

Петрова А.П., Сюденева А.К., Целик К.С.

**Влияние некоторых систем домашнего отбеливания зубов на резистентность эмали**

ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, кафедра стоматологии детского возраста и ортодонтии

**Резюме**

В данной работе рассматривается влияние на резистентность эмали витальных зубов трех методик, применяющихся с целью домашнего отбеливания зубов: на основе пероксидов, фоточувствительных частиц и ферментов, проводимых на фоне реминерализующей терапии. Приводится сравнение свойств их действующих веществ, механизма действия и влияния на структурно-функциональные свойства эмали зубов.

**Ключевые слова:** домашнее отбеливание, резистентность эмали, пероксиды, фоточувствительные частицы, ферменты, реминерализация

**Актуальность**

Среди актуальных проблем современной терапевтической стоматологии домашнее отбеливание зубов занимает одно из ведущих мест [2]. Это связано с тем, что население в настоящее время все больше внимания уделяет эстетике своего внешнего вида, в которой немаловажную роль играет белоснежная и красивая улыбка, но в качестве способов ее достижения используют популярные методики домашнего отбеливания без учета структурных особенностей эмали, которые может оценить только врач – стоматолог, а также пренебрегая возможными последствиями бесконтрольного их применения [1].

**Цель:** изучить влияние систем домашнего отбеливания зубов на резистентность эмали.

**Задачи:**

1. выявить потребность в отбеливании зубов молодёжи 20-22 лет;
2. изучить состав и свойства популярных в настоящее время систем для домашнего отбеливания, а также механизм их действия;
3. выявить влияние отбеливающих систем на структурно-функциональные свойства эмали;
4. сравнить эффективность и безопасность средств для домашнего отбеливания на основе пероксидов, фоточувствительных частиц и ферментов.

**Материал и методы**

Проанализированы источники научной литературы, данные доказательной медицины. Проведено анкетирование 50-ти человек в возрасте 20-22 лет, целью которого было изучение потребности и мотивации молодых людей в проведении отбеливания, а также знаний относительно безопасности предлагаемых на рынке систем для домашнего отбеливания. Приготовлены химические реактивы (1N раствор соляной кислоты и 1% водный раствор метиленового синего) на кафедре общей и биорганической химии СГМУ им. В. И. Разумовского. На 3-х добровольцах было проведено отбеливание зубов с использованием следующих систем согласно инструкций, прилагаемых к ним: на основе перекиси водорода (отбеливающие полоски Blend-a-Med 3DWHITE LUXE, Германия), на основе фоточувствительных частиц (BlanX White Shock Treatment отбеливающая зубная паста со светодиодной лампой – активатором, Италия), на основе ферментов (отбеливающая зубная паста R.O.C.S. Sensation Whitening, Россия), в качестве реминерализующей терапии был использован минерализующий гель R.O.C.S. Medical Minerals (Россия) на протяжении всего курса отбеливания. Перед процедурой отбеливания зубов провели ряд подготовительных мероприятий:

1. Определили уровень гигиены полости рта с помощью гигиенического индекса по Г.Н. Пахомову. Раствором красителя (спиртовой раствор йода 5% или водный раствор эритрозина 5%) окрасили вестибулярную поверхность 12-ти зубов (4.3, 4.2, 4.1, 3.1, 3.2, 3.3, 1.1, 2.1, 1.6, 2.6, 3.6, 4.6).

Оценка окрашивания:

- отсутствие окрашивания – 1 балл;
- ¼ поверхности зуба – 2 балла;
- ½ поверхности зуба – 3 балла;
- ¾ поверхности зуба – 4 балла;
- вся поверхность зуба – 5 баллов.

Расчет по формуле:  $GI = \frac{\text{сумма баллов}}{\text{количество исследуемых зубов}}$ .

Интерпретация результатов:

- 1,1 – 1,5 – хороший уровень гигиены;
- 1,6 – 2,0 – удовлетворительный уровень гигиены;
- 2,1 – 2,5 – неудовлетворительный уровень гигиены;
- 2,6 – 3,4 – плохой уровень гигиены;
- 3,5 – 5,0 – очень плохой уровень гигиены [7].

2. Провели профессиональную гигиену полости рта с использованием торцевой циркулярной щетки и полировочной пасты без фтора Sultan Topex.

