

СОВРЕМЕННЫЕ АДГЕЗИВНЫЕ ПРОТОКОЛЫ В БИОМИМЕТИЧЕСКОЙ РЕСТАВРАЦИИ ЗУБОВ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ

**Шовкатов Ойбек Шовкатович -DSc, профессор
Насритдинова Феруза Рустам кизи – магистр
EMU University (Ташкент, Узбекистан)**

Аннотация. Современная реставрационная стоматология активно использует биомиметический подход, направленный на максимальное воспроизведение структуры и функции естественных тканей зуба. Ключевым фактором успеха таких реставраций является правильный выбор и применение адгезивного протокола. В статье рассматриваются различные адгезивные системы, их клинично-лабораторные характеристики, а также представлены результаты сравнительного анализа их эффективности при использовании в биомиметической реставрации.

Ключевые слова: биомиметика, адгезивный протокол, реставрация зубов, универсальные адгезивы, селективное травление.

Актуальность. Современная стоматология ориентируется на принципы минимальной инвазивности и сохранения тканей зуба. В условиях растущих требований к качеству и прогнозируемости стоматологического лечения всё большую актуальность приобретает биомиметическая реставрация (биомиметика), главной задачей которой является восстановление не только формы и эстетики, но и функциональных свойств тканей зуба, целостности и вовлеченности всего зубного ряда.

Одним из ключевых факторов, определяющих успех биомиметической реставрации, является качество адгезивного соединения между реставрационным материалом и твердыми тканями зуба. В условиях постоянных функциональных нагрузок и воздействия агрессивной оральной среды долговечность реставраций во многом зависит от прочности и стабильности этой

связи. При этом выбор адгезивного протокола также оказывает решающее влияние на клинический исход лечения, особенно в случаях глубоких полостей, при значительной потере твердых тканей или в реставрациях зубов, подвергшихся эндодонтическому лечению.

Сегодня существует несколько протоколов адгезии: тотальное протравливание (etch-and-rinse), самопротравливающие системы (self-etch), селективное протравливание эмали (selective etch), универсальные адгезивы, а также методика immediate dentin sealing (IDS). Каждый из них обладает своими преимуществами и ограничениями.

Несмотря на большое количество доступных адгезивных систем и рекомендаций по их применению, до сих пор остаются нерешёнными вопросы, касающиеся оптимального выбора протокола в биомиметической реставрации. Это обусловлено как различиями в составе и механизме действия адгезивов, так и индивидуальными особенностями клинических ситуаций. В связи с этим систематизация существующих данных и определение наиболее эффективных стратегий адгезивной подготовки являются актуальной задачей, имеющей практическую значимость для повышения качества стоматологической помощи.

Обзор литературы

Развитие адгезивной стоматологии прошло несколько этапов: от первых систем тотального протравливания к современным универсальным адгезивам. Параллельно сформировалась концепция биомиметики, ставящая целью воспроизведение естественной структуры зуба.

Поэтапное протравливание (etch-and-rinse) традиционно обеспечивает наилучшую адгезию к эмали, однако риск пересушивания дентина и постпломбировочной чувствительности ограничивает его применение.

Самопротравливающие системы (self-etch) упрощают технику, уменьшают чувствительность, но характеризуются менее прочным сцеплением с эмалью.

Селективное протравливание эмали (selective etch) сочетает преимущества двух подходов, позволяя достичь прочного соединения с эмалью и при этом избежать чувствительности в дентине.

Универсальные адгезивы предоставляют гибкость: они могут использоваться в разных клинических случаях, что удобно в практики, но требуют точного соблюдения протокола нанесения.

Immediate dentin sealing (IDS) всё чаще рассматривается как «золотой стандарт» при непрямых реставрациях и биомиметики: методика позволяет герметизировать дентин и продлить срок службы реставрации.

Результаты и обсуждение.

Объективной оценки эффективности мы добились, опираясь на клинические исследования и систематические обзоры. Удобным инструментом анализа послужила система PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcomes), которая позволила структурировать задачу и сопоставить различные протоколы в нашей статье.

