

ВЫБОР АДГЕЗИВНОЙ СИСТЕМЫ В ПРАКТИКЕ ВРАЧА-СТОМАТОЛОГА

М.А. Постников, Е.А. Щербакова, М.В. Щербаков, О.Е. Симаповская

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара

Для цитирования: Постников М.А., Щербакова Е.А., Щербаков М.В., Симаповская О.Е. Выбор адгезивной системы в практике врача-стоматолога // Аспирантский вестник Поволжья. – 2020. – № 5–6. – С. 81–88. DOI: <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.3.81-88>

Поступила: 12.06.2020

Одобрена: 24.08.2020

Принята: 14.09.2020

■ Адгезивные системы в последние годы вызвали значительный исследовательский интерес. В статье представлен обзор публикаций, посвященных современному состоянию проблемы актуальности применения той или иной адгезивной системы в клинической стоматологии. Представленные результаты обзора показали, что ни одна из существующих на сегодняшний день адгезивных систем не удовлетворяет специалистов полностью. Все системы не идеальны и имеют определенные недостатки, определены принципы выбора адгезивных систем.

■ **Ключевые слова:** адгезивная система; композитные реставрации; адгезивный протокол; развитие.

THE CHOICE OF AN ADHESIVE SYSTEM IN THE PRACTICE OF A DENTIST

M.A. Postnikov, E.A. Shcherbakova, M.V. Shcherbakov, O.E. Simanovskaya

Samara State Medical University, Samara, Russia

For citation: Postnikov MA, Shcherbakova EA, Shcherbakov MV, Simanovskaya OE. The choice of an adhesive system in the practice of a dentist. *Aspirantskiy Vestnik Povolzhiya*. 2020;(5-6):81–88. DOI: <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.3.81-88>

Received: 12.06.2020

Revised: 24.08.2020

Accepted: 14.09.2020

■ Adhesive systems have attracted considerable research interest in recent years. The article review the publications devoted to the current state of the problem associated with the applicability of a particular adhesive system in clinical dentistry. The results of the review show that none of the currently available adhesive systems completely satisfy the experts. All systems are not perfect and have some disadvantages. The principles of selection of adhesive systems also been revealed in the article.

■ **Keywords:** adhesive system; composite restorations; adhesive protocol; development.

Сегодня мы живем в эпоху адгезивной стоматологии [1, 5, 38]. Наибольшая часть манипуляций в терапевтической стоматологии сводится к выполнению прямых композитных реставраций. По данным исследования Американской стоматологической ассоциации, на протяжении 2005–2006 г. в США было проведено около 146 млн прямых реставраций и герметизаций. По оценкам Heintze and Rousson в 2012 г. по всему миру было выполнено более 261 млн прямых композитных пломб.

В этом контексте адгезивные системы в последние годы вызвали значительный исследовательский интерес, расширили спектр возможностей эстетической реставрационной

стоматологии [1, 34, 38, 52, 54, 60]. Это важно, так как сегодня пациент уделяет косметике больше внимания, чем когда-либо прежде [41, 50, 54].

В настоящее время ни один композитный материал не может применяться без адгезивной системы, что является стандартом в протоколе выполнения композитных реставраций [1, 4, 12, 24]. Не имеет значения, каким материалом восстанавливается зуб, если адгезивный слой несовершенен [8, 9].

Невыполнение требований протокола применения адгезивной системы приводят к нарушению сцепления композита с тканями зуба, что выражается в уменьшении силы адгезии, возникновением зоны дебондинга,

постоперационной чувствительностью, нарушением краевого прилегания реставрации, краевым прокрашиванием, недовольством пациента эстетикой и функцией, развитием вторичного кариеса, бактериальной инфильтрацией и повреждением пульпы из-за бактерий и продуктов их жизнедеятельности, проникающих между материалом и стенками полости [21, 22, 34, 41, 42, 51, 52, 60].

Первым шагом в истории адгезивной стоматологии стала публикация работы М. Buonocore в 1955 г. "A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces" («Простой метод повышения адгезии акриловых пломбировочных материалов к поверхности эмали»), которая в принципе и дала начало развитию адгезивной стоматологии [20]. Но до него, в 1949 г. Oskar Hagger уже представил первый бонд — Sevriton Cavity Seal (из диметилкрилата глицеролфосфатной кислоты), который по сути являлся самопротравливающим, и согласно современным подходам должен был бы относиться к седьмому поколению. Таким образом, не понимая начала, уже начали приближаться к концу [2, 8].

М. Buonocore установил, что обработка (травление) эмали 85 % ортофосфорной кислотой в течение 30 с подобно подготовке металла для покраски в автопромышленности улучшает сцепление с пломбировочным материалом за счет формирования в ней слоя микропор [13, 20]. Последние, в свою очередь, позволяли повысить ретенцию композитных материалов к твердым тканям зуба. При полимеризации композита, его небольшие порции как будто «замыкались» в сформированных микропорах эмали, проникая в ее структуру на глубину 10–40 мкм.

