

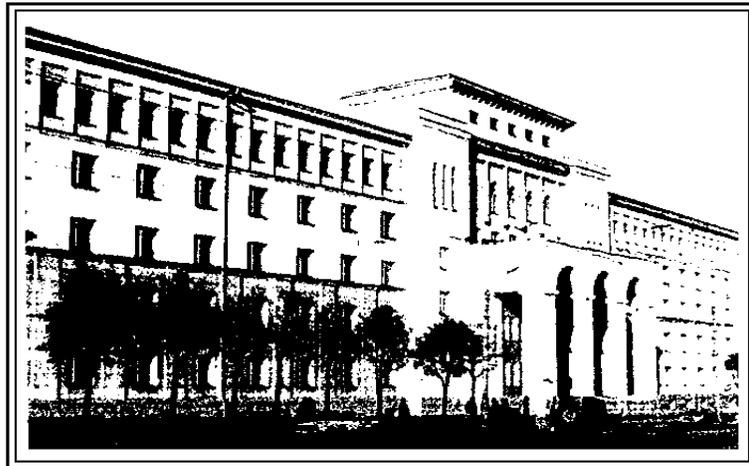
ISSN 2225-6016

ВЕСТНИК

*Смоленской государственной
медицинской академии*

Том 13, №4

2014



УДК 616.314-21/22

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СВЯЗИ С ДЕНТИНОМ РАЗЛИЧНЫХ АДГЕЗИВНЫХ СИСТЕМ© **Адамов П.Г.¹, Николаев А.И.¹, Бирюкова М.А.¹, Ивкина Н.П.², Сухенко А.П.³**¹Смоленская государственная медицинская академия, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28²Стоматологическая клиника «Оптима», Россия, 214000 Смоленск, ул. Дзержинского, 5³Стоматологическая клиника «Экостом», Россия, 214000 Смоленск, ул. Николаева, 21б

Резюме: Целью нашего исследования явилась экспериментальная оценка прочностных характеристик адгезивной связи на сдвиг для шести адгезивных систем. В работе приводятся результаты экспериментального исследования различных адгезивных систем, величины прочности адгезивного соединения оценены по значениям разрушающего напряжения, которое возникало при сдвиге образца композитного материала относительно поверхности дентина зуба, зафиксированного в пластмассовом блоке испытательной камеры. Результаты исследования подтверждают, что прочность адгезивной связи определяется типом адгезивной системы, существенно влияющей на прочность связи композита с дентином зуба. Проведена проверка достоверности полученных результатов.

Ключевые слова: адгезивная система, композитный материал, адгезия

INVESTIGATION OF THE BOND STRENGTH WITH DIFFERENT DENTIN ADHESIVE SYSTEMSAdamov P.G.¹, Nikolaev A.I.¹, Birjukova M.A.¹, Ivkina N. P.², Sachenko A.P.³¹Smolensk State Medical Academy, Russia, 214019, Smolensk, Krupskaya St., 28²Stomatological clinic "Optima", Russia, 214000, Smolensk, Dzerzhinsky St., 5³Stomatological clinic "Ekostom", Russia, 214000, Smolensk, Nikolaev St., 21b

Summary: Purpose of our probe was the experimental assessment of strength properties of adhesive communication on alteration for six adhesive systems. Outcomes of an experimental research of different adhesive systems are in-process resulted, values of toughness of adhesive connection are appreciated on values of a ultimate stress which arose at alteration of a sample of a composite material concerning a surface of a dentine of the tooth fixed in the plastic unit of a testing chamber. Findings of investigation confirm, that toughness of adhesive communication is determined by phylum of adhesive system essentially influential on anchoring strength of a composite material from dentinomas of a tooth. Check of certainty of received outcomes is conducted.

Key words: adhesive system, a composite material, the adhesion

Введение

На современном этапе лечение твердых тканей зубов перешло на качественно новый, более высокий уровень благодаря появлению новых технологий в терапевтической стоматологии. Лечение кариеса зубов остается актуальным вопросом, что подтверждается широким спектром материалов и методик, используемых в повседневной стоматологической практике для восстановления формы и функции зуба. Наиболее часто с этой целью сегодня применяются светоотверждаемые композиционные материалы, позволяющие восстановить значительные дефекты твердых тканей зубов, вернуть им цвет, блеск и прозрачность зуба.

Однако ни один композитный материал не применяется без адгезивной системы, обеспечивающей надежное и длительное сцепление пломбировочных материалов с эмалью и дентином, изоляцию пульпы зуба от действия всех типов раздражителей.