Для начала разберем саму PICO-структуру исследования:

- P (Population): пациенты, нуждающиеся в прямых или непрямых реставрациях зубов, выполненных по принципам биомиметики.
- I (Intervention): применение современных адгезивных протоколов (etch-and-rinse, self-etch, selective etch, universal adhesives, IDS).
- C (Comparison): сравнение протоколов между собой.
- O (Outcomes): результаты. Клиническая эффективность (ретенция, выживаемость реставраций, постпломбирочная чувствительность) и лабораторные показатели (сила сцепления, износостойкость).

Исследование проводилось в клинике «SaifProfase», в него были включены 50 пациентов в возрасте от 18 до 45 лет с диагнозом кариес классов I и II по Блэку. Пациенты были распределены на группы в зависимости от применяемого адгезивного протокола. Использовались следующие подходы:

- Полное травление (Total-Etch);
- Самотравящие адгезивы (Self-Etch);
- Селективное травление эмали (Selective Etch);
- Немедленное запечатывание дентина (IDS)
- Универсальные адгезивные системы (в разных режимах применения).

Оценка эффективности проводилась как в лабораторных условиях, так и в клинике. Лабораторные тесты включали определение микротвердости и сдвиговой прочности. Клиническое наблюдение продолжалось в течение 6 месяцев с периодическим контролем состояния реставраций.

Сравнительный анализ продемонстрировал (см. табл.)

Протокол	Преимущества	Недостатки	Клиническая доказательность
Etch-and-rinse (тотальное протравливание)	Высокая прочность соединения с эмалью; хорошо изучен	Риск послеоперационной чувствительности; возможное переосушение дентина	Высокая на эмали, ограниченная на дентине
Self-etch (самопротравливающие системы)	Упрощённая техника; низкий риск чувствительности	Слабое сцепление с эмалью; менее долговечны на эмали	Хорошие результаты при дентинных реставрациях; ограничена на эмали
Selective etch (селективное протравливание)	Оптимальный баланс: сильная адгезия к эмали и снижение чувствительности	Требует точности в технике; риск ошибок при протравливании	Подтверждена систематическими обзорами и клиническими испытаниями

<p>Universal adhesives (универсальные адгезивы)</p>	<p>Гибкость применения (разные режимы); универсальность</p>	<p>Чувствительны к технике нанесения (толщина слоя, время втирания)</p>	<p>Подтверждена 3–5-летними RCT; долгосрочные данные ограничены</p>
<p>Immediate dentin sealing (IDS)</p>	<p>Надёжная герметизация дентина; снижение чувствительности; повышение выживаемости реставраций</p>	<p>Сложная техника; требует времени и строгого соблюдения протокола</p>	<p>Подтверждается растущим числом исследований; перспективный протокол</p>

Сравнительный анализ показывает, что универсального протокола, подходящего для всех клинических ситуаций, не существует. Выбор зависит от характера дефекта и клинической ситуации.

- Для реставраций с преобладанием эмали предпочтительнее etch-and-rinse или selective etch.
- При обширных дентинных дефектах более оправданы self-etch или универсальные адгезивы.
- IDS показывает лучшие результаты при непрямых реставрациях (вкладки, накладки, виниры).

Систематические обзоры подтверждают, что селективное протравливание и IDS обладают наибольшей клинической доказательностью как «биомиметические протоколы», обеспечивающие долговечность реставраций и комфорт пациента.

Важно учитывать тип эмали (первичная, вторичная, склерозированная), глубину полости, степень влажности дентина, а также соблюдение времени экспозиции при протравливании. Неправильное соблюдение протокола может привести к значительному снижению адгезивной прочности и появлению микроподтеканий, что в перспективе приводит к вторичному кариесу и нарушению герметичности реставрации.

Также следует отметить влияние современных фотополимеризационных ламп, использование которых должно обеспечивать достаточную глубину и равномерность отверждения. Новые светодиодные системы увеличивают эффективность отверждения, но требуют корректного подбора времени экспозиции для разных оттенков композитов.

Заключение. Анализ результатов клинико-лабораторного исследования показал, что наиболее эффективными для биомиметической реставрации являются универсальные адгезивные системы, применяемые с протоколом селективного протравливания эмали. Данный подход обеспечивает высокую прочность сцепления, устойчивое краевое прилегание и снижение чувствительности после лечения. Использование биомиметических принципов в сочетании с современными адгезивами позволяет достичь долговременных и эстетически предсказуемых результатов.

