Д.В. Некрылов[1], Т.А. Попова[2], Б.Р. Шумилович[2], В.А. Захаров[2]

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ И ВАРИАНТЫ ОЦЕНКИ АДАПТАЦИИ ТВЁРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБА К СТОМАТОЛОГИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ

[1]АУЗ ВО "ВКСП №7"; [2]ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России

Резюме. Рассмотрены вопросы изменения минерального обмена в эмали зуба, приводящие к развитию кариеса. Приведены данные о важности сохранения органической составляющей, являющейся естественным тканевым барьером для микроорганизмов, поскольку реминерализация очагов пораженной эмали возможна лишь при сохранности органического матрикса. В исследованиях ученых ВГМУ им. Н.Н. Бурденко установлено, что при препарировании и пломбировании происходит уменьшение соотношение ионов Ca/P в течение двух недель сразу после лечебных манипуляций. К третьей неделе значение показателя возвращается на исходный уровень. С использованием метода вегетативного резонансного тестирования (ВРТ) путем электропунктурной диагностики по Р. Фоллю выполнено тестирование стоматологических материалов на предмет совместимости с тканями зуба пациента. Исследованы материалы фирмы "Hereus Kulzer" и "Kerr" на 32 обследуемых и материалы фирм "3M", "Densplay", "Vivadent" у 26 обследуемых. Установлено, что при правильном подборе состава бонда для эмали и дентина происходит наиболее успешное купирование реакций отторжения пломбировочного материала.

Ключевые слова: ткани зуба; минеральный обмен; органический матрикс; совместимость стоматологических материалов

Актуальность. Проблема адаптации пациентов к стоматологическим вмешательствам, функциональному результату и интерпретации эстетического компонента, актуальна от зарождения зубоврачевания до настоящего времени.

Подготовка больного к приему у врача стоматолога носит не только психоэмоциональный характер, но и требует тестирования совместимости тканей зуба пациента с материалами, которые врач будет использовать в процессе лечения [1, 2].

Исследования Ипполитова Ю.А. с соавторами [3, 4] показали наличие органических структур в эмали и дентине, которые качественно отличаются по антигенному составу. В дентине преобладает коллаген, в эмали – гидрофобные протеины, обогащённые аминокислотами, что подтверждает природу закладки этих структурных компонентов зуба из различных зародышевых листков.

Органическую основу зубов составляют белки, углеводы, жиры, лактоза и азот. О наличии белков в составе эмали и дентина было известно уже более 100 лет назад, однако аминокислотный состав белков расшифрован лишь в последние десятилетия с появлением соответствующих гистохимических методов исследования. Важнейшей составной частью ткани зуба является коллаген, структуру которого стало возможным определять с использованием метода аминокислотного анализа. Ионообменные процессы, происходящие в твердых тканях зуба, во многом определяются составом

аминокислот эмали и свойствами ротовой жидкости. Значение органических веществ твердых тканей зуба в процессе минерального обмена очень велико, так как после удаления в экспериментальных условиях органической составляющей зуба путем кипячения со щелочным этиленгликолем, эмаль теряет свойства осмотической мембраны и становится полностью проницаемой. Из этого можно заключить, что именно органическое вещество предает эмали свойство полупроницаемой мембраны. Нарушения динамического равновесия в механизме минерального обмена в эмали приводит к деминерализации, то есть развитию кариеса, из-за утраты органической составляющей, являющейся естественным тканевым барьером для микроорганизмов, равно как и процессы реминерализации очагов пораженной эмали возможны лишь при сохранности органического матрикса [5].

На сегодняшний день проблема лечения ранних стадий кариеса зубов решается путем использования специальных реминерализующих препаратов, в состав которых вводится фтор, кальций, фосфор. Однако не все замещения в кристаллической структуре эмали усиливают резистентность зубов к кариозному процессу. Сделана попытка создать раствор сложной композиции, имитирующей состав зуба «Ремодент». Проводится поиск препарата, сходного по составу со слюной, поскольку ионообменные процессы, происходящие в твердых тканях зуба, во многом определяются свойством ротовой жидкости, контактирующей с эмалью [6, 7]. Следует предположить, что самопроизвольное исчезновение очаговой деминерализации у некоторых пациентов происходит под воздействием ротовой жидкости. Таким образом, повышение резистентности тканевого барьера эмали является эффективным профилактическим и лечебным мероприятием кариеса зубов.