3. Обучили пациентов стандартному методу чистки зубов, методике минерализации эмали в домашних условиях (нанесение геля R.O.C.S. Medical Minerals (Россия) дважды в день утром и вечером в виде аппликаций в течение 20 мин).

4. Определили исходный цвет зубов по шкале Vita, выстроенной по светлоте оттенков эмали. Цвет определяли при естественном освещении в дневное время с 11 – 13 часов, пациент был расположен по направлению от окна, а не к окну. Цвета стен, потолка, одежды персонала были в спокойных пастельных тонах. Оценка цвета зубов происходила после профессиональной

гигиены полости рта, поверхность зубов была увлажнена. Цвет определяли в течение 15 сек, после чего делали перерыв и возвращались к повторному цветоопределению [8].

5. Оценили скорость реминерализации эмали при помощи постановки ТЭР (тест эмалевой резистентности) (Окушко В.Р., Косарева Л.И., Луцкая И.К. (1983)). На очищенную от налета и высушенную от слюны вестибулярную поверхность центрального резца верхней челюсти на расстоянии 2 мм от режущего края по центральной линии нанесли каплю 1Н раствора соляной кислоты диаметром 1-2 мм. Через 5 сек каплю смыли водой, эмаль высушили сжатым воздухом. На протравленную поверхность нанесли на 1 мин 1% раствор метиленового синего, после чего его остатки сняли ватным тампоном. Интенсивность окрашивания протравленного участка оценили по стандартной 100-балльной шкале Л.А. Аксамит:

- Участок окрашивания бледно – голубого цвета – высокая резистентность к кариесу (менее 30%).
- Участок окрашивания голубого цвета – средняя резистентность к кариесу (30-60%).
- Участок окрашивания синего цвета – пониженная резистентность к кариесу (более 60%) [7].

### Результаты и обсуждение

Самые ранние письменные источники об отбеливании зубов указывают на то, что этот консервативный метод эстетической стоматологии берет свое начало в США. Современная история отбеливания насчитывает более 100 лет. Использовались два главных химических агента: соляная кислота и перекись водорода. Огромное количество ученых тестировали различные методики отбеливания с различными концентрациями химических агентов. Но лишь в конце 60 – х годов 20 – го столетия появилось домашнее отбеливание. Оно подразумевало использование 10% перекиси карбамида, которая помещалась в капу, специально созданную для каждого пациента индивидуально. Данную капу придумал врач – ортодонт Билл Клусмир, когда увидел пациентов с воспаленными деснами [9].

Отбеливание представляет собой химический процесс окисления, при котором цвет эмали и дентина изменяется от темного к светлому.

#### *Показания к отбеливанию зубов:*

1. Цвет зубов по шкале Vita A2 и темнее.
2. Возрастные изменения цвета зубов.
3. «Тетрациклиновые» зубы.
4. Системная гипоплазия эмали легкой степени тяжести.
5. Местная гипоплазия эмали легкой степени тяжести.
6. Штриховая, пятнистая формы флюороза.
7. Измененные в цвете депульпированные зубы.
8. Измененный цвет зубов в результате травмы.

#### *Общие противопоказания к отбеливанию зубов:*

1. Возраст пациентов до 18 лет.
2. Беременность и кормление грудью, так как у беременных часто регистрируется гипертрофический гингивит, снижена резистентность эмали к кариесу; нет исследований, доказывающих безопасность отбеливания в данный период.
3. Наличие аллергической реакции на отбеливающий препарат.

#### *Местные абсолютные противопоказания к проведению процедуры отбеливания зубов:*

1. Временные пломбы.
2. Крупная пульпарная камера зуба, так как проникновение отбеливателя близко к пульпе зуба может вызвать пульпит.
3. Наличие эрозий эмали.
4. Средняя и низкая резистентность эмали.

#### *Местные относительные противопоказания к отбеливанию зубов:*

1. Убыль эмали в результате патологической или возрастной стираемости зубов, глубокие трещины на поверхности эмали.
2. Наличие обнаженных шеек зубов, клиновидных дефектов.
3. Процесс ортодонтического лечения.
4. Несанированная полость рта (вторичный кариес, воспалительные заболевания пародонта в стадии обострения) [3, 6].