Адгезивная система – это набор жидкостей, включающий в разных комбинациях протравливающий компонент, праймер и бонд, способствующие микромеханической фиксации стоматологических материалов к твердым тканям зуба. Адгезив (англ. – adhesive) означает «клеящее вещество». Его применяют в стоматологии для скрепления различных материалов с зубом путем поверхностного сцепления, которое происходит за счет образования молекулярных связей. Таким образом, все неровности зуба заполняются адгезивом, увеличивая площадь соприкосновения между поверхностью зуба и, к примеру, пломбой. Адгезивные системы используются в терапевтической стоматологии для работы с композитами, компомерами и

некоторыми стеклоиономерными цементами на полимерной основе; в ортопедической стоматологии – при адгезивной фиксации всех видов не прямых конструкций, починках сколов композитных и керамических облицовок; для фиксации брекетов (ортодонтический адгезив), виниров, различных украшений; в детской стоматологии – при запечатывании фиссур, для крепления ортодонтических конструкций [1, 2].

Целью нашего исследования явилось экспериментальная оценка прочностных характеристик адгезивной связи и достоверности различий по прочности между адгезивными системами г1-г6.

Методика

Для проведения теста на прочность адгезивной связи (связи на сдвиг) было отобрано по 8 зубов жевательной группы для каждой адгезивной системы и, удаленных по медицинским показаниям и не имеющих кариозных полостей. Исследованию подверглись 6 рабочих групп (г1-г6). В исследовании были использованы адгезивные системы: Adper Promt-L Pop +Filtek, Single Bond +Filtek, Adper Promt-L Pop +Charisma, Gluma Comfort Bond + Charisma, а также стеклоиономерные цементы (СИЦ): Vetrimer и Ketac N 100.

Исследования проводились в лаборатории материаловедения при кафедре физики, математики и медицинской информатики Смоленской медицинской академии. Для проведения исследований было использовано устройство, разработанное и описанное в работе [1] в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р 51202-98 [6]. Величина адгезивной связи, прочность адгезионного соединения оценивалась по значениям разрушающего напряжения, которое возникало при сдвиге образца композитного материала относительно поверхности дентина зуба, рис. 1 зафиксированного в пластмассовом блоке [1]. Величина деформации измерялась электронными весами при достижении нагрузки разрушающего уровня (разрешение весового механизма 1Г).

Сущность оценки прочности адгезионной связи заключается в определении значения разрушающего напряжения при нагрузке, стремящейся сдвинуть образец восстановительного материала относительно поверхности эмали или дентина удаленного зуба, предварительно зафиксированного в пластмассовом блоке. При этом определяют значение адгезионной прочности при сдвиге в соединении «восстановительный материал – ткань зуба», которое количественно соответствует значению напряжения, при котором в данных условиях происходит разрушение комбинированного образца по поверхности раздела или вблизи поверхности раздела.

Метод измерения адгезионной прочности при сдвиге в соединении (согласно ГОСТ Р 51202-98) [6] предназначен для определения прочности соединения с эмалью и дентином зуба пломбировочных материалов, изолирующих покрытий или лаков-глазурей, герметиков, а также для определения прочности соединения с поверхностью зуба брекетов (скоб) для ортодонтического лечения [18]. При эксперименте значение адгезионной прочности не должно отличаться от максимального более чем в два раза. Вычисляют среднее арифметическое значений адгезионной прочности и стандартное отклонение среднего арифметического.

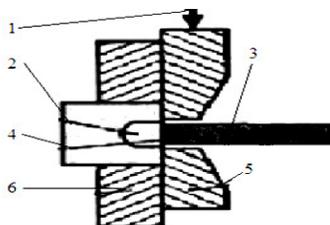


Рис. 1. Схема испытания адгезивной прочности «материал – зуб» на сдвиг.

1 – нагрузка; 2 – субстрат (фрагмент зуба в пластмассе); 3 – испытуемый материал; 4 – адгезив; 5 – нагружающая пластина; 6 – кольцо в приспособлении для сдвига

Установлено, что распределение полученных результатов соответствует нормальному закону распределения. Подсчитывают среднее арифметическое, и его стандартное отклонение.

Исследуемые образцы термостатировались в течение суток при температуре $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$. Перед испытанием образцы извлекают из воды, удаляют влагу с поверхности фильтровальной бумагой. Испытания проводились по методике согласно ГОСТ Р 51202-98 [1, 4]. Адгезионную прочность соединения с тканями зуба определяют как предел прочности при сдвиге цилиндрического образца восстановительного материала относительно поверхности эмали зуба. Адгезионную прочность $A_{\text{сд}}$, МПа, вычисляют по формуле:

$$A_{\text{сд}} = \frac{F_{\text{сд}}}{S}$$

, где $F_{\text{сд}}$ – предельная нагрузка разрушения образца (Н); S – площадь поверхности разрушения, условно равная площади круга $\Phi = 3$ мм.

