

Дифференцированный подход к выбору адгезивной системы при пломбировании витальных и девитальных зубов

Митронин А.В., Фулова А.М., Митронин Ю.А., Останина Д.А.

Московский государственный медико-стоматологический университет,
Москва, Россия

Резюме:

Актуальность. На сегодняшний день в связи с эскалацией отечественного импортозамещения в сфере медицины и стоматологии весьма актуальным остаётся изучение прочности адгезивной связи бондинговых систем российского производства при пломбировании зубов композитными материалами. Вместе с тем, вопрос силы адгезии к дентину витальных и девитальных зубов остаётся недостаточно изученным, особенно в аспекте использования бондинговых систем IV-V-VII поколений при реставрации твердых тканей зубов.

Цель. Провести сравнительный анализ адгезионной прочности современных бондинговых систем при пломбировании витальных и девитальных зубов в эксперименте.

Материалы и методы. В экспериментальное исследование было включено 18 свежееудаленных витальных зубов. Для создания комплекса «пломба-зуб» был использован композитный материал ДентЛайт (ВладМива, Россия) и 3 адгезивные системы (АС) разного поколения (ВладМива, Россия), в соответствии с которыми образцы были разделены на подгруппы: 1 – Белабонд двухкомпонентный (АС – IV поколения); 2 – Дентлайт (АС – V поколения), 3 – Белабонд самопротравливающий (АС – VII поколения). Величину адгезионной связи оценивали по значению разрушающего напряжения, возникающего при сдвиге композитного образца относительно поверхности дентина зуба, с помощью испытательной машины Instron. Статистический анализ данных выполнен с помощью t-критерия Стьюдента при $p < 0,05$.

Результаты. Сила адгезионной прочности имела статистически значимую разницу ($p < 0,01$) между группами исследования. Установлено, что при пломбировании витальных зубов наибольшая сила адгезии наблюдалась при применении адгезивной системы VI поколения ($Mpa = 23,1$), а при пломбировании девитальных зубов – адгезивной системы V поколения ($Mpa = 17$), соответственно. Выявлена низкая сила адгезии у АС VII поколения (менее 10 МПа) к дентину витальных и девитальных зубов ($p < 0,05$).

Выводы. Установлено, что сила адгезии снижается в 2 раза в группе девитальных зубов при применении АС IV поколения, в то время как при пломбировании витальных зубов эффективными являются адгезивы IV и V поколений.

Ключевые слова: адгезивная система, бондинговая система, витальные зубы, девитальные зубы, испытательная машина Instron.

Статья поступила: 22.04.2023; **исправлена:** 20.05.2023; **принята:** 22.05.2023.

Конфликт интересов: Митронин А.В. является членом редакционной коллегии, однако, это было нивелировано в процессе двойного слепого рецензирования.

Благодарности: финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Митронин А.В., Фулова А.М., Митронин Ю.А., Останина Д.А. Дифференцированный подход к выбору адгезивной системы при пломбировании витальных и девитальных зубов. Эндодонтия today. 2023; 21(2):110-114. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-2-110-114.

Differentiated approach to the choice of the adhesive system in filling of vital and devital teeth

Alexander V. Mitronin, Angelina M. Fulova, Yuri A. Mitronin, Diana A. Ostanina
Moscow State University of Medicine and Dentistry,
Moscow, Russia

Relevance. To date, due to the escalation of domestic import substitution in the field of medicine and dentistry, the study of the adhesive bond strength of Russian-made bonding systems when filling teeth with composite materials remains very relevant. At the same time, the issue of the strength of adhesion to the dentin of vital and devital teeth remains insufficiently

studied, especially in the aspect of the use of bonding systems of IV-V-VII generations in the restoration of hard dental tissues.

Aim. To conduct a comparative analysis of the adhesive strength of modern bonding systems when filling vital and devital teeth in an experiment.

Materials and methods. The experimental study included 18 freshly removed teeth. To create the "seal-tooth" complex, Dentlight composite material (VladMiVa, Russia) and 3 adhesive systems (AS) of different generations (VladMiVa, Russia) were used, according to which the samples were divided into subgroups: 1 – Two-component Belabond (AS – IV generation); 2 – Dentlight (AS – V generation), 3 – Self-etching Belabond (AS – VII generation). The value of the adhesive bond was estimated by the value of the destructive stress that occurs when the composite sample is shifted relative to the dentine surface of the tooth using an Instron testing machine. Statistical analysis of the data was performed using the Student's t-test at $p < 0.05$.

Results. The adhesive strength had a statistically significant difference ($p < 0.01$) between the study groups. It was found that the greatest adhesion force with vital teeth was observed using the adhesive system of the VI generation (Mpa = 23.1), and for filling devital teeth – the adhesive system of the V generation (Mpa = 17), respectively. Low adhesion strength was revealed in generation VII AS (less than 10 MPa) to the dentin of vital and devital teeth ($p < 0.05$).

Conclusion. It was found that the strength of adhesion decreases by 2 times in the group of devital teeth when using IV generation AS, while IV and V generation adhesives are effective for filling vital teeth.

