

М.А. Науменко

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ УДАЛЕНИЯ
ИНГИБИРОВАННОГО КИСЛОРОДОМ СЛОЯ С ПОВЕРХНОСТИ
ФОТООТВЕРЖДАЕМЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Научные руководители: ст. преп. Е.Ю. Пстыга, ассист. К.С. Воробьева

Кафедра консервативной стоматологии,

*Кафедра патологической анатомии и судебной медицины с курсом повышения
квалификации и переподготовки*

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

M.A. Naumenko

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF VARIOUS METHODS FOR
REMOVING THE OXYGEN-INHIBITED LAYER OF PHOTO-CURED
COMPOSITE MATERIALS FROM THE SURFACE**

Tutors: senior lecturer K.Y. Pstyga, assistant K.S. Vorobyova

Department of Conservative Dentistry,

*Department of Pathological Anatomy and Forensic Medicine with Advanced Training and
Retraining Course*

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. Важность создания гладкой поверхности композитной реставрации для более высоких эстетических и гигиенических характеристик диктует необходимость удаления ингибированного кислородом слоя после окончательной полимеризации. В качестве наиболее часто применяемых и рекомендованных в литературе методов и инструментов мы выделили спиртовую обработку, механическую обработку щеткой, бором, а также воздушно-абразивную обработку.

Ключевые слова: ингибированный кислородом слой, финишная обработка, фотоотверждаемые композиционные материалы, прямая композиционная реставрация.

Resume. The importance of creating a smooth surface of the composite restoration for higher aesthetic and hygienic characteristics dictates the need to remove the oxygen-inhibited layer after final polymerization. We have identified alcohol treatment, mechanical brushing, boron treatment, and air-abrasive treatment as the most commonly used and recommended methods and tools in the literature.

Keywords: oxygen-inhibited layer, finishing treatment, photo-curable composite materials, direct composite restoration.

Актуальность. Качественная финишная обработка поверхности прямой композитной реставрации является одним из главных условий её долговечности и функциональной состоятельности. Ингибированный кислородом слой (ИКС), он же дисперсионный слой, является побочным продуктом процесса полимеризации композита, имеет рыхлую, липкую и ненаполненную структуру [1]. Налипание частиц абразива полировочных инструментов и паст в ямках и фиссурах смоделированной поверхности негативно влияет на качество этапов обработки реставрации. При динамическом наблюдении отмечается уменьшение показателей поверхностной микротвердости, развитие дисколорита, что приводит к снижению эстетических и механических характеристик композиционного материала [2]. Остаточные незаполимеризованные мономеры ингибированного слоя обладают

токсичностью по отношению к мягким тканям полости рта пациента и потенциальной аллергенностью [3].

Цель: сравнить эффективность различных инструментов и методов удаления ИКС с поверхности фотоотверждаемых композиционных материалов после полимеризации и оценить целесообразность их применения.

Задачи:

1. Визуализировать сохранившийся ИКС с помощью СЭМ.
2. Определить толщину дисперсионного слоя.
3. Удалить ИКС различными инструментами и методами
4. Изучить обработанные поверхности образцов с помощью СЭМ.
5. Выбрать наиболее эффективный и оптимальный метод.

