
СТОМАТОЛОГИЯ

Ю. А. Ипполитов

Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТРОПНОСТИ СВЕТОТВЕРЖДАЕМОЙ БОНДИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АДГЕЗИИ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБА К ПЛОМБИРОВОЧНОМУ МАТЕРИАЛУ

УДК 616.314-089-071

В работе представлены гистохимические исследования срезов удаленных зубов и показано наличие углеводно-белковых биополимеров в твердых тканях зуба. Автор предлагает применять обнаруженные биополимеры в бондинговых системах для повышения химической адгезии пломбировочных материалов к твердым тканям зуба и подтверждает это с помощью рентгеноспектрального микроанализа.

Ключевые слова: светоотверждаемая адгезивная бондинговая система, растровая электронная микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ, углеводно-белковые биополимеры.

Yu. A. Ippolitov

THE POSSIBILITY OF BOND SYSTEM BIOLOGICAL COMPATIBILITY IMPROVEMENT FOR ADHESION OF HARD DENTAL TISSUES TO FILLING MATERIAL

The work presents histochemical studies of sections of extracted teeth. A presence of carbohydrate-protein biopolymers in hard dental tissues is shown. The author suggests using the discovered biopolymers in bond systems for improvement of chemical adhesion of filling materials to hard dental tissues. The value of the method was confirmed by electron probe microanalysis.

Key words: light-hardening adhesive bond system, scanning electron microscopy, electron probe microanalysis, carbohydrate-protein biopolymers.

Надежное сцепление между эмалью или дентином зуба и композиционным пломбировочным материалом является неотъемлемой предпосылкой для надежного пломбирования зубов. Низкая тропность химического материала к дентину или эмали зуба приводит к ненадежной адгезии и, как следствие, к вторичному кариесу зуба.

Для надежной адгезии пломбы, предотвращения краевой проницаемости и профилактики вторичного кариеса восстановленного зуба большое значение имеют качество и правильное применение адгезивной системы перед заполнением полости пломбировочным материалом [1]. Адгезивные системы представляют собой совокупность сильнодействующих химических агентов, активно влияющих на твердые ткани зуба. Особенно велика степень воз-

действия компонентов бондинга или праймера на слабоминерализованную эмаль и дентин у людей с пониженной сопротивляемостью к кариозному процессу [3]. Кроме того, следует учитывать, что в дентине зуба высокая доля органических субстанций, прежде всего коллагена, непосредственная связь с пульпарной тканью через дентинные каналы и одонтобласты, наличие неравномерно минерализованных дентинных структур, остаточная влажность, делающая дентин труднопроходимым для гидрофобного бонда из-за давления дентинной жидкости со стороны пульпы выше 6,9 кПа, покрытие дентина органическим слоем из остатков ротовой жидкости и крови [1].

Основной принцип сцепления современных дентинно-бондинговых систем основан главным об-

разом на микромеханическом проникновении адгезивной системы в деминерализованную кислотой дентинную поверхность. Кроме того, некоторые бондинговые препараты адгезивных систем могут обеспечивать дополнительное химическое сцепление между адгезивной системой и дентином.

В дентинных адгезивах используются различные химические вещества для достижения связи с дентином, в частности для удаления смазанного слоя и кондиционирования поверхности дентина использована этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) с pH между 6.5 и 7.0. Кондиционированная поверхность потом обрабатывается гидроксидметакрилатом и глутаральдегидом. Гидроксидметакрилат обеспечивает гидрофилию, а глутаральдегид — сродство к коллагену на протравленной поверхности дентина. Потом следует третья аппликация дентинным мономером ВИС-ГМА-содержащей смолы, с которым связывается пломбирочный материал [1].

Однако эффективность используемых адгезивных систем остается недостаточной, так как полимеризующая усадка традиционных композитов, а также низкая тропность к биологической ткани приводит к отторжению от стенок полости зуба.

Это, видимо, связано с недооценкой наличия белковой составляющей в твердых тканях зуба, играющей важную роль в процессах минерализации и реминерализации эмали и дентина [2].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Повысить биологическую тропность светоотверждаемой бондинговой системы для повышения адгезии твердых тканей зуба к пломбирочному материалу.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Впервые в серии гистохимических исследований проверена гипотеза о наличии в тканях зуба человека «катионного белка» (КБ) и набора его составляющих аминокислот. С учетом гисто- и цитогенеза структур зуба и ранее полученных результатов на материале эпидермиса многослойного плоского частично ороговевающего эпителия слизистой полости рта выполнены исследования, в основе которых лежит оригинальная техника приготовления тонких парафиновых срезов целых зубов и модифицированная гистохимическая технология идентификации КБ с использованием бромфенолового синего.

