

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

САМАТОВА РАВИЛЯ ЗИННУРОВНА

**КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ
ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО
ВОЗРАСТА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ**

3.1.7. – Стоматология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
доцент Ширяк Т.Ю.

Казань – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	9
1.1 Влияние антропогенного фактора на распространенность поражений твердых тканей зубов.....	9
1.2 Влияние дисбаланса микро- и макроэлементов на кариесрезистентность и минерализацию твердых тканей зубов	11
1.3 Влияние токсичных металлов на кариесрезистентность и минерализацию твердых тканей зуба	17
1.4 Механизмы де- и реминерализации твердых тканей эмали зубов в свете современных представлений этиопатогенеза кариеса	21
1.5 Обзор современных нефторидных реминерализующих средств для профилактики кариеса зубов.....	24
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	30
2.1 Дизайн исследования	30
2.2 Клинические методы стоматологического обследования	33
2.3 Дополнительные методы исследования.....	34
2.3.1 Метод определения минерализующего потенциала ротовой жидкости	34
2.3.2 Метод определения структурно-функциональной кислотоустойчивости эмали.....	35
2.3.3 Метод определения рН ротовой жидкости.....	36
2.3.4 Метод определения электропроводности эмали зуба	37
2.4 Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.....	39
2.5 Методика профилактики комбинациями средств гигиены рта, содержащих аминофторид и наногидроксиапатит	40
2.6 Статистические методы исследования	43
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	46

3.1 Сравнительный анализ социально экономических показателей и уровня факторов окружающей среды на исследуемых территориях	46
3.2 Сравнительный анализ результатов анкетирования родителей исследуемых групп детей.....	52
3.3 Сравнительный анализ результатов комплексного стоматологического обследования детей младшего школьного возраста.....	56
3.4 Оценка минерального состава твердых тканей зубов у детей младшего школьного возраста.....	64
3.5 Оценка клинической эффективности применения комбинаций средств гигиены рта	72
3.5.1 Клиническая эффективность применения комбинаций средств гигиены в г. Нижнекамске.....	73
3.5.2 Клиническая эффективность применения комбинаций средств гигиены рта в г. Лаишево	77
3.5.3 Сравнительная клиническая эффективность применения комбинаций средств гигиены рта в г. Нижнекамске и г. Лаишево.....	79
ГЛАВА 4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
ВЫВОДЫ	97
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	99
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	100
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	102
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА	128
Приложение 1 Анкета для родителей	132
Приложение 2 Памятка для детей младшего школьного возраста.....	134

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Кариес зубов мультифакториальное заболевание, главными этиологическими факторами которого являются кариесогенные микроорганизмы, легкоферментируемые углеводы, снижение кариесрезистентности твердых тканей зубов [66, 178, 186]. Однако, антропогенные факторы, включающие как экологические, так и социальные аспекты, также могут иметь важное значение [1, 46, 65, 6, 68, 94, 178].

Изучению состава зубов как биохимического индикатора состояния окружающей среды, посвящено значительное количество работ отечественных и зарубежных авторов, но несмотря на это роль многих микроэлементов в кариесрезистентности твердых тканей зубов остается до конца не изучена [189, 195, 150, 151, 153].

Дефицит или избыток поступающих микро- и макроэлементов в организм, их дисбаланс меняет физико-химическое состояние эмали и дентина, их растворимость, проницаемость, влияя тем самым на процессы созревания твердых тканей зубов. Процессы ре- и деминерализации в патогенезе кариеса зубов во многом зависят от минерального состава и структуры эмали, ее кариесрезистентности, что особенно актуально у детей в период сменного прикуса и диктует необходимость использования в этот период реминерализирующих средств с высокой биодоступностью ионов Са, Р, F [51, 83, 188].

В последние годы возрос интерес к биомиметическим системам профилактики кариеса зубов на основе фосфата кальция, в частности, наногидроксиапатита (nanoНАР) [115, 123, 181]. Прослеживается тенденция противопоставлять данные средства с фторидами. Сравнительная эффективность nanoНАР и фторидсодержащих средств дискуссионна. Некоторые исследования указывают на преимущество nanoНАР в реминерализации эмали и дентина [61, 100, 132, 135, 201], другие – на преимущество фторидов [97, 102, 104, 121, 140], а

ряд работ не выявляют значимых различий [89, 142, 145, 163, 169, 172, 204]. Несмотря на большое количество исследований реминерализующих средств гигиены рта, поиск и апробация новых не теряет своей актуальности и востребованности.

Степень разработанности темы исследования

В отечественной и зарубежной литературе имеют место противоречивые данные об эффективности наногидроксиапатита (nanoНАР) и фторидсодержащих средств. Большинство научных работ, изучающих эффективность nanoНАР ограничены *in vivo* исследованиями непродолжительного времени. Недостаточно освещены вопросы изучения суммарного влияния комбинаций основного (зубная паста) и дополнительного (ополаскиватель) средств гигиены рта на эффективность профилактики; практически отсутствуют исследования, изучающие синергизм аминофторида и nanoНАР. Недостаточно изучено влияние антропогенного фактора на стоматологическую заболеваемость и эффективность профилактических мероприятий. Все это обосновывает актуальность темы и послужило основанием для проведения настоящего исследования.

Цель исследования: повышение эффективности профилактики кариеса зубов с использованием различных комбинаций средств гигиены рта у детей младшего школьного возраста при разном уровне антропогенной нагрузки.

Задачи:

1. Изучить распространенность поражений твердых тканей зубов у детей младшего школьного возраста, при разном уровне антропогенной нагрузки.

2. Оценить кариесрезистентность эмали и минерализующий потенциал ротовой жидкости у детей младшего школьного возраста, родившихся и проживающих при разном уровне антропогенной нагрузки.

3. Определить минеральный состав твердых тканей зубов методом атомно-эмиссионной спектроскопии у детей младшего школьного возраста при разном уровне антропогенной нагрузки.

4. Провести сравнительный анализ эффективности комбинации средств гигиены рта на основе наногидроксиапатита и аминофторида у детей младшего школьного возраста при разном уровне антропогенной нагрузки.

Научная новизна исследования

Доказаны различия значений кариесрезистентности, электропроводности эмали зубов, различия в содержании макро- и микроэлементов элементов (Mg, Fe, Cu, B, Zn, Al, Pd, Si, Sr) в твердых тканях зубов у детей младшего школьного возраста при разной антропогенной нагрузке.

Оценена эффективность профилактических комбинаций средств гигиены рта на основе аминофторида и аморфного наногидроксиапатита у детей младшего школьного возраста при разном уровне антропогенной нагрузки в отношении редукции прироста кариеса зубов, кислотоустойчивости, электропроводности эмали и минерализующего потенциала ротовой жидкости.

Теоретическая и практическая значимость работы

Предложенный комплекс, включающий анкетирование, клинические методы исследования, атомно-эмиссионную спектрометрию позволил дать объективную оценку изменений твердых тканей зубов у детей младшего школьного возраста при разной антропогенной нагрузке.

Рекомендованная комбинация средств гигиены рта на основе nanoНАР и аминофторида способствует минерализации эмали, увеличивая ее резистентность у детей младшего школьного возраста.

Методология и методы исследования

Методология исследования построена в соответствии с принципами доказательной медицины и требованиям клинической практики. В работе использованы методы стоматологического осмотра, методы оценки кариесрезистентности эмали, метод атомно-эмиссионной спектрометрии. В соответствии с поставленной целью и задачами был построен план этапов исследования, выбраны объекты исследования и сформирован комплекс

необходимых методов исследования. Анализ полученных в работе данных приведен с помощью общепринятых методов статистики и методологии доказательной медицины.

Положения, выносимые на защиту:

1. Антропогенная нагрузка снижает кариесрезистентность и является фактором риска развития патологии твердых тканей зубов у детей младшего школьного возраста.

2. Использование комбинации средств гигиены рта на основе аминофторида и аморфного наногидроксиапатита повышает кариесрезистентность эмали, изменяя ее кислотоустойчивость, электропроводность и минерализующий потенциал ротовой жидкости.

Личный вклад автора. Автором был проведен анализ современной литературы, определены цель и задачи, этапы научного исследования. Разработана методология и дизайн исследования, выбор профилактических комбинаций средств гигиены рта. Проведено клиническое обследование, профилактическая работа, сбор биоматериала на всех этапах исследования. Сформулированы обоснованные выводы и практические рекомендации.

Внедрение полученных результатов

Результаты исследования внедрены в работу отделения детской стоматологии ООО «Нижекамская стоматологическая поликлиника» Республики Татарстан, г. Нижнекамск; стоматологического отделения ГАУЗ «Лаишевская ЦРБ МЗ РТ», Республики Татарстан, г. Лаишево, ООО «Детская стоматологическая поликлиника № 9» г. Казани.

Практические рекомендации и теоретические положения диссертационного исследования внедрены в учебный процесс при обучении студентов и клинических ординаторов на кафедре стоматологии детского возраста ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России.

Апробация и степень достоверности работы

Работа выполнена по плану НИР ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России (ректор, д.м.н., профессор А.С. Созинов) на кафедре стоматологии детского возраста (зав. кафедрой – к.м.н., доцент Р.М. Сафина). Апробация диссертации прошла 14 июня 2024 года на заседании научно-проблемной комиссии «Стоматология» ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России.

Материалы исследования были освещены на: Евразийском конгрессе «Стоматологическое здоровье детей в XXI веке» (г. Казань, 2017 г.); VII Российско-Европейском конгрессе по детской стоматологии «Детская стоматология глазами молодых» (г. Москва, 2019 г.); VI Международном конгрессе «Перспективы и пути развития современной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» (г.Алмата, 2021 г.); VIII Международном форуме «Белые цветы» (г. Казань, 2021 г.); 1-й, 2-й, 3-й, 4-й, 5-й, 6-й Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы стоматологии детского возраста (г. Казань, 2018, 2019, 2020, 2022, 2023, 2024, 2025 гг.).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в перечень ведущих научных изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации для публикации материалов диссертационных работ.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 134 страницах машинописи, содержит 30 рисунка и 9 таблиц; включает в себя введение, обзор литературы, материал и методы исследования, главу результатов собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации и список литературы, включающий 216 литературных источников, из них 81 отечественных и 135 зарубежных авторов, 2 приложения.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Влияние антропогенного фактора на распространенность поражений твердых тканей зубов

Наиболее распространенной стоматологической проблемой на сегодняшний день в детской стоматологии остается кариес зубов [80, 25, 74, 28, 45]. Современный взгляд на этиологию поражений твердых тканей зубов рассматривается с разных точек зрения: молекулярной, биохимической, микробиологической, поведенческой, социальной и др. Кариозный процесс – это результат сложного взаимодействия между кислотообразующими бактериями (зубная бляшка), легкоферментируемыми углеводами, тканями зуба (кариесрезистентность) и ротовой жидкостью в течение определенного времени.

Одна из важных задач профилактики кариеса зубов – это определение факторов риска заболевания и разработка способов борьбы с ним [31, 151]. Как показывают научные исследования, более ста факторов риска могут быть в значительной степени связаны с кариесом зубов у детей [67, 112, 177, 185, 110]. В большинстве случаев их влияние на формирование и прогрессирование патологии у детей можно ограничить.

Наряду с общепринятыми основными факторами риска кариеса, такими как микрофлора, легкоферментируемые углеводы, низкая резистентность эмали важными факторами являются: отсутствие профилактических мероприятий, экологические стресс-факторы, наличие хронических соматических заболеваний, вредные привычки, несбалансированное питание, неадекватное использование стоматологических услуг, анатомические особенности строения молодых постоянных зубов и др. [11, 170, 180, 106, 128, 98, 110].

Одним из важных звеньев этиопатогенеза кариеса является степень минерализации твердых тканей зубов. Общеизвестно, что детский возраст – это время физиологической гипоминерализации зубов из-за незавершенных процессов эмалевого созревания, и данный период наиболее восприимчив к кариозному процессу [23, 25, 120, 198]. Показано, что окклюзионные поверхности из-за

наличия глубоких и узких фиссур составляют до 90% всех случаев кариеса зубов и более предрасположены к разрушению, чем гладкие поверхности [27, 125, 215].

Среди многих факторов неблагоприятное воздействие окружающей среды на состояния здоровья населения все чаще становится предметом изучения. По усредненным данным ВОЗ, в структуре основных факторов риска, оказывающих влияние на здоровье населения, около 20% приходится на различные виды загрязнений окружающей среды, а остальные 80% связаны с генетическими факторами и социоприродными компонентами образа жизни [24, 49].

Питьевая вода, атмосферный воздух, продукты питания в результате природных процессов и хозяйственной деятельности человека могут быть источниками загрязняющих веществ. В первую очередь особую опасность представляет их влияние на растущий детский организм, который наиболее уязвим в силу анатомо-физиологических особенностей, незрелости защитных адаптационных механизмов. Многие исследования свидетельствуют о прямой зависимости между уровнем загрязнения окружающей среды химическими соединениями антропогенного происхождения и заболеваемостью детей. Распространенность общесоматической патологии в регионе экологического риска возрастает в 1,5 – 5,5 раз в сравнении с более чистыми районами. Наблюдается снижение резистентности и сопротивляемости организма, сдвиг ряда метаболических процессов, дисфункции нейроэндокринной и иммунной систем [46, 72, 19, 13, 35, 94, 111, 178]. Все это отражается и на состоянии органов рта. По данным Сетко Н. П. с соавт. (2021), распространенность кариеса зубов у детей 7-11 лет, живущих в регионе с высокой антропогенной нагрузкой, составила 86,9%, а в регионе с более низким уровнем антропогенной нагрузки – 77,1% [64]. В исследовании Shishniashvili Т. Е., 2016; распространенность кариеса зубов в загрязненном регионе составила 46%, интенсивность – 1,92, в менее загрязненном регионе распространенность 37%, интенсивность – 1,47 [192].

По данным Хайдарова А. М. с соавт. (2017) у детей, живущих в индустриальных районах, отмечается более позднее нарушение сроков прорезывания постоянных моляров; на 20,9% выше частота суб- и декомпенсированной формы кариеса зубов, выше в 6 раз распространенность системной гипоплазии постоянных зубов и в 2 раза временных зубов [73]. Также ряд авторов указывают влияние антропогенного фактора на время прорезывания зубов [81].

Но тем не менее, есть мнение, что существующих данных о прямой связи между загрязнением окружающей среды, влиянием вредных веществ и кариесом зубов недостаточно [73, 128].

Другие авторы показывают, что дети, проживающие в регионах с высоким уровнем загрязненности, имеют большую распространенность заболеваний пародонта, зубочелюстных аномалий и пороков развития челюсто-лицевой области, повышение концентрации малонового диальдегида и уреазы, высокий уровень цитокинов в десневой жидкости, нарушение микробиоценоза, повышение количества лактобацилл и стрептококков; снижение содержания кальция и соответственно минерализующего потенциала ротовой жидкости, скорости саливации, рН ротовой жидкости, уровня секреторного иммуноглобулина А, активности каталазы и других показателей в сравнении с детьми, живущими в экологически чистых регионах [1, 6, 47, 65, 68, 74].

Таким образом, высокий уровень антропогенного загрязнения окружающей среды может быть одним из существенных факторов риска кариеса зубов и некариозных поражений у детей. Изучение данной проблемы является частью глобального вопроса влияния экологической угрозы на организм человека. Актуализация и поиск решения данной проблемы должны базироваться на результатах научных работ.

1.2 Влияние дисбаланса микро- и макроэлементов на кариесрезистентность и минерализацию твердых тканей зубов

Устойчивость эмали к внешнему воздействию зависит от многих факторов: анатомических и морфологических особенностей, ретенционных пунктов,

спецификой структуры (проницаемость, устойчивость к кислой среде, микротвердости) обусловленного химическим составом, который формируется в процессе одонтогенеза и в период «созревания» после прорезывания и др. [136]. Зубы отражают информацию о природных геохимических особенностях, питания ребенка, отображают негативные факторы, возникшие еще до его рождения и поэтому являются важными биомаркерами человека [189, 195, 127, 149, 150, 152].

В последние годы изучение микроэлементарного состава тканей, в т.ч. зубов становятся все более популярными не только из-за разнообразных механофизических свойств, но и из-за растущей потребности в понимании сложного механизма их образования. Состав зубов является предметом изучения ученых разных специальностей.

Из 92 элементов, встречающихся в природе, 81 обнаруживается в организме человека и около 40 в зубах. Среди химических элементов, определяющих структуру твердых тканей зубов, являются макроэлементы: кальций (33 – 39 мас. %) и фосфор (16 – 18 мас. %). Кальций-фосфорный коэффициент в эмали составляет в молярном соотношении: 1,62 – 1,78, в весовом: 2,1 – 2,3 [7]. При этом имеются различия в концентрации и соотношениях микро- и макроэлементов в постоянных и временных зубах. Например, концентрация Ca во временных зубах ниже, чем в постоянных. Различное соотношение Cu/Ca, Ni/Ca, Zn/Ca, Sr/Ca, Ba/Ca выше в постоянных зубах [195].

Основной неорганический компонент минерализованной эмали – это гидроксиапатит кальция (ГАП) ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) (89%) и небольшое количество карбоната кальция (4%), фторида кальция (2%), фосфата магния (1,5%). Кроме кальция и фосфора в различных концентрациях обнаруживаются следующие макроэлементы: Mg, Cl, Na, K и микроэлементы: F, Zn, Sr, Ag, Ni, Cr, Cu, Mn, Fe, Sn, Mo и др. Их массовая доля составляет 1,62 мас.%. Из них наибольший вес имеют Sr, F и Zn (более 100 ppm). Остальные микроэлементы имеют вес 0,01 – 3 ppm [7].

Показана неоднородность в концентрации химических элементов в разных тканях зубов, а также различия в поверхностных и в более глубоких слоях. В эмали наблюдается большая концентрация многих микроэлементов, чем в дентине,

за исключением железа. Концентрация кальция и фосфора незначительно повышается ближе к поверхности (кальций от 34% до 38%, фосфор от 15% до 18%). Так же в поверхностных слоях эмали выше концентрация Mn, F, Zn, Fe, Pb, а концентрация Na и Mg больше в глубоких слоях эмали. Содержание Sr, Cu, K, Al одинаково. Неравномерное распределение, указывает на то, что определенные микроэлементы могут поступать из окружающей среды и включаются после прорезывания [133, 195, 183].

Химические элементы, присутствуя, даже в очень малых концентрациях могут влиять на размер и организацию кристаллов апатита, что, в свою очередь, влияет на твердость эмали. Являясь активными центрами ферментативных белков, они регулируют синтез протеинов и влияют на обмен веществ в тканях зуба, а являясь частью кристаллической решетки ГАП, могут изменять ее физико-химические свойства и влиять на растворимость [131].

Ghadimi E. с соавт. (2013) предположили, что микроэлементы оказывают значительное влияние на размер кристаллов ГАП, например Fe, Sr, Zn расширяют кристаллическую решетку ГАП вдоль оси A; ионы карбоната, силиката Mg, Ti сжимают решетку вдоль оси A. Ионы силиката, карбоната Fe, Zn Sr расширяют вдоль оси C, а ионы Mg, Cr, Ti, Ni и Co сжимают [133].

В результате реакций замещения ионы некоторых металлов, конкурентов кальция, могут изменять структуру твердых тканей образуя гипо- и гиперминерализованные зоны эмали и дентина, что снижает устойчивость к кариесогенным факторам. Ионы Ca могут замещаться катионами Ba, Mg S, Cr, Cd, Sr, Pb, Mo, K, Zn, Sn, Co, Ni. Гидроксильная группа (ОН-) гидроксиапатита замещается анионами галогенов F, Cl, I, Br [7, 26, 58, 62, 63].

Химические элементы условно можно распределить по способности влиять на минерализацию зубов на 3 группы:

– 1 группа – элементы, снижающие кариесрезистентность твердых тканей зубов (Pb, Mn, Cd, Si, Se, Mg, Sr, Ba, Ni, Al, Sr);

– 2 группа – элементы с выраженным (F, Ca, P) и маловыраженным противокариозным действием (Zn, Mo, Va, Cu, Li, Fe, Au, Se, Co, W);

– 3 группа – элементы, предположительно не оказывающие действия на минерализацию зубов, Sb, Sn, As в (Ba, B, Ni, Ti).

Роль многих элементов до конца не изучена и спорна (Mg, Zn, Br, Be, V, Ni, Al, Sr, K, Si, Na, Cu и др.), их воздействие на структуру зубов зависит от концентрации, большинство из них имеют корреляционные связи, взаимовлияют друг на друга: существуют 105 двухсторонних и 455 трехсторонних взаимодействий между ними [58, 7].

Влияние дефицита F, Cu, Zn, Co в воде снижает микротвердости дентина. Повышение жесткости воды, т.е. увеличение концентрации Ca и Mg уменьшает распространенность кариеса и наоборот. Замещение Ca на Mg дестабилизирует решётку ГАП, нарушая ее электрическую нейтральность, тем самым уменьшает кариесрезистентность ткани. Магний апатит менее устойчив к деминерализации. Mg также участвует в активации щелочной фосфатазы [7, 57, 58].

Установлено, что Cd, Mn и Ni являются антагонистами Ca и их повышенное содержание может быть дополнительным фактором риска развития кариеса зубов у лиц, проживающих в экологически неблагоприятном регионе [55].

Относительно Sr на сегодняшний день мнения противоречивые, нет четких доказательств в участии патогенеза кариеса. Присутствие этого металла в питьевой воде больше допустимой нормы характеризуется как неудовлетворительное качество. В то же время в оптимальных дозировках Sr считается важным элементом для человека, который ускоряет минерализацию костей за счет синтеза матрицы и увеличивает пролиферацию остеобластов, стимулирует синтез коллагена I типа [165]. Вследствие сходства с Ca по радиусу атома, координационному числу, энергии ионизации он замещает Ca, образуя стронциевый апатит и имеет аналогичное распределение в структуре зуба. Стронцевые апатиты составляют 0,9% эмали. Есть мнение, что Sr проявляет свои кариостатические свойства только до прорезывания и проявляет некоторые кариостатические свойства лишь в присутствии фторида [159].

В эксперименте введение Sr приводило к гипоминерализации дентина, по предположению авторов избыток Sr наоборот замедляет рост кристаллов ГАП, воздействуя на одонтобласты и синтез коллагена. Считается что Sr и Ba подавляют щелочную фосфатазу, нарушая минерализацию, вытесняя Ca из костной ткани и твердых тканей зубов, при содержании в воде Sr более 1 мг/л [59]. В организме человека Sr уменьшает биодоступность свободного Al и увеличивает поглощение Mg и Cu [23].

В эмали кариозных зубов было значительно меньшая концентрация Sr, чем в эмали здоровых зубов в исследовании Li Z. et al. [157]. В другом исследовании, наоборот, уровни Sr и Ca были повышены в зубах детей с декомпенсированной формой кариеса и понижались в зубах детей, регулярно употреблявших системные фториды [118].

Концентрации F, Sr, K, Al и Fe были значительно ($P < 0,05$) выше в здоровой эмали, чем в кариозной эмали постоянных зубов в работе [139].

В эпидемиологических обследованиях в регионах с высоким и низким содержанием Sr в воде не было разницы в КПУ, но при повышенных концентрациях Sr, B, Mo, Li в присутствии F имело место значительное снижение интенсивности кариеса зубов, что доказывает наличие явного синергизма. Противокариозный эффект наблюдался также при наличии высоких концентраций Sr и B в воде. Показана сильная корреляция между Sr-Pb и Sr-Sn [126]. Соединения Sr входят в состав некоторых средств гигиены рта.

Относительно противокариозного действия Fe было показано, что этот металл может ингибировать деминерализацию, напрямую влияя на растворение минералов [87, 119], а также показано, что присутствие Fe приводит к снижению содержания менее стойкого карбонатного апатита [131].

Zn и Cu являются катализаторами ферментов, участвующих в формировании эмалевой матрицы. При небольшой концентрации Zn взаимодействует с ГАП и включается в кристаллическую решетку. Считается, что низкие концентрации этого элемента модифицируют или подавляют реминерализацию; однако они также значительно уменьшают растворение эмали [96, 116, 149]. Zn используется

в продуктах гигиены рта для контроля образования зубного налета и ингибирования образования зубного камня [124].

Медь (Cu) имеет большое значение для поддержания нормальной структуры костей и эластичности сосудов и востребована в детском возрасте в большом количестве. Cu значительно снижает растворимость эмали в кислотах, в виде фосфата меди препятствует деминерализации за счет стабилизации кристаллической решетки поверхности эмали. Кроме того, Cu оказывает кариостатический эффект, подавляя рост бактерий и метаболические ферменты бактерий. Ионы Cu и F обладают синергетическим действием [150]. Есть более ранние исследования, наоборот, относящие Cu к кариесогенным элементам [105]. Было обнаружено, что повышенная заболеваемость кариесом связана с присутствием меди в пище и воде [210].

Обмен Zn и Cu метаболически связан между собой через механизм конкуренции. Преобладание концентрации одного из них приводит к вытеснению второго, вызывая его дефицит в организме, то же самое наблюдается в зубах. Но избыток этих металлов может снизить активность некоторых протеолитических ферментов и нарушить амелогенез [189]. Соли Zn, как и Sr оказывают местное реминерализующее действие, снижают скорость растворения ГАП и входят в состав средств гигиены рта [160].

Изучение свойств Co и Mo показали определенный кариестатический эффект в эксперименте, но в концентрациях, намного превышающих *in vivo* [216]. Mo антагонист Cu [127, 161].

Изучая взаимовлияние различных элементов в здоровых зубах Сетко Н. П. с соавт. (2021) выявили антагонизм между Cd и Zn, Cu и Mn, и синергизм между Cu, Fe, Ni, Zn и Co [64]. Фундаментом их взаимодействия является конкуренция за связь с веществом-переносчиком и замещение одного элемента другим. Авторы предположили, что изменения в составе здоровых и кариозных зубов не являются однонаправленными и отражают ложные взаимодействия между организмом детей и антропогенными факторами.

Роль эссенциальных микроэлементов в организме огромна. Эссенциальные микроэлементы взаимодействуют с различными ферментами и белками, играют важную роль во множестве биохимических процессов, необходимых для поддержания жизни и здоровья, в т.ч. и стоматологического. Отклонения в содержании микроэлементов, вызванных различными причинами в т.ч. антропогенными, может приводить к широкому спектру нарушений микроэлементного состава органов человека. Следует отметить, что роль многих из них на состояние зубов требует дальнейших исследований для полного понимания их роли, преимуществ, возможных нежелательных эффектов при избытке или дефиците.

1.3 Влияние токсичных металлов на кариесрезистентность и минерализацию твердых тканей зубов

Природоохранные проблемы, экологическая угроза в мире привели к появлению целого ряда научных направлений, посвященных изучению их влияния на организм человека. Среди них особое внимание уделяется солям тяжелых металлов, таких как Hg, Cd, Pb, Ni, Al, являющимися широко распространенными загрязнителями окружающей среды [41, 64, 207, 206, 161].

Тяжелые металлы могут поступать в окружающую среду со сточными водами, продуктами сгорания ископаемого топлива, с отходами производства и потребления, выбросами промышленных предприятий и автотранспорта [9]. Их присутствие наблюдается во всех частях экосистемы, включая воду, атмосферу, почву и растения. Считается, что основным источником частиц тяжелых металлов являются транспортные выбросы [85]. Наблюдается значительное увеличение концентрации в эмали Cu, Cd, Zn, Pb в постнатально сформированной эмали, чем в сформированной пренатально [197].

Выделяют следующие механизмы воздействия солей тяжелых металлов на формирование твердых тканей зубов [36]:

– замещают Ca в ГАП твердых тканях зубов, меняя их физико-химические свойства;

– влияют на регуляторные белки эмали, нарушают функцию энамелобластов, нарушают минерализацию, и как результат формируется неполноценная структура эмали (пятна, дефекты);

– опосредованно воздействуют на эмаль, запуская оксидативный стресс в организме, приводящий к сбою в работе внутренних органов, нарушению полноценного всасывания элементов, усилению дисбаланса микро- и макроэлементарного в организме. Накопление солей токсичных металлов в поверхностных слоях эмали после прорезывания зубов может привести к дисбалансу в микробном сообществе рта, усилению образованию зубного налета.

Загрязнение атмосферного воздуха влияет на содержание практически всех необходимых химических элементов (кроме железа) и ведет к их аккумуляции в твердых (Pb, Zn) и в мягких тканях (органические соединения, Co, Ni, Cu). Такое накопление, комплексообразование и возможный их синергизм могут привести к существенному росту токсичного эффекта [192].

Поскольку эмаль и дентин не метаболизируются, как костная ткань, они представляют собой перманентный резервуар ионов тяжелых металлов, концентрация которых отражает результат длительного воздействия токсичных элементов и могут нести определенный риск для здоровья [207]. Так у детей, проживающих в регионе экологического неблагополучия, выявляется дисбаланс микроэлементов в организме: на фоне сниженного содержания Fe, Cu и Cr в крови наблюдается высокая концентрация Pb, As, Cd и Se [34].

Сетко Н. П. с соавт. (2021) выявили большую концентрацию тяжелых металлов в кариозных зубах по сравнению со здоровыми: Pb в 3,04 раза, Cd – в 1,2 раза, Bi (висмута) – в 3,13 раза, содержание Sr снижено в 2,5 раза [64].

Davis E. et al. (2020) проанализировав концентрацию в ротовой жидкости следующих элементов – пяти основных (Co, Cu, Mn, Mo и Zn), четырех с физиологической функцией (Cr, Ni, W и V), 12 токсичных (Sb, As, Ba, Be, Cd, Cs, Pd, Hg, Pt, Tl, Sn и U) с микробиомом ротовой жидкости и кариесом зубов у детей и взрослых пришли к выводу, что уровень металлов в ротовой жидкости,

даже при низких концентрациях может влиять на стоматологическое здоровье [107].

Изучение стоматологического статуса 12-летних детей Крыма показали корреляционную связь между содержанием четырех тяжелых металлов-загрязнителей и индексом КПУ [52].

Алюминий считается антагонистом Са и некоторые эпидемиологические исследования указывают на обратную зависимость между частотой кариеса зубов и уровнем Al в питьевой воде, пище и почве [216]. В то же время другие данные показали, что здоровые зубы содержат более высокие концентрации Al [196]. Также отрицательная корреляция с кариесом показана для Al, Fe, Se в работе F. Lippert с соавт. (2013) [159].

M. Prodana et al. (2010), оценивая концентрацию Cd, показали его присутствие в больших количествах в твердых тканях временных зубов у детей, живущих в высокоиндустриальных районах, в сравнении с сельскими [182]. Аналогичные наблюдения в Испании подтвердили положительную корреляцию между высоким загрязнением окружающей среды и более высокой концентрацией Cd в эмали и дентине [93].

За последние 20 лет большое внимание уделяется изучению токсического воздействия Pd. Многие авторы указывают на взаимосвязь между уровнем этого металла в крови и стоматологическими проблемами у детей [133, 157, 200, 211]. Из-за более высокой скорости обмена веществ, организм ребенка в большей степени склонен к накоплению тяжелых металлов и подвергаясь избыточному воздействию Pd, имеют более высокие его показатели в ротовой жидкости [103].

Свинец нарушает минерализацию эмали, ухудшая тяжесть флюороза и заболеваний пародонта, влияет на функцию слюнных желез и др. [167, 113, 200]. В кристаллах ГАП, он замещает ионы Са, что приводит к гипоминерализации, гипоплазии эмали, патологической стираемости. Свинец имеет тенденцию накапливаться с возрастом, что связано с загрязнением окружающей среды. Аккумулируясь в кальцинированных тканях, он сохраняется до 20 лет и более, и

постепенно выделяясь, может влиять на кальцификацию зубов длительное время до и после прорезывания зубов [129].

Значительная положительная корреляция между высоким уровнем Pb в крови и проблемами пародонта была выявлена у тайских детей, живущих в промышленной зоне [212]. Свинец, связываясь с ионами F в ротовой жидкости и в микробной пленке, снижает способность фторидов реминерализовать эмаль [148].

Показана более высокая распространенность кариеса зубов у детей (13,5%), живущих в регионе с высоким уровнем Pb в сравнении с детьми, живущими в более экологичном районе (9,6%) [167]. Отмечается, что Pb увеличивает риск развития кариеса зубов при концентрации более 5 мг/л [152, 136]. Повышенный риск развития кариеса зубов у детей отмечен при содержании свинца в крови менее 5 мг/л, особенно для временных зубов в исследовании Kim Y. S. et al. (2017) [148]. Матчин А. А. с соавт. (2013) также показали кариесогенный потенциал данной концентрации у детей, без особенного влияния в постэруптивном периоде [48].

Некоторые работы ставят под сомнение взаимосвязь Pb с кариесом зубов. Ряд исследователей не обнаружили его связь с микротвердостью твердых тканей зубов, но показали, что его концентрация влияла на размер ГАП [129, 131, 206].

В репрезентативном исследовании Sanders A. E. с соавт. (2018) было показано, что дети и подростки, которые не пили водопроводную воду, имели более низкий уровень Pb в крови и более высокую распространенность кариеса зубов, чем те, кто использовал водопроводную воду [186].

Agora M. et al. (2008), используя данные национального обследования здоровья и питания (NHANES III), обнаружили положительную, но статистически незначимую связь между повышенным содержанием Cd в окружающей среде и кариесом зубов детей 6 – 12 лет [91].

Концентрация тяжелых металлов в твердых тканях зубов коррелирует с загрязнением окружающей среды [207]. Исследования демонстрируют различные механизмы развития патологии, как опосредованно, например, изменяя микробное сообщество рта, так и непосредственно влияя на ткани зубов.

