

УДК 616.314–002; 615.015

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОВРЕЖДЕННОМ ДЕНТИНЕ ЗУБОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ СИНТЕТИЧЕСКОГО ГИДРОКСИАПАТИТА

Гаража С.Н., Гришилова Е.Н., Кашников П.А., Гаража И.С., Коджакова Т.Ш.

*ГБОУ ВПО «Ставропольский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения РФ, Ставрополь, e-mail: postmaster@stgmu.ru*

В статье представлено экспериментальное изучение морфологических изменений в поврежденном дентине зубов при применении синтетического гидроксиапатита. В качестве поврежденного дентина использовано состояние дентина при смоделированной патологической стираемости зубов с индексным контролем уровня минерализации дентина. Проведенные экспериментальные исследования с препаратами, содержащими ультрамикроскопический гидроксиапатит, позволяют констатировать, что он активно взаимодействует с поврежденным дентином. Одним из важных проявлений этого взаимодействия является проникновение гидроксиапатита в дентинные трубочки и их obturation. Для проявления достаточно выраженного позитивного взаимодействия синтетического гидроксиапатита с поврежденным дентином требуется не менее четырех недель, то есть при применении гидроксиапатитсодержащих препаратов в клинике наиболее эффективным должно стать введение препарата в состав временных лечебных прокладок или фиксирующего материала временных коронок.

**Ключевые слова:** патологическая стираемость, гидроксиапатит, дентинные трубочки, минерализация дентина

## MORPHOLOGY OF DAMAGE DUE DENTIN OF THE TEETH SYNTHETIC HYDROXYAPATITE

Garazha S.N., Grishilova E.N., Kashnikov P.A., Garazha I.S., Kodzhakova T.S.

*Stavropol State Medical University, Stavropol, e-mail: postmaster@stgmu.ru*

The paper presents an experimental study of the morphological changes in the damaged dentin of the teeth in the application of synthetic hydroxyapatite. As the damaged dentin Used condition simulated pathological abrasion of teeth with the index level control mineralization of dentin. The experimental results with preparations containing ultramicroscopic hydroxyapatite, allow us to state that he is actively interact with the damaged dentin. One important manifestation of this interaction is the penetration of the dentinal tubules in the hydroxyapatite and obturation. Enough to exhibit pronounced positive interaction of synthetic hydroxyapatite damaged dentin requires at least four weeks, that is, the application of drugs in the clinic gidroksiapatit most effective should be the introduction of the drug in the treatment of temporary gaskets or retaining material temporary crowns.

**Keywords:** abnormal abrasion , hydroxyapatite , the dentinal tubules , dentin mineralization

Одной из важных проблем современной стоматологии является значительно возросшая, достигающая в последние годы 80–87% распространенность кариеса и некариозных поражений зубов, тесно связанная с ухудшением экологической обстановки, ростом у населения эндокринных и соматических заболеваний [1, 5].

При этих заболеваниях уменьшается резистентность эмали и дентина, которая может быть восстановлена путем введения в твердые ткани минеральных компонентов [3, 4]. В результате реминерализующей терапии повышается устойчивость твердых тканей зуба, стимулируется образование третичного дентина [2].

Учитывая, что минеральная часть твердых тканей зубов человека в большинстве своем представлена апатитами, патогенетически обоснованным можно считать использование для лечения и профилактики патологических процессов в твердых тканях зубов гидроксиапатита, обладающего уникальными свойствами: биологической совместимостью, способностью инициировать остеогенез и, в частности, репаративный дентиногенез.

На основании вышеизложенного представляется перспективным экспериментальное изучение морфологических изменений в поврежденном дентине при применении синтетического гидроксиапатита.

**Цель работы:** экспериментальное изучение морфологических изменений в поврежденном дентине зубов под влиянием синтетического гидроксиапатита.

### Материалы и методы исследования

В нашем исследовании в качестве поврежденного дентина использовано состояние дентина при смоделированной патологической стираемости зубов (ПСЗ) с индексным контролем уровня минерализации дентина.

