

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2013

УДК 616.314.14-003.84-076.4

И.М. Макеева¹, Н.О. Бессуднова², Д.И. Биленко², В.С. Аткин²

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ КРИСТАЛЛОФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ НА НЕОДНОРОДНОСТЯХ ПОВЕРХНОСТИ ДЕНТИНА

¹ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова; ²ФГБОУ ВПО НИУ Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Описаны возможные механизмы, лимитирующие образование кристаллов на поверхности дентина. Показано, что формирование кристаллов на неоднородностях поверхности дентина происходит за счет диффузии веществ в растворе, в результате которой дентин со временем становится пространственно неоднородным веществом. Обнаружено, что при формировании кристаллов происходит конечное перераспределение ионов материала дентина.

Ключевые слова: дентин, кристаллы фосфата кальция, механизмы формирования, лимитирующие механизмы, растровая электронная микроскопия

THE PHYSICAL MECHANISMS OF CALCIUM-PHOSPHATE CRYSTAL FORMATION ON THE IRREGULARITIES OF DENTINE SURFACE

Makeeva I.M., Bessudnova N.O., Bilenko D.I., Atkin V.S.

The nature of crystal formations on the rough dentine surface was described as based on substance diffusion in solution, which resulted in dentine becoming spatially inhomogeneous over time. It was established that the nature of crystal formation was determined by the limited ion redistribution in dentine material.

Key words: dentine, calcium-phosphate crystals, formation mechanisms, limiting mechanisms, scanning electron microscopy

Введение

Одной из актуальных задач реставрационной стоматологии является снижение или устранение дефектов краевого прилегания, возникающих в результате временной деструкции переходных слоев и интерфейсов "материал дентина – композит". В этой проблеме существенную роль может играть направленный в сторону дефекта рост кристаллов апатитов, входящих в структуру дентина.

В мировой литературе описаны различные методы формирования и направленного роста кристаллов апатитов на подложках органического и неорганического происхождения в буферных средах под воздействием градиентов электрического поля, различных pH, температуры и др. [1, 4–6]. Тем не менее, несмотря на значительные успехи в области изучения выращивания кристаллов, не достигнуто глубокого понимания механизмов формирования и роста отдельных видов кристаллов, в частности, кристаллов апатитов на дентинной матрице.

Для клинического применения важно добиться направленного роста кристаллов апатитов, входящих в состав дентина, на его поверхности. Первым шагом в этом направлении является изучение особенностей самопроизвольного роста кристаллов фосфата кальция на поверхности дентина в жидкой среде с нейтральным pH.

Цель данного исследования – описание физических механизмов самопроизвольного формирования и роста кристаллов фосфата кальция на дентинной подложке, помещенной в раствор этанола.

Материалы и методы

Подобно ранее описанной методологии проведения исследований для изучения морфологии поверхности дентина

использовался аналитический комплекс на базе растрового электронного микроскопа (РЭМ) высокого разрешения SEM Mira\LMU фирмы "TESCAN".

Механизм образования кристаллов

Зарождение и формирование кристаллов происходит на неоднородностях поверхности дентина, которыми могут быть анатомические образования – дентинные канальцы, а также дефекты – границы микротрещин и изломов, образующихся в процессе препарирования, при этом в качестве источника ионов кальция может выступать подвергшийся деструкции гидроксиапатит кальция приповерхностного слоя дентина. В настоящем исследовании изучались механизмы образования кристаллов на дефектах поверхности.

Перенос вещества из разломов на поверхность происходит за счет диффузии ионов, входящих в состав периферического и интертубулярного дентина. Диффузия происходит с участием агента-переносчика ионов – раствора этанола, в который помещены подготовленные образцы. Перенесенные ионы осаждаются на неоднородностях поверхности дентина.

РЭМ-изображения морфологии поверхности дентина, подвергшейся деструкции, представлены на рис. 1.

Обнаруженные образования в трещинах и разломах показывают, что на участках с развитой поверхностью чаще происходит зародышеобразование и наблюдается рост кристаллических структур.

