

Абдулина Ю.Н.¹, Григорьев С.С.¹, Панфилов П.Е.²

Особенности микроструктуры дентина и эмали после взаимодействия с протравливающим гелем, содержащим серебро

¹ Уральский государственный медицинский университет, стоматологический факультет, Екатеринбург; ² Уральский федеральный университет, Институт естественных наук, Екатеринбург.

Abdulina Y.N., Grigoryev S.S., Panfilov P.E.

Microstructural features of dentin and dental enamel after interaction with etching gel contained silver

Резюме

В работе металлографическими методами изучается структура границ «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» в зубах, пораженных вторичным кариесом, после обработки протравливающими гелями, один из которых содержал серебро. Образцы для исследований изготавливали из зубов, удаленных по медицинским показаниям у пациентов от 18 до 60 лет. Пломбирование выполняли адгезивными системами IV поколения и V поколений, в качестве пломбировочного материала был выбран текучий композит и пакуемые композиты. Образцы для металлографических исследований вырезали перпендикулярно главной оси зуба, а их поверхности полировали механически и травили в концентрированной ортофосфорной кислоте. Наблюдения проводили на световых и сканирующем электронном микроскопе. Металлографические исследования структуры границ «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» показали, во всех изученных образцах видимых нарушений сплошности границ, указывающих на снижение их когезионной прочности нет, независимо от того, содержал ли протравливающий агент серебро или не содержал.

Ключевые слова: дентин, эмаль, кариес, пломба, протравливающий гель, серебро

Summary

This study is devoted to metallographic examination of the 'dentin-plumb' and 'enamel-plumb' boundaries in teeth, which have been affected by the secondary caries, after processing with a help of etching gels, one of which contained silver. The samples were cut from teeth that were extracted from patients aged 18 - 60 years old according to the Ethic Protocol of the Ural State Medical University. The filling was made with the adhesive systems of IV and V generations, flowable and packing composites were chosen as filling materials. The samples for metallographic study were cut perpendicularly to the main axis of a tooth. Their surfaces were mechanically abraded and etched in concentrated phosphoric acid. The observations were carried out on light and scanning electron microscopes. The metallographic examination of the 'dentin-plumb' and 'enamel-plumb' boundaries has shown that in all cases the boundaries have not visible damages. This fact is the basis for conclusion that etching gel contained silver does not decrease the cohesive strength of the boundaries.

Keywords: dentin, enamel, cavity, plumb, etching gel, silver

Введение

В последнее время в мировой литературе появился ряд оригинальных исследований и обзоров, посвященных формированию, старению и стабильности дентин-полимерных связей, сфокусированных, главным образом, на изучении явлений и эффектов на микро- и нано- масштабах, связанных с деградацией адгезивного соединения [1-7]. Среди наиболее часто указываемых причин, вызывающих деструкцию адгезивного соединения, отмечают старение гибридного слоя, деградацию полимера адгезивной системы, деградацию коллагеновых волокон,

коллагенолитическую активность минерализованного дентина и ряд других факторов [8-10]. Повышение стабильности и надёжности гибридного слоя – основы адгезивного соединения полимерного пломбировочного материала с эмалью и дентином является важной проблемой, стоящей перед реставрационной стоматологией. При решении данной проблемы можно воспользоваться подходами и методами физического материаловедения, которые позволяют оценить когезионную прочность соединения «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» в зубах с различными патологиями [11-15].

Металлографическое (при помощи оптических и сканирующего электронного микроскопов) изучение структуры соединения «дентин-пломба» и «эмаль-пломба», а также приграничных областей дентина и эмали позволяет получать информацию о состоянии границ между твердыми тканями зуба и пломбой и их способности противостоять механическим напряжениям, возникающим в полости рта при пережевывании пищи [16]. Естественно, что результаты такого рода исследований зависят от многих факторов, таких как клиническое состояние дентина и эмали, физико-механические свойства пломбировочного материала, химических свойств адгезивной системы и протравливающего геля, которые необходимо учитывать при разработке тактики и методики лечения разных форм кариеса. В работе представлены результаты металлографического исследования микроструктуры дентина и эмали пораженных вторичным кариесом постоянных зубов вблизи границы «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» после обработки протравливающим гелем, содержащим серебро «Etchmaster Ag™».