Эмаль является самой твердой тканью нашего организма. Она покрывает коронку зуба, выполняя, тем самым, защитную функцию, образована эмалевыми призмами, которые являются структурно - функциональными единицами, и межпризменным веществом. Сама эмалевая призма состоит из органических и неорганических элементов. Органическая матрица формируется из неколлагеновых протеинов – эмалевых белков, выделенных в 2 класса: энамелины и амелогенины, помимо этого органическая матрица содержит глюкозаминогликаны, протеогликаны и липиды. Неорганическая матрица представлена в большей степени гидроксиапатитами (75%) и в меньшей степени карбонатапатитами (12,06%), хлорапатитами (4,35%) и фторапатитами (0,63%). Межпризменное вещество содержит эмалевые пучки и ламеллы, являющиеся гипоминерализованными зонами, и веретена (отростки одонтобластов), которые отвечают за болевую чувствительность [3, 10, 11, 12].

От природы у каждого человека свой цвет эмали, но с возрастом он изменяется. Это зависит в первую очередь от образа жизни и характера питания. Употребление красящих продуктов, таких как чай, кофе, шоколад, соусы, соки, ягоды, а также вредные привычки неизбежно приводят к потемнению эмали вследствие накопления в ней красящего пигмента, что вызывает желание у людей обращаться к домашним средствам отбеливания, как к самому простому способу.

По данным нашего исследования среди молодежи 20-22 лет было выявлено, что 40% хотят провести процедуру отбеливания в домашних условиях, среди которых 50% мотивированы рекламой в СМИ, 20% - опытом знакомых и только 30% мотивированы наличием истинных показаний к проведению данной процедуры, однако из желающих отбелить зубы 65% не знают о негативном влиянии на эмаль отбеливающих агентов современных средств. Подробно изучив состав и рекомендации производителей, нами был сделан вывод, что в рамках маркетингового хода фирмы не указывают противопоказаний, побочного действия и негативного влияния на органы полости рта действующих агентов, в результате чего после неправильного самостоятельного подбора средства для отбеливания многие пациенты вынуждены обращаться за помощью к стоматологам по поводу устранения возникающих

нежелательных эффектов. Таким образом, мы выявили, что почти половина молодежи хочет провести отбеливание в домашних условиях, мотивация которых обусловлена в основном воздействием рекламы в СМИ, при этом больше половины из них доверяют написанному на упаковке, не подозревая об опасности и риске, связанном с бесконтрольным применением отбеливающих систем.

*Классификация методов домашнего отбеливания зубов:*

1. Профессионально - домашнее (под контролем врача – стоматолога);
2. Собственно домашнее (самостоятельное использование различных непрофессиональных средств).

Мы изучили три наиболее популярные группы средств собственно домашнего отбеливания, для изучения эффективности которых, мы провели исследование на 3-х добровольцах:

- 1) на основе перекиси водорода (отбеливающие полоски для зубов Blend-a-Med 3DWHITE LUXE, Германия).

Действующее вещество:

- Hydrogen Peroxide – окислитель (5,25%)
- Sodium Hydroxide - нейтрализатор кислот

Механизм действия: действие специальных зубных полосок для отбеливания основано на применении пероксидных гелей. При снятии защитного слоя с поверхности полоски, происходит активация геля: перекись начинает выделять атомарный кислород, который проникает в эмаль и дентин, вызывая окислительное расщепление накопившихся пигментов. При высоких концентрациях перекиси водорода происходит разрушение органических элементов матрикса, увеличивается микропористость эмали, что вызывает рассеивание света и зрительное ощущение белизны зубов [4].

- 2) на основе фоточувствительных микрочастиц (отбеливающая система BlanX White Shock Treatment - отбеливающая зубная паста со светодиодной лампой – активатором, Италия).

Действующее вещество:

- Микрочастицы ActiluX, содержащие нано-гидроксипатит и запатентованное вещество, которое становится белее при воздействии света (по сути - оптический отбеливатель);
- Экстракт лишайника исландского - оказывает антибактериальное действие, препятствует образованию зубного налета;
- Экстракт уснеи бородачатой - антибактериальное и противовоспалительное действие;
- НЕ содержит парабены, SLS, полиэтиленгликоль, фтор.

