

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

УДК 616.31

А. Т. Байгулаков, М. М. Тусупбекова, С. Т. Тулеутаева

ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО АНАЛОГА АМЕЛОГЕНИНА НА МИНЕРАЛИЗАЦИЮ ЭМАЛИ

Медицинский университет Караганды (Караганда, Казахстан)

Потребность в лечении кариеса и другой патологии твердых тканей зубов остается высокой в любом возрасте. Эффективность традиционной терапии начального кариеса довольно низкая. Способ микроинвазивного лечения бесполостного кариеса эмали методом инфильтрации системой ICON имеет ряд относительных противопоказаний.

Разработанный в Казахстане синтетический аналог человеческого протеина амелогенина для неинвазивного лечения очаговой деминерализации эмали зубов не имеет морфологического обоснования процессов регенерации эмали. Использовались методы кислотной деминерализации удаленных зубов человека с последующей оценкой влияния синтетического аналога протеина амелогенина на их минерализацию в растворе искусственной слюны по сравнению с контрольной группой. Для оценки минерализации эмали применялись методы окрашивания растворами кариес-маркера, лазерной флуоресценции и световой микроскопии. Проанализированы результаты исследования, которые позволят внедрить в клиническую стоматологическую практику новый способ лечения и профилактики очаговой деминерализации зубов.

Ключевые слова: синтетический аналог человеческого протеина амелогенина, очаговая деминерализация эмали, реминерализация эмали, кариес маркер, лазерная флуоресценция

Согласно данным эпидемиологических исследований, потребность в лечении кариеса и другой патологии твердых тканей зубов в любом возрасте остается актуальной проблемой. Такая ситуация объясняется, с одной стороны, недостаточным уровнем контроля факторов риска и поздним обращением пациентов к врачу, с другой стороны – несовершенством применяемых для лечения методик и материалов. Постоянство ультраструктурной и микрокристаллической архитектоники эмали зубов обеспечивается процессами реминерализации в полости рта.

Показано, что ведущим звеном в патогенезе кариеса зубов является нарушение динамического равновесия между процессами реминерализации и деминерализации в полости рта [14]. Для лечения начального кариеса реминерализующая терапия на протяжении многих лет занимала ведущее положение. Под реминерализацией подразумевают частичное или полное восстановление минеральных компонентов эмали за счет ротовой жидкости или вследствие воздействия на эмаль специальных реминерализующих растворов [11].

Выявлено, что при остром начальном кариесе, несмотря на увеличение общего количества белка, белковая матрица эмали не изменена. Считают, что это обусловлено накоплением в пятне растворимого белка из ротовой жидкости. Установлено, что сохранение белковой матрицы позволяет проводить эффективную реминерализующую терапию. В то же время при хроническом начальном кариесе белковая матрица существенно меня-

ется, последнее подтверждается достоверным снижением уровня нерастворимого белка, при этом общее же количество белка увеличивается в 3-4 раза. Следовательно, при хроническом начальном кариесе реминерализующая терапия неэффективна из-за разрушения белковой матрицы эмали [8].

Эффективность традиционной терапии начального кариеса довольно низкая, объяснением такого процесса является факт, что для полной реминерализации эмали необходим длительный период контакта реминерализующих веществ с эмалью, поскольку ионы кальция и других микроэлементов проникают в эмаль вследствие медленного процесса диффузии [3].

Благоприятные результаты реминерализующей терапии достаточно лабильны в связи с тем, что очаги деминерализации со временем легко рецидивируют. Поэтому процессы реминерализации необходимо постоянно поддерживать, стимулируя реминерализующие свойства ротовой жидкости.

С 2000 года по настоящее время применяется способ микроинвазивного лечения бесполостного кариеса эмали методом инфильтрации системой ICON [6, 10]. Однако данный метод имеет ряд относительных противопоказаний, среди них – применение у детей до 3 лет, так как дети в этом возрасте весьма активны и не могут сидеть неподвижно с открытым ртом в течение долгого времени, необходимого для лечебных процедур. Также методика ICON не применяется при развившихся формах кариеса, флюороза, системной гипоплазии [9, 16].

В качестве потенциальной альтернативы традиционному лечению применяется биомиметическая реконструкция зубной эмали, что может обеспечить идеальное решение, которое регенерирует организованные эмалево-имитирующие кристаллы апатита с надежной привязкой к поверхности натуральной эмали [23]. Такая методика приводит к упрочнению поверхности зуба и устраняет проблему вторичного кариеса, поэтому биомиметические стратегии для восстановления эмали вызвали повышенный интерес в материаловедении и стоматологии, рассматривается как перспективный подход в профилактике, восстановлении и лечении дефектной эмали. Например, в ряде исследований показано, что был разработан препарат, содержащий белок амелогенин, под названием биомиметический амелогенин-содержащий хитозан гидрогель (CS-AMEL) для поверхностной эмалево-реконструкции [24, 25, 26]. Амелогенин является наиболее распространенным белком в формирующейся эмали и необходим для организации характерного призматического рисунка, контроля размера кристаллов и регуляции роста ориентированного и удлиненного кристалла [22]. Амелогениновые сборки, переносимые в гидрогеле хитозана, могут стабилизировать кластеры Ca-P и расположить их в линейные цепи, которые могут сливаться с кристаллами эмали, а затем развиваться в эмалеобразные совпадающие кристаллы.

Сейчас в Республике Казахстан (РК) имеется ряд научно-технических разработок и проектов, которые могут быть задействованы в производстве в виде новых технологий. Одной из таких технологий является разработка казахстанского исследователя Б. А. Айтуова, которым разработан оригинальный препарат «InnoDent Repair» для неинвазивного лечения очаговой деминерализации эмали зубов, биосовместимый синтетический аналог человеческого протеина амелогенина (САЧПА), который играет ключевую роль в образовании эмали в одонтогенезе. В сформированном зубе амелогенин отсутствует, поэтому «восстановить» разрушенную эмаль при развитии кариеса без амелогенина невозможно. Протеин амелогенин способен остановить и реверсировать образование кариеса путем стимулирования биомиметической реминерализации (регенерации). Кроме того, он стимулирует построение правильной кристаллической решетки гидроксиапатита из минералов слюны человека. На основе данной решетки идет процесс «восстановления» новых эмалевых призм. Использование синтетического аналога протеина аме-

логенина также может привести к восстановлению (регенерации) эмали и дентина, разрушенного в результате кариеса путем безоперативного и безболезненного нанесения в виде капель [2, 4, 18].

Однако данная методика не имеет достаточных клинических данных при сравнении с другими неинвазивными методами профилактики и лечения очаговой деминерализации эмали зубов, а также морфологического обоснования процессов регенерации эмали. Решение этой актуальной задачи позволит более подробно изучить процессы, происходящие в эмали зубов при воздействии САЧПА.

Цель работы – оценка морфологического состояния эмали удаленных зубов у пациентов с очаговой деминерализацией при воздействии синтетического аналога человеческого протеина амелогенина.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили зубы, удаленные у пациентов по ортодонтическим показаниям или при заболеваниях тканей пародонта с целью оценки структурного состояния эмали. Исследование одобрено комитетом по этике НАО «Медицинский университет Караганды». Морфологическое исследование проводилось на базе патоморфологической лаборатории кафедры патологии и на кафедре стоматологии НАО «Медицинский университет Караганды».