Гистохимические микропрепараты получены из удаленных зубов пациентов по ортодонтическим показаниям. Исследованы срезы зубов в проходящем свете для решения вопросов, связанных с топохимией катинного белка (КБ) и его составляющих аминокислот относительно распределения в структурах эмали, дентина, предентина, клеточного и бесклеточного цемента. Количественные исследования выполнены на установке «Микротелс-4» [2], где осу-

ществляется оцифровка микротелевизионного изображения в пределах выбранных областей и расчет величин экстинкций по точкам. Изучено 10 премоляров верхней челюсти человека (выборка для дискриптивного анализа и построения матрицы схожести/различимости по Вилкоксона), статистическая обработка осуществлялась с помощью программы STX, длина выборки 100 значений.

В работе использована адгезивная биоактивная светоотверждаемая бондинговая система (АБСБС), изготовленная на фирме ООО «Радуга Р» (Россия) при участии сотрудников кафедры терапевтической стоматологии Воронежской государственной медицинской академии им. Н. Н. Бурденко.

В составе бондинговой системы присутствует дентин-кондционер, содержащий 8%-й концентрированный раствор предельных и непредельных полифункциональных органических кислот, биопраймер, представляющий собой композицию из гидрофильного мономера (НЭМА) и водного раствора аминокислот, обнаруженных при гистохимических исследованиях срезов удаленных зубов [2], универсальный светоотверждаемый адгезив, содержащий бондинг-смолы БИС-ГМА, БИС-уретан и светоотверждаемую систему.

Универсальный состав адгезива обеспечивает прочное соединение между зубом и любым композитным материалом, содержащим как БИС-ГМА, так и БИС-уретановые мономеры.

Материалом для исследования также служили 30 удаленных по ортодонтическим и пародонтологическим показаниям зубов, которые перед удалением за неделю были запломбированы с применением АБСБС. На отпрепарированную поверхность дентина на 10 с наносили дентин-кондционер, затем смывали водой, просушивали до «искрящегося» оттенка. На протравленную поверхность дентина и эмали наносили кисточкой биопраймер, через 30 с при необходимости повторно наносили биопраймер, чтобы поверхность была влажной, затем кисточкой наносили тонкий слой универсального светоотверждаемого адгезива, распределяли адгезив струей воздуха по поверхности дентина и затем облучали полимеризационной лампой в рабочем диапазоне синего света длиной волны 450—500 нм мощностью 400 мВт/см² в течение 20 с.

Из удаленных зубов лиц обоего пола и возраста от 18 до 55 лет готовили шлифы от 1 до 1,5 мм с помощью алмазного инструмента.

Механическую и химическую адгезию АБСБС оценивали с помощью растровой электронной микроскопии и рентгеноспектрального микрохимического анализа при увеличении от 500 до 1000 раз с помощью низковакуумного растрового электронного микроскопа «JEOL JSM – 6380LV» производства Японии. Изображения были получены в режимах вторично-электронной эмиссии и обратнорассеянных электронов. Шлифы зубов подвергали воздействию неподвижного тонкофокусированного электронного пучка. Объемность обеспечивалась большой глубиной фо-

куса электронного микроскопа и эффектом отнения рельефа контраста во вторичных электронах.

Поверхность шлифа зуба очищали от загрязнений и сушили при комнатной температуре в вакууме при 0,8 Паскаль в течение 3—4 часов. Распределение химических элементов в области границы пломбировочного материала и ткани зуба было исследовано методом микрорентгеноспектрального картирования поперечных шлифов зуба с помощью системы энергодисперсного анализа INCA-250. Планарное распределение химических элементов оценивали по окраске их рентгеновского изображения разными цветами: углерод — красный, фосфор — синий, кремний — зеленый.

В клинике функциональное состояние реставрации, а также краевое прилегание пломб к тканям зуба оценивали через 10 мин, а также через 3—5 дней. Для этого использовали клиническое обследование и электрометрические исследования с помощью электродиагностического аппарата «ДэнтЭст» (ЗАО «Геософт Дент», Москва). Измерения проводили при постоянном напряжении 4,26 Вольт, а полученные результаты измерений в микроамперах пересчитывали на значение сопротивления исследуемых твердых тканей зуба.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наличие КБ идентифицируется по связыванию структурами декальцинированного зуба молекул бромфенолового синего при значении pH 8,2. Контрольные реакции выполнены с использованием трипана и хлористого тионила для деполимеризации белков и блокады карбоксильных групп «маркерных» аминокислот и КБ. Белок выявляется во всех отделах зуба и связан со структурами канальцев в дентине и эмали, со структурами преддентина, идентифицируется также в клеточном и бесклеточном цементе в виде гомогенного окрашивания.