Контроль уровня тяжелых металлов в окружающей среде, особенно в пищевых продуктах и питьевой воде, очень важен для поддержания здоровья в целом и предотвращения развития кариеса зубов.

Несмотря на постоянно расширяющиеся знания о влиянии ионов тяжелых металлов на организм, до сих пор не изучен весь спектр их негативного воздействия на здоровье детей в целом и на стоматологическое здоровье. Большинство ученых полагает, что пока методически невозможно установить какие-либо изменения химического состава твердых тканей зубов в качестве предвестников кариеса (кроме F). Поэтому изучение влияния различных микро- и макроэлементов, а также химических веществ, содержащихся в окружающей среде на процесс минерализации твердых тканей зубов, позволит лучше анализировать ситуацию по стоматологической заболеваемости, планировать проведение программ профилактики и являться одним из инструментов оценки риска для здоровья.

1.4 Механизмы де- и реминерализации твердых тканей зубов в свете современных представлений этиопатогенеза кариеса

Современная концепция патогенеза кариеса зубов основана на непрерывно сменяющим друг друга процессах де- и реминерализации с преобладанием того или иного процесса [145]. Ключом к профилактике кариеса зубов является модуляция баланса де- и реминерализации [51, 83, 188].

Оптимальная концентрация ионов Ca и P, составляющих основной структурный компонент ГАП очень важна во внешних источниках (ротовая жидкость, зубной налет) для реминерализации эмали [206]. Реминерализация зависит от биодоступности, перенасыщенности ионами Ca^{2+} и PO_4^{3-} в биодоступной форме и наличием различных белков, играющими важную роль в поддержании целостности твердых тканей и усиливается наличием микродоз ионов F [69, 76, 83, 90, 163,].

Особенно важно состояние минерализующего потенциала ротовой жидкости в период прорезывания зубов и вскоре после завершения прорезывания,

которое определяет резистентность кариеса, обеспечивая процессы созревания эмали. Оптимальное поступление ионов Са, Р и фторидов в пре- и в постэруптивный период до 15 лет обеспечивает полноценное формирование структуры эмали. Установлено, что своего максимума уровень минерального обмена в ротовой жидкости достигает в период сменного прикуса, создавая тем самым оптимальные условия для созревания эмали зубов у детей [16, 66]. Результаты изучения минерализующего потенциала ротовой жидкости у детей 7 – 13 лет показывают, что только 20% детей имеют высокий уровень кариесрезистентности эмали зубов, 56% детей имеют низкие или очень низкие показатели [50].

Для удержания равновесия в кислой среде, требуется более высокая концентрация ионов Са и Р, чем в нейтральной или щелочной. Ротовая жидкость с низким уровнем Са способна реминерализовать ГАП эмали при нейтральном рН и наоборот, при низком, критическом рН обладает большой силой растворять ГАП эмали, вымывая макроэлементы, для восстановления своего гомеостаза [188]. Если среда при $\text{pH} < 5,5$ становится недонасыщенной по ГАП, процессы естественного восстановления ГАП становятся химически невозможными. Нужно учитывать тот факт, что содержание Са у детей в ротовой жидкости ниже, чем у взрослых, а критический рН выше у детей, поэтому в детском возрасте затрачивается большее термодинамическое усилие для деминерализации при низком рН и меньшее усилие для реминерализации при нормальном рН [154, 205].

Ротовая жидкость оказывает непосредственное влияние на минеральный состав зубного налета, непосредственного этиологического фактора риска кариеса зубов. Современные эпидемиологические исследования свидетельствуют, что у людей с относительно высоким содержанием кальция и фосфора в зубном налете наблюдается более низкий уровень кариеса зубов [188]. L. Shaw с соавт. (1983) показали, что образцы микробной пленки у детей без кариеса зубов содержат больше Са и Р, чем с кариесом [190].

Проникновение ионов кальция, фосфат-ионов и фтора в эмалевую структуру приводит к образованию новых кристаллов ГАП, отличающихся большой

прочностью [153]. Исследователи отмечают, что в процессе реминерализации происходит заполнение межкристаллических пространств кристаллами, отличными от здоровой эмали [193]. Значительно медленнее и в меньших количествах поступают ионы в интактную эмаль извне. Увеличение Са/Р-коэффициента в этом случае до 2,0, увеличивает устойчивость эмали к воздействию кислот, изменяя физико-химический обмен с компонентами ротовой жидкости [203].

Неинвазивное лечение ранних поражений кариеса зубов с помощью реминерализующих средств является одним из приоритетов в современной стоматологии, стремящейся к минимально инвазивным стратегиям лечения кариеса [199]. Есть мнение, что естественное реминерализующее действие ротовой жидкости – это не только медленный процесс, но и явно недостаточный для защиты и реминерализации существующих поражений и необходимы дополнительные агенты, усиливающие ее протективные свойства [90, 116].

В то же время есть мнение, что Са и Р в ротовой жидкости, в зубном налете, и корреляция между ними и рН слаба или отсутствует. Это означает, что попытки увеличить содержание в ротовой жидкости этих ионов не гарантирует достижения эффекта в реминерализации. Сегодня признано, что существуют значительные индивидуальные отклонения в уровне рН, буферной емкости и концентрации этих ионов в ротовой жидкости, которые могут различаться у одного пациента в разное время суток [154, 205].

Состояние минерализующего состава и биофизических свойств ротовой жидкости особенно важно в период «созревания» постоянных и временных зубов и диктует необходимость использования в этот период реминерализующих средств с адекватной биодоступностью Са, Р, F. Повышение уровня Са и Р на поверхности зуба и/или в зубном налете с помощью средств гигиены рта на основе фосфата кальция является многообещающей профилактической стратегией, которая положительно влияет на процесс минерализации и реминерализации

1.5 Обзор современных нефторидных реминерализующих средств для профилактики кариеса зубов

Несмотря на большое количество разнообразных реминерализующих средств гигиены рта, поиск и апробация новых не теряет своей актуальности и востребованности в практическом здравоохранении. Изучаются различные соли кальция и фосфатов, фторидов, различные формы и способы насыщения Са и Р ротовой жидкости [69, 71, 78]. Современные требования к реминерализующим средствам это не только обеспечить длительный контакт с эмалью, но и наличие достаточного количества Са и Р, которые могут повышать рН ротовой жидкости и внедряться в эмаль зубов.

В настоящее время в научной литературе все большее внимание уделяют биомиметическим и биоиндуцированным системам профилактики, не зависящих от фторидов, на различных формах фосфата кальция: наноконплексы CPP-ACP, трикальцийфосфат, биоактивное стекло, гидроксипатит (НАР) и его модификации и др. Эти системы были разделены на две категории: биомиметические технологии регенерации и системы, повышающие эффективность фторидов [115, 123, 181].

Биомиметический означает, что синтезированный материал близок по своим свойствам, обнаруженным в организме и предназначен для восстановления сложной структуры кристаллов ГАП путем применения химии фосфата кальция, которая восстанавливает механические и оптические свойства эмали. Однако не все материалы на основе ГАП являются биомиметическими [153]. К этой группе можно отнести материалы для регенерации зубов на основе дентинфосфопротеина [212].

Во второй категории наиболее значимыми являются системы на основе фосфата кальция, среди которых выделяется наноконплекс – казеиновый фосфопептид – аморфный фосфат кальция (CPP-ACP) [16, 39, 99, 122, 162, 214]. Активно изучаются свойства трикальция фосфата (TCP) [145, 175]. Еще одним перспективным материалом является биоактивное стекло, в основе которого кальциево-натриевая фосфосиликатная композиция [86]. Исследователи отмечают значимость систем на основе полифосфатов, среди которых особо выделяют триметафосфат натрия [130, 137].

Отечественные ученые предложили эффективные и доступные средства: гели марки «Белгель Ca/P» и «R.O.C.S. Medical Minerals» [54]; реминерализующие кальций-фосфатсодержащие гели Омской стоматологической школы [15].

Выявлено, что применение кальций-фосфатсодержащих средств способствует значительному снижению электропроводимости эмали первых постоянных моляров на фоне повышения концентрации кальция и фосфата в ротовой жидкости [66].

В последнее десятилетие внимание ученых привлекает наногидроксиапатит (nanoНАР) [82]. В настоящее время средства на основе nanoНАР широко рекламируются, приобретают все большую популярность и зачастую позиционируются в обществе в противовес фторсодержащим средствам. NanoНАР позиционируется как сенсibiliзирующий, противокариозный, противовоспалительный, отбеливающий активный агент зубных паст и ополаскивателей.

НАР, nanoНАР имеет сходство с костной и минеральной структурой зубов и является биосовместимым и биоактивным материалом, получившим широкое распространение в медицине и стоматологии в последние годы [70, 114, 121, 166, 208]. В продуктах гигиены рта наиболее эффективными считаются частицы размером 20 – 40 нм – nanoНАР в концентрации 10 – 15% [163].

Впервые зубная паста с гидроксиапатитом, была испытана в 1980-х годах, в Японии. Однако эти исследования в основном проводились по запросу производителя, и результаты были опубликованы в японских журналах [146].

Предполагаются 3 основных механизма действия НАР/nanoНАР [88, 158, 116, 147]:

- твердые частицы НАР создают депо в области микродефектов эмали и дентина, выравнивая поверхность, ровная поверхность замедляет фиксацию бактерий;
- выделяя ионы, НАР способствует реминерализации эмали; идет частичная нейтрализация кислоты;
- осаждение НАР в биопленке при неполном ее удалении. Частицы НАР могут связываться с эмалью/биопленкой за счет электрохимических сил из-за

частичной электроотрицательности НАР-частицы имеют отрицательный потенциал (от -15 до -30 мВ), а основные белки слюны/пелликулы положительный (от +20 до +30 мВ);

– НАР подавляют активность бактерий и может действовать как абразив - прикрепление бактерий к частицам НАР улучшает вымывание их изо рта.

Предполагается, что фосфат кальция действует как кристаллическое ядро в процессе реминерализации, непрерывно притягивая большие количества ионов Са и Р из ротовой жидкости [117]. Считается, что он обладает способностью восстанавливать эмаль и предотвращать прогрессирование начальных повреждений благодаря размеру и количеству доступных ионов Ca^{2+} и PO_4^{3-} [145]. Наноразмерные частицы nanoНАР способствуют этому, заполняя любую небольшую пористость на деминерализованных поверхностях и действуют как каркас для осаждения веществ, притягивающих ионы Са и Р из ротовой жидкости. НАР также может прилипать к деминерализованным порам и образовывать однородный слой апатита, способный полностью покрывать призматическую и межпризматическую эмаль [163]; *in vitro* на искусственно деминерализованных срезах эмали нормализация наноструктуры эмали наблюдалась в течение 10-дневного периода лечения зубной пастойс НАР, а оптимальная реминерализация через 30 дней лечения [108].

Zhang Y-V. et al. (2018) по данным поперечной микрорадиографии показали в работе *in vitro*, что уровень кальция в биопленках *S. mutans*, обработанных nanoНАР, был примерно в 8 раз выше, чем в группе, обработанной фторидом натрия (NaF), что привело к усилению защиты эмали от деминерализации. Однако реминерализации эмали не наблюдалось [140].

В работе Sudradjat H. et al. (2020) было показано, что трехдневное использование НАР-геля в группе детей увеличивает медианы уровней Са и Р в зубном налете, но статистически не было значимо. Данные работы указывают на потенциальное взаимодействие nanoНАР с биопленками рта и/или с поверхностью зуба, что согласуется и с другими источниками [147, 168, 179].

Исследования *in situ* показали антиадгезионные свойства ГАП: микроорганизмы имеют тенденцию прикрепляться к частицам ГАП из зубной пасты или ополаскивателя и выводятся изо рта [147].

Метаанализ 22 работ, проведенных *in vivo* и *in situ* Limeback Н. с соавт. (2021) показали, что имеются убедительные доказательства того, что НАР в средствах гигиены рта при отсутствии фторида эффективно снижает кариес [158].

NanoНАР – зубная паста и nanoНАР – ополаскиватель в комбинации были значительно эффективнее в реминерализации начального кариеса *in situ*, чем использование только зубной пасты с НАР [88].

В литературе сравнивается профилактическая эффективность средств на основе НАР и на основе фторидов. Manchery N. et al. (2019) [163] и Ebadifar A. et al. (2017) [114] *in vitro* сравнили средства, содержащих nanoНАР, фосфосиликат кальция-натрия и аминофторид *in vitro*. Все три средства обладали способностью замедлять процесс деминерализации, однако зубная паста с nanoНАР показала большую эффективность.

Grewal N. et al. (2018) при изучении реминерализирующей эффективности аминофторида, nanoНАР, монофторфосфата натрия, выявили, что наибольший потенциал реминерализации с точки зрения минерализации показал nanoНАР, за ним аминофторид, затем монофторфосфат натрия [138].

Paszynska E. et al. (2021) отследили увеличение прироста интенсивности кариеса по индексу ICDAS ≥ 1 на зуб у 72,7% пациентов, использовавших зубную пасту на основе НАР по сравнению с 74,2% в группе, где использовали средства гигиены с фторидами [173].

O'Hagan-Wong K. et al. (2022) показали, что эффективность зубной пасты с ГАП сопоставима и не уступает пастам с фторидами. Vajaj M. et al. (2016) сравнили CPP-ACP, трикальций фосфат и НАР при реминерализации искусственного кариеса зубов и показали, что НАР имел более высокую эффективность. Thimmaiah S. et al. (2019), оценивая CPP-ACP фторид (GC Tooth Mousse Plus) и трикальций фосфат (Clinpro tooth crème) показали их больший эффект в реминерализации в сравнении с nanoНАР (Acclaim®) [199].

Сравнительное изучение зубных паст с nanoНАР и с nanoНАР + фторид показало улучшение реминерализации при увеличении времени воздействия зубных паст, но не было зафиксировано различий в изменении микротвердости. Авторы сделали вывод, что фториды не имеют синергизма с nanoНАР [96].

Двухлетняя профилактическая программа среди младших школьников показала одинаково высокую эффективность применения зубной пасты, содержащей кальций-фосфатный комплекс, пасты с аминифторидами (500 ppm) и пасты с фторидом натрия (1000 ppm) в исследовании Купец Т. В. с соавт. (2011) [33].

В исследовании Шевченко М. А. с соавт. (2024) при применении зубных паст с НАР и с комплексом Polyol Germanium показала меньшую частоту неудовлетворительных реставраций, меньшую электропроводность эмали, выше редукцию прироста интенсивности кариеса зубов (РПИК) (78,6%) в сравнении с фторидсодержащей зубной пастой (4,3%).

Amaechi В. Т. et al. (2021) при кариесе корня не увидели преимущества зубной пасты с фторидами в сравнении с зубной пастой с ГАП у взрослых при оценке прироста индекса КПУ [88].

По мнению Schlagenhaut U. et al. (2019) увеличение дозировки НАР при использовании различных комбинаций средств ухода за ртом увеличивает уровень Са и Р в зубной бляшке и, соответственно эффективность профилактики [178].

Подводя итог, можно выявить следующее:

– по сравнению с эффективностью с фторидами мнения разделились: ряд авторов сделали вывод о том, что НАР эффективнее в реминерализации дентина и эмали [100, 132, 135, 201];

– другие исследователи доказали большую эффективность фторидов в сравнении с НАР [97, 102, 104, 121, 140];

– авторы третьей группы не выявили достоверной разницы в эффективности между фторидами и НАР [89, 142, 145, 163, 169, 172, 204].

По мнению многих авторов из-за высокого сходства с кристаллами ГАП эмали человека, НАР являются многообещающим биомиметическим материалом в средствах гигиены рта в качестве активного ингредиента и хорошо подходит для всех возрастных групп, включая младенцев и детей раннего возраста [116, 117].

Кроме вышеперечисленного НАР безопасен при проглатывании, является зеленым адсорбентом, который способен адсорбировать воду и ионы тяжелых металлов в почве, в частности, ионы Pd, при этом сам по себе не вызывает вторичного загрязнения [208].

Профилактика стоматологических заболеваний у детей на современном этапе развития должна проводиться с учетом экологических составляющих. Анализ данных отечественной и зарубежной литературы свидетельствует о существенном влиянии химических загрязнителей окружающей среды на развитие стоматологической заболеваемости среди детей. Это подтверждает необходимость учета особенностей территорий по степени антропогенной нагрузки при разработке мероприятий по профилактике кариеса зубов. Использование средств гигиены на основе фосфата кальция повышает уровень Са и Р на поверхности зуба и/или в зубном налете и является многообещающей стратегией, которая положительно влияет на процесс минерализации и реминерализации.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Дизайн исследования

Исследование проведено на базе кафедры стоматологии детского возраста ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России. Для реализации поставленных задач проведено стоматологическое обследование детей младшего школьного возраста, родившихся и проживающих в городах Нижнекамск и Лаишево Республики Татарстан, отличающихся разным уровнем антропогенной нагрузки. Первоначально в исследование было включено 296 детей, 24 ребенка выбыло по различным причинам. В исследование было включено 272 ребенка: 140 детей г. Нижнекамска и 132 ребенка г. Лаишево.

Тема диссертации утверждена на заседании Ученого совета ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России № 4 от 18.10.2017.

Научная работа одобрена локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России от 21.06.2018. От родителей (законных представителей) получено письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Исследование являлось проспективным, дизайн представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Дизайн исследования

Отбор пациентов проводили в соответствии с разработанными критериями включения, невключения и исключения, представленными в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Критерии включения, невключения и исключения из группы наблюдения

Критерии включения пациентов в группы наблюдения	Критерии невключения пациентов в группы наблюдения	Критерии исключения из группы наблюдения
Наличие письменного информированного согласия родителей (законных представителей) на участие их детей в исследовании	Отсутствие письменного информированного согласия родителей на исследование	Отказ родителей (законных представителей) от участия их детей в исследовании на любом этапе
Дети в возрасте от 7 до 8 лет	Дети младше 7 лет или старше 9 лет	Отказ ребенка от участия в исследовании на любом этапе
Дети родившиеся и проживающие в г. Нижнекамске и г. Лаишево	Дети не родившиеся и не проживающие в г. Нижнекамске и в г. Лаишево	
	Социально-незащищенные группы детей	
	Дети с хроническими заболеваниями	

Критериями выбора района был уровень антропогенной нагрузки.

Город Нижнекамск – крупный центр Республики Татарстан нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, в нем расположены 63 предприятия: в том числе ПАО «Нижнекамскнефтехим», ОАО «ТАИФ-НК», АО «ТАНЕКО», ПАО «Нижнекамскшина», АО Нижнекамсктех-углерод», филиал ОАО «ТГК-16» – «Нижнекамская ТЭЦ (ПТК-1)» и ООО «Нижнекамская ТЭЦ».

Город Лаишево – это небольшой сельскохозяйственный и пищевой промышленности центр, в нем располагаются такие организации как: ООО «Хлеб», ЗАО «Лаишевский рыбозавод», ГБУ «Лаешлес», ЗАО «Руно» и другие.

Определение состояния качества атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы изучалось по данным региональной системы социально-гигиенического мониторинга Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Татарстан с 2012 по 2017 гг., а также по данным государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Татарстан» за 2012–2017 гг.

На первом этапе проведен сравнительный анализ показателей социально-экономического благополучия населения Лаишевского и Нижнекамского муниципальных районов Республики Татарстан (по данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат)¹ была проанализирована среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике за 2015–2017 годы) и состояние качества атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы – по данным отчета Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Татарстан.

На втором этапе было проведено комплексное исследование:

1. Анкетирование родителей детей младшего школьного возраста – (n=272).

2. Комплексное стоматологическое обследование детей младшего школьного возраста, 272 человека (г. Нижнекамск – 140 человек и г. Лаишево – 132 человека), которое включало в себя:

– проведение индексной оценки: индекс интенсивности КПУ, кпу; индекс гигиены по Грину-Вермиллиону (ОИ-S);

– определение минерализующего потенциала ротовой жидкости;

– определение структурно-функциональной кислотоустойчивости эмали;

– определение pH ротовой жидкости;

– оценка электропроводности эмали зуба.

¹ <https://fedstat.ru/indicator/57824> Режим доступа: свободный

3. Атомно-эмиссионная спектрометрия 40 временных зубов (по одному временному резцу у 40 детей: 20 детей из г. Лаишево и 20 детей из г. Нижнекамска).

На третьем этапе проведена оценка профилактической эффективности комбинаций средств гигиены рта у 272 детей младшего школьного возраста в обоих городах: контролируемая гигиена рта в школе и индивидуальная гигиена рта дома с различными комбинациями средств гигиены с зубной пастой с аминофторидом и с суспензией nanoNAP.

2.2 Клинические методы стоматологического обследования

Детей младшего школьного возраста, родившихся и проживающих в г. Нижнекамске, обследовали в стоматологическом кабинете в МБОУ гимназии № 2 имени Б. Урманче Нижнекамского муниципального района Республики Татарстан. Детей, родившихся и проживающих в г. Лаишево, обучающихся в МБОУ «Лаишевской средней образовательной школе № 2 имени героя Советского Союза Б.К. Кузнецова» Лаишевского муниципального района РТ, обследовали в стоматологическом отделении ГАУЗ «Лаишевская ЦРБ».

Разработана анкета для родителей детей, входящих в группы исследования и проведено их анкетирование. Анкеты заполнялись родителями (законными представителями) после предварительного инструктажа. Целью анкетирования явилось оценка уровня гигиенических знаний, факторов риска стоматологических заболеваний и поведенческих привычек. Анкета содержала 23 вопроса (Приложение 1).

Обследование проводили в стоматологических кабинетах с использованием стандартного набора стоматологических инструментов. Данные пациентов заносили в медицинскую карту стоматологического пациента. Индексная оценка поражений твердых тканей зубов у детей обеих групп исследования подразумевала:

- индекс КПУ зубов и поверхностей постоянных зубов;
- кпу зубов временных зубов;
- прирост интенсивности кариеса зубов (ПИК);

– редукция прироста интенсивности кариеса зубов (РПИК);

– индекс гигиены рта – ОНI-S. Для определения индекса гигиены рта использовали упрощенный индекс гигиены ОНI-S (J.C. Green, J.R. Vermillion): обследовали 6 зубов: вестибулярные поверхности 1.6, 1.1, 2.6, 3.1 и язычные поверхности 3.6, 4.6. Индекс зубного налета оценивали с помощью окрашивающих растворов. Критерии оценки индекса (ОНI-S) по общепринятой схеме J.C. Green, J.R. Vermillion.

Интерпретация индексной оценки ОНI-S (J.C. Green, J.R. Vermillion) подразумевала следующее:

0–0,6 – низкий – хорошая гигиена рта;

0,7–1,6 – средний – удовлетворительная гигиена рта;

1,7–2,5 – высокий – неудовлетворительная гигиена рта;

> 2,5 – очень высокий – плохая гигиена рта.

Гипоплазию оценивали путем осмотра всех поверхностей постоянных зубов.

РПИК после проведения профилактических мероприятий выявляли по следующей формуле:

$$\text{Редукция} = ((M_k - M) / M_k) \times 100\%, \quad (1)$$

где M_k – прирост кариеса зубов в группе, с наибольшим приростом кариеса зубов;

M – прирост кариеса зубов в группе, с наименьшим приростом кариеса зубов.

2.3 Дополнительные методы исследования

2.3.1 Метод определения минерализующего потенциала ротовой жидкости

Для оценки минерализующего потенциала ротовой жидкости использовали тест микрокристаллизации ротовой жидкости по методике П.А. Леуса (1977). Методика: в утреннее время суток натошак брали ротовую жидкость, которую непосредственно после взятия пипеткой наносили на предметное стекло (в количестве трех капель). Далее предметное стекло с ротовой жидкостью высушивали при комнатной температуре в течение 1,5–2 часов. Исследование

проводили с помощью микроскопа «Биолам» при 20-кратном увеличении, интерпретацию данных проводили по 5-балльной шкале П.А. Леуса (рисунок 2.2).

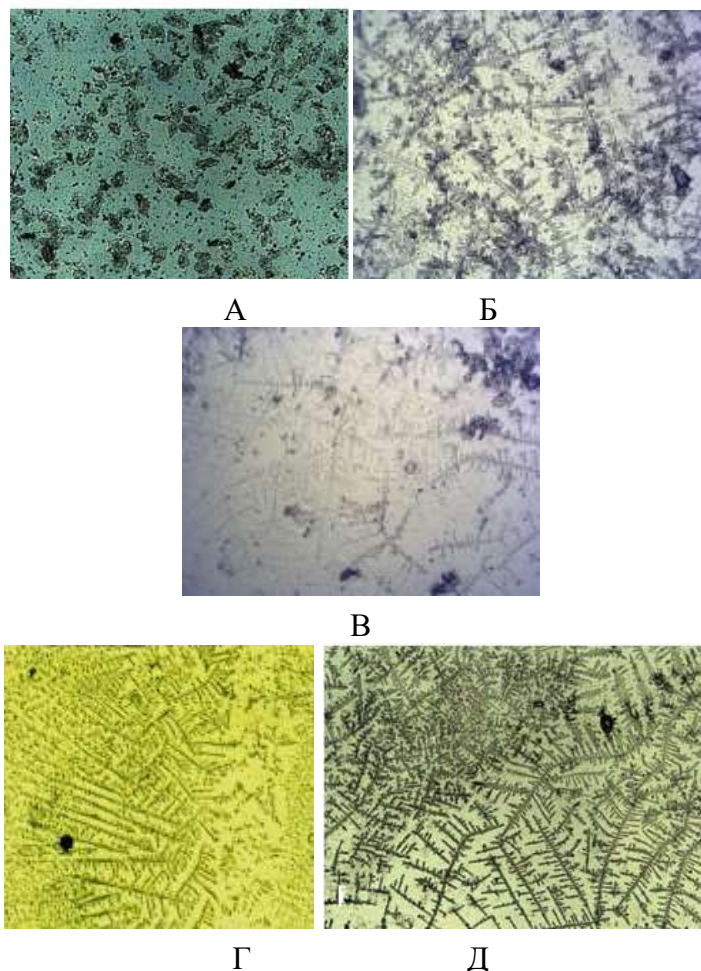


Рисунок 2.2 – Интерпретация теста микрокристаллизации ротовой жидкости по П.А. Леусу: А-1 балл – россыпь хаотически расположенных структур неправильной формы; Б-2 балла – тонкая сетка линий по всему полю зрения; В-3 балла – отдельные кристаллы неправильной формы на фоне сетки и глыбок; Г-4 балла – древовидные кристаллы средних размеров; Д-5 баллов – четкая, крупная, похожая на папоротник или паркет кристаллическая структура.

2.3.2 Метод определения структурно-функциональной кислотоустойчивости эмали

Для определения кислотоустойчивости постоянных зубов использовали тест эмалирезистентности (ТЭР-тест) по методике Окушко В.Р. (1982). Поверхность зуба очищали от налета (щеткой или 3% H_2O_2), изолировали от ротовой жидкости ватными валиками, высушивали поверхность, ватным шариком наносили 1%

раствор соляной кислоты на 5 секунд, затем смывали и наносили краситель 2% водный раствор метиленового синего на 2 минуты, затем удаляли и оценивали по 10-балльной стандартной полиграфической шкале синего цвета. Шкала представляет собой линейку, различную по интенсивности окраски синего цвета. Где 1 – самый светлый окрас, 10 – самый темный. Соответственно, чем темнее цвет, тем ниже была кариесрезистентность у пациентов и эмаль неустойчива к действию кислот (рисунок 2.3, 2.4).

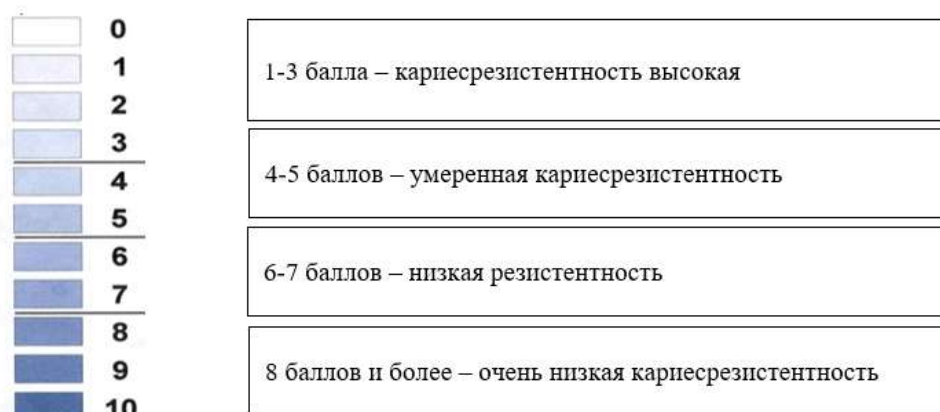


Рисунок 2.3 – Кариесрезистентность по интерпретации ТЭР-теста; 10-балльная шкала синего цвета

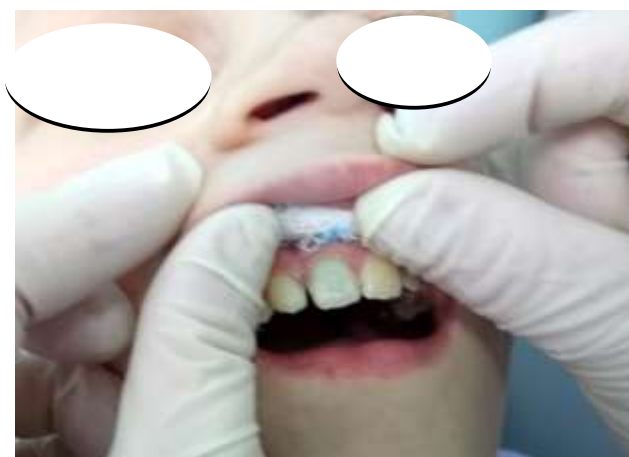


Рисунок 2.4 – Пациент А., 8 лет. Оценка кариесрезистентности эмали (ТЭР-тест)

2.3.3 Метод определения pH ротовой жидкости

Определение pH ротовой жидкости проводилось следующим образом: в утреннее время суток натошак брали объект для исследования. Объектом служила ротовая жидкость, которой пропитывали индикаторную бумагу. Изменение окраси индикаторной бумаги отмечали через 5 минут, сравнивая

со стандартными цветовыми образцами. Интерпретацию результата проводили согласно шкале, предлагаемой производителем тестовых полосок (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Пациент 3., 7 лет. Определение pH ротовой жидкости

2.3.4 Метод определения электропроводности эмали зуба

Метод определения электропроводности эмали и дентина (ЭПЭ, ЭПД) разработана Ивановой Г. Г., Леонтьевым В. К. с соавт. [20]. Сущность методики заключается в способности кариозных и слабоминерализованных интактных тканей зубов пропускать постоянный электрический ток определенной величины в зависимости от степени минерализации эмали.

Электропроводность твердых тканей зубов оценивали с помощью аппарата ЭД-01 «ДентЭст» (ЗАО «ГеософтДент», Россия) по методике В. К. Леонтьева, Г. Г. Ивановой (1987). Прибор состоит из амперметра, активного и пассивного электрода. В качестве пассивного электрода используется стоматологическое зеркало, в качестве активного электрода – одноразовый микрошприц, в котором содержится раствор электролит (10% хлористый кальций). При этом необходимо соблюдать меры предосторожности.

Аппарат «ДентЭст» дает постоянный ток величиной 100 мкА. Зрелая, минерализованная, плотная эмаль не пропускает ток данной величины и дает

значение «0». При деминерализации ткани зуба, а также при низкой минерализации, чем менее минерализованы ткани зуба, тем больше проводимость электрического тока и выше значения, которые фиксирует прибор. Изменение значений электропроводности в динамике говорит о созревании эмали [20, 38].

В исследовании оценивались зубы, не имеющие признаков кариозного поражения. Объектами служили: бугор и экватор одного постоянного первого моляра нижней челюсти у каждого ребенка (всего обследовано 272 моляра).

Этапы методики определения электропроводности:

- изоляция зуба от ротовой жидкости с помощью ватных валиков;
- высушивание поля;
- закрепление пассивного электрода за щеку пациента;
- нанесение капли электролита (10% раствор хлорида кальция) на эмаль;
- погружение активного электрода в электролит;
- замыкание электрической цепи дает эффект электрофореза и на шкале прибора считываются данные значений тока(мкА) (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Пациент К., 8 лет. Оценка электропроводности эмали зуба

2.4 Метод атомно-эмиссионной спектроскопии

Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС) – это способ определения элементного состава веществ по оптическим линейчатым спектрам излучения атомов и ионов анализируемой пробы, возбуждаемым в источниках света. Для атомно-эмиссионного анализа используют различные виды плазмы.

АЭС – самый распространенный, экспрессный, высокочувствительный метод идентификации и количественного определения элементов примесей в газообразных, жидких и твердых веществах, в том числе и в высокочистых. Он широко применяется в различных областях науки и техники для контроля промышленного производства, поисках и переработке полезных ископаемых, в биологических, медицинских и экологических исследованиях и т.д. Важным достоинством АЭС по сравнению с другими оптическими спектральными, а также многими химическими и физико-химическими методами анализа, являются возможности бесконтактного, экспрессного, одновременного количественного определения большого числа элементов в широком интервале концентраций с приемлемой точностью при использовании малой массы пробы.

Анализ концентрации элементов проводился на спектрометре – ДФС-458 с дифференциальной решеткой 1800 штрихов на мм в АО «Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых», г. Казань (рисунок 2.7).

