

- tion fraction and may affect exercise capacity. *Sci. Rep.* 2020;10:16682. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73634-8>
34. Lala R. I., Darabantiu D., Pilat L., Puschita M. Galectin-3: A link between myocardial and arterial stiffening in patients with acute decompensated heart failure. *Arq. Bras. Cardiol.* 2016;106:121-129. <https://doi.org/10.5935/abc.20150149>
35. Schindler E. I., Szymanski J. J., Hock K. G., Geltman E. M., Scott M. G. Short- and long-term biologic variability of galectin-3 and other cardiac biomarkers in patients with Stable heart failure and healthy adults. *Clin. Chem.* 2016;62:360-366. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2015.246553>
36. Kovacevic M. M., Pejnovic N., Mitrovic S., Jovicic N., Petrovic I. [et al.]. Galectin-3 deficiency enhances type 2 immune cell-mediated myocarditis in mice. *Immunol. Res.* 2018;66:491-502. <https://doi.org/10.1007/s12026-018-9013-8>
37. Ibarrola J., Matilla L., Martínez-Martínez E., Gueret A., Fernández-Celis A. [et al.]. Myocardial Injury after Ischemia/Reperfusion Is Attenuated by Pharmacological Galectin-3 Inhibition. *Sci. Rep.* 2019;9:9607. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46119-6>
38. Zhang M., Cheng K., Chen H., Tu J., Shen Y. [et al.]. Galectin-3 knock down inhibits cardiac ischemia-reperfusion injury through interacting with bcl-2 and modulating cell apoptosis. *Arch. Biochem. Biophys.* 2020;694:108602. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2020.108602>
39. Nguyen M. N., Su Y., Vizi D., Fang L., Ellims A. H. [et al.]. Mechanisms responsible for increased circulating levels of galectin-3 in cardiomyopathy and heart failure. *Sci. Rep.* 2018;8:8213. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26115-y>
40. Fudim M., Kelly J. P., Jones A. D., Abou Ezzeddine O. F., Ambrosy A. P. [et al.]. Are existing and emerging biomarkers associated with cardiorespiratory fitness in patients with chronic heart failure? *Am. Heart J.* 2020;220:97-107. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2019.11.006>
41. Haid M. E., Zylla S., Paulista Markus M. R., Friedrich N., Ewert R. [et al.]. Sex-specific associations of cardiorespiratory fitness and galectin-3 in the general population. *ESC Heart Fail.* 2022;9:4240-4249. <https://doi.org/10.1002/ehf2.14151>
42. Fernandes-Silva M. M., Guimaraes G. V., Rigaud V. O., Lofrano-Alves M. S., Castro R. E. [et al.]. Inflammatory biomarkers and effect of exercise on functional capacity in patients with heart failure: Insights from a randomized clinical trial. *Eur. J. Prev. Cardiol.* 2017;24:808-817. <https://doi.org/10.1177/2047487317690458>
43. Billebeau G., Vodovar N., Sadoune M., Launay J. M., Beauvais F. [et al.]. Effects of a cardiac rehabilitation programme on plasma cardiac biomarkers in patients with chronic heart failure. *Eur. J. Prev. Cardiol.* 2017;24:1127-1135. <https://doi.org/10.1177/2047487317705488>
44. Karolko B., Serafin A., Przewłocka-Kosmala M. Impact of moderately reduced renal function on the diagnostic and prognostic value of galectin-3 in patients with exertional dyspnea. *Adv. Clin. Exp. Med.* 2022;31:873-879. <https://doi.org/10.17219/acem/147665>

Поступила 18.01.2024

Сведения об авторах:

Пахнова Лия Руслановна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики; тел.: +79275798849; e-mail: pahnova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4021-325X>

Башкина Ольга Александровна, доктор медицинских наук, профессор, ректор, заведующая кафедрой факультетской педиатрии; тел.: +78512524143; e-mail: bashkina1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4168-4851>

Самотруева Марина Александровна, доктор медицинских наук, профессор, проректор по научной и инновационной работе, заведующая кафедрой фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологий; тел.: +78512523658; e-mail: ms1506@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5336-4455>

Пахнов Дмитрий Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры хирургических болезней стоматологического факультета; тел.: +79276602782; e-mail: pahnov1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7803-8661>

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.314-002-02:613.84

DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2024.19062>

ISSN – 2073-8137

Факторы риска развития кариеса зубов у пользователей электронных сигарет

И. Г. Романенко, И. В. Горобец, Е. О. Бобков, С. М. Горобец

Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация

Dental caries risk factors for electronic cigarette users

Romanenko I. G., Gorobets I. V., Bobkov E. O., Gorobets S. M.