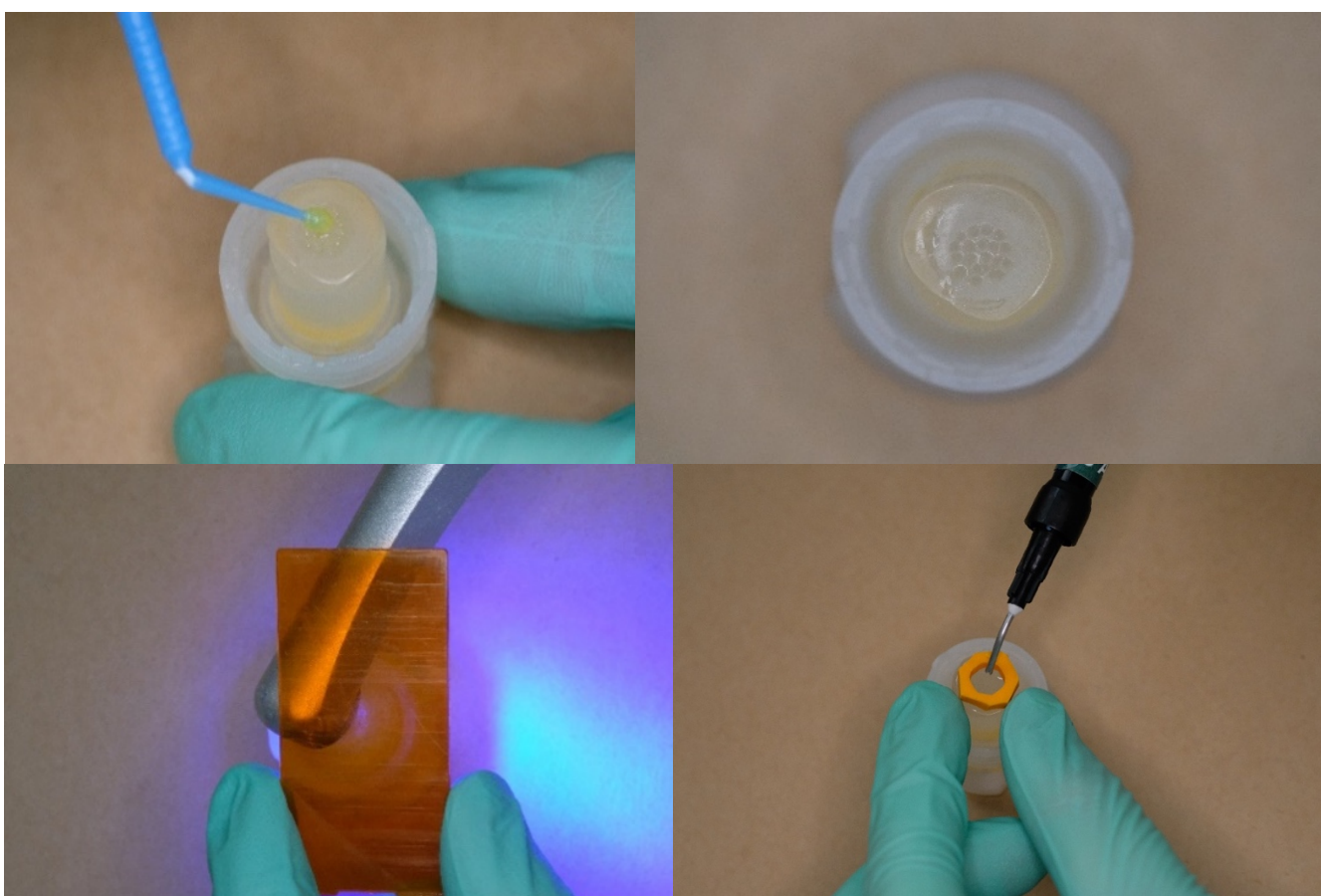


Рис. 1 – Этапы моделирования образцов: а) создание дополнительной ретенции с помощью углублений в полимерной подставке; б) нанесение адгезива; в) внесение материала; г) полимеризация

Материалы и методы. Для моделирования образцов была создана форма из силиконового оттискового материала Elite HD+ Putty Soft Normal (Zhermack), транспортировка осуществлялась в тубах от дентальных имплантатов с полимерной подставкой. В качестве фотоотверждаемых композиционных материалов были выбраны пакуемый микрогибридный материал G-aenial Posterior (GC) и текучий наногибридный материал объемного внесения Filtek Bulk Fill (3M ESPE). Адгезивная система Single Bond Universal (3M ESPE) обеспечила прочное соединение подставки

с композитами, которыми была заполнена силиконовая форма с последующей их полимеризацией (рис. 1). Размер образцов составил 3×5 мм.

Образцы с сохраненным дисперсионным слоем составили 1-ю контрольную группу. Удаление слоя с образцов опытной группы было проведено следующими методами: шлифовка алмазным бором с желтой маркировкой, обработка ватным шариком с 70%-м раствором этилового спирта (экспозиция 5 сек, 10 сек, 2 экспозиции по 5 сек), механическая обработка нейлоновой ротационной щеткой Kagayaki Bowl без пасты, с пастой ПолирПаст-D сухой блеск (Omega-Dent), воздушно-абразивная обработка порошком Rhapsody Flow (NaHCO_3 , 40 мкм). Для визуализации эталонной поверхности композита была создана 2-я контрольная группа (рис. 2, а). Проведено отверждение материалов в виде длинных цилиндров, их механическое разламывание и отбор фрагментов с поверхностью, полимеризованной без доступа кислорода. Изучение образцов указанных групп осуществлялось с помощью сканирующего электронного микроскопа Tescan MIRA3 LMU с увеличением $\times 100$, $\times 250$, $\times 500$, $\times 1000$, $\times 3000$, $\times 5000$. На основании полученных микрофотографий был проведен сравнительный анализ по следующим критериям: равномерность и степень удаления дисперсионного слоя, наличие повреждения поверхности материала, доступность и легкость в исполнении метода.