Атомно-эмиссионной спектроскопией оценивали содержание химических элементов в твердых тканях зубов. Объектом явились 40 временных резцов детей 7–8 лет, принявших участие в исследовании: 20 зубов у детей г. Лаишево, 20 зубов у детей г. Нижнекамска, по одному зубу с ребенка. Биологические объекты были собраны в условиях стоматологического кабинета. Зубы были удалены у детей по поводу физиологической смены, были интактны, на стадии физиологической резорбции корней. Оценивали минеральный состав всей коронки зуба без разделения на эмаль и дентин.



Рисунок 2.7 – Атомно-эмиссионный спектрометр

2.5 Методика профилактики комбинациями средств гигиены рта, содержащих аминофторид и наногидроксиапатит

Для осуществления профилактических мероприятий были выбраны следующие средства гигиены рта:

– Splat Professional Суспензия Иннова жидкая эмаль 220 мл (Сплат). Страна производителя: Россия. Производитель: ООО Органик Фармасьютикалз, Бренд: INNOVA.

Состав суспензии «Жидкая эмаль» компании Splat: вода, глицерин, гидрогенизированное касторовое масло PEG-40, гидроксиапатит нано, лактат кальция, ксантановая камедь, PEG-8, ароматизатор, метилпарабен натрия, лимонная кислота, экстракт семян, экстракт, динатрий ЭДТА, токоферилацетат, анетол, эвкалиптол, сукралоза, тимол, танназа, бензоат натрия, сорбат калия, лимонен.

– Зубная паста Lacalut junior – гелевая зубная паста с аминофторидом 1450 ppm. Страна производителя: Германия. Производитель: Др. Тайсс Натурварен ГмбХ Бренд LACALUT.

Состав: вода, гидрогенизированный гидролизат крахмала, гидратированный диоксид кремния, ароматизатор, целлюлозная камедь, кокамидопропилбетаин, фторид натрия, лимонен, пропиленгликоль, хлорид натрия, сахарин натрия, олафлур, глицерин, бензоат натрия, сульфат натрия, СІ 74260, СІ 42090.

– Зубная паста SPLAT Junior. Страна производителя: Россия. Производитель: Органик Фармасьютикалз, ООО. Бренд: INNOVA.

Состав зубной пасты: вода, гидрогенизированный гидролизат крахмала, гидратированный диоксид кремния, глицерин, гидроксиапатит кальция (в смеси наноНАР- и микроНАР), ксилит, кокос-сульфат натрия, целлюлозная камедь, ароматизатор, бензоат натрия, лауроилсаркозинат натрия, ксантановая камедь, сорбат калия, СІ 77891, мальтит, кора магнолии лекарственной. экстракт, пентиленгликоль, токоферилацетат, экстракт плодов, экстракт листьев семян, ретинилпальмитат, тиоцианат калия, лактоферрин, экстракт листьев алоэ барбадосского, СІ 75470, лактопероксидаза, экстракт корня глицирризы голой, лимонная кислота, капсантин/капсорубин, токоферол, пентаацетат глюкозы, глюкозооксидаза, глицериды масла семян подсолнечника, экстракт листьев розмарина лекарственного, лимонен.

В зависимости от используемых комбинаций средств все дети были поделены на 3 группы. Дети использовали средства гигиены дома (утром и вечером) и один раз в школе после обеда – контролируемая чистка зубов в течение 2 минут. Суспензию дети удерживали во рту в течение 1 минуты, затем сплевывали и не полоскали после нее водой (таблица 2.2).

I группа – дети чистили зубы зубной пастой, содержащей аминофториды (1450 ppm) и применяли суспензию на основе аморфного nanoНАР;

II группа – дети чистили зубы зубной пастой, содержащей nanoНАР и применяли суспензию на основе аморфного nanoНАР;

III группа – дети чистили зубы зубной пастой, содержащей аминофториды (1450 ppm).

Таблица 2.2 – Распределение профилактических групп детей в зависимости от места проживания и используемой комбинации средств гигиены рта

Комбинации профилактических средств гигиены рта	Группы, количество исследуемых детей
Зубная паста – аминофторид (1450 ppm); суспензия – аморфный nanoНАР	Н1-группа – 46 детей г. Нижнекамск
	Л1-группа – 30 детей г. Лаишево
Зубная паста – НАР; суспензия – аморфный nanoНАР	Н2-группа – 46 детей г. Нижнекамск
	Л2-группа – 30 детей г. Лаишево
Зубная паста – аминофторид (1450 ppm)	Н3-группа – 48 детей г. Нижнекамск
	Л3-группа – 30 детей г. Лаишево

Контроль эффективности исследуемых комбинаций осуществлялся каждые три месяца (через 3, 6, 9 и 12 месяцев).

Методика проведения стоматологического просвещения детей младшего школьного возраста заключалась в проведении мероприятий в условиях классного часа:

1. Знакомство с учащимися и проведение урока «Здоровые зубы» с демонстрацией методик гигиены рта, методах, средствах и предметах гигиены рта;
2. Обучение школьников методике чистки зубов и правильного использования комбинации средств гигиены рта, содержащие аминофторид и nanoНАР.

При проведении стоматологического просвещения детей, педагогов, родителей использовали методические материалы собственной разработки (приложение 2, рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 – Проведение классного часа в школе: «О правильном уходе за зубами»

2.6 Статистические методы исследования

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics 22.

Для качественных номинальных переменных были рассчитаны как абсолютные, так и относительные частоты, чтобы обеспечить полное понимание распределения категориальных данных. Уровни значимости были установлены при $p < 0,05$, что соответствует стандартному порогу статистической значимости в медицинских исследованиях.

Для оценки распределения данных использовались два теста: критерий Шапиро-Уилка и критерий Колмогорова-Смирнова. Эти тесты были выбраны из-за их эффективности в определении нормальности распределений данных. В тех случаях, когда данные имели нормальное распределение, представление включало среднее значение и стандартное отклонение ($M \pm SD$), для их сравнения применялся t-критерий Стьюдента. И наоборот, для данных с распределением,

отличным от нормального, представление включало медиану и интерквартильный размах (Me [Q1; Q3]). В этих случаях для оценки использовались непараметрические тесты, такие как U-критерий Манна-Уитни.

Когда в сравнениях участвовали три или более независимых групп, использовался непараметрический дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса, методы сравнения средних рангов.

В тех случаях, когда исследовались связанные группы, например, при анализе двух зависимых переменных, использовались непараметрические критерии (Т-критерий Уилкоксона и критерий Фридмана при сравнении 3 и более показателей).

Данные исследования проанализированы с применением показателей отношение шансов (ОШ), доверительный интервал (ДИ), степень вероятности (р). Показатель ОШ рассчитывался как отношение шансов развития определенного клинического исхода (поражения твердых тканей зубов) в г. Нижнекамск к шансам его развития в г. Лаишево. Чем ближе значение ОШ к 1, тем меньше было различий в группах исследования.

Показатель ДИ трактовался как доверительный интервал: мера точности оценки показателя, отражающая диапазон, в котором могут находиться его реальные значения. Диапазон 95% ДИ подразумевает 95% результатов, полученных при анкетировании с аналогичной структурой, одинаковыми размерами выборки и характеристиками участников (родители и школьники младшего школьного возраста). Если при оценке отношения шансов значения 95% ДИ включал 1,0, это означало отсутствие зависимости изучаемых параметров (наличие – триггерных агентов возникновения поражения твердых тканей зубов детей младшего школьного возраста). Результат расценивался как статистически значимый при уровне $p < 0,05$.

Кроме того, тест χ^2 был применен для выявления частотных различий в категориальных данных. Точный критерий Фишера использовался, если хотя бы одно значение в четырехпольной таблице оказывалось ниже 5, критерий χ^2 с поправкой на непрерывность Йейтса применялся при значениях ниже 10, но выше

5. Эти корректировки необходимы для поддержания достоверности статистических тестов при работе с небольшими размерами выборки.

Для сравнения частот в зависимых выборках использовался тест Макнемара.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Сравнительный анализ социально-экономических показателей и уровня факторов окружающей среды на исследуемых территориях

Общепризнано, что формирование группового, индивидуального и общественного здоровья напрямую зависит от социальных факторов, основное воздействие на здоровье населения оказывают такие как быт, культура, стиль и порядок общественной жизни. Проведенное изучение социально-экономических показателей Лаишевского и Нижнекамского муниципальных районов показало, что сравниваемые административные территории Республики Татарстан однородны (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Сравнительный анализ социально-экономических показателей Лаишевского и Нижнекамского муниципальных районов Республики Татарстан (2015–2017 гг.)

Показатели	Лаишевский район	Нижнекамский район	Достоверность отличий (критерий t)
Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике (руб.)	29299,8±2348,6 руб.	31488,3±2875,1 руб.	t=0,59; p>0,05

Для анализа использовались данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат) за 2015-2017 годы по [4,7]. По данным Росстата величина прожиточного минимума в 2017 году составила 8467 руб. на одного человека, (2015 г. – 7695 руб., 2016 г. – 8108 руб.), стоимость минимальной продуктовой корзины – 3396,6 руб. на одного человека (2015 г. – 3297,97 руб., 2016 г. – 3258,09 руб.), доля лиц с доходами ниже прожиточного минимума – 7,5% (2015 г. – 7,0%, 2016 г. – 7,2%). Объем инвестиций в основной капитал на душу населения увеличился на 13,3% и составил в 2016 году 165 720 рублей (2015 г. – 159 817

руб., 2014 г. – 141 101 руб.). По данным Росстата, самые высокие объемы инвестиций в основной капитал на душу населения отмечаются в Верхнеуслонском, Нижнекамском, Альметьевском, Елабужском, Тукаевском, Нурлатском, Пестречинском, Лаишевском, Новошешминском районах. В среднем по Республике Татарстан денежные доходы в 2017 году составили 30936,7 руб. на одного человека.

Нижнекамск является одним из крупных городов РТ, где сосредоточен промышленный потенциал Республики Татарстан, что обуславливает высокую долю валового выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

В г. Лаишево масса валового выброса загрязняющих веществ значительно ниже [3]. За анализируемый период валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Нижнекамске значительно превысил (в 6 раз) аналогичный показатель в г. Лаишево [3], что свидетельствует о более высокой антропогенной нагрузке в г. Нижнекамске по сравнению с г. Лаишево.

Гигиеническая оценка состояния окружающей среды на территории г. Нижнекамска и г. Лаишево проведена на основании данных социально-гигиенического мониторинга Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Татарстан [2, 3, 4]. Выполнен сравнительный анализ результатов лабораторных исследований качества источников атмосферного воздуха, хозяйственно-питьевого водоснабжения, питьевой воды и почвы с целью установления уровня антропогенной нагрузки на население исследуемых территорий.

Оценка качества воды источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и питьевой воды в распределительной сети г. Нижнекамска и г. Лаишево проводилась по санитарно-химическим показателям по соответствию СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [4]. В первую очередь оценивалось содержание минеральных элементов, которые могут оказать влияние на развитие твердых тканей зубов, таких как Ca, F, Fe и Si [7].

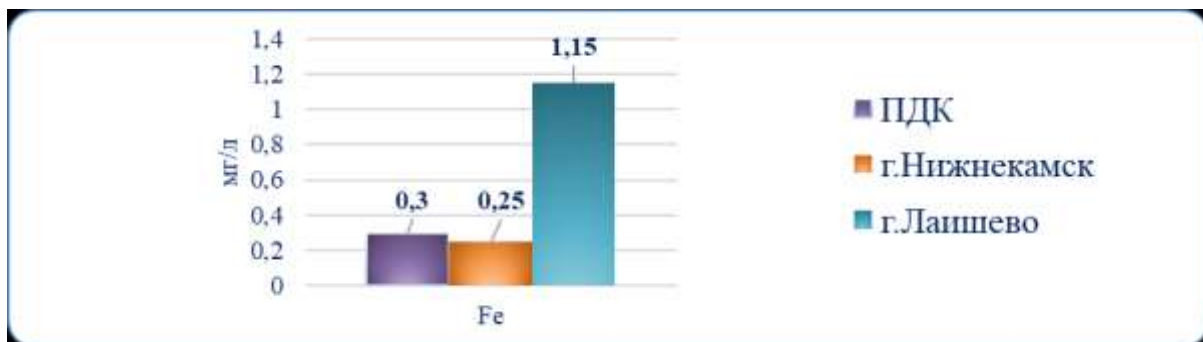
При анализе данных социально-гигиенического мониторинга выявлено, что в обоих городах содержание исследуемых элементов не превышало установленные гигиенические нормативы [4], за исключением содержания Fe в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Лаишево, где в ряде проб показаны превышения предельно допустимых концентраций (ПДК). Повышенное содержание Fe в пробах воды обусловлено прежде всего природными особенностями подземных вод, которыми преимущественно обеспечивается хозяйственно-питьевое водоснабжение населения г. Лаишево, и для которых характерна высокая минерализация. В г. Нижнекамске обеспечение водой населения осуществляется в основном за счет поверхностного источника – реки Кама [2, 3, 4].

При анализе данных Управления Роспотребнадзора, характеризующих концентрацию химических веществ в питьевой воде было установлено, что в районе с более высокой антропогенной нагрузкой (г. Нижнекамск) отмечалось более низкое содержание в воде следующих элементов: железа в 2,6 раз (0,2 мг/л против 0,52 мг/л), кремния в 5,6 раз (1,19 мг/л против 6,63 мг/л), незначительно меньшее кальция в 1,08 раза (58,16 мг/л против 63,1 мг/л) и фторидов в 1,17 раза (0,18 мг/л против 0,21 мг/л). Результаты лабораторных исследований питьевой воды и воды источников хозяйственно-питьевого водоснабжения представлены на рисунках 3.1, 3.2.

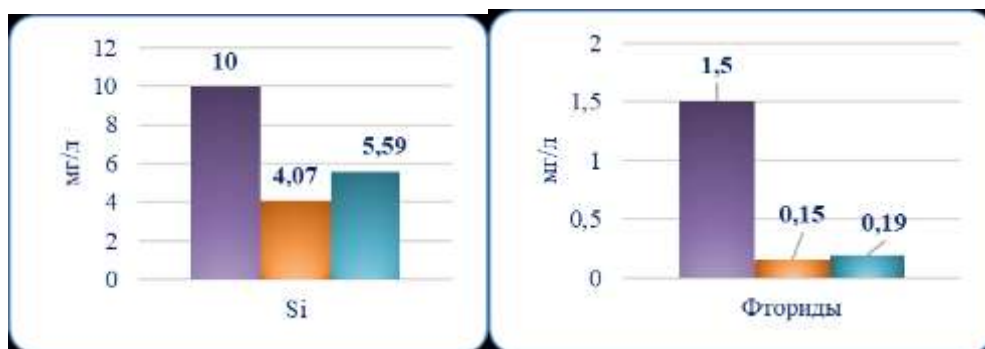
Оценка лабораторных исследований качества почвы г. Нижнекамска и г. Лаишево проводилась преимущественно по содержанию кадмия, свинца, цинка и меди, т.к. именно эти химические вещества, по данным ряда исследователей, могут оказывать влияние на твердые ткани зубов [7]. Оценивалось соответствие указанных соединений гигиеническим нормативам – ориентировочно допустимым концентрациям (ОДК) [4] и их концентрация в почве на исследуемых территориях.

Анализ данных лабораторных исследований, представленных в отчетах Управления Роспотребнадзора, по уровню загрязнения почвы химическими веществами (тяжелыми металлами), свидетельствует о высоком антропогенном загрязнении на территории г.Нижнекамска. Так, по результатам оценки качества

почвы выявлено: концентрация кадмия в г. Нижнекамске (0,43 мг/кг) была в 4,7 раз больше ($p=0,004$), чем в г. Лаишево (0,09 мг/кг); концентрация свинца – в 3,8 раз больше ($p=0,004$): в г. Нижнекамске – 5,16 мг/кг, в г. Лаишево – 1,34 мг/кг; концентрация цинка в 4,5 раз больше ($p = 0,009$): в г. Нижнекамске 10,7 мг/кг, в г. Лаишево – 2,38 мг/кг; концентрация меди в 6,3 раза больше ($p=0,002$) в г. Нижнекамске – 7,68 мг/кг, в г. Лаишево – 1,72 мг/кг.

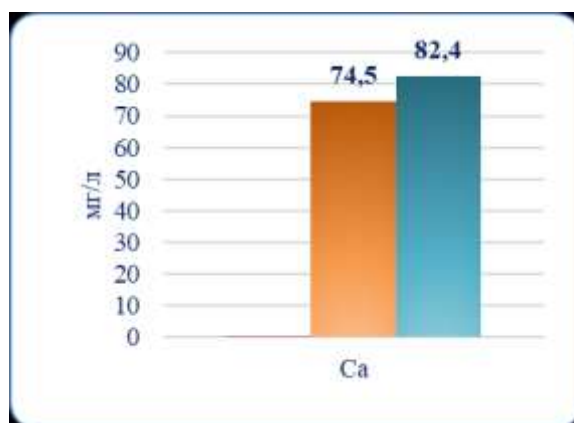


а)



б)

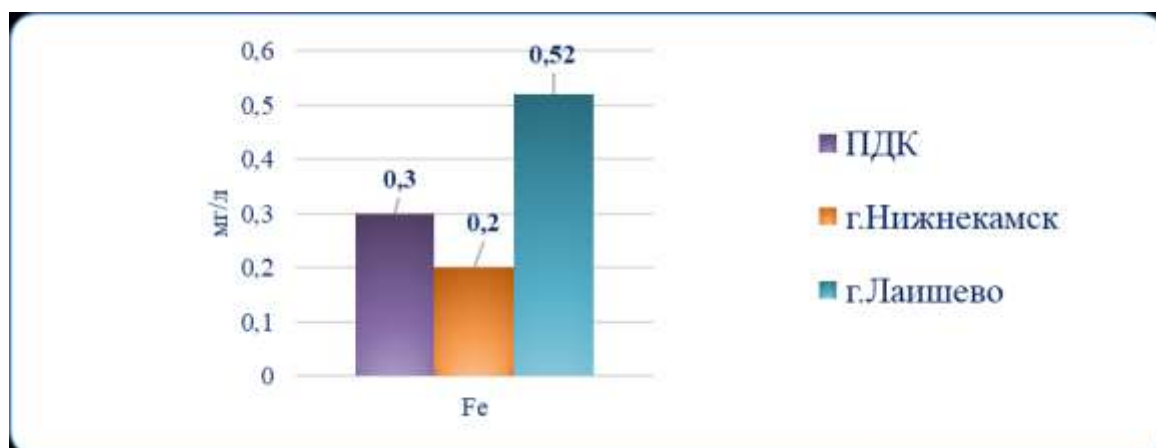
в)



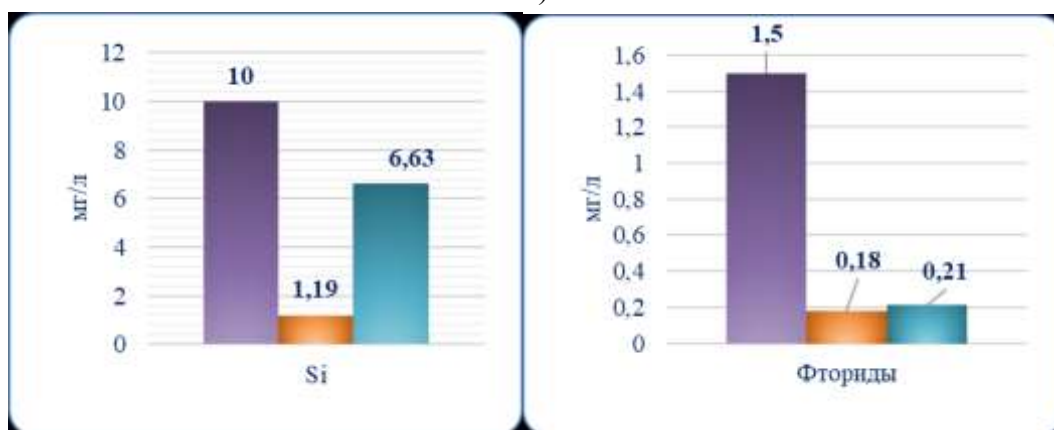
г)

Рисунок 3.1 – Отдельные химические вещества и значение ПДК в воде источников хозяйственно-бытового водоснабжения г. Нижнекамска и г. Лаишево за 2012 – 2017 гг. в сравнительном аспекте: а) значение ПДК и содержание

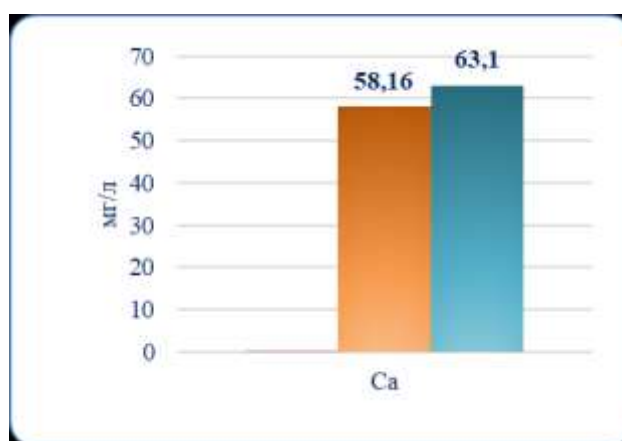
железа; б) значение ПДК и содержание кремния; в) значение ПДК и содержание фторидов; г) значение ПДК и содержание кальция²



а)



в)



г)

Рисунок 3.2 – Отдельные химические вещества и значение ПДК в питьевой воде г. Нижнекамска и г. Лаишево за 2012 – 2017 гг. в сравнительном аспекте:

² Кальций может поступать в природные воды из естественных и антропогенных источников (со стоками металлургических, химических, стекольных и силикатных производств, а также при стоке с поверхности сельхозугодий, где применялись минеральные удобрения). В питьевой воде он не нормируется, ПДК кальция в воде рыбохозяйственных водоемов составляет 180 мг/дм³.

а) значение ПДК и содержание железа; б) значение ПДК и содержание кремния; в) значение ПДК и содержание фторидов; г) значение ПДК и содержание кальция

Результаты, представленные на рисунке 3.3, наглядно демонстрируют наличие более высокой антропогенной нагрузки в г. Нижнекамске.

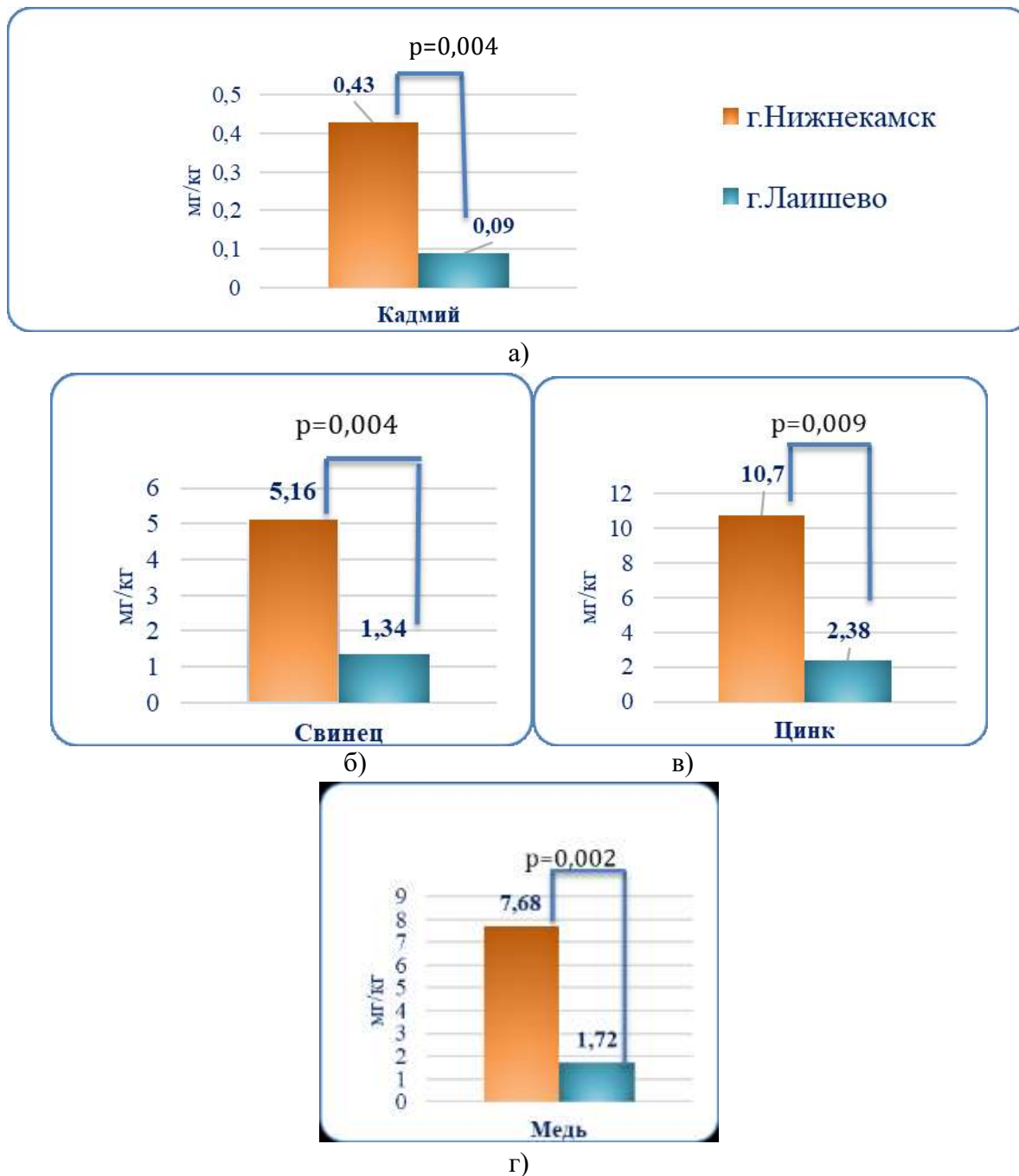


Рисунок 3.3 – Сравнительный анализ качества почвы по отдельным химическим веществам в г. Нижнекамске и г. Лаишево 2012–2017 гг.: а) содержание кадмия в пробах почвы; б) содержание свинца в пробах почвы; в) содержание цинка в пробах почвы; г) содержание меди в пробах почвы

Таким образом, сравнительный анализ двух территорий по степени химического загрязнения объектов окружающей среды показал, что существуют достоверные отличия по содержанию ряда химических веществ, оказывающих влияние на минеральный обмен (Fe, Si, Cd, Pb, Zn, Cu) в воде и в почве исследуемых городов.

В питьевой воде в г. Нижнекамске отмечалось более низкое содержание железа в 2,6 раз, кремния в 5,6 раз, кальция в 1,08 раза и фторидов в 1,17 раза.

В почве в г. Нижнекамске концентрация кадмия была выше в 4,7 раза, свинца в 3,8 раз, цинка в 4,5 раз, меди в 4,46 раз.

Полученные данные свидетельствуют о более высоком уровне антропогенной нагрузки в г. Нижнекамске, которая возможно явилась одним из факторов риска возникновения поражений твердых тканей зубов у детей младшего школьного возраста – его триггером.

3.2 Сравнительный анализ результатов анкетирования родителей исследуемых групп детей

Для выявления и анализа факторов риска развития патологии твердых тканей зубов было проведено анкетирование родителей исследуемых групп детей в городах с разной антропогенной нагрузкой. Всего в социологическом исследовании приняли участие 272 родителя (законных представителей), 140 из них явились жителями г. Нижнекамска, а 132 – г. Лаишево.

По данным анкетирования, у матерей г. Нижнекамска в течение беременности наблюдались: гестозы, угрозы прерывания беременности; обострение хронических заболеваний; инфекционные заболевания в 1,8 раза чаще, чем у матерей, проживающих в г. Лаишево (62,9% против 34,8%, ОШ 3,16; 95%ДИ 1,92–5,12; $p < 0,001$) (рисунок 3.4).

Период беременности может быть важным фактором риска развития патологии твердых тканей зубов и являться следствием антропогенной нагрузки в г. Нижнекамске как – триггера, способного в антенатальном периоде

воздействовать на плод, нарушая минерализацию как временных, так и постоянных зубов.

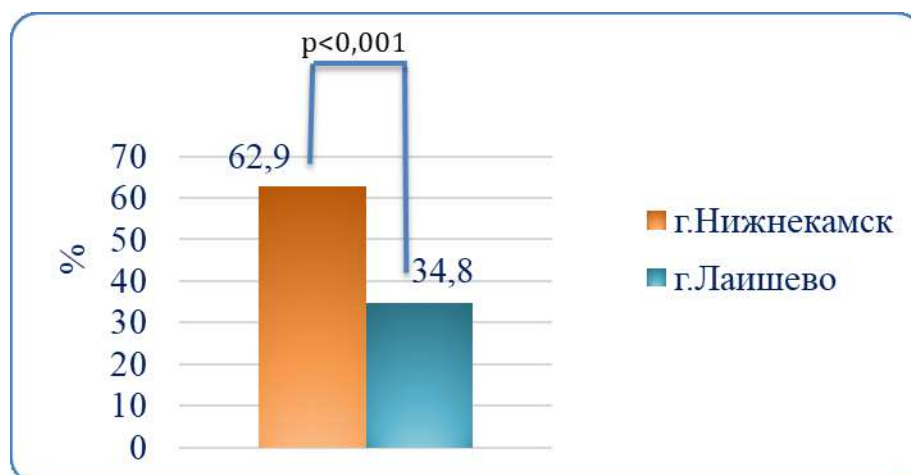


Рисунок 3.4 – Данные осложнения течения беременности по результатам анкетирования матерей исследуемых детей г.Лаишево и г.Нижнекамска

По данным анкетирования было выявлено, что в г. Лаишево среднее количество детей, чистящих зубы регулярно, был вдвое меньше, чем в г. Нижнекамске (27,3% против 51,4%, ОШ 2,82, 95% ДИ 1,7 – 4,69, $p < 0,001$) (рисунок 3.5).

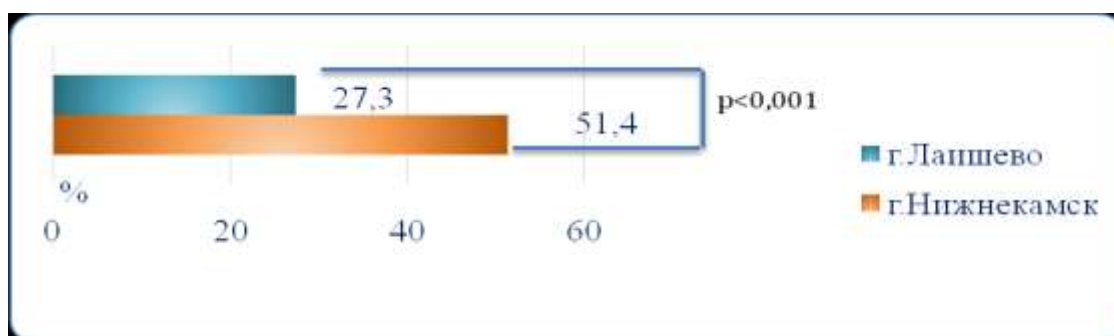


Рисунок 3.5 – Регулярность чистки зубов детей по результатам анкетирования родителей в г. Лаишево и г. Нижнекамске

На вопрос о наличии дома контроля родителей за чисткой зубов своих детей, ответы родителей значительно различались, так детей в г. Нижнекамске 27,9% родителей контролируют чистку зубов, в г. Лаишево только 3,0% (ОШ 12,36; 95% ДИ ,27–35,7; $p < 0,001$). Это свидетельствует о сниженном уровне гигиенического воспитания среди родителей, дети которых проживают в г.

Лаишево, и о необходимости проведения санитарного просвещения в стоматологических кабинетах, в женских консультациях, в детских медицинских учреждениях.

По данным анкетирования показатели ежедневного употребления отдельных продуктов в рационе питания в г. Нижнекамске и г. Лаишево достоверно не различались, продуктовая корзина жителей, проживающих на данных территориях, была одинакова.

При детальном рассмотрении продуктовых корзин г. Нижнекамска и г. Лаишево, достоверных отличий не обнаружено, соотношение продуктов было следующим:

- регулярное потребление молочных продуктов 61,4% против 59,8% (ОШ 1,062; 95% ДИ 0,6 – 1,7; $p > 0,05$);
- сахаров (67,9% против 68,9%; ОШ 0,95; 95% ДИ 0,57–1,58; $p > 0,05$);
- овощей и фруктов (75,7% против 79,5%; ОШ 0,80; 95% ДИ 0,45–1,42; $p > 0,05$).

По данным анкетирования родителей показатели частоты посещения врача стоматолога 2 – 4 раза в год у детей г. Нижнекамска составило 69,3%, у детей г. Лаишево – 31,1% (ОШ 5,0; 95% ДИ 2,99–8,38; $p < 0,001$). Повышенная обращаемость к врачу-стоматологу детскому может свидетельствовать с одной стороны, о значительно высокой распространенности стоматологических заболеваний у детей, проживающих в районах с более высокой антропогенной нагрузкой, а с другой – о более доступной и более квалифицированной стоматологической помощи, большей мотивации со стороны родителей. Первый факт безусловно, является ведущим.

При анкетировании было оценено воздействие триггеров на время прорезывания зубов. Известно, что ранние сроки прорезывания зубов могут быть симптомом некоторых соматических, в том числе наследственных (орфанных) заболеваний; рахит, рахитоподобным состояниям и заболеваниями, связанными с кальций-фосфорным обменом.

