

УДК 616.311.2-08-085-092.9:620.3
DOI: 10.36979/1694-500X-2024-24-9-112-115

ВЛИЯНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННУЮ ПАРОДОНТОЛОГИЮ

А.Р. Шайымбетова

Аннотация. Заболевания пародонта – одна из наиболее значимых проблем в стоматологии. Современная диагностика и лечение данных заболеваний оставляют спорными вопросы этиопатогенеза. Представлен обзор данных отечественной и зарубежной литературы об основных этиологических факторах развития заболеваний пародонта животных, а также механизмы их развития с точки зрения современной стоматологии. После анализа литературных данных поставлена цель – исследовать влияние нанораствора золота на воспалительные заболевания пародонта. В работе описано влияние наночастиц металлов на систему пародонта. Методика применения нанорастворов золота, серебра и меди при лечении воспалительных процессов пародонта является актуальной по сей день. Изучена эффективность наночастиц металлов при лечении болезней ротовой полости животных.

Ключевые слова: наночастицы; нанотехнологии; заболевания пародонта; экспериментальные животные; гингивит; пародонтит.

НАНОТЕХНОЛОГИЯНЫН АЗЫРКЫ ПАРОДОНТОЛОГИЯГА ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

А.Р. Шайымбетова

Аннотация. Пародонт оорулары заманбап стоматологияда кенири таралган көйгөйлөрдүн бири болуп саналат, ал азыркы дүйнөдө олуттуу көйгөй болуп саналат. Ушунун бардыгы менен бул ооруну заманбап диагностикалоо жана дарылоо стоматологиядагы эң татаал көйгөйлөрдүн бири болуп саналат, анткени этиопатогенез маселелери талаштуу бойдон калууда, бул көптөгөн классификацияларды пайда кылды. Бул макалада жаныбарлардын пародонттук ооруларынын өнүгүшүндөгү негизги этиологиялык факторлор боюнча ата мекендик жана чет элдик адабияттардан алынган маалыматтарды карап чыгуу, ошондой эле азыркы стоматологиянын көз карашынан алганда аларды өнүктүрүүнүн механизмдери. Адабият маалыматтарына таянып, пародонттун сезгенүү ооруларына алтын нано-эритмесинин таасирин изилдөө милдети коюлган. Биздин иш ошондой эле периодонталдык системага металл нанобөлүкчөлөрүнүн таасирин сүрөттөйт. Пародонттун сезгенүү процесстерин дарылоодо алтындын, күмүштүн жана жездин нано-эритмелерин колдонуу ыкмасы бүгүнкү күнгө чейин актуалдуу. Биздин ишибизде малдын ооз көндөйүнүн ооруларын дарылоодо металл нанобөлүкчөлөрүнүн эффективдүүлүгүн изилдедик.

Түйүндүү сөздөр: нанобөлүкчөлөр; нанотехнологиялар; пародонт оорулары; эксперименталдык жаныбарлар; гингивит; пародонтит.

INFLUENCE OF NANOTECHNOLOGY ON MODERN PARODONTOLOGY

A.R. Shayymbetova

Abstract. Periodontal diseases are one of the most common problems in modern dentistry, which represents a serious problem in the modern world. With all this, modern diagnosis and treatment of this disease is one of the most difficult problems in dentistry, since the issues of etiopathogenesis remain controversial, which has given rise to many classifications. This article provides a review of data from domestic and foreign literature on the main etiological factors in the development of periodontal diseases in animals, as well as the mechanisms of their development from the point of view of modern dentistry. Based on the literature data, the task was set to study the effect of gold nanosolution on inflammatory periodontal diseases. Our work also describes the effect of metal nanoparticles on the periodontal system. The method of using nanosolutions of gold, silver and copper in the treatment of

inflammatory periodontal processes is relevant to this day. In our work, we studied the effectiveness of metal nanoparticles in the treatment of diseases of the oral cavity of animals.

Keywords: nanoparticles; nanotechnology; parodontal diseases; experimental animals; gingivitis; parodontitis.