V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

Представлен обзор данных о влиянии компонентов электронных сигарет (ЭС) на развитие кариеса зубов. Электронные сигареты в последнее время приобрели популярность среди молодого населения. Обзор научных исследований показал, что состав электронных жидкостей и аэрозолей играет важную роль в прогрессировании кариеса зубов. У пользователей электронных сигарет выявлены изменения основных физико-химических свойств слюны: ее

количества, вязкости, концентрации ионов водорода (pH), показателей фосфорно-кальциевого обмена. Приведена информация, что ароматизированные жидкости, аэрозоли ЭС нарушают микробиоценоз полости рта, подавляя рост комменсалов полости рта и усиливая образование биопленки *S. mutans*.

Ключевые слова: электронные сигареты, кариес, микробиом, слюна

This paper offers a review of the data on the influence that components of electronic cigarettes have on dental caries development. Electronic cigarettes have been gaining popularity among youngsters lately. A review of research outcomes has revealed that the composition of e-liquids and aerosols plays an important role in dental caries progression. Users of electronic cigarettes have been found to feature changes in the basic physical and chemical properties of saliva, namely, its quantity, viscosity, concentration of hydrogen ions (pH), and phosphorus-calcium metabolism values. There is data offered showing that flavored liquids and EC aerosols disrupt the oral cavity microbiocenosis, while also suppressing the growth of oral commensals and enhancing the development of *S. mutans* biofilm.

Keywords: e-cigarettes, caries, microbiome, saliva

Для цитирования: Романенко И. Г., Горобец И. В., Бобков Е. О., Горобец С. М. Факторы риска развития кариеса зубов у пользователей электронных сигарет. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2024;19(3):272-277. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2024.19062>

For citation: Romanenko I. G., Gorobets I. V., Bobkov E. O., Gorobets S. M. Dental caries risk factors for electronic cigarette users. *Medical News of North Caucasus*. 2024;19(3):272-277. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2024.19062> (In Russ.)

СНТ – средства нагревания табака
ЭС – электронные сигареты

ЭСДН – электронные системы доставки никотина

Состояние здоровья полости рта является неотъемлемой составляющей общего здоровья, способствует участию человека в жизни общества и реализации его потенциала. В отчете ВОЗ о состоянии здоровья полости рта указано, что ее заболевания встречаются у 3,5 млрд человек. В мире 2 миллиарда человек страдают от кариеса постоянных зубов и 514 миллионов детей страдают от кариеса молочных зубов [1]. В научной и практической медицине одним из важных направлений является изучение механизма влияния экзо- и эндогенных факторов, в частности курения, на здоровье человека в целом и на стоматологическое здоровье в том числе путем разработки актуальных диагностических критериев и оптимальных методов профилактики и лечения стоматологических заболеваний.

Целью обзора является определение влияния электронных сигарет на состояние твердых тканей зубов, на возникновение кариесогенной ситуации в полости рта у пользователей электронных сигарет.

Представлены результаты поиска научных данных, определяющих факторы риска развития кариеса зубов у пользователей электронных сигарет с использованием ключевых слов: caries, vaping, risk factors, факторы риска, кариес, вейпинг в базах данных MEDLINE, Science Direct, Embase, PubMed и e-Library. Кроме того, изучены ссылки на публикации по теме работы в приставочных списках литературы. В итоговую выборку включено 39 работ, опубликованных с 2008 по 2023 год.

Распространенность кариеса зубов в большинстве стран, по данным литературы, занимает первое место среди стоматологических заболеваний и может составлять от 85 % до 98 %. По данным ВОЗ, в последние годы отмечается увеличение заболеваемости кариесом зубов и тканей пародонта среди детей, особенно в экономически неразвитых странах. В Российской Федерации к полутора годам жизни 85 % детей нуждаются в стоматологической помощи, а у 40 % выявляется ортодонтическая патология (аномалии развития зубов и челюстей), к 6–8 годам у

80 % детей источником одонтогенной инфекции является каждый третий зуб, в подростковом возрасте заболевания тканей пародонта встречаются у 60 % детей [1–4].

В глобальном отчете ВОЗ о состоянии здоровья полости рта (2022) указано, что с употреблением табака связаны как онкологические заболевания, болезни сердца, инсульт, хронические заболевания легких, так и заболевания полости рта [1]. Все формы табака являются основными факторами риска рака губы и полости рта [5]. Более 350 миллионов человек во всем мире употребляют бездымный табак – культурная привычка, особенно популярная в странах Юга, Азии и в некоторых островных странах Тихого океана [6]. Употребление табака остается одной из ведущих глобальных причин предотвратимых смертей и связано с более чем 8 миллионами смертей в 2019 году [7].

