

DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_34

[И.Ф. Нефедова](#)¹,

главный специалист отдела доклинических исследований НИИ Биотех

С.Д. Брехов¹,

студент V курса Института стоматологии

[О.А. Магсумова](#)¹,

ассистент кафедры терапевтической стоматологии

[М.А. Постников](#)¹,

д.м.н., профессор, зав. кафедрой терапевтической стоматологии

[С.Е. Чигарина](#)¹,

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии

[Е.А. Рыскина](#)²,

д.б.н., профессор факультета биологии и биотехнологии

¹ СамГМУ, 443099, Самара, Россия² НИУ ВШЭ, 117418, Москва, Россия**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:**

Нефедова И.Ф., Брехов С.Д., Магсумова О.А., Постников М.А., Чигарина С.Е., Рыскина Е.А. Определение эффективности применения реминерализующего препарата на эмаль и дентин зубов методом растровой микроскопии после процедуры химического отбеливания: экспериментальное нерандомизированное исследование. — *Клиническая стоматология*. — 2024; 27 (4): 34—39.
DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_34

[I.F. Nefedova](#)¹,

senior expert of preclinical research department

S.D. Brehov¹,

5th year student at the Department of Dentistry

[O.A. Magsumova](#)¹,

assistant at the Therapeutic dentistry Department

[M.A. Postnikov](#)¹,

Doctor of Science in Medicine, full professor of the Therapeutic dentistry Department

[S.E. Chigarina](#)¹,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Therapeutic dentistry Department

[E.A. Ryskina](#)²,

Doctor of Science in Biology, professor of the Faculty of Biology and Biotechnology

¹ Samara State Medical University, 443099, Samara, Russia² HSE University, 117418, Moscow, Russia

Определение эффективности применения реминерализующего препарата на эмаль и дентин зубов методом растровой микроскопии после процедуры химического отбеливания: экспериментальное нерандомизированное исследование

Реферат. На сегодняшний день изменение цвета зубов — одна из распространенных проблем для людей различных возрастных групп и слоев населения. Это достаточно часто встречающийся и полиэтиологический вид патологии твердых тканей зубов, не имеющий универсального метода лечения. **Цель работы** — изучение необходимости применения эмаль-герметизирующего ликвида на ткани зубов после процедуры химического отбеливания зубов. **Материалы и методы.** В эксперименте использовались 24 зуба, удаленных по ортодонтическим показаниям. Процедура химического отбеливания зубов осуществлялась с применением системы Opalescence Xtra Boost. Реминерализующая терапия была проведена с использованием эмаль-герметизирующего ликвида. Изучали элементный состав эмали и дентина методом энергодисперсионной спектроскопии. **Результаты.** При традиционном отбеливании без применения реминерализующего препарата и при отбеливании с однократным применением ликвида ширина дентальных канальцев заметно увеличивается, тем самым увеличивая проницаемость между эмалью и дентином. При многократном применении ликвида наблюдается уменьшение ширины дентальных канальцев, а следовательно, уменьшение входных ворот для инфекции. **Заключение.** Применение ликвида способствует удалению органического налета с поверхности зуба, сохранению и восполнению состава микроэлементов, обеспечивающих прочность зуба, уменьшению ширины дентальных канальцев и, как следствие, снижению гиперчувствительности зубов.

Ключевые слова: химическое отбеливание зубов, гиперчувствительность зубов, эмаль-герметизирующий ликвид

Determination of the effectiveness of the remineralizing drug on tooth enamel and dentin by scanning microscopy after a chemical bleaching procedure: an experimental non-randomized study

Abstract. In our days, tooth discoloration is one of the common problems for people of different age and population groups. This is a fairly common and polyetiological type of pathology of hard dental tissues, which does not have a universal method of treatment. **The purpose** — study the need to use enamel-sealing liquid on dental tissue after the procedure of chemical teeth whitening. **Materials and methods.** 24 teeth extracted for orthodontic indications were used in the experiment. The procedure of chemical teeth whitening was carried out using Opalescence Xtra Boost system. Remineralizing therapy was carried out using enamel-sealing liquid. The elemental composition of enamel and dentin was studied by energy dispersive spectroscopy. **Results.** At traditional bleaching without application of remineralizing preparation and at bleaching with single application of liquid the width of dental tubules markedly increases, thus increasing the permeability between enamel and dentin. With repeated application of liquid, there is a decrease in the width of the dental tubules and hence a decrease in the entrance gate for infection. **Conclusion.** The use of liquid helps to remove organic plaque from the tooth surface, to preserve

and replenish the composition of microelements that provide tooth strength, to reduce the width of dental tubules and, consequently, to reduce hypersensitivity of teeth.