В этом контексте адгезивные системы вызвали значительный исследовательский интерес. Появились работы, в которых для получения более прочной связи с тканями зуба, предлагалось проводить предварительную обработку тканей зуба — адгезивную подготовку. Усовершенствование адгезивных систем позволило перейти от механической ретенции, от «профилактического расширения по G.V. Black» к более щадящей технике препарирования, которая предусматривает удаление только патологически измененных тканей [3, 6, 13, 15, 31, 38, 39, 41, 50, 54, 55].

Однако субстратом для ретенции пломбы служит не только эмаль, но и дентин. И с ним дело обстоит не так просто, как с эмалью. Приклеивание к дентину сложнее, чем приклеивание к эмали. Метод «кислотного травления Buonocore» не может быть легко применен к дентину, потому что этот процесс

неблагоприятно изменяет поверхность дентина. И это было предметом значительного объема исследований за последние 40 лет [30, 40–42, 56].

Врагами адгезии к дентину являются следующие факторы:

- гидролитическая деградация гибридного слоя;
- активация реликтовых протеиназ как во время травления, так и при внесении адгезива;
- сложности прохождения мономеров через слой деминерализованных коллагеновых волокон;
- осмотическая активность гибридного слоя у самопротравливающих бондов;
- трудности в достижении оптимальной влажности поверхности дентина при применении адгезивов тотального протравливания [8, 13].

Первые поколения композитов на основе Bis – GMA были разработаны для формирования связи только с эмалью, при этом они еще были и гидрофобными, поэтому о качественной связи с дентином не могло быть и речи. Безопасность использования ортофосфорной кислоты была поставлена под сомнение из-за риска развития воспалительных реакций со стороны пульпы. Позже было доказано, что негативное влияние ортофосфорной кислоты на пульпу зуба при реализации адгезивного протокола обработки твердых тканей является минимальным.

Большим прорывом в развитии современных адгезивов стало внедрение в их состав гидрофильного мономера, обычно в форме гидроксиэтилметакрилата (HEMA) в добавок к уже имеющемуся гидрофобному мономеру (Bis – GMA), что позволило применять их и на влажном дентине [5, 41, 42]. Гидрофильность адгезивных систем важна, особенно после внедрения техники тотального травления, когда после удаления смазанного слоя на поверхность дентина через дентинные каналы выходит дентинная жидкость. С физической точки зрения, адгезивное соединение зависит от качества поверхности зубных тканей и смачивающей способности адгезивных систем. Если поверхность дентина будет чрезмерно сухой, то склеивание может не произойти. Таким образом, вместо того, чтобы покрывать дентин прокладкой перед протравливанием, были сформированы условия для того, чтобы протравливать и дентин и эмаль одновременно с дальнейшим их промыванием и нанесением слоя бондингового агента. Такой подход нашел свое научное обоснование в работах R. Bowen.

Существует обеспокоенность по поводу непрерывного ухудшения адгезии к дентину с течением времени. Аутодеградация коллагеновой матрицы и гибридного слоя под действием ферментов матричных металлопротеиназ (ММР) развивается как после применения адгезивов требующих отдельного протравливания, так и после самопротравливающих адгезивов. Для минимизации подобного эффекта использовали много подходов, один из которых предусматривает обработку сформированной полости 2 % раствором хлоргексидина. Такую же обработку можно проводить посредством четвертичного аммония метакрилата, хлорида бензалкония и карбодимида. Было также установлено, что добавление ингибиторов ММР непосредственно к самопротравливающимся адгезивам также способствует стабилизации бондинговой связи с дентином [40].

Согласно классическим протоколам структуру эмали следует протравливать на протяжении от 15 до 30 с, а дентин — на протяжении 15 с. Но последние исследования указывают на то, что структура дентина у людей разных возрастных групп отличается. Это, в свою очередь, позволяет рекомендовать протравливать дентин на протяжении более длительного периода времени — до 30 с. В случаях флюороза эмаль и дентин являются более резистентными к протравливанию, и, следовательно, обеспечить надежную адгезивную связь в таких условиях гораздо сложнее. Для улучшения связи бонда с эмалью рекомендовано проводить расширенное ее препарирование, в области пораженного дентина — применение самопротравливающих адгезивов [10].