Пользователи традиционных сигарет подвергаются воздействию более 7000 химических веществ за одну затяжку, что приводит к нарушению защиты полости рта [7]. При изучении распространенности кариеса зубов у курильщиков был сделан вывод, что привычка к курению может быть предиктором развития кариеса зубов [3]. У данной категории кариес развивается преимущественно в пришеечной области зуба, в том числе циркулярно, в поддесневой области, нередко кариозный процесс переходит на корень зуба. В твердых тканях под никотиновым налетом протекает так называемый сухой медленный процесс [8, 9].

В последние годы отмечается увеличение числа пользователей электронных средств доставки никотина (ЭСДН) [10–12] как в мире, так и в России. Так, если в 2011 году их было около 7 млн, то в 2016 стало уже 35 млн, а в 2021 – 55 млн человек [13]. Электронная сигарета – это электронное устройство, которое состоит из батареи, камеры испарения и картриджа со смесью растворителей [11]. Основным элементом устройства является распылитель; здесь жидкость нагревается и превращается в аэрозоль, визуально напоминающий эффект сигаретного дыма [10].

Содержание углеводов в ЭСДН

Добавление сахара улучшает вкус традиционных табачных изделий. В натуральном табаке сахар может присутствовать в количестве до 20 масс.%. Кроме того, при производстве табака добавляются различные сахара в количестве до 4 масс.% на сахар. Моносахариды (например, глюкоза и фруктоза) и дисахариды (сахароза) либо содержатся в растениях табака, либо образуются в процессе их затравки и отверждения [14]. Примерно от 40 до 50 % табачных изделий содержат добавленные натуральные или синтетические сахара, которые подвергаются пиролизу [14].

В составе электронных жидкостей были обнаружены глюкоза (6,4–88,9 г/мл), фруктоза (8,8–331,2 г/мл) и сахароза (9,3–620,1 г/мл). В 53 % образцов содержание фруктозы и сахарозы превышало пределы количественного определения, а содержание глюкозы – примерно в 22 % образцов. Изучение содержания углеводов в зависимости от количества никотина показало, что при содержании никотина в жидкостях 11 мг/мл уровень сахарозы составил 9,3 г/мл, при 18 мг/мл никотина – 88,9 г/мл глюкозы и при 24 мг/мл никотина – 8,8 г/мл фруктозы. В то же время ароматизаторы без никотина содержали 6,4 г/мл глюкозы, 331,2 г/мл фруктозы и 497,0 мкг/мл сахарозы [15, 16]. Кариесогенность углеводов связана с кислотопродукцией – результатом их метаболизма и образованием зубной бляшки как субстрата, успешно реализующего кариесогенное воздействие углеводов [1].

Влияние ароматизаторов и аэрозоля ЭС на микробиом полости рта

Изучение использования разных видов ароматизаторов в электронных сигаретах показало, что большинство пользователей (62,9 %) обычно используют ароматизаторы, отличные от табака (включая фруктовый вкус, мяту/ментол, сладости, конфеты, кофе и др.), 24,2 % пользователей употребляли ЭС со вкусом табака и 12,9 % – неароматизированные электронные сигареты [17]. Отмечается, что в 29,5 % случаев именно аромат был причиной начала курения. Так, наличие фруктового вкуса в большей степени мотивировало молодых людей в возрасте 18–24 лет начать употреблять электронные сигареты по сравнению со взрослыми в возрасте 35–44 лет. Наиболее популярными среди молодежи ароматизаторами были ментол, табак, корица, клубника и черника [18–21].

Эти ароматизаторы добавлялись в концентрациях до 25 % [19]. Кроме того, оценивались синтетические сладкие ароматизаторы, такие как этилбутират (11,1 мг/мл), этилмальтол (27,2 мг/мл), гексилацетат (2,5 мг/мл), сукралоза (2,0 мг/мл) и триацетин (11,6 мг/мл). Это сложные эфиры, сахарный спирт и заменители сахара, которые имитируют вкус или запах таких ароматизаторов, как ананас (11,1 мг/мл), сахарная вата (27,1 мг/мл), яблоко (2,5 мг/мл), подсластитель (2 мг/мл) и бархатистый дым (11,6 мг/мл) [22].