Края, изломы – это области с механическими разрушениями, имеющие повышенное содержание дефектов, что приводит к увеличению значений коэффициентов диффузии и изменению механизма диффузии – от объемной к поверхностной. Развитая поверхность, приводящая к росту активных центров кристаллизации, а также большое количество дефектов на поверхности и переход объемной диффузии в поверхностную хорошо объясняют наблюдаемые образования.

В общем случае существуют 3 возможных механизма, лимитирующих образование кристаллов на поверхности дентина, а именно: ограниченность источника активных веществ, участвующих в формировании кристаллов, ограни-

Бессуднова Надежда Олеговна, канд. физ.-мат. наук, доцент, кафедра медицинской физики факультета nano- и биомедицинских технологий ФГБОУ ВПО НИУ Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, 410012, Саратов, Астраханская, 83, СГУ, ФНБМТ, 89093370660, e-mail: nadezda.bessudnova@gmail.com

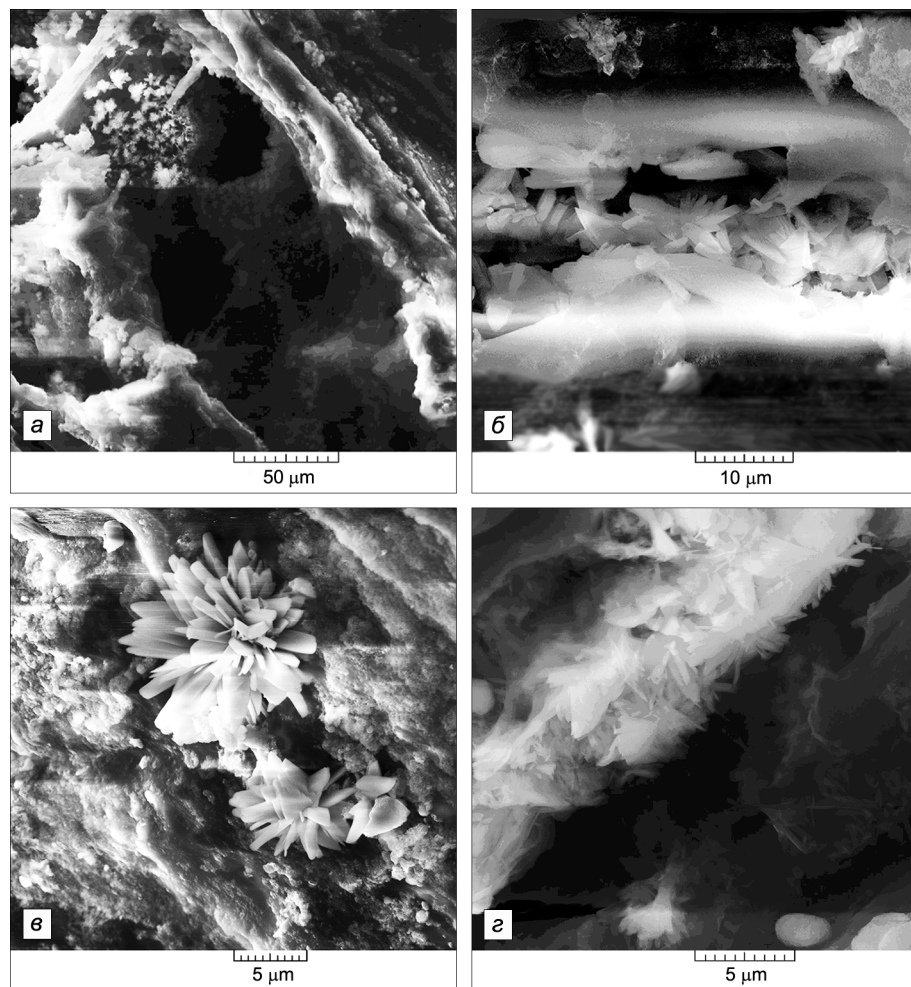


Рис. 1. РЭМ-изображения кристаллов в дефектах материала дентина.

ченная скорость диффузии этих веществ к месту формирования и заполнение со временем возможных центров роста кристалла.