В доступной литературе не приводится описания модели ПСЗ для апробации новых материалов и методов лечения поврежденного дентина.

Нами была разработана методика моделирования ПСЗ на животных. В качестве экспериментальных животных для исследования были взяты собаки, поскольку строение эмали и дентина у них сходно со строением эмали и дентина зубов человека. Сходство строения твердых тканей зубов и питания подопытных животных с человеком явилось основанием создания на зубах собак экспериментальной модели повреждений дентина для изучения в динамике изменений их ультраструктуры при использовании

ультрамикроскопического гидроксиапатита (УМГА) (ГАП-85 ЗАО «НПО» «ПОЛИСТОМ»).

Моделирование ПСЗ в активной фазе течения достигалось путем препарирования окклюзионной поверхности зубов бором алмазной крошкой мелкой дисперсности в три этапа. На первом этапе у подопытных животных осуществлялось незначительное сошлифовывание поверхностных слоев эмали окклюзионных поверхностей зубов. По истечении двухнедельного срока (второй этап) подопытным животным вновь сошлифовывали твердые ткани в пределах глубоких слоев эмали. Через четыре недели после начала эксперимента (третий этап) окклюзионные поверхности зубов экспериментальных животных препарировали до средних слоев дентина. После шести недель эксперимента у каждой подопытной собаки были срезаны 1/2 коронковых частей клыков для проведения электронно-микроскопических контрольных исследований. Все манипуляции на животных проводились под внутривенным наркозом 5% калипсовета (0,15 г на 1 кг веса) и 2% ромитара (0,5 л на 1 кг веса). Животные из эксперимента не выводились. В ходе эксперимента через каждую неделю после препарирования твердые ткани зубов животных окрашивали 5% спиртовой настойкой йода для определения величины индекса реминерализации (ИР). Оценка ИР проводилась по четырехбалльной системе: темно-коричневое окрашивание участка зуба – 4 балла; светло-коричневое или желтое окрашивание участка зуба – 3 балла; светло-желтое окрашивание участка зуба – 2 балла; отсутствие окрашивания участка зуба – 1 балл.

Темно-коричневое и желтое окрашивание свидетельствовало об активной стадии процесса и о деминерализации участка зуба с дефектом некариозного происхождения; светло-желтое окрашивание указывало на определенный уровень процессов реминерализации твердых тканей этого участка зуба, а отсутствие окрашивания демонстрировало хороший уровень реминерализации твердых тканей зуба.

Рельеф сошлифованной поверхности, структуру дентинных трубочек и процесс обтурации их УМГА изучали на сколах зубов собак. Для этого фрагменты зубов замораживали в переохлажденном жидком азоте и раскалывали микротомным ножом. После обезвоживания в холодных растворах ацетона восходящей концентрации их высушивали в CO<sub>2</sub> методом перехода через критическую точку на аппарате «Hitachi НСП-2» (Япония).

Для исследования рельефа поверхности фронта минерализации зуба методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) фиксированные образцы помещали в холодный 5–10% раствор гипохлорита натрия для деорганификации. Затем после тщательной отмывки в проточной воде их обезвоживали в растворах ацетона восходящей концентрации и высушивали методом перехода через критическую точку.

Все высушенные образцы зубов приклеивались токопроводящим клеем, напылялись медью в напылителях JCOL YEE-4B (Япония) или Balzers SCD-040 (Лихтенштейн) в атмосфере аргона. Исследования проводились на микроскопе Philips SEM-515 при ускоряющем напряжении 15 KV.

Измерения проводились на микрофотографиях, полученных в сканирующем электронном микроскопе. Поверхность образца устанавливали перпендикулярно электронному лучу. Прямое увеличение определяли путем сравнения маркированных участков на образце и на микрофотографии.

Статистическую обработку полученных данных проводили путем определения достоверности различий средних величин t-критерия Стьюдента, а в случае неоднородности дисперсий использовали приближенный t-критерий.