Keywords: adhesive system, bonding system, vital teeth, devital teeth, Instron testing machine.

Received: 20.01.2023; **revised:** 28.02.2023; **accepted:** 1.03.2023.

Conflict of interests: Alexander V. Mitronin is the member of the editorial board, however, it was excluded in the double-blind peer review process.

Acknowledgments: there are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Alexander V. Mitronin, Angelina M. Fulova, Yuri A. Mitronin, Alexander V. Mitronin. Differentiated approach to the choice of the adhesive system in filling of vital and devital teeth. *Endodontics today*. 2023; 21(2):110-114. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-2-110-114.

ВВЕДЕНИЕ

Кариес зубов остается актуальной проблемой в современной стоматологии, учитывая высокую распространенность данного заболевания среди населения взрослого и детского возраста [1]. В практической стоматологии при лечении кариеса зубов применяются светоотверждаемые композитные материалы, позволяющие восстановить значительные дефекты твердых тканей зубов, вернуть им цвет, блеск и прочность зуба [2]. В современной стоматологии использование адгезивных агентов считается обязательным условием при пломбировании композитными материалами [3-4]. Адгезивные системы обеспечивают надежное и длительное сцепление пломбировочных материалов с эмалью и дентином зуба, герметизируя твердые ткани от повторной микробиологической инвазии, и изолируя пульпу зуба от действия всех типов раздражителей [5-6]. На сегодняшний день, в связи с эскалацией отечественного импортозамещения в сфере медицины и стоматологии, весьма актуальным остаётся изучение прочности адгезивной связи бондинговых систем российского производства при пломбировании зубов композитными материалами [7-9]. Вместе с тем, вопрос силы адгезии к дентину витальных и девитальных зубов остаётся недостаточно изученным, особенно в аспекте использования бондинговых систем IV-V-VII поколений при реставрации твердых тканей зубов.

ЦЕЛЬ

Провести сравнительный анализ адгезионной прочности современных бондинговых систем при пломбировании витальных и девитальных зубов в эксперименте.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В экспериментальное исследование было включено 18 свежееудаленных витальных зубов ($n = 9$) и девитальных зубов ($n = 9$), которые были удалены по медицин-

ским показаниям и распределены на 2 группы – А и Б, соответственно. Для создания комплекса «пломба-зуб» был использован композитный материал ДентЛайт (ВладМиВа, Россия) и 3 адгезивные системы (АС) разного поколения (ВладМиВа, Россия), в соответствии с которыми образцы были разделены на подгруппы: 1 – Белабонд двухкомпонентный (АС – IV поколения); 2 – Дентлайт (АС – V поколения), 3 – Белабонд самопротравливающий (АС – VII поколения). На сагиттальном шлифе свежееудаленного зуба, закреплённого в монтировочной пластмассе, выделяли испытываемую поверхность диаметром 3 мм. Подготавливали поверхность зуба к пломбированию в соответствии с инструкцией производителя, при помощи фторопластового кольца испытываемую поверхность заполняли пломбировочным материалом. В соответствии с поставленными задачами для оценки адгезионной прочности современных бондинговых систем определяли максимальную нагрузку на пломбу, при которой происходит разрыв связи композиционного материала с тканями зуба, методом сдвига с помощью испытательной машины Instron (рисунок 1). Величину адгезионной связи оценивали по значению разрушающего напряжения, возникающего при сдвиге композитного образца относительно поверхности дентина зуба, и вычисляли по отношению предельной нагрузки, при которой происходит разрушение образца, к площади поверхности, по которой происходит разрушение, условно равной площади круга диаметром 3 мм. Работа проводилась по ГОСТ 31574-2012. Статистический анализ данных выполнен с помощью t-критерия Стьюдента при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сила адгезионной прочности имела статистически значимую разницу между группами исследования ($p < 0,01$). В таблице 1 представлены значения силы адгезионной прочности бондинговых систем IV, V, VII

поколений к дентину витальных и девитальных зубов. Значения разрушающего напряжения исследуемых образцов в группе витальных и девитальных зубов представлены на рисунке 2. Установлено, что при пломбировании витальных зубов наибольшая сила адгезии наблюдалась при применении адгезивной системы IV поколения ($Mpa = 23,1$), а при пломбировании девитальных зубов – адгезивной системы V поколения ($Mpa = 17$). Выявлена низкая сила адгезии у АС VII поколения (менее 10 МПа) к дентину как витальных, так и девитальных зубов ($p < 0,05$).

Важным аспектом в механизме дентинной адгезии является формирование гибридного слоя, который образован коллагеновыми волокнами поверхностного дентина, лишенными поддержки гидроксиапатитовых кристаллов, формирующейся после протравливания и последующей инфильтрации твёрдых тканей зуба компонентами адгезивной системы [10]. Трёхмерная система коллагеновых волокон удерживается в исходном состоянии дентинной жидкостью, присутствующей между волокнами, и образует микрорельеф дентина. Согласно данным современной литературы, при применении адгезивной системы 5 поколения в девитальных зубах сила адгезии повышалась, поскольку девитальные зубы содержат на 9% меньше жидкости, чем витальные [11]. Прочность адгезии к дентину депульпированных зубов несколько ниже, чем к дентину витальных, так как коллаген формирует органический матрикс дентина и в основном обнаруживается в межканальцевом дентине, где коллагеновые волокна импрегнированы солями фосфора [12]. Поскольку процесс полимеризации и построения межмолекулярных связей обусловлен взаимодействием адгезивных систем с коллагеновыми волокнами, его изменение может привести к модификации физических свойств дентина.