Введение. Впервые термин «нанотехнология» применил Норио Танигучи, инженер из Токийского университета, в 1974 г. в статье, которая посвящалась обработке материалов. Прошло еще 20 лет, прежде чем термин был введен в широкий научный оборот. Сегодня нанотехнологии являются одной из наиболее интенсивно развивающихся областей науки в самых разных отраслях, в том числе – в медицине и фармации [1]. Наночастицы металлов способны проникать непосредственно внутрь бактериальной клетки через ионные каналы. И, хотя некоторые учёные высказывают опасения по поводу неблагоприятных общесоматических реакций, потенциально провоцируемых введением наночастиц в организм, следует помнить, что зубные пасты, щётки и ополаскиватели являются средствами местного воздействия в отличие от наночастиц металлов [2].

Одной из практически важных задач нанохимии неорганических веществ является разработка методик получения наночастиц металлов с заданной морфологией, которая в значительной степени определяет свойства наноматериалов на их основе. Одним из методов получения наночастиц является химический метод осаждения с эмпирическим подбором условий осаждения, изменением основных параметров синтеза (времени и температуры проведения реакции, концентрации реагентов) [3]. Патология пародонта может встречаться как самостоятельное заболевание или как проявление общего заболевания организма и быть его наиболее ранним первичным признаком. Ткани пародонта отличаются высокой чувствительностью к действию факторов внешней и внутренней среды, что является одной из причин многообразия клинических проявлений протекающих в нем патологических процессов и затрудняет их распознавание и терапию. Поэтому в настоящее время активно ищутся новые и модифицируются уже известные методы их диагностики и лечения [4].

Для лечения заболеваний пародонта предложено значительное количество всевозможных

медикаментозных препаратов, обладающих антибактериальным и противовоспалительным действием. Однако возможности многих антибактериальных средств, особенно, антибиотиков, существенно ограничены быстро возникающей потерей к ним чувствительности пародонтопатогенной микрофлоры, т. е. актуальной является разработка новых антибактериальных препаратов, к которым будет длительное время сохраняться чувствительность пародонтопатогенной микрофлоры. В качестве альтернативы антибиотикам при лечении хронического генерализованного пародонтита в стадии обострения рекомендуют использовать препараты: сифлокс, таревид, морфолоксацин, а также новые макролидные препараты: рулид, макропен, суммамед.

Одним из новых и значимых направлений в разработке медикаментозных препаратов является использование наночастиц металлов, обладающих антибактериальным действием. Среди них наибольшее внимание привлекают наночастицы золота и серебра. Размеры наночастиц таковы, что они могут легко проникать в ткани и их клетки. Наночастицы золота, серебра и других металлов имеют большую удельную поверхность, что увеличивает область контакта частиц золота и серебра с бактериями или вирусами, значительно повышая их бактерицидные свойства. Таким образом, применение золота и серебра в виде наночастиц позволяет в сотни раз снизить их концентрацию с сохранением всех бактерицидных свойств, благодаря размерному эффекту.

Помимо этого, золото и серебро являются мощными иммуномодуляторами, сравнимыми со стероидными гормонами. В зависимости от дозы, они могут как стимулировать, так и угнетать фагоцитоз. Под их влиянием повышается количество иммуноглобулинов классов А, М, G, увеличивается процентное содержание абсолютного количества Т-лимфоцитов. Ионы серебра и суспензии мелкодисперстных наночастиц серебра обладают бактерицидным, бактериостатическим, противовирусным, противогрибковым

и антисептическим действием в отношении более чем 500 патогенных микроорганизмов, дрожжевых грибов и вирусов [5]. Среди многочисленных теорий (ферментативные, адсорбционные, электростатические, мутагенные), объясняющих механизм действия серебра на бактериальную клетку, наиболее распространенной в настоящее время является адсорбционная теория. Она состоит в том, что бактериальная клетка теряет жизнеспособность в результате взаимодействия электростатических сил, возникающих между обладающей отрицательным зарядом клеточной мембраной и положительно заряженными ионами серебра при адсорбции последних бактериальной клеткой [6].