### Результаты исследования и их обсуждение

Визуальная оценка твердых тканей зубов подопытных животных показала, что после поэтапного сошлифовывания (первый этап эксперимента) окклюзионные поверхности имели морфологию, сходную с патологической стираемостью третьей степени. Коронки зубов уменьшались на одну треть, обнажался дентин светло-желтого цвета. Таким образом, экспериментально была получена модель ПСЗ с макроморфологией, соответствующей в клинике активной стадии течения процесса.

В процессе моделирования патологической стираемости на зубах экспериментальных животных нами получены следующие показатели индекса реминерализации. Сразу после сошлифовывания поверхностных слоев эмали величина ИР составила  $2,1 \pm 0,10$  балла, через одну неделю –  $1,9 \pm 0,12$  балла, по истечении двух недель эксперимента –  $1,7 \pm 0,16$  балла. Через три недели после сошлифовывания средних слоев эмали показатели ИР были равны  $2,4 \pm 0,09$  балла. После четвертой недели показатель ИР составил  $2,3 \pm 0,06$  балла. Спустя пять недель после начала эксперимента, через одну неделю после сошлифовывания окклюзионных поверхностей зубов экспериментальных животных в пределах средних слоев дентина, величина ИР составила  $3,4 \pm 0,13$  балла. Через шесть недель эксперимента показатели ИР были равны  $3,6 \pm 0,09$  баллам.

На основании анализа данных, полученных в ходе первого этапа эксперимента по моделированию ПСЗ, было установлено, что величины ИР через первые две недели изменяются в сторону уменьшения (на 10,5%) без достоверного различия ( $p > 0,05$ ) между исходными значениями и показателями первой и второй недели. В последующем к третьей неделе эксперимента, когда были сошлифованы глубокие слои эмали, показатель ИР достоверно ( $p < 0,05$ ) увеличился на 29,2% и оставался практически стабильным ( $p > 0,05$ ) до четвертой недели. Спустя пять недель эксперимента после сошлифовывания средних слоев дентина наблюдалось значительное и достоверное ( $p < 0,05$ ) увеличение на 32,4% показателей ИР, но без достоверных изменений ( $p > 0,05$ ) к шестой неделе. Полученные стабильно сниженные показатели ИР явились обоснованием возможности перехода ко второму этапу эксперимента.

Задачей второго этапа эксперимента было изучение характера взаимодействия дентина подопытных животных при патологической стираемости зубов и синтетического гидроксиапатита.

Методика применения УМГА на зубах животных состояла из следующих этапов: препарирование твердых тканей окклюзионных поверхностей зубов в пределах средних слоев дентина; кондиционирование поверхности дентина 10% раствором динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты ( $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ) в течение одной минуты; покрытие зубов заранее изготовленными по моделям челюстей этих собак пластмассовыми коронками, кото-

рые фиксировали на пасту, содержащую 50% ультрамикроскопического гидроксиапатита. Применение временных коронок позволило изолировать зубы подопытных животных от влияния ротовой жидкости и достигнуть длительного воздействия лечебного материала на отпрепарированные зубы.

В ходе эксперимента проводилась индексная оценка степени реминерализации твердых тканей зубов собак через одну, две, три, четыре недели. Через две, четыре недели небольшой фрагмент коронковой части последовательно у 12 зубов срезали алмазными дисками и исследовали методом сканирующей электронной микроскопии.