Материалы и методы

Материалом для экспериментального исследования служили 16 моляров и премоляров, пораженных вторичным кариесом и удаленных по медицинским показаниям у пациентов возрастом от 18 до 60 лет, проживающих в Свердловской области. При удалении зубов, старались не нарушать целостности эмали. После удаления зубы очищали от остатков мягких тканей, промывали проточной водой и обрабатывали в автоклаве в основном режиме [17]. Далее с них удаляли зубной налет и препарировали кариозные полости при помощи турбинного наконечника, алмазных и твердосплавных боров под водяным охлаждением. Для исследования подготовили две группы образцов. Образцы первой группы (8 штук) обрабатывали согласно стандартной процедуре (протравливали в течение 15 секунд в 36% ортофосфорной кислоте). Образцы второй группы (8 штук) обрабатывали 15 секунд в 36% ортофосфорной кислоте, содержащей серебро в нанокolloидном состоянии [18]. Пломбирование полостей выполняли с применением адгезивных систем IV поколения «All-Bond 3™» и V поколения «Sealbond Ultima™». В качестве пломбировочного материала был взят текущий композит «AeliteFlo™» и пакуемые композиты «Aelite All-Purpose Body™» и «Aelite Aesthetic Enamel™». Поверхности пломб механически полировали гибкими дисками различной абразивности. На последнем этапе была выполнена постбондинговая обработка поверхности пломбы и прилегающей к ней зубной эмали [19,20]. При этом если кариозную полость зуба протравливали гелем одного типа, то и травление при постбондинге проводили тем же самым гелем. Для защиты границы «эмаль-пломба» от действия агрессивной среды полости рта использовали покрывную систему «Fortify™».

Для оценки качества пломбирования кариозной полости, подготовленные для исследования зубы фотографировали при помощи оптического микроскопа Epson Perfection V750 PRO с разрешением 6400 dpi при увели-

чении $\times 20$ (рис. 1). Приготовление образцов для металлографических исследований было выполнено согласно схемы, показанной на (рис. 2). Резку проводили при помощи стоматологической дисковой алмазной пилы диаметром 45 мм под водным орошением (скорость вращения 5000 об/мин, точность перемещения образца 0,005 мм). Рабочие поверхности образцов шлифовали на наждачных бумагах и абразивных пастах разной зернистости с последующим травлением в концентрированной ортофосфорной кислоте в течение 2-5 минут для удаления дефектного слоя, возникшего в процессе механической обработки. После чего образцы промывали в проточной холодной воде в течение 10 минут и сушили на воздухе. Микроструктуру дентина и эмали вблизи границ с пломбой изучали на металлографическом микроскопе МИМ-8М™ при увеличении $\times 500$. Изображения структуры документировали при помощи цифровой камеры высокого разрешения Canon D60. Исследования микроструктуры при больших увеличениях проводили на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390LV™. Для этого образцы закрепляли на предметном стекле при помощи токопроводящего клея, а на их поверхности напыляли тонкий слой углерода.

Результаты и обсуждение

Изучение запломбированных зубов по микрофотограммам (рис. 1) показало, что видимых нарушений формы моляров / премоляров нет и качество пломбирования соответствует требованиям к 1-2 классу по Блеку [21].