Key words: chemical whitening teeth, sensitivity of teeth, enamel-sealing liquid

ВВЕДЕНИЕ

Эстетическая стоматология имеет серьезную этическую базу, которая нацелена на общее улучшение состояния зубов [1]. Это достаточно часто встречающийся и полиэтиологический вид патологии твердых тканей зубов, не имеющий универсального метода лечения [2].

Для выбора метода лечения дисколорита целесообразно установить причину его возникновения — постоянный или временный.

К временным причинам, негативно отражающимся на цветовой гамме зубов, можно отнести вредные привычки: курение, неудовлетворительный уход за полостью рта и использование большого количества продуктов с хромогенами. Изменения цвета зубов могут быть как врожденные дисколориты (флюороз, гипоплазия, «тетрациклиновые зубы» и т.д.), так и приобретенные, обусловленные витальным и девитальным окрашиванием зубов [1–4].

В современном мире есть множество методик для устранения пигментаций твердых тканей зубов, но неинвазивным является процедура офисного отбеливания зубов [6, 7]. Одним из самых распространенных средств, применяемых для лечения дисколоритов, остаются высококонцентрированные перекисные препараты. Механизм их действия основан на эффекте выделения атомарного кислорода, который проникает в эмаль и дентин, вызывая окислительное расщепление хромофоров в дентине зуба

Согласно данным исследований разных авторов, осложнением процедуры химического отбеливания зубов является гиперчувствительность твердых тканей зубов, возникновение которой обусловлено увеличением проницаемости эмали и выходом микроэлементов с ее поверхности и из глубины [9–12, 14].

На сегодняшний день на рынке представлен большой выбор реминерализующих средств (R.O.C.S. Medical Minerals, Humanchemie, Stomysens и др.), применение которых является обязательным этапом при лечении изменения цвета зубов методом химического отбеливания.

Цель исследования — изучение необходимости применения эмаль-герметизирующего ликвида на ткани зубов после процедуры химического отбеливания зубов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование воздействия реминерализующей терапии было проведено на 24 премолярах, удаленных

FOR CITATION:

Nefedova I.F., Brehov S.D., Magsumova O.A., Postnikov M.A., Chigarina S.E., Ryskina E.A. Determination of the effectiveness of the remineralizing drug on tooth enamel and dentin by scanning microscopy after a chemical bleaching procedure: an experimental non-randomized study. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2024; 27 (4): 34—39 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_34

по ортодонтическим показаниям. Подготовку образцов проводили по методике Е.С. Ерофеевой и О.С. Гилевой (рацпредложение № 2488 от 30.11.2009): экстрагированные зубы промывали в проточной воде, очищали с помощью ультразвукового скейлера и щетки с пастой, а затем зубы распиливали на 4 равные части. Полученные фрагменты в зависимости от вида обработки поделили на 4 группы по 24 образца в каждой:

- I — контрольная, где процедура химического отбеливания зубов не проводилась;
- II — осуществлено только отбеливание;
- III — с реминерализующей терапией после отбеливания;
- IV — с реминерализующей терапией после отбеливания и еще дважды с интервалом 7 дней.

Процедура химического отбеливания зубов осуществлялась с применением набора Opalescence Xtra Boost (Ultradent, США). Набор включает 2 шприца: первый — с 40%-ной перекисью водорода, второй — катализатор со щелочным раствором фторида натрия (0,22%) и нитрата калия (5%) в глицерине.

Реминерализующая терапия в III и IV группах была проведена с использованием эмаль-герметизирующего ликвида, представленного набором из жидкости и суспензии.

Для исследования на растровом электронном микроскопе образцы зубов фиксировали в 2,5%-ном растворе глутарового альдегида с последующей проводкой по спиртам восходящей концентрации и высушиванием в вытяжном шкафу в течение 24 часов. На поверхность образцов напылялось золото для повышения проводимости. Элементный состав проводили с помощью системы Analysis Station JED-2300 (JEOL, Япония) с термической и термополевой эмиссией совместно с инженерами Самарского технического университета на кафедре металловедения, порошковой металлургии, наноматериалов.