Объект исследования был разделен следующим образом (рис. 1): группа 1, подгруппа 1 (Гр. 1.1) – 100 удаленных зубов после кислотной деминерализации перед обработкой препаратом САЧПА и наблюдением в течение 1 мес. Группа 1, подгруппа 2 (Гр. 1.2) – 100 удаленных зубов после кислотной деминерализации через 1 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА. Группа 2 (Гр. 2) – 100 удаленных зубов без обработки через 1 мес. после кислотной деминерализации. Группа 3, подгруппа 1 (Гр. 3.1) – 100 удаленных зубов после кислотной деминерализации перед обработкой препаратом САЧПА и наблюдением в течение 3 мес. Группа 3, подгруппа 2 (Гр. 3.2) – 100 удаленных зубов после кислотной деминерализации через 3 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА. Группа 4 (Гр. 4) – 100 удаленных зубов без обработки через 3 мес. после кислотной деминерализации.

Процесс деминерализации проводился по отработанной методике [13]. Постоянные удаленные зубы представителей обоих полов подвергались кислотному травлению с целью получения очаговой деминерализации эмали.



Рисунок 1 – Схема разделения по группам и подгруппам

Проводили щадящее удаление зубов, соблюдая технологию процедуры для сохранности зуба как объекта исследования, стараясь не допустить нарушения целостности поверхностного слоя эмали. После удаления каждый зуб промывали проточной водой, освобождали от мягких тканей и погружали в 0,9% изотонический раствор хлорида натрия при комнатной температуре. На вестибулярную поверхность фиксировали брекет по общепринятой методике на светоотверждаемый композитный материал (High-Q-Bond Bracket Adhesive, BJM Lab, Israel). Изолировали корень зуба, небную, апроксимальные и часть вестибулярной поверхности восковым защитным покрытием. Далее весь зуб покрывали ортопедическим воском за исключением квадрата на вестибулярной поверхности, шириной не менее 2 мм, располагающегося по периферии брекета. В корне зуба алмазным бором на стоматологической установке (Stomadent, Slovakia) под водяным охлаждением проводили препарирование отверстия, через которое продевали полиэтиленовую леску и зуб подвешивали в емкость, изготовленную из огнеупорного прозрачного стекла, для создания очага деминерализации. В состав деминерализующего геля входили (вес в %): 0,04-0,08 дигидрофосфата кальция, 0,8-1,0 молочной кислоты, 3,0-4,5 праестола 2510 (полиакриламид с молекулярным весом около 14 млн. ед.), раствора гидроксида натрия 0,4, остальное дистиллированная вода. После этого емкость с зубом помещали в термостат при температуре 37 С° на 96 ч, pH=4,5. Через 96 ч зуб

извлекали из деминерализующего геля, промывали в дистиллированной воде, освобождали от воска и готовили для дальнейшего исследования [13].

Затем 200 зубов проверяли на наличие деминерализации с помощью лазерной флуоресценции и растворами кариес-маркера, после чего зубы промывали водяным спреем и высушивали. Далее зубы обрабатывали биосовместимым синтетическим аналогом человеческого протеина амелогенина, содержащегося в препарате Inno Dent™. Для этого порошок препарата растворяли в 0,05 мл дистиллированной воды, очищали поверхность зуба щеткой и пастой, обрабатывали очаг деминерализации 2% раствором хлоргексидина в течение 20 с. Затем промывали, высушивали и на очаг деминерализации наносили гель 32% ортофосфорной кислоты в течение 20 с. Снова промывали и высушивали до влажной пленки. После этого наносили 1-2 капли Inno Dent™ (покрывали всю поверхность деминерализации, распределяя аппликатором). Не смывали и не полоскали 5 мин, чтобы препарат впитался в зуб. Через 5 мин наносили 1 каплю нано-ГАП, не смывали и не полоскали 5 мин [1, 17].

Другие 200 зубов после деминерализации ничем не обрабатывали. Все 400 зубов помещались в раствор искусственной слюны (табл. 1) [12].

Для исследования состояния эмали удаленных зубов пациентов использовались методы осмотра, окрашивания растворами кариес-мар-

Таблица 1 – Состав искусственной слюны

Исходный материал	Масса (%)
Деионизированная вода	99
Мочевина	5 ммоль/л
Натрия хлорид	0,3 г/л
Калия хлорид	1 г/л
Дигидрат кальция хлорид	0,05 г/л
Магния хлорид	0,01 г/л
Cl	0,1 г/л
(PO) ₄ ³⁻ фосфатный буфер	0,1 г/л
Пищевой консервант	
0,5% р-р карбоксиметилцеллюлозы /0,3-0,5% р-р альгиновой кислоты (природный полисахарид, обеспечивающий вязкость слюны) – до необходимой консистенции	

кера [7], лазерной флуоресценции [5] и световой микроскопии, после общеизвестной обработки гистологического материала с последующим окрашиванием гематоксилином и эозином [15].

Через 1 мес. зубы, обработанные биосовместимым синтетическим аналогом человеческого протеина амелогенина (группа 1) и зубы контрольной группы (группа 2) были извлечены из раствора искусственной слюны для оценки состояния эмали. В срок эксперимента через 3 мес. зубы, обработанные препаратом САЧПА (группа 3), и зубы контрольной группы (группа 4) также были извлечены из раствора искусственной слюны.

Очаги деминерализации окрашивали раствором кариес-маркера при воздействии не дольше чем на 5-10 секунд и затем промывали водяным спреем. Жидкость наносили с помощью поролонового шарика аппликатора. Очаг деминерализации окрашивался в интенсивно-красный цвет.

Для определения количественной лазер-индуцированной флуоресценции использовали лазерный прибор «DIAGNOdent» (KaVo). Здоровый зуб флуоресцирует зеленым светом, кариозные поражения выглядят как темные области. Снижение флуоресценции связано с деминерализацией зуба и серьезностью поражения. Изображения были сохранены и проанализированы с измерением площади, глубины и объема поражения. Метод не использует ионизирующее излучение и полностью безопасен. Однако прибор способен только выявлять деминерализацию эмали и не может различать кариес, ограниченный эмалью и проникающий в дентин. Глубина проникновения кариозного поражения в дентин не связана с интенсивностью флуоресценции. Метод имеет высокую чувствительность в выявлении кариеса и деминерализации эмали, в особенности брекеты, прилегающей к ортодонтическим брекетам [5].

После завершения всех клинических оценок удаленные зубы были подготовлены для гистологического исследования. Зубы разрезаны щечно-язычно до 2 мм толщины с использованием микротом. Образцы затем шлифовали с помощью карбидокремниевой бумаги толщиной до 200 мкм.

Гистологическое исследование проводили на микроскопе Leica DM1000, на компьютеризованном комплексе «Leica Microsystems» с цифровым цветным фотографированием при увеличении x100, 200 и 400. Материал проводили по общеизвестной методике для гистологического исследования, далее изготавливали парафиновые срезы толщиной 5-6 мкм и окрашивались гематоксилином и эозином [15, 19, 20, 21].