Для изучения структуры границы «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» использовали образцы толщиной приблизительно 1 мм, вырезанные из середины коронковой части зуба и не содержащие окклюзионной поверхности. Металлографические исследования проводили на обеих рабочих поверхностях образца (рис. 3). На полученных оптических изображениях хорошо видны участки эмали, дентина и пломбы, которые отличались друг от друга по цвету, а их взаимное расположение определяется тем, как была установлена пломба. Следует отметить, что, если судить по цвету твердых тканей, дентин и эмаль исследованных в работе зубов не содержали видимых патологий. Анализ полученных микрофотографий показывает, что при увеличении $\times 20$ границы «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» представляют собой тонкие линии, не содержащие каверн, пор и трещин. Следовательно, можно сделать вывод, что при увеличениях, доступных врачу-стоматологу при использовании операционного микроскопа, дефектов строения границ «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» выявить не удастся. Различий между образцами, обработанными по разным методикам на данном диапазоне увеличений не обнаружено.

Данные металлографического исследования при увеличении $\times 500$ подтверждают, что во всех случаях границы «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» представляют собой тонкие линии, не содержащие крупных дефектов типа трещин и пор (рис. 4). Небольшое растравливание границ обусловлено методикой обработки поверхности образцов, в которую входит травление в концентрирован-

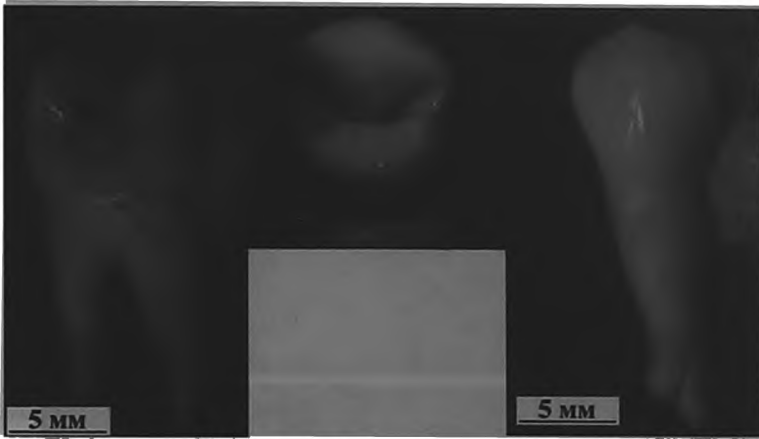


Рисунок 1. Премоляр, пораженный вторичным кариесом.



Рисунок 2. Схема резки коронковой части зуба на образцы для металлографических исследований микроструктуры дентина и эмали.

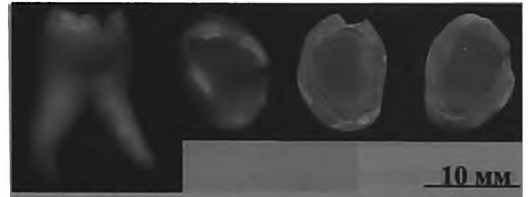


Рисунок 3. Подготовленные для исследования образцы коронки запломбированного моляра с вторичным кариесом гелем с серебром – вид с боку, вид с верху, шлиф с одной стороны, шлиф с другой стороны (оптический микроскоп).



Рис. 4. Граница «дентин-пломба» в молярах, пораженных вторичным кариесом, после обработки протравливающим гелем: а - MAgIV, б - MAgV, в - MGeIV, г - MGeV (оптический микроскоп).

ной ортофосфорной кислоте. Так же, как и при наблюдениях на малых увеличениях, различий между границами «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» в образцах, обработанных по разным методикам обнаружить не удалось.