По данным анкетирования родителей показатель распространенности раннего прорезывания временных зубов у детей в г. Нижнекамск составил 12,9%, г. Лаишево – 3,8% (ОШ 3,75; 95% ДИ 1,35–10,4; $p = 0,007$).

Родители г. Нижнекамска в анкетах отмечали, что их дети в период от 0 до 3 лет практически в 1,6 раз чаще имели аллергические заболевания, а также частые острые респираторные вирусные заболевания (ОРВИ) г. Нижнекамска в 35,7%, у детей г. Лаишево – 22,0%.

Остальные ответы на вопросы не были статистически значимы между городами и не представляли диагностической ценности.

Таким образом, в результате анкетирования определена статистическая разница в ответах на следующие вопросы:

– у матерей в г. Нижнекамске в период беременности отмечались гестозы, угрозы прерывания беременности, обострение хронических заболеваний др. в 1,8 раза чаще, чем у матерей, проживающих в г. Лаишево (62,9% против 34,8%; $p < 0,001$);

– дети г. Нижнекамска в 2 раза чаще посещают врача - стоматолога (2 – 4 раза в год 69,3% детей), чем дети в г. Лаишево (31,1%; $p < 0,001$);

– в г. Лаишево среднее количество детей, чистящих зубы регулярно, был в 2 меньше, чем в г. Нижнекамске (27,3% против 51,4%; $p < 0,001$);

– контролируют гигиену рта своих детей в г. Нижнекамске 27,9% родителей, в г. Лаишево 3,0% ($p < 0,001$);

– отмечали раннее прорезывание временных зубов (согласно общепринятым срокам) у своих детей в г. Нижнекамске 12,9% родителей, г. Лаишево – 3,8% ($p = 0,007$);

– в г. Нижнекамске чаще дети имели соматические проблемы со здоровьем (частые ОРВИ, аллергические заболевания и др.) в 35,7%, дети г. Лаишево в 22,0%.

В результате анкетирования определены факторы риска кариеса зубов для дальнейшего анализа данных. Эти вопросы явились наиболее диагностически

ценными со статистической точки зрения и рекомендованы к использованию при проведении ежедневных рутинных опросов практикующими детскими врачами-стоматологами.

3.3 Сравнительный анализ результатов комплексного стоматологического обследования детей младшего школьного возраста

Сравнительный анализ результатов комплексного стоматологического обследования детей младшего школьного возраста г. Нижнекамска и г. Лаишево включал в себя оценку состояния твердых тканей зубов: распространенность и интенсивность кариеса, гипоплазии эмали и раннего прорезывания зубов. Анализировались индекс гигиены, степень микрокристаллизации ротовой жидкости, рН ротовой жидкости, данные электрометрии и кариесрезистентности твердых тканей зубов. При этом, как и в главе 3.2, были сопоставлены результаты обследования г. Нижнекамска и г. Лаишево.

Всего к медицинскому обследованию было привлечено 272 школьника: 140 детей младшего школьного возраста г. Нижнекамска и 132 ребенка г. Лаишево.

Распространенность кариеса временных зубов у детей в г. Нижнекамске составила 87,1%, г. Лаишево – 78,0% ($p < 0,05$). Распространенность кариеса постоянных зубов у детей в г. Нижнекамск составила 67,1%, в г. Лаишево – 55,3% ($p < 0,05$) (рисунок 3.6). Выявленные значимые различия между распространенностью кариеса в г. Нижнекамск и г. Лаишево, у детей как во временном (ОШ 1,91, 95% ДИ 1,002 – 3,63, $p = 0,047$), так и в постоянном прикусе (ОШ 1,65, 95% ДИ 1,01 – 2,7, $p = 0,045$). Таким образом, различия в распространенности кариеса временных и постоянных зубов составили 9,1% и 11,8%, соответственно.

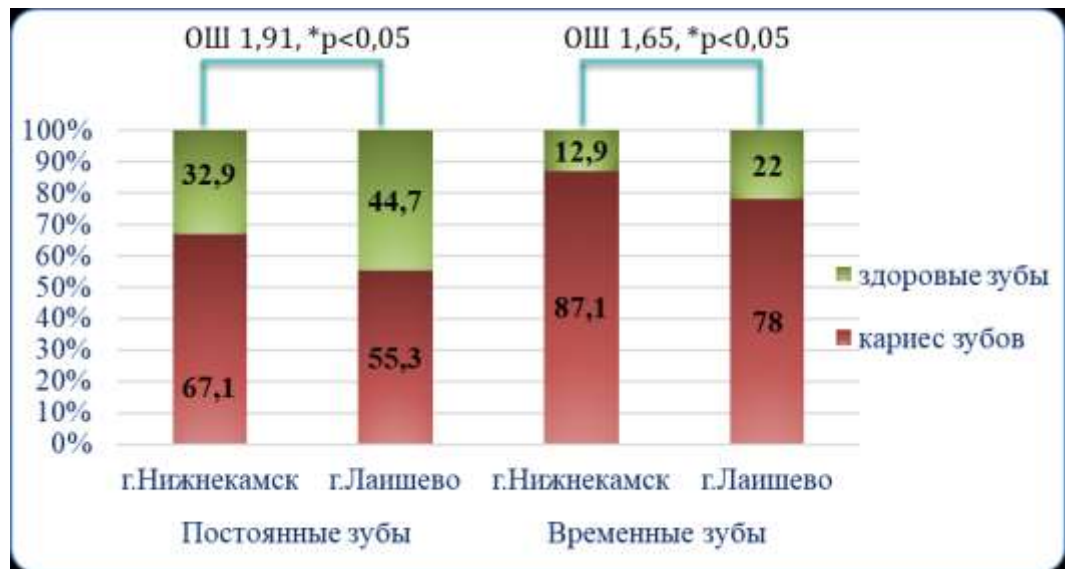


Рисунок 3.6 – Распространенность кариеса зубов у детей г. Лаишево и г. Нижнекамска

Интенсивность кариеса временных (кп) зубов у детей в г. Нижнекамске составила – $4,9 \pm 0,27$, г. Лаишево – $4,48 \pm 0,26$ ($p > 0,05$). Достоверных различий между значениями интенсивности кариеса зубов во временном прикусе не было.

Интенсивность кариеса постоянных зубов по индексу КПУз (зубов) у детей в г. Нижнекамск составила $1,19 \pm 0,1$, в г. Лаишево – $0,86 \pm 0,08$ ($p < 0,05$).

Интенсивность кариеса постоянных зубов по КПУп (поверхностей) в г. Нижнекамске $1,79 \pm 0,16$ в г. Лаишево – $1,2 \pm 0,11$ ($p < 0,05$).

Таким образом более высокий уровень техногенной нагрузки окружающей среды способствовал статистически большей распространенности кариеса постоянных и временных зубов и увеличению интенсивности кариеса постоянных зубов у детей младшего школьного возраста.

Преимущественно у детей младшего школьного возраста в г. Нижнекамске в сравнении с Лаишево поражались первые постоянные моляры не только в области фиссур, но и с локализацией патологического процесса на иммунных поверхностях – вестибулярные ($0,55 \pm 0,06$ против $0,26 \pm 0,05$, $p < 0,001$), бугры ($0,29 \pm 0,07$ против $0,12 \pm 0,04$ у детей г. Лаишево, $p < 0,001$). Наблюдались очаги деминерализации тканей зуба в виде меловидных пятен у детей, проживающих в г. Нижнекамске.

На рисунке 3.7 представлена интенсивность кариеса постоянных и временных зубов детей младшего школьного возраста, проживающих в выбранных городах. Выявлены достоверные различия между значениями интенсивности кариеса зубов в постоянном прикусе в исследуемых группах детей в районах с разной антропогенной нагрузкой ($p < 0,05$, Манна-Уитни).

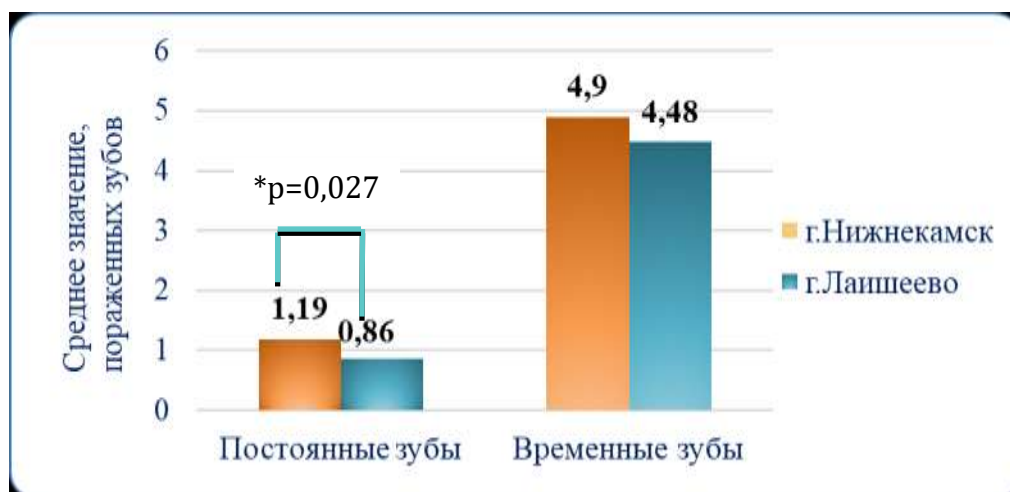


Рисунок 3.7 – Интенсивность кариеса постоянных зубов детей г. Лаишево и г. Нижнекамска, * $p < 0,05$

Распространенность системной гипоплазии постоянных зубов (молярно-резцовой гипоминерализации) у детей в г. Нижнекамске встречалась в 10 раз чаще и составила 26,6%, г. Лаишево – 2,5% (ОШ 24,22; 95% ДИ 5,7–102,7; $p < 0,001$). Полученные данные свидетельствуют о неблагоприятном влиянии техногенной нагрузки как тератогенного фактора, приводящего практически в 1/4 случаев к возникновению врожденного порока развития в виде системной гипоплазии зубов у детей младшего школьного возраста (рисунок 3.8).

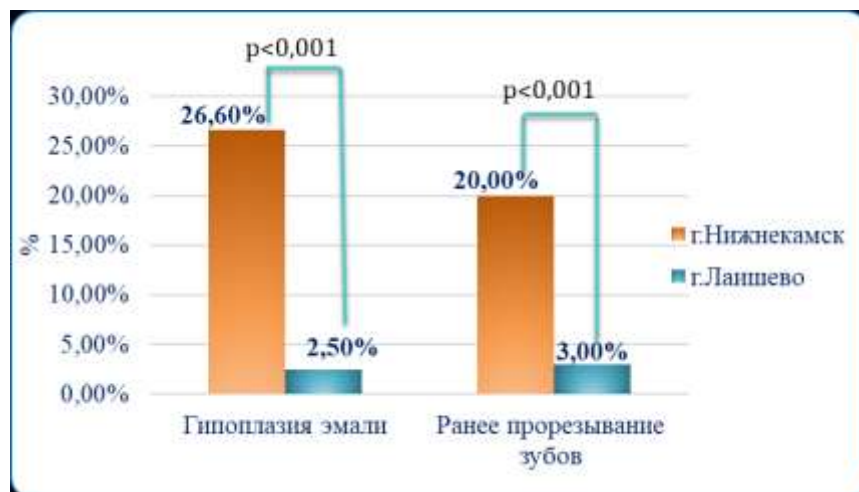


Рисунок 3.8 – Распространенность системной гипоплазии и раннего прорезывания постоянных зубов детей г. Лаишево и г. Нижнекамска

Раннее прорезывание постоянных зубов у детей в г. Нижнекамске имело место в 20,0%, в г. Лаишево в 3,0% случаев (ОШ 8,0; 95% ДИ 2,7–23,5; $p < 0,001$). Нарушение сроков прорезывания как указывалось выше зависит от многих факторов (см.рисунок 3.8).

Гигиенический индекс рта у детей в г. Нижнекамске характеризовался как высокий (неудовлетворительный) 2,0 [1,0; 3,0], а в г. Лаишево как очень высокий (плохой) – 3,0 [2,0; 3,0] ($p < 0,001$, Манна-Уитни) (рисунок 3.9).

Полученные данные свидетельствуют о неудовлетворительной гигиене рта детей и подтверждают данные анкетирования родителей, их недостаточную мотивацию за контролем по гигиеническому уходу рта.

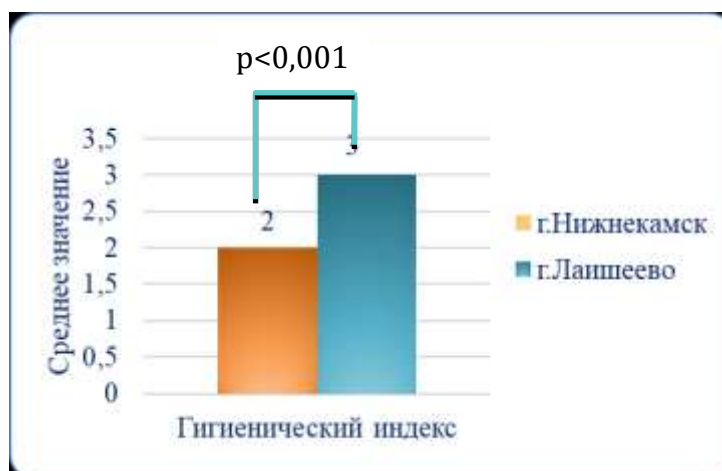


Рисунок 3.9 – Результаты оценки гигиенического индекса зубов детей г. Лаишево и г. Нижнекамска

Значения pH ротовой жидкости у детей г. Нижнекамска составили $6,3 \pm 0,48$, в г. Лаишево – $6,03 \pm 0,86$ ($p < 0,001$). Низкие значения pH возможно связаны с неудовлетворительной гигиеной рта детей (рисунок 3.10).

Ротовая жидкость детей г. Нижнекамска имела меньший pH, чем в г. Лаишево ($p < 0,001$), но при этом обследуемые г. Лаишево имели более неудовлетворительный индекс гигиены рта.

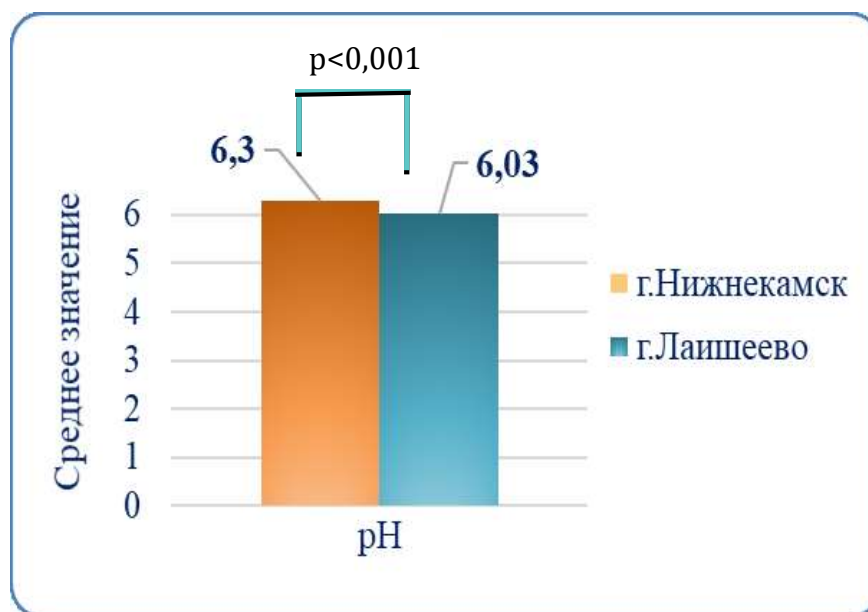


Рисунок 3.10 – Результаты значения pH ротовой жидкости у детей г. Лаишево и г. Нижнекамска

Значения микрокристаллизации ротовой жидкости (МКС) у детей г. Нижнекамска составили – 2,0 балла [2,0; 3,0], в г. Лаишево – 3,0 балла [2,0; 3,0] ($p < 0,05$, Манна-Уитни) (рисунок 3.11). МКС может быть полезен для оценки характера течения кариеса зубов. Более низкие значения микрокристаллизация ротовой жидкости у детей г. Нижнекамска характеризуют более активное течение кариеса.

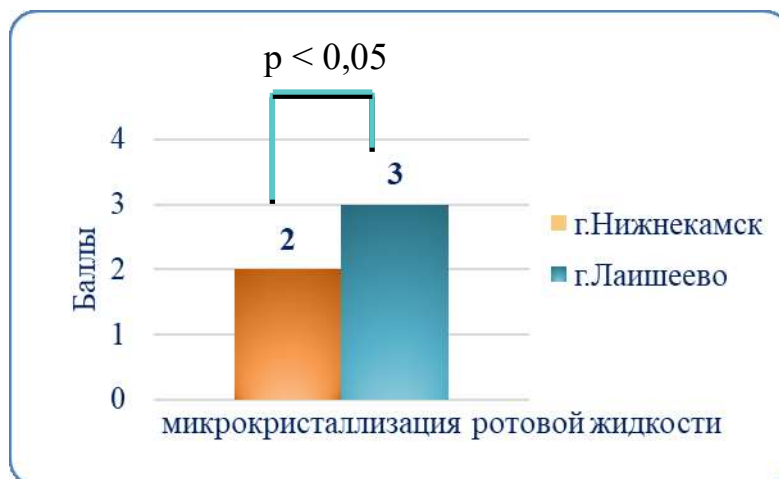


Рисунок 3.11 – Результаты теста микрoкристаллизации ротовой жидкости у детей в г. Лаишеево и г. Нижнекамске

При оценке кариесрезистентности эмали у детей младшего школьного возраста было распределено значения ТЭР-теста на очень низкую, низкую, умеренную и высокую кариесрезистентность. Сравнение данных в исследуемых городах, дало следующие результаты:

– 8 – 10 баллов – очень низкая кариесрезистентность встречалась у детей г. Нижнекамска и составила 7,1% и не встречалась у детей г. Лаишеево (0%) ($p = 0,002$, $\chi^2 = 9,79$).

– 6 – 7 баллов – низкая кариесрезистентность в г. Нижнекамске составила 22,9%, у детей г. Лаишеево 7,6% (ОШ 3,62, 95% ДИ 1,7 – 7,7, $p = 0,001$).

– 4 – 5 баллов – умеренная кариесрезистентность у детей г. Нижнекамска встречалась в 50,0%, у детей г. Лаишеево в 65,9% (ОШ 1,93, 95% ДИ 1,19 – 3,15, $p = 0,008$).

– 1 – 3 балла – высокая кариесрезисентность у детей г. Нижнекамска встречалась в 20,0%, у детей г. Лаишеево в 26,5% случаев ($p > 0,05$).

Графически результаты представлены на рисунке 3.12:

Таким образом, очень низкая и низкая кариесрезистентность встречалась в 3,7 раз чаще у детей г. Нижнекамска, чем в г. Лаишеево (30,0% против 7,6%; ОШ 5,23; 95% ДИ 2,5–10,9; $p < 0,001$).

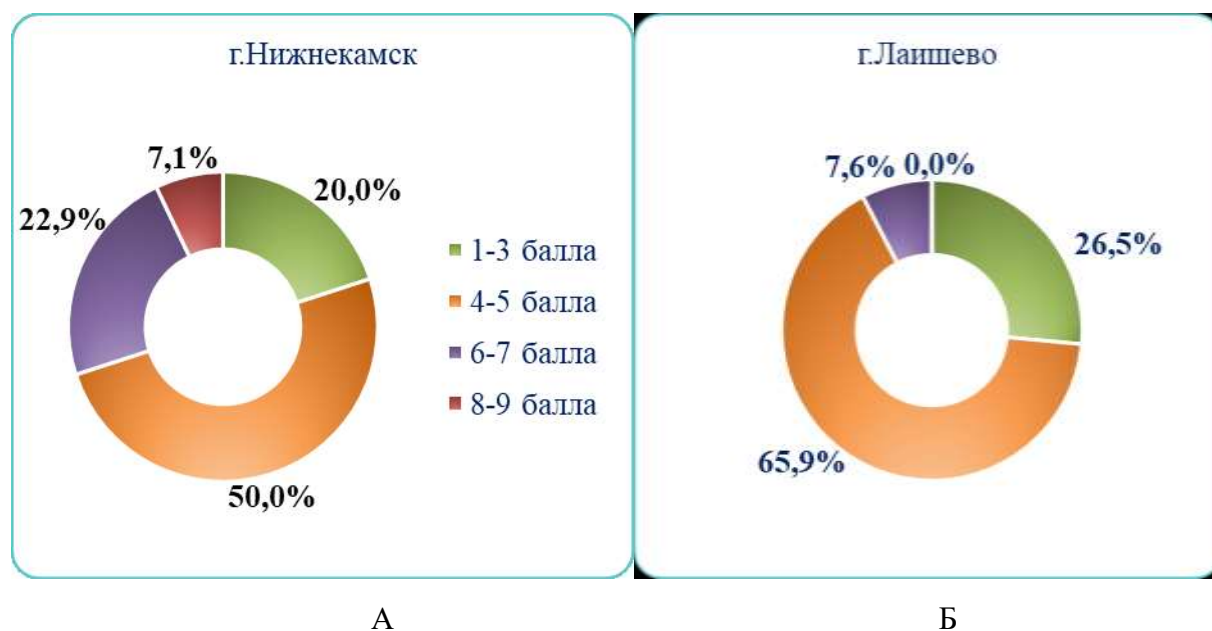


Рисунок 3.12 – Кислотоустойчивость эмали зубов (ТЭР-тест) детей младшего школьного возраста, проживающих в г. Нижнекамске (А) и г. Лаишево (Б)

Средние значения ТЭР-теста составили: у детей г. Нижнекамска – $4,72 \pm 0,27$, у детей г. Лаишево – $4,41 \pm 0,24$ ($p > 0,05$).

Исследование электрометрической диагностики было проведено с целью определения третичной минерализации у детей младшего школьного возраста и проводилось на первых постоянных нижних молярах.

Известно, что скорость и сроки созревания эмали после прорезывания зубов достаточно динамичны и различаются в зависимости от групповой принадлежности зубов, в зависимости от анатомической области, что определяет различную степень минерализации и кариесрезистентность. Наиболее быстро минерализуется область бугров и режущий край [17, 20, 27].

Результаты оценки средних значений электропроводности постоянных первых нижних моляров показали статистически различные данные в городах с разным уровнем антропогенной нагрузки. В ходе исследования были получены следующие данные:

– в области экватора первого постоянного нижнего моляра – у детей г. Нижнекамска значения электрометрии составили $0,38 \pm 0,02$ мкА, в г. Лаишево $0,31 \pm 0,02$ мкА ($p < 0,05$);

– в области бугра первого постоянного нижнего моляра – у детей г. Нижнекамска значения составили $0,57 \pm 0,02$ мкА, в г. Лаишево $0,5 \pm 0,02$ мкА ($p < 0,001$).

Анализ результатов позволяет сделать вывод о наличии более высоких значениях электропроводности твердых тканей зубов у детей г. Нижнекамска с акцентом на область бугров – $0,57 \pm 0,02$ мкА. Более высокие значения электрометрии характеризуют менее плотную, менее минерализованную эмаль (рисунок 3.13).

Таким образом сравнительная оценка стоматологического статуса 272 детей младшего школьного возраста показала, что в г. Нижнекамске с более высокой антропогенной нагрузкой имеет место:

– более высокая распространенность и интенсивность кариеса постоянных зубов, выше распространенность кариеса временных зубов;

– в 10 раз чаще встречается системная гипоплазия эмали постоянных зубов (26,6% против 2,5%, $p < 0,001$);

– в 6 раз чаще раннее прорезывание постоянных зубов (премоляров) (20,1% против 3,8%, $p < 0,001$).

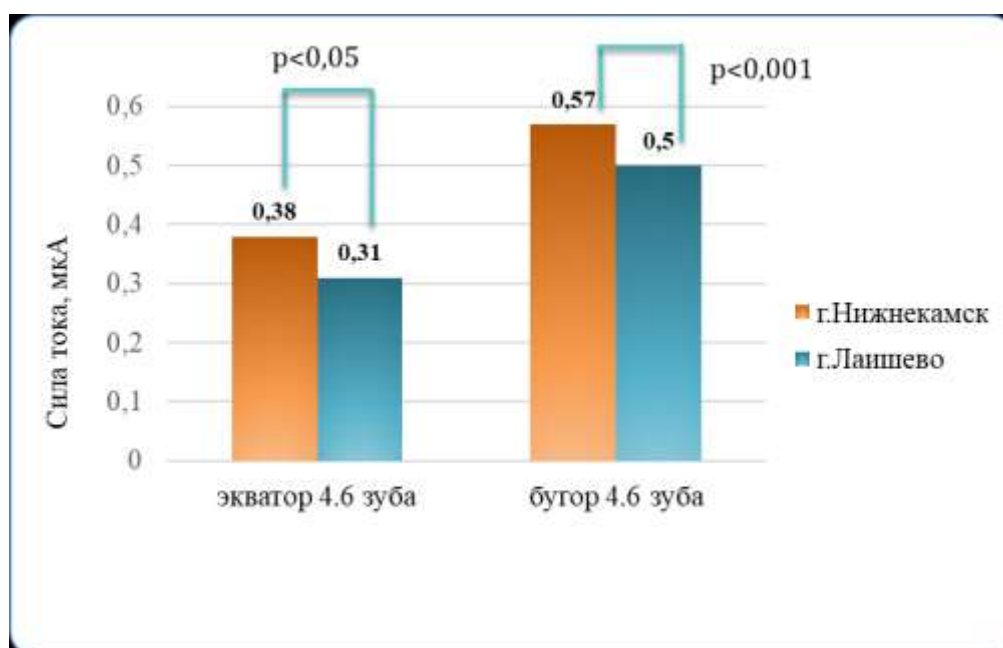


Рисунок 3.13 – Результаты электрометрической диагностики твердых тканей зубов у детей в г. Лаишево и г. Нижнекамске

Дети в городах с различной антропогенной нагрузкой имеют и различные уровни кариесрезистентности эмали. Кариесрезистентность эмали у детей, проживающих в районе с более высокой антропогенной нагрузкой (г. Нижнекамске) характеризуются:

– более высоким процентом очень низкой и низкой кислотоустойчивостью эмали (ТЭР-тест): 30,0% против 7,6% ($p < 0,000$);

– повышенной электропроводностью в области бугров первых постоянных моляров (в г. Нижнекамске $0,57 \pm 0,02$ мкА, в г. Лаишево $0,5 \pm 0,02$ мкА ($p < 0,001$)) и экватора в (г. Нижнекамске $0,38 \pm 0,02$ мкА, в г. Лаишево $0,31 \pm 0,02$ мкА ($p < 0,05$)), что позволило сделать вывод о повышении электропроводности твердых тканей зубов у детей г. Нижнекамска.

– сниженной микрокристаллизацией ротовой жидкости (2,0, против 3,0, $p < 0,001$),

Таким образом, в регионе с высоким уровнем антропогенной нагрузки более низкие значения ТЭР-теста, микрокристаллизации ротовой жидкости и электрометрических показателей указывают на низкий уровень минерализации, свидетельствует о более высокой кариесвосприимчивости зубов. Эти инструменты в комплексе могут быть использованы как прогностический детектор. Данные результаты подчеркивают важность ранней стоматологической диагностики и проведения профилактической работы в антропогенно нагруженных районах.

3.4 Оценка минерального состава твердых тканей зубов у детей младшего школьного возраста

Для более детальной оценки изменений в состоянии твердых тканей зубов, наряду с клиническими (оценка кариесрезистентности, кислотоустойчивости и электропроводности), в исследуемых городах был оценен их минеральный состав.

Известно, что при наличии определенных условий возможно замещение Са твердых тканей зубов на близкие по свойству химические элементы. Отличные от Са химические элементы способны встраиваться в кристаллическую решетку

ГАП, изменяя ее структуру, зачастую снижая степень минерализации и становясь мишенью для патологических процессов [26, 63].

Атомно-эмиссионный спектральный анализ твердых тканей зубов обнаружил 20 химических элементов: из них 4 макроэлемента (Mg, Ca, Na, P) и 16 микроэлементов (Fe, Mn, Zn, Si, Cu, Mo, Sr, Al, B, Ag, Pb, Sb, Sn, Ni, As, Ba).

Результаты исследования показали, что концентрация макро- и микроэлементов в составе твердых тканей зубов у детей в городах отличается. В зубах детей г. Нижнекамск в целом имело место более низкое содержание основных макроэлементов в сравнении с детьми г. Лаишево: магния, кальция, фосфора:

– в 1,75 раза был снижен Mg ($p < 0,000$). Mg – физиологический антагонист Ca, влияет на качество и анатомию твердых тканей, содержится в основном в форме фосфата магния, входит в состав зубной матрицы, оказывает влияние на формирование структуры зуба, ингибирует рост кристаллов ГАП, может замещать ионы Ca в кристаллах ГАП, влияет на щелочную фосфатазу. Содержание Ca и Mg взаимосвязаны и напрямую влияют друг на друга: увеличение количества Ca увеличивает и содержание Mg. При его недостатке Ca плохо удерживается в костной и в зубных тканях. Также при недостатке Mg возникают благоприятные условия для кумуляции Pd, что показывает факт четкого антагонизма между этими металлами [7, 57,58].

– в г. Нижнекамск незначительно, без достоверной разницы был снижен Ca (250000 [167500; 300000] мг/кг против 280000 [280000; 300000] мг/кг, $p = 0,040$). Та же тенденция была отмечена и при анализе питьевой воды в городах.

– незначительно, также без достоверной разницы был снижен P в зубах детей г. Нижнекамск (290000 [280000; 345000] мг/кг против 300000 [280000; 300000] мг/кг $p = 0,48$); фосфор придает прочность твердой ткани зуба, содержится в зубной ткани в основном в составе фторфосфатакальция. Ca и P положительно связаны между собой.

– незначительно в г. Нижнекамске был увеличен Na (3200 [2500; 4725] мг/кг против 2800 [575; 2800] мг/кг, $p = 0,026$), возможно в результате гетероинонного

обмена с кальцием: $\text{Ca}^{2+} \leftrightarrow \text{Na}^+$. Роль Na в профилактике кариеса достоверно не изучена. Есть мнение, что снижение количества Na свидетельствует об увеличении проницаемости эмали при деминерализации [7] (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Содержание макроэлементов в твердых тканях зубов детей 7–8 лет, родившихся и постоянно проживающих в выбранных районах, мг/кг

Исследуемый район	Mg	Ca	Na	P
г. Лаишево Me [Q1; Q2]	21000 [20000; 22000]	280000 [280000; 300000]	2800 [575; 2800]	300000 [280000; 300000]
г. Нижнекамск Me [Q1; Q2]	12000 [8000; 15000]	250000 [167500; 300000]	3200 [2500; 4725]	290000 [280000; 345000]
p	p = 0,000	p = 0,040	p = 0,026	p = 0,481

Анализ макро- и микроэлементов в составе твердых тканей зубов детей г. Нижнекамска показал более низкие концентрации микроэлементов, предположительно увеличивающих кариесрезистентность зубов: Fe, Zn, Cu, и наблюдались более высокие концентрации элементов, снижающих кариесрезистентность твердых тканей зубов: Al, Sr:

– значительно, в 10 раз было снижено содержание Cu в сравнении с составом зубов детей г. Лаишево (0,3 [0,3;2,5] мг/кг против 3 [1;5] мг/кг, $p = 0,001$). Несмотря на то, что в почве г. Нижнекамске Cu обнаруживалась в достоверно большей концентрации, в зубах, наоборот, имела место меньшая концентрация. Снижение содержания меди в твердых тканях зубов детей г. Нижнекамска, может быть связано с нарушением антиоксидантной системы и функции ферментов, составными частями которых является Cu в результате высокой антропогенной нагрузки [6].

– практически в 10 раз было снижено содержание Fe в зубах детей г. Нижнекамска (8 [5;10] мг/кг против 80 [50;80] мг/кг, $p < 0,001$). Железо один из важнейших элементов организма, необходимый для поддержания многих

физиологических процессов в организме. Повышенное содержание Fe в зубах детей г. Лаишево возможно обусловлено, повышенным его содержанием в питьевой воде.

– достоверно было снижено количество Zn в зубах детей г. Нижнекамска (120 [120;140] мг/кг против 140 мг/кг, $p < 0,001$). В противовес составу зубов в почве г. Нижнекамск Zn было достоверно больше. Так как Zn является антагонистом Pd в минерализованных тканях, возможно это обусловило в некоторой степени его снижение [64].

– Мо, который, предположительно, ассоциирован с более высоким содержанием фтора и с кариесустойчивостью, выявлялся только в г. Лаишево (0,4 [0;2,5] мг/кг, $p < 0,001$). Считается, что дефицит Мо приводит к хрупкости эмали и кариесу зубов, так как является активатором ферментных процессов и участвует в минерализации твердых тканей зуба. Молибден в природе может сопровождать фториды.

– достоверно более высокое содержание В обнаружено в зубах детей, проживающих в регионе с более высокой загрязненностью, в г. Нижнекамске (45 [39;47,25] мг/кг против 15 [15;18] мг/кг, $p < 0,001$).

– незначительно меньшая концентрация Mn обнаруживалась в зубах детей г. Лаишево (4 [3;7,25] мг/кг против 5 [0;10] мг/кг, $p = 0,675$). Mn участвует в биосинтезе протеогликанов (мукополисахарид-белковых комплексов), которые входят в структуру дентина зуба. Основными глюкозаминогликаном являются хондроитинсульфаты, обнаруживаемые в местах кальцификации [42].