Изготовление гистологических препаратов проводили путем декальцинации образцов, стандартной проводки и последующей заливкой в парафин. Срезы толщиной 4–5 мкм, полученные на ротационном микротоме, окрашивали гематоксилином и эозином по стандартной методике и изучали с помощью светового микроскопа.

При статистической обработке данных сравнение количественных признаков в независимых группах выполняли с помощью рангового дисперсионного анализа Краскела—Уоллиса с последующими межгрупповыми сравнениями по *U*-критерию Манна—Уитни и Вилкоксона с поправкой Бонферрони (умножали достигнутый уровень значимости на 6 возможных попарных).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На исследуемых образцах были выделены два слоя: поверхностный (эмаль) и глубокий (дентин), на которых были отмечены точки сканирования. При изучении количественного состава неорганических компонентов на поверхностном слое были заметные изменения содержания углерода, кислорода, фосфора и кальция. Основным микроэлементом эмали зуба является кальций, его доля в I группе составляет 42%. В образцах II группы, где проводилось только отбеливание, отмечается снижение содержания кальция по сравнению с контрольной группой — 38,6%. В образцах III и IV группы наблюдается максимальное содержание кальция — 42,4 и 46% соответственно (рис. 1).

Резкое снижение доли фосфора также наблюдалось лишь во II группе (9,4%) по сравнению с контрольной I группой (22,2%), что, вероятно, свидетельствует о диффузии ионов из кристаллов гидроксиапатита вследствие проведенного отбеливания. В образцах эмали III и IV группы содержание фосфора составляло 22,5 и 21% соответственно (рис. 2). При исследовании глубокого слоя по сравнению с контрольной группой содержание фосфора и кальция резко уменьшилось у образцов II группы (12,7 и 40,1% соответственно), что обусловлено диффузией ионов из кристаллов гидроксиапатита

в результате проведенной процедуры отбеливания. В образцах III и IV групп обнаружено повышение содержания фосфора (22,4 и 23,8%) и кальция (43,5 и 46,3%), связанное, в свою очередь, с проведением реминерализующей терапии (см. рис. 1, 2). Соотношение фосфора и кальция регулируется за счет кальций-фосфорного обмена в зубах: при увеличении содержания кальция происходит уменьшение фосфора и наоборот.

При исследовании поверхностного и глубокого слоев заметное изменение доли кислорода наблюдалось лишь в слое эмали: увеличивался в III группе (11,1%) и уменьшался во II группе (4,5%) по сравнению с контрольной группой. Данные изменения во II группе связаны с использованием отбеливающей системы и влиянием активных химических агентов на структуру зуба, а в III группе — с действующими веществами реминерализующего препарата (рис. 3).

Кроме того, в слое эмали в III группе отмечалось повышение углерода (7,6%), относительно других групп, что также обусловлено проведением реминерализующей терапии. При исследовании глубокого слоя во всех трех опытных образцах, сравниваемых с контрольной группой, наблюдалось наибольшее содержание углерода: в образце III (5,3%) и IV (5,3%), что обусловлено проведением реминерализующей терапии, а наименьшее — во II группе (4,6%), что, в свою очередь, связано проведением процедуры отбеливания без последующего нанесения реминерализующих препаратов (рис. 4).

Содержание фтора во II группе в слое эмали и дентина, увеличилось (до 2,6 и 1%) по сравнению с другими группами. Вероятно, это связано с тем, что основной