В научной литературе можно встретить данные о составе эмали и дентина [8] (Таблица 1).

Таблица 1 – Состав эмали и дентина

Компоненты в составе	Эмаль		Дентин	
	Вес, %	Объем, %	Вес, %	Объем, %
Неорганические	95	86	70	45
Органические	1	2	20	30
Вода	4	12	10	25

Особого внимания заслуживает дентин, объем органики и воды которого составляет в сумме 55%. В широком смысле слова он является композитом, состоящим из наполнителей – апатитных кристаллов, сгруппированных в матрицу из коллагеновых волокон.

Исходя из этого, дентин отличается следующими особенностями, которые следует учитывать: высокая доля органических субстанций, прежде всего коллагена; непосредственная связь с пульпарной тканью через дентинные канальцы; наличие различных дентинных структур, которые частично очень неравномерно распределены (внутриканальный дентин, перитубулярный дентин, третичный дентин); остаточная влажность, делающая дентин труднопроходимым для гидрофобного бонда (обусловлена направленным со стороны пульпы давлением дентинной жидкости от 6,9 киллопаскалей); покрытие дентина масляным слоем из остатков слюны, крови и других органических частиц (толщина примерно 1-2 микрона на дентине и масляном слое, до 2-3 микронов в дентинных канальцах).

Материал и методы исследования. Исследования, проведенные в ВГМУ им. Н.Н. Бурденко [3, 4] подтверждают реакцию тканей зуба на пломбирование изменением состава биоптата, характеризующегося Ca/P коэффициентом, в который входят и элементы биологического субстрата твердых тканей(таблица 2).

Таблица 2 – Влияние пломбировочных материалов на минеральный обмен в эмали зубов по результатам рентгеноспектрального микроанализа

Материал, химические элементы	Срок исследования после пломбирования (недели)				
	1	2	3	4	5
«Charisma-F»					
P_2^+	11,20±0,34	11,80±0,37	12,01±0,3	11,70±0,33	11,25±0,28
Ca_2^+	25,01±0,48	27,81±0,49	28,95±0,46	27,7±0,57	27,12±0,44
Клиренс	13,8	16,0	16,0	16,0	15,9
«Solitaire»					
P	9,58±0,39	11,75±0,33	12,20±0,41	11,86±0,35	11,86±0,39
Ca	22,30±0,47	25,80±0,5	27,20±0,58	26,39±0,49	26,25±0,51
Клиренс	12,7	14,0	15,0	14,5	14,4

Результаты влияния препарирования и пломбирования характеризуются уменьшением клиренса Ca/P в течение двух недель и в последующем возврате его значений на исходный уровень к началу 3-ей недели.

Адаптируясь к вмешательству по поводу пломбирования, органическая составляющая твердых тканей защищается по «двухнедельному» циклу, что подтверждает цикличность всех биопроцессов, протекающих в организме человека (белковая молекула обменивается в среднем в течение от 16 до 23 дней).

Для того чтобы оценить неблагоприятное воздействие пломбировочных и других материалов, используемых в стоматологии Л. Шиммелем (1978) предложил

методику вегетативного резонансного тестирования (ВРТ). В ее основе лежит метод электропунктурной диагностики по Р. Фоллю (ЭАФ) разрешенный к медицинскому применению Минздравом России в 1999 году [9]. Однако, если для решения задач диагностики и медикаментозного тестирования в методе ЭАФ используется до 850 точек, то в методе ВРТ используется одна воспроизводимая точка измерения (ТИ). Применение компьютерной электропунктурной диагностики по ВРТ является новым этапом в развитии метода.