Определялось значение адгезионной прочности на сдвиг для каждого из 8 образцов с точностью до 0,1 МПа. Минимальное значение адгезионной прочности при этом не превышало более чем в 2 раза максимальное значение. Определялось среднее арифметическое значение адгезионной прочности (X) и стандартное отклонение среднего арифметического (S). Следует отметить, что значения адгезионной прочности, получаемые при испытаниях, могут давать значение коэффициента вариации – от 20% до 50%. После испытания контролировалась поверхность раздела под микроскопом с увеличением $\beta=120$ и определялось, имело ли место адгезионное, когезионное или смешанное разрушение рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид поверхности дентина под микроскопом после разлома

Результаты исследования

Для исследования причин различий прочности связи светоотверждаемых композиционных материалов с дентином использованы шесть типов адгезивных систем r1-r6. Результаты исследования, подтверждающие различия по адгезионной прочности для различных систем представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты исследования прочности адгезивных систем

	r1	r2	r3	r4	r5	r6
Адгезионная прочность по группам, МПа	17,57	17,34	10,88	7,00	4,40	2,00
	13,65	19,11	11,76	7,84	3,92	1,84
	11,78	17,48	11,66	8,23	4,05	2,16
	19,72	18,89	17,05	10,29	4,50	1,11
	13,91	16,70	15,75	9,60	3,52	1,15
	13,43	16,52	18,42	8,82	3,72	1,50
	14,61	19,64	11,66	10,78	3,80	1,74
	19,69	19,60	13,72	10,91	4,11	1,65
Средняя адгезивная прочность (X), МПа	15,54	18,16	13,86	9,18	4,00	1,64
Стандартное отклонение (S), МПа	3,03	1,29	2,86	1,44	0,33	0,37
Adper Promt-L Pop +Filtek	r1					
Single Bond +Filtek		r2				
Adper Promt-L Pop +Charisma			r3			
Gluma Comfort Bond + Charisma				r4		
Vetrimer (СИЦ)					r5	
Ketac N 100 (СИЦ)						r6

Для исследования прочностных показателей каждой системы изготовлено по восемь образцов. Для каждой группы наблюдается допустимый разброс предельной прочности. Результаты изменение средней адгезионной прочности систем по группам приведены на рис. 3.

Из рисунка видно, что различие по прочности связи с дентином в основном определяется типом применяемой адгезивной системы (r1-r6).

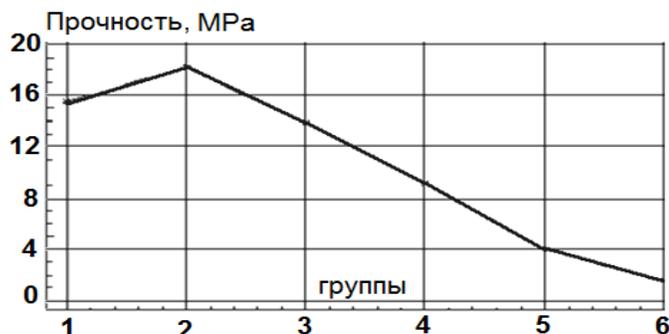


Рис. 3. Изменение средней адгезионной прочности систем по шести группам

В свою очередь, на рис. 4 явно прослеживаются различия по прочности между исследуемыми адгезивными системами r1, r2, r4, r5, r6, для адгезивных систем r1, r3 достоверность различий не подтверждается в связи с пересечением их доверительных интервалов.

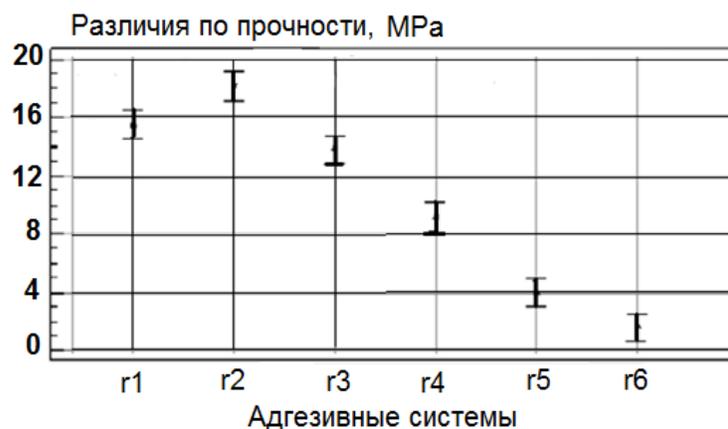


Рис. 4. Оценка достоверности различий по прочности между адгезивными системами r1-r6 (тест на гомогенность)

Обсуждение результатов исследования

С момента разработки новой адгезивной системы и до начала ее использования в клинической практике проходит достаточно длительный период, в течение которого всесторонне изучают физические, химические, биологические свойства нового материала на предмет соответствия принятым стандартам [3, 4, 5, 6].

