

В.И. Колодкина,
ассистент кафедры пропедевтики
и профилактики стоматологических
заболеваний

А.В. Арутюнов,
д.м.н., профессор кафедры
терапевтической стоматологии

КубГМУ

Микротвердость твердых тканей зуба до и после композитных реставраций *in vitro*

Резюме. Приведены результаты изучения микротвердости эмали, дентина и композитных реставраций постоянных зубов *in vitro* на микротвердость и микроморфологию поверхности эмали, дентина и композитных реставраций, полученных образцов по методу Кнупа. В качестве композита использовали отечественный фотополимерный материал «Реставрин» и сравнивали с реставрином под герметиком OptiGuard. Микротвердость реставрации измеряли на 10-, 30- и 45-е сутки после помещения в пробирки с искусственной слюной, насыщенной смесью оральных стрептококков *S. mutans* и *S. oralis*. На всех сроках исследования при покрытии OptiGuard микротвердость эмали и дентина как в местах контакта с реставрином, так и собственно композита оказалась достоверно ($p < 0,05$) выше, чем без герметика. Поэтому рекомендуется применение композита «Реставрин» совместно с герметиком OptiGuard ввиду меньшей склонности к образованию трещин и предотвращения инфильтрации микроорганизмов по границе реставрации.

Ключевые слова: наногибридный фотокомпозитный пломбирочный материал «Реставрин», герметик OptiGuard, микротвердость эмали, дентина и композитных реставраций

Известно, что композиционный пломбирочный материал в состоянии отверждения не обладает цитотоксичностью, поэтому, по данным литературы и клиническим наблюдениям, гиперемия и воспаление пульпы под реставрациями из композитов могут возникнуть только вследствие проникновения в систему дентинных канальцев микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности [3, 4, 6, 7]. Сегодня существует несколько разновидностей адгезионной техники, предназначенной для решения задачи по уменьшению микропроницаемости: протравливание эмали зуба кислотой (ортофосфорной, например), среди которых — использование подкладки из стеклоиономерного цемента, использование специального адгезива для дентина [2, 8, 9]. Вместе с этим вопросы долговечности композиционных реставраций неразрывно связаны с микропрочностью самого композита, а также с сохранением его прочностных характеристик, особенно в местах контакта с эмалью и дентином зуба [1].

Цель исследования — изучение микротвердости эмали, дентина и композитных реставраций постоянных зубов *in vitro*.

Summary. The article deals with the results of the study of enamel, dentin and composite restorations of permanent teeth *in vitro*, regarding microhardness and micromorphology of the enamel surface, dentin and composite restorations of the samples got by Knoop method. Domestic photopolymer material Restavrin was used as a composite. It was compared with Restavrin under the sealant Optiguard. Microhardness of the restoration was measured on the 10, 30 and 45 day after putting into glass-tubes with artificial saliva filled with mixture of oral streptococcus *S. mutans* and *S. oralis*. At all dates of research with the covering by Optiguard, microhardness of enamel and dentin in the places of contact with Restavrin and composite, turned out to be actually higher ($p < 0,05$), than without sealant. That is why it is recommended to use the composite Restavrin together with the sealer Optiguard, because of the less tendency to fracture formation and prevention of infiltration of microorganisms on the border of restoration.

Key words: nanohybrid photocomposite filler material “Restavrin”, sealant OptiGuard, microhardness of enamel, dentine and composite restorations

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовали 30 удаленных по показаниям (пародонтит, подвижность II–III степени, ретинированные, дистопированные третьи моляры) моляров верхней (18 зубов) и нижней челюсти (12 зубов). Сразу после удаления зуба помещали в дистиллированную воду с температурой 5°C. При первичной обработке бормашиной отсекали корни на 5 мм на уровне шейки зуба (отступив 5 мм ниже эмалево-дентинного соединения), затем каждый зуб раскалывали струбиной продольно в мезиодистальном направлении на две равные части. Из каждой половинки извлекали пульпу (при наличии), осколки эмали и дентинные опилки, промывали в проточной воде, высушивали, полировали алмазными дисками с полировочной пастой. Последнее очень важно, поскольку измерение микротвердости возможно только на гладких эмалевых и дентиновых поверхностях, так как на неполированных поверхностях не видны отпечатки. Полученные половинки использовали для анализа микротвердости и микроморфологии поверхности эмали, дентина и композитных реставраций.

До начала исследования оценивали начальную микротвердость эмали и дентина всех образцов по методу Кнупа [5], полученные показатели приняли за контрольные значения. Метод Кнупа рассматривается как наиболее объективный для исследования микротвердости, поскольку нагрузки, воздействующие на образец, составляют менее 9,8 Н, что позволяет измерить твердость даже очень тонких и хрупких объектов. Тест проводился с помощью алмазного индентора HNV-2000 (Shimadzu, Япония) в виде пирамидки с ромбом в основании с отпечатком в виде ромба, в котором одна из диагоналей в 7 раз длиннее другой. Отпечаток, полученный в исследуемом материале методом вдавливания индентора, в разной степени уменьшал свои размеры за счет упругой деформации исследуемого материала.