По мере развития адгезивных технологий появлялись различные классификации адгезивных систем, в основе которых порядок их создания, количество клинических шагов и механизм действия. В течение некоторого времени пользовались классификацией «по поколениям», согласно которой выделяют восемь поколений адгезивных систем, что отражает хронологическое развитие адгезивных технологий. По этой причине некоторые авторы считают ее устаревшей [53], но она до сих пор популярна у производителей [23]. Концепция каждого последующего поколения заключается в уменьшении количества флаконов, участвующих в процессе адгезивной подготовки, сведения к минимуму количества клинических шагов, обеспечения быстрой аппликационной методики применения и улучшения химического состава, способствующего более прочному связыванию компонентов адгезивной системы с твердыми

тканями зуба. «Стоматологические адгезивы эволюционировали из систем с четырьмя отдельными бутылочками к системам с одной бутылочкой», — говорит Др. Джон О. Бургесс (Dr., John O. Burghess, DDS, MS, профессор и декан клинических исследований Университета Алабамы, Бирмингем).

Качество адгезии зависит в первую очередь от самого типа используемого бонда. Данные многих исследований доказывают, что при тотальном травлении сцепления все же лучше, чем при самопротравливанием. По крайней мере это доказано рядом довольно уважаемых исследований. Систематический обзор, проведенный Oliveira da Rosa и соавт. в 2015 г., позволил установить, что дополнительное применение фосфорной кислоты с целью протравливания перед нанесением универсального адгезива заметно улучшается его связь с эмалью зуба, в то время как на дентине подобного эффекта не наблюдалось [43]. В результате авторы рекомендовали проводить селективное травление эмали при любых типах универсальных адгезивных систем.

Есть ряд отдельных исследований, которые указывают на то, что чрезмерное препарирование дентина ослабляет его связь с адгезивным агентом. Объем препарирования дентина должен быть строго ограничен пораженными кариесом тканями, расширение же границ тканей в глубь интактного дентина характеризуется наличием ряда побочных эффектов, которые в результате ослабляют силу сцепления. S.D. Heintze и соавт. (2012 г.) в своем исследовании установили, что нет прямой связи между параметром силы сцепления и клинической успешностью результатов композитной реставрации. По их мнению, успех адгезивной связи в клинике определяется не только силой соединения, но состоянием дентина, качеством последующей маргинальной адаптации адгезивных систем, строгим соблюдением протокола [26, 27].

Анализируя ряд систематических обзоров, посвященных восстановлению дефектов зубов, вызванных некариозным поражением, когда препарирование минимально, либо полностью исключено, ни одна из тестируемых адгезивных систем не продемонстрировала статистические более успешные результаты, чем другие [13]. Это позволяет предположить, что на силу адгезии влияет уровень удаления не только кариозного инфицированного дентина, но и дентина смежного к нему — “caries – affected” dentin. Ученые смогли доказать, что связь между “caries – affected” дентином и бондом была значительно шире и сложнее, по сравнению с таковым в области

полностью интактного дентина. Изменения были небольшими, но они говорят о возможности развития вторичных структурных деформаций, дезорганизации в коллагеновых составляющих дентина, что уменьшает силу адгезии [2, 58, 59].

Мнения о том, стоит ли удалить “caries – affected” дентин расходятся, и решение по этому поводу до сих пор не принято. Использование кариес-маркеров позволяет окрасить участки твердых тканей, пораженные кариесом, и обеспечить их более объективную дифференциацию. С другой стороны, отдельные исследования указывают, что применение кариес-маркера негативно влияет на качество будущей адгезивной связи [58, 59].

Существенным моментом, определяющим свойства адгезивных систем, является степень их наполненности. Высоконаполненный адгезив ведет себя как текучий композит с низким модулем упругости, забирая на себя часть полимеризационного стресса, снижая постоперационную чувствительность и предотвращая появление трещин и сколов в пределах эмали. Наполнитель способствует укреплению и упрочнению гибридного слоя, облегчает равномерное нанесение адгезива на поверхность твердых тканей зуба. Такая наполненность может быть возможна только при использовании многокомпонентных систем, когда праймер и адгезив не объединены в одном флаконе, а применяются последовательно, иначе количество и размер наполнителя будут мешать проникновению мономеров в глубь тканей.

Из-за сложности имеющихся рекомендаций, предоставляемых производителями врачам, приходится уделять много внимания деталям, которые определяют эффективность использования той или иной адгезивной системы в разных клинических ситуациях. Необходимо отметить, что качество и долговечность реставрации зависит в большей степени не от вида адгезивной системы, а от тщательного соблюдения инструкции, всех рекомендаций по технологии ее применения, врач должен провести и собственный анализ имеющихся литературных данных, а при потребности — обратиться к производителю для получения всей необходимой дополнительной информации [5, 7]. Даже если бонд разработан тем же производителем, не стоит надеяться, что протокол его применения будет таким же, как у предварительной версии материала [14].