В стоматологии известно применение в качестве средства профилактики воспалительных заболеваний тканей пародонта раствора ополаскивателя Наноргол, которой, по данным исследователей, способствует восстановлению биоценоза ротовой полости за счет снижения частот выделения грибов рода *Candida* и представителей семейства кишечных бактерий [7]. Ранее в эксперименте нами было показано лечебно-профилактическое действие оральных мукозо-адгезивных фитогелей, содержащих наночастицы золота или серебра на силикагелевом носителе, на липополисахаридной и протаминовой моделях генерализованного пародонтита, причем наибольшую эффективность проявили наночастицы золота [8]. Антибактериальные свойства наночастиц серебра, меди, кобальта, никеля обусловлены наличием двойного электрического слоя вокруг наночастиц, который обладает высокой реакционной активностью и взаимодействует с адсорбционными центрами пептидогликанов клеточной оболочки. Нарушая целостность микробной стенки и цитоплазматической мембраны, наночастицы металлов проникают в клетку и участвуют как катализатор в окислительных процессах с высвобождением и кумуляцией свободных радикалов, разрушением клеточных структур, что завершается гибелью микробной клетки [9].

Наноразмерные материалы всё более широко используются для решения фундаментальных проблем и в прикладных биомедицинских исследованиях. Наиболее хорошо изучены

токсичность, биораспределение и биофизические свойства наночастиц золота. Они занимают особое место среди наноразмерных материалов, используемых для диагностических и терапевтических целей, активно исследуются как наноразмерные инструменты для оптической или магнитной визуализации клеток и тканей, как носители лекарственных препаратов для животных и человека и как диагностические препараты нового поколения [10].

Воспалительные процессы в ротовой полости, независимо от причин возникновения, приводят к снижению местной резистентности слизистой оболочки и изменению рН слюны, что создает благоприятную среду для размножения патогенной микрофлоры. При изменении бактериального фона слизистой оболочки происходит замещение нормальной флоры на патогенную. Резкий болевой синдром и воспалительный отек тканей затрудняют прием жидкости и пищи, что дополнительно ослабляет организм животного и приводит к более тяжелому течению заболевания [10].

Для примера у 70 % кошек в возрасте около двух лет имеются признаки стоматологических заболеваний. Проблемы начинаются с накопления липкого зубного налета, который затвердевает и превращается в зубной камень. Если его не удалять, то это может привести к гингивиту, болезненному состоянию воспаленных десен, и в итоге – к развитию пародонтоза. Кошки теряют зубы и подвергаются риску развития инфекций, которые могут затронуть и другие органы тела [11].

Умеренный рН смешанной слюны – гарантия крепкой эмали, крепких зубов, отсутствия воспаления в мягких тканях. Повышенная кислотность во рту повышает риск развития кариеса, а также провоцирует пародонтоз и другие стоматологические заболевания. Пониженный уровень рН – признак хронического закисления – хронического процесса, который негативно влияет на костную ткань. Кислая среда мешает нормальному усвоению кальция, и организм черпает его недостаток из резерва.

Необходимо учитывать, что заболевания полости рта могут повлечь и другие проблемы со здоровьем. Из-за болевых ощущений при

кормлении животное может отказываться от пищи. Нерегулярное или недостаточное кормление может привести к заболеванию органов желудочно-кишечного тракта, недостатку массы тела, истощению, кахексии и другим заболеваниям [12]. Клинические признаки гингивита характеризовались в виде воспаления края десны, ее отеком и болезненностью при пальпации. Более отчетливо его клиническая картина проявлялась на тех участках слизистой десны, где она была лишена пигмента. Пигментация слизистой десны несколько сглаживала клиническую картину течения гингивита [13–15].

Заключение. Таким образом, применение нанорастворов меди, серебра и золота при лечении заболеваний пародонта, обладающих наибольшей способностью, было обосновано литературными данными. Полученные нами литературные данные свидетельствуют о перспективности использования наночастиц золота, серебра и меди в целях лечения воспалительных заболеваний пародонта. Практическое использование результатов этих исследований может стать основой использования нанорастворов металлов с накоплением в тканях пародонта.

