками включают в себя их вкус, индивидуальность, легкую доступность, желание экспериментировать, представление о том, что они безопаснее, а также рекламу и маркетинг, которые непосредственно ориентированы на молодежь. Исследования, посвященные ароматизаторам, показали, что подростки чаще выбирают сладкие ароматизаторы (например, фруктовые или леденцовые), чем обычные ЭС со вкусом табака или мяты [7].

Химический состав аэрозолей электронных сигарет

T. Patten et al. показали [3], что 80–98% подростков начинают курить ЭС из-за ароматизаторов. Большинство подростков (до 60%) сообщают, что парят «только ради вкуса». Подростки, которые сообщают, что считают ЭС с фруктовым вкусом менее вредными, также с большей вероятностью будут заинтересованы в том, чтобы попробовать ЭС с фруктовым вкусом [3]. Ароматизатор может сделать никотин более приятным и доступным. С другой стороны, ароматизатор может усилить связь между действием (т. е. вейпом) и эффектом (т. е. физиологической реакцией на никотин) [3].

При нагревании жидкости, которая обычно содержит много ингредиентов, в ЭС образуется аэрозоль. Вейперы выделяют аэрозоль, состоящий из смеси капель жидкости. Обычно в его состав входят глицерин и пропиленгликоль, ароматизаторы, никотин, формальдегид и другие химические вещества, которые нагреваются, распыляются в виде аэрозоля и вдыхаются [2], [3], [4], [10]. В ЭС добавляется диацетил, который разрушает дыхательные пути в легких и может вызвать «попкорновое легкое» или облитерирующий бронхит. Новые данные свидетельствуют о том, что жидкость ЭС часто содержит различные потенциально токсичные химические вещества [3], [7], [8], [9], [10]. Пропиленгликоль и растительный глицерин используются в качестве проводника ароматизаторов и никотина в жидкостях ЭС. Пропиленгликоль обеспечивает более сильное ощущение в горле и более насыщенный вкус, в то время как растительный глицерин – более густая жидкость, которая выделяет больше пара и обладает более сладким вкусом. Стоит отметить, что в жидкостях ЭС были обнаружены такие подсластители, как сахароза, сукралоза, этилмальтол. Следовательно, возможно следует учитывать, что сладость влияет на никотиновую зависимость [3]. Некоторые жидкости ЭС также содержат никотин, который вызывает привыкание, например, к табаку [2], [3], [4].

Жидкости низкого качества могут содержать вредные примеси или высокую концентрацию никотина, что может быть вызвано осложнениями, в том числе передозировку. Формальдегид – это канцероген, который может образовываться при перегревании жидкости или при недостаточном количестве жидкости, попадающей на нагревательный элемент ЭС (известный как «сухая затяжка») [4], [10]. Сообщалось, что содержание формальдегида в аэрозолях для ЭС значительно превышает нормы безопасности на производстве [10].

Влияние химических компонентов на ротовую полость подростков

Микробиом полости рта включает более 600 видов микроорганизмов. В нормальных условиях микробиота полости рта рассматривается как комменсальная, поскольку она существует в гармонии с организмом хозяина. Однако в дисбиотических условиях некоторые виды бактерий, такие как *Porphyromonas gingivalis*, могут приводить к заболеваниям пародонта, а другие, такие как *Streptococcus mutans*, могут способствовать развитию кариеса зубов [8].

По данным С.Л.С. Almeida-da-Silva et al., анализ микробиома слюнных желез 119 участников показал, что количество грамотрицательных бактерий *Porphyromonas* и *Veillonella* было выше среди пользователей ЭС по сравнению с обычными курильщиками или теми, кто никогда не курил [8]. Другие исследования показали, что таксономически микробиом полости рта пользователей ЭС отличался большим α -разнообразием и более высоким уровнем представителей нескольких типов и родов, включая *Actinobacteria*, некоторых *Firmicutes* (включая *Selenomonas* и *Veillonella*), *Fusobacteria*, *Proteobacteria* и *Saccharibacteria*. Более того, процессы, связанные с метаболизмом сialовой кислоты, были изменены у различных стрептококков полости рта, а также у *Veillonella parvula*, *Actinomyces naeslundii* и *Neisseria mucosa* [9].