ВРТ заключается в регистрации изменений показателей электропроводности ТИ при внесении в контур измерения тест-препарата. Метод показан для интегральной оценки состояния органов и систем организма, топической диагностики патологического процесса, этиологической диагностики с помощью различных нозодов, определение состояния акупунктурных меридианов. Метод ВРТ может быть применен как в поликлинических условиях, так и в стационаре. Противопоказания к применению ВРТ наличие у пациента кардиостимулятора и наличие патологических изменений на коже в зоне проекции ТИ. Тестирование переносимости стоматологических материалов проводится по тест препарату Manganum met. 026↓ + Материал↓.

Нами проведено тестирование двух групп материалов для пломбирования на добровольцах студентах стоматологического факультета ВГМА.

Полученные результаты и их обсуждение. В первой группе исследованы шесть проб материалов фирмы "Hereus Kulzer" и "Kerr" на 32 обследуемых (рис. 1).

На рис. 2 представлены данные второй группы, в которой исследованы 5 проб с материалами фирм "3M", "Densplay", "Vivadent" у 26 человек. Пробы изготовлены из пломбировочных материалов в виде таблеток диаметром до 0,5 см и толщиной до 0,2 см, (размеры не влияли на результаты проб). Фотополимеризация проводилась по инструкциям фирмы изготовителя от 20 до 40 секунд. Исследуемый материал помещался в отдельные пластиковые пакеты и хранился вне зоны воздействия бытовых приборов, излучающих электромагнитные колебания.

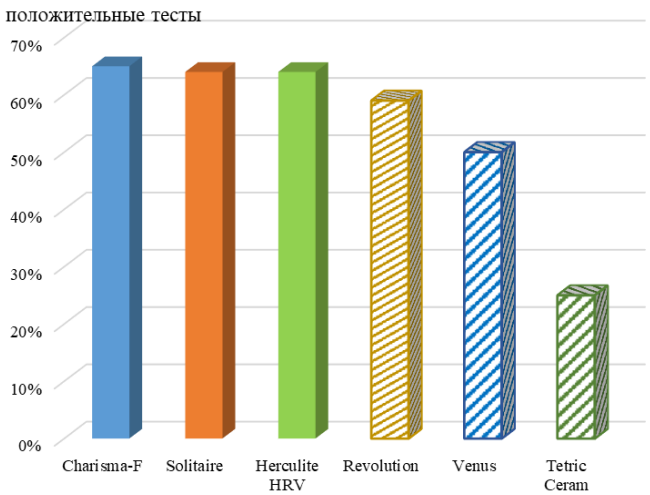

Рис. 1. Показатели результатов ВРТ пломбировочных материалов в первой группе испытуемых.

Компьютерный ВРТ проводился для каждого пациента одновременно, в первой группе исследовались 6 пломбировочных материалов, во второй 5 они помещались в алюминиевые боксы и поочередно тестировались. Результаты у каждого исследуемого были различными по материалам даже одной фирмы производителя, что говорит о чувствительности и информативности метода. Показания к использованию пломб из материалов "Charisma" (химического отверждения), и "Estet x", "Спектрум" ($P < 0,01$), требуют обязательного тестирования, так как достоверно низкий процент положительных проб делает их материалами "малого выбора". Достоверно высокий процент положительных тестов с материалами "Herculite HRV", "Solitaire", "Charisma-F" и "Tetric Ceram" ($0,01 < P < 0,05$) рекомендуется нами для широкого применения или входят в группу "обязательного наличия". Остальные материалы не имеют достоверного отличия в результатах тестирования "Да" и "Нет" ($P > 0,05$) и являются пломбировочными материалами «наличия выбора», то есть должны быть в наличии предложений пациенту.