Микротвердость эмали и дентина по Кнупу (KN) рассчитывали по формуле:

$$KN = 12,87 \frac{P}{M^2},$$

где P — нагрузка на пирамиду, Н; M — длина большей диагонали, мм; 12,87 — константа для индентора HNV-2000.

Таким образом, величина твердости фактически не зависела от пластичности исследуемого материала. С помощью этого метода сравнивали микротвердость заданных областей твердых тканей зуба с аналогичным показателем исследуемых композитов. Результаты тестов выражали как эмпирический показатель, без единиц измерения.

Исходную микротвердость эмали определяли трехкратным воспроизведением отпечатков в 3 областях — на 50 мкм от внешней границы (поверхность эмали), на половину толщины эмали (средние слои) и на 50 мкм от дентиноэмалевого соединения (глубокие слои).

Исходную микротвердость дентина определяли на обратной стороне каждой половинки зуба трехкратным воспроизведением отпечатков в 3 областях — в 50 мкм от дентиноэмалевого соединения (поверхностный дентин), на половине толщины дентина (средние слои) и на расстоянии 50 мкм от пульповой камеры (глубокие слои дентина).

Для дальнейшего исследования в каждом образце алмазным бором формировали продольную борозду длиной 5 и глубиной 2 мм (до дентиноэмалевого соединения). После протравливания 30% ортофосфорной кислотой в течение 10 секунд сформированный дефект пломбировали композиционным материалом «Реставрин» («ТехноДент», Белгород) или реставрином с герметиком OptiGuard (Kerr, США), всего по 15 образцов. Затем образцы помещали в пробирки с искусственной слюной, насыщенной смесью оральных стрептококков *S. mutans* и *S. oralis*, и выдерживали в термостате при 37°C.

Микротвердость композитной реставрации измеряли на 10-, 30- и 45-е сутки путем трехкратного воспроизведения отпечатков в 3 областях — в 50 мкм от контакта пломбировочного материала с эмалью, на половине толщины композитной реставрации и на расстоянии

50 мкм от контакта пломбировочного материала с дентином.

Таким образом, получили результаты исследования микротвердости образцов до и после экспозиции в искусственной слюне для:

- 1) эмали;
- 2) дентина;
- 3) пломбировки реставрином;
- 4) пломбировки реставрином с герметиком OptiGuard.

Лабораторные исследования проводились в соответствии с национальным стандартом ГОСТ Р 53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики», международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований (1985 г.), правилами лабораторной практики (приказ МЗ РФ № 267 от 19.06.2003) и положительным заключением этического комитета КубГМУ.

Все полученные данные подвергнуты статистической обработке с использованием критерия Краскела — Уоллиса с последующим тестом Данна на уровне значимости 5%. Дихотомические данные проанализированы с использованием точного критерия Фишера на уровне значимости 5%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Через 10 суток выдержки в термостате со слюной и смесью стрептококков микротвердость глубоких слоев эмали практически не изменилась ($p < 0,05$), на поверхности уменьшилась на 12,3% ($p < 0,05$) и в средних слоях — на 5,3% ($p < 0,05$). На 30-е сутки показатели микротвердости незначительно снизились. На 45-е сутки только в глубоких слоях эмали микротвердость существенно не отличалась от исходных значений ($p > 0,05$). В поверхностном и среднем слое она уменьшилась на 30,1 и 18,1% ($p < 0,05$) соответственно (табл. 1).

При анализе микротвердости дентина на различных глубинах и в различные сроки после помещения в термостат отмечено, что для поверхностного слоя она практически не изменилась после 10 и 30 суток относительно исходных значений, но уменьшилась на 45-е сутки на 23,8% ($p < 0,05$). В средних слоях дентина на 10-, 30- и 45-е сутки наблюдали достоверное ($p < 0,05$) уменьшение микротвердости на 10,6, 13,7 и 20,2% соответственно. В глубоких слоях дентина пребывание

Таблица 1. Продольная микротвердость эмали по Кнупу

Срок, сутки	Поверхность	Средние слои	Глубокие слои
0	214,22±51,47	210,45±36,05	196,71±44,39
10-е	189,52±38,77 *	199,69±28,95 *	195,08±27,13
30-е	179,94±30,98 *	184,74±32,18 *†	194,48±45,54 ‡
45-е	150,37±25,42 *†	172,62±29,64 *†	182,94±42,83 ‡

Примечание. Здесь и в табл. 2–4: различия достоверны ($p < 0,05$) относительно * — исходных значений, † — предыдущего срока исследования, ‡ — предыдущей зоны исследования.