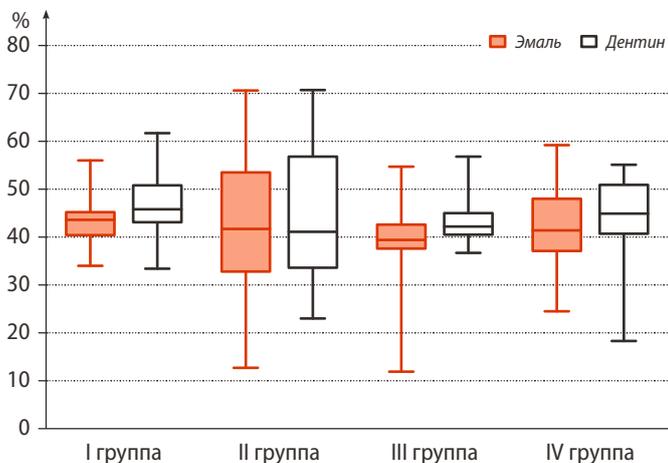


Рис. 1. Доля кальция в эмали, %
Fig. 1. The proportion of calcium in enamel, %

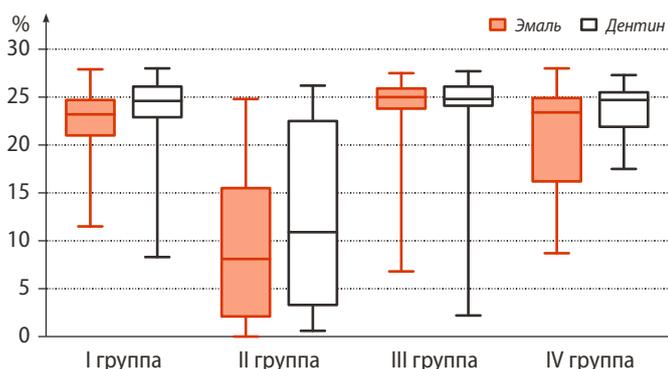


Рис. 2. Доля фосфора в эмали, %
Fig. 2. The proportion of phosphorus in enamel, %

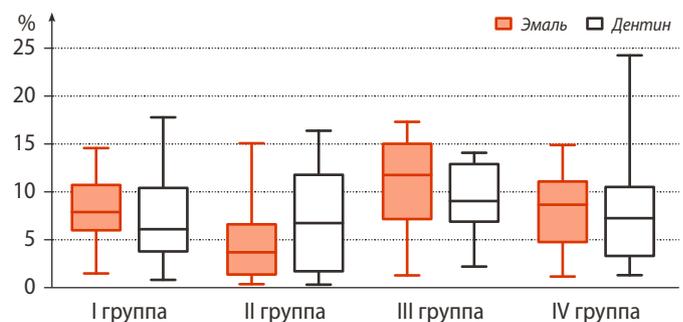


Рис. 3. Доля кислорода в эмали, %
Fig. 3. The proportion of oxygen in the enamel, %

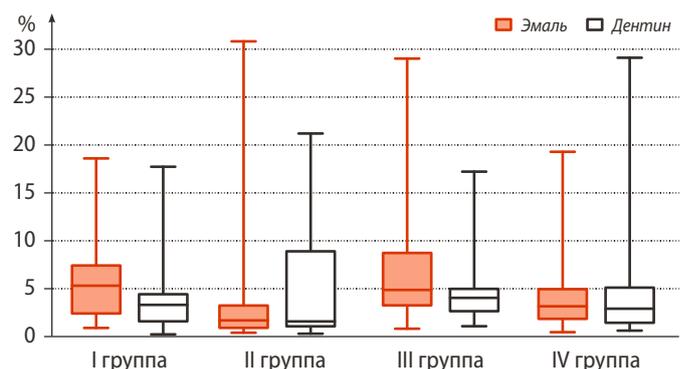


Рис. 4. Доля углерода в эмали, %
Fig. 4. The proportion of carbon in enamel, %

источник поступления фтора — ротовая жидкость (слюна) в данном эксперименте отсутствует (работа проводилась на извлеченных образцах) мы наблюдаем естественное убывание данного элемента (рис. 5).

Было проведено сравнение поверхностного и глубокого слоев каждого исследуемого образца. В результате анализа количественного состава неорганических компонентов первой, контрольной, группы образцов были получены контрольные значения содержания углерода (С), фтора (F), кислорода (O) фосфора (P) и кальция (Ca) в слое эмали и дентина, приведенные в табл. 1.

В поверхностном слое образцы II группы имеют большее содержание углерода (5,7%) и фтора (2,6%), чем в глубоком слое: углерода (4,6%), фтора (1%). Однако содержание кальция (40,1%), фосфора (12,7%) и кислорода (6,7%) в глубоком слое больше, чем в поверхностном (38,6% кальция, 9,4% фосфора и 4,5% кислорода), что обусловлено, по всей вероятности, высвобождением их с поверхностного слоя в процессе процедуры отбеливания зубов (табл. 2).