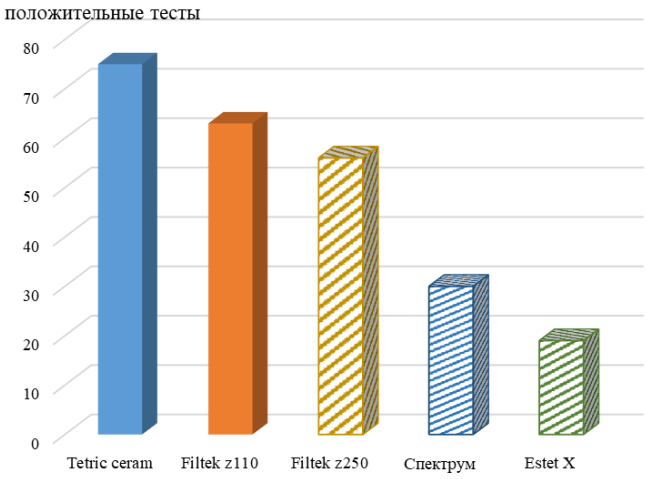

Рис. 2. Показатели результатов ВРТ пломбировочных материалов 2 группы

Эти исследования подтверждают ранее изученное влияние пломбирования на твёрдые ткани зубов на микроуровне. Тестирование стоматологических материалов желательно и необходимо в случае наличия у пациентов патологических процессов в организме, так как по результатам расширенного тестирования («отягощение» материалов на конкретных органах в случае их непереносимости) можно видеть в той или иной степени ухудшение ситуации, что может привести в конечном счете как к отторжению стоматологического материала организмом, так и к обострению имеющихся патологических процессов, возможна в частности деминерализация эмали

и дентина и неблагоприятное влияние на состояние пульпы. Зачастую аллопатическое лечение процессов, вызванных таким «отягощением» мало- или неэффективно.

Для адаптации на местнотканевом уровне мы не исключаем использование повышенного содержания ионов Ca, P и других макро- и микроэлементов из ротовой жидкости, а также из биоструктур зубного налета, находящегося на поверхности зуба и образовавшегося в процессе поддержания гомеостаза полости рта.

Теоретически, белковой цепочке твердых тканей зуба в норме для поддержания обменных процессов необходима вода, входящая в состав ротовой жидкости и интерстиция пульпы зуба.

При обтурации эмалевых трубочек и патологии тубулярного дентина, при начинающемся кариозном процессе, обмен переходит на бескислородный путь по аммиачной схеме, что подтверждается наличием большого количества хлора в твердых тканях зуба. После препарирования твердых тканей зуба до «здорового» тубулярного дентина, обнажаются дентинные трубочки, из которых под давлением выделяется дентинная жидкость. Зуб защищается от острой механической травмы, реагирует «плачет» из дентинных канальцев, эту фазу адаптации характеризует «мокрый дентин». Реакция на травму отростков одонтобластов пульпы сопровождается выделением экссудата, т.е. в зубе проходят все фазы воспаления, что и в других тканях организма. Процесс адаптации к последствиям острой механической травмы, по всей видимости, заканчивается специфическим заживлением, обновлением белковой структуры. Составляя аналогичную модель на кислотную травму, кислотная биопсия эмали, дентина, ткани зуба отвечают повышением концентрации Ca/P элементов в биоптате, не исключено и повышение концентрации цепочек аминокислот, способствующих заживлению, т.е. образованию третичного дентина, как в просвет пульповой камеры зуба, так и в просвет кариозной полости. На эмаль и корневой дентин можно наносить гидрофобные бонды.

«Мокрый дентин» требует для обеспечения адгезии гидрофильных бондов, растворяющихся в воде, обеспечивающих микромеханическую адгезию, т.к. химическая адгезия настолько мала, что играет второстепенную роль.

На еще мокрый дентин наносится дентинно-бондинговый адгезив. Составные части его должны обеспечить полное смачивание дентина, заместить интерстициальную жидкость без повреждения коллагеновых волокон и при этом проникнуть глубоко в деминерализованный дентин. По этой причине дентинные бонды содержат амфифильные молекулы.

При правильном подборе состава бонда для эмали и дентина происходит наиболее успешное купирование реакций отторжения пломбировочного материала.