Мы рекомендуем обращать внимание на те продукты, которые подтверждены клиническими исследованиями, имеют хорошую силу адгезии, подходят для вашей техники работы, имеют результаты долгосрочных исследова-

ний, могут быть использованы во многих клинических ситуациях.

К сожалению, только немногие адгезивные системы имеют результаты долгосрочных клинических исследований. Это требует больше усилий, чем проведение лабораторных исследований. Кроме того, там, где такие исследования проводились, они, как правило, были относительно короткими — не более 36 мес. и менее [41, 42]. Хотя они и представляют определенную ценность, но не в состоянии ответить на вопрос, насколько прочна адгезивная связь с поверхностью зуба в долгосрочной перспективе. Известно, что со временем происходят изменения в гибридном слое [19].

Результаты клинических исследований не имеют четкой связи с результатами лабораторных исследований [41, 42]. Материалы, которые показывают высокую прочность и оптимальное краевое прилегание в лабораторных исследованиях, в условиях полости рта имеют ряд маргинальных проблем, в частности микроподтекания, краевое окрашивание [19, 21, 22, 26, 27, 33, 41, 42, 49, 51]. Это связано с тем, что в текущих протоколах лабораторных исследований не были учтены должным образом факторы, которые действуют на долговечность адгезивной системы в условиях полости рта, к ним относятся колебания температуры в полости рта, присутствие кислот в некоторых пищевых продуктах и т. п. Влажная среда может привести к реакциям гидролитической деградации, которые, хотя и являются медленными по своей природе, могут привести к разрушительным изменениям в долгосрочной перспективе [19]. Например, в одном систематическом обзоре пришли к выводу, что двухшаговые адгезивные системы были более эффективными, чем одношаговые [47], в то время как другие исследования показали, что клиническая эффективность двух систем аналогична [33]. Эти противоречия указывают на то, что существует мало различий в эффективности двух систем, и что любые различия незначительны. Оба варианта дают приемлемые клинические результаты в течение определенного периода времени [41, 42].

«Я бы обращал внимание на те материалы, у которых хорошие показатели силы адгезии, которые будут достаточными для клинициста, а также на те материалы, которые рекомендовали себя клинически. Я твердо верю в эффективность тех материалов, которые имеют результаты долгосрочных исследований. Если адгезив не имеет достаточное количество качественных исследований по его использованию, я бы задумался, использовать

ли его у моих пациентов», — Др. Джон О. Бургесс (Dr., John O. Burgess, DDS, MS, профессор и декан клинических исследований Университета Алабамы, Бирмингем).

Вопрос о биосовместимости адгезивных систем с дентином и пульпой является актуальным и сложным [41, 42]. Один из вопросов, вызывающих озабоченность, — какова степень, в которой мономеры из адгезивной системы могут проникать через дентин к пульпе, сколько из этих мономеров проникает, и может ли полученная концентрация быть разрушительной. Мономер НЕМА особенно важен. Он присутствует во многих адгезивных системах и способен диффундировать через дентин в камеру пульпы [25]. Было показано, что диффузия происходит быстрее в пораженных кариесом зубах, и как только она возникает, появляется целый ряд неблагоприятных эффектов. К ним относятся цитотоксичность, ингибирование клеточной пролиферации и снижение митохондриальной активности [28]. Следствием этого эффекта является то, что процессы преобразования энергии внутри клетки тормозятся. Несмотря на результаты лабораторных исследований при проведении клинических исследований не было ни одного случая побочных эффектов у пациентов [41, 42]. Это связано с тем, что высвобождается только небольшое количество мономера, в естественных условиях циркулирующая жидкости в пульпе смывает любые диффузные мономеры, таким образом разрушительная концентрация мономера не накапливается. Поэтому клинические результаты, включая биосовместимость, представляются хорошими, хотя формальные исследования долговечности все еще необходимы для дополнения краткосрочных результатов, полученных в лабораторных условиях [41, 42].

Необходимо тщательно проанализировать целый ряд факторов, в том числе групповую принадлежность зубов, возраст пациента и степень витальности зубов, локализацию дефекта, С-фактор и т. п., прежде чем сделать правильный выбор адгезивной системы [8, 14, 35, 36, 46].

На сегодняшний день перед стоматологом стоит задача достичь компромисса между временем, трудоемкостью адгезивной подготовки и получением оптимального эффекта сцепления с твердыми тканями зуба.

Адгезивные системы продолжают совершенствоваться и на данный момент времени самопротравливающие системы с низким риском развития послеоперационной чувствительности, более быстрой, простой и менее чувствительной к нарушениям техникой

работы, но с проблемами протравливания эмали, стабильности гибридного слоя составляют реальную конкуренцию системам с тотальным протравливанием, о чем свидетельствует рост их популярности и распространенность использования [10, 17, 37, 45, 57]. При работе с самопротравливающими системами не раскрываются дентинные трубочки и отсутствует этап смывания протравливающего агента, что значительно снижает риск развития послеоперационной чувствительности [37, 44, 48, 53, 57]. Гибридный слой тонкий, но несмотря на это, прочность соединения адгезива и дентина очень высокая [16, 37, 53, 57].