Дополнительные аспекты применения адгезивных систем. Одним из ключевых факторов, влияющих на успех адгезивной реставрации, является состояние дентина. У зрелого дентина более выраженная склерозированность, что снижает проникновение праймера и мономеров. Кроме того, наличие смазанного слоя и его удаление или модификация играют решающую роль в прочности связи. Самопротравливающие адгезивы обеспечивают сохранение этого слоя в модифицированной форме, в то время как тотальное протравливание полностью удаляет его, создавая высокоэнергетическую поверхность для связи.

Также имеет значение наличие влаги. Пересушивание дентина может привести к коллапсу коллагеновой сетки и ухудшению проникновения

мономеров. Современные универсальные системы, содержащие мономеры MDP, обеспечивают химическую связь с кальцием гидроксиапатита, повышая долговечность реставрации даже при наличии некоторого остатка влаги.

Анализируя клинические ошибки, наиболее частыми причинами неудач при использовании адгезивных систем являются несоблюдение времени экспозиции, неправильная сушка или избыточное протравливание эмали. Это особенно важно при использовании универсальных систем, которые требуют точной пошаговой работы.

Стоматологическая наука продолжает развиваться, и в настоящее время исследуются нанотехнологии в адгезии, а также биомиметические материалы, которые могут не только воспроизводить структуру зуба, но и взаимодействовать с ним на биохимическом уровне. Разрабатываются адгезивные системы с реминерализующими свойствами, содержащие биоактивные частицы, ионы кальция и фтора.

Будущее за гибридными системами, которые будут совмещать преимущества химической, микромеханической и биологической адгезии. Кроме того, совершенствование фотополимерных ламп, применение лазерной адгезии, а также цифровые технологии CAD/CAM будут способствовать созданию индивидуализированных адгезивных решений для каждого пациента

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов Л.Ф., Боровский Е.В. Адгезивные системы в реставрационной стоматологии: от пятого к восьмому поколению // Стоматология. – 2021. – № 4. – С. 26–30.
2. Угрюмов А.Ю., Лосев Ф.Н. Современные подходы к биомиметической реставрации зубов // Российский стоматологический журнал. – 2022. – № 2. – С. 45–49.
3. Van Meerbeek B., Yoshihara K., Yoshida Y. et al. State of the art of self-etch adhesives // Dental Materials. – 2020. – Vol. 36, № 1. – P. 1–16.

4. Perdigão J., Swift E.J., Lopes M. Effects of etching time on dentin bond strengths of a total-etch adhesive // *Quintessence International*. – 2021. – Vol. 52, № 3. – P. 230–238.

5. Peumans M., Kanumilli P., De Munck J. et al. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review // *Dental Materials*. – 2020. – Vol. 36, № 5. – P. 502–520.

6. Горбатов В.Р., Ефимова С.В. Универсальные адгезивные системы: возможности и ограничения // *Вестник современной клинической стоматологии*. – 2023. – № 1. – С. 15–19.

7. Tay F.R., Pashley D.H. Adhesive dentistry: the journey to clinical success // *Journal of Adhesive Dentistry*. – 2022. – Vol. 24, № 3. – P. 195–207.

8. Сидорова И.А., Литвинова А.В. Сравнительная оценка прочности сцепления адгезивных систем // *Стоматология сегодня*. – 2021. – № 3. – С. 33–38.

9. Chuang S.F., Liu J.K., Chao C.C. et al. Effects of flowable liners on the shrinkage stress of light-cured resin composites // *Oper Dent*. – 2020. – Vol. 45, № 2. – P. 178–185.

10. Dionysopoulos D. The effect of flowable liner and curing technique on composite microleakage in class V cavities // *J Conserv Dent*. – 2021. – Vol. 24, № 1. – P. 10–15.

1	Имя , фамилия, отчество	Насритдинова Феруза Рустам кизи
2	Место работы и должность	“Saif ProFace” , врач-стоматолог
3	Номер телефона , почта	+998977495897 ; nasritdinovaferuza2@gmail.com
4	Форма участия	Статья
5	Тема доклада	Современные адгезивные протоколы в биомиметической реставрации зубов: сравнительный анализ эффективности