При критической потере массы органической составляющей твердых тканей зуба при кариозном процессе начинаются патологические изменения в пульпе зуба. Подтверждением вышесказанному служат изменения жизнеспособности зуба при его длительной изоляции искусственной коронкой.

Выводы. По-видимому, экзогенное питание через эмалевые трубочки, заполненные органическим субстратом, играет важную роль в процессе поддержки функции зуба. Необходимо определять максимальный процент потери эмалевых трубочек на всей площади поверхности зуба, подвергаемой обработке, для обеспечения нормальных физиологических процессов в зубе.

Выбор пломбировочных материалов должен проводится с учётом адаптационных возможностей тканевых структур зуба, а в их составе должны содержаться органические компоненты, обеспечивающие тропность к тканям зуба.

Литература.

1. Лечение заболеваний пародонта на амбулаторно-поликлиническом приеме при лечении кариеса / О. Е. Бекжанова, У. А. Эгамбердиев, Н. Ш. Ахрорхужаев, М. М. Астанакулова // Актуальные проблемы стоматологии детского возраста : сборник научных статей VI региональной научно-практической конференции с международным участием по детской стоматологии, Хабаровск, 21 октября 2016 года. – Хабаровск: Дальневосточный государственный медицинский университет, 2016. – С. 19-21.

2. Профилактика осложнений эндодонтического лечения зубов, связанных с пломбированием корневых каналов / И. А. Беленова, А. А. Кунин, Р. В. Лесников [и др.] // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2017. – № 69. – С. 23-30.

3. Спектроскопические исследования молекулярного состава дентинной и десневой жидкостей и их диагностический потенциал для превентивного скрининга кариеса дентина / П. В. Середин, Д. Л. Голощапов, Ю. А. Ипполитов [и др.] // Стоматология. – 2020. – Т. 99. – № 5. – С. 11-18.

4. Спектроскопические исследования изменений во вторичной структуре белков дентинной и десневой жидкостей по данным синхротронной ИК микроскопии / П. В. Середин, Д. Л. Голощапов, Ю. А. Ипполитов, J. P. Vongsvivut // Оптика и спектроскопия. – 2019. – Т. 127. – № 12. – С. 917-925.

5. Strochenko, E. O. Current trends in dental caries prevention: literature overview / E. O. Strochenko // Вестник стоматологии. – 2020. – Vol. 37. – No 3(112). – P. 85-87. – DOI 10.35220/2078-8916-2020-37-3-85-87.

6. Соловьева, Ж. В. Сочетание наногидроксиапатита и низкоинтенсивного лазерного излучения в профилактике начального кариеса / Ж. В. Соловьева // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 79-1. – С. 42-45. – DOI 10.18411/trnio-11-2021-13.

7. Чернявская, Н. Д. Выявление начального окклюзионного кариеса в первых постоянных молярах методом лазерной флюоресценциии индексом ICDAS / Н. Д. Чернявская, Т. Н. Терехова // Современная стоматология. – 2021. – № 2(83). – С. 26-30.

8. Характеристика твердых тканей зубов при хронической болезни почек: морфология, химический состав, возможности реминерализующей терапии / А.К. Иорданишвили, О.А. Бельских, О.Л. Пихур // Стоматология № 3, 2019. – С. 25-30.

9. Электропунктурный вегетативный резонансный тест. / Готовский М.Ю., Косарева Л.Б., Федоренко С.И., Перов Ю.Ф. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ИМЕДИС, 2019. – 236 с.

Abstract.

***D.V. Nekrylov*[1]*, T.A. Popova*[2]*, BR Shumilovich*[2]*, V.A. Zakharov*[2]**

MODERN METHODS AND OPTIONS FOR EVALUATING THE ADAPTATION OF DENTAL HARD TISSUES TO DENTAL MATERIALS

[1]*Autonomous health care institution of the Voronezh region "Voronezh clinical dental clinic No. 7"*
[2]*Voronezh State Medical University*