Содержание КБ значительно в структурах эмали — $0,3559 \pm 0,01$, $\sigma = 0,119$, а в близлежащем дентине соответствующие значения составили величину $0,1528 \pm 0,004$, $\sigma = 0,045$.

Зоной умеренного накопления КБ отличается область преддентина непосредственно на границе с пульповой камерой — $0,2645 \pm 0,008$, $\sigma = 0,082$. Наиболее значительные концентрации КБ оказались в элементах бесклеточного цемента — $0,4389 \pm 0,01$, $\sigma = 0,1124$. В клеточном цементе эти значения несколько меньше — $0,3598 \pm 0,01$, $\sigma = 0,112$. Результаты являются статистически достоверными, в том числе отличия содержания КБ в различных видах цемента достоверны при $p \leq 0,05$.

Результаты гистохимических исследований позволили предложить аминокислотный спектр КБ для использования в составе биологического праймера.

Полученные данные электрометрических исследований показали, что электросопротивление твердых тканей зубов после пломбирования через 10 ми-

нут составляют в среднем $(1,95 \times 10^6 \pm 0,05)$ Ом, тогда как значения электросопротивления в зоне контакта пломбировочного материала с твердыми тканями зубов через 5 дней значительно выше и в среднем составляет $(9,06 \times 10^6 \pm 0,05)$ Ом.

По нашему мнению, данный факт говорит о хорошей герметизации краевого прилегания пломбировочного материала к дентину и эмали зуба. Это также подтверждает и факт повышения адгезии пломбировочного материала к тканям зуба во времени, а также о повышении тканевого сопротивления.

На рентгеновских картах распределение химических элементов по поверхности пломбировочного материала и ткани зуба представлено 3 химическими элементами, помеченными цветом, характеризующим проникновение компонентов АБСБС в дентин коронковой части зуба. Углерод, как характерный компонент органической составляющей биопраймера, наглядно накапливается в зоне адгезии пломбировочного материала и дентина. Зона контакта дентина с пломбировочным материалом представлена плотноорганизованной полосой по всему протяжению с элементами проникновения пломбировочного материала в дентин зуба (рис. 1).

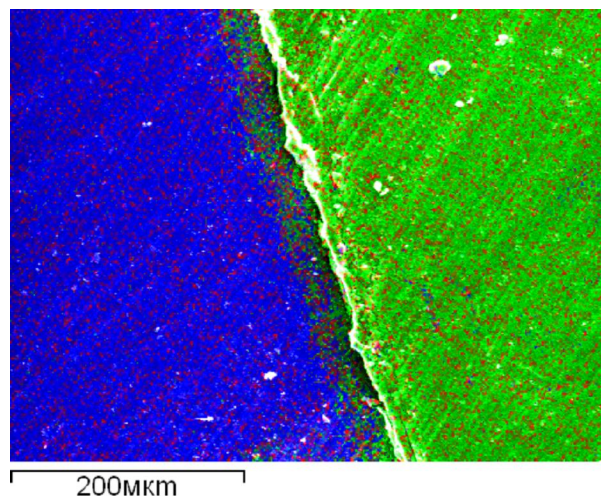


Рис. 1. Рентгеновская карта распределения химических элементов на границе прилегания пломбировочного материала к дентину (углерод — белые включения, фосфор — черный, кремний — серый). Увеличение в 500 раз

Кроме того, с помощью рентгеноспектрального микроанализа исследованы участки дентина зуба в зоне прилегания к пломбировочному материалу, а также в глубине от места контакта с материалом. В представленных таблицах под электронными изображениями шлифов зубов достоверно повышение углерода в дентине, прилегающем к пломбировочному материалу, что подтверждает проникновение биопраймера на водной основе в дентинные канальцы коронковой части зуба (табл. 1—3, рис. 2, 3, 4).