Данные электронно-микроскопического исследования границ «дентин-пломба» и «эмаль-пломба», со-

гласуются с приведенными выше результатами. Границы «дентин-пломба» (рис. 5) и «эмаль - пломба» (рис. 6) не содержат дефектов и оказываются равномерно растравленными во всей протяженности. Возникновение микротрещин на границах скорее всего является следствием механического давления, оказываемого на образец в про-

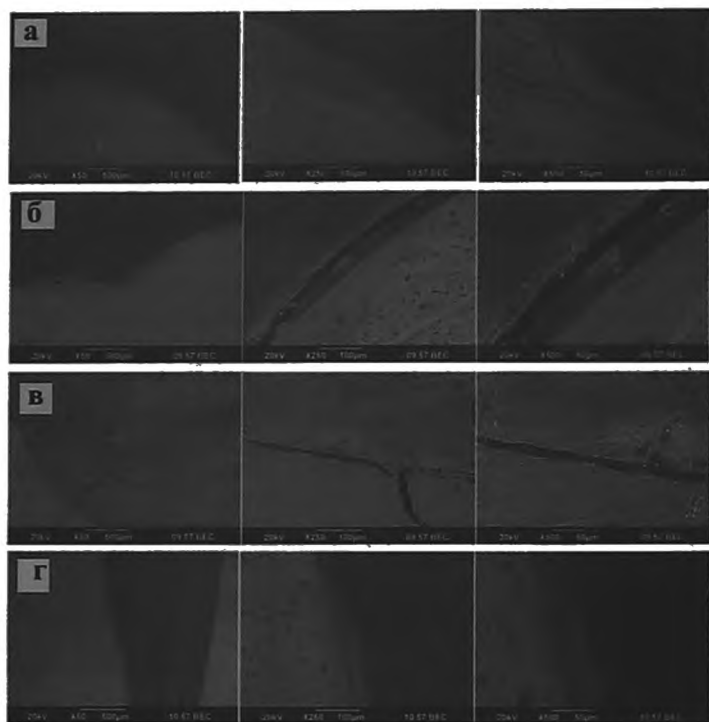


Рис. 5. Граница «дентин-пломба» в молярах, пораженных вторичным кариесом, после обработки протравливающим гелем: а - MAgIV, б - MAgV, в - MGeIV, г - MGeIV (сканирующий электронный микроскоп).

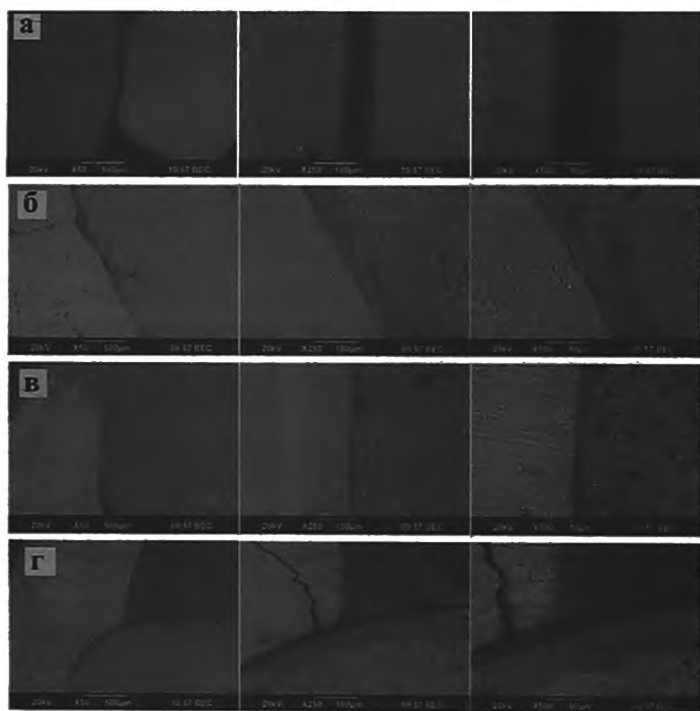


Рис. 6. Граница «эмаль-пломба» в молярах, пораженных вторичным кариесом, после обработки протравливающим гелем: а - MAgIV, б - MAgV, в - MGeIV, г - MGeIV (сканирующий электронный микроскоп).