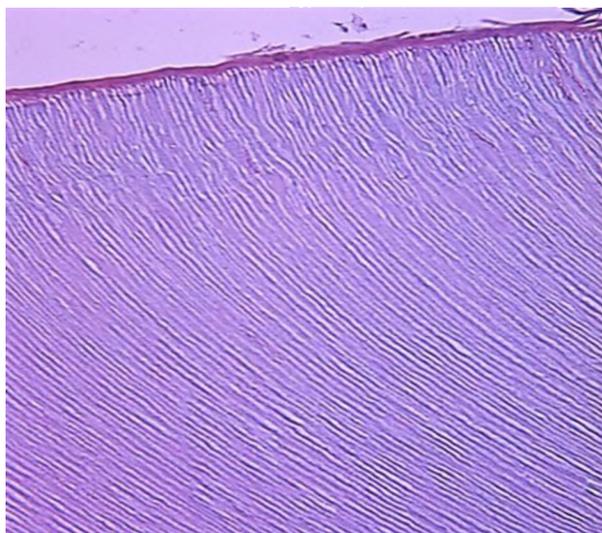
Гистологическая оценка проводилась в соответствии со следующей классификацией: код 0 – когда регистрируется отсутствие деминерализации эмали или узкой поверхности зоны непрозрачности; код 1 – когда зона для деминерализации эмали ограничена к внешним 50% слоям эмали.

Статистический анализ был осуществлен с использованием пакета компьютерных программ для проведения методов непараметрической статистики (SPSS 21). Для анализа частоты встречаемости качественного признака (наличие или отсутствие деминерализации) использовалась таблица сопряженности 2x2. Для оценки статистической значимости различий в исследуемых группах вычислялся непараметрический критерий χ^2 Пирсона. Статистически значимыми считались различия на уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При гистологическом исследовании зубов, обработанных САЧПА (Гр. 1.2 и Гр. 3.2) в основном получены изображения твердых тканей зуба без признаков деминерализации

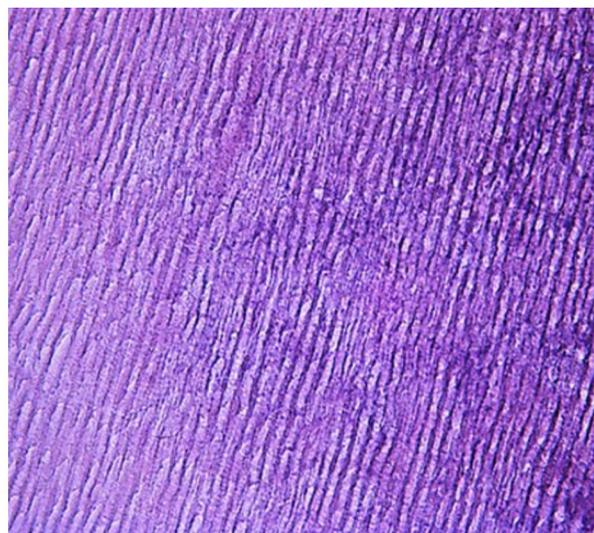
Код (0) (81% – через 1 мес. и 93% – через 3 мес.). Через 1 мес. после обработки препаратом САЧПА при гистологическом исследовании деминерализация наблюдалась в 19 зубах из 100 (19%). Через три месяца деминерализация наблюдалась в 7 (7%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi^2=6,366$; $p=0,01163$) (табл. 2). При увеличении в 200 раз поверхностные слои эмали зубов



а

были сохранены и представлены однородной структурой розового цвета (рис. 2а). При максимальном увеличении в 400 раз выявлено, что эмалевые призмы расположены равномерно параллельными рядами и состоят из тонких фибриллярных сетей (рис. 2б).

При исследовании раствором кариес-маркера в Гр. 1.2 деминерализация наблюдалась в 26 (26%) зубах из 100. В Гр. 3.2 демине-



б

Рисунок 2 – Удаленные зубы человека. 3 мес. после обработки синтетическим раствором амелогенина. Поверхностный слой эмали сохранен и представлен однородной структурой розового цвета (а). Эмалевые призмы расположены равномерно параллельными рядами и состоят из тонких фибриллярных сетей (а, б). Окр.: гематоксилином и эозином. Ув.: а – $\times 200$; б – $\times 400$

Таблица 2 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при гистологическом исследовании зубов через 1 и 3 мес. после обработки САЧПА (Гр. 1.2 и Гр. 3.2)

Группа	Микроскопия		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 1.2	81 (81,00%)	19 (19,00%)	$\chi^2 = 6,366$ $p = 0,01163$
Гр. 3.2	93 (93,00%)	7 (7,00%)	
Всего	174	26	

Таблица 3 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при исследовании зубов раствором кариес-маркера через 1 и 3 мес. после обработки САЧПА (Гр. 1.2 и Гр. 3.2)

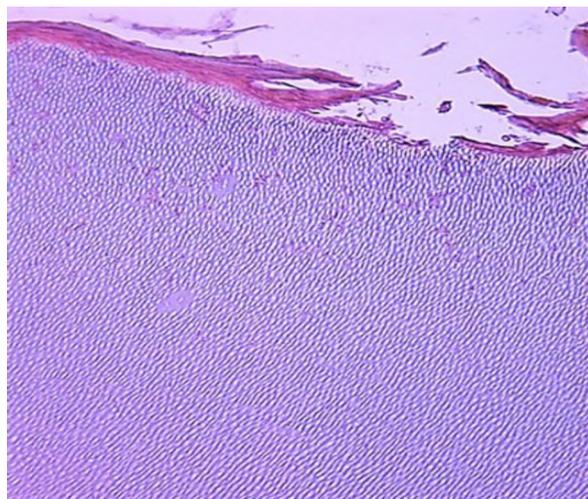
Группа	Кариес-маркер		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 1.2	74 (74,00%)	26 (26,00%)	$\chi^2 = 5,383$ $p = 0,0203$
Гр. 3.2	87 (87,00%)	13 (13,00%)	
Всего	161	39	

Таблица 4 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при лазерной флуоресценции зубов через 1 и 3 мес. после обработки САЧПА (Гр. 1.2 и Гр. 3.2)

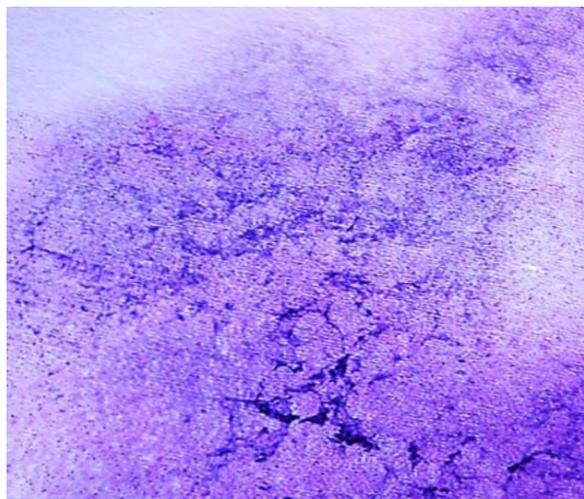
Группа	Лазерная флуоресценция		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 1.2	78 (78,00%)	22 (22,00%)	$\chi^2 = 4,391$ $p = 0,03613$
Гр. 3.2	89 (89,00%)	11 (11,00%)	
Всего	167	33	

Таблица 5 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при гистологическом исследовании зубов через 1 и 3 мес. после кислотного травления (Гр. 2 и Гр. 4)