В небольших количествах в зубах детей г. Лаишево было обнаружено Ag. Серебро конкурирует с медью за транспортные белки и является тяжелым металлом. В стоматологии используются его антисептические свойства [22].

Концентрации следующих микроэлементов была повышена в зубах детей г. Нижнекамска (таблица 3.3):

– в 1,5 раз было больше количество Sr (190 [150;325] мг/кг против 150 [100;150] мг/кг, $p < 0,05$). Sr в зубах детей как в г. Нижнекамске, так и г. Лаишево по количеству был на первом месте среди микроэлементов. При избыточном

поступлении Sr происходит замещение иона Ca в твердых тканях зубов, а также вытеснение Mg, что предполагается у детей в группах исследования. Данные реакции замещения могут снижать кариесрезистентность эмали [30, 55].

– достоверно больше увеличено количество Si в 1,5 раз (100 [20;500] мг/кг против 10 [10;100] ($p = 0,24$). При этом в питьевой воде г. Нижнекамске Si было обнаружено достоверно меньше, чем в г. Лаишево. Считается, что Si ускоряет скорость минерализации костей, укрепляет костную ткань, но о противокариозном влиянии на зубы этого элемента в литературе данные противоречивы. При избытке Si замещает Ca и вытесняет Mg [165], что наблюдалось в исследовании.

– практически в 7 раз было больше алюминия (20 [5;45] мг/кг против 3 [1;30] мг/кг; $p < 0,001$); повышенное содержание Al зачастую связывают с техногенным фактором. Al считается антагонистом Ca и некоторые эпидемиологические исследования указывают на обратную зависимость между частотой кариеса зубов [216].

Фториды не были выявлены в зубах детей обоих городов.

В результате атомно-эмиссионного спектрального анализа были определены токсичные элементы в исследуемых объектах – в значительно больших концентрациях они были выявлены у детей г. Нижнекамск.

– концентрация Pb оказалось в 4,5 раз выше ($p = 0,001$). Избыточное поступления Pb в организм влияет на концентрацию и может нарушать усвоение Mg, Ca, Zn, Fe, Cu, Na и Si [126]. Больше содержание Pb в зубах детей г. Нижнекамска, могло быть обусловлено, с его более высоким содержанием в почве данного города.

– Sb и Sn были обнаружены только в зубах детей г. Нижнекамска. Загрязнение Sb тесно связано с деятельностью человека, этот металл часто сопровождает As в источниках загрязнения, его роль в минеральном обмене не изучена [143].

– Sn так же считается токсичным, но его биологическое действие, влияние на минеральный обмен так же малоизучено [155]. Олово может изменять активность

некоторых ферментов, влияя на метаболизм Zn, Cu, Fe, Ca [128]. Считается, что сурьма и олово способствуют уменьшению количества Zn и Cu в зубах, что и имело место у детей г. Нижнекамска (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Содержание токсичных и других химических элементов в твердых тканях зубов детей г.Лаишево и г.Нижнекамска, мг/кг

Исследуемый район	Pb	Sb	Sn
г. Лаишево, Me [Q1; Q2]	2 [1;3]	0 [0;0]	0 [0;0]
г. Нижнекамск, Me [Q1; Q2]	9 [1;12]	0 [0;10]	4,5 [2,5;13,75]
Уровень значимости (p)	p=0,001	-	p=0,000

Таким образом, в минеральном составе зубов детей младшего школьного возраста, постоянно проживающих в г. Нижнекамске:

– в 1,75 раза было снижено количество Mg, незначительно – Ca и P, увеличен Na;

– имели место более низкие концентрации микроэлементов, предположительно увеличивающих кариесрезистентность зубов: Fe, Zn, Cu, отсутствовал Mo, в отличии от г. Лаишево;

– наблюдались более высокие концентрации химических элементов, снижающих резистентность зубов: Si и Sr в 1,5 раза и токсичных элементов: Al в 6 раз, Pb в 4,5 раза, а Sb и Sn обнаружен только в объектах г. Нижнекамска (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Содержание микроэлементов в твердых тканях зубов у детей 7–8 лет, г. Лаишево и г. Нижнекамска, мг/кг

Исследуемый район	Fe	Mn	Zn	Si	Cu	Mo	Sr	Al	B	Ag
г. Лаишево Ме [Q1; Q2]	80 [50;80]	5 [0;10]	140 [140;450]	10 [10;100]	3 [1;5]	0,4 [0;2,5]	150 [100;25]	3 [1;30]	15 [15;18]	0 [0;0,6]
г. Нижнекамск Ме [Q1; Q2]	8*** [5;10]	4 [3;7,25]	120** [120;140]	100 [20;500]	0,3*** [0,3;2,5]	0** [0;0]	190 [150;325]	20* [5;45]	45*** [39;47,25]	0 [0;0]
p	p=0,001	p=0,675	p<0,001	p=0,024	p=0,001	p=0,01	p=0,21	p=0,042	p<0,001	-

Примечание – при **p < 0,01, ***p < 0,001 в сравнении с началом применения комбинаций средств гигиены рта.

– среди микроэлементов практически в 10 раз были снижены Fe, Cu, в 1,6 раза Zn;

– в 3 раза был увеличен B; увеличены, Si и Sr (рисунок 3.14).

Ниже представлено схематичное распределение эссенциальных и токсичных химических элементов, обнаруженных во временных резцах детей исследуемых городов, расположенных в порядке уменьшения концентрации:

– химические элементы в зубах детей г. Лаишево: P > Ca > Mg > Na > Sr > Zn > Fe > Si > B > Mn > Al > Cu > Pb > Mo > Ag.

– химические элементы в зубах детей г. Нижнекамска: P > Ca > Mg > Na > Sr > Zn > B > Si > Al > Pb > Fe > Mn > Sn > Sb.

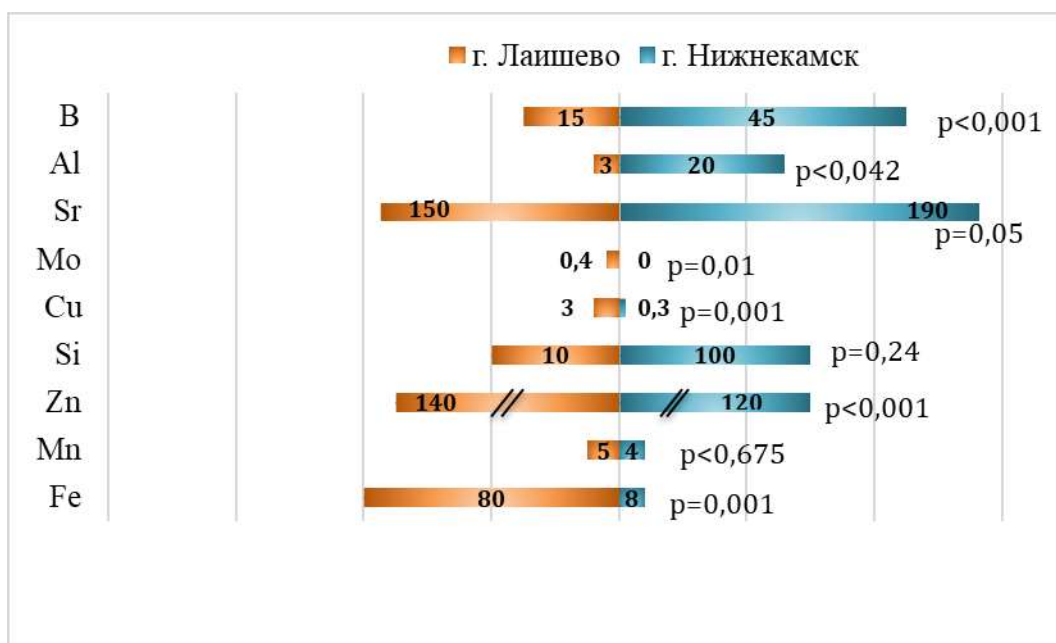


Рисунок 3.14 – Сравнительный анализ содержания микроэлементов в зубах детей г. Лаишево и г. Нижнекамска

Выявленные особенности позволили предположить, что дети г. Нижнекамска, могут иметь определенный дефицит макро- и микроэлементов, и вкпе с более высокой концентрацией токсичных элементов, может иметь место негативное воздействие на структуру и прочность зубов, а в более глобальном масштабе – на общее стоматологическое здоровье.

Данные утверждения позволяют говорить о нехватке или неправильном соотношении макро- и микроэлементов, приводящим к изменению кариесрезистентности, кислотоустойчивости и электропроводности эмали, что диктует необходимость соответствующих профилактических мероприятий.

3.5 Оценка клинической эффективности применения комбинаций средств гигиены рта

Общеизвестно, что в течение нескольких лет после прорезывания постоянных зубов идет активный процесс созревания эмали, тесно связанный с поступлением минеральных компонентов из ротовой жидкости. Поэтому профилактические мероприятия особенно необходимы пациентам в период третичной минерализации. С учетом выявленных величин концентраций фторидов в питьевой воде исследуемых территорий, противопоказаний в назначении зубных паст, содержащих аминофторид не было.

Согласно применяемым комбинациям средств гигиены рта все дети г. Нижнекамска и г. Лаишево были распределены на три группы:

1 группа – зубная паста с аминофторидом (1450 ppm) + суспензия с аморфным nanoНАР: группа-Н1 в г. Нижнекамск и группа-Л1 в г. Лаишево.

2 группа – зубная паста с nanoНАР + суспензия с аморфным nanoНАР: группа-Н2 в г. Нижнекамск и группа-Л2 в г. Лаишево.

3 группа – зубная паста с аминофторидом (1450 ppm): группа-Н3 в г. Нижнекамск и группа-Л3 в г. Лаишево.

Анализировались индексы – прирост интенсивности кариеса постоянных зубов, индекс гигиены, оценка микрокристаллизации ротовой жидкости, рН ротовой жидкости, данные электрометрии и кариесрезистентности твердых тканей зубов. При этом, как и в подглаве 3.2, 3.3, были сопоставлены результаты обследования г. Нижнекамск и г. Лаишево.

Всего к медицинскому обследованию было привлечено 272 школьника: 140 детей младшего школьного возраста г. Нижнекамск; 132 детей младшего школьного возраста, проживающих в г. Лаишево. Все дети были поставлены на

диспансерный учет, проводились комплексные обследования согласно графику (3, 6, 9, 12 месяцев).

3.5.1 Клиническая эффективность применения комбинаций средств гигиены рта в г. Нижнекамске

Оценка клинической эффективности комбинаций средств в г. Нижнекамске показала наилучший результат в группе **Н1**, у детей, использовавших схему зубной пасты с аминофторидом и суспензию на основе аморфного $\text{CaPO}_4\text{H}_2\text{P}$, где был отмечен наименьший прирост интенсивности кариеса – $0,3 \pm 0,01$.

Наибольший прирост отмечен был группе **Н2** с использованием зубной пасты $\text{CaPO}_4\text{H}_2\text{P}$ и суспензии с $\text{CaPO}_4\text{H}_2\text{P}$ – $0,52 \pm 0,011$ в Нижнекамске.

В г. Нижнекамск, на территории с большей антропогенной нагрузкой была получена достоверная статистическая разница между группами **Н1** и **Н2** (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Динамика средних значений интенсивности кариеса зубов КПУ(п) и прироста кариеса в профилактических группах детей г. Нижнекамска

Группы исследования	Средние значения интенсивности кариеса постоянных зубов КПУп		Прирост интенсивности кариеса по индексу КПУп
	В начале исследования	Через 12 месяцев	
Н1 -группа: $\text{CaPO}_4\text{H}_2\text{P}$ + аминофторид	$1,78 \pm 1,59$	$2,08 \pm 1,56$	$0,3 \pm 0,01$
Н2 -группа: $\text{CaPO}_4\text{H}_2\text{P}$ + $\text{CaPO}_4\text{H}_2\text{P}$	$1,76 \pm 1,47$	$2,28 \pm 1,54$	$0,52 \pm 0,011$
Н3 -группа: аминофторид	$1,73 \pm 1,72$	$2,17 \pm 1,66$	$0,45 \pm 0,009$
Редукция прироста интенсивности кариеса зубов	1 и 3 группы (Нижнекамск) = 32% 2 и 3 группы (Нижнекамск) = 13%		
P-уровень значимости	P (1-2) = 0,009* *– достоверная разница ($p < 0,01$)		

Гигиенический индекс у детей младшего школьного возраста, родившихся и проживающих в г. Нижнекамске, во всех трех группах значительно улучшился (рисунок 3.15).



Рисунок 3.15 – Динамика гигиенического индекса при использовании комбинаций средств гигиены рта у детей г. Нижнекамска

При оценке микрокристаллизации ротовой жидкости выявлено, что в начале исследования и в течение первых 3 месяцев достоверных различий между группами не выявлено ($p > 0,05$). При этом начиная с 6-го месяца в **Н1**-группе профилактики и начиная с 9-го месяца в **Н2**-группе появляются достоверные различия.

Микрокристаллизация ротовой жидкости имела тенденцию к увеличению во всех группах и особенно у детей **Н1**-группы (рисунок 3.16).



Рисунок 3.16 – Динамика микрокристаллизации ротовой жидкости при использовании комбинаций средств гигиены рта у детей г. Нижнекамска

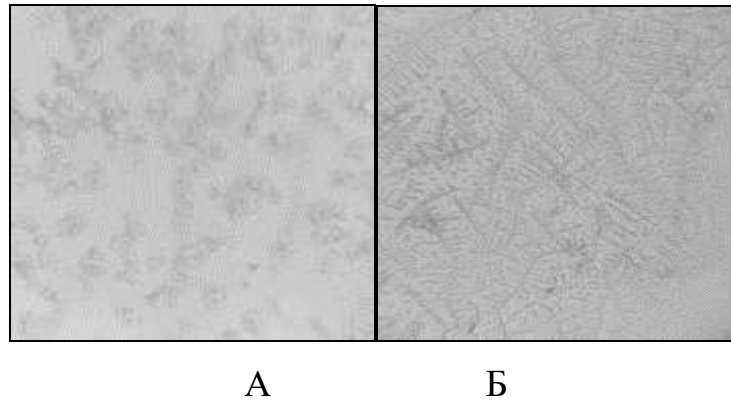


Рисунок 3.17 – Тест микрокристаллизации ротовой жидкости пациента В., 7 лет в г. Нижнекамске: а) до использования комбинаций средств гигиены рта (1 балл); б) после использования комбинаций средств гигиены рта (4 балла)

В качестве примера на рисунке 3.17 представлена динамика типов микрокристаллизации ротовой жидкости у пациента, проживающего в г. Нижнекамске до исследования (1 балл) и через 12 месяцев после применения комбинации средств гигиены рта. Тест показал ярко выраженную разницу: после профилактических мероприятий рисунок имеет четкие, ровные кристаллы, содержащие множество микроотростков, которые располагаются плотно, параллельно либо перпендикулярно друг другу, напоминающий рисунок ветки папоротника.

На момент начала исследования группы профилактики достоверно не различались по значениям ТЭР-теста ($p > 0,05$). При этом к 9 месяцу отличия **Н1**-группы профилактики от других в г. Нижнекамск достигли статистической значимости (2,28 (2,0 [1,75; 3,0]) против 2,89 (3,0 [2,0; 3,0]), $p < 0,05$ в сравнении с **Н2**- и против 2,77 (3,0 [2,0; 3,0]), $p < 0,01$ в сравнении с **Н3**-группой) (рисунок 3.18).

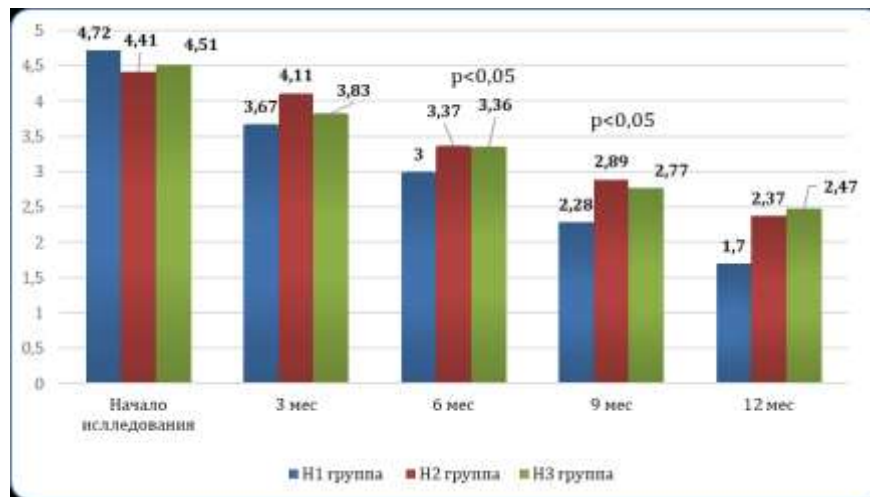


Рисунок 3.18 – Динамика ТЭР-теста у детей г. Нижнекамска при использовании комбинаций средств гигиены рта через 3 месяца, через 6 месяцев, через 9 месяцев, через 12 месяцев

Таким образом, кислотоустойчивость эмали зубов детей младшего школьного возраста, проживающих в г. Нижнекамск, через 12 месяцев оказалась наиболее высокой в группе - **Н1**. Это говорит об эффективности применения комбинации зубной пасты с фторидами и суспензии аморфного CaPO_4NAR .

Через 1 год после начала применения профилактических средств у всех пациентов кислотоустойчивость возросла до умеренного (4-5 баллов) или высокого уровня (1-3 балла). При этом в г. Нижнекамске в начале исследования доли пациентов с разными уровнями кислотоустойчивости эмали были сопоставимы между группами профилактики. Через 12 месяцев у 97,8% пациентов **Н1**-группы профилактики выявлена более высокая кислотоустойчивость эмали (1-3 балла) в сравнении с 89,1% в **Н2**-группе ($p < 0,05$) и 80,4% в **Н3**-группе ($p < 0,05$).

3.5.2 Клиническая эффективность применения комбинаций средств гигиены рта в г. Лаишево

Оценка клинической эффективности комбинаций средств в г. Лаишево показала схожие результаты, что и в г. Нижнекамске, где также был получен наименьший прирост интенсивности кариеса у детей в **Л1**-группе,

использовавших схему зубной пасты с аминофторидом и суспензию на основе аморфного nanoНАР, прирост интенсивности составил $0,4 \pm 0,009$.

Наибольший прирост отмечен был в Л2-группе с использованием зубной пасты НАР и суспензии с nanoНАР – $0,6 \pm 0,01$. Данные редукции прироста интенсивности кариеса зубов в таблице 3.6. Между профилактическими группами в г. Лаишево статистической достоверности выявлено не было ($p > 0,05$) (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Динамика средних значений интенсивности кариеса зубов КПУ(п) и прироста кариеса в профилактических группах детей г. Лаишево

Группы исследования	Средние значения интенсивности кариеса постоянных зубов (КПУ(п))		Прирост интенсивности кариеса по индексу КПУп
	В начале исследования	Через 12 месяцев	
Л1-группа: nanoНАР+ аминофторид	$1,16 \pm 1,31$	$1,53 \pm 1,52$	$0,4 \pm 0,009$
Л2-группа: nanoНАР+ НАР	$1,33 \pm 1,29$	$1,93 \pm 1,55$	$0,60 \pm 0,01$
Л3-группа: аминофторид	$1,23 \pm 1,33$	$1,70 \pm 1,54$	$0,54 \pm 0,013$
Редукция прироста интенсивности кариеса зубов	Л1 и Л3 группы = 25% Л2 и Л3 группы = 16%		
p – уровень значимости	Все группы $p > 0,05$		

Гигиенический индекс у детей г. Лаишево во всех трех группах улучшился. Через 12 месяцев статистически между городами не было достоверной разницы ($p > 0,05$) (рисунок 3.19).

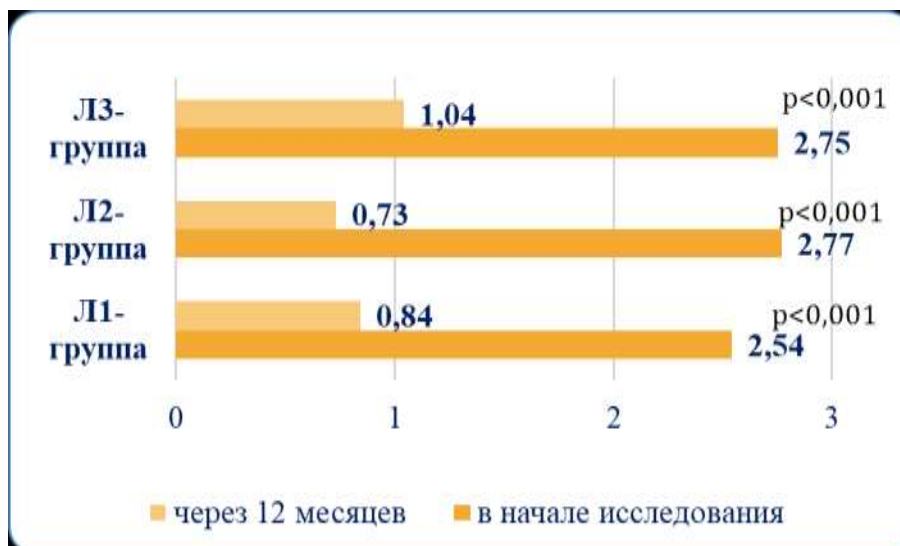


Рисунок 3.19 – Динамика гигиенического индекса при использовании комбинаций средств гигиены рта у детей г. Лаишево

Микрокристаллизация ротовой жидкости имела тенденцию к увеличению во всех группах и особенно у детей Л1-группы. При оценке микрокристаллизации ротовой жидкости начиная с 6-го месяца в Л1-группе и начиная с 9-го месяца в Л2-группе профилактики появляются достоверные различия в сравнении с исходными данными ($p < 0,001$) (рисунок 3.20).

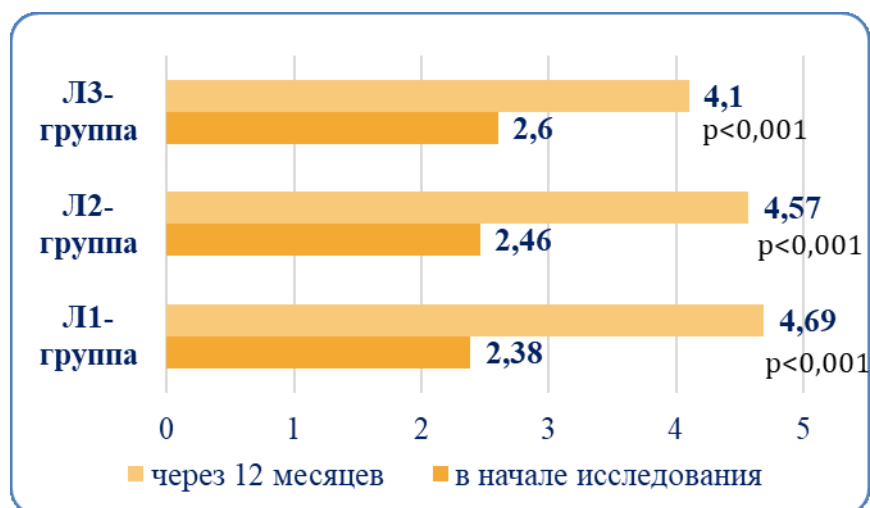


Рисунок 3.20 – Динамика микрокристаллизации ротовой жидкости при использовании комбинаций средств гигиены рта у детей г. Лаишево

Изучение параметров кислотоустойчивости эмали (ТЭР-тест) были получены достоверные данные при сравнении Л1-группы и Л3-группы 1,77 (2,0 [1,75; 3,0]) против 2,36 (3,0 [2,0; 3,75]), $p < 0,05$ (рисунок 3.21). Это свидетельствует о более

выраженном положительном эффекте на кислотоустойчивость эмали при использовании комбинации зубной пасты с аминофторидом и суспензии на основе аморфного $\text{CaPO}_4\text{H}_2\text{O}$.

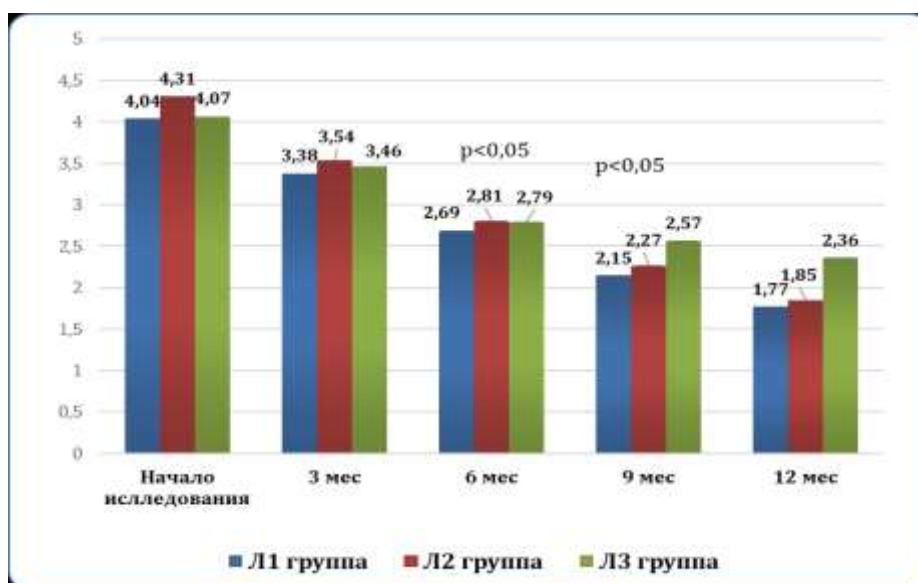


Рисунок 3.21 – Динамика изменения ТЭР-теста у детей г. Лаишево при использовании комбинаций средств гигиены через 3 месяца, через 6 месяцев, через 9 месяцев, через 12 месяцев

3.5.3 Сравнительная клиническая эффективность применения комбинаций средств гигиены рта в г. Нижнекамске и г. Лаишево

Анализ прироста кариеса зубов в профилактических группах обоих городов показал похожие результаты. Наименьший прирост интенсивности кариеса отмечен у детей, использовавших схему зубной пасты с аминофторидом и суспензию на основе аморфного $\text{CaPO}_4\text{H}_2\text{O}$, как в г. Нижнекамске, так и в Лаишево (Н1 и Л1-группы) соответственно $0,3 \pm 0,01$ и $0,4 \pm 0,009$.

Данные редукции прироста интенсивности кариеса зубов в этих группах оказались наибольшими (в сравнении с группой, с наибольшим приростом кариеса: Н1-группа и Л1-группа), в г. Нижнекамске редукция = 32%, в г. Лаишево = 25%. Причем, у родившихся и проживающих в районе с более высокой антропогенной нагрузкой (г. Нижнекамск) был получен лучший результат, т.е. меньший прирост кариеса.

Наибольший прирост отмечен был во вторых группах с использованием зубной пасты с nanoНАР и суспензии с nanoНАР – $0,52 \pm 0,011$ в г. Нижнекамске и $0,6 \pm 0,01$ – в г. Лаишево.

Эффективность зубной пасты с аминофторидом оказалась эффективнее (прирост– $0,45 \pm 0,009$ в г. Нижнекамске и $0,54 \pm 0,013$ в г. Лаишево $p < 0,05$), чем комбинация средств на основе nanoНАР. Редукция прироста интенсивности кариеса зубов в группах, где дети использовали только пасту с аминофторидом в **Н3**-группе составила 13% в г. Нижнекамске и в **Л3**-группе 16% в г. Лаишево в сравнении с **Н2**-группой и **Л2**-группой соответственно.

Статистические результаты сравнения профилактических групп показали достоверно большую эффективность профилактической схемы в **Н1**-группе в сравнении с **Н2**-группой и такой же схемой в **Л2**-группе, что свидетельствует о необходимости использования фторида во всех программах профилактики (рисунок 3.22).

Таким образом, у детей г. Нижнекамска и в г. Лаишево, использовавших контролируемую чистку зубов зубной пастой, содержащей аминофторид в течение одной минуты и полоскавшие рот суспензией на основе аморфного nanoНАР, отмечена более высокая эффективность в сравнении со средствами, содержащими только nanoНАР.

Гигиенический индекс у детей младшего школьного возраста г. Нижнекамска и г. Лаишево во всех трех подгруппах значительно улучшился. При этом не обнаружено значимых различий в показателе гигиенического индекса в зависимости от города начиная с 6 месяца проведения профилактических мероприятий. Также не выявлено значимых различий в показателе гигиенического индекса в зависимости от схемы профилактики ($p > 0,05$). Эти данные свидетельствуют о необходимости и эффективности проведения регулярных уроков гигиены в школе.

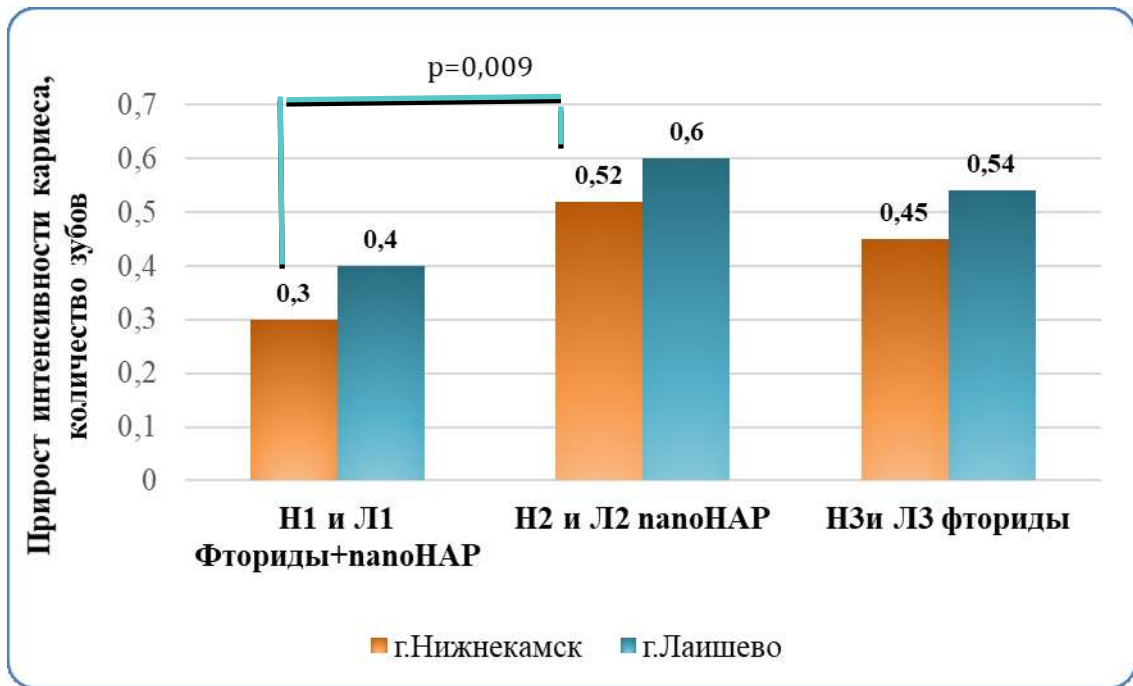


Рисунок 3.22 – Прирост интенсивности кариеса зубов в различных группах профилактики в г. Нижнекамске и г. Лаишево через 12 месяцев

Микрорекристаллизация ротовой жидкости имела тенденцию к увеличению во всех группах и особенно у детей первых групп г. Нижнекамска и г. Лаишево (см. рисунок 3.16, 3.20). В начале исследования и в течение первых 3 месяцев достоверных различий в микрорекристаллизации между группами вне зависимости от города проживания не выявлено ($p > 0,05$). При этом начиная с 6-го месяца в 1 группе профилактики и начиная с 9-го месяца во 2 группе профилактики появляются достоверные различия. Данные доказывают, что регулярное использование комбинации средств, включающих в себя nanoHAP могут значительно улучшать параметры ротовой жидкости.

Через 1 год после начала применения профилактических средств у всех пациентов кислотоустойчивость возросла до умеренного (4-5 баллов) или высокого уровня (1-3 балла) (таблица 3.7).

При этом к 9 месяцу были зафиксированы достоверные отличия между **Н1** группой профилактики в сравнении с **Н2**-группой и **Н3**-группой в г. Нижнекамске (2,28 (2,0 [1,75;3,0]) против 2,89 (3,0 [2,0;3,0]), $p=0,029$ и против 2,77 (2,0 [2,0;2,0]), соответственно $p < 0,05$) (см. рисунок 3.18), а в г. Лаишево при

сравнении с Л1-группой и Л3-группой (2,15 (2,0 [1,75;3,0] против 2,57 (3,0 [2,0;3,75] $p < 0,05$ (см. рисунок 3.21). Это свидетельствует о более выраженном положительном эффекте на кислотоустойчивость эмали при использовании комбинации зубной пасты с аминофторидом и суспензии на основе аморфного nanoНАР.

В г. Нижнекамске при начале исследования доли пациентов с разными уровнями кислотоустойчивости эмали были сопоставимы между группами профилактики. Через 12 месяцев у 97,8% пациентов Н1 – группы выявлена высокая кислотоустойчивость эмали в сравнении с 89,1% во Н2 – группе ($p < 0,001$) и 80,4% в Н3 – группе. При отдельном анализе Н1 и Л1 – групп профилактики в обоих городах выявлено, что в г. Нижнекамске на начало исследования было достоверно больше пациентов с очень низкой и низкой кислотоустойчивостью, чем в г. Лаишево (34,8% против 3,3%, ОШ 15,5, 95% ДИ 1,93 – 124,3, $p = 0,001$). Несмотря на это, через 12 месяцев благодаря применению комбинации зубной пасты с фторидами и суспензии аморфного nanoНАР показатели ТЭР-теста у всех пациентов в обоих городах стали менее 6 баллов, при этом в г. Нижнекамске выявлена статистическая значимость ($p = 0,001$, тест Мак-Немара) (таблицу 3.7).