Стоматологические композитные материалы не обладают самостоятельной адгезией (связью физической и химической природы между разнородными поверхностями) к тканям зуба. Поэтому при пломбировании (реставрации) композитами обязательным является применение специальных адгезивных систем (бондов). Другими словами, для создания прочного соединения композита с тканями зуба необходимо использовать дополнительные материалы, имеющие химическую или микромеханическую адгезию к тканям зуба. Невыполнение этого условия приводит к нарушению

сцепления композита с тканями зуба (вследствие усадки композита при полимеризации) и появлению краевой щели, возникновению вторичного кариеса и иногда – к повреждению пульпы. [7, 8]. Основные компоненты органической матрицы композитов обладают довольно высокой адгезией к эмали, но по отношению к влажному дентину ведут себя как гидрофобные вещества, плохо прилегающие к его поверхности. Несмотря на различия в технике применения и составах, современные дентинные адгезивные системы объединены тем, что все они основаны на растворах гидрофильных метакрилатов. В настоящее время существует большое разнообразие дентинных адгезивных систем, каждая из которых имеет уникальный химический состав и особенности применения. В современной стоматологии применяют адгезивные системы нескольких поколений [7, 8, 9, 10].

Адгезивные системы 4-го поколения содержат 3 компонента и обеспечивают силу адгезии к эмали и дентину около 30 МПа. Адгезивные системы 5-го поколения. Эти адгезивные системы проще в применении. Однако сила адгезии несколько меньше (на 10-30% в лабораторных условиях), чем у 4-го поколения адгезивных систем [6, 10, 11, 13].

Таким образом, сегодня вниманию стоматологов предлагается богатейший выбор самых разнообразных адгезивных систем, разработанных на основе различных концепций. Все существующие адгезивные системы имеют свои преимущества и недостатки. Поэтому основной задачей стоматолога является подбор той системы, которая соответствует особенностям конкретной клинической ситуации. Для наиболее простых случаев, с точки зрения размера пломбы, уровня механических нагрузок, площади ретенционной поверхности и эстетических требований, оптимальным вариантом является использование самых простых адгезивов – «все в одном». В сложных ситуациях, например, при изготовлении протяженных реставраций для жевательных зубов и адгезивной фиксации вкладок, предпочтение следует отдавать испытанным адгезивным системам, нанесение которых осуществляется в несколько этапов. Они обеспечивают лучшее качество адгезии. Следует помнить, что для высококачественного конечного результата гораздо большее значение имеет не выбор адгезивной системы, а тщательное соблюдение всех рекомендаций по технологии ее применения [14, 15].

Для оценки достоверности собственных результатов были проведены статистические исследования с использованием программы Sg WIN 5.5. Так как все полученные данные по адгезивной прочности для различных систем относятся к параметрическим, был проведен тест на принадлежность выборок (r_1 - r_6) к нормальным распределениям.

Согласно теста Шапиро-Вилкса вероятность выбранной статистики значительно превосходит уровень значимости ($P > \alpha = 0,05$) следовательно, все выборки можно отнести к области с нормальным распределением, выборки репрезентативны, а следовательно, достаточны. Проведенные тесты по Стьюденту и Фишеру на достоверность различий между рабочими группами подтвердили наличие различий с достоверностью более 95%, ($p < \alpha = 0,05$). Наилучшими показателями по адгезивной прочности обладает Single Bond+Filtek (Асд=18,16 МПа). Минимальной адгезивной прочностью Ketac N 100 (Асд=1,64 МПа).

Тест на гомогенность групп рис. 4 подтверждает наличие различий по адгезивной прочности между группами r_1 , r_2 , r_4 , r_5 , r_6 . Однако, для адгезивных систем r_1 , r_3 достоверность различий не подтверждается (на рис. 4 видно пересечение областей их доверительных интервалов).

Заключение

Таким образом, при одинаковых адгезивных системах и различных типах композитов различия по адгезивной прочности для систем r_1 , r_3 случайны (Adper Promt-L Pop +Filtek и Adper Promt-L Pop +Charisma).