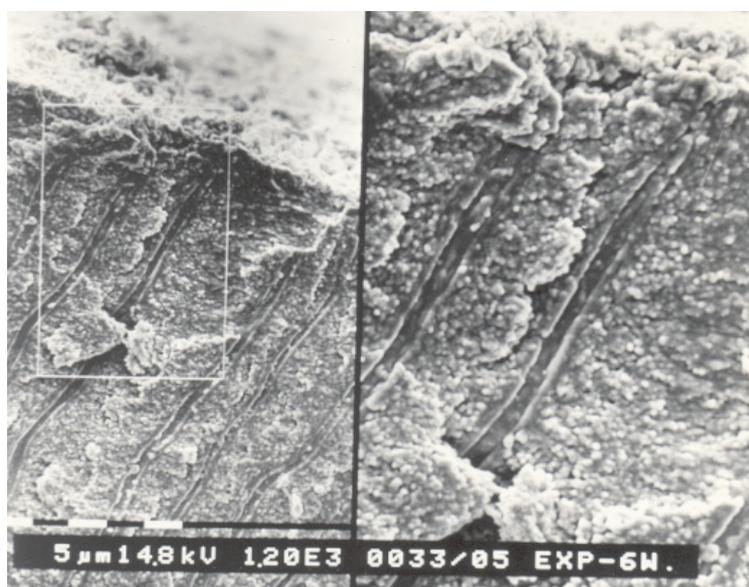


Рис. 1. Поверхностный и интертубулярный дентин через две недели взаимодействия с УМГА

Электронная микроскопия дентина, находившегося в течение двух недель под влиянием материала с 50% УМГА, позволила установить, что на исследуемой поверхности определяется слой нанесенного препарата толщиной 1,4–1,6 мкм. Рельеф поверхности этого слоя в значительной мере сглажен (рис. 1).

Большинство отверстий дентинных трубочек закрыты слоем препарата, который определяется в дистальных отделах ДТ на глубине до 15 мкм. Интертубулярный дентин имеет гомогенную мелкодисперсную структуру.

Через четыре недели взаимодействия дентина с УМГА наблюдается проникновение гранул ГА в просвет ДТ на глубину до 60 мкм (рис. 2).

Определяется пристеночное и интертубулярное расположение зерен препарата.

ДТ obturated and do not have free light in distal departments. On the surface of the abrasion is located a dense granular layer with a thickness of 0.8–1.1 μm. The structure of the intertubular dentin is performed with granules, the size and shape of which are practically identical with that of the preparation on the surface of the dentin and in the light of the DT. Free openings of the DT are not determined.

#### Выводы

1. Проведенные экспериментальные исследования с препаратами, содержащими ультрамикроскопический гидроксиапатит, позволяют констатировать, что он активно взаимодействует с поврежденным дентином. Одним из важных проявлений этого взаимодействия является проникновение гидроксиапатита в дентинные трубочки и их obturation.

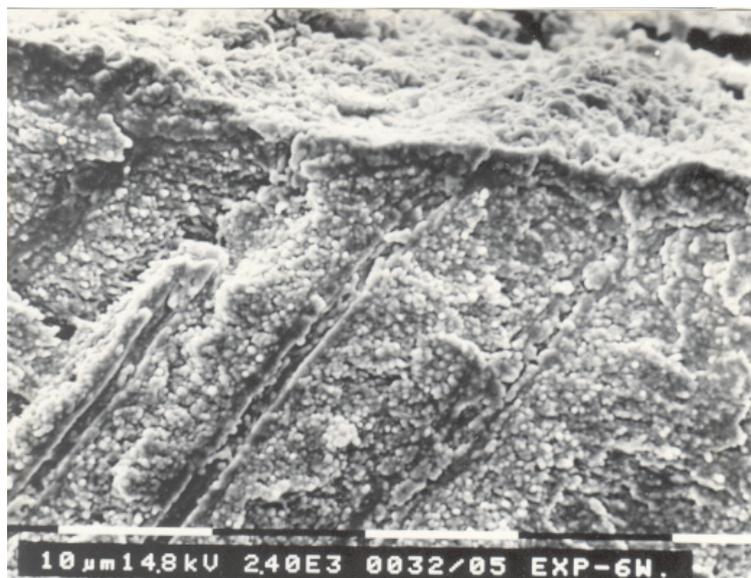


Рис. 2. Поверхностный и интертубулярный дентин через четыре недели взаимодействия с УМГА

2. Для проявления достаточно выраженного позитивного взаимодействия синтетического гидроксиапатита с поврежденным дентином требуется не менее четырех недель, то есть при применении гидроксиапатитсодержащих препаратов в клинике наиболее эффективным должно стать введение препарата в состав временных лечебных прокладок или фиксирующего материала временных коронок.