The issues of changing mineral metabolism in tooth enamel leading to caries development are considered. The data on the importance of preserving the organic component, which is a natural tissue barrier for microorganisms, are given, since remineralization of the foci of the affected enamel is possible only with the preservation of the organic matrix. In the studies of scientists of the Higher Medical University named after N.N. Burdenko, it was established that during preparation and filling, the ratio of Ca/P ions decreases within two weeks immediately after therapeutic manipulations. By the third week, the value of the indicator returns to the baseline. Using the method of vegetative resonance testing (ART) by electropuncture diagnostics according to R. Fall, dental materials were tested for compatibility with the patient's tooth tissues. The materials of the company "Hereus Kulzer" and "Kerr" for 32 examined and the materials of the companies "3M," "Densplay," "Vivadent" for 26 examined were studied. It was established that with the correct selection of the bond composition for enamel and dentin, the most successful reduction of the rejection reactions of the sealing material occurs.

Keywords: tooth tissues; mineral exchange; an organic matrix; compatibility of dental materials.

References.

1. Treatment of periodontal diseases at an outpatient clinic in the treatment of tooth decay/O. E. Bekzhanova, U. A. Egamberdiev, N. Sh. Akhrorkhuzhaev, M. M. Astanakulova//Actual problems of pediatric dentistry: collection of scientific articles of the VI regional scientific and practical conference with international participation in pediatric dentistry, Khabarovsk, October 21, 2016. - Khabarovsk: Far Eastern State Medical University, 2016. - S. 19-21.

2. Prevention of complications of endodontic dental treatment associated with root canal filling/I. A. Belenova, A. A. Kunin, R. V. Lesnikov [and others]//Scientific and Medical Bulletin of the Central Black Earth Region. – 2017. – № 69. - S. 23-30.

3. Spectroscopic studies of the molecular composition of dentinal and gingival fluids and their diagnostic potential for preventive screening of dentin caries/P.V. Seredin, D.L. Goloshchapov, Yu. A. Ippolitov [et al.]//Dentistry. – 2020. - T. 99. – № 5. - S. 11-18.

4. Spectroscopic studies of changes in the secondary structure of proteins of dentinal and gingival fluids according to synchrotron IR microscopy/P.V. Seredin, D.L. Goloshchapov, Yu. A. Ippolitov, J. P. Vongsvivut//Optics and spectroscopy. – 2019. - T. 127. – № 12. - S. 917-925.

5. Strochenko, E. O. Current trends in dental cations prevention: literature overview/E. O. Strochenko//Journal of Dentistry. – 2020. – Vol. 37. – No 3(112). – P. 85-87. – DOI 10.35220/2078-

8916-2020-37-3-85-87.

6. Solovyova, Zh. V. The combination of nanohydroxyapatite and low-intensity laser radiation in the prevention of initial tooth decay/Zh. V. Solovyova//Trends in the development of science and education. – 2021. – № 79-1. - S. 42-45. – DOI 10.18411/trnio-11-2021-13.

7. Chernyavskaya, N. D. Identification of initial occlusive caries in the first permanent molars by laser fluorescence using the ICDAS index/N. D. Chernyavskaya, T. N. Terekhova//Modern dentistry. – 2021. – № 2(83). - S. 26-30.

8. Characteristics of hard dental tissues in chronic kidney disease: morphology, chemical composition, possibilities of remineralizing therapy/A.K. Iordanishvili, O.A. Belskikh, O.L. Pikhur//Dentistry No. 3, 2019. - S. 25-30.

9. Electropuncture vegetative resonance test ./Gotovsky M.Yu., Kosareva LB, Fedorenko S.I., Perov Yu.F. - 2nd ed., Edited and additional - M.: IMEDIS, 2019. - 236 s.

Сведения об авторах: Некрылов Дмитрий Валерьевич – главный врач автономного учреждения здравоохранения Воронежской области "Воронежская клиническая стоматологическая поликлиника №7"; Попова Татьяна Александровна – к.м.н., доцент каф. пропедевтической стоматологии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; Шумилович Богдан Романович – д.м.н., профессор, зав. каф. стоматологии ИДПО ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; Захаров Виталий Аркадьевич – аспирант ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России.