Электропроводность зубов снижалась во всех группах после применения предложенных комбинаций у детей младшего школьного возраста, родившихся и проживающих в г. Нижнекамске и г. Лаишево, что свидетельствует о повышении кариесрезистентности зубов, о «созревании» эмали (таблица 3.8).

Значения электропроводности эмали через 12 месяцев стали меньше:

- в группе Л1 на 0,09 (экватор) и на 0,11 (бугор);
- в группе Н1 на 0,13 (экватор) и на 0,21 (бугор) ($p < 0,05$);
- в группе Л2 на 0,05 (экватор) и на 0,13 (бугор);
- в группе Н2 на 0,11(экватор) и на 0,16 (бугор);
- в группе Л3 на 0,03 (экватор) и на 0,12 (бугор);
- в группе Н3 на 0,12 (экватор) и на 0,12 (бугор).

Таблица 3.7 – Доля пациентов с различной кислотоустойчивостью эмали зубов при использовании различных комбинаций средств гигиены рта

Группы	ТЭР тест (балл)							
	1–3 балла		4–5 баллов		6–7 баллов		8–9 баллов	
	до	после	до	после	до	после	до	после
Л1-группа	33,3%	96,7%***	63,3%	3,3%***	3,3%	–	–	–
Н1-группа	21,7%	97,8%***	43,5%	2,2%***	30,4%	–	4,3%	–
Л2-группа	20,0%	90%***	70%	10,0%***	10%	–	–	–
Н2-группа	19,6%	89,1%***	56,5%	10,9%***	17,4%	–	6,5%	–
Л3-группа	30%	90%***	63,3%	10,0%***	6,7%	–	–	–
Н3-группа	22,9%	80,4%***	50%	18,8%**	16,7%	–	10,4%	–

Примечание – при ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ в сравнении с началом применения комбинаций средств гигиены рта.

Таблица 3.8 – Электропроводность бугров и экватора первых моляров при использовании различных комбинаций средств гигиены рта

Группы	До использования комбинаций средств гигиены рта		После использования комбинаций средств гигиены рта	
	Экватор	Бугор	Экватор	Бугор
Л1-группа	0,35 ± 0,05	0,50 ± 0,06	0,26 ± 0,03**	0,39 ± 0,03***
Н1-группа	0,38 ± 0,04	0,59 ± 0,05	0,25 ± 0,02***	0,38 ± 0,02***
Л2-группа	0,32 ± 0,04	0,49 ± 0,05	0,27 ± 0,03*	0,36 ± 0,02**
Н2-группа	0,34 ± 0,03	0,55 ± 0,03	0,23 ± 0,02***	0,39 ± 0,02***
Л3-группа	0,29 ± 0,04	0,50 ± 0,03	0,26 ± 0,03*	0,38 ± 0,02**
Н3-группа	0,38 ± 0,03	0,56 ± 0,03	0,26 ± 0,02***	0,42 ± 0,02***

Примечание – при * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ в сравнении с началом применения комбинаций средств гигиены рта.

При анализе таблицы 3.8, представляющей электропроводность зубов у детей младшего школьного возраста г. Нижнекамска и г. Лаишево определяется:

– достоверное снижение показателей электропроводности экватора и бугра до и после профилактических мероприятий во всех исследуемых подгруппах, составившая в среднем в 1,5 раза;

– электропроводность снизилась во всех случаях к 12 месяцам. Наиболее выраженное снижение наблюдалось у детей в группе **Н1** (на 0,13 в области экватора и на 0,21 в области бугра ($p < 0,05$)), что характеризует высокую минерализирующую способность комбинации средств гигиены рта содержащих аминофторид и nanoНАР;

– показатели электропроводности бугров после профилактических мероприятий были на порядок выше, чем в области экватора.

Сравнительный анализ профилактических комбинаций средств гигиены рта показал наибольшую эффективность применения комбинации зубной пасты с аминофторидом и аморфного nanoНАР в виде суспензии как у детей г. Нижнекамск, проживающих в районе с высокой антропогенной нагрузкой, так и в регионе с низкой антропогенной нагрузкой (г. Лаишево), в отношении РПИК, уменьшения значений гигиенического индекса, электропроводности и кислотоустойчивости эмали, увеличения значений микрокристаллизации ротовой жидкости. Причем более низкий ПИК и высокий РПИК отмечены у детей в г. Нижнекамске.

ГЛАВА 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Профилактика кариеса зубов должна быть неотъемлемой частью работы врача-стоматолога детского. Профилактические мероприятия на групповом и индивидуальном уровнях должны учитывать стоматологический статус, возраст, поведенческие факторы, биогеохимические особенности, антропогенные факторы, включающие как экологические, так и социальные аспекты [1, 6, 46, 60, 65, 68, 94, 178]. Изучению минерального состава зубов как биохимического индикатора состояния окружающей среды, роль макро- и микроэлементов в патогенезе кариеса обсуждается в литературе и представляет научный интерес [189, 195, 150, 151, 153].

В настоящее время активно изучаются средства гигиены на основе фосфата кальция. Они усиливают эффективность фторидов, искусственно повышая концентрацию ионов Са и Р в ротовой жидкости, в зубной бляшке для защиты и усиления минерализации эмали. В последние годы возрос интерес к биомиметическим системам профилактики кариеса зубов на основе фосфата кальция, в частности, наногидроксиапатита [61, 115, 123, 181]. Прослеживается тенденция противопоставлять данные средства с фторидами. Сравнительная эффективность nanoНАР и фторидсодержащих средств дискуссионна [100, 132, 135, 104, 121, 140, 145, 163, 169, 172, 204]. Обзор литературы показал, что существуют ограниченные и противоречивые исследования о потенциале средств гигиены рта, содержащих nanoНАР, роли антропогенных факторов риска кариеса зубов. Все выше сказанное послужило основанием для проведения настоящего научного исследования.

На первом этапе проведен сравнительный анализ социально-экономических показателей и уровня факторов окружающей среды на исследуемых территориях: г. Лаишево и г. Нижнекамска Республики Татарстан. По данным Государственных докладов Республики Татарстан «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Татарстан в 2015, 2016, 2017 году», была проведена гигиеническая оценка антропогенной нагрузки

в выбранных регионах. Оценка качества воды источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и питьевой воды в распределительной сети г. Нижнекамск и г. Лаишево проводилась по санитарно-химическим показателям. Особое внимание уделялось содержанию микро- и макроэлементов, участвующих в минеральном обмене.

При анализе питьевой воды выявлено, что в районе с более высокой антропогенной нагрузкой (г. Нижнекамск) отмечалось более низкое содержание в воде следующих элементов: железа в 2,6 раз (0,2 против 0,52), кремния в 5,6 раз (1,19 против 6,63), кальция в 1,08 раза (58,16 против 63,1) и фторидов в 1,17 раза (0,18 против 0,21).

По результатам оценки качества почвы в г. Нижнекамске концентрация кадмия была выше в 4,7 раза ($0,43 \pm 0,04$ мг/кг против $0,09 \pm 0,04$ мг/кг; $p = 0,004$), свинца в 3,8 раз ($5,16 \pm 0,5$ мг/кг против $1,34 \pm 0,33$ мг/кг; $p = 0,004$), цинка в 4,5 раз ($10,7 \pm 2,3$ мг/кг против $2,38 \pm 0,63$ мг/кг, $p=0,009$), меди в 4,46 раз ($7,68 \pm 1,22$ мг/кг против $1,72 \pm 0,31$ мг/кг; $p = 0,002$ мг/кг).

Таким образом, сравнительный анализ двух территорий показал, что содержание ряда загрязняющих окружающую среду химических веществ (соли тяжелых металлов: Cd, Pb, Zn) выше в почве г. Нижнекамск и в более низкой концентрации присутствуют в питьевой воде элементы, улучшающие минеральный обмен (Fe, F, Ca). Содержание Ca и F в воде существенно не отличалось.

Для решения первой и второй задач исследования был проведен сравнительный анализ стоматологического здоровья у 272 детей младшего школьного возраста, и получили результаты, позволившие определить основной вектор работы. Были использованы основные и дополнительные клинические методы исследования (стоматологический осмотр, анкетирование родителей, метод атомно-эмиссионного спектрального анализа, индексная оценка, ТЭР-тест, тест микрокристаллизации ротовой жидкости, электрометрический метод).

Для изучения факторов риска развития кариеса было проведено анкетирование родителей детей г. Нижнекамска и г. Лаишево, были получены следующие результаты:

– у матерей в г. Нижнекамске в период беременности отмечались угрозы прерывания беременности, осложнения сопутствующих заболеваний, гестозы и др. в 1,8 раза чаще, чем у матерей, проживающих в г. Лаишево (62,9% против 34,8%; $p < 0,001$);

– продуктовая корзина жителей, проживающих на данных территориях, была одинакова;

– дети г. Нижнекамска в 2 раза чаще посещают врача стоматолога (2 – 4 раза в год 69,3% детей), чем дети г. Лаишево (31,1%; $p < 0,001$);

– в г. Лаишево среднее количество детей, чистящих зубы регулярно, был в 2 меньше, чем в г. Нижнекамске (27,3% против 51,4%; $p < 0,001$);

– контролируют гигиену рта своих детей в г. Нижнекамске 27,9% родителей, в г.Лаишево 3,0% родителей ($p < 0,001$);

– отмечали раннее прорезывание временных зубов (согласно общепринятым срокам) у своих детей в г. Нижнекамске 12,9% родителей, г. Лаишево – 3,8% ($p = 0,007$);

– в г. Нижнекамске чаще дети имели соматические проблемы со здоровьем (частые ОРВИ, аллергические заболевания и др.) – в 35,7%, дети г. Лаишево – в 22,0% ($p < 0,001$).

Таким образом, в результате анкетирования оценены факторы риска, которые могли оказать влияние на развитие поражений твердых тканей зубов у детей, были выявлены слабые гигиенические знания родителей, недостаточную медицинскую активность родителей по сохранению стоматологического здоровья ребенка.

Сравнительная оценка стоматологического статуса 272 детей младшего школьного возраста в городах показала, что в г. Нижнекамске с более высокой антропогенной нагрузкой имеет место:

– более высокая распространенность кариеса временных зубов (87,1% против 78,0%; $p < 0,001$);

– выше распространенность кариеса постоянных зубов (67,1% против 55,3%; $p < 0,05$);

– выше интенсивность кариеса постоянных (КПУ) зубов ($1,19 \pm 0,1$ против $0,86 \pm 0,08$; $p < 0,05$);

– выше интенсивность кариеса постоянных зубов по КПУп (поверхностей) ($1,79 \pm 0,16$ против $1,29 \pm 0,11$; $p < 0,05$);

– системная гипоплазия эмали постоянных зубов встречалась в 10 раз чаще (26,6% против 2,5%; $p < 0,001$);

– отмечалось более раннее прорезывание постоянных зубов (премоляров) в 6 раз чаще (20,1% против 3,8%; $p = 0,001$). Раннее прорезывание зубов также может быть причиной низкой кариесрезистентности эмали.

Таким образом более высокий уровень техногенной нагрузки, способствовал увеличению распространенности и интенсивности развития кариеса зубов у детей младшего школьного возраста, значительному увеличению (в 10 раз) системной гипоплазии.

Оценка кариесрезистентности эмали и минерализующего потенциала ротовой жидкости у детей из района с более высокой антропогенной нагрузкой характеризовалась:

– более низкой кислотоустойчивостью эмали (ТЭР-тест): средние значения ТЭР-теста составили у детей г. Нижнекамска – $4,72 \pm 0,27$ у детей г. Лаишево – $4,41 \pm 0,24$ ($p < 0,05$).

– более низкими значениями микрокристаллизации ротовой жидкости (2,0 балла, против 3,0 балла; $p < 0,05$);

– более высокие значения электропроводности в области бугров первых постоянных моляров (в г. Нижнекамске $0,57 \pm 0,02$ мкА, в г. Лаишево $0,5 \pm 0,02$ мкА; $p < 0,001$) и экватора в (г. Нижнекамске $0,38 \pm 0,02$ мкА, в г. Лаишево $0,31 \pm 0,02$ мкА; $p < 0,05$).

Таким образом, в регионе с более высоким уровнем антропогенной нагрузки (г. Нижнекамск) наблюдались более низкие значения ТЭР-теста, микрокристаллизации ротовой жидкости, были выше электрометрические показатели, что указывает на более низкий уровень минерализации, свидетельствует о более высокой кариесвосприимчивости эмали зубов, увеличивающей риск развития кариеса. Эти инструменты в комплексе могут быть использованы как прогностический критерии при оценке риска кариеса зубов. Данные результаты подчеркивают важность ранней стоматологической диагностики и проведения профилактической работы в антропогенных районах.

Ткани зубов, их минеральный состав представляет собой почти постоянную и хронологическую запись состояния питания человека и антропогенного воздействия во время его развития и может служить своеобразным биологическим архивом. Для решения третьей задачи исследования был изучен минеральный состав 40 временных зубов (интактные коронки резцов, собранных в результате физиологической смены) у исследуемых пациентов (20 зубов детей г. Лаишево, 20 зубов детей г. Нижнекамска) методом атомно-эмиссионного спектрального анализа, в результате которого были получены следующие данные:

- Атомно-эмиссионный спектральный анализ твердых тканей зубов обнаружил 20 химических элементов: из них 4 макроэлемента (Mg, Ca, Na, P) и 16 микроэлементов (Fe, Mn, Zn, Si, Cu, Mo, Sr, Al, B, Ag, Pb, Sb, Sn, Ni, As, Ba).

– среди макроэлементов в зубах у детей г. Нижнекамск концентрация кальция (Ca) (28000 [280000; 300000] мкг/кг против 25000 [167500; 300000] мг/кг; $p = 0,04$), P (290000 [280000; 345000] мг/кг против 300000 [280000; 300000] мг/кг, $p = 0,481$), Na (3200 [2500; 4725] мг/кг против 2800 [575; 2800] мг/кг; $p = 0,026$) были незначительно (недостаточно) ниже;

– содержание магния (Mg), который считается макроэлементом, способствующим развитию кариеса зубов было в г. Нижнекамске достоверно ниже в 1,75 раз, чем в г. Лаишево (12000 [8000; 15000] мг/кг против 21000 [20000; 22000] мг/кг; $p \leq 0,000$). Большая концентрация Mg в зубах детей г. Лаишево

возможно связана с более высоким содержанием Са, так как они напрямую влияют друг на друга.

Анализ микроэлементов в зубах у детей г. Нижнекамска выявил следующее:

– достоверно меньшее содержание железа (Fe) – в 10 раз (8 [5;10] мкг/кг против 80 [50;80] мг/кг, $p=0,001$); в г. Лаишево более высокая концентрация железа возможно связана с повышенным содержанием его в питьевой воде; недостаток Fe при железодефицитной анемии в настоящее время связывают с кариесом раннего возраста [109]. Есть мнение, что присутствие Fe приводит к снижению содержания менее стойкого карбонатного апатита [133];

– цинк (Zn) – в 1,16 раз (120 [120;140] мг/кг против 140 [140;450] мг/кг; $p < 0,001$);

– медь (Cu) – 10 раз (0,3 [0,3;2,5] мг/кг против 3 [1;5] мг/кг; $p = 0,001$). Все эти микроэлементы обладают маловыраженным противокариозным действием по данным литературного обзора.

– молибден (Mo) который, предположительно, ассоциирован с более высоким содержанием фтора, играет важную роль в процессе формирования и укрепления зубной эмали и способствует увеличению минерализации зубов выявлялся только в г. Лаишево;

Все эти микроэлементы обладают маловыраженным противокариозным действием по данным литературного обзора. Меньшее содержание макро- и микроэлементов у детей г. Нижнекамска, таких как Са, Mg, Fe, Zn, Cu может изменять структуру и снижать прочность твердых тканей зубов.

– содержание бора (B) было в 3 раза больше в зубах у детей г. Нижнекамска (45 [39;47,25] мг/кг против 15 [15;18] мг/кг; $p < 0,001$). Исследования показывают, что бор способствует укреплению эмали путем усиления поглощения кальция и фосфата в эмали и дентине. Источник B – это пища и вода, за счет удобрений, содержащих бораты. Существует отрицательная связь между B и Са и положительная связь между B и Pb [128], что и имело место в исследовании. Бор влияет на минеральный и липидный обмен, взаимодействуя с Са, витамином D и особенно Mg, увеличивает прочность костей, но противокариозная

эффективность его как самостоятельного элемента до сих пор не доказана. Есть исследования, которые показывают, что В способствует укреплению эмали, путем усиления поглощения Са и Р в эмали и дентине и может подавлять рост и размножение бактерий. В виде соединений – борная кислота, борат Са добавляется в некоторые зубные пасты. Повышение В, а также снижение Р, Sr, F обнаружил в крови у пациентов с множественным кариесом зубов [186].

Анализ микроэлементов, избыток которых может быть причиной снижения кариесрезистентности зубов, показал следующие различия:

- кремния Si отмечалось достоверно выше в 1,5 раз в зубах детей г. Нижнекамск (100[20;500] мг/кг против 10 [10;100] ($p = 0,24$);

- больше отмечалось Sr в 1,5 раза (190 [150;325] мг/кг против 150 [100;150] мг/кг, $p = 0,273$). Считается, что при избытке Sr происходит замещение иона кальция в твердых тканях зуба, а также вытеснение Mg, что возможно и наблюдалось у детей в зубах г. Нижнекамск.

Токсичные микроэлементы и тяжелые металлы были обнаружены в зубах детей обеих групп, но в г. Нижнекамске их концентрация была выше:

- практически в 7 раз было больше алюминия (Al) (20 [5;45] мг/кг против 3 [1;30] мг/кг; $p < 0,001$); повышенное содержание Al зачастую связывают с техногенным фактором. Al считается антагонистом Са и некоторые эпидемиологические исследования указывают на обратную зависимость между частотой кариеса зубов;

- содержание свинца (Pb) оказалось в 2,8 раз выше в зубах детей г. Нижнекамска, что возможно связано с повышенным его содержанием в почве этого города;

- сурьма (Sb) и олово(Sn) выявлялись только в зубах детей г. Нижнекамска. Загрязнение Sb тесно связано с деятельностью человека, этот металл часто сопровождает мышьяк (As) в источниках загрязнения, его роль в минеральном обмене не изучена [145].

Ниже представлено схематичное распределение эссенциальных и токсичных химических элементов, обнаруженных в коронках временных резцов

детей исследуемых городов, расположенных в порядке уменьшения концентрации:

– химические элементы в зубах детей г. Лаишево: $P > Ca > Mg > Na > Sr > Zn > Fe > Si > B > Mn > Al > Cu > Pb > Mo > Ag$.

– химические элементы в зубах детей г. Нижнекамска: $P > Ca > Mg > Na > Sr > Zn > B > Si > Al > Pb > Fe > Mn > Sn > Sb$.

В целом, влияние токсичных и тяжелых металлов на стоматологическое здоровье является серьезной проблемой, требующей постоянного мониторинга и принятия соответствующих мер для предотвращения негативных последствий. Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать разработке новых стратегий профилактики и лечения, направленных на защиту стоматологического здоровья.

Проводя параллели с содержанием этих элементов в зубах и в воде и в почве, наблюдали следующее:

– Fe было в несколько раз больше в воде в г. Лаишево и так же это отразилось в составе твердых тканях зубов;

– больше в твердых тканях зубов оказалось токсичного свинца, как в почве, так и в составе зубов детей г. Нижнекамска;

– тогда как Cu, которого было больше в почве г. Нижнекамске, в зубах оказалось меньше, чем в г. Лаишево.

Эти данные частично подтверждают зависимость минерального состава зубов от географического места проживания. Санитарно-гигиенические показатели почвы и воды могут дать представление о минеральном составе зубов. Изучение состава зубов методом атомно-эмиссионного спектрального анализа может дать понимание исходного уровня минерализации в данном регионе, что позволяет более целенаправленно проводить профилактические мероприятия.

Заключительной задачей исследования явилась сравнительная оценка эффективности профилактических комбинации средств гигиены рта у детей младшего школьного возраста при разном уровне антропогенной нагрузки.

Всего в профилактической программе было привлечено 272 школьника: 140 детей младшего школьного возраста г. Нижнекамска, 132 ребенка г. Лаишево. Дети чистили зубы и использовали суспензию в школе после обеда под контролем педагогов (контролируемая чистка), а также дома под присмотром родителей.

Всем детям проводились комплексные обследования согласно графику (через 3, 6, 9, 12 месяцев): изучались значения индекса интенсивности кариеса зубов КПУ(п), прироста интенсивности кариеса зубов, кислотоустойчивости эмали, электропроводности эмали и микрокристаллизации ротовой жидкости, индекса гигиены рта.

В каждом городе были сформированы три профилактические группы согласно использованным кариеспрофилактическим комбинациям средств гигиены рта:

- 1 группа г. Лаишево (Л1-группа) и г. Нижнекамск (Н2-группа) – зубная паста с аминофторидом (1450 ppm) + суспензия с аморфным nanoНАР;
- 2 группа г. Лаишево (Л2-группа) и г. Нижнекамск (Н2-группа) – зубная паста НАР + суспензия с аморфным nanoНАР;
- 3 группа г. Лаишево (Л3-группа) и г. Нижнекамск (Н3-группа) – зубная паста с – аминофторидом (1450 ppm) (контрольная группа).

Сравнительный анализ прироста кариеса зубов в профилактических группах обоих городов показал похожие результаты. Наименьший прирост интенсивности кариеса отмечен у детей, использовавших комбинацию зубной пасты с аминофторидом и суспензию на основе аморфного nanoНАР, как в г. Нижнекамске (Н1-группа), так и в г. Лаишево (Л1-группа) ПИК=0,3±0,01 и ПИК= 0,4±0,009.

Данные редукиции прироста интенсивности кариеса (РПИК) зубов показали наибольшие значения в первых группах, в г. Нижнекамске редукиция составила 32%, в Лаишево – 25%. Причем, у детей (г. Нижнекамска), были получены лучшие результаты.

Наибольший прирост интенсивности кариеса зубов был отмечен во - вторых профилактических группах с использованием зубной пасты и суспензии с nanoНАР группе ПИК= $0,52 \pm 0,01$ в г. Нижнекамске, и в Л2-группе ПИК= $0,6 \pm 0,01$ в г. Лаишево. Данные группы явились группами сравнения для подсчета РПИК.

РПИК в третьих группах (зубная паста с аминофторидом) составила. НЗ-группе РПИК=13% – в г. Нижнекамске и в ЛЗ- группе РПИК=16% – в г. Лаишево

Эффективность зубной пасты с аминофторидом оказалась незначительно эффективнее в г. Нижнекамске (прирост – $0,45 \pm 0,009$), чем в г. Лаишево (прирост – $0,54 \pm 0,013$).

Что касается остальных параметров: статистически значимые изменения гигиенического индекса от неудовлетворительных значений до удовлетворительного уровня, отмечались во всех группах начиная с 6-го месяца без значимых различий между группами и городами к концу исследования ($p > 0,05$).

При оценке микрокристаллизации ротовой жидкости начиная с 6-го месяца в Л1 и Н1 - группах профилактики и начиная с 9-го месяца во Л2 и Н2 группах профилактики появляются достоверные различия ($p < 0,001$). В г. Нижнекамск показатели МКС возросли за 12 месяцев в Н1-группе с $2,00 \pm 0,12$ до $4,52 \pm 0,08$ ($p < 0,001$), в Н2-группе с $2,26 \pm 0,12$ до $4,24 \pm 0,1$ ($p < 0,001$), в НЗ-группе с $2,17 \pm 0,13$ до $4,04 \pm 0,1$ ($p < 0,001$).

Аналогично в г. Лаишево в Л1-группе показатели микрокристаллизации увеличились с $2,38 \pm 0,12$ до $4,69 \pm 0,09$ ($p < 0,001$), во Л2-группе с $2,46 \pm 0,16$ до $4,58 \pm 0,1$ ($p < 0,001$), в ЛЗ-группе с $2,61 \pm 0,11$ до $4,11 \pm 0,14$ ($p < 0,001$). Данные доказывают, что контролируемое регулярное использование комбинации средств гигиены рта, включающих в себя nanoНАР могут значительно улучшать минерализующий потенциал ротовой жидкости.

При оценке значений ТЭР-теста к 9 месяцу имелись статистически значимые отличия Н1-группы в сравнении с Н2 и НЗ группами в г. Нижнекамске (1.7 против 2,37 против 2,47, $p < 0,05$) и в г. Лаишево при сравнении с Л1-группы с ЛЗ-группы (1.77 против 2,36, $p < 0,05$). Это свидетельствует о более выраженном

положительном эффекте на значения кислотоустойчивости эмали использование комбинации зубной пасты с аминофторидом и суспензии на основе nanoНАР.

Через 12 месяцев после начала применения профилактических средств у всех пациентов кислотоустойчивость возросла до умеренного (4-5 баллов) или высокого уровня (1-3 балла).

Через 12 месяцев достоверно снизилась электропроводность эмали моляров постоянных зубов в среднем в 1,5 раза во всех группах обоих городов. Наиболее выраженное снижение наблюдалось у детей в группе **Н1** (на 0,13 в области экватора и на 0,21 в области бугра ($p < 0,05$)), что характеризует высокую минерализующую способность комбинации средств гигиены рта содержащих аминофторид и nanoНАР

Таким образом, проделанная работа позволяет заключить, что антропогенная нагрузка, включающая в себя социальные факторы, гигиеническое состояние окружающей среды (вода, почва и тд) дисбаланс эссенциальных макро- и микроэлементов в твердых тканях зубов, кариесрезистентность, способствуя тем самым прогрессированию процессов деминерализации, приводя к высокой распространенности и интенсивности кариеса зубов. Все вышеперечисленное требует оптимизации профилактических мероприятий у детей младшего школьного возраста при разном уровне антропогенной нагрузки.

Комбинация профилактических средств гигиены рта, содержащая аминофторид и аморфный nanoНАР, способна изменять кислотоустойчивость и электропроводность эмали, микрокристаллизацию ротовой жидкости более эффективнее, чем комбинация с nanoНАР или зубная паста с аминофторидом.

ВЫВОДЫ

1. В регионе с высокой антропогенной нагрузкой распространенность поражений твердых тканей зубов у детей младшего школьного возраста регистрировалась достоверно чаще, чем в регионе с низкой антропогенной нагрузкой: кариес временных (87,1% и 78% соответственно, $p < 0,05$) и постоянных зубов (67,1% и 55,3% соответственно; $p < 0,001$); интенсивность кариеса постоянных зубов по индексу КПУз ($1,19 \pm 0,1$ зубов и $0,86 \pm 0,08$ зубов соответственно, $p < 0,05$); системная гипоплазия (молярно-резцовая гипоминерализация) постоянных зубов (26,6% и 2,5 % соответственно, $p < 0,001$).

2. У детей младшего школьного возраста, родившихся и проживающих в регионе с высокой антропогенной нагрузкой в сравнении с низкой, достоверно снижены показатели кариесрезистентности: низкая кислотоустойчивость эмали по ТЭР-тесту 4,72 и 4,41, $p < 0,05$); низкий минерализующий потенциал ротовой жидкости (2,0 балла и 3,0 балла соответственно, $p < 0,05$); высокая электропроводность эмали моляров в области бугров (0,57 мкА и 0,5 мкА соответственно, $p < 0,001$) и экватора (0,38 мкА и 0,31 мкА соответственно, $p < 0,05$).

3. Минеральный состав твердых тканей зубов детей младшего школьного возраста, проживающих в районе с высокой антропогенной нагрузкой в сравнении с низкой, характеризовался меньшей концентрацией эссенциальных макро- и микроэлементов (Fe 8 мг/кг, и – 80 мг/кг $p < 0,001$; Zn – 120 мг/кг и 140 мг/кг $p < 0,001$; Cu – 0,3 мг/кг и 3 мг/кг соответственно; $p = 0,001$) в сочетании с более высокими концентрациями токсичных и снижающих кариесрезистентность элементов (Al – 20 мг/кг и 3 мг/кг; $p = 0,042$; Pb 9 мг/кг и 2 мг/кг; $p = 0,001$, Sr – 190 мг/кг и 150 мг/кг, Si – 100 мг/кг и 10 мг/кг ($p < 0,05$).

4. У детей младшего школьного возраста комбинация зубной пасты с аминофторидом и суспензией nanoНАР способствовала большей редукции прироста интенсивности кариеса (при высокой антропогенной нагрузке – 32% и при низкой – 25%; $p < 0,01$) в сравнении с комбинацией НАР и суспензии nanoНАР

(прирост 0,3 и 0,52 зубов у детей в г.Нижекамск и 0,4 и 0,6 зубов у детей в г. Лаишево).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы представлены оценкой влияния микро- и макроэлементов, а также химических веществ, содержащихся в окружающей среде, на процесс минерализации твердых тканей зубов с использованием современных методов и средств.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку и внедрение оценки кариесрезистентности твердых тканей зубов и микрокристаллизации ротовой жидкости у детей среднего и старшего школьного возраста с учетом антропотехногенной нагрузки региона.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Врачам-стоматологам детским:

- при проведении профилактических медицинских осмотров и мероприятий обучающихся, следует учитывать регион проживания и уровень антропогенной нагрузки;
- при низком уровне антропогенной нагрузки необходимо использовать дополнительные средства гигиены рта или их комбинации.
- рекомендовать в качестве комбинации средств гигиены рта использование зубной пасты с аминофторидом и суспензии с nanoНАР.

2. Руководителям образовательных организаций рекомендовать регулярное проведение тематических практико-ориентированных классных часов и уроков с учащимися, посвященных использованию средств гигиены рта, в том числе комбинаций зубных паст с аминофторидом и суспензии nanoНАР.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АЭС – атомно эмиссионная спектрометрия
- ГАП – гидроксиапатит эмали
- кпу – показатель интенсивности кариеса временных зубов,
где к – кариес, п – пломба, у – удаленный зуб
- КПУ – показатель интенсивности кариеса постоянных зубов,
где К – кариес, П – пломба, У – удаленный зуб
- МКС – микрокристаллизация ротовой жидкости
- ОДК – ориентировочно допустимая концентрация
- ОРВИ – острые респираторные вирусные заболевания
- ПДК – предельно допустимая концентрация
- ПИК – прироста интенсивности кариеса
- РПИК – редукция прироста интенсивности кариеса
- ТЭР - тест – тест структурно-функциональной кислотоустойчивости эмали
- НАР – гидроксиапатит в средствах гигиены рта
- nanoНАР – наногидроксиапатит
- ОНИ-S – индекс гигиены по Грину-Вермиллиону

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянов С. В. Концепция этиологии, патогенеза и профилактики зубочелюстных аномалий у детского населения, проживающего в зоне экологического неблагополучия: автореферат диссертации доктора медицинских наук: 14.01.14 / Аверьянов Сергей Витальевич ; [Пермская гос. мед. академия им. акад. Е.А. Вагнера]. – Пермь, 2010. – 46 с.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Татарстан в 2014 году; 2015 году» // Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан. – URL: <https://fbuz16.ru/repository/files/Татарстан–Госдоклад%20в%202015.pdf>https://anybe.ru/temp/fbuz/wp-content/uploads/2021/12/Татарстан–госдоклад–2014–откорректированный–16_04_20151.pdf (дата обращения: 12.04.2024 г.). Доклад о результатах деятельности Федеральной службы государственной статистики в 2014 году и основных направлениях на 2015 год и на плановый период 2016 и 2017 годов / Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ). – Москва, 2015. –119 с.
3. Доклад о результатах деятельности Федеральной службы государственной статистики в 2014 году и основных направлениях на 2015 год и на плановый период 2016 и 2017 годов / Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ). –Москва, 2015. –119 с.
4. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Татарстан в 2017 году» // Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан. – URL: <https://fbuz16.ru/repository/files/ТАТАРСТАН–Госдоклад%20о%20СЭБ%20в%20РТ%20в%202017%20году.pdf> (дата обращения: 12.04.2024 г.).
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН

- 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (с изменениями и дополнениями) // Гарант: информационно–правовой портал. – URL: https://base.garant.ru/400274954/#block_1000 (дата обращения: 12.04.2024 г.).
6. Антонова, А. А. Патогенетические механизмы кариеса зубов у детей в условиях микроэлементозов Хабаровского края / А. А. Антонова // Дальневосточный медицинский журнал. – 2020. – № 3. – С. 49–54.
 7. Вавилова, Т. П. Биологическая химия. Биохимия полости рта / Т. П. Вавилова, А. Е. Медведев. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. – 560 с. – ISBN 978–5–9704–7576–8.
 8. Горзов, И. П. Распространенность кариеса и его профилактика в условиях биогеохимического дефицита фтора и йода: автореферат диссертации доктора медицинский наук: 14.00.21 / Иван Петрович Горзов ; Киевский мед. ин-т им. А. А. Богомольца. – Киев, 1991. – 41 с.
 9. Григорьева, А. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды в условиях криолитозоны / А. А. Григорьева, Г. Е. Миронова, Л. Д. Олесова [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2018. – № 6. – С. 51–58.
 10. Гресь, Н. А. Уровень обеспеченности жителей г. Минска биоэлементами, формирующими твердые ткани зуба / Н. А. Гресь, В. А. Музыкантова, И. А. Шипитиевская [и др.] // Современная стоматология. – 2012. – № 1. – С. 12–14.
 11. Громова, С. Н. Зависимость изменения микробиоты зубного налета от гигиенического состояния полости рта при контролируемой чистке зубов у 6–летних детей / С. Н. Громова, Е. П. Колеватых, А. К. Коледаева [и др.] // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2023. – № 2. – С. 133–142.
 12. Глинкин, В. В. Взаимосвязь структуры твердых тканей зуба и развития кариозного процесса / В. В. Глинкин, В. А. Клемин, В. В. Глинкина //

- Инновационное развитие науки и образования: монография. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 260–266.
13. Долгих, О. В. Анализ показателей иммунного статуса у детей в условиях аэрогенной экспозиции металлами / О. В. Долгих, А. В. Кривцов, О. А. Бубнова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – № 1. – С. 26–29.
 14. Распространенность аллергических заболеваний у детей, проживающих в различных эколого-географических условиях / Е. Л. Дыбунова, А. А. Модестов, Р. Н. Терлецкая, Р. М. Торшхоева // Вопросы современной педиатрии. – 2007. – Т. 6, № 4. – С. 12–16.
 15. Екимов, Е. В. Повышение эффективности профилактических мероприятий кариеса зубов в детском возрасте с использованием реминерализующих средств (обзор литературы) / Е. В. Екимов, А. А. Сметанин // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2018. – № 3. – С. 18–22.
 16. Жаркова, О. А. Реминерализующая терапия с использованием GC Tooth Mousse / О. А. Жаркова // Главный врач Юга России. – 2021. – № 3. – С. 33–38.
 17. Заборская, А. Р. Влияние профилактических мероприятий на созревание эмали зубов у детей : диссертация кандидата медицинских наук : 14.01.14 / Заборская Анна Ревазовна ; [Центр. науч.-исслед. ин-т стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Росмедтехнологий]. – Москва, 2017. – 142 с.
 18. Завальцева, О. А. Основы биогеохимии : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата специальностей «Почвоведение», «Экология» «Природопользование», «Химия» / О. А. Завальцева. – Ульяновск : УлГУ, 2012. – 71 с.
 19. Золотникова, Г. П. Влияние техногенного загрязнения на показатели здоровья учащихся лицеев / Г. П. Золотникова, В. А. Капцов, Р. В. Кургуз // Гигиена и санитария. – 2017. – № 5. – С. 470–474.
 20. Клинические методы определения резистентности зубов к кариесу / Г. Г. Иванова, В. К. Леонтьев, Т. Н. Жорова [и др.] // Институт стоматологии. – 1999. – № 1(2). – С. 42–49.