#### Список литературы

1. Арчакова Т.С. Эффективность применения ультрамикроскопического гидроксиапатита в сочетании с фторсодержащими препаратами после отбеливания дисколорита для повышения резистентности и снижения гиперестезии зубов / Т.С. Арчакова, Ф.П. Афанасов, Н.Н. Гаража, П.А. Савельев, Л.Ю. Романова // Клиническая стоматология. – 2008. – № 3. – С. 90–92.
2. Гаража И.С. Лечение патологической стираемости зубов с использованием гидроксиапатит- и фторсодержащих препаратов: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.14. – Ставрополь, 2004. – 22 с.
3. Гаража С.Н. Биофизические предпосылки к обоснованию метода снижения гиперчувствительности зубов / С.Н. Гаража, Н.Г. Холина, А.Н. Бражникова и др. // Актуальные вопросы клинической стоматологии: сборник материалов XLVI научно-практической конференции стоматологов Ставропольского края – Ставрополь, 2012. – С. 87–91.
4. Гаража С.Н. Влияние соединений фтора, серебра и лазерного излучения на проницаемость дентина зубов / С.Н. Гаража, Е.Н. Гришилова, Н.Г. Холина, З.Б. Чочиева, З.З. Моргоева, П.А. Кашников // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2012. – Т. 25. – № 1. – С. 89–90.
5. Гаража С.Н. Экспериментальное обоснование алгоритма повышения резистентности дентина зубов / С.Н. Гаража, З.З. Моргоева, З.Б. Чочиева, Е.Н. Гришилова, П.А. Кашников // Актуальные вопросы клинической стоматологии: сборник материалов XLIV научно-практической конференции стоматологов Ставропольского края – Ставрополь, 2011. – С. 291–293.

#### References

1. Archakova T.S. Effectiveness of ultramicroscopic hydroxyapatite combined with fluoride preparations discoloration after bleaching to increase resistance and reduce dental hyperesthesia / Archakova T.S., Afanasov F.P., Garage N.N., P.A. Savelyev, Romanova L.Y. // Clinical Dentistry. 2008. no. 3. pp. 90–92.
2. Garazha I.S. Treatment of pathological abrasion of teeth using hydroxyapatite and fluorine-containing drugs: Author. dis ... Candidate. honey. Sciences: 14.01.14 / I.S. Garazha. Stavropol, 2004. 22 p.
3. Garazha S.N. Biophysical preconditions for proof of the method reduce tooth hypersensitivity / S.N. Garazha, N.G. Choline, A.N. Brazhnikova etc. // Actual problems of clinical dentistry: compendium XLVI scientific conference dentists Stavropol Territory Stavropol, 2012. pp. 87–91.
4. Garazha S.N. Effect of fluorine, silver and laser tooth dentin permeability / S.N. Garazha, E.N. Grishilova, N.G. Choline, Z.B. Chochieva, Z.Z. Morgoeva, P.A. Kashnikov // Medical Bulletin of the North Caucasus. 2012. T. 25. no. 1. pp. 89–90.
5. Garazha S.N. Experimental justification algorithm to increase resistance of dentin tooth / S.N. Garazha, Z.Z. Morgoeva, Z.B. Chochieva, E.N. Grishilova, P.A. Kashnikov // Actual problems of clinical dentistry: compendium XLIV scientific conference dentists Stavropol Territory Stavropol, 2011. pp. 291–293.

#### Рецензенты:

Долгалев А.А., д.м.н., профессор кафедры ортопедической стоматологии, ГБОУ ВПО «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, г. Ставрополь;

Гаража Н.Н., д.м.н., профессор кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний, ГБОУ ВПО «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, г. Ставрополь.

Работа поступила в редакцию 05.12.2013.