Наблюдаемая картина роста кристаллов согласуется с предположением о том, что лимитирующим механизмом является диффузия реагентов, составляющих растущие

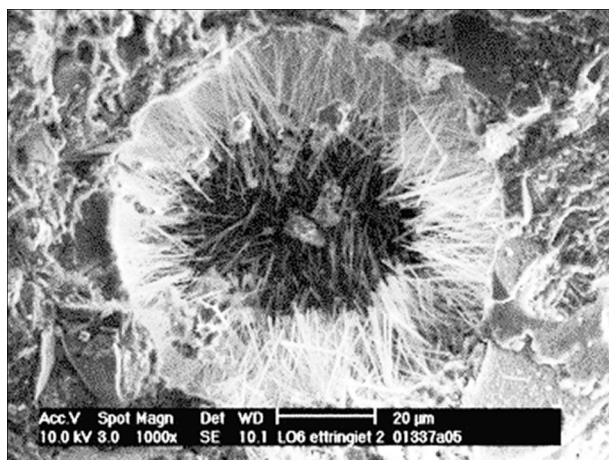


Рис. 2. РЭМ-изображение кристалла этtringита, заполняющего воздушную пору бетонного блока

кристаллические образования, единственный источник которых – дентин. Если эти вещества выходят из дентина, лимитирующим могло бы быть образование активных ионов. В этом отношении вода представляется на первый взгляд более эффективной, чем этанол, но есть ряд других возможных процессов, которые могли бы и трансформировать гидроксиапатиты.

Отметим, что многократное протравливание исследуемых образцов ортофосфорной кислотой приводит к снижению скорости образования кристаллов, что, по-видимому, может быть объяснено сглаживанием поверхности дентина с уменьшением количества активных центров, а также ограниченностью источника вещества для формирования кристаллов, что было описано выше.

Можно провести аналогию между экспериментально обнаруженными особенностями формирования кристаллов на поверхности дентина, помещенного в раствор этанола, и явлением эфлоресценции, наблюдаемой на каменной кладке в строительстве. При эфлоресценции соли, содержащиеся в материале, растворяются в жидкости, проникающей в его поры. За счет вымывания растворенных солей из объема происходит их перенос на поверхность каменного блока, где они преципитируют [2]. Пример кристалла этtringита в поре бетонного блока в рамках описанного механизма представлен на рис. 2 [3].

Выводы

В результате проведенной серии экспериментов:

- показано, что на поверхности дентина, протравленного гелем ортофосфорной кислоты и выдержанного в растворе этанола в течение 30 дней при комнатной температуре, происходит образование кристаллофосфатов кальция, изменяющих морфологию поверхности и состав исходного материала;
- описаны возможные механизмы, лимитирующие образование кристаллов на поверхности дентина;
- показано, что самопроизвольное формирование кристаллов фосфата кальция на дефектах поверхности дентина происходит за счет диффузии веществ в растворе, в результате которой дентин со временем становится пространственно неоднородным веществом;
- обнаружено, что при формировании кристаллов происходит конечное перераспределение ионов диффундирующих веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаенко С.А., Цинперле М., Лобауэр У. и др. Исследование биомиметического формирования гидроксиапатита на поверхности дентина. Стоматология. 2007; 6: 20–5.
2. Aberle T., Keller A., Zurbruggen R. Efflorescence Mechanisms of Formation and Ways to Prevent.// Materials of "O 2° Congresso Nacional de Argamassas de Construção realize". Lisbon. 2007; 22–3. http://www.apfac.pt/congresso2007/comunicacoes/Paper%2001_07.pdf
3. Brocken H., Nijland T.G. White efflorescence on brick masonry and concrete masonry blocks, with special emphasis on sulfate efflores-

- cence on concrete blocks. Construct. Build. Materials. 2004; 18(5): 315–23.
4. Byrappa K., Ohachi T. Crystal growth technology. Norwich, New York: Springer: William Andrew Publishing Inc.; 2003.
5. Dhanaraj G., Byrappa K., Prasad V., Dudley M. Springer handbook of crystal growth. Heidelberg etc.: Springer; 2009.
6. Nelson D.G.A., Barry J.C., Shields C.P. et al. Crystal morphology, composition, and dissolution behavior of carbonated apatites prepared at controlled pH and temperature. J. Colloid Interface Sci. 1989; 130(2): 467–79.