Гены, кодирующие функции, связанные с образованием матрикса биопленки ротовой полости (внеклеточный полимерный матрикс, который окружает бактериальные клетки в биопленке) и биосинтезом клеточной стенки, также

были активированы. Биопленка, подвергаясь воздействию аэрозоля от ЭС, была богата матричным белком. Возможно, данный эффект обусловлен компонентами ЭС, таких как подсластители, глицерин или полиэтиленгликоль, которые используются в качестве наполнителей в ЭС и могут быть источником питательных веществ для микроорганизмов [9].

В исследованиях *in vivo* был установлен целый ряд эффектов аэрозоля ЭС, включающих цитотоксичность, снижение пролиферации и миграции клеток, усиление апоптоза и выработки медиаторов воспаления, а также выявление окислительных повреждений, таких как карбонилирование белков и разрывы нитей ДНК, которые могут привести к различным заболеваниям полости рта [8], [9].

Токсичные соединения, такие как тяжелые металлы, карбонилы, ароматизаторы и активные формы кислорода (АФК), были обнаружены в аэрозолях ЭС в концентрациях, которые могут отрицательно повлиять на здоровье полости рта. В процессе парения жидкость испаряется с помощью нагревательного элемента, работающего при температуре от 100 до 300°C, в зависимости от конструкции ЭС и выходной мощности. Высокие температуры способствуют переносу тяжелых металлов (например, никеля, кадмия, хрома и свинца) из спирали в жидкость. Загрязнения в жидкостях ЭС и разрушение фитильного материала также могут привести к попаданию в них токсичных веществ, таких как мышьяк и диоксид кремния. Аэрозолизация жидкости ЭС приводит к выделению этих веществ во время парения. Содержание этих металлов в ЭС вызывает беспокойство, поскольку они могут вызвать хронический периодонтит, рак полости рта, воспаление и нейродегенерацию [10].

Другими наиболее распространенными поражениями является никотиновый стоматит и «волосатый язык». Данные *in vitro* свидетельствуют о повышенной патогенности *Candida albicans* при воздействии ЭС. Этот эффект был обусловлен повышенной экспрессией секреторной аспартат протеазы и фенотипическими изменениями, такими как увеличение длины гиф. Прямое сравнение с культурами *C. albicans*, не подвергавшимися воздействию пара, выявило значительные взаимодействия и повышенную адгезию грибка к клеткам слизистой оболочки десен [10].

Другим побочным эффектом от использования ЭС является раздражение слизистых оболочек и боль. Как показывают данные, среди 33309 респондентов, которые курили ЭС, риск возникновения болей в языке и слизистой оболочке щек был на 54% выше. В том же исследовании другой причиной возникновения боли слизистой оболочки щек и языка является никотин и коричневый альдегид. Никотин действует как активатор канала транзиторного рецепторного потенциала подтипа A1 (TRPA1), связанного с ощущением жжения во рту. Результаты наблюдения показали, пациенты, чувствительные к альдегиду, чаще жаловались на жжение при воздействии никотина. Как коричневый альдегид, так и никотин изменяют активность слизистой оболочки полости рта и глотки, а хроническое воздействие может изменить восприятие боли в этих областях [10].