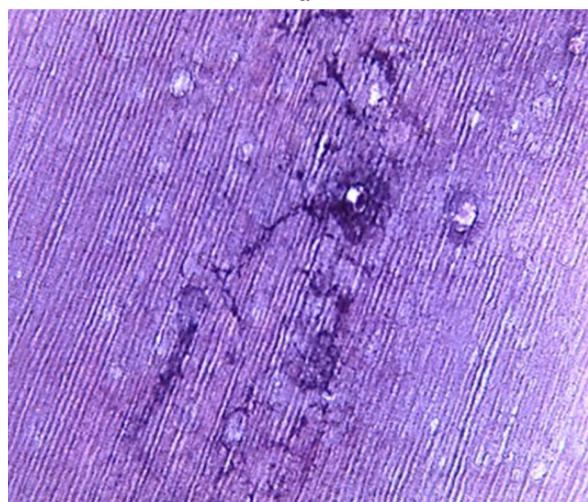
Группа	Микроскопия		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 2	36 (36,00%)	64 (64,00%)	$\chi^2 = 0,356$ $p = 0,5504$
Гр. 4	32 (32,00%)	68 (68,00%)	
Всего	68	132	



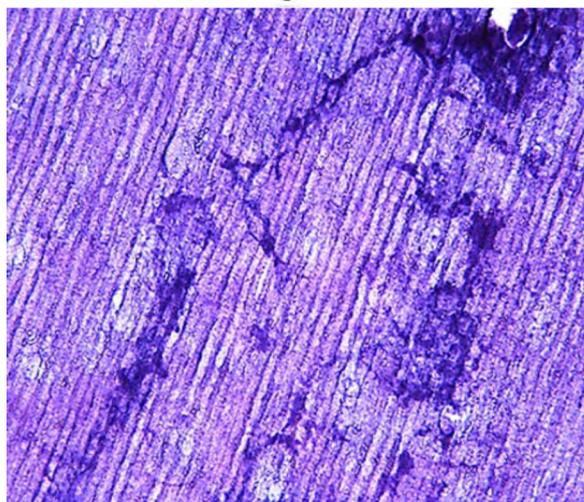
а



б



в



г

Рисунок 3 – Удаленные зубы человека, контрольная группа без обработки синтетическим раствором амелогенина. Срок 3 месяца. Поверхностный слой эмали прослеживается нечетко (а); отмечается нарушение структурной организации эмали (б) с очагами деминерализации; видны очаги деструкции эмали в виде скоплений причудливых образований неправильных форм темно-синего цвета (в, г) и отмечаются очаги дефектов эмалевых призм, состоящих из прерывистых фибриллярных сетей. Окр.: гематоксилином и эозином. Ув.: а, б – $\times 100$; в – $\times 200$; г – $\times 400$

рализация наблюдалась в 13 (13%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi^2=5,383$; $p=0,0203$) (табл. 3).

При лазерной флуоресценции в Гр. 1.2 деминерализация наблюдалась в 22 (22%) зубах из 100. В Гр. 3.2 деминерализация наблюдалась в 11 (11%) зубах. Полученные

различия между группами статистически значимы ($\chi^2=4,391$; $p=0,03613$) (табл. 4).

При гистологическом исследовании удаленных зубов контрольных групп без обработки препаратом через 1 мес. в 64% случаев (Гр. 2) и через 3 мес. в 68% случаев (Гр. 4) после кислотного травления и содержания в

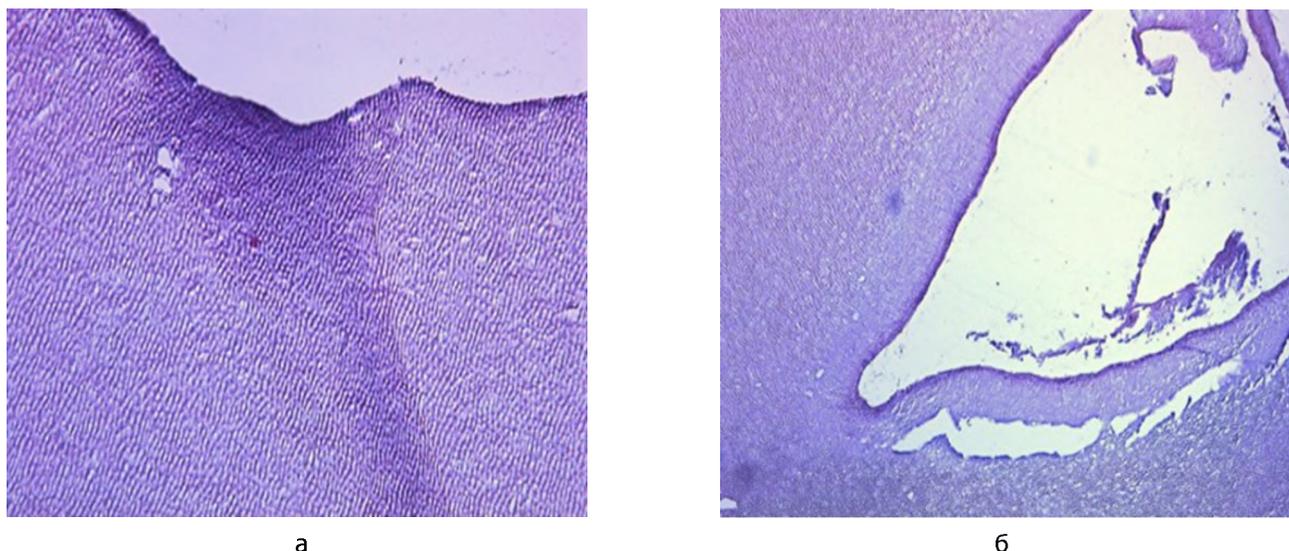


Рисунок 4 – Удаленные зубы человека, контрольная группа без обработки синтетическим раствором амелогенина. Срок 3 месяца. Поверхностный слой эмали прослеживается, имеется клиновидная зона в поверхностных слоях эмали и нарушение структуры эмалевых призм (а); обнаруживаются дефекты в виде углублений в эмалевой поверхности. Окр.: гематоксилином и эозином. Ув.: а, б – $\times 200$

Таблица 6 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при исследовании зубов раствором кариес-маркера через 1 и 3 мес. после кислотного травления (Гр. 2 и Гр. 4)

Группа	Кариес-маркер		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 2	41 (41,00%)	59 (59,00%)	$\chi^2=0,188$ $p=0,6643$
Гр. 4	38 (38,00%)	62 (62,00%)	
Всего	79	121	

Таблица 7 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при лазерной флуоресценции зубов через 1 и 3 мес. после кислотного травления (Гр. 2 и Гр. 4)

Группа	Лазерная флуоресценция		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 2	40 (40,00%)	60 (60,00%)	$\chi^2=0,190$ $p=0,6628$
Гр. 4	37 (37,00%)	63 (63,00%)	
Всего	77	123	

Таблица 8 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при исследовании зубов раствором кариес-маркера перед обработкой препаратом САЧПА (Гр. 1.1) и через 1 месяц после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 1.2)

Группа	Кариес-маркер		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 1.1	33 (33,00%)	67 (67,00%)	$\chi^2=33,78$ $p=0,00000$
Гр. 1.2	74 (74,00%)	26 (26,00%)	
Всего	107	93	

Таблица 9 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при лазерной флуоресценции зубов перед обработкой препаратом САЧПА (Гр. 1.1) и через 1 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 1.2)

Группа	Лазерная флуоресценция		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 1.1	33 (33,00%)	67 (67,00%)	$\chi^2=40,99$ $p=0,00000$
Гр. 1.2	78 (78,00%)	22 (22,00%)	
Всего	111	89	

растворах искусственной слюны получены изображения твердых тканей с выраженными очагами деминерализации эмали (Код 1). Полученные различия между группами статистически незначимы ($\chi^2=0,356$; $p=0,5504$) (табл. 5). При увеличении в 100 раз поверхностный слой эмали прослеживался нечетко (рис. 3а); отмечалось нарушение структурной организации эмали (рис. 3б) с очагами деминерализации в виде пор и участками разрыхления. При увеличении в 200 и 400 раз выявлены очаги деструкции эмали в виде скоплений причудливых образований неправильных форм темно-синего цвета (рис. 3в, г), а также очаги дефектов эмалевых призм и межпризменного вещества, состоящих из прерывистых фибриллярных сетей.