В ряде клинических случаев они более предпочтительны, чем системы тотального протравливания, когда остаточные структуры эмали подвергаются механической обработке, а поверхность, с которой будет формироваться соединение, представлена в основном дентином [7, 9, 34, 45, 52, 60]. Также эти системы предпочтительны в тех зонах полости рта, где затруднена изоляция рабочего поля от ротовых жидкостей или в работе с непростыми пациентами, так как не чувствительны к наличию влаги [7, 9, 34].

Не вызывает сомнения тот факт, что ортофосфорная кислота в технике тотального травления способна удалять слой биопленки с поверхности зуба более эффективно, чем самопротравливающие адгезивы [14, 29, 45, 46].

Адгезивные системы с тотальным протравливанием и широким спектром показаний, но являющиеся высокочувствительными к нарушениям протокола фиксации, с высоким риском развития послеоперационной чувствительности дают хорошие клинические результаты с точки зрения прочности и долговечности соединения. Однако их применение отнимает много времени, в системах с большим количеством компонентов (или бутылок) очень просто запутаться в процедуре их применения [32, 34, 41, 42, 52, 60].

В заключение можно отметить, что достижения в адгезивной стоматологии радикально изменили реставрационную стоматологию. Новые технологии, которые активно внедряются в разработку методов адгезии, модернизируют современные понятия об адгезивных системах и положительно влияют на исход проведенного стоматологического лечения.

Сам адгезивный протокол должен быть безопасным и биологически приемлемым; уровень прочности сцепления должен быть клинически значимым, чтобы избежать развития маргинальных проблем по краям реставрации и предотвратить развитие вторичного кариеса; прочность связи должна быть клинически

воспроизводимой, чтобы ее можно было регулярно достигать в аналогичных клинических условиях, при этом надежная адгезивная связь должна формироваться достаточно быстро, чтобы врач одновременно мог выполнить реставрацию, которая будет оставаться клинически стабильной на протяжении длительного времени функционирования.

Внедрение новых технологий в клиническую практику требует соответствующей информационной поддержки, ведь использование новинок стоматологического рынка без понимания основ их отличия от традиционных систем, в конечном счете, сводит потенциальную выгоду практически к нулю. Материалы значительно различаются по своим характеристикам и технике работы, что требует от врача определенных знаний и постоянного повышения квалификации в области адгезивной стоматологии.

Учитывая вышеизложенное, можно отметить, что среди большого разнообразия адгезивных систем остается много нерешенных вопросов. Это свидетельствует о том, что идеальная адгезивная система, обеспечивающая оптимальную скорость нанесения, высокую прочность и долговечность адгезивного соединения в настоящее время еще не создана. Все существующие адгезивные системы имеют свои преимущества и недостатки. Поэтому основной задачей стоматолога становится подбор той системы и методики ее применения, которая наиболее точно соответствует особенностям конкретной клинической ситуации [7]. Эти и многие другие вопросы являются актуальными и нуждаются в дальнейшем изучении [13, 54].