В исследовании J. S. Fischman с соавт. показано, что ментол, корица и клубника в жидкостях для электронных сигарет в концентрации от 5 до 25 % были токсичны для микроорганизмов полости рта, таких как *S. gordonii*, *S. mitis*, *S. intermedius* и *S. oralis*, по сравнению с жидкостями для электронных сигарет без запаха. Эти ароматизаторы снижали рост бактерий в высоких концентрациях дозозависимым образом [19]. При оценке влияния различных ароматизаторов электронных жидкостей на образование биопленки и токсичность четырех видов бактерий-комменса-

лов полости рта: *S. gordonii*, *S. intermedius*, *S. mitis* и *S. oralis*, выявлено, что ментол и корица подавляли *S. intermedius*, тогда как корица, клубника, черника и ментол воздействовали на *S. mitis*, *S. gordonii* и *S. oralis*. Показано, что 5 %-ная концентрация корицы и ментола подавляла все стрептококки, а 3 %-ная концентрация корицы приводила к образованию минимальной массы биопленки *S. intermedius*, по сравнению с ароматизаторами табака, клубники и черники [18].

Воздействие ароматизированных жидкостей и аэрозолей в высоких и низких дозах влияет на межвидовой баланс в биопленках полости рта, что приводит к бактериальному дисбиозу [18].

Изучение влияния аэрозолей ЭС на комменсалы полости рта и условно-патогенную кариесогенную бактерию *S. mutans* показало, что, так же как ароматизированные жидкости, аэрозоли ЭС нарушают микробиоценоз полости рта, подавляя рост комменсалов и усиливая образование биопленки *S. mutans*, которая доминирует над другими видами микроорганизмов из-за изменений окружающей среды – плотности, pH и др., способствующих образованию биопленки [21, 22]. Установлено усиление колонизации *S. mutans* в отличие от *S. sanguinis* и *S. gardenia* при использовании ароматизаторов ментола и линикотина в аэрозолях ЭС [21]. При воздействии аэрозоля ЭС по 15 минут два раза в день (от 10 до 150 затяжек) увеличивалась сила сцепления между *S. mutans* и поверхностью эмали. Выявлено увеличение *S. mutans* в ямках, трещинах и на гладких поверхностях зубов, подвергшихся воздействию аэрозоля после 24 часов инкубации [22]. Поскольку аэрозоли ЭС являются вязкими, покрывают поверхность эмали, они изменяют поверхностные взаимодействия *S. mutans* [22]. *S. mutans* прикрепляется к открытым поверхностям и метаболизирует основу жидкости ЭС, а ароматизаторы выделяют внеклеточные полимерные вещества, которые способствуют инкапсуляции и размножению *S. mutans* с образованием биопленки [19]. Далее *S. mutans* метаболизируют углеводы в молочную кислоту, создавая локально низкий уровень pH и способствуя деминерализации поверхности эмали зуба. Деминерализация эмали является первым этапом развития кариеса зубов. Сила адгезии между *S. mutans* и поверхностью эмали зависит от количества затяжек. Было показано, что капли аэрозоля равномерно распределяются в присутствии десяти затяжек, но по мере увеличения количества затяжек начинают скапливаться. Например, аэрозоли от 0, 10 и 150 затяжек образуют соответственно $5,7 \pm 5,0$, $175,5 \pm 12,7$ и $1051,25 \pm 59,4$ частиц/мм², что влияет на бактериальную адгезию.

Физико-химические показатели слюны у пользователей ЭС

Ксеростомия, субъективное ощущение сухости во рту являются побочным эффектом употребления электронных сигарет [23]. Недостаточное выделение слюны может привести к затруднениям при глотании, жевании и разговоре, а также к жжению во рту, затрудненному дыханию, изменению вкуса, сухости слизистой оболочки полости рта, воспалению языка, появлению трещин и шелушению губ, к кандидозу полости рта и кариесу зубов, вызывающих снижение качества жизни [24]. Ксеростомия поражает от 5,5 % до 46 % населения, чаще пожилого возраста, и обычно чаще встречается у женщин, чем у мужчин [25]. Опрос студентов-стоматологов показал, что потребители табака (29,3 %), электронных сигарет (33,1 %) и их комбинации (28,1 %) имеют более высокую распро-

страненность ксеростомии, чем некурящие (23,4 %) [26]. Установлено, что частая/постоянная сухость во рту была более распространена среди часто курящих (>5 дней в месяц) электронных сигареты (14 %) и потребителей горючего табака (19 %). Пользователи электронных сигарет, в том числе 14,9 % подростков США в возрасте 13–17 лет и 24,4 % студентов-медиков, сообщили о сухости во рту [27]. Среди потребителей электронных сигарет в возрасте старше 18 лет распространенность ксеростомии составила 31,0 % [28].

При среднем количестве потребления электронных сигарет в день $5,13 \pm 2,483$ клинический показатель сухости во рту (в баллах) составил $1,08 \pm 1,172$ (умеренная сухость). Средняя нестимулированная скорость выделения слюны у участников этого исследования составила $0,406 \pm 0,1027$ мл/мин. У 247 (68,61 %) обследованных выявлено кариозное поражение одного или нескольких зубов [29].