В отдельных случаях при увеличении в 200 раз прослеживался сохранный поверхностный слой эмали с клиновидной зоной, основание которого обращено к поверхности эмали зуба, а верхушка – к эмалево-дентинной границе, с нарушением ультраструктуры эмалевых призм и межпризменного вещества (рис. 4а); также обнаруживались дефекты в виде углублений треугольной формы, глубокие ямки, обладающие разнопорядочностью

структуры и значительным количеством пор в эмалевой поверхности (рис. 4б).

При исследовании раствором кариес-маркера в Гр. 2 деминерализация наблюдалась в 59 (59%) зубах из 100. В Гр. 3.2 деминерализация наблюдалась в 62 (62%) зубах. Полученные различия между группами статистически незначимы ($\chi^2=0,188$; $p=0,6643$) (табл. 6).

При лазерной флуоресценции в Гр. 2 деминерализация наблюдалась в 60 (60%) зубах из 100. В Гр. 4 деминерализация наблюдалась в 63 (63%) зубах. Полученные различия между группами статистически незначимы ($\chi^2= 0,190$; $p=0,6628$) (табл. 7).

При сравнении удаленных зубов после кислотной деминерализации перед обработкой препаратом САЧПА (Гр. 1.1) и через 1 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 1.2) выявлены значительные статистически значимые различия.

При исследовании раствором кариес-маркера в Гр. 1.1 деминерализация наблюдалась в 67 (67%) зубах из 100. В Гр. 1.2 деминерализация наблюдалась в 26 (26%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi^2=33,78$; $p=0,00000$) (табл. 8).

Таблица 10 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при исследовании зубов раствором кариес-маркера перед обработкой препаратом САЧПА (Гр. 3.1) и через 3 месяца после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 3.2)

Группа	Кариес-маркер		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 3.1	34 (34,00%)	66 (66,00%)	$\chi^2 = 58,77$ $p=0,00000$
Гр. 3.2	87 (87,00%)	13 (13,00%)	
Всего	121	79	

Таблица 11 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при лазерной флуоресценции зубов перед обработкой препаратом САЧПА (Гр. 3.1) и через 3 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 3.2)

Группа	Лазерная флуоресценция		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 3.1	34 (34,00%)	66 (66,00%)	$\chi^2 = 63,87$ $p=0,00000$
Гр. 3.2	89 (89,00%)	11 (11,00%)	
Всего	123	77	

Таблица 12 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при гистологическом исследовании зубов через 1 мес. после кислотного травления (Гр. 2) и через 1 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 1.2)

Группа	Микроскопия		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 2	36 (36,00%)	64 (64,00%)	$\chi^2 = 41,70$ $p=0,00000$
Гр. 1.2	81 (81,00%)	19 (19,00%)	
Всего	117	83	

Теоретическая и экспериментальная медицина

При лазерной флуоресценции в Гр. 1.1 деминерализация наблюдалась в 67 (67%) зубах из 100. В Гр. 1.2 деминерализация наблюдалась в 22 (22%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi^2 = 40,99$; $p = 0,00000$) (табл. 9).

При сравнении удаленных зубов после кислотной деминерализации перед обработкой препаратом САЧПА (Гр. 3.1) и через 3 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 3.2) также выявлены значительные статистически значимые различия.

Таблица 13 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при исследовании зубов раствором кариес-маркера через 1 мес. после кислотного травления (Гр. 2) и через 1 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 1.2)

Группа	Кариес-маркер		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 2	41 (41,00%)	59 (59,00%)	$\chi^2 = 22,28$ $p = 0,00000$
Гр. 1.2	74 (74,00%)	26 (26,00%)	
Всего	115	85	

Таблица 14 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при лазерной флуоресценции зубов через 1 мес. после кислотного травления (Гр. 2) и через 1 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 1.2)

Группа	Лазерная флуоресценция		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 2	40 (40,00%)	60 (60,00%)	$\chi^2 = 29,84$ $p = 0,00000$
Гр. 1.2	78 (78,00%)	22 (22,00%)	
Всего	118	82	

Таблица 15 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при гистологическом исследовании зубов через 3 мес. после кислотного травления (Гр. 4) и через 3 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 3.2)

Группа	Микроскопия		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 4	32 (32,00%)	68 (68,00%)	$\chi^2 = 79,38$ $p = 0,00000$
Гр. 3.2	93 (93,00%)	7 (7,00%)	
Всего	125	75	

Таблица 16 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при исследовании зубов раствором кариес-маркера через 3 мес. после кислотного травления (Гр. 4) и через 3 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 3.2)

Группа	Кариес-маркер		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 4	38 (38,00%)	62 (62,00%)	$\chi^2 = 51,22$ $p = 0,00000$
Гр. 3.2	87 (87,00%)	13 (13,00%)	
Всего	125	75	

Таблица 17 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации при лазерной флуоресценции зубов через 3 мес. после кислотного травления (Гр. 4) и через 3 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 3.2)

Группа	Лазерная флуоресценция		Статистическая значимость
	Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует	
Гр. 4	37 (37,00%)	63 (63,00%)	$\chi^2 = 58,00$ $p = 0,00000$
Гр. 3.2	89 (89,00%)	11 (11,00%)	
Всего	126	74	

При исследовании раствором кариес-маркера в Гр. 3.1 деминерализация наблюдалась в 66 (66%) зубах из 100. В Гр. 3.2 деминерализация наблюдалась в 13 (13%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi^2=58,77$; $p=0,00000$) (табл. 10).

При лазерной флуоресценции в Гр. 3.1 деминерализация наблюдалась в 67 (67%) зубах из 100. В Гр. 3.2 деминерализация наблюдалась в 22 (11%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi^2=63,87$; $p=0,00000$) (табл. 11).

При сравнении удаленных зубов без обработки САЧПА через 1 мес. после кислотной деминерализации (Гр. 2) и через 1 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 1.2) выявлены статистически значимые различия.

При микроскопическом исследовании в Гр. 2 деминерализация наблюдалась в 64 (64%) зубах из 100. В Гр. 1.2 деминерализация наблюдалась в 19 (19%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi^2=41,70$; $p=0,00000$) (табл. 12).

При исследовании раствором кариес-маркера в Гр. 2 деминерализация наблюдалась в 59 зубах из 100, что составило 59%. В Гр. 1.2 деминерализация наблюдалась в 26 (26%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi^2 =22,28$, $p=0,00000$) (табл. 13).

При лазерной флуоресценции в Гр. 1.1 деминерализация наблюдалась в 60 (60%) зубах из 100. В Гр. 1.2 деминерализация наблюдалась в 22 (22%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi^2=29,84$; $p=0,00000$) (табл. 14).