Полученные экспериментальные данные и результаты статистического анализа наглядно демонстрируют зависимость адгезивной прочности в основном от типа применяемых систем.

Литература

1. Адамов П.Г. Андрюшенков Е.В., Николаев Д.А. и др. Разработка устройства для исследования прочностных характеристик связи различных адгезивных систем с дентином // Профилактика – основной принцип отечественного здравоохранения: Материалы Международной научно – практической

- конференции, посвященной 75-летию кафедры физической культуры, ЛФК и спортивной медицины. – Смоленск, 2011. – С. 5-7.
2. Блунк У. Адгезивные системы: обзор и сравнение // Дент Арт. – 2003. – №2. – С. 5-11.
 3. Добровольский П.В. Стоматологические материалы для восстановления зубов в клинике терапевтической стоматологии // Терапевтическая стоматология: Национальное руководство / Под ред. Л.А. Дмитриевой, Ю.М. Максимовского. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – №3 – С. 142-173.
 4. Макеева И.М. Восстановление зубов светоотверждаемыми композитными материалами: практическое руководство для врачей стоматологов-терапевтов / Под ред. И.М. Макеева, А.И. Николаева. – М.: МЕ Дпресс-информ, 2011. – С. 58-77.
 5. Максимовская Л.Н., Косинова Е.Ю. Исследование прочности связи с дентином различных адгезивных систем. – М.: Стоматология. – 2007. – №1. – С. 28-30.
 6. Материалы стоматологические полимерные восстановительные. ГОСТ Р 51202-98 / Технический комитет по стандартизации ТК 279 «Зубоврачебное дело» и комитет по новой медицинской технике Минздрава России, Госстандарт России. – М., №2. – 2002.
 7. Николаев А.И., Цепов Л.М. Практическая терапевтическая стоматология: учебное пособие. – 9-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2010. – 928 с.
 8. Николаенко С.А. Современные методы исследования адгезии пломбировочных материалов / Под ред. С.А. Николаенко. – М.: Стоматология. – 2003. – №5. – С. 8-11.
 9. Горбань С.А. Современные адгезивные системы. Self-etchprimer техника // Совр. стоматология. – 2007. – №3. – С. 15-19.
 10. Терапевтическая стоматология: национальное руководство / Под ред. проф. Л.А. Дмитриевой, проф. Ю.М. Максимовского. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 912 с.
 11. Тэй Ф. Современные адгезивные системы // Дент Арт. – 2003. – №2. – С. 13-16.
 12. Храмченко С.Н., Казеко Л.А. Самопротравливающие адгезивные системы // Совр. стоматология. – 2006. – №2. – С. 4-8.
 13. Haller B., Blunck U. Обзор и анализ современных адгезивных систем // Новое в стоматологии. – 2004. – №1. – С. 11-19.
 14. Letzner K.H. «Искусство» изготовления прямой композитной реставрации // Новое в стоматологии. – 2010. – №6. – С. 8-14.
 15. Tay F.R. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemical-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, total-etch adhesive // J. Adhes. Dent. – 2003. – V.5. – P. 91-106.
 16. Ikeda T., Munck J. D., Shirai K. Effect of air-drying and solvent evaporation on the strength of HEMA-rich versus HEMA-free one-step adhesives // Dent Mater. – 2008. – Oct. 24. – P. 16-23.
 17. Armstrong S.R. Microtensile bond strength of a total-etch 3-step, total-etch 2-step, self-etch 2-step, and a self-etch 1-step dentin bonding system through 15-month water storage // J. Adhes. Dent. – 2003. – N5. – P. 47-56.
 18. Perdigao J., Geraldini S., Hodges J. Total-etch versus self-etch adhesive. Effect on postoperative sensitivity // JADA. – 2003. – V.134. – P. 1621-1629.
 19. Dorfez C.E. The nanoleakage phenomenon: influence of different dentin bonding agents, thermocycling and etching time // Eur. J. Sci. – 2000. – V.108, N4 – P. 346-351.

Информация об авторах

Адамов Павел Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры физики, математики и медицинской информатики ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России. E-mail: adamovpavel@yandex.ru

Николаев Александр Иванович – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России. E-mail: anicolaev@inbox.ru

Бирюкова Марина Александровна – ассистент кафедры терапевтической стоматологии ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России. E-mail: m_birukova@mail.ru

Ивкина Наталия Павловна – врач-стоматолог, стоматологическая клиника «Оптима», Смоленск. E-mail: ivkadannat@mail.ru

Сухенко Александра Павловна – врач-стоматолог, стоматологическая клиника «Экостом». Смоленск. E-mail: suhenko-a@mail.ru