Известно, что при снижении объема слюны происходит увеличение её вязкости, недостаточное увлажнение органов полости рта, ухудшение механического и химического очищения, что, как известно, способствует увеличению образования мягкого зубного налета на поверхности зубов и формированию зубной бляшки, с дальнейшей деминерализацией эмали и развитием кариеса, а также воспалительных заболеваний пародонта. Изменяется качественный состав микрофлоры полости рта, активизируется рост патогенных микроорганизмов [30, 31].

Слюна как маркер состояния фосфорно-кальциевого обмена играет ключевую роль в выработке и поддержании резистентности эмали зуба, а аккумуляция минеральных веществ в зубной эмали с момента прорезывания является существенным фактором, повышающим кариесрезистентность. Было доказано, что химические соединения, содержащиеся в табачном дыме или в парах электронных сигарет, растворяются в слюне и оказывают влияние на ее биохимический состав и функцию [32, 33].

Усиление процессов деминерализации эмали зуба отмечается при уменьшении в ротовой жидкости уровней слюварного и сывороточного ионов кальция и фосфора; при нарушении синтеза неколлагеновых белков и коллагена; при повышении продуктов метаболизма, приводящих к смещению уровня pH слюны и крови в сторону ацидоза [34]. При этом известно, что на величину pH слюны может влиять употребление табака [35]. У курильщиков с пародонтитом слюна характеризовалась более низким значением pH, чем слюна некурящих больных с пародонтитом [35]. Величина pH слюны традиционных курильщиков сигарет был ниже по сравнению с некурящими [36]. Значения pH у курильщиков традиционных сигарет и

пользователей электронных сигарет были ниже, чем у некурящих [37].

Известно, что состав неорганических компонентов слюны, таких как кальций и фосфаты, оказывает влияние на образование зубного камня – фактора риска как заболеваний пародонта, так и кариеса зубов. Увеличение концентрации ионов кальция и фосфатов в слюне может способствовать ускорению минерализации зубного налета. При этом содержание кальция в слюне у пользователей электронных сигарет было статистически значимо выше, чем у некурящих, хотя различий между курильщиками традиционных сигарет и некурящими выявлено не было [37]. Среди пользователей электронных сигарет концентрация фосфатов была выше, чем в группах курильщиков традиционных сигарет и некурящих, при этом у традиционных курильщиков сигарет данный показатель был ниже, чем среди пользователей электронных сигарет и выше, чем среди некурящих [37].

Курение изменяет биологические свойства ротовой жидкости, следовательно нарушает ее минерализующие и иммунологические свойства, приводя к снижению минерализующей способности ротовой жидкости, развитию кариозного процесса и воспалению слизистой полости рта [38]. Статистически значимые различия характеристик ротовой жидкости (pH, скорости естественного слюноотделения, вязкости ротовой жидкости, содержания белка, кальция, фосфатов, щелочной фосфатазы, каталазы и малонового диальдегида) установлены как между группами с разным статусом курения, так и между курящими и некурящими пациентами. При сравнении данных показателей у лиц, использующих средства нагревания табака, использующих ЭС, и у некурящих установлено, что нарушения максимальной степени имеют место у лиц, использующих средства нагревания табака [39].

Заключение. Таким образом, у пользователей электронных сигарет в полости рта нарушается гомеостаз микробиома, что приводит к бактериальному дисбиозу, изменению физико-химических показателей слюны, снижению минерализующей способности ротовой жидкости. В связи с этим представляет интерес изучение влияния компонентов ЭС на физико-химический состав слюны, на здоровье полости рта, включая потенциальный риск развития кариеса зубов, заболеваний пародонта, слизистой оболочки полости рта у лиц, особенно молодого возраста, употребляющих электронные сигареты, с целью разработки комплекса лечебно-профилактических мероприятий при оказании стоматологической помощи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Geneva: World Health Organization; 2022:120. Available at: <https://www.who.int/publications/item/9789240070820>
2. Петерсен П. Э., Кузьмина Э. М. Распространенность стоматологических заболеваний. Факторы риска и здоровье полости рта. Основные проблемы общественно-здравоохранения. *Dental Forum*. 2017;1:2-11. [Peteresen P. E., Kuzmina E. M. Prevalence of dental diseases. Risk factors and oral health. Key public health issues. *Dental Forum*. 2017;1:2-11. (In Russ.)].
3. de Araújo Nobre M. A., Sezinando A. M., Fernandes I. C., Araújo A. C. Influence of Smoking Habits on the Prevalence of Dental Caries: A Register-Based Cohort Study. *Eur. J. Dent.* 2021;15(4):714-719. <https://doi.org/1055/s-0041-1729458>