цессе резки и при механической обработке (шлифовании и полировании). Кроме того, на растрескивание границ может влиять протравливания образцов в кислоте, а также дегидратация при хранении, которая может приводить к деформации образцов и деструкции адгезивного соединения. При этом важно отметить, что рост таких трещин оказывается надежно подавленным, поскольку приготовленные для структурных исследований образцы никогда не разрушались по границам, несмотря на то, что образцы подвергались механическим воздействиям.

Проведенное металлографическое исследование границ «дентин-пломба» и «эмаль-пломба» не выявило различий между зубами, обработанных протравливающими агентами как содержащим серебро, так и не содержащим. Поэтому можно заключить, что присутствие в протравливающем геле нано-коллоидного серебра не влияет на когезионную прочность границ твердых тканей зуба с пломбой.

Выводы

1. На макроскопическом уровне (увеличение $\times 20$), доступном наблюдению врача-стоматолога, границы «дентин-пломба» и «эмаль - пломба» в молярах / премолярах, пораженных вторичным кариесом, не имеют видимых нарушений, независимо от того, содержит протравливающий агент серебро или не содержит.

2. Изучение микроструктуры зубов, пораженных вторичным кариесом вблизи пломбы при больших увеличениях выявило наличие трещин в границах «дентин-пломба» и «эмаль - пломба», независимо от того, содержит протравливающий агент серебро или не содержит. Однако методика приготовления образцов (механическая шлифовка и химическое травление) не позволяет сделать вывод о низкой когезионной прочности пломбы в зубе. То есть трещины на границах могли образоваться в процессе приготовления образцов.

3. Металлографическое исследование не выявило различий между границами «дентин-пломба» и «эмаль - пломба» в зубах, обработанных протравливающими агентами как содержащим серебро, так и не содержащим. ■

Работа была частично поддержана РФФИ в рамках гранта № 15-08-04073а. Электронно-микроскопические исследования выполнены в Институте геологии и геохимии УрО РАН (г. Екатеринбург).

Абдулина Ю.Н., Григорьев С.С., Уральский государственный медицинский университет, стоматологический факультет, Екатеринбург; Панфилов П.Е., Уральский федеральный университет, Институт естественных наук, Екатеринбург; Автор, ответственный за переписку - Абдулина Юлия Николаевна, asjn28@rambler.ru

Литература:

1. Besinis, A. Infiltration of demineralized dentin with silica and hydroxyapatite nanoparticles. /A. Besinis, R. van Noort, N. Martin //Dental Materials. - 2012. - N28. - P.1012-1023.
2. Van Noort, R. Testing bond strength: the case of dental biomaterials. //Edited by Y. Zhou and M.D. Breyen. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, UK. -2013.- P.514- 533
3. Бессуднова, Н.О., Биленко, Д.И., Вениг, С.Б. и др. Исследование композитных реплик дентина, полученных с применением адгезивной системы с наночастицами серебра. //Нанотехнологии и охрана здоровья. - 2013. - Т.5. - №1/14. - С. 54-59.
4. Бессуднова, Н.О., Биленко, Д.И., Шляпникова, О.А. Исследование механических характеристик адгезивных систем с наночастицами серебра. //Нанотехнологии и охрана здоровья. -2013. -Т.V, № 3/16. - С. 10 -18.
5. Бессуднова, Н.О., Биленко, Д.И., Вениг, С.Б. Исследование механических характеристик адгезивной системы с наполнителем из наноразмерного серебра. // Российский стоматологический журнал. -2013. - №4. - С. 10 -14.
6. Lyubsh, G.P., Bessudnova, N.O. Methodology of polymer filament preparation for clinical applications. //Материалы V Международной научной конференции «Presenting Academic Achievements to the World. Natural Science». - Саратов: изд - во Саратов. ун -ва, 2013. - Вып. 4, P. 81 - 84.
7. N. Bessudnova, D. Bilenko, S. Venig et al. Effect of a Silver Nanoparticulate Filler Concentration on the Hardness of Dental Bonding Agents. //Материалы III Всероссийской конференции молодых учёных «Актуальные вопросы биомедицинской инженерии». - Саратов: изд -во СГТУ, 2013. - С. 380-385.
8. Бессуднова, Н.О. Изучение проблемы адгезии в реставрационной стоматологии, дисс. ... д-ра. мед. наук: 03.01.02, 14.01.14 /Бессуднова Надежда Олеговна.- Саратов, 2015.-83.
9. Бессуднова, Н.О. Изучение проблемы адгезии в реставрационной стоматологии, дисс. ... д-ра. мед. наук: 03.01.02, 14.01.14 /Бессуднова Надежда Олеговна.- Саратов, 2015.-83.
10. Дмитриева, Л.А. Современные пломбировочные материалы и лекарственные препараты в терапевтической стоматологии //Л.А. Дмитриева. - Москва: Медицинское информационное агентство, 2011. - 456с.
11. Николаев, А.И. Системный подход к диагностике и комплексному лечению кариозных и пришеечных некариозных поражений твердых тканей зубов (клинико - лабораторное исследование) дисс. ... д-ра. мед. наук: 14.01.14 /Николаев Александр Иванович.- Смоленск, 2012.- 193с.
12. Григорьев С.С. Влияние обработки адгезивными системами на микротвердость дентина у пациентов с синдромом Шегрена. //Григорьев С.С., Панфи-