В поверхностном слое образцов III группы отмечается незначительное повышение содержания углерода (7,6%), кислорода (11,1%) и фосфора (22,5%) по сравнению с глубоким слоем (5,3% углерода, 9,1% кислорода и 22,4% фосфора) и повышение кальция (42,4%) и фтора (0,06%) в глубоком слое по сравнению с поверхностным слоем (43,5% кальция и 0,03% фтора). Вероятно, это связано с тем, что эмаль-герметизирующий ликвид, насыщая ткани ионами и обладая мощной бактерицидной активностью, способствует подавлению образования микробной биопленки на поверхности эмали, защищает дентин в случае проникновения микробов через глубокие поры эмали и каналцы обнаженного дентина, тем самым предотвращая последующее растворение ионов гидроксиапатита в глубоком слое (табл. 3).

В глубоком слое образцов IV группы наблюдается увеличение содержания углерода (5,34%), кислорода (8,28%), фосфора (23,78%) и кальция (46,34%), а также уменьшение содержания фтора (0,04%) по сравнению с количеством данных элементов в поверхностном слое (5,21% С, 8,02% O, 20,98% P, 46,02% Ca и 0,16% F). Вероятно, это связано с тем, что из-за длительного применения эмаль-герметизирующего ликвида образовалась защитная пленка, которая не дает высвободиться другим элементам (табл. 4).

В дентинных трубочках (каналцах) циркулирует дентинная жидкость, которая доставляет органические и неорганические вещества, участвующие в обновлении дентина. Благодаря наличию большого количества трубочек дентин, несмотря на прочность,

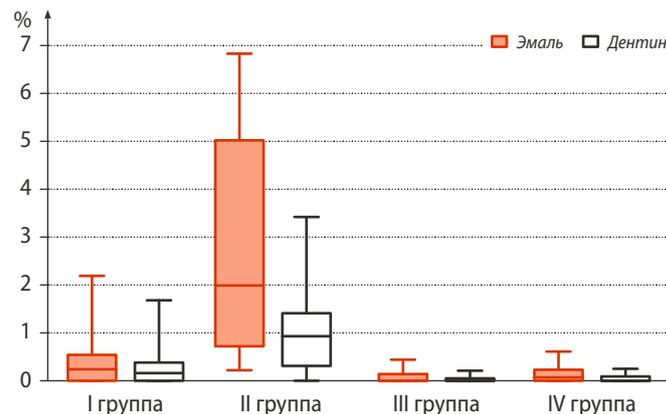


Рис. 5. Доля фтора в эмали, %

Fig. 5. The proportion of fluoride in enamel, %

имеет очень высокую проницаемость. С целью выявления изменений данной проницаемости мы провели измерения ширины дентальных каналцев (рис. 6).

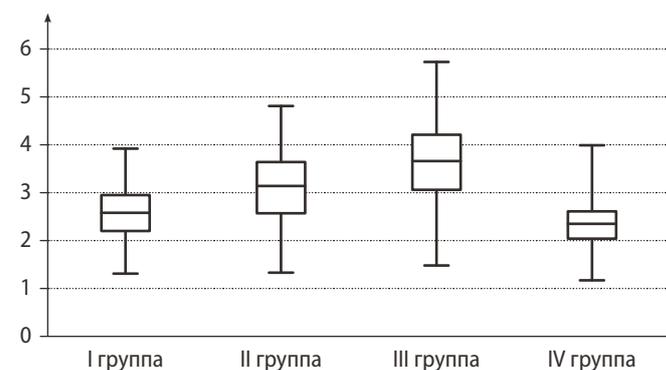


Рис. 6. Ширина дентальных каналцев, мкм

Fig. 6. The width of the dental tubules, microns

Таблица 1. Количественный состав неорганических компонентов образцов I группы

Table 1. Quantitative composition of inorganic components of Group I samples

Элемент	Эмаль	Дентин	p
С	5,78±0,95	3,87±0,78	0,050
O	8,07±0,79	6,81±0,83	0,162
P	22,22±0,88	23,59±0,91	0,051
Ca	42,01±1,10	43,77±1,41	0,038
F	0,39±0,11	0,27±0,08	0,385