4. Аврамова О. Г., Калашникова Н. П., Горячева В. В., Кулаженко Т. В. Диагностика ранних форм кариеса зубов у детей младшего школьного возраста. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2020;20(3):230-234. [Avraamova O. G., Kalashnikova N. P., Goryacheva V. V., Kulazhenko T. V. Diagnostics of early forms of dental caries in children of primary school age. *Stomatologiya detskogo vozrasta i profilaktika*. 2020;20(3):230-234. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2020-20-3-230-234>
5. Miranda-Filho A., Bray F. Global patterns and trends in cancers of the lip, tongue and mouth. *Oral Oncol.* 2020;102:104551. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2019.104551>
6. WHO global report on trends in prevalence of tobacco use 2000–2025, fourth edition. Geneva: World Health Organization. Available at: <https://www.who.int/publications/item/9789240039322>. Accessed 14 November, 2022.

7. Mehrotra R., Yadav A., Sinha D. N., Parascandola M., John R. M. [et al.]. Smokeless tobacco control in 180 countries across the globe: call to action for full implementation of WHO FCTC measures. *Lancet Oncol.* 2019;20(4):208-217. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(19\)30084-1](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30084-1)
8. Nigar S., Hassan S., Maqsood A., Ahmed N., Al-Askar M. [et al.]. An assessment of unstimulated salivary flow rate, IgA and clinical oral dryness among active and passive smokers. *Int. J. Occup. Med. Environ Health.* 2022;35(1):39-51. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01829>
9. Tobacco. WHO. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/tobacco>. Accessed December 18, 2022.
10. Advani I. N., Perez M., Crotty Alexander L. E. E-liquids and vaping devices: public policy regarding their effects on young people and health. *Med. J. Aust.* 2022;216(1):23-24. <https://doi.org/10.5694/mja2.51362>
11. Gentzke A. S., Creamer M., Cullen K. A., Ambrose B. K., Willis G. [et al.]. Vital signs: tobacco product use among Middle and high school students – United States, 2011–2018. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 2019;68:157. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6806e1>
12. Каладзе Н. Н., Горобец С. М., Горобец И. В., Романенко И. Г., Джерелей А. А. [и др.]. Анализ влияния электронных сигарет (вейпов) на стоматологический статус. *Крымский терапевтический журнал.* 2020;3:74-79. [Kaladze N. N., Gorobets I. V., Gorobets S. M., Romanenko I. G., Dzhereley A. A. [et al.]. Analysis of the influence of electronic cigarettes (vapes) on dental status. *Krymskij terapevticheskij zhurnal. – Crimean Journal of Internal Diseases.* 2020;3:74-79. (In Russ.)].
13. Новоселова Е. Н. Борьба с курением как фактор формирования здорового образа жизни. *Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология.* 2019;25(4):309-324. [Novoselova E. N. Fight against smoking as a factor of healthy lifestyle. *Moscow State University Bulletin. Series 18. Sociology and Political Science.* 2019;25(4):309-324. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.24290/1029-3736-2019-25-4-309-324>
14. Talhout R., Opperhuizen A., van Amsterdam J. G. Sugars as tobacco ingredient: effects on mainstream smoke composition. *Food and Chemical Toxicology.* 2006;44(11):1789-1798. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2006.06.016>
15. Fagan P., Pokhrel P., Herzog T. A., Moolchan E. T., Casse K. D. [et al.]. Sugar and aldehyde content in flavored electronic cigarette liquids. *Nicotine & Tobacco Research.* 2018;20(8):985-992. <https://doi.org/10.1093/ntr/ntx234>
16. Radford P. J. Hidden sugars and vaping. *British Dental Journal.* 2019;227(11):943. <https://doi.org/10.1038/s41415-019-1047-3>
17. Landry R. L., Groom A. L., Vu T. T., Stokes A. C., Berry K. M. [et al.]. The role of flavors in vaping initiation and satisfaction among U.S. adults. *Addict Behav.* 2019;99:106077. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2019.106077>
18. Xu C. P., Palazzolo D. L., Cuadra G. A. Mechanistic effects of E-liquids on biofilm formation and growth of oral commensal streptococcal communities: effect of flavoring agents. *Dentistry Journal.* 2022;10(5):85. <https://doi.org/10.3390/dj10050085>
19. Fischman J. S., Sista S., Lee D., Cuadra G. A., Palazzolo D. L. Flavorless vs. Flavored electronic cigarette-generated aerosol and E-liquid on the growth of common oral commensal streptococci. *Frontiers in Physiology.* 2020;11:585416. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.585416>
20. Rouabhi M., Semlali A. Electronic cigarette vapor increases Streptococcus mutans growth, adhesion, biofilm formation, and expression of the biofilm-associated genes. *Oral Diseases.* 2021;27(3):639-647. <https://doi.org/10.1111/odi.13564>
21. Catala-Valentin A., Bernard J. N., Caldwell M., Maxson J., Moore S. D. [et al.]. E-cigarette aerosol exposure favors the growth and colonization of oral Streptococcus mutans compared to commensal streptococci. *Microbiology Spectrum.* 2022;10(2):e0242121. <https://doi.org/10.1128/spectrum.02421-21>