Таблица 2. Продольная микротвердость дентина по Кнупу

Срок, сутки	Поверхность	Средние слои	Глубокие слои
0	28,67±5,29	38,66±7,84	24,41±6,64
10-е	24,56±5,93	34,62±6,99 *†‡	23,93±8,77
30-е	23,92±4,96	29,17±6,47 *†‡	22,54±5,93 †
45-е	21,83±5,76 *	30,83±5,75 *†‡	21,84±7,65 †‡

Таблица 3. Продольная микротвердость по Кнупу образцов, запломбированных реставрином с герметиком

Срок, сутки	Контакт с эмалью	В глубине	Контакт с дентином
0	32,95±5,87	36,49±7,91	23,17±6,65
10-е	31,29±7,31	35,56±6,72	20,16±7,66 *†
30-е	26,52±6,73 *	34,93±7,74 *†‡	18,92±5,75 *†‡
45-е	22,72±5,44 *†	30,79±6,67 *†	16,46±7,51 *†

Таблица 4. Продольная микротвердость по Кнупу образцов, запломбированных только реставрином

Срок, сутки	Контакт с эмалью	В глубине	Контакт с дентином
0	32,95±5,87	36,49±7,91	23,17±6,65
10-е	21,19±6,72 *	30,56±8,83 †	15,34±6,18 *†‡
30-е	16,22±8,53 *	24,72±8,14 *†‡	13,52±8,23 *†‡
45-е	12,92±7,85 *†	20,55±9,49 *†‡	9,76±4,98 *†‡

в агрессивной среде не повлияло на его микротвердость (табл. 2).

У запломбированных реставрином с герметиком образцов микротвердость композиционного материала на границе с эмалью и в глубине собственного слоя снижалась незначительно, достигая минимума на 45-е сутки, — на 31,3 и 16,7% от исходной соответственно ($p < 0,05$). На границе с дентином измеренная

микротвердость последовательно снижалась на 13,1, 21,8 и 30,5% относительно исходного значения (табл. 3).

У запломбированных реставрином без герметика образцов микротвердость композиционного материала уже через 10 суток в среде, имитирующей условия полости рта, существенно уменьшилась во всех исследуемых зонах: на границе с эмалью, в глубине собственного слоя и на границе с дентином — на 35,9, 13,7 и 33,8% соответственно. На 30-е и особенно 45-е сутки микротвердость на границе с эмалью уменьшилась на 50,1 и 62,5%, в глубине образца — на 33,4 и 54,5%, а на границе с дентином — на 43,5 и 57,9% соответственно относительно исходной (табл. 4).

Видно, что длительное пребывание в агрессивной среде оказывает прямое воздействие на твердые ткани зубов, включая изменения кристаллической структуры, эмалево-дентинного соединения, кислотную растворимость эмали, а также микротвердость эмали и дентина, особенно выраженную в зонах их контакта с композитом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Герметик OptiGuard достоверно положительно влиял на динамику микротвердости эмали и дентина в местах контакта с композиционным материалом «Реставрин» на всех сроках исследования.

Таким образом, в виду лучших показателей микротвердости собственно слоя композиционного материала с герметиком, наравне с высокой прочностью в местах контакта с эмалью и дентином, можно рекомендовать проведение реставраций композиционным материалом «Реставрин» совместно с герметиком OptiGuard из-за меньшей склонности к образованию трещин и уязвимости периферии реставрации к маргинальной инфильтрации микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Адамчик А.А.** Оценка полимеризации композита. — *Кубанский научный медицинский вестник*. — 2015; 1 (150): 7—11.

2. **Быков И.М., Сирак А.Г., Сирак С.В.** Апробация нового зубного эликсира для профилактики кариеса зубов в условиях эксперимента. — *Современные проблемы науки и образования*. — 2013; 4: 128.

3. **Левкин А.В., Гринин В.М.** Оценка качества пломбирования зубов современными композитными материалами в условиях долгосрочного наблюдения. — *Dental Forum*. — 2013; 4: 10—2.

4. **Лобовнина Л.А.** Прямая композитная реставрация в области режущего края зуба. — *Dental Magazine*. — 2016; 9: 28—31.

5. **Новак Н.В., Байтус Н.А.** Анализ физико-механических характеристик твердых тканей зуба и пломбировочных материалов. — *Вестник ВолГМУ*. — 2016; 1 (15): 19—26.

6. **Примерова А.С., Митронин А.В., Чунихин А.А.** Клиническая оценка эффективности применения

современных композиционных материалов в восстановительной терапии жевательной группы зубов. — *Эндодонтия Today*. — 2011; 4: 20—6.

7. **Сотникова Н.П., Гринева Т.В., Чиликин В.Н., Фадеева Д.Ю.** Клиническое изучение краевой проницаемости пломб при использовании низкомолекулярных композитов с разными адгезивными системами. — *Клиническая стоматология*. — 2012; 4(64): 26—8.

8. **de Siqueira Mellara T., Palma-Dibb R.G., de Oliveira H.F., Garcia Paula-Silva F.W., Nelson-Filho P., da Silva R.A., da Silva L.A., de Queiroz A.M.** The effect of radiation therapy on the mechanical and morphological properties of the enamel and dentin of deciduous teeth — an in vitro study. — *Radiation Oncology*. — 2014; 9: 30—8.

9. **Щетинин Е.В., Сирак С.В., Ходжаян А.Б., Дилекова О.В., Сирак А.Г., Вафиади М.Ю., Паразян Л.А., Арутюнов А.В.** Патогенетические аспекты патологии пульпы зубов. — *Медицинский вестник Северного Кавказа*. — 2015; 2 (38): 187—91.