Таблица 2. Количественный состав неорганических компонентов образцов II группы

Table 2. Quantitative composition of inorganic components of Group II samples

Элемент	Эмаль	Дентин	p
С	5,74±2,08	4,64±1,27	0,946
O	4,54±0,93	6,66±1,18	0,250
P	9,38±1,75	12,68±2,05	0,213
Ca	38,62±3,67	40,09±3,15	0,829
F	2,62±0,51	1,00±0,17	0,016

Таблица 3. Количественный состав неорганических компонентов образцов III группы

Table 3. Quantitative composition of inorganic components of Group III samples

Элемент	Эмаль	Дентин	p
С	7,56±1,57	5,27±0,90	0,135
O	11,05±0,93	9,13±0,74	0,114
P	22,49±1,27	22,41±1,45	0,975
Ca	42,41±1,83	43,54±1,01	0,014
F	0,06±0,02	0,03±0,01	0,910

Таблица 4. Количественный состав неорганических компонентов образцов IV группы

Table 4. Quantitative composition of inorganic components of Group IV samples

Элемент	Эмаль	Дентин	p
С	5,21±1,25	5,34±1,61	0,811
O	8,02±0,92	8,28±1,35	0,772
P	20,98±1,24	23,78±0,55	0,110
Ca	46,02±1,93	46,34±2,07	0,320
F	0,16±0,05	0,04±0,01	0,091

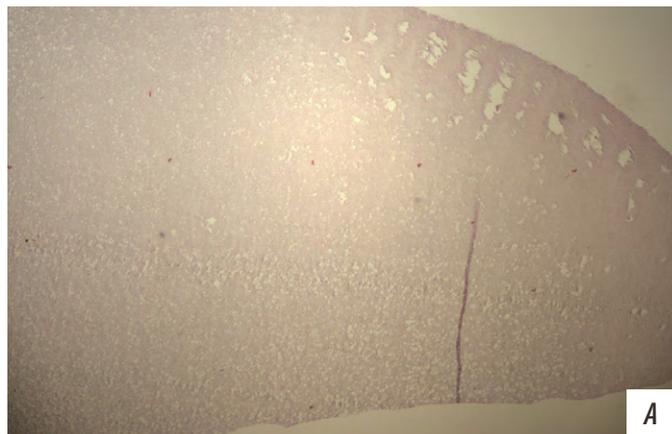


Рис. 7. Гистологический препарат зуба (эмаль и дентин): А — I группа, В — II группа, С — III группа, D — IV группа. Окраска гематоксилином и эозином (ув. 40)

Fig. 7. Histological preparation of the tooth (enamel and dentin): A — Group I, B — Group II, C — Group III, D — Group IV. Staining with hematoxylin and eosin (mag. 40x)

В результате мы выявили, что при простом отбеливании (II группа) и отбеливание + ликвид (III группа) ширина дентальных канальцев заметно увеличивается, тем самым увеличивая проницаемость (в том числе для патогенной флоры) между эмалью и дентином. При многократном применении ликвида (IV группа) наблюдается уменьшение ширины дентальных канальцев, а следовательно, уменьшение входных ворот для инфекции.

На гистологических препаратах всех групп четко визуализируются эмаль и дентин. Наблюдается четкая граница коллагена эмали и коллагена дентина (рис. 7). Дентинные канальцы расходятся в радиальном направлении и пронизывают всю толщу дентина.

ОБСУЖДЕНИЕ

Прочность эмали и дентина зависит от двух ключевых компонентов — кальция и фосфора. Химическое отбеливание снижает pH, вымывая эти минералы и делая зубы хрупкими. Вместе с тем в отношении влияния реминерализующей терапии на состояние твердых тканей зуба после процедуры отбеливания у зубов, удаленных в ходе ортодонтического лечения в научных публикациях по некоторым аспектам имеются противоречивые сведения. Также в большинстве исследований не рассматриваются морфометрические параметры твердых тканей зубов и не учитываются некоторые неорганические компоненты. Нами проведен анализ содержания

кальция, фосфора, фтора, углерода и кислорода в эмали и дентине на разных этапах: до химического отбеливания, сразу после процедуры и после применения препарата. Это позволило сравнить изменения концентрации этих элементов в зависимости от этапа исследования и получить более полную микроскопическую картину влияния реминерализующей терапии на твердые ткани зубов после химического отбеливания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований можно сделать заключение о том, что многократное применение ликвида позволило за короткий период времени укрепить эмаль. Жидкость из набора обладала флюидными свойствами, которые способствовали ускорению процесса реминерализации. Суспензия же являлась основной компонентой набора. Она содержала в своем составе минералы, необходимые для прочности зубной ткани. Суспензия заполняла микротрещины на поверхности зуба и создавала твердый защитный слой на эмали.