Результаты исследований показали [11], что сахар и ароматизаторы в жидкостях для ЭС повышают риск кариеса. По данным S. Gaug et al. [11], сахара, такие как глюкоза (6,4–88,9 мкг/мл), фруктоза (8,8–331,2 мкг/мл) и сахароза (9,3–620,1 мкг/мл) были обнаружены в коммерчески доступных электронных жидкостях. Глюкоза превысила норму примерно в 22% образцов, тогда как фруктоза и сахароза в 53% образцов. Что интересно, ароматизаторы с 11 мг/мл никотина содержали 9,3 мкг/мл сахарозы, 18 мг/мл никотина содержали 88,9 мкг/мл глюкозы, а 24 мг/мл никотина содержали 8,8 мкг/мл фруктозы, в то время как ароматизаторы безникотиновых ЭС содержали 6,4 мкг/мл глюкозы, 331,2 мкг/мл фруктозы и 497,0 мкг/мл сахарозы [11]. Следовательно, сахара вызывают привыкание, что может увеличить их использование среди молодежи.

В настоящее время большинство исследований, посвященных ЭС и здоровью полости рта, основаны на сравнительном анализе и самооценке показателей здоровья, что ограничивает качество фактических данных. Для точной оценки воздействия ЭС на здоровье полости рта на уровне населения могут потребоваться десятилетия.

Заключение

Таким образом, за последнее десятилетие в мире значительно возросло потребление ЭС, особенно среди молодого поколения. Многочисленные исследования показывают наличие многочисленных потенциальных канцерогенов, включая нитрозамины и химически активные карбонилы, в ЭС. Вещества, образующиеся при нагревании ароматизирующих компонентов, оказывают вредное воздействие на клетки организма, в том числе негативно влиять на здоровье полости рта.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Морозова Е.А. Сравнение распространённости вейпа в городах и сельских местностях среди учащихся / Е.А. Морозова, А.С. Ермакова, Н.М. Попова // Вестник науки. — 2022. — № 6(51). — С. 200–206.
2. Gaiha S.M. Use Patterns, Flavors, Brands, and Ingredients of Nonnicotine e-Cigarettes Among Adolescents, Young Adults, and Adults in the United States / S.M. Gaiha, C. Lin, L.K. Lempert [et al.] // JAMA Netw Open. — 2022. — № 5. — P. e2216194. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.16194.