При сравнении удаленных зубов без обработки САЧПА через 3 мес. после кислотной деминерализации (Гр. 4) и через 3 мес. после обработки зубов препаратом САЧПА (Гр. 3.2) также выявлены статистически значимые различия.

При микроскопическом исследовании в Гр. 4 деминерализация наблюдалась в 68 (68%) зубах из 100. В Гр. 3.2 деминерализация наблюдалась в 7 (7%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi^2 =79,38$; $p=0,00000$) (табл. 15).

Таблица 18 – Сравнительная оценка чувствительности и специфичности метода лазерной флуоресценции

n	Лазерная флуоресценция	Микроскопия	
		Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует
Абс.	0	235	9
%		97,11%	5,70%
Абс.	1	7	149
%		2,89%	94,30%
Абс.	All Grps	242	158

Таблица 19 – Сравнительная оценка чувствительности и специфичности метода исследования раствором кариес-маркера

n	Кариес маркер	Микроскопия	
		Деминерализация отсутствует	Деминерализация присутствует
Абс.	0	225	15
%		92,98%	9,49%
Абс.	1	17	143
%		7,02%	90,51%
Абс.	All Grps	242	158

Таблица 20 – Сравнительная характеристика признаков деминерализации по итогам гистологического исследования зубов

Группа	Здоровая эмаль	Эмаль с очагами деминерализации
Группа 1	81	19
Группа 2	36	64
Группа 3	93	7
Группа 4	32	68

При исследовании раствором кариес-маркера в Гр. 4 деминерализация наблюдалась в 62 (62%) зубах из 100. В Гр. 3.2 деминерализация наблюдалась в 13 (13%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi=51,22$; $p=0,00000$) (табл. 16).

При лазерной флуоресценции в Гр. 4 деминерализация наблюдалась в 63 (63%) зубах из 100. В Гр. 3.2 деминерализация наблюдалась в 13 (13%) зубах. Полученные различия между группами статистически значимы ($\chi^2=58,00$; $p=0,00000$) (табл. 17).

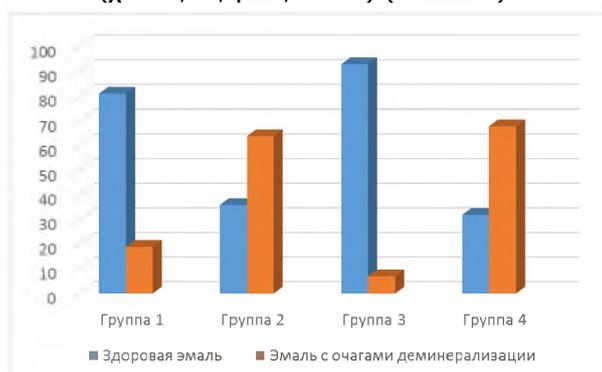


Рисунок 5 – Соотношение реминерализованной эмали удаленных зубов человека к деминерализации в основных и контрольных группах (%)

Проведенный сравнительный анализ показателей лазерной флуоресценции с данными микроскопического исследования зубов показал высокую частоту совпадений процессов деминерализации (97,11%) по сравнению с витальным окрашиванием эмали (92,98%), что может служить достоверным признаком оценки деминерализации при начальном кариесе (табл. 18, 19). При этом установлено, что чувствительность лазерной флуоресценции (Se_1) составила $Se_1=0,943$, а специфичность лазерной флуоресценции (Sp_1) составила $Sp_1=0,971$. Чувствительность исследования раствором кариес-маркера (Se_2) составила $Se_2=0,905$, а специфичность исследования раствором кариес-маркера (Sp_2) составила $Sp_2=0,930$.

По итогам исследования выявлено, что 81 зуб (81%) первой группы были здоровы (Код 0), а 19 зубов (19%) имели признаки очаговой деминерализации внутри эмали (Код 1), в то время как только 36 зубов второй группы (36%) имели здоровое состояние (Код 0), а 64 зуба (64%) имели выраженную очаговую деминерализацию поверхностных слоев эмали (Код 1). В третьей группе распространенность очаговой деминерализации была наименьшей: 93 зуба (93%) были здоровыми (Код 0), 7 зубов (7%)

имели очаговую деминерализацию эмали (Код 1). В четвертой группе распространенность деминерализации была самой высокой: 32 зуба (32%) были здоровыми (Код 0), 68 зубов (68%) имели выраженные очаги деминерализации эмали (Код 1) (табл. 20; рис. 4).

ВЫВОДЫ

1. Выявлены статистически значимые различия в состоянии эмали удаленных зубов человека при обработке деминерализованных участков препаратом, содержащим синтетический аналог протеина амелогенина в сравнении с контрольной группой. Полностью восстановленная эмаль через 1 мес. после нанесения препарата получена в 81% случаях, а через 3 мес. полное восстановление – здоровая эмаль наблюдалась в 93% случаях. При этом в контрольной группе 64% зубов через 1 мес. и 68% зубов через 3 мес. после кислотного протравливания имели выраженные очаги деминерализации с нарушениями в поверхностных слоях эмали. Высокий процент здоровой эмали исследуемых групп зубов можно объяснить высокой реминерализующей способностью синтетического аналога протеина амелогенина путем восстановления органической матрицы эмали, которая способствует встраиванию минералов из растворов искусственной слюны. В срок через 1 мес. 19%, через 3 мес. 7% зубов после обработки синтетическим аналогом протеина амелогенина имели признаки поверхностной деминерализации, что можно объяснить неспособностью препарата восстанавливать более глубокие и значительные очаги деминерализации, либо повышенной проницаемостью эмали отдельных зубов к кислотному травлению и меньшей способностью их к реминерализации. В то же время в контрольных группах 36% зубов через 1 мес. и 32% зубов через 3 мес. не имели видимых признаков деминерализации, что может указывать на повышенную исходную минерализацию эмали и связанную с этим низкую восприимчивость к кислотному травлению и повышенную реминерализующую способность эмали этих зубов.

2. Деминерализованная эмаль восстанавливается за 1 мес. и продолжает восстанавливаться в течение 3 мес., обладая всеми морфофизиологическими свойствами природной эмали человека, при этом эмаль приобретает естественный цвет, блеск, восстанавливается минерализация и ее прочность. Нанесение белкового матрикса в виде синтетического аналога протеина амелогенина приводило к тому, что в течение одного месяца слюна сама достраивает эмаль зуба.

3. Зарегистрирована высокая эффективность использования синтетического аналога протеина амелогенина в эксперименте при очаговой деминерализации эмали удаленных зубов человека.

4. Результаты исследования позволяют обосновать внедрение в клиническую стоматологическую практику новых данных о возможности остановить и реверсировать образование кариеса зубов с применением препарата, содержащего синтетический аналог протеина амелогенина, при очаговой деминерализации и могут служить основой для разработки мер по лечению и профилактике кариеса зубов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Айтуов Б. А. Инновационный метод лечения начального кариеса у детей препаратом InnoDent /Б. А. Айтуов, Д. Ж. Аубакирова, А. У. Замураева //ДЕНТА клуб. – 2016. – №7-8. – С. 60.

2 Айтуов Б. А. Инновационный метод лечения начального кариеса у детей препаратом InnoDent CONCEPT /Б. А. Айтуов, А. У. Замураева, Д. Б. Егизбекова //Стоматология. – 2016. – №1-2. – С. 15-16.