Литература

1. Асланян М.А., Еремин О.В., Труфанова Ю.Ю. и др. Применение адгезивных систем в стоматологии: прошлое и настоящее (обзор) // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 234–239. [Aslanyan MA, Eremin OV, Trufanova YuYu, et al. Use of adhesive systems in dentistry: past and present (review). *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2018;14(2):234–239.]
2. Башмаков А.И., Истомина М.В., Сазонов А.О. и др. Кто здесь настоящий «Бонд», или на службе у ее величества Адгезии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://stomatologclub.ru/> Дата обращения: 10.10.2020. [Bashmakov AI, Istomina MV, Sazonov AO, et al. Kto zdes' nastoyashchii "Bond", ili na sluzhbe u ee velichestva Adgezii (Internet). Available from: <https://stomatologclub.ru/>. Accessed: 10.10.2020. (In Russ.)]
3. Дубова М.А., Шпак Т.А. Адгезивные системы в современной стоматологии // Клиническая стоматология. – 2005. – № 1(26). – С. 93–96. [Dubova MA, Shpak TA. Adgezivnye sistemy v sovremennoi stomatologii. *Klinicheskaya stomatologiya*. 2005;(1):93–96. (In Russ.)]
4. Катышева И.Е. Особенности применения современных бондинговых систем // Международный студенческий научный вестник. – 2019. – № 5–2. – С. 23. [Katysheva IE. Features of application of modern bonding systems. *Mezhdunarodnyi studencheskii nauchnyi vestnik*. 2019;(5–2):23. (In Russ.)]
5. Макеева И.М., Николаев А.И. Восстановление зубов светоотверждаемыми композитными материалами. – М.: МЕДпресс-информ, 2011. – С. 58–77. [Makееva IM, Nikolaev AI. Vosstanovlenie zubov svetootverzhdaemyimi kompozitnymi materialami. Moscow: MEDpresS–inform; 2011. P. 58–77. (In Russ.)]
6. Маргвелашвили М., Каландадзе М., Вики А. и др. Стоматологические адгезивные системы: перевод науки // ДентАрт. – 2013. – № 4. – С. 14–18. [Margvelashvili M, Kalandadze M, Viki A, et al. Stomatologicheskie adgezivnye sistemy: perevod nauki. *DentArt*. 2013;(4):14–18. (In Russ.)]
7. Остолоповская О.В., Анохина А.В., Рувинская Г.Р. Современные адгезивные системы в клинической стоматологии // Практическая медицина. – 2013. – № 4 (72). – С. 15–20. [Ostolopovskaya OV, Anokhina AV, Ruvinskaya GR. Modern adhesive systems in clinical dentistry. *Practical Medicine*. 2013;(4):15–20. (In Russ.)]
8. Остолоповская О.В., Анохина А.В., Рувинская Г.Р. Проблемы применения адгезивных систем в практике врача-стоматолога на основании анализа современных публикаций // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1078. [Ostolopovskaya OV, Anokhina AV, Ruvinskaya GR. Problems of application of adhesive system in dental practice based on the analysis of up-to-date publications. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014;(6):1078. (In Russ.)]
9. Пономаренко О. Свободный дизайн реставраций // ДентАрт. – 2011. – № 3. – С. 12–20. [Ponomarenko O. Svobodnyi dizain restavratsii. *DentArt*. 2011;(3):12–20. (In Russ.)]
10. Семикозов О.В. Клинический взгляд на самоотравливающие адгезивы // Проблемы стоматологии. – 2010. – № 4. – С. 12–14. [Semikozov OV. A clinical view on self-etch adhesives. *Actual problems in dentistry*. 2010;(4):12–14. (In Russ.)]
11. Сонис Стефан Т. Секреты стоматологии: пер. с англ. 2-е изд. – М.: БИНОМ, 2020. – С. 200–219. [Sonis Stefan T. Sekrety stomatologii: per. s angl. 2nd ed. Moscow: BINOM; 2020. P. 200–219. (In Russ.)]
12. Титова О.Ю., Меленберг Т.В., Линник Л.Н. и др. Адгезивные системы в практике врача-стоматолога // Проблемы стоматологии. – 2020. – Т. 16. – № 1. – С. 178–181. [Titova OYu, Melenberg TV, Linnik LN, et al. Adhesive systems in the practice of a dentist doctor. *Actual problems in dentistry*. 2020;16(1):178–181. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-20-16-1-178-181>.