21. Игнатьева, Л. П. Гигиена питьевого водоснабжения : учебное пособие / Л. П. Игнатьева, М. О. Потапова. – Иркутск : ИГМУ, 2015 – 99 с.
22. Ильичева, Е. Ю. Механизмы влияния ионов серебра на метаболизм меди млекопитающих : автореферат диссертации кандидата биологических наук : 03.01.04 / Ильичева Екатерина Юрьевна ; [Научно-исслед. ин-т эксперим. медицины Сев.-Зап. отделения РАМН]. – Санкт–Петербург, 2014. – 31 с.
23. Изучение строения дентина в постоянных интактных зубах у детей / А. В. Кабанова, П. Е. Панфилов, Z. Zhang [и др.] // Институт стоматологии. – 2016. – № 3. – С. 84–86.
24. Косюга, С. Ю. Особенности профилактики стоматологических заболеваний у детей в зависимости от эколого-гигиенической ситуации крупного промышленного города: автореферат диссертации доктора медицинских наук : 14.00.21 / Косюга Светлана Юрьевна ; [Нижегородская гос. мед. акад.]. – Нижний Новгород, 2009. – 38 с.
25. Эпидемиологическое обоснование коммунальных программ профилактики кариеса постоянных зубов для детей Самары / Л. Ш. Розакова, А. М. Хамадеева, О. Г. Авраимова [и др.] // Стоматология. – 2020. – № 1. – С. 66–69.
26. Киселева, Т. Ю. Диагностика влияния экзогенного фактора на формирование биоминеральной структуры твердых тканей зубов методами рентгеновской дифракции и спектроскопии комбинационного рассеяния света / Т. Ю. Киселева, М. В. Короленкова, Н. В. Старикова [и др.] // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2018. – № 3. – С. 34–41.
27. Кисельникова, Л. П. Фиссурный кариес (диагностика, клиника, прогнозирование, профилактика, лечение): автореферат диссертации доктора медицинских наук : 14.00.21 / Лариса Петровна Кисельникова ; [Уральская ГМА]. – Екатеринбург, 1996. – 43 с.
28. Изучение взаимосвязей кариеса зубов и индикаторов риска, общих для подростков Беларуси, Казахстана и России / Л. П. Кисельникова,

- Г. Т. Ермуханова, Е. С. Леус [и др.] // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2018. – № 17(1). – С. 4–10.
29. Ковальский, В. В. Биохимические пути приспособляемости организмов к условиям геохимической среды / В. В. Ковальский // Биохимическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине : сборник. – Москва : Наука, 1974. – С. 16–28.
30. Колесник, К. А. Особенности микроэлементного гомеостаза у детей с зубочелюстными аномалиями / К. А. Колесник, Ю. А. Калиниченко, Т. А. Сиротченко // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2016. – Т. 18, № 8. – С. 17–21.
31. Внедрение программы профилактики стоматологических заболеваний у детей школьного возраста / И. С. Копецкий, И. А. Никольская, Е. Г. Михайлова [и др.] // Российский медицинский журнал. – 2019. – № 2. – С. 96–99.
32. Коротич, Н. Обоснование необходимости эндогенного назначения препарата кальция для профилактики кариеса зубов у детей / Н. Коротич, Н. М. Лохматова, И. Ю. Ващенко // Світ медицини та біології. – 2014. – Т. 1, № 43. – С. 176–179.
33. Купец, Т. В. Противокариозная эффективность минерализующей зубной пасты в 2-летней программе контролируемой чистки зубов / Т. В. Купец, С. К. Матело, Л. Н. Полянская // Клиническая стоматология. – 2011. – № 3. – С. 44–46.
34. Состояние здоровья детей, проживающих в экологически неблагоприятных регионах (обзор) / А. А. Кучербаев, Ю. В. Борякин, К. Ш. Ибрагимов, Ч. М. Мусаев // Наука и новые технологии. – 2015. – № 2. – С. 79–84.
35. Ластков, Д. О. Влияние тяжелых металлов на состояние здоровья школьников / Д. О. Ластков, А. В. Дубовая, Ю. В. Науменко // Экология. Здоровье. Спорт : материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Донецк, 2019. – С. 62–68.

36. Лахтин, Ю. В. Механизм развития гипоминерализации эмали зубов под влиянием солей тяжелых металлов / Ю. В. Лахтин // DentalForum. – 2013. – № 4. – С. 5–9.
37. Лекомцева, О. В. Роль стоматологического просвещения детей 7–8 лет в комплексе профилактических мероприятий / О. В. Лекомцева, С. Ю. Косюга, Я. Лечеб // Медицинский совет. – 2019. – № 17. – С. 46–49.
38. Леонтьев, В. К. Электрическая диагностика краевой проницаемости пломб и вторичного кариеса / В. К. Леонтьев, Г. Г. Иванова, Р. Г. Буянкина // Стоматология. – 1987. – 3. – С. 4–5.
39. Леонтьева, Е. Ю. Эффективность реминерализующей терапии с использованием кремов, содержащих казеин фосфопептид – аморфный кальций фосфат и казеин фосфопептид – аморфный кальций фосфат фторид / Е. Ю. Леонтьева, О. Е. Ткачук // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2018. – № 4. – С. 69–73.
40. Многолетний мониторинг и возможности дальнейшего улучшения профилактики кариеса зубов у детей Беларуси, Казахстана и России / П. А. Леус, Л. П. Кисельникова, Г. Т. Ермуханова, Е. С. Бояркина // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2019. – № 3. – С. 3–8.
41. Анализ эффективности технологий коррекции нарушений физического развития у детей, проживающих в условиях низкоуровневого загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром, кадмий) / К. П. Лужецкий, О. Ю. Устинова, О. И. Голева, И. Е. Штина // Гигиена и санитария. – 2018. – № 1. – С. 75–80.
42. Луцкая, И. К. Профилактика стоматологических заболеваний в детском возрасте здоровый ребенок / И. К. Луцкая // Педиатрия. – 2014. – № 4. – С. 5.
43. Сравнительная оценка эффективности лечебно-профилактических зубных паст, содержащих фторид и гидроксиапатит / И. М. Матвеева, М. А. Полякова, В. Ю. Дорошина [и др.] // Стоматология. – 2018. – № 5. – С. 34–40.

44. Результаты биомониторинга ртутного загрязнения территории мегаполиса / А. М. Малова, Л. В. Луковникова, Л. А. Аликбаева [и др.] // Гигиена и санитария. – 2018. – № 12. – С. 1189–1194.
45. Клинико-экономический анализ программ профилактики кариеса методом математического моделирования / Е. Е. Маслак, Л. Ф. Онищенко, С. Ю. Соболева [и др.] // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2020. – № 3. – С. 205–209.
46. Матчин, А. А. Влияние экологических факторов на стоматологическое здоровье детского населения Оренбурга / А. А. Матчин, Н. П. Сетко, Е. С. Нефедова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 10. – С. 12–16.
47. Особенности микробиоценоза ротовой полости у лиц, подвергающихся воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды / А. А. Матчин, Н. П. Сетко, Н. Б. Дорошина [и др.] // Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно-детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения : материалы Международного форума. – Москва, 2017. – С. 318–321.
48. Матчин, А. А. Стоматологическое здоровье и биоаккумуляция микроэлементов в волосах и зубах детей / А. А. Матчин, Н. П. Сетко, Е. С. Нефедова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 12. – С. 144–149.
49. Медведева, Е. В. Состояние здоровья населения и факторы окружающей среды города Балашова / Е. В. Медведева // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности детей и пути их решения : материалы Всероссийской научной конференции. – Саратов, 2017. – С. 270–276.
50. Мирсалихова, Ф. Л. Особенности биофизических свойств и минерализующей функции слюны у детей в период прорезывания постоянных зубов / Ф. Л. Мирсалихова // Клиническая стоматология. – 2016. – № 4. – С. 4–6.

51. Влияние буферной системы на реминерализацию твердых тканей зуба / М. Н. Митропанова, О. А. Павловская, М. С. Знейбат, Н. С. Сеницина // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2018. – № 2. – С. 71–76.
52. Ведущие факторы риска кариеса зубов у детей в Республике Крым / Т. В. Михайлова, О. И. Ляшенко, Т. Б. Рустамов, С. Ноурмахал // Молодая наука : сборник научных трудов. – Симферополь, 2016. – С. 245–246.
53. Мосеева, М. В. Обоснование патогенетических методов профилактики кариеса и воспалительных заболеваний пародонта у пациентов с язвенной болезнью, гастритами и дуоденитами : автореферат диссертации доктора медицинских наук : 14.01.14 / Мосеева Марина Владимировна ; [Казан. гос. мед. ун-т]. – Казань, 2012. – 38 с.
54. Критерии эффективности средств для реминерализующей терапии / Н. А. Наронова, О. В. Кокорева, И. О. Лаптева, Т. П. Спицына // Международный журнал медицины и психологии. – 2019. – № 3. – С. 81–84.
55. Нефедова, Е. С. Особенности влияния различных уровней антропогенного загрязнения промышленного города на стоматологический статус детей : автореферат диссертации кандидата медицинских наук : 14.02.01, 14.01.14 / Нефёдова Екатерина Сергеевна ; [Оренбургская ГМА]. – Оренбург, 2013. – 21 с.
56. Анализ эффективности школьных программ по профилактике стоматологических заболеваний. Обзор литературы / Л. Ю. Орехова, Т. В. Кудрявцева, И. В. Березкина [и др.] // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2021. – № 2. – С. 76–87.
57. Пихур, О. Л. Возрастные изменения состава и строения твердых тканей зуба взрослого человека : автореферат диссертации доктора медицинских наук : 14.01.30, 14.01.14 / Пихур Оксана Львовна ; [Санкт-Петерб. ин-т биорегуляции и геронтологии Сев.-Зап. отд-ния РАМН]. – Санкт-Петербург, 2015. – 42 с.
58. Введение в элементологию : учебное пособие / И. В. Радыш, А. В. Скальный, С. В. Нотова [и др.]. – Оренбург : ОГУ, 2017 – 183 с.

59. Рязанов, И. А. Гигиеническое значение стронция и его сбалансированности с другими микроэлементами в развитии некоторых эндемических заболеваний населения ТАССР : автореферат диссертации кандидата биологических наук: 14.00.07 ; [Казан. гос. мед ин-т]. – Казань, 1975. – 25 с
60. Саматова, Р.З. Эффективность комбинаций средств гигиены полости рта у детей при разном уровне антропогенной нагрузки / Р.З. Саматова, Р.М. Сафина, Г.М. Ахметова // Проблемы стоматологии. – 2021. – Т. 17, № 3. – С. 88-93.
61. Саматова, Р.З. Оценка кариеспрофилактической эффективности средств гигиены полости рта на основе гидроксиапатита / Р.З. Саматова, Р.М. Сафина, Г.М. Ахметова // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2019. – Т. 19, № 4 (72). – С. 11-14.
62. Святова, Н. В. Элементный статус и морфофункциональные особенности организма детей в разных условиях проживания / Н. В. Святова, А. А. Гайнуллин. – Казань : КФУ, 2015. – 179 с.
63. Середин, П. В. Исследования фазовых превращений в твердых тканях человеческого зуба при кариозном процессе методами рамановской микроспектроскопии и люминесценции / П. В. Середин, Д. Л. Голощапов, Ю. А. Ипполитов // Известия Российской академии наук. Серия физическая. – 2015. – Т. 79, № 2. – С. 250.
64. Сетко, Н. П. Особенности элементного баланса у детей с экологически детерминированной стоматологической заболеваемостью / Н. П. Сетко, И. Т. Мустафин // Здоровье населения и среда обитания. – 2021. – № 1. – С. 44–48.
65. Характеристика стоматологического статуса детей в условиях техногенного воздействия / Н.П. Сетко, А. А. Матчин, И. Т. Мустафин, Е. Б. Бейлина // Оренбургский медицинский вестник. – 2018. – № 3. – С. 21–27.

66. Скрипкина, Г. И. Минерализующий потенциал ротовой жидкости в детском возрасте / Г. И. Скрипкина, Е. В. Екимов, Т. С. Митяева // *Стоматология детского возраста и профилактика*. – 2019. – № 3. – С. 47–51.
67. Скрипкина, Г. И. Мониторинг показателей стоматологического здоровья школьников г. Омска с помощью европейских индикаторов / Г. И. Скрипкина, А. Ж. Гарифуллина, Т. И. Бурнашова // *Стоматология детского возраста и профилактика*. – 2019. – № 2. – С. 70–75.
68. Скульская, С. В. Вероятность развития стоматологической патологии у детей, проживающих в зонах различной антропогенной нагрузки на основе молекулярно-генетической оценки маркеров метаболизма соединительной ткани COL2A1 и MMP / С. В. Скульская, Т. Г. Вербицкая, О. В. Деньга // *Вісник стоматології*. – 2020. – № 1. – С. 12–17.
69. Сметанин, А. А. Ионобменные процессы в эмали зубов и средства для ее реминерализации (обзор литературы) / А. А. Сметанин, Е. В. Екимов, Г. И. Скрипкина // *Стоматология детского возраста и профилактика*. – 2020. – № 1. – С. 77–80.
70. Соловьева, Ж. В. Неинвазивные методы лечения кариеса эмали в стадии «белого пятна» / Ж. В. Соловьева, А. А. Адамчик, А. Т. Байгулаков // *Стоматология детского возраста и профилактика*. – 2019. – № 3. – С. 27–31.
71. Соловьева, Ж. В. Применение наногидроксиапатита в профилактике кариеса эмали / Ж. В. Соловьева // *Научный альманах*. – 2018. – № 3-2. – С. 165–167.
72. Риски здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами / Л. М. Фатхутдинова, Е. А. Тафеева, Г. А. Тимербулатова, Р. Р. Залялов // *Казанский медицинский журнал*. – 2021. – № 102 (6). – С. 862-876.
72. Хайдаров, А. М. Загрязнение окружающей среды и ее негативное воздействие на здоровье детского населения / А. М. Хайдаров, Э. Х. Дусмухамедов, Г. Т. Шорустамова [и др.] // *Stomatologiya*. – 2017. – № 4. – С. 8–11.
73. Особенности стоматологического здоровья детей в регионе с неблагоприятной экологической ситуацией на примере г. Чапаевска Самарской области /

- А. М. Хамадеева, Н. В. Ногина, Л. Ф. Лучшева, Л. Р. Баймуратова // Дальневосточный медицинский журнал. – 2018. – № 1. – С. 67–72.
74. Программа первичной профилактики кариеса зубов и болезней пародонта для населения г. Самары / А. М. Хамадеева, А. Мышенцева, Н. Филатова, Л. Розакова // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2017. – № 3. – Р. 71–76.
75. Влияние твердых взвешенных частиц атмосферного воздуха населенных пунктов на здоровье человека / А. С. Холодов, К. Ю. Кириченко, К. С. Задорнов, К. С. Голохваст // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2019. – № 49. – С. 81–88.
76. Экспериментальное обоснование управления процессами минерализации эмали постоянных зубов / Л. А. Хоменко, Г. В. Сороченко, Е. И. Остапко [и др.] // Современная стоматология. – 2020. – № 1. – С. 48–53.
77. Чуракова Ю. А. Микрорентгенография как стандартный метод оценки состояния слюны / Ю. А. Чуракова, А. А. Антонова // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2020. – № 2. – С. 79–81.
78. Шаковец, Н. В. Применение кальций-фосфатсодержащих средств для профилактики и неинвазивного лечения кариеса зубов / Н. В. Шаковец, А. В. Жилевич // Стоматологический журнал. – 2019. – № 2. – С. 91–96.
79. Эффективность профилактики вторичного кариеса в постоянных зубах у детей с помощью средств гигиены / М. А. Шевченко, Л. П. Кисельникова, А. Д. Исаев, К. И. Федотов // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2024. – №1. – С. 57–64.
80. Потребность в лечении осложненного кариеса временных зубов у детей / Т. Ю. Ширяк, Р. А. Салеев, Р. З. Уразова, О. Ю. Анисимова // Казанский медицинский журнал. – 2012. – Т. 93, № 4. – С. 634–637.
81. Исследование влияния факторов риска на прорезывание постоянных зубов у детей г. Владивостока / А. К. Яценко, Л. В. Транковская, Ю. Ю. Первов [и др.] // Проблемы стоматологии. – 2019. – № 4. – С. 170–176.

82. Abedi M. Nanotechnology in toothpaste : Fundamentals, trends, and safety / M. Abedi, Y. Ghasemi, M. M. Nemati // *Heliyon*. – 2024. – № 3. – P. e24949.
83. Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone / E. A. Abou Neel, A. Aljabo, A. Strange [et al.] // *Int. J. Nanomedicine*. – 2016. – Vol. 11. – P. 4743–4763.
84. Al-Qattan, S. I. Significance of teeth lead accumulation in age estimation / S. I. Al-Qattan, M. A. Elfawal // *Journal of Forensic and Legal Medicine*. – 2010. – Vol. 17, № 6. – P. 325–328.
85. Risk Assessment and Implications of Schoolchildren Exposure to Classroom Heavy Metals Particles in Jeddah, Saudi Arabia / M. A. Alghamdi, S. K. Hassan, N. A. Alzahrani [et al.] // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2019. – Vol. 16, № 24. – P. 5017.
86. Remineralization of artificial carious lesions using a novel fluoride incorporated bioactive glass dentifrice / A. M. Alhussain, A. A. Alhaddad, M. M. Ghazwi [et al.] // *Dent. Med. Probl*. – 2018. – Vol. 54, № 4. – P. 379–382.
87. Effect of iron on enamel demineralization and remineralization in vitro / K. M. Alves, K. S. Franco, K. T. Sasaki [et al.] // *Arch Oral Biol*. – 2011. – Vol. 56, № 11. – P. 1192–1198.
88. The Potential of Hydroxyapatite Toothpaste to Prevent Root Caries: A pH-Cycling Study / B. T. Amaechi, T. S. Phillips, V. Evans [et al.] // *Clin Cosmet Investig Dent*. 2021. – Vol. 31. – P. 315–324.
89. Comparative efficacy of a hydroxyapatite and a fluoride toothpaste for prevention and remineralization of dental caries in children / B. T. Amaechi, P. A. Abdul Azees, D. O. Alshareif [et al.] // *BDJ Open*. – 2019. – № 5. – P. 18.
90. Anti-caries evaluation of a nano-hydroxyapatite dental lotion for use after toothbrushing: An in situ study / B. T. Amaechi, D. O. Alshareif, P. A. A. Azees [et al.] // *J Dent*. – 2021. – № 115. – P. 103863.
91. Association of Environmental Cadmium Exposure with Pediatric Dental Caries / M. Arora, J. Weuve, J. Schwartz, R. O. Wright // *Environ Health Perspect*. – 2008. – Vol. 116, № 6. – P. 821–825.

92. Comparison of CPP-ACP, Tri-Calcium Phosphate and Hydroxyapatite on Remineralization of Artificial Caries like Lesions on Primary Enamel - An in vitro Study / M. Bajaj, P. Poornima, S. Praveen [et al.] // *J. Clin. Pediatr. Dent.* – 2016. – №. 40. – P. 404–409.
93. Environmental and physiological factors affecting lead and cadmium levels in deciduous teeth / J. Bayo, S. Moreno–Grau, M. J. Martinez [et al.] // *Archives of Environmental Contamination and Toxicology.* – 2001. – Vol. 41, № 2. – P. 247–254.
94. Bhattacharya, P. T. Nutritional aspects of essential trace elements in oral health and disease: an extensive review / P. T. Bhattacharya, S. R. Misra, M. Hussain // *Scientifica (Cairo).* – 2016. – № 5. – P. 46–43.
95. Bialek, M. The biomedical role of zinc in the functioning of the human organism / M. Bialek, A. Zyska // *Pol J Public Health.* – 2014. – Vol. 124, № 3. – P. 160–163.
96. Nano-hydroxyapatite use in dentistry : a systematic review / I. R. Bordea, S. Candrea, G. T. Alexescu [et al.] // *Drug Metab Rev.* – 2020. – Vol. 52, № 2. – P. 319–332.
97. The influence of antibacterial toothpastes on in vitro *Streptococcus mutans* biofilm formation : a continuous culture study / E. Brambilla, A. Ionescu, G. Cazzaniga [et al.] // *Am J Dent.* – 2014. – Vol. 27, № 3. – P. 160–166.
98. Dental caries experience and associated factors in 12-year-old-children : a population based-study / A. C. M. Brito, I. M. Bezerra, D. F. B. Cavalcante [et al.] // *Braz. Oral Res.* – 2020. – Vol. 34. – P. 10.
99. Remineralizing potential of clinpro and tooth mousse plus on artificial carious lesions / S. Buckshey, R. Anthonappa, N. M. King, A. Itthagaran // *Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* – 2019. – Vol. 43, № 2. – P. 103–108.
100. In vitro effects of nano-hydroxyapatite paste on initial enamel carious lesions / F. G. de Carvalho, B. R. Vieira, R. L. Santos [et al.] // *Pediatr Dent* 2014. – Vol. 36, № 3. – P. 85–89.
101. Self-Reported Dental Caries by Mexican Elementary and Middle-School Schoolchildren in the Context of Socioeconomic Indicators : A National

- Ecological Study / J. F. Casanova-Rosado, A. J. Casanova-Rosado, M. Minaya-Sánchez [et al.] // *Children*. – 2021. – Vol. 8, № 4. – P. 289.
102. Impact of experimental Nano-HAP pastes on bovine enamel and dentin submitted to a pH cycling model / L. P. Comar, B. M. Souza, L. F. Gracindo [et al.] // *Braz Dent J*. 2013. – Vol. 24, № 3. – P. 273–278.
103. Lead in saliva from lead-exposed and unexposed children / G. R. Costa de Almeida, C. Umbelino de Freitas, F. Barbosa [et al.] // *Sci. Total Environ.* – 2009. – Vol. 407. – P. 1547–1550.
104. Comparative evaluation of three different toothpastes on remineralization potential of initial enamel lesions : A scanning electron microscopic study / T. P. Chandru, M. Bazanth Yahiya, Faizal C. Peedikayil [et al.] // *Indian J Dent Res*. – 2020. – Vol. 31, № 2. – P. 217–223.
105. Curzon M. E. Relationships of trace elements in human tooth enamel to dental caries / M. E. Curzon, D. C. Crocker // *Arch Oral Biol*. – 1978. – № 23. – P. 647–653.
106. Oral health status of schoolchildren living in rural and urban areas in southern Brazil / N. A. Dalla, A. Dalmolin, L. D. Gindri [et al.] // *Braz. Oral Res.* – 2020. – Vol. 34. – P. e060.
107. Low levels of salivary metals, oral microbiome composition and dental decay / E. Davis, K. M. Bakulski, J. M. Goodrich [et al.] // *Sci. Rep.* – 2020. – Vol. 10, № 1. – P. 14640.
108. Dynamics of Dental Enamel Surface Remineralization under the Action of Toothpastes with Substituted Hydroxyapatite and Birch Extract / C. T. Dobrota, A. D. Florea, C. P. Racz [et al.] // *Materials (Basel)*. – 2024. – № 9. – P. 2038.
109. Delimont, N. M. Dental Caries Are Associated with Anemia in Pediatric Patients: A Systematic Literature Review / N. M. Delimont, N. Brandi Carlson, S. Nicke // *J. Allied Health*. – 2021. – Vol. 50, № 1. – P. 73–83.
110. Caries prevalence and caries experience (ICDAS II criteria) of 5-, 12- and 15-year-old Greek children in relation to socio-demographic risk indicators. Trends

- at the national level in a period of a decade / I. Diamanti, E. D. Berdouses, K. Kavvadia [et al.] // *Eur. Arch. Paediatr. Dent.* – 2021. – № 4. – P. 619-631.
111. Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change / S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio [et al.] // *Science.* – 2019. – № 13. – P. 366.
112. Prevalence of dental caries among schoolchildren from North-Eastern Italian population / A. Dobbiani, F. Berton, G. Perinetti [et al.] // *Minerva Stomatol.* – 2018. – Vol. 67, № 2. – P. 49–54.
113. Dye, B. A. Prevalence and measurement of dental caries in young children / B. A. Dye, K. L. Hsu, J. Afful // *Pediatr. Dent.* – 2015. – Vol. 37. – P. 200–216.
114. Ebadifar, A. Effect of nano-hydroxyapatite toothpaste on microhardness of artificial carious lesions created on extracted teeth / A. Ebadifar, M. Nomani, S. A. Fatemi // *J. Dent. Res. Dent. Clin. Dent. Prospects.* – 2017. – Vol. 11. – P. 14–17.
115. Ekambaram, M. Review of Enamel Remineralisation Potential of Calcium– and Phosphate-based Remineralisation Systems / M. Ekambaram, N. Siti, B. Mohd Said [et al.] // *Oral Health Prev Dent.* – 2017. – Vol. 15, № 5. – P. 415–420.
116. Modes of action and clinical efficacy of particulate hydroxyapatite in preventive oral health care – state of the art / J. Enax, H.-O. Fabritius, K. Fabritius-Vilpoux [et al.] // *Open Dent. J.* – 2019. – Vol. 13. – P. 274–287.
117. Enax, J. Synthetic hydroxyapatite as a biomimetic oral care agent / J. Enax, M. Epple // *Oral Health Prev. Dent.* – 2018. – Vol. 16. – P. 7–19.
118. Amounts of Sr and Ca eluted from deciduous enamel to artificial saliva related to dental caries / A. Enomoto, T. Tanaka, S. Kawagishi [et al.] // *Biol Trace Elem Res.* – 2012. – Vol. 148, № 2. – P. 170–177.
119. Eshghi, A. Effect of iron containing supplements on rats' dental caries progression / A. Eshghi, R. Kowsari-Isfahan, M. Rezaiefar [et al.] // *J Dent (Tehran).* – 2012. – № 9. – P. 14–19.

120. The cost-utility of school-based first permanent molar sealants programs : a Markov model / G. Espinoza-Espinoza, G. Corsini, R. Rojas [et al.] // *BMC Oral Health*. – 2019. – Vol. 19, № 1. – P. 293.
121. Caries-preventive effect of anti-erosive and nanohydroxyapatite-containing toothpastes in vitro / M. Esteves-Oliveira, H. Meyer-Lueckel, R. J. Wierichs [et al.] // *J A. Clin Oral Investig*. – 2016. – Vol. 21, № 1. – P. 291–300.
122. Farooq, I. The role of salivary contents and modern technologies in the remineralization of dental enamel: a narrative review / I. Farooq, A. Bugshan // *F1000Res*. – 2020. – Vol. 9. – P. 171.
123. Farooq, M. A. Silicon as Versatile Player in Plant and Human Biology / M. A. Farooq, K. J. Dietz // *Overlooked and Poorly Understood Front Plant Sci*. – 2015. – № 6. – P. 994.
124. Fatima, T. A precious trace element for oral health care? / T. Fatima, Z. B. Rahim, C. W. Lin / *J Pak Med Assoc*. – 2016. – Vol. 66, № 8. – P. 1019–1023.
125. Study protocol of the cost-effectiveness comparison of two preventive methods in the incidence of caries : A randomized, controlled clinical trial / M. Á. Fernández-Barrera, E. Lara-Carrillo, R. J. Scougall-Vilchis [et al.] // *Medicine*. – 2019. – Vol. 98, № 30. – P. e16634.
126. Aging and trace elements in human coronal tooth dentine / A. C. Fernández-Escudero, Isabel Legaz, Gemma Prieto-Bonete [et al.] // *Sci Rep*. – 2020. – № 10. – P. 9964.
127. Dental enamel as biomarker for environmental contaminants in relevant industrialized estuary areas in São Paulo, Brazil / V. L. Ferreira de Oliveira, R. F. Gerlach, L. C. Martins [et al.] // *Environ Sci Pollut Res Int*. – 2017. – Vol. 24, № 16. – P. – P. 14080–14090.
128. Association Between Environmental Health, Ecosystem Vitality, and Early Childhood Caries / M. O. Folayan, M. El Tantawi, R. J. Schroth [et al.] // *Front. Pediatr*. – 2020. – Vol. 8. – P. 196.

129. Primary teeth microhardness and lead (Pb) levels / B. Foxman, E. Kolderman, E. Salzman [et al.] // *Heliyon*. – 2019. – Vol. 5, № 4. – P. 15–20.
130. Freire, I. R. Anticaries effect of low-fluoride dentifrices with phosphates in children: a randomized, controlled trial / I. R. Freire, J. P. Pessan, J. G. Amaral [et al.] // *J. Dent.* – 2016. – Vol. 50. – P. 37–42.
131. Trace elements can influence the physical properties of tooth enamel / E. Ghadimi, H. Eimar, B. Marelli [et al.] // *Springerplus*. – 2013. – № 2. – P. 499.
132. Geeta, R. D.: Comparative evaluation of remineralization potential of nanohydroxyapatite crystals, bioactive glass, casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate, and fluoride on initial enamel lesion (scanning electron microscope analysis) – An in vitro study / R. D. Geeta, S. Vallabhaneni, K. Fatima // *J Conserv Dent.* – 2020. – Vol. 23, № 3. – P. 275–279.
133. Blood lead level and dental caries in school-age children / A. Gemmel, M. Tavares, S. Alperin [et al.] // *Environ Health Perspect.* – 2002. – № 110. – P. A625.
134. Trace elements can influence the physical properties of tooth enamel / E. Ghadimi, H. Eimar, B. Marelli [et al.] // *Springerplus*. – 2013. – № 2. – P. 499.
135. Remineralization of demineralized enamel by toothpastes: A scanning electron microscopy, energy dispersive X-ray analysis, and threedimensional stereomicrographic study / E. S. Gjorgievska, J. W. Nicholson, I. J. Slipper, M. M. Stevanovic // *Microsc Microanal.* – 2013. – Vol. 19, № 3. – P. 587–595.
136. Göen, K. K. Human Biomonitoring of Lead Exposure / K. K. Göen // *Met Ions Life Sci.* – 2017. – № 10. – P. 17
137. Combined effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and sodium trimetaphosphate on the prevention of enamel demineralization and dental caries: an in vitro study / F. M. C. Gonçalves, A. C. B. Delbem, L. F. Gomes [et al.] // *Clin. Oral Investig.* – 2021. – Vol. 25, № 5. – P. 2811–2820.
138. Grewal, N. Surface remineralization potential of nano-hydroxyapatite, sodium monofluorophosphate, and amine fluoride containing dentifrices on primary and

- permanent enamel surfaces : An in vitro study / N. Grewal, N. Sharma, N. Kaur // *J. Indian. Soc. Pedod. Prev. Dent.* – 2018. – Vol. 36, № 2. – P. 158–166.
139. Mineral densities and elemental content in different layers of healthy human enamel with varying teeth age / B. He, S. Huang, C. Zhang [et al.] // *Arch Oral Biol.* – 2011. – Vol. 56, № 10. – P. 997–1004.
140. Effect of desensitizing toothpastes on dentine hypersensitivity: A systematic review and meta-analysis / M-L. Hu, G. Zheng, Y-D. Zhang [et al.] // *J Dent.* – 2018. – № 75. – P. 12–21.
141. Remineralization potential of nano-hydroxyapatite on initial enamel lesions : An in vitro study / S. Huang, S. Gao, L. Cheng, H. Yu // *Caries Res.* – 2011. – Vol. 45. – P. 460–468.
142. The effect of nano-hydroxyapatite toothpaste on artificial enamel carious lesion progression: An in vitro pH-cycling study / A. Itthagarun, N. M. King, Y. M. Cheung [et al.] // *Hong Kong Dent J.* – 2010. – № 7. – P. 61–66.
143. Characteristics, Accumulation, and Potential Health Risks of Antimony in Atmospheric Particulate Matter / J. Jiang, Y. Wu, G. Sun, L. Zhang // *ACS Omega.* – 2021. – Vol. 1, № 6. – P. 9460–9470.
144. Jugdaohsingh, R. Silicon and bone health / R. Jugdaohsingh // *J Nutr Health Aging.* – 2007. – Vol. 11, № 2. – P. 99–110.
145. Juntavee, A. Remineralization Potential of Nanohydroxyapatite Toothpaste Compared with Tricalcium Phosphate and Fluoride Toothpaste on Artificial Carious Lesions / A. Juntavee, N. Juntavee, P. Hirunmoon // *Int. J. Dent.* – 2021. – № 2021. – P. 5588832.
146. Kani, T. The effect of apatite-containing dentifrices on artificial caries lesions / T. Kani, M. Kani, A. Isozaki // *J of the Japanese Society of Dental Health.* – 1988. – № 38. – P. 364–365.
147. Kensche, A. Efficacy of a mouthrinse based on hydroxyapatite to reduce initial bacterial colonisation in situ / A. Kensche, C. Holder, S. Basche // *Arch Oral Biol.* – 2017. – № 80. – P. 18–26.