Поступила 18.11.12

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2013

УДК 615.28.03:616.31

Э.С. Каливраджиян, Л.Н. Голубева, Н.А. Голубев, Н.В. Чиркова, А.В. Подопригора

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НОВОГО РАСТВОРА ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ СЪЕМНЫХ ПЛАСТИНОЧНЫХ ПРОТЕЗОВ

Кафедра ортопедической стоматологии Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко

В статье приведены данные о применении нового раствора для дезинфекции съемных протезов на основе ионного серебра, которые свидетельствуют о токсической безопасности предлагаемого раствора и возможности его клинического использования.

Ключевые слова: съемные протезы, дезинфекция протезов, ионное серебро, токсикологические исследования

TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF THE NEW SOLUTION FOR DISINFECTION REMOVABLE PLATE DENTURES

Kalivragiyan E.S., Golubeva L.N., Golubev N.A., Chirkova N.V., Podoprigora A.V.

In the article the data on the application of the new solution for disinfection removable dentures, but the basis of ionic silver. These data indicate toxic security of the proposed solution and the possibility of its clinical use.

Key words: removable plate dentures, disinfection of prostheses, ionic silver, toxico-logical studies

Актуальность

Съемные протезы с акриловыми базами могут оказывать вредное воздействие на ткани протезного ложа, изменяя баланс микрофлоры полости рта [3].

Одним из факторов воспаления слизистой оболочки является открытая микропористость базисного полимера, служащая в качестве депо патогенной микрофлоры [4]. Для содержания съемных протезов в надлежащем гигиеническом состоянии требуется применение соответствующих очищающих и дезинфицирующих средств [1].

В настоящее время при дезинфекции протезов используют разнообразные дезинфицирующие средства, но не все из них отвечают требованиям для дезинфектантов. В частности одни из них содержат сильные окислители, влияющие на структуру поверхности акриловых базисов, другие ее не нарушают, но бактерицидное действие ограниченного спектра. Кроме того, дезинфицирующие препараты должны обладать широким спектром антимикробной активности, проявляющейся в небольших концентрациях, быть удобными в применении и относительно недорогими. В то же время при сочетании различных активных ингредиентов составов появляется возможность создать дезинфицирующее средство, оказывающее не только бактерицидное, но и фунгицидное, дезадгезионное и очищающее действие [2].

В связи с вышеперечисленным возникает необходимость создания новых дезинфицирующих препаратов, отвечающих вышеперечисленным требованиям.

Цель исследования – провести токсикологическую оценку нового раствора для очистки и дезинфекции съемных зубных протезов.

Для этих целей разработан новый состав дезинфицирующего раствора. В качестве основных компонентов в него вошли цетримид, ионы серебра, сукцинат хитозана, стабилизатор, отдушка и вода. Повышение эффективности дезинфекции съемных пластиночных протезов достигается за счет совокупного действия перечисленных компонентов. С целью оценки возможности применения созданного раствора для дезинфекции зубных протезов на базе учебно-научно-методического центра фармакологии, токсикологии и экологии ФГБОУ ВПО Воронежского ГАУ проведено химико-токсикологическое исследование состава для дезинфекции съемных зубных протезов (далее состав).

Материалы и методы

Токсикометрическую оценку состава проводили в остром опыте на лабораторных животных (белые крысы, белые мыши). В опыт были взяты 25 белых мышей массой тела 18–20 г и 25 белых крыс массой тела 180–200 г, которых распределили по группам по принципу парных аналогов.

Аллергенные свойства состава изучали на 3 кроликах методом конъюнктивальных проб и на 3 морских свинках путем кожных аппликаций. Провокационные кожные пробы проводили на 3 морских свинках методом аппликаций.

Эмбриотоксическое действие состава изучали на беременных белых крысах массой тела 180–200 г. В опыт были взяты 20 белых крыс, из них 10 беременных белых крыс в период имплантации (5-й день беременности) и 10 особей в период органогенеза (17-й день беременности).