- лов П.Е., Зайцев Д.В., Ивашов А.С. Материалы XV Международной конференции челюстно-лицевых хирургов и стоматологов. 17-19.05.2010 г. Санкт-Петербург. 2010. С. 57-58.
13. Григорьев С.С. Повышение эффективности реставрации твёрдых тканей зубов у больных с синдромом Шегрена// Григорьев С.С. Проблемы стоматологии № 3 (8) 2010 С. 5-6.
 14. Григорьев С.С.. Изучение прочностных свойств дентина у пациентов с синдромом Шегрена// Григорьев С.С., Зайцев Д., Панфилов П. // Материалы III Евразийского конгресса по медицинской физике и инженерии. М., МГУ, 22-24.06.2010. С. 245-248.
 15. Grigoriev S. Relationship between Morphology and Deformation Tooth Hard Tissues. // Zaytsev D., Grigoriev S., Panfilov P. // ABSTRACT BOOKLET of 6th International Conference on Materials structure and micromechanics of fracture. MSMF6. 28-31.06.2010. Brno, Czech Republic. P. 193.
 16. Григорьев С.С. Современные подходы к комплексной стоматологической реабилитации больных с синдромом Шегрена// Ронь Г.И., Григорьев С.С. Актуальные вопросы стоматологии. Сборник научных трудов по материалам Всероссийского конгресса "Стоматология Большого Урала". Екатеринбург, 2011. С. 83-85.
 17. Зайцев Д.В., Григорьев С.С., Панфилов П.Е. Дентин человека как объект исследования физического материаловедения// Проблемы Стоматологии -2013, №3, Стр. 3-13.
 18. Орехова Л.Ю., Порхун Т.В., Чмиленко Я.В. Дезинфекционная подготовка удаленных зубов для стоматологического обучения // I Всероссийское рабочее совещание по проблемам фундаментальной стоматологии. Сборник статей. – Екатеринбург: УГМА, 2013, Стр. 239-246.
 19. Электронный ресурс, URL: <http://www.arkom.org.com/articles/view/43>. Электронный ресурс, URL: <http://cdn.gollos.com/files/4956/5.pdf>
 20. Гугова, Ю.С. Влияние постбондинга на качество реставраций при оперативно-восстановительном лечении твердых тканей зуба с использованием композиционных пломбировочных материалов, диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.00.21 / Гугова Юлия Сергеевна - Кемерово, 2008.- 115 с.: ил.
 21. Электронный ресурс, URL: http://www.e-stomatology.ru/director/prikaz/protokol_karies/