3 Арутюнов С. Д. Применение пленки «ДипленФ» при лечении кариеса в стадии меловидного пятна /С. Д. Арутюнов, В. Н. Царев // Стоматолог Инфо. – 2008. – №1. – С. 45-47.

4 Байгулаков А. Т. Использование амелогенина при лечении кариеса //Медицина и экология. – 2018. – №2. – С. 23-29.

5 Бутвиловский А. В. Анализ флуоресценции пораженных кариозным процессом твердых тканей зуба /А. В. Бутвиловский, В. Р. Гайфуллина, М. П. Самцов, Д. Л. Володкевич // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. – 2017. – №7 (109). – С. 78-81.

6 Гранько С. Микроинвазивное лечение кариеса методом инфильтрации эмали /С. Гранько, А. Есьман, С. Баранников //ДентАрт. – 2011. – №1. – С. 59-65.

7 Лекарственные средства в стоматологии /И. К. Луцкая, В. Ю. Мартов. – М.: Мед. лит., 2009. – 384 с.

8 Лукашевич М. Б. Препараты кальция III поколения в комплексном лечении и профилактике острого начального кариеса //Современная стоматология. – 2005. – №1. – С. 40-42.

9 Максимовская Л. Н. Инновационные технологии в стоматологии. Лечение кариеса в стадии пятна методом инфильтрации /Л. Н. Максимовская, Е. П. Якушечкина, Е. А. Соловых //Клиническая стоматология. – 2012. – №1. – С. 4-6.

10 Николаев А. И. Методика инфильтрации – новая технология лечения начальных кариозных поражений зубов /А. И. Николаев, О. Ю. Кузьминская, Т. С. Степанова //Клиническая стоматология. – 2010. – №2. – С. 14-18.

11 Полевая Н. П. Профилактика кариеса и лечение его начальных форм методом реминерализации /Н. П. Полевая, Н. Б. Елисеева //Стоматолог. – 2004. – №3. – С. 34-39.

12 Препарат для заместительной терапии при сухости в полости рта. авторы и заявители /Г. И. Ронь, Л. А. Каминская, Е. И. Деркачева; патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральская государственная медицинская академия» Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию (ГОУ ВПО УГМА РОСЗДРАВА).

13 Способ моделирования очага деминерализации эмали зуба: пат. 2503067 Рос. Федерация /Авторы и заявители А. И. Нечаев, В. А. Вальцифер, Е. С. Гилева, О. С. Гилева, М. А. Муравьева; патентообладатель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермская государственная медицинская академия имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

14 Сунцов В. Г. Способ лечения начального кариеса зубов /В. Г. Сунцов, В. К. Леонтьев, В. А. Дистель //Институт стоматологии. – 2004. – №3. – С. 54-55.

15 Тусупбекова М. М. Клиническая патоморфология. – Алматы: Эверо, 2012. – 184 с.

16 Шульц А. Материал и методика Icon: Сверлим? Нет, спасибо! //Стоматолог. – 2010. – №9. – С. 43-46.

17 Aituov B. Novel early caries treatment method in children with InnoDent preparations. Профілактична та дитяча стоматологія /B. Aituov, A. Zamuraeva //Українська асоціація профілактичної та дитячої стоматології. – 2016. – №1. – С. 14.

18 Aituov B. Regeneration of enamel in children with permanent teeth with InnoDent peptide /B. Aituov, A. Zamuraeva //International Dental Journal, FDI Congress, Poznan. – 2016. – V. 2. – P. 44-49.

19 Lillie R. D. Histopathologic Technic and Practical Histochemistry. – New York: McGraw-Hill Book Co., 1965. – 344 p.

20 Luna L. G. Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology. – NY: McGraw Hill, 1998. – 128 p.

21 Medical Laboratory Technology and Clinical Pathology /M. J. Lynch, S. S. Raphael, L. D. Mellor, P. D. Spare. – Philadelphia: WB Saunders Co., 1969. – 158 p.

22 Moradian-Oldak J. Protein-mediated enamel mineralization //Front Biosci-Landmrk. – 2012. – №17. – P. 1996-2023.

23 Ruan Q. C. Amelogenin and enamel biomimetics /Q. C. Ruan, J. Moradian-Oldak //J. Mater. Chem. B. – 2015. – V. 3. – P. 3112-3129.

24 Ruan Q. C. Amelogenin-chitosan matrix for human enamel regrowth: effects of viscosity and supersaturation degree /Q. C. Ruan, N. Siddiqah, X. C. Li //Connect Tissue Res. – 2014. – №55. – P.150-154.

25 Ruan Q. C. An amelogenin-chitosan matrix promotes assembly of an enamel-like layer with a dense interface /Q. C. Ruan, Y. Z. Zhang, X. D. Yang //Acta Biomater. – 2013. – №9. – P. 7289-7297.

26 Ruan Q. C. Development of Amelogenin-chitosan Hydrogel for In vitro Enamel Regrowth with a Dense Interface /Q. C. Ruan, J. Moradian-Oldak //J. Vis. Exp. – 2014. – №89. – e51606.

REFERENCES

1 Ajtuo B. A. Innovacionnyj metod lechenija nachal'nogo kariesa u detej preparatom InnoDent /B. A. Ajtuo B. Zh. Aubakirova, A. U. Zamuraeva //DENTA klub. – 2016. – №7-8. – S. 60.

2 Ajtuo B. A. Innovacionnyj metod lechenija nachal'nogo kariesa u detej preparatom InnoDent CONCEPT /B. A. Ajtuo B., A. U. Zamuraeva, D. B. Egizbekova //Stomatologija. – 2016. – №1-2. – S. 15-16.

3 Arutjunov S. D. Primenenie plenki «DiplenF» pri lechenii kariesa v stadii melovidnogo pjatna /S. D. Arutjunov, V. N. Carev //Stomatolog Info. – 2008. – №1. – S. 45-47.

4 Bajgulakov A. T. Ispol'zovanie amelogenina pri lechenii kariesa //Medicina i jekologija. – 2018. – №2. – S. 23-29.

5 Butvilovskij A. V. Analiz fluorescencii porazhennyh karioznym processom tverdyh tkanej zuba /A. V. Butvilovskij, V. R. Gajfullina, M. P. Samcov, D. L. Volodkevich //Doklady Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta informatiki i radioelektroniki. – 2017. – №7 (109). – S. 78-81.

6 Gran'ko S. Mikroinvazivnoe lechenie kariesa metodom infil'tracii jemali /S. Gran'ko, A. Es'man, S. Barannikov //DentArt. – 2011. – №1. – S. 59-65.

7 Lekarstvennye sredstva v stomatologii /I. K. Luckaja, V. Ju Martov. – M.: Med. lit., 2009. – 384 s.

8 Lukashevich M. B. Preparaty kal'cija III

pokolenija v kompleksnom lechenii i profilaktike ostrogo nachal'nogo kariesa //Sovremennaja stomatologija. – 2005. – №1. – S. 40-42.

9 Maksimovskaja L. N. Innovacionnye tehnologii v stomatologii. Lechenie kariesa v stadii pjatna metodom infil'tracii /L. N. Maksimovskaja, E. P. Jakushechkina, E. A. Solovyh //Klinicheskaja stomatologija. – 2012. – №1. – S. 4-6.