Механизм действия: микрочастицы активируются дневным светом, продуцируя фотохимическую реакцию с кислородом и водой, присутствующими в окружающей среде (влажность воздуха и слюна), формируются радикалы безопасные для организма, но разрушающие чужеродные органические молекулы, в том числе зубной налет. Нано-гидроксипатит заполняет микротрещины в эмали зубов и становится связующим звеном между поверхностью зуба и отбеливающим веществом из формулы Actilux.

- 3) на основе ферментов (отбеливающая зубная паста R.O.C.S. Sensation Whitening, Россия).

Действующее вещество:

- Calcium Glycerophosphate – реминерализующее действие
- Xylitol (п/микробное действие, повышает реминерализующий потенциал Calcii Glycerophosphatis и Magnesii Chloridi)
- Bromelain – протеолитический фермент (ананас), препятствует фиксации бактерий на поверхности зубов и СО.
- Magnesium Chloride - противовоспалительное, вяжущее, подсушивающее действие. Уменьшает кровоточивость и неприятный запах изо рта

Механизм действия ферментативных отбеливающих средств заключается в удалении зубного налета, поверхностных пятен эмали. Реминерализация эмали также способствует осветлению поверхности зуба за счет уплотнения кристаллической решетки гидроксиапатита.

Для минерализации эмали у всех трех испытуемых использовали гель R.O.C.S. Medical Minerals (Россия) по схеме.

Действующее вещество:

- Calcium Glycerophosphate – реминерализующее действие
- Xylitol – повышает реминерализующий потенциал, подавляет активность бактерий
- Magnesium Chloride – противовоспалительное, вяжущее, подсушивающее действие. Уменьшает кровоточивость и неприятный запах изо рта.

Механизм действия: гель образует невидимый защитный слой на зубах, проникающий в их структуру и оказывающий укрепляющее действие.

По данным литературных источников [3, 5, 13], некоторые компоненты, входящие в состав отбеливающих зубных средств, способны снижают резистентность эмали к действию кислот, повышая, таким образом, восприимчивость зубов к кариесогенным факторам и увеличивая чувствительность эмали. В связи с чем, согласно данным доказательной медицины, в Европе отбеливание зубов можно делать только с 18 лет и только по рекомендации стоматолога, препараты для отбеливания, содержащие выше 0.1% перекиси водорода продаются строго по рецепту, процедура отбеливания проходит только под контролем специалиста, домашнее отбеливание даже проверенными средствами не рекомендуется.

Подробно изучив состав приведенных отбеливающих средств, можно сделать вывод, что отбеливающие полоски для зубов Blend-a-Med 3DWHITE LUXE являются истинным отбеливающим средством за счет присутствия в составе перекиси водорода 5,25%, но также содержат агрессивные и вредные вещества для слизистой оболочки, такие как гидроксид натрия и лаурилсульфат натрия, которые могут привести к атрофии слизистой. В отбеливающей системе BlanX White Shock Treatment активным веществом являются частицы ActiluX, которые при воздействии света образуют радикалы, разрушающие органические молекулы, таким образом, данная система также является истинным отбеливающим средством. Зубная паста R.O.C.S. Sensation Whitening не является истинным отбеливающим средством, так как осветление эмали происходит за счет ферментного удаления скопившегося налета (так называемое, псевдоотбеливание) и увеличения оптической плотности эмали при воздействии реминерализующих компонентов.

Для изучения эффективности домашних систем отбеливания были отобраны 3 добровольца, которым были соблюдены одинаковые условия: подготовлена эмаль, согласно описанной выше этапности, проведенный исходный ТЭР которых составил 10%, что соответствует высокой степени резистентности, а так же выбраны 3 группы отбеливающих средств, по которым в течение

14 дней пациенты отбеливали зубы, проводя также курс реминерализующей терапии гелем R.O.C.S. Medical Minerals и используя индифферентную зубную пасту.

Клинический случай №1 (группа на основе перекиси водорода). Жалобы: неудовлетворительный цвет. Объективно: оценка гигиенического состояния полости рта по Пахомову Г.Н.: 2,17 – неудовлетворительный уровень гигиены полости рта, исходный цвет зубов А2. Исходный ТЭР 10% (что соответствует высокой кариесрезистентности эмали). В результате проведенного отбеливания появились жалобы на гиперестезию эмали от холодного, горячего, кислого. Конечный цвет зубов А1 (изменился на 3 тона), конечный ТЭР 30%, что соответствует средней кариесрезистентности эмали (эмалевая резистентность снизилась в 3 раза). Даны рекомендации по уходу за отбеленными зубами. Назначен повторный курс реминерализующей терапии гелем R.O.C.S. Medical Minerals в течение 14 дней.