22. Kim S. A., Smith S., Beauchamp C., Song Y., Chiang M. [et al.]. Cariogenic potential of sweet flavors in electronic-cigarette liquids. *PLoS One.* 2018;13(9):e0203717. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203717>
23. King J. L., Reboussin B. A., Wiseman K. D., Ribislet K. M., Seidenberg A. B. [et al.]. Adverse symptoms users attribute to e-cigarettes: Results from a national survey of US adults. *Drug. Alcohol. Depend.* 2019;196:9-13. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2018.11.030>
24. Millsop J. W., Wang E. A., Fazel N. Etiology, evaluation, and management of xerostomia. *Clin. Dermatol.* 2017;35(5):468-476. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2017.06.010>
25. Rocchi C., Emmerson E. Mouth-Watering Results: Clinical Need, Current Approaches, and Future Directions for Salivary Gland Regeneration. *Trends Mol. Med.* 2020;26(7):649-669. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2020.03.009>
26. Chaffee B. W., Halpern-Felsher B., Cheng J. E-cigarette, cannabis and combustible tobacco use: associations with xerostomia among California adolescents. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 2021. <https://doi.org/10.1111/cdoe.12721>
27. Cullen K. A., Ambrose B. K., Gentzke A. S., Apelberg B. J., Jamal A. [et al.]. Notes from the Field: Use of Electronic Cigarettes and Any Tobacco Product Among Middle and High School Students – United States, 2011–2018. *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 2018;67(45):1276-1277. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6745a5>
28. Guo X., Hou L., Peng X., Tang F. The prevalence of xerostomia among e-cigarette or combustible tobacco users: A systematic review and meta-analysis. *Tob. Induc. Dis.* 2023;21:22. <https://doi.org/10.18332/tid/156676>
29. Nigar S., Hassan S., Akram S., Maqsood A., Ahmed N. [et al.]. Evaluation of resting mouth salivary flow rate and dental caries in E-cigarette users. *J. Muhammad Medical College.* 2021;12(1):12-17.
30. Деркачева Е. И., Ронь Г. И. Клинические проявления в полости рта при ксеростомии различной этиологии. *Уральский медицинский журнал.* 2014;119(5):44-47. [Derkacheva E. I., Ron G. I. Clinical manifestations in the oral cavity with xerostomia of various etiologies. *Ural'skiy meditsinskiy zhurnal. – Ural Medical Journal.* 2014;119(5):44-47. (In Russ.)].
31. Горобец С. М., Романенко И. Г., Бобкова С. А., Джерелей А. А., Крючков Д. Ю. [и др.]. Ксеростомия. Современный взгляд на проблему. *Таврический медико-биологический вестник.* 2019;22(2):83-89. [Gorobets S. M., Romanenko I. G., Bobkova S. A., Dzherelei A. A., Kryuchkov D. Yu. [et al.]. Xerostomia. A modern view of the problem. *Tavrisheskiy mediko-biologicheskij vestnik. – Tavricheskiy Medical and Biological Bulletin.* 2019;22(2):83-89. (In Russ.)].
32. Cichońska D., Kusiak A., Kochańska B., Ochocińska J., Świetlik D. Influence of Electronic Cigarettes on Selected Antibacterial Properties of Saliva. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2019;16:4433. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224433>
33. Cichońska D., Król O., Słomińska E.M., Kochańska B., Świetlik D. [et al.]. Influence of Electronic Cigarettes on Antioxidant Capacity and Nucleotide Metabolites in Saliva. *Toxics.* 2021;9:263. <https://doi.org/10.3390/toxics9100263>
34. Кузьмина Э. М., Янушевич О. О., Кузьмина И. Н., Лапатина А. В. Тенденции распространённости и интенсивности кариеса зубов среди населения России за 20-летний период. *Dental forum.* 2020;(3):2-8. [Kuzmina E. M., Yanushevich O. O., Kuzmina I. N., Lapatina A. V. Trends in the prevalence and intensity of dental caries among the Russian population over a 20-year period. *Dental forum.* 2020;(3):2-8. (In Russ.)].
35. Kumar C. N., Rao S. M., Jethlia A., Linganna C. S., Bhargava M. [et al.]. Assessment of salivary thiocyanate levels and pH in the saliva of smokers and nonsmokers with chronic periodontitis – A comparative study. *Indian J. Dent. Res.* 2021;32:74-78. https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR.387_19
36. Şimşek G. Ö., Kılınç G., Ergin B., Kılınç O. Effects of Oral pH Changes on Smoking Desire. *Balk. Med. J.* 2021;38:165-170. <https://doi.org/10.5152/balkanmedj.2021.20125>
37. Cichońska D., Kusiak A., Kochańska B., Ochocińska J., Świetlik D. Influence of Electronic Cigarettes on Selected Physicochemical Properties of Saliva. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022;19(6):3314. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063314>
38. Андрихина Е. Д., Мищеряков Е. Е., Семченкова М. Ю., Михалик Д. С., Бондаренкова О. А. [и др.]. Влияние курения на минерализующую способность ротовой жидкости. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии.* 2020;19(3):135-139. [Andryukhina E. D., Mishcheryakov E. E., Semchenkova M. Yu., Mikhailik D. S., Bondarenkova O. A. [et al.]. The effect of smoking on the mineralizing ability of oral fluid. *Vestnik*

- Smolenskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii. – Vestnik of Smolensk Medical Academy. (In Russ.)).* 2020;19(3):135-139.
<https://doi.org/10.37903/vsgma.2020.3.19>
39. Кишкань А. А. Особенности изменения характеристик ротовой жидкости у курильщиков электронных сигарет и систем нагревания табака. *Саратовский научно-ме-*

дицинский журнал. 2023;19(1):3-17. [Kishkan A. A. Features of changes in the characteristics of oral fluid in smokers of electronic cigarettes and tobacco heating systems. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal. – Saratov Journal of Medical Scientific.* 2023;19(1):3-17. (In Russ.)). <https://doi.org/10.15275/ssmj1901013>

Поступила 11.01.2024

Сведения об авторах:

Романенко Инесса Геннадьевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой стоматологии; тел.: +79788330643; e-mail: romanenko-inessa@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3678-7290>

Горобец Ирина Валериевна, врач-стоматолог; тел.: +79788816900; e-mail: gorobets1910i@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5978-6488>

Бобков Егор Олегович, студент; e-mail: bobkov5ov55@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0009-5973-7596>

Горобец Светлана Михайловна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии; тел.: +79788812515; e-mail: gorobets0869@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6838-2429>

© Коллектив авторов, 2024
УДК 616-001.4-022.1:616.379-008.64
DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2024.19063>
ISSN – 2073-8137

Лечение инфицированных ран при синдроме диабетической стопы локальным отрицательным давлением

Е. В. Печёнкин¹, В. В. Чудин¹, И. А. Полапин¹, Н. И. Кобыляцкий², А. О. Немчинов²

¹ Ставропольский государственный медицинский университет,
Российская Федерация

² Городская клиническая больница № 3, Ставрополь, Российская Федерация

Treating infected wounds with local negative pressure in diabetic foot syndrome cases

Pechyonkin E. V.¹, Chudin V. V.¹, Polapin I. A.¹, Kobylyatsky N. I.², Nemchinov A. O.²

¹ Stavropol State Medical University, Russian Federation

² City Clinical Hospital № 3, Stavropol, Russian Federation

Вакуум в комплексном лечении больных с длительно незаживающими гнойными раневыми дефектами используется с 90-х годов прошлого столетия. Способ применения вакуум-терапии технически несложен. Важным условием безопасного его проведения является тщательный гемостаз в ходе полной хирургической обработки, удаление инородных тел, ревизия нервов и сосудов. Залогом успешного использования вакуума является применение периодического или постоянного отрицательного давления.

Частые инфекционные осложнения у пациентов с синдромом диабетической стопы становятся серьезной проблемой хирургии, проявляются специфическими поражениями ног, вызванными сложным набором морфофункциональных изменений. Поэтому метод вакуумной терапии, лечение локальным отрицательным давлением, учитывая спектр его лечебного воздействия при инфекционных осложнениях синдрома диабетической стопы, рассматривается как высокоэффективный, патогенетически обоснованный, требующий внедрения и дальнейшего изучения.

Ключевые слова: синдром диабетической стопы, раневая инфекция, локальное отрицательное давление.

Vacuum as an option within comprehensive treatment for patients with long-term non-healing, purulent wound issues, has been used since the 1990s of the last century. The vacuum therapy procedure is technically simple. An important safety condition is thorough hemostasis during complete surgical treatment, removal of foreign bodies, as well as revision of nerves and blood vessels. The key to success in case of employing vacuum is periodic or constant negative pressure.