Поступила: 25.06.24; рецензирована: 09.07.24;
принята: 11.07.24.

Литература

1. Пальцев М.А. Нанотехнологии в медицине и фармации / М.А. Пальцев // Ремедиум. Журнал о российском рынке лекарств и медицинской технике. 2008. № 9. С. 6–12.
2. Блинова А.В. Нанотехнологии: поиски новых решений для профилактической стоматологии / А.В. Блинова // Вестник Авиценны. 2021; 23 (1): 78–84.
3. Авчинникова Е.А. Синтез и свойства наночастиц меди, стабилизированных полиэтиленгликолем / Е.А. Авчинникова, С.А. Воробьева // Вестник БГУ. 2013. Сер. 7. № 3.
4. Юй Р.И. Разработка способа превентивной хронотерапии гингивитов и пародонтитов / Р.И. Юй, М.Ж. Ергазина // Вестник КРСУ. 2020. Т. 20. № 9. С. 138–141.
5. Брызгунов В.С. Сравнительная оценка бактерицидных свойств серебряной воды и антибиотиков на чистых культурах микробов и их ассоциациях / В.С. Брызгунов, В.Н. Липин, В.Р. Матросова // Научные труды. Казань: Казанск. мед. ин-т, 1964. Т. 14. С. 121–122.
6. Мосин О.В. Коллоидное серебро в бионанотехнологии / О.В. Мосин, И. Игнатов // Бионанотехнологии и биоматериаловедение. 2012. № 5-6 (23-24).
7. Игидбашян В.М. Исследование эффективности серебросодержащих препаратов в комплексном лечении пациентов с хроническим генерализованным катаральным гингивитом / В.М. Игидбашян, Л.А. Зюлькина, О.Н. Митина, Ю.В. Башева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2023. № 3. С. 6–13.
8. Борисенко А.В. Влияние оральных аппликаций силикагеля, содержащего наночастицы золота или серебра, на степень дисбиоза десны крыс после воздействия липополисахарида / А.В. Борисенко, А.П. Левицкий, О.Б. Ткач // Вісник стоматології. 2013. № 3. С. 2–4.
9. Denyer S.P., Stewart G.S.A.B. Mechanism of action disinfectants. Intern. Biodeteriorat // Biodegradat. 1998. 41: 261–8.
10. Михеева Н.А., Хайруллин Р.М., Терентюк Г.С., Михеев В.А. Морфологические реакции лабиринтной зоны плаценты белых крыс на парентеральное введение наночастиц золота разной величины / Н.А. Михеева, Р.М. Хайруллин, Г.С. Терентюк, В.А. Михеев // Морфологические ведомости. 2015. № 3. С. 46–51.
11. Кочерга М.Н. Применение инъекционной формы препарата «Форвет» в блокадах ветвей V и VII нервов головы при лечении стоматитов, гингивитов и пародонтитов различной этиологии / М.Н. Кочерга, И.И. Ленков // Российский ветеринарный журнал. 2019. № 7. С. 19–24.
12. Pasha S., Inui T., Chapple L., Harris S., Holcombe L., Grant M. The Saliva Proteome of Dogs: Variations Within and Between Breeds and Between Species // Animal Proteomics. 2018. Vol. 18. № 3 P. 1–7.
13. Савостьянова В.И. Водородный показатель слюны как фактор поддержания целостности зубов у кошек и собак / В.И. Савостьянова, О.Г. Шляхова // Сборник научных трудов СКНИИЖ. Краснодар, 2021. № 1.
14. Фролов В.В. Распространение болезней органов полости рта у собак / В.В. Фролов // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2008. № 3.
15. Yamashita K., Yoshioka Y., Higashisaka K. et al. Silica and titanium dioxide nanoparticles cause pregnancy complications in mice // Nature Nanotechnology. 2011; 6: P. 321–328.