Клинический случай №2 (группа на основе фоточувствительных микрочастиц). Жалобы: неудовлетворительный цвет. Объективно: оценка гигиенического состояния полости рта по Пахомову Г.Н.: 1,75 – удовлетворительный уровень гигиены полости рта, исходный цвет зубов А2. Исходный ТЭР 10% (что соответствует высокой кариесрезистентности эмали). В результате проведенного отбеливания появились жалобы на гиперестезию эмали от холодного. Конечный цвет зубов В2 (изменился на 2 тона), конечный ТЭР 30%, что соответствует средней кариесрезистентности эмали (эмалевая резистентность снизилась в 3 раза). Даны рекомендации по уходу за отбеленными зубами. Назначен повторный курс реминерализующей терапии гелем R.O.C.S. Medical Minerals в течение 14 дней.

Клинический случай №3 (группа на основе ферментов). Жалобы: неудовлетворительный цвет. Объективно: оценка гигиенического состояния полости рта по Пахомову Г.Н.: 1,83 – удовлетворительный уровень гигиены полости рта, исходный цвет зубов А2. Исходный ТЭР 10% (что соответствует высокой кариесрезистентности эмали). В результате проведенного отбеливания жалобы отсутствуют, конечный цвет зубов В2 (изменился на 2 тона), конечный ТЭР 10% (эмалевая резистентность не изменилась). Даны рекомендации по уходу за отбеленными зубами.

*Рекомендации по уходу за отбеленными зубами:*

- в течение 2-х недель после отбеливания зубов придерживаться прозрачной диеты, избегать красящих продуктов питания (шоколад, чай, кофе, вино, ягоды, соки);
- не рекомендуется курение и использование яркой губной помады;
- чистить и ополаскивать зубы после каждого приема пищи, использовать флоссы;
- посещать стоматолога 2 раза в год для профилактического осмотра.

Можно сделать вывод, что отбеливание на основе перекиси водорода (рисунок 1) самое эффективное из приведенных вариантов (отбеливание на 3 тона), но обладает существенными недостатками (снижение эмалевой резистентности в три раза и достижение ТЭР критической отметки в 30%, гиперестезия на все виды раздражителей). Отбеливание с помощью средств на основе фоточувствительных микрочастиц также отбеливает эмаль, но менее эффективно (на 2 тона). При этом эмалевая резистентность также страдает (ТЭР снижается до 30 %, что соответствует средней эмалевой резистентности). Стоит отметить, что средняя кариесрезистентность эмали (соответствующая значениям 30% и более) является абсолютным противопоказанием к проведению процедуры отбеливания, а, следовательно, повторно проводить данные методики (в основе которых лежит действие пероксида водорода и фоточувствительных частиц) крайне нежелательно, так как при повторном проведении данных методик в эмали могут произойти необратимые изменения ее структуры. Это связано как раз с тем, что в состав истинно отбеливающих зубных средств входят агрессивные вещества, разрушающие структурные компоненты эмали. При этом назначаемая параллельно реминерализующая терапия не способна скорректировать ситуацию. Отбеливание на основе ферментов обладает достаточной эффективностью, сопоставимой с действием истинно отбеливающей системы на основе фоточувствительных микрочастиц (изменение цвета в сторону светлых оттенков на 2 тона) в сочетании с отсутствием агрессивного воздействия на твердые ткани зубов (отсутствие жалоб и, самое главное, изменения резистентности эмали) в отличие от первых двух групп. К тому же соответствующие выводы может сделать лишь врач, опираясь на данные клинического структурно-функционального исследования эмали зубов конкретного пациента.

До	После	Динамика ТЭР	Разница	Динамика изменения цвета	Разница
		10% ->30%	20	A2 -> A1	3
		10% ->30%	20	A2 -> B2	2
		10% ->10%	0	A2 -> B2	2

Рисунок 1. Клинические результаты домашнего отбеливания зубов

В любом случае, применение отбеливающих зубных паст и средств для домашнего использования не должно осуществляться бесконтрольно, а только после консультации специалиста и под его контролем с привлечением дополнительных методов исследования, в частности ТЭР.