Для определения толщины ингибированного кислородом слоя были изготовлены каплевидные образцы: композиционный материал сдавливался между предметным и покровным стеклами таким образом, чтобы воздух контактировал с ним только по периферии (рис. 2, б). Высокая степень прозрачности и малая толщина каплей (пакуемый материал - 0,31 мм, текучий - 0,05 мм) позволили изучить периферическую структуру с помощью световой микроскопии. Проведено сканирование образцов (цифровой сканер KF-PRO 400, 0,25 мкм/пикс), измерение толщины слоя в программе Aperio ImageScope инструментом «Ruler Tool» с последующей статистической обработкой полученных данных.



Рис. 2 – а) 2-ая контрольная группа; б) Каплевидные образцы



Рис. 3 – 1-я контрольная группа, Filtek Bulk Fill:
а) x100; б) x500, в) x3000, г) x5000

Результаты и их обсуждение. Микрофотографии 1-ой контрольной группы показали, что ИКС покрывает композит как аморфная пленка, прослеживается бугристость за счет поверхностно расположенных частиц неорганического наполнителя (рис. 3). Средняя толщина дисперсного слоя ($n=10$) составила $33,405 \pm 9,855$ мкм и $34,823 \pm 8,24$ мкм у пакуемого и текучего материалов соответственно.

Образцы 2-й контрольной группы показали, что за счет большей эластичности текучего композиционного материала поверхность деформировалась под действием механической силы, поэтому при сравнении с микрофотографиями опытной группы более информативными были образцы пакуемого материала G-aenial (рис. 4).

При обработке алмазным бором ИКС был полностью удален, однако поверхность материала подверглась сильному повреждению и избыточному удалению толщины (рис. 5, а). В дополнение к этому мы отметили неравномерность обработки: на разных полях зрения прослеживаются границы необработанных участков (рис. 5, б), а в виду сложной морфологии композитных реставраций, алмазный бор неприменим в качестве инструмента удаления ИКС.

Различная экспозиция спирта не повлияла на степень химического растворения мономеров. ИКС был удален частично и неравномерно (рис. 6). На микрофотографиях после применения щетки с пастой прослеживается более равномерное и полное удаление слоя, по сравнению со спиртом (рис. 7).

Сухая щетка имела более интенсивное механическое воздействие: хорошо прослеживаются линии движения инструмента, поверхность материала более сглажена, нет выступающих частиц наполнителя (рис. 8), что может дать дополнительный положительный эффект для последующих этапов обработки реставрации. Также метод является не затратным и доступным.

Воздушно-абразивная обработка показала наибольшую равномерность удаления ИКС (рис. 9). На микрофотографиях образцов поверхность выглядит в большей степени однородно и приближенно к образцам 2-й контрольной группы (рис.

4, а). Струя порошка с водой под давлением охватывает обширную площадь поверхности композита, позволяет эффективно обрабатывать сложные и труднодоступные области, например небную поверхность фронтальных зубов, и, в особенности, реставрации полостей I класса по Блэку с выраженными фиссурами 2 и 3 порядка. Однако воздушно-абразивная обработка требует наличия дополнительного оборудования, материалов и должной аспирации со стороны ассистента.

Выводы:

1. Удаление кислородом ингибированного слоя является обязательным этапом при обработке поверхности реставрации из композиционного материала.

2. Наиболее эффективным методом удаления дисперсионного слоя определен метод воздушно-абразивной обработки водорастворимым порошком с небольшим размером частиц.

3. Наиболее доступными методами выбраны обработка сухой нейлоновой ротационной щеткой и щеткой с водорастворимой пастой для обработки поверхности композиционного материала.

Литература

1. Николаев А.И., Цепов Л.М. Практическая терапевтическая стоматология. - 12-е изд. - М.: МЕДпресс-информ, 2022. - 928 с.

2. Таиров В.В., Арутюнова А.А., Егунян К.К., Камышникова И.О., Иващенко В.А., Рисованный С.И. Сравнительная характеристика средств, предотвращающих появление ингибированного слоя на поверхности композита. Кубанский научный медицинский вестник. 2018; 25(5): 98-103. DOI: 10.25207 / 1608-6228-2018-25-5-98-103.

3. Rohr N, Baumann C, Märtin S, Zitzmann NU. Influence of surface treatment and curing mode of resin composite cements on fibroblast behavior. Head Face Med. 2022 Jun 11;18(1):18. doi: 10.1186/s13005-022-00323-4. PMID: 35690829; PMCID: PMC9188230.