13. Удод А.А., Сагунова К.И. Адгезивные системы в реставрационной стоматологии: эволюция и перспективы // Вісник проблем біології і медицини. – 2014. – Т. 3 (109). – С. 53–57. [Udod AA, Sagunova KI. Adhesive system in restorative dentistry: Evolution and prospects. *Bulletin of problems biology and medicine*. 2014;3(109)53–57. (In Russ.)]
14. Уотс Д., Силикас Н. Бондинг и адгезия // Адгезивные системы. Все, что вам нужно знать – Kerr. Университет г. Манчестера, Великобритания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.stomakit.ru/> Дата обращения: 8.10.2020. [Uots D, Silikas N. Bonding i adgeziya. In: Adgezivnye sistemy. Kerr. Universitet g. Manchester, Velikobritaniya (Internet). Available from: <http://www.stomakit.ru/>. Accessed: 8.10.2020. (In Russ.)]
15. Хараламбос С. Эволюция дентинных бондинговых систем: часть II. Микромеханическая ретенция // Современная стоматология. – 2007. – № 1. – С. 22–28. [Kharalambos S. Ehvolyutsiya dentinnykh bondingovykh sistem: chast' II. Mikromekhanicheskaya retentsiya. *Sovremennaya stomatologiya*. 2007;(1):22–28. (In Russ.)]
16. Храмченко С.Н., Казеко Л.А. Самопротравливающие адгезивные системы // Современная стоматология. – 2006. – № 2. – С. 4–8. [Khranchenko SN, Kazeko LA. Samoprotravlivayushchie adgezivnye sistemy. *Sovremennaya stomatologiya*. 2006;(2):4–8. (In Russ.)]
17. Храмченко С.Н., Казеко Л.А., Гореляд А.А. Современные адгезивные системы: учебно-методическое пособие. – Минск: БГМУ, 2008. [Khranchenko SN, Kazeko LA, Gorelyad AA. *Sovremennye adgezivnye sistemy: uchebno-metodicheskoe posobie*. Minsk: BGMU; 2008. (In Russ.)]
18. Головенкова А.В., Яртеца А.В., Полякова Е.В., Игнатова Т.С. Сравнительная характеристика адгезивных систем последнего поколения, применяемые в современной клинической стоматологии, при лечении среднего кариеса // Евразийское научное объединение. – 2017. – Т. 1. – № 5 (27). – С. 53–55. [Golovenkova AV, Yartseva AV, Polyakova EV, Ignatova TS. Sravnitel'naya kharakteristika adgezivnykh sistem poslednego pokoleniya, primenyaemye v sovremennoy klinicheskoy stomatologii, pri lechenii srednego kariesa. *Evraziyskoe nauchnoe ob'edinenie*. 2017;1(5(27)):53–55. (In Russ.)]
19. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, et al. Dental adhesion review: aging and stability of bonded surfaces. *Dent Mater*. 2008;24(1):90–101. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.02.009>.
20. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955;34(6):849–853. <https://doi.org/10.1177/00220345550340060801>.
21. D'Hoore WRA, Gonther S, Degrange M, Dejou J. Reliability of *in vitro* microleakage test: a literature review. *J Adhes Dent*. 2001;3(4):295–308.
22. Dörfer CE, Staehle HJ, Wurst MW, et al. The nano-leakage phenomenon: influence of different dentine bonding agents, thermocycling and etching time. *Eur J Oral Sci*. 2000;108(4):346–351. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0722.2000.108004346.x>.
23. Dunn J.R. iBond: the seventh generation, one-bottle dental bonding agent. *Compend Contin Educ Dent*. 2003;24(Suppl 2):14–18.
24. Блунк У. Адгезивные системы: обзор и сравнение // ДентАрт. – 2003. – № 2. – С. 5–11. [Blunck U. Adgezivnye sistemy: obzor i sravnenie. *DentArt*. 2003;(2):5–11. (In Russ.)]
25. Hamid A, Hume WR. Diffusion of resin monomers through human carious dentin *in vitro*. *Endod Dent Traumatol*. 1997;13(1):1–5. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1997.tb00001.x>.
26. Heintze SD. Systematic reviews. I. Correlation between laboratory tests on marginal quality and bond strength. II. The correlation between marginal quality and clinical outcome. *J Adhes Dent*. 2007;9(Suppl 1):177–106.
27. Heintze SD, Rousson V. Clinical effectiveness of Direct Class II Restorations – A Meta-Analysis. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2012;14(5):407–431.
28. Hume WR, Gerzina TM. Bioavailability of components of resin – based materials which are applied to teeth. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1996;7(2):172–179. <https://doi.org/10.1177/10454411960070020501>.
29. Ikeda T, Munck JDe, Shirai K, et al. Effect of air-drying and solvent evaporation on the strength of HEMA-rich versus HEMA-free one-step adhesives. *Dent Mater*. 2008;24(10):189–194. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.02.009>.
30. Kanca J. Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. *Quintessence Int*. 1992;23(1):39–41.
31. Koibuchi H, Yashuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: The effect of smear layers. *Dent Mater*. 2001;17(2):122–126. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(00\)00049-x](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(00)00049-x).
32. Koshiro K, Inoue S, Tanaka T, et al. *In vivo* degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etch vs a total-etch adhesive system. *Eur J Oral Sci*. 2004;112(4):368–375. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2004.00141.x>.
33. Krithikadatta J. Clinical effectiveness of contemporary dentin bonding agents. *J Conserv Dent*. 2010;13(4):173–183. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.73376>.
34. Milia E, Cumbo E, Cardoso RJ, Gallina G. Current dental adhesives systems. A narrative review. *Curr Pharm Des*. 2012;18(34):5542–5552. <https://doi.org/10.2174/138161212803307491>.
35. Mjor IA, Gordan VV. Failure, repair, refurbishing and longevity of restorations. *Oper Dent*. 2002;27(5):528–534.
36. Mjor IA, Shen C, Eliasson ST, Richter S. Placement and replacement of restorations in general dental practice in Iceland. *Oper Dent*. 2002; 27(2):117–123.
37. Moszner S, Salz U, Zimmerman J. Chemical aspects of self – etching enamel – dentin adhesives: a systematic review. *Dent Mater*. 2005;21(10): 895–910. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.05.001>.
38. Mount GJ, Hume WR. Preservation and restoration of tooth structure. 2nd ed. Middleborough: Knowledge Books and Software; 2005.

39. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*. 1982;16(3):265–273. <https://doi.org/10.1002/jbm.820160307>.
40. Nakabayashi N, Saimi Y. Bonding to intact dentin. *J Dent Res*. 1996;75(9):1706–1715. <https://doi.org/10.1177/00220345960750091401>.
41. Nicholson JW. Adhesive dentistry. In: Handbook of Adhesion Technology. Ed. by da Silva, F.M. Lucas, A. Öchsner, R.D. Adams. Berlin and Heidelberg: Springer; 2011. Vol. 2. Chapter 56.
42. Nicholson J, Czarnecka B. Materials for the Direct Restoration of Teeth. 2016. P. 87–106.
43. Oliveira da Rosa WL, Piva E, Fernandes da Silva A. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J. Dent*. 2015;43(7):765–776.
44. Opdam NJ, Roeters FJ, Feilzer AJ, Verdonchot EH. Marginal integrity and post – operative sensitivity in Class 2 resin composite restorations in vivo. *J Dent*. 1998;26(7):555–562. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(97\)00042-0](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(97)00042-0).
45. Perdigao J, Geraldini S, Hodges JS. Total etch versus self – etch adhesive: effect on postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc*. 2003;134(12):1621–1629. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0109>.
46. Perdigao J, Swift EJ. Critical appraisal: post – op sensitivity with direct composite restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2013;25(4):284–288. <https://doi.org/10.1111/jerd.12045>.
47. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, et al. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater*. 2005;21(9):864–881. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.02.003>.
48. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, et al. Eight – year clinical evaluation of a 2 – step self – etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater*. 2010;26(12):1176–1184. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.08.190>.
49. Reis AF, Arrais CAG, Novaes PD, Carvalho RM, Giannini M. Ultramorphological analysis of the resin – dentin interfaces produced with water – based single – step and two – step adhesives: Nanoleakage expression. *Journal of Biomedical Materials*. 2004;71(1):90–98.
50. Roulet JF, Vanherle G. Adhesive technology for restorative dentistry. Chicago: Quintessence Publishers; 2004.
51. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, et al. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent*. 1995;20(1):18–35.
52. Santini A, Milia E, Miletic V. A review of SEM and TEM studies on the hybridization of dentine. In: Microscopy: Science, Technology, Applications and Education. Badajoz: Formatex Research Center; 2010. P. 256–267.
53. Sezinando A. Looking for the ideal adhesive – a review. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac*. 2014;55(4):194–206.
54. Sharma Y, Anwesha Biswas A, Shastri S. Bonding in Dentistry – Latest Advancement. *Int J Med Sci*. 2020;7(4):1–4. <https://doi.org/10.14445/23939117/IJMS-V7I4P101>.
55. Swift EJ. Jr. Bonding systems for restorative materials – a comprehensive literature review. *Pediatr Dent*. 1998;20(2):80–84.
56. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SHI. Relation between water content in acetone/alcoholbased primer and interfacial ultrastructure. *J Dent*. 1998;26(2):147–156. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(96\)00090-5](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(96)00090-5).
57. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munk JE, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007;28(26):3757–3785. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2007.04.044>.
58. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Buono-core memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003; 28(3):215–235.
59. Van Meerbeek B, Vargas S, Inoue S, et al. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent*. 2001;26:119–144.
60. Yoshida E, Uno S, Nodasaka Y, et al. Relationship between water status in dentin and interfacial morphology in all – in – one adhesive. *Dent Mater*. 2007;23(5):556–560. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.03.014>.

■ Информация об авторах

Михаил Александрович Постников — доктор медицинских наук, доцент кафедры стоматологии ИПО. ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара. E-mail: postnikovortho@yandex.ru.

Екатерина Анатольевна Шербакова — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры терапевтической стоматологии. ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара. E-mail: e.shcherbakova81@mail.ru.

Михаил Владимирович Шербаков — кандидат медицинских наук, доцент кафедры ортопедической стоматологии. ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара. E-mail: mshcherbakov67@mail.ru.

Оксана Евгеньевна Симаповская — кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии. ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара. E-mail: svemo72@yandex.ru.

■ Information about the authors

Mikhail A. Postnikov — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Dentistry Department of EPI. Samara State Medical University, Samara, Russia, Russia. E-mail: postnikovortho@yandex.ru.

Ekaterina A. Shcherbakova — Candidate of Medical Sciences, Assistant, Department of Therapeutic Dentistry. Samara State Medical University, Samara, Russia. E-mail: e.shcherbakova81@mail.ru.

Mikhail V. Shcherbakov — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Orthopedic Dentistry. Samara State Medical University, Samara, Russia. E-mail: mshcherbakov67@mail.ru.

Oksana E. Simanovskaya — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry, Samara State Medical University, Samara, Russia. E-mail: svemo72@yandex.ru.