Таким образом, многократное применение ликвида способствует:

- удалению органического налета с поверхности зуба;
- сохранению и восполнению состава микроэлементов, обеспечивающих прочность зуба;
- уменьшению ширины дентальных канальцев и как следствие — снижению чувствительности зубов.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 18.11.2023 **Принята в печать:** 05.12.2024

ЛИТЕРАТУРА:

1. Машко О.А. Эстетические аспекты в ортопедической стоматологии. — *Научное обозрение. Медицинские науки.* — 2017; 4: 54—57. [eLibrary ID: 28781651](#)
2. Титова О.Ю. Возрастные аспекты лечения дисколорита зубов. — *Проблемы стоматологии.* — 2019; 4: 61—65. [eLibrary ID: 42364558](#)
3. Титова О.Ю., Решетникова Ю.В., Трунин Д.А. Изучение стойкости покрытия зубной эмали декоративным лаком при дисколоритах зубов. — *Проблемы стоматологии.* — 2018; 2: 52—55. [eLibrary ID: 35295785](#)
4. Лузганова Е.В. Современные подходы к отбеливанию зубов и правила гигиены полости рта. — *Наука 21 века: вопросы, гипотезы, ответы.* — 2017; 1 (22): 14—17. [eLibrary ID: 28298689](#)
5. Гильмияров Э.М., Рыскина Е.А., Магсумова О.А., Полканова В.А., Алсаиди А.Х. Изменение показателей ротовой жидкости, влияющих на минеральный обмен в твердых тканях зуба, после процедуры клинического отбеливания зубов. — *Медико-фармацевтический журнал Пульс.* — 2019; 12: 50—54. [eLibrary ID: 41849743](#)
6. Луцкая И.К. Современное состояние проблемы отбеливания зубов. — *Международные обзоры: клиническая практика и здоровье.* — 2019; 1 (33): 46—54. [eLibrary ID: 38472875](#)
7. Акулович А., Шишелова А. Чувствительность зубов: проблема и ее решение с точки зрения физиологии. — *Цифровая стоматология.* — 2016; 2: 68—77. [eLibrary ID: 44563000](#)
8. Бондарик Е.А., Полянская Л.Н. Современные методики отбеливания зубов. — *Современная стоматология (Беларусь).* — 2011; 2 (53): 37—41. [eLibrary ID: 17013634](#)
9. Бажутова И.В., Магсумова О.А., Фролов О.О., Тимченко Е.В., Тимченко П.Е., Трунин Д.А., Комлев С.С., Полканова В.А. Оценка органического и минерального состава эмали зубов методом рамановской спектроскопии: экспериментальное нерандомизированное исследование. — *Кубанский научный медицинский вестник.* — 2021; 4: 118—132. [eLibrary ID: 46458976](#)
10. Магсумова О.А., Полканова В.А., Тимченко В.Е., Волова Л.Т. Рамановская спектроскопия и ее применение в стоматологии. — *Стоматология.* — 2021; 4: 137—142. [eLibrary ID: 46390890](#)
11. Karaarslan E.S., Özmen Z.C., Aytac F., Bicakci A.A., Buldur M., Aydogan L., Hologlu F., Özkocak B. Evaluation of biochemical changes in dental tissues after different office bleaching methods. — *Hum Exp Toxicol.* — 2019; 38 (4): 389—397. [PMID: 30526070](#)
12. Rodríguez-Martínez J., Valiente M., Sánchez-Martín M.J. Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. — *J Esthet Restor Dent.* — 2019; 31 (5): 431—440. [PMID: 31448534](#)
13. Wu S., Chen Y., Zhang J., Chen W., Shao S., Shen H., Zhu L., Ye P., Svensson P., Wang K. Effect of low-level laser therapy on tooth-related pain and somatosensory function evoked by orthodontic treatment. — *Int J Oral Sci.* — 2018; 10 (3): 22. [PMID: 29967411](#)
14. Бичикаева З. Применение препаратов на основе аморфного фосфата кальция для проведения реминерализующей терапии после отбеливания зубов. — *Эстетическая стоматология.* — 2018; 3—4: 122—125. [eLibrary ID: 42895512](#)