**Выводы:**

1. процент желающих провести отбеливание зубов в домашних условиях составил 40% от общего количества опрошенных, среди которых 50% мотивированы рекламой в СМИ, 20% - опытом знакомых и лишь 30% действительно имеют показания к отбеливанию зубов. Однако из числа желающих отбелить 65% не знают о негативном влиянии на эмаль отбеливающих агентов современных средств;
2. самыми популярными системами для собственно домашнего отбеливания являются:
  - 1) истинные отбеливающие системы, изменяющие цвет зубов (на основе пероксидов и на основе фоточувствительных микрочастиц);
  - 2) осветляющие зубы за счет более интенсивного очищения поверхности эмали (на основе ферментов);
3. истинно отбеливающие системы влияют на эмаль, снижая ее резистентность (в 3 раза), приближая к пороговому значению, которое соответствует средней резистентности эмали, увеличивая проницаемость за счет окисления белкового матрикса, вызывая гиперчувствительность. Очищающие зубные пасты осветляют зубы за счет более интенсивного удаления поверхностных пигментов (налета) действием ферментов;
4. наиболее эффективным (отбеливание на 3 тона), но агрессивным методом является система на основе перекиси водорода (жалобы на гиперчувствительность, снижение ТЭР до 30%), наиболее безопасным (отсутствие жалоб на гиперчувствительность, ТЭР без изменений) и при этом достаточно эффективным методом отбеливания в домашних условиях (отбеливание на 2 тона), результат которого сопоставим с эффектом применения системы на основе фоточувствительных микрочастиц, является система на основе ферментов, не относящаяся к истинным отбеливающим средствам;
5. домашнее отбеливание не рекомендуется проводить самостоятельно, его подбор и курс использования должен контролироваться специалистом при осуществлении динамического контроля эмалевой резистентности зубов конкретного пациента.

**Литература**

1. Акулович А.В. Клинический опыт применения систем домашнего отбеливания Opalescence Treswhite Supreme на основе 10% и 15% перекиси водорода. Информационный проект S.T.I. Online, 2012. Вып.10. С. 35-37.
2. Андреева Е.В., Беленова И.А., Глазьева Д.С. Оценка эффективности разных фторсодержащих препаратов для восстановления резистентности эмали после профессионального отбеливания зубов. Вестник новых медицинских технологий. 2012. Вып. 2. С. 86.
3. Боровский Е.В. Терапевтическая стоматология. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2009. 840 с.
4. Булкина Н.В., Масумова В.В. Некариозные поражения зубов: Методическое пособие. Саратов: Издательство СГМУ, 2002. 64 с.
5. Волков Е.А., Янушевич О.О. Терапевтическая стоматология. Болезни зубов: учебник в 3 ч. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. Ч.1.168 с.
6. Крихели Н.И. Современные методы отбеливания зубов и микроабразии эмали в эстетической стоматологии. М.: Практическая медицина, 2008. 205 с.
7. Курякина Н.В. Терапевтическая стоматология детского возраста. М.: Медицинская книга, Н.Новгород: Издательство НГМА, 2001. 744 с.
8. Салова А.В., Рехачев В.М. Особенности эстетической реставрации в стоматологии: Практическое руководство. 3-е изд., испр. и доп. СПб. Человек, 2008. 160 с.
9. Семченко И.М., Делендик А.И. Методики отбеливания зубов: учеб.-метод. пособие. Минск: БГМУ, 2007. 27 с.
10. Родзаевская Е.Б., Воробьева Г.П. Развитие и гистофизиология зубочелюстного аппарата человека: учеб. пособие. Саратов: СГМУ, 2004. 140 с.
11. Bruzell E.M. Side effects of external tooth bleaching: a multi-centre practice-based prospective study // British dental journal. Norway, 2013. Vol. 215. P. 193-205.
12. Carey C.M. Tooth whitening: what we now know // Journal of Evidence Based Dental Practice.- USA. 2014. Vol. 14. P. 70-76.
13. Toledano M. Bleaching agents increase metalloproteinases-mediated collagen degradation in dentin // Journal of Endodontics.- Spain, 2011. Vol. 37. P. 1668-1672.