3. Patten T. History repeats itself: Role of characterizing flavors on nicotine use and abuse / T. Patten, M. De Biasi // *Neuropharmacology*. — 2020. — № 177. — P. 108162. DOI: 10.1016/j.neuropharm.2020.108162.
4. Sahu R. E-Cigarettes and Associated Health Risks: An Update on Cancer Potential / R. Sahu, K. Shah, R. Malviya [et al.] // *Adv Respir Med*. — 2023. — № 91(6). — P. 516–531. DOI: 10.3390/arm91060038.
5. Holliday R. Electronic Cigarettes and Oral Health / R. Holliday, B.W. Chaffee, N.S. Jakubovics [et al.] // *J Dent Res*. — 2021. — № 100(9). — P. 906–913. DOI: 10.1177/00220345211002116.
6. Озерская И.В. Вейп-ассоциированное поражение легких у подростка / И.В. Озерская, А.Б. Малахов, А.Ю. Седова [и др.] // *Терапевтический архив*. — 2024. — № 96. — С. 53–57. DOI: 10.26442/00403660.2024.01.202561.
7. Lyzwinski L.N. Global youth vaping and respiratory health: epidemiology, interventions, and policies / L.N. Lyzwinski, J.A. Naslund, C.J. Miller [et al.] // *NPJ Prim Care Respir Med*. — 2022. — № 32(1). — P. 14. DOI: 10.1038/s41533-022-00277-9.
8. Almeida-da-Silva C.L.C. Effects of electronic cigarette aerosol exposure on oral and systemic health / C.L.C. Almeida-da-Silva, H. Matshik Dakafay, K. O'Brien [et al.] // *Biomed J*. — 2021. — № 44(3). — P. 252–259. DOI: 10.1016/j.bj.2020.07.003.
9. Holliday R. Electronic Cigarettes and Oral Health / R. Holliday, B.W. Chaffee, N.S. Jakubovics [et al.] // *J Dent Res*. — 2021. — № 100(9). — P. 906–913. DOI: 10.1177/00220345211002116.
10. Ebersole J. Harmful chemicals emitted from electronic cigarettes and potential deleterious effects in the oral cavity / J. Ebersole, V. Samburova, V. Son [et al.] // *Tob Induc Dis*. — 2020. — № 18. — P. 41. DOI: 10.18332/tid/116988.
11. Gaur S. The Role of Electronic Cigarettes in Dental Caries: A Scoping Review / S. Gaur, R. Agnihotri // *Scientifica (Cairo)*. — 2023. — № 30. — P. 9980011. DOI: 10.1155/2023/9980011.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Morozova E.A. Sravnenie rasprostranennosti vejpa v gorodah i sel'skih mestnostyah sredi uchashihsja [Comparison of the prevalence of vaping in cities and rural areas among students] / E.A. Morozova, A.S. Ermakova, N.M. Popova // *Science Bulletin*. — 2022. — № 6(51). — P. 200–206. [in Russian]
2. Gaiha S.M. Use Patterns, Flavors, Brands, and Ingredients of Nonnicotine e-Cigarettes Among Adolescents, Young Adults, and Adults in the United States / S.M. Gaiha, C. Lin, L.K. Lempert [et al.] // *JAMA Netw Open*. — 2022. — № 5. — P. e2216194. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.16194.
3. Patten T. History repeats itself: Role of characterizing flavors on nicotine use and abuse / T. Patten, M. De Biasi // *Neuropharmacology*. — 2020. — № 177. — P. 108162. DOI: 10.1016/j.neuropharm.2020.108162.
4. Sahu R. E-Cigarettes and Associated Health Risks: An Update on Cancer Potential / R. Sahu, K. Shah, R. Malviya [et al.] // *Adv Respir Med*. — 2023. — № 91(6). — P. 516–531. DOI: 10.3390/arm91060038.
5. Holliday R. Electronic Cigarettes and Oral Health / R. Holliday, B.W. Chaffee, N.S. Jakubovics [et al.] // *J Dent Res*. — 2021. — № 100(9). — P. 906–913. DOI: 10.1177/00220345211002116.
6. Ozerskaja I.V. Veyp-assotsirovannoe porazhenie legkih u podrostka [Vaping use-associated lung injury in a teenager. Case report] / I.V. Ozerskaja, A.B. Malahov, A.Ju. Sedova [et al.] // *Therapeutic Archive*. — 2024. — № 96. — P. 53–57. DOI: 10.26442/00403660.2024.01.202561. [in Russian]
7. Lyzwinski L.N. Global youth vaping and respiratory health: epidemiology, interventions, and policies / L.N. Lyzwinski, J.A. Naslund, C.J. Miller [et al.] // *NPJ Prim Care Respir Med*. — 2022. — № 32(1). — P. 14. DOI: 10.1038/s41533-022-00277-9.
8. Almeida-da-Silva C.L.C. Effects of electronic cigarette aerosol exposure on oral and systemic health / C.L.C. Almeida-da-Silva, H. Matshik Dakafay, K. O'Brien [et al.] // *Biomed J*. — 2021. — № 44(3). — P. 252–259. DOI: 10.1016/j.bj.2020.07.003.
9. Holliday R. Electronic Cigarettes and Oral Health / R. Holliday, B.W. Chaffee, N.S. Jakubovics [et al.] // *J Dent Res*. — 2021. — № 100(9). — P. 906–913. DOI: 10.1177/00220345211002116.
10. Ebersole J. Harmful chemicals emitted from electronic cigarettes and potential deleterious effects in the oral cavity / J. Ebersole, V. Samburova, V. Son [et al.] // *Tob Induc Dis*. — 2020. — № 18. — P. 41. DOI: 10.18332/tid/116988.
11. Gaur S. The Role of Electronic Cigarettes in Dental Caries: A Scoping Review / S. Gaur, R. Agnihotri // *Scientifica (Cairo)*. — 2023. — № 30. — P. 9980011. DOI: 10.1155/2023/9980011.