10 Nikolaev A. I. Metodika infil'tracii – novaja tehnologija lechenija nachal'nyh karioznyh porazhenij zubov /A. I. Nikolaev, O. Ju. Kuz'minskaja, T. S. Stepanova //Klinicheskaja stomatologija. – 2010. – №2. – S. 14-18.

11 Polevaja N. P. Profilaktika kariesa i lechenie ego nachal'nyh form metodom remineralizacii /N. P. Polevaja, N. B. Eliseeva //Stomatolog. – 2004. – №3. – S. 34-39.

12 Preparat dlja zamestitel'noj terapii pri suhosti v polosti rta. avtory i zajaviteli /G. I. Ron', L. A. Kaminskaja, E. I. Derkacheva; patentoobladatel' Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Ural'skaja gosudarstvennaja medicinskaja akademija» Federal'nogo agentstva po Zdravooohraneniju i social'nomu razvitiju (GOU VPO UGMA ROSZDRAVA).

13 Sposob modelirovanija ochaga demineralizacii jemali zuba: pat. 2503067 Ros. Federacija /Avtory i zajaviteli A. I. Nechaev, V. A. Val'cifer, E. S. Gileva, O. S. Gileva, M. A. Murav'eva; patentoobladatel' Gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Permskaja gosudarstvennaja medicinskaja akademija imeni akademika E. A. Vagnera» Ministerstva zdravooohranenija i social'nogo razvitija Rossijskoj Federacii.

14 Suncov V. G. Sposob lechenija nachal'nogo kariesa zubov /V. G. Suncov, V. K. Leont'ev, V. A. Distel' //Institut stomatologii. – 2004. – №3. – S. 54-55.

15 Tusupbekova M. M. Klinicheskaja patomorfologija. – Almaty: Jevero, 2012. – 184 s.

16 Shul't A. Material i metodika Icon: Sverlim? Net, spasibo!? //Stomatolog. – 2010. – №9. – S. 43-46.

17 Aituov B. Novel early caries treatment method in children with InnoDent preparations. Profilaktichna ta ditjacha stomatologija /B. Aituov, A. Zamuraeva //Ukrains'ska asociacija profilaktichnoi ta ditjachoi stomatologii. – 2016. – №1. – S. 14.

18 Aituov B. Regeneration of enamel in children with permanent teeth with InnoDent peptide /B. Aituov, A. Zamuraeva //International Dental Journal, FDI Congress, Poznan. – 2016. – V. 2. – P. 44-49.

19 Lillie R. D. Histopathologic Technic and Practical Histochemistry. – New York: McGraw-Hill Book Co., 1965. – 344 p.

20 Luna L. G. Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology. – NY: McGraw Hill, 1998. – 128 p.

21 Medical Laboratory Technology and Clinical Pathology /M. J. Lynch, S. S. Raphael, L. D. Mellor, P. D. Spare. – Philadelphia: WB Saunders Co., 1969. – 158 p.

22 Moradian-Oldak J. Protein-mediated enamel mineralization //Front Biosci-Landmrk. – 2012. – №17. – R. 1996-2023.

23 Ruan Q. C. Amelogenin and enamel biomimetics /Q. C. Ruan, J. Moradian-Oldak //J. Mater. Chem. B. – 2015. – V. 3. – P. 3112-3129.

24 Ruan Q. C. Amelogenin-chitosan ma-

trix for human enamel regrowth: effects of viscosity and supersaturation degree /Q. C. Ruan, N. Siddiqah, X. C. Li //Connect Tissue Res. – 2014. – №55. – R.150-154.

25 Ruan Q. C. An amelogenin-chitosan matrix promotes assembly of an enamel-like layer with a dense interface /Q. C. Ruan, Y. Z. Zhang, X. D. Yang //Acta Biomater. – 2013. – №9. – P. 7289-7297.

26 Ruan Q. C. Development of Amelogenin-chitosan Hydrogel for In vitro Enamel Regrowth with a Dense Interface /Q. C. Ruan, J. Moradian-Oldak //J. Vis. Exp. – 2014. – №89. – e51606.

Поступила 23.05.2019 г.

A. T. Baigulakov, M. M. Tusupbekova, S. T. Tuleutayeva
INFLUENCE OF SYNTHETIC ANALOGUE OF AMELOGENIN ON ENAMEL MINERALIZATION
Karaganda medical university (Karaganda, Kazakhstan)

Treatment of caries and other pathologies of hard dental tissues is always in great demand at any age. The effectiveness of traditional therapy for initial caries is rather low. The method of micro-invasive treatment of initial caries by the infiltration method of the ICON system has a number of relative contraindications.

The synthetic analogue of human amelogenin protein developed in Kazakhstan for non-invasive treatment of focal demineralization of tooth enamel has no morphological substantiation of enamel regeneration processes. The acid demineralization methods on the extracted human teeth were used with the subsequent evaluation of mineralization effect of the synthetic analogue of human amelogenin protein in the solution of artificial saliva compared with the control group. To assess the mineralization of enamel, the methods of staining with solutions of caries marker, laser fluorescence and light microscopy were used. The results of the research were analyzed, which will allow introducing into clinical dental practice a new method for the treatment and prevention of focal demineralization of teeth.

Key words: synthetic analogue of human protein amelogenin protein, focal enamel demineralization, enamel remineralization, caries marker, laser fluorescence

A. T. Байғұлақов, М. М. Түсіпбекова, С. Т. Төлеутаева
СИНТЕТИКАЛЫҚ АНАЛИЗДІҢ АМЕРИКАНДЫҚ МИНЕРАЛИЗАЦИЯҒА ҚАТЫСТЫ АМЕ-ЛОКЕНИННІҢ ӘСЕРІ
Қарағанды медициналық университеті (Қарағанды, Қазақстан)

Тісжегі және басқа да тістің қатты тіндерін емдеу қажеттілігі кез келген жаста жоғары болып қала береді. Енді басталып келе жатқан тісжегі дестүрлі жолмен емдеу тиімділігі айтарлықтай төмен. Эмальдағы жолақсыз тісжегі ICON жүйесінің инфильтрация (шоғырлану) әдісін қолдана отырып, микроинвазиялық емдеу жолының бірқатар қарсы көрсетілімдері бар.

Тіс эмалінің ошақтық минералсыздануына инвазиялық емес емдеу жолын қолдану үшін Қазақстанда әзірленген адам протеинінің синтетикалық баламасы болатын амелогениннің тіс эмалінің қалпына келтірудің (регенерациялаудың) морфологиялық негіздемесі жоқ. Адамның жұлынған тістерін бақылауға алынған топпен салыстыра алғанда, жасанды сілекей ерітіндісінде минералдандыруына протеиннің синтетикалық баламасы амелогениннің тигізетін әсерін бағалай отырып, қышқылдық минералсыздану әдістері қолданылды. Эмальдің минералдануын бағалау үшін тісжегі маркері, лазерлік сәулеленуі (флуоресценция) және жарық беру микроскопиясы ерітінділерімен бояу әдістері пайдаланылды. Тістердің ошақтық минералсыздануын емдеу және оның алдын алудың жаңа тәсілдерін клиникалық стоматология тәжірибесіне енгізуге мүмкіндік беретін зерттеу нәтижелеріне талдау жүргізілді.

Кілт сөздер: амелогениннің адам протеинінің синтетикалық аналогы, эмальдің ошақтық деминерализациясы, эмаль реминерализациясы, кариес маркер, лазерлік флуоресценция