148. Association between Low blood lead levels and increased risk of dental caries in children : a cross-sectional study / Y. S. Kim, M. Ha, H. J. Kwon [et al.] // *BMC Oral Health*. – 2017. – Vol. 17, № 1. – P. 42.
149. Evaluation of calcium and magnesium contents in tooth enamel without any pathological changes : in vitro preliminary study / E. Klimuszko, K. Orywal, T. Sierpiska [et al.] // *Odontology*. – 2018. – Vol. 106, № 4. – P. 369–376.
150. The evaluation of zinc and copper content in tooth enamel without any pathological changes – an in vitro study / E. Klimuszko, K. Orywal, T. Sierpiska [et al.] // *Int J Nanomedicine*. – 2018. – № 13. – P. 1257–1264.
151. Prevalence of main dental diseases in children who live in conditions of biogeochemical fluorine and iodine deficiency / Y. Y. Kostenko, V. S. Melnyk, L. F. Horzov, S. B. Kostenko // *Dent. Res. J.* – 2019. – Vol. 16, № 4. – P. 271–275.
152. Concentrations of trace element in human dentin by sex and age / A. Kumagai, Y. Fujata, S. Endo, K. Itai // *Forensic Sci Int*. – 2012. – № 219. – P. 29–32.
153. Dental Enamel Formation and Implications for Oral Health and Disease / S. R. Lacruz, S. Habelitz, J. T. Wright, M. L. Paine // *Physiol. Rev.* – 2017. – Vol. 97, № 3. – P. 939–993.
154. Laurisch, L. Определение риска возникновения кариеса / L. Laurisch // *Новое в стоматологии*. – 2013. – № 4. – P. 2–13.
155. Environmental tin exposure in a nationally representative sample of U.S. adults and children : The National Health and Nutrition Examination Survey 2011–2014 / H. J. Lehmler, M. Gadogbe, B. Liu, W. Bao // *Environ Pollut.* – 2018. – № 240. – P. 599–606.
156. The national trend of blood lead levels among Chinese children aged 0–18 years old, 1990–2012 / M. M. Li, J. Cao, J. Xu [et al.] // *Environ Int.* – 2014. – Vol. 71. – P. 109–117.
157. Li, Z. Strontium concentrations and isotope ratios in enamel of healthy and carious teeth in southern Shaanxi, China Zhangdong / Z. Li, M. He, B. Peng // *Jin Rapid Commun Mass Spectrom.* – 2013. – Vol. 27, № 17. – P. 1919–1924.

158. Limeback, H. Biomimetic hydroxyapatite and caries prevention: a systematic review and meta-analysis / H. Limeback, J. Enax, F. Meyer // *Can J Dent Hyg.* – 2021. – № 3. – P. 148–159.
159. Lippert, F. Strontium and caries: a long and complicated relationship / F. Lippert, A. T. Hara // *Caries Res.* – 2013. – Vol. 47, № 1. – P. 34–49
160. Lynch, R. J. M. Chapter 4 : Microelements : Part I : Zn, Sn, Cu, Fe and I. / R. J. M. Lynch, R. M. Duckworth // *Monogr Oral Sci.* – 2020. – № 28. – P. 32–47.
161. Lynch, R. J. M. Chapter 5 : Microelements : Part II : F, Al, Mo and Co / R. J. M. Lynch, R. M. Duckworth // *Monogr Oral Sci.* – 2020. – № 28. – P. 48–58.
162. Evaluation of the efficacy of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on remineralization of white spot lesions in vitro and clinical research: a systematic review and meta-analysis / X. Ma, N. Lin, T. Zhong, F. Xie // *BMC Oral Health.* – 2019. – Vol. 19, № 1. – P. 295.
163. Remineralization potential of dentifrice containing nanohydroxyapatite on artificial carious lesions of enamel : A comparative in vitro study / N. Manchery, J. John, N. Nagappan [et al.] // *Dent. Res. J.* – 2019. – Vol. 16, № 5. – P. 310–317.
164. Sigel, Astrid. Cadmium : from toxicity to essentiality / Astrid Sigel, Helmut Sigel, Roland K. O. Sigel. – Springer Netherlands, 2013. – 560 p.
165. Mehri, A. Trace Elements in Human Nutrition (II) – An Update / A. Mehri // *J Prev Med.* – 2020. – № 11. – P. 3.
166. Effect of hydroxyapatite nanoparticles on enamel remineralization and estimation of fissure sealant bond strength to remineralized tooth surfaces : an in vitro study / M. Memarpour, F. Shafiei, A. Rafiee [et al.] // *BMC Oral Health.* – 2019. – Vol. 19, № 1. – P. 92.
167. Moss, M. E. Association of dental caries and blood lead levels / M. E. Moss, B. P. Lanphear, P. Auinger // *JAMA.* – 1999. – Vol. 281. – P. 2294–2298.
168. Remineralization of early caries by a nano-hydroxyapatite dentifrice / K. Najibfard, K. Ramalingam, I. Chedjieu, B.T. Amaechi // *J Clin Dent.* – 2011. – Vol. 22, № 5. – P. 139–143.

169. Nishimuta M. Dietary Salt (Sodium Chloride) Requirement and Adverse Effects of Salt Restriction in Humans / M. Nishimuta, N. Kodama, Y. Yoshitake // *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. – 2018. – Vol. 64, № 2. – P. 83–89.
170. Obregón-Rodríguez, N. Prevalence and caries-related risk factors in schoolchildren of 12- and 15-year-old : a cross-sectional study / N. Obregón-Rodríguez, P. Fernández-Riveiro, M. Piñeiro-Lamas [et al.] // *BMC Oral Health*. – 2019. – Vol. 19, № 1. – P. 120.
171. The use of hydroxyapatite toothpaste to prevent dental caries / K. O'Hagan-Wong, J. Enax, F. Meyer, B. Ganss // *Odontology*. – 2022. – № 2. – P. 223–230.
172. Pajor, K. Hydroxyapatite and Fluorapatite in Conservative Dentistry and Oral Implantology – A Review / K. Pajor, L. Pajchel, J. Kolmas // *Materials (Basel)*. – 2019. – Vol. 12, № 17. – P. 2683.
173. Impact of a toothpaste with microcrystalline hydroxyapatite on the occurrence of early childhood caries : a 1-year randomized clinical trial / E. Paszynska, M. Pawinska, M. Gawriolek [et al.] // *Sci. Rep.* – 2021. – Vol. 11, № 1. – P. 2650.
174. Caries-preventing effect of a hydroxyapatite-toothpaste in adults : a 18-month double-blinded randomized clinical trial / E. Paszynska, M. Pawinska, J. Enax [et al.] // *Front Public Health*. – 2023. – № 11. – P. 1199728.
175. Comparative evaluation of remineralizing potential of three agents on artificially demineralized human enamel : An in vitro study / N. Patil, S. Choudhari, S. Kulkarni, S. R. Joshi // *J. Conserv. Dent.* – 2013. – Vol. 16. – P. 116.
176. Pepla, E. Nano-hydroxyapatite and its applications in preventive, restorative and regenerative dentistry : a review of literature / E. Pepla, L.K. Besharat, G. Palaia [et al.] // *Ann. Stomatol.* – 2014. – Vol. 20. – P. 108–114.
177. Peres, M. A. Oral diseases: a global public health challenge / M. A. Peres, L. M. D. Macpherson, R. J. Weyant [et al.] // *Lancet*. – 2019. – Vol. 394, № 10194. – P. 249–260.
178. Perng, W. Early Life Exposure in Mexico to Environmental Toxicants Project / W. Perng, M. Tamayo-Ortiz, L. Tang [et al.] // *BMJ Open*. – 2019. – № 26. – P. 9.

179. Pfarrer, A. M. Challenges of implementing new remineralization technologies / A. M. Pfarrer, R. L. Karlinsky // *Adv Dent Res.* – 2009. – Vol. 21, № 1. – P. 79–82.
180. Pham, T. A. V. Factors related to dental caries in 10-year-old Vietnamese schoolchildren / T. A. V. Pham, P. A. Nguyen // *Int. Dent. J.* – 2019. – Vol. 69, № 3. – P. 214–222.
181. Philip, N. State of the Art Enamel Remineralization Systems : The Next Frontier in Caries Management / N. Philip // *Caries Res.* – 2019. – Vol. 53, № 3. – P. 284–295.
182. Aspects of correlation between the surface analysis and heavy metal content in temporary teeth from areas with various pollution levels of Romania / M. Prodana, A. Meghea, G. Stanciu [et al.] // *International J of Environmental Science and Development.* – 2010. – Vol. 1, № 1. – P. 47–52.
183. Qamar, Z. Influence of trace elements on dental enamel properties : A review / Z. Qamar, C. H. Rahim, T. Fatima // *The Journal of the Pakistan Medical Association.* – 2017. – Vol. 67, № 1. – P. 116–120.
184. Riyat, M. Significance of trace element profile of blood of persons with multiple caries versus sound teeth / M. Riyat, D. C. Sharma // *Biol Trace Elem Res.* – 2010. – № 2. – P. 174–179.
185. Fissure Depth and Caries Incidence in First Permanent Molars : A Five-Year Follow-Up Study in Schoolchildren / L. Sánchez-Pérez, M. E. Irigoyen-Camacho, N. Molina-Frechero, M. Zepeda-Zepeda // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* – 2019. – Vol. 16, № 19. – P. 45–50.
186. Sanders, A. E. Blood Lead Levels and Dental Caries in U.S. Children Who Do Not Drink Tap Water / A. E. Sanders, G. D. Slade // *Am. J. Prev. Med.* – 2018. – Vol. 54, № 2. – P. 157–163.
187. Schlagenhauf, U. SImpact of a non-fluoridated microcrystalline hydroxyapatite dentifrice on enamel caries progression in highly caries-susceptible orthodontic patients : A randomized, controlled 6-month trial / U. Schlagenhauf,

- K.H. Kunzelmann, C. Hannig [et al.] // *J. Investig. Clin. Dent.* – 2019. – Vol. 10, № 2. – P. e12399.
188. The Effect of Ca and Mg Concentrations and Quantity and Their Correlation with Caries Intensity in School-Age Children / M. Sejdini, K. Meqa, N. Berisha [et al.] // *Int. J. Dent.* – 2018. – № 2018. – P. 2759040. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29853893/> (accessed: 16.10.2024).
189. Enamel mineral content in patients with severe tooth wear / T. Sierpińska, K. Orywal, J. Kuc [et al.] // *Int J Prosthodont.* – 2013. – Vol. 26, № 5. – P. 423–428.
190. Calcium and phosphorus content of plaque and saliva in relation to dental caries / L. Shaw, J. J. Murray, C. K. Burchell, J. S. Best // *Caries Res.* – 1983. – Vol. 17, № 06. – P. 543–548.
191. Shashikiran, N. D. Estimation of trace elements in sound and carious enamel of primary and permanent teeth by atomic absorption spectrophotometry: an in vitro study / N. D. Shashikiran, V. V. Subba Reddy, M. C. Hiremath // *Indian J Dent Res.* – 2007. – № 4. – P. 157–162.
192. Shishniashvili, T. E. Primary Teeth and Hair as Indicators of Environmental Pollution / T. E. Shishniashvili, N. N. Suladze, V. V. Margvelashvili // *J Clin Pediatr Dent.* – 2016. – № 2. – P. 152–155.
193. Soltanimehr, E. Efficacy of diode and CO(2) lasers along with calcium and fluoride-containing compounds for the remineralization of primary teeth / E. Soltanimehr, E. Bahrampour, Z. Yousefvand // *BMC Oral Health.* – 2019. – Vol. 19, № 1. – P. 121.
194. In Vivo Effects of a Hydroxyapatite-Based Oral Care Gel on the Calcium and Phosphorus Levels of Dental Plaque / H. Sudradjat, E. Meyer, K. Loza [et al.] // *Eur. J. Dent.* – 2020. – Vol. 14, № 2. – P. 206–211.
195. Tacail, T. Spatial distribution of trace element Ca-normalized ratios in primary and permanent human tooth enamel / T. Tacail, L. Kovačiková, J. Brůžek, V. Balter // *Sci Total Environ.* – 2017. – № 15. – P. 603–604.

196. Aluminum concentrations in human deciduous enamel and dentin related to dental caries / T. Tanaka, K. Maki, Y. Hayashida, M. Kimura // *J Trace Elem Med Biol.* – 2004. – Vol. 18, № 2. – P. 149–154.
197. Tange T. A study of trace elements in deciduous teeth. The differences of Cd, Zn, Pb, and levels in prenatally and postnatally formed deciduous teeth / T. Tange // *Kanagawa Shigaku.* – 1990. – № 4. – P. 653–670.
198. The impact of a school-based tooth-brushing program on dental caries : a cross-sectional study / Y. Tashiro, K. Nakamura, K. Seino [et al.] // *Environ Health Prev. Med.* – 2019. – Vol. 24, № 1. – P. 83.
199. Comparative analysis of the remineralization potential of CPP-ACP with Fluoride, Tri-Calcium Phosphate and Nano Hydroxyapatite using SEM/EDX – An in vitro study / C. Thimmaiah, P. Shetty, S. B. Shetty [et al.] // *J. Clin. Exp. Dent.* – 2019. – Vol. 11, № 12. – P. e1120–e1126.
200. Lead exposure may affect gingival health in children / B. Tort, Y. H. Choi, E. K. Kim [et al.] // *BMC Oral Health.* – 2018. – Vol. 18, № 1. – P. 79.
201. Enamel and dentine remineralization by nano–hydroxyapatite toothpastes / P. Tschoppe, D. L. Zandim, P. Martus [et al.] // *J. Dent.* – 2011. – № 39. – P. 430–437.
202. Tulumbac, F. Efficacy of different remineralization agents on treating incipient enamel lesions of primary and permanent teeth / F. Tulumbac, A. A. Oba // *J. Conserv. Dent.* – 2019. – Vol. 22, № 3. – P. 281–286.
203. Tulumbaci, F. In vitro remineralization of primary teeth with a mineralization–promoting peptide containing dental varnish / F. Tulumbaci, M. J. Gungormus // *Appl. Oral Sci.* – 2020. – Vol. 28. – P. 250–259.
204. Vyavhare, S. Effect of three different pastes on remineralization of initial enamel lesion : an in vitro study/ S. Vyavhare, D. S. Sharma, V. K. Kulkarni [et al.] // *J Clin Pediatr Dent. Winter.* – 2015. – Vol. 39, № 2. – P. 149–160.
205. Walsh, L. J. Contemporary technologies for remineralization therapies : A review / L. J. Walsh // *Internayional dentistry.* – 2009. – Vol. 11, № 6. – P. 6–16.

206. The associations between lead exposure at multiple sensitive life periods and dental caries risks in permanent teeth / Y. Wu, E. C. Jansen, K. E. Peterson [et al.] // *Sci. Total. Environ.* – 2019. – Vol. 654. – P. 1048–1055.
207. Wychowanski, P. Evaluation of Metal Ion Concentration in Hard Tissues of Teeth in Residents of Central Poland / P. Wychowanski, K. Malkiewicz // *Biomed. Res. Int.* – 2017. – № 2017. – P. 6419709.
208. Effect of nanohydroxyapatite on surface mineralization in acid-etched dentinal tubules and adsorption of lead ions / J. Yang, P. Yuan, C. Liu [et al.] // *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao.* – 2020. – Vol. 40, № 9. – P. 1307–1312.
209. Specific binding and mineralization of calcified surfaces by small peptides / D. K. Yarbrough, E. Hagerman, R. Eckert [et al.] // *Calcif. Tissue Int.* – 2010. – Vol. 86, № 1. – P. 58–66.
210. Effect of trace elements on dental caries in human tooth / C. J. Yem, C. L. Lin, C. C. Hu [et al.] // *Chung Shan Med J.* – 1991. – № 2. – P. 72–81.
211. Blood levels of lead and dental caries in permanent teeth / J. F. Yepes, J. McCormick-Norris, L. A. Vinson [et al.] // *J. Public Health Dent.* – 2020. – Vol. 80, № 4. – P. 297–303.
212. Youravong, N. The periodontal health of lead-exposed children living in a shipyard industrial area / N. Youravong, R. Teanpaisan // *Toxicol. Ind. Health.* – 2015. – Vol. 31, № 5. – P. 459–466.
213. Biofilm layers affect the treatment outcomes of NaF and Nano-hydroxyapatite / M. Zhang, L. B. He, R. A. Exterkate [et al.] // *J Dent Res.* – 2015. – Vol. 94, № 4. – P. 602–607.
214. Casein phosphopeptide–amorphous calcium phosphate remineralization of primary teeth early enamel lesions / C. Zhou, D. Zhang, Y. Bai, S. Li // *J. Dent.* – 2014. – Vol. 42, № 1. – P. 21–29.
215. Caries prevalence of the first permanent molars in 6–8 years old children / F. Zhu, Y. Chen, Y. Yu [et al.] // *PLoS One.* – 2021. – Vol. 16, № 1. – P. e0245345.

216. Zohoori, F. V. Chapter 5: Microelements: Part II: F, Al, Mo and Co /
F. V. Zohoori, M. Ralph // Monogr Oral Sci. – 2020. – Vol. 2, № 28. – P. 4.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Рисунок 2.1 – Дизайн исследования.....	30
Таблица 2.1 – Критерии включения, невключения и исключения из группы наблюдения.....	31
Рисунок 2.2 – Интерпретация теста микрокристаллизации ротовой жидкости по П.А. Леусу: А-1 балл – россыпь хаотически расположенных структур неправильной формы; Б-2 балла – тонкая сетка линий по всему полю зрения; В-3 балла – отдельные кристаллы неправильной формы на фоне сетки и глыбок; Г-4 балла – древовидные кристаллы средних размеров; Д-5 баллов – четкая, крупная, похожая на папоротник или паркет кристаллическая структура	35
Рисунок 2.3 – Кариесрезистентность по интерпретации ТЭР-теста; 10-балльная шкала синего цвета	36
Рисунок 2.4 – Пациент А., 8 лет. Оценка кариесрезистентности эмали (ТЭР-тест)	36
Рисунок 2.5 – Пациент З., 7 лет. Определение рН ротовой жидкости	37
Рисунок 2.6 – Пациент К., 8 лет. Оценка электропроводности эмали зуба	38
Рисунок 2.7 – Атомно-эмиссионный спектрометр	40
Таблица 2.2 – Распределение профилактических групп детей в зависимости от места проживания и используемой комбинации средств гигиены рта.....	42
Рисунок 2.8 – Проведение классного часа в школе: «О правильном уходе за зубами».....	43
Таблица 3.1 – Сравнительный анализ социально-экономических показателей Лаишевского и Нижнекамского муниципальных районов Республики Татарстан (2015–2017 гг.).....	46
Рисунок 3.1 – Отдельные химические вещества и значение ПДК в воде источников хозяйственно-бытового водоснабжения г. Нижнекамска и	

г. Лаишево за 2012–2017 гг.: а) значение ПДК и содержание железа;	
б) значение ПДК и содержание кремния; в) значение ПДК и	
содержание фторидов; г) значение ПДК и содержание кальция	
норме	49
Рисунок 3.2 – Отдельные химические вещества и значение ПДК в питьевой воде	
г. Нижнекамска и г. Лаишево за 2012–2017 гг. в сравнительном аспекте:	
а) значение ПДК и содержание железа; б) значение ПДК и	
содержание кремния; в) значение ПДК и содержание фторидов; г)	
значение ПДК и содержание кальция.....	50
Рисунок 3.3 – Сравнительный анализ качества почвы по отдельным химическим	
веществам в г. Нижнекамске и г. Лаишево 2012–2017 гг.:	
а) содержание кадмия в пробах почвы; б) содержание свинца в	
пробах почвы; в) содержание цинка в пробах почвы; г) содержание	
меди в пробах почвы	51
Рисунок 3.4 – Данные осложнения течения беременности по результатам	
анкетирования матерей исследуемых детей г.Лаишево и	
г.Нижнекамска	53
Рисунок 3.5 – Регулярность чистки зубов детей по результатам анкетирования	
родителей в г. Лаишево и в г. Нижнекамске.....	53
Рисунок 3.6 – Распространенность кариеса зубов у детей г. Лаишево и	
г. Нижнекамска	57
Рисунок 3.7 – Интенсивность кариеса постоянных зубов в г. Лаишево	
и г. Нижнекамске.....	58
Рисунок 3.8 –Распространенность системной гипоплазии и раннего прорезывания	
постоянных зубов детей в г. Лаишево и в г. Нижнекамске	59
Рисунок 3.9 – Результаты оценки гигиенического индекса зубов детей в г.	
Лаишево и г. Нижнекамске.....	59
Рисунок 3.10 – Результаты значения рН ротовой жидкости у детей г. Лаишево	
и г. Нижнекамска.....	60
Рисунок 3.11 – Результаты теста микрокристаллизации ротовой жидкости	

у детей в г. Лаишево и г. Нижнекамске	61
Рисунок 3.12 – Кислотоустойчивость эмали зубов (ТЭР-тест) детей младшего школьного возраста, проживающих в г. Нижнекамске (А) и г. Лаишево (Б).....	62
Рисунок 3.13 – Результаты электрометрической диагностики твердых тканей зубов у детей в г. Лаишево и г. Нижнекамске.....	63
Таблица 3.2 – Содержание макроэлементов в твердых тканях зубов детей 7– 8 лет, родившихся и постоянно проживающих в выбранных районах, мг/кг.....	66
Таблица 3.3 – Содержание токсичных и других химических элементов в твердых тканях зубов детей г.Лаишево и г.Нижнекамска, мг/кг	69
Таблица 3.4 – Содержание микроэлементов в твердых тканях зубов у детей 7–8 лет, г. Лаишево и г. Нижнекамска, мг/кг.....	70
Рисунок 3.14 – Сравнительный анализ содержания микроэлементов в зубах детей г. Лаишево и г. Нижнекамска.....	71
Таблица 3.5 – Динамика средних значений интенсивности кариеса зубов КПУ(п) и прироста кариеса в профилактических группах детей г. Нижнекамска	74
Рисунок 3.15 – Динамика гигиенического индекса при использовании комбинаций средств гигиены рта у детей г. Нижнекамска	74
Рисунок 3.16 – Динамика микрокристаллизации ротовой жидкости при использовании комбинаций средств гигиены рта у детей г. Нижнекамска.....	75
Рисунок 3.17 – Тест микрокристаллизации ротовой жидкости пациента В., 7 лет: а) до использования комбинаций средств гигиены рта в г. Нижнекамска (1 балл); б) после использования комбинаций средств гигиены рта в г. Нижнекамске (4 балла).....	75
Рисунок 3.18 – Динамика ТЭР-теста у детей г. Нижнекамска при использовании комбинаций средств гигиены рта через 3 месяца, через 6 месяцев, через 9 месяцев, через 12 месяцев	76

- Таблица 3.6 – Динамика средних значений интенсивности кариеса зубов КПУ(п) и прироста кариеса в профилактических группах детей г. Лаишево 77
- Рисунок 3.19 – Динамика гигиенического индекса при использовании комбинаций средств гигиены рта у детей г. Лаишево 78
- Рисунок 3.20 – Динамика микрокристаллизации ротовой жидкости при использовании комбинаций средств гигиены рта у детей г. Лаишево 78
- Рисунок 3.21 – Динамика изменения ТЭР-теста у детей г. Лаишево при использовании комбинаций средств гигиены через 3 месяца, через 6 месяцев, через 9 месяцев, через 12 месяцев..... 79
- Рисунок 3.22 – Прирост интенсивности кариеса зубов в различных группах профилактики в г. Нижнекамске и г. Лаишево через 12 месяцев.. 81
- Таблица 3.7 – Доля пациентов с различной кислотоустойчивостью эмали зубов при использовании различных комбинаций средств гигиены рта..... 83
- Таблица 3.8 – Электропроводность бугров и экватора первых моляров при использовании различных комбинаций средств гигиены рта..... 84

Приложение 1

Анкета для родителей

Анкета

Уважаемые родители, кафедра стоматологии детского возраста Казанского Государственного Медицинского Университета проводит исследование с целью выявления и уточнения влияния неблагоприятных экологических факторов окружающей среды на стоматологическое здоровье ребенка и просит Вас принять участие, ответив на вопросы нашей анкеты.

ФИО мамы _____ ФИО ребенка _____

Адрес проживания _____ конт тел: _____

1. Ваш возраст:

- От 20 до 29 лет
 От 30 до 39 лет
 От 40 до 49 лет
 От 50 и старше

2. Ваше образование:

- Общее среднее
 Среднее специальное
 Незаконченное высшее
 Высшее

3. Другие дети, возраст

- _____

4. Ваше место работы до и в период беременности _____

5. Срок проживания Вашего ребенка в этом городе _____

6. Ваш срок проживания в этом городе _____

7. В каком населенном пункте проходила Ваша беременность _____

8. Как проходила Ваша беременность**в I триместре:**

- без патологий
 наблюдался токсикоз
 ОРВИ, ОРЗ
 прием антибиотиков
 гестоз, угроза выкидыша
 обострение хронических заболеваний
 аллергические заболевания
 Другое _____

во II триместре:

- без патологий
 наблюдался токсикоз
 ОРВИ, ОРЗ
 прием антибиотиков
 гестоз, угроза выкидыша
 обострение хронических заболеваний
 аллергические заболевания
 Другое _____

в III триместре:

- без патологий
 наблюдался токсикоз
 ОРВИ, ОРЗ
 прием антибиотиков
 гестоз, угроза выкидыша
 обострение хронических заболеваний
 аллергические заболевания
 Другое _____

9. Ваш ребенок родился:

- в срок, здоровый
 недоношенный, здоровый
 имела место патология родов
 укажите какая _____

**10. От 0 до 3 лет жизни
Ваш ребенок:**

- аллергические заболевания
 болел редко 1-2 раза в год
 болел 3-4 раза в год
 часто принимал антибиотики (2-3 раза в год)
 сформировались хронические заболевания (гастрит, пиелонефрит и др.)

11. От 3 до 6 лет Ваш ребенок болел:

- не более 1-2 раз в год
 болеет 3-4 раза в год
 сформировались хронические заболевания
 аллергические заболевания

12. Сопутствующие хронические заболевания Вашего ребенка:

- заболевания мочеполовой системы
 заболевания желуд. кишеч. тракта
 заболевания сердечно-сосудистой системы
 заболевания легких
 аллергические заболевания
 неврологические заболевания
 Другое _____

13. Когда прорезались временные зубы Вашего ребенка:

- в срок (с 6 месяцев)
 ранее прорезывание (3-4 месяцев)
 позднее прорезывание (после 12 месяцев)

14. Ваш ребенок чистит зубы:

- не чистит
 1 раз в день
 несколько раз в неделю
 2 раза в день

15. Контролируете ли Вы чистку зубов своего ребенка:

- не контролирую
- регулярно
- от случая к случаю
- чистим ребенку зубы сами

16. Ваш ребенок употребляет молочные продукты:

- каждый день
 - 3-4 раза в неделю
 - 0-2 раза в неделю
-

17. Ваш ребенок употребляет свежие овощи, фрукты, зелень:

- каждый день
 - 3-4 раза в неделю
 - 0-2 раза в неделю
-

18. Сколько раз в день принимает пищу Ваш ребенок

- не более 3-х раз в день
- не более 5 раз в сутки
- 6-7 раз в сутки
- более 7 раз в день

19. Как часто Ваш ребенок употребляет сладкое, печенье и тп., газирован напитки

- каждый день 3-4 раза в день и более
- 1-2 раза в день
- не употребляет
- не каждый день, редко

20. Как Вы оцениваете состояние своих зубов:

- здоровые зубы, лечу редко.
- плохое (3 и более новых пломб в год; почти на всех зубах пломбы)
- удовлетворительное (1-2 новые пломбы)
- есть проблемы с заболеваниями десен

21. Как изменился Ваш стоматологический статус в период беременности:

- без изменений
- появились новые кариозные зубы 1-2
- появились новые кариозные зубы 3 и более
- появились кариозные пятна
- выпали все пломбы

22. Какими средствами гигиены пользуется Ваш ребенок

- использует фторсодержащую зубную пасту и ополаскиватель, у стоматолога-фторгели и фторлаки
- использует фторсодержащую зубную пасту и редко ополаскиватель
- использует только фторсодержащую пасту для взрослых
- использует детскую пасту без фтора
- использует зубную нить
- использует только детскую пасту со фтором

23. Как часто Ваш ребенок посещает стоматолога

- 0 - 1 раз в год
- 2 - 4 раза в год

Приложение 2

Памятка для детей младшего школьного возраста

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ПРОЦЕДУРЫ
ДЛЯ ШКОЛЬНИКА

1. Помыть руки.
2. Прополоскать интенсивно водой (холодной) или ополаскивателем 10-30 сек.
3. Флоссинг- почистить межзубные промежутки нитями. Прополоскать.
4. Язык почистить. Прополоскать.
5. Почистить зубы.
6. Прополоскать противокариозным ополаскивателем 10-30 сек.
7. Почистить ортодонтические протезы зубной щеткой и пастой (при их наличии).
8. Помыть щетку, поставить вверх головкой.



МОТИВАЦИЯ

С 6 лет появляются элементы абстрактного и логического мышления. Дети могут представить, что такое микроб, как он разрушает зуб. Дети любознательны, хорошо запоминают, имеют развитую моторику. Обучение в этом возрасте может быть основано на принципе «помоги младшему». Важное значение имеет демонстрация на личном примере. Привычки ребенка, основы его поведения берут корни от нас, родителей. Об этом красноречиво говорит поговорка «облока от облока недалеко падает». Почему ребенок не любит чистить зубы или чистит для «галочки»? Нужно найти ответ на этот вопрос. Вероятнее всего не выработана с раннего детства эта положительная привычка, а может быть подобрана неправильно щетка с некачественной щетиной, парашающей десна или зубная паста имеет неприятный для ребенка мятный вкус.

Стимулом к чистке зубов могут быть: яркий, красивый дизайн зубной щетки с таймером; песочные часы; календарь чистки зубов, где ребенок отмечает галочкой процедуру чистки и в конце месяца получает подарок от «Зубной феи»; ополаскиватель для выветривания зубного налета; обучение гигиене и контролируемая чистка зубов у детского стоматолога др.



ЖЕВАТЕЛЬНАЯ РЕЗИНКА очищает полость рта за счет стимуляции слюноотделения. Лечебные добавки, входящие в состав жевательных резинок (ксилит, соединения кальция, фториды) могут оказывать противокариозное действие. Жевательная резинка показана с 5-6 лет, использовать ее можно только после приема пищи не более 5 мин.



С 6 лет ребенок может пользоваться противокариозным, безалкогольным **ОПОЛАСКИВАТЕЛЕМ**. Это готовое, не требующее разведения жидкое средство гигиены. **Противокариозные ополаскиватели** содержат фториды, соединения кальция, фосфора.



Способ применения: ежедневное интенсивное полоскание полости рта, «сквозь зубы», в течение минуты после чистки зубов 2 раза в день.

Примеры фторидосодержащих ополаскивателей: «PresiDENT Children 6+», «Lacalut teens 8+», «Дракоша», «Новый жемчуг», «Фтородент» и др.

Примеры ополаскивателей для детей без фтора: суспензия «Жидкая эмаль INNOVA», «Silver Fresh Bambino с коллоидным серебром», «Rocs Teens», «Новый жемчуг Юниор 7-12 лет» и др.

ПРИРИГАТОР – предмет гигиены, представляющий собой емкость для жидкости, двигатель, трубку для подачи жидкости, насадки на трубку. Вода под давлением орошает зубы, десны, очищает межзубные промежутки и массирует десны. Можно использовать с 8 лет.



Неприятному запаху изо рта мы обязаны в большинстве случаев бактериям, скапливающимся в большом количестве на спинке языка. Предметы для чистки языка: *подушечка с обратной стороны зубной щетки, скребок, скребок-щетка, зубная щетка с мягкой щетиной.*