ТАБЛИЦА 1

Количественный микрохимический анализ в области дентина коронковой части зуба, %

Элемент	Весовой	Атомный
C	21,95	33,15
O	44,11	50,01
P	11,18	6,54
Ca	22,76	10,30
C	21,95	33,15
Итого	100,00	

ТАБЛИЦА 2

Количественный микрохимический анализ на границе коронкового дентина и пломбировочного материала, %

Элемент	Весовой	Атомный
C	36,08	53,02
O	31,60	34,86
Si	13,14	8,26
Ca	4,49	1,98
Ba	14,69	1,89
Итого	100,00	

ТАБЛИЦА 3

Количественный микрохимический анализ вблизи границы коронкового дентина и пломбировочного материала, %

Элемент	Весовой	Атомный
C	32,14	46,17
O	38,08	41,08
Si	6,07	3,73
P	6,91	3,85
Ca	10,05	4,33
Ba	6,75	0,85
Итого	100,00	

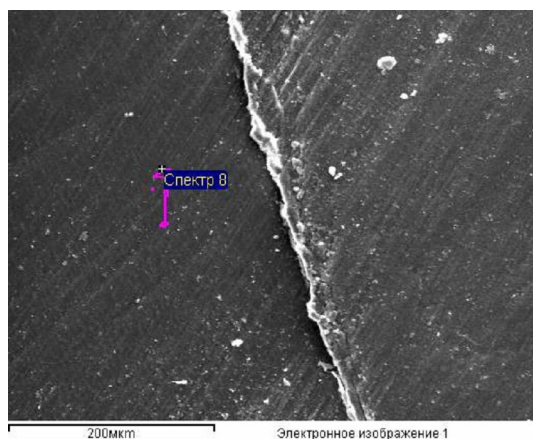


Рис. 2. Электронное изображение в режиме вторичной электронной эмиссии рентгенспектрального микроанализа распределения химических элементов. Указана зона сканирования коронкового дентина. Увеличение в 500 раз

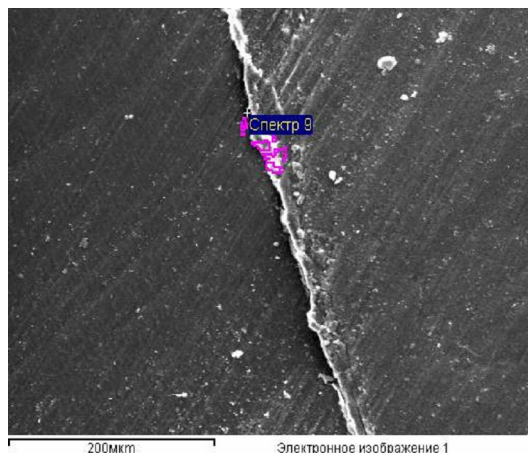


Рис. 3. Электронное изображение в режиме вторичной электронной эмиссии рентгенспектрального микроанализа распределения химических элементов. Указана зона сканирования на границе коронкового дентина и пломбировочного материала. Увеличение в 500 раз

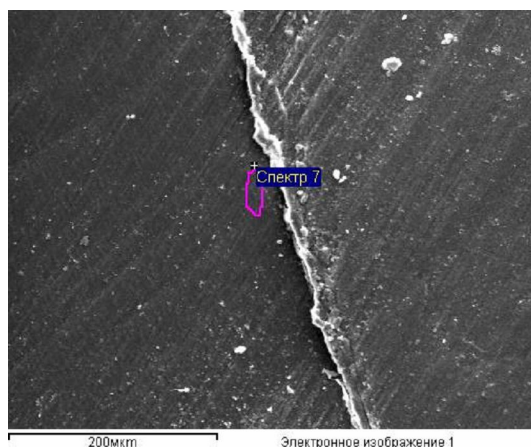


Рис. 4. Электронное изображение в режиме вторичной электронной эмиссии рентгенспектрального микроанализа распределения химических элементов. Указана зона сканирования коронкового дентина вблизи границы с пломбировочным материалом. Увеличение в 500 раз

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предложенная адгезивная биоактивная светоотверждаемая бондинговая система имеет химическую адгезию с дентином и пломбировочным материалом посредством проникновения химических элементов из биопраймера и пломбировочного материала в твердые ткани зуба, тем самым повышая качество пломбирования зуба.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисенко А. В. Композиционные пломбировочные и облицовочные материалы / А. В. Борисенко, В. П. Неспрядько. — Киев: Книга плюс, 2001. — 195 с.
2. Ипполитов Ю. А., Быков Э. Г., Горшкова О. М. // Новости клинической цитологии. — 2001. — Т. 5, № 3—4. — С. 162.
3. Ронь Г. И., Мандра Ю. В. К вопросу о выборе бондинговых систем при лечении кариеса / Настольная книга стоматолога, работающего материалами фирмы Heraeus Kulzer. — М., 2000. — С. 8—11.