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 18.11.2023

Accepted: 05.12.2024

REFERENCES:

1. Mashko O.A. Aesthetic considerations in prosthetic dentistry. *Scientific Review. Medical sciences.* 2017; 4: 54—57 (In Russian). [eLibrary ID: 28781651](#)
2. Titova O. Age aspects of treatment of teeth discoloritis. *Actual Problems in Dentistry.* 2019; 4: 61—65 (In Russian). [eLibrary ID: 42364558](#)
3. Titova O., Reshetnikova Y., Trunin D. Study of the stability of covering of tooth enamel with decorative lacquer with diseases of teeth. *Actual Problems in Dentistry.* 2018; 2: 52—55 (In Russian). [eLibrary ID: 35295785](#)
4. Luzganova E.V. Modern approaches to teeth bleaching and oral hygiene rules. *Nauka 21 veka: voprosy, gipotezy, otvety.* 2017; 1 (22): 14—17 (In Russian). [eLibrary ID: 28298689](#)
5. Gilmiyarov E.M., Ryskina E.A., Magsumova O.A., Polkanova V.A., Alsaeedi A.H. Change of indicators of oral fluid affecting mineral exchange of hard tooth tissues after in-office teeth whitening. *Medical and pharmaceutical journal Pulse.* 2019; 12: 50—54 (In Russian). [eLibrary ID: 41849743](#)
6. Lutskaya I.K. The current state of the problem of teeth whitening. *International reviews: Clinical practice and health.* 2019; 1 (33): 46—54 (In Russian). [eLibrary ID: 38472875](#)
7. Akulovich A., Shishelova A. Tooth sensitivity: the problem and its solution from the point of view of physiology. *Digital Dentistry.* 2016; 2: 68—77 (In Russian). [eLibrary ID: 44563000](#)
8. Bondarik E.A., Polyanskaya L.N. Modern methods of teeth bleaching. *Sovremennaya stomatologiya (Belarus).* 2011; 2 (53): 37—41 (In Russian). [eLibrary ID: 17013634](#)
9. Bazhutova I.V., Magsumova O.A., Frolov O.O., Timchenko E.V., Timchenko P.E., Trunin D.A., Komlev S.S., Polkanova V.A. Raman spectroscopy analysis of dental enamel organic and mineral composition: an experimental non-randomised study. *Kuban Scientific Medical Bulletin.* 2021; 4: 118—132 (In Russian). [eLibrary ID: 46458976](#)
10. Magsumova O.A., Polkanova V.A., Timchenko E.V., Volova L.T. Raman spectroscopy and its application in different areas of medicine. *Stomatology.* 2021; 4: 137—142 (In Russian). [eLibrary ID: 46390890](#)
11. Karaarslan E.S., Özmen Z.C., Aytac F., Bicakci A.A., Buldur M., Aydogan L., Hologlu F., Özkocak B. Evaluation of biochemical changes in dental tissues after different office bleaching methods. *Hum Exp Toxicol.* 2019; 38 (4): 389—397. [PMID: 30526070](#)
12. Rodríguez-Martínez J., Valiente M., Sánchez-Martín M.J. Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. *J Esthet Restor Dent.* 2019; 31 (5): 431—440. [PMID: 31448534](#)
13. Wu S., Chen Y., Zhang J., Chen W., Shao S., Shen H., Zhu L., Ye P., Svensson P., Wang K. Effect of low-level laser therapy on tooth-related pain and somatosensory function evoked by orthodontic treatment. *Int J Oral Sci.* 2018; 10 (3): 22. [PMID: 29967411](#)
14. Bichikaeva Z. Use of medications based on amorphous calcium phosphate for enamel remineralization after teeth bleaching procedure. *Aesthetic Dentistry.* 2018; 3—4: 122—125 (In Russian). [eLibrary ID: 42895512](#)