ОБСУЖДЕНИЕ

Каждое поколение адгезивов имеет ряд преимуществ и недостатков. Согласно данным литературы,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES:

1. Терапевтическая стоматология: национальное руководство. Под ред. Проф. О.О. Янушевича, проф. Ю.М. Максимова, Л.Н. Максимовской, Л.Ю. Ореховой. ГЭОТАР-Медиа. 2016:248. Therapeutic Dentistry: National Guidelines. Ed. Prof. O.O. Yanushevich, Prof. Y.M. Maksimovsky, L.N. Maksimovskaya, L.Y. Orekhova. M.: GEOTAR-Media. 2016:248 p. (In Russ.)
2. Митронин А.В., Останина Д.А., Абиев Э.Ч. Восстановление натуральной эстетики жевательных зубов с помощью прямых композитных реставраций (клинический случай). Эндодонтия today. 2021; 19(1):57-60. DOI: 10.36377/1683-2981-2021-19-1-57-60. Mitronin A.V., Ostanina D.A., Abiev E.Ch. Reconstructing natural aesthetics of posterior teeth with direct composite restorations (a case report). Endodontics today. 2021; 19(1):57-60. DOI: 10.36377/1683-2981-2021-19-1-57-60. (In Russ.)
3. Sofan E., Sofan A., Palaia G., Tenore G., Romeo U., Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. Annali di Stomatologia, 2017, vol. 8, no. 1, pp. 1-17.
4. Остолоповская О.В. Современные адгезивные системы в клинической стоматологии. Практическая медицина. 2013;4(72):15-20. Ostolopovskaya O.V. Modern adhesive systems in clinical dentistry. Practical medicine. 2013;4(72): 15-20. (In Russ.)
5. Гажва С.И. Новый уровень знаний в области адгезивных систем – реальный успех в практической стоматологии. Современные проблемы науки и образования. 2017;6:13. Gzhva S.I. A new level of knowledge in the field of adhesive systems – a real success in practical dentistry. Modern problems of science and education. 2017;6:13. (In Russ.)
6. Barkmeier W.W., Tsujimoto A., Latta M.A., Takamizawa T., Radniecki S.M., Garcia-Godoy F. Effect of mold enclosure and chisel design on fatigue bond strength of dental adhesive systems. European Journal of Oral Science. 2022;130(3):e12864. doi:10.1111/eos.12864
7. Адамов П. Г., Николаев А. И., Бирюкова М. А. [и др.]. Исследование прочности связи с дентином различных адгезивных систем.

сила адгезии пломбировочного материала к девитальным зубам обратно пропорциональна срокам с момента экстирпации пульпы и прямо пропорциональна времени экспозиции кондиционирующего агента – ортофосфорной кислоты [13]. Полученные данные соответствуют результатам, опубликованным в более позднем исследовании [14], в котором проводилась оценка адгезивных систем IV, V, VII поколений на витальных зубах на предмет постоперационной чувствительности как следствия слабой силы адгезии. Было показано, что адгезия к эмали превышает силу сцепления с дентином, иногда значительно, что приводит к отрыву реставрации от дентина, в связи с чем возникает высокий риск возникновения постоперативной чувствительности [15-16].

ВЫВОДЫ

Выявлено, что при пломбировании витальных зубов наибольшая сила адгезии наблюдалась при применении адгезивной системы IV поколения ($Mpa = 23,1$), при пломбировании девитальных зубов наибольшая прочность адгезии составила 17 МПа в группе применения АС V поколения ($p < 0,05$). Установлено, что сила адгезии снижается в 2 раза в группе девитальных зубов при применении АС IV поколения, в то время как при пломбировании витальных зубов эффективными являются адгезивы IV и V поколений. Сила адгезии бондинговой системы VII поколения не соответствует требованиям, предъявляемым к современным адгезивным системам, как при пломбировании витальных, так и девитальных зубов. Очевидно, что необходим дифференцированный выбор адгезива при проведении постэндодонтической реставрации зубов пациентов в связи с измененным состоянием твердых тканей зуба после эндодонтического лечения, что позволит повысить силу адгезии зуба с пломбировочным материалом, улучшить герметизм, снизить вероятность рецидива кариеса и увеличить долговечность реставрации.

Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2014;13(4):48-53.

Investigation of the bond strength with dentin of various adhesive systems / Adamov P.G., Nikolaev A.I., Biryukova M.A. [et al.]. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. 2014;13(4):48-53. (In Russ.)

8. Митронин А.В., Ильина М.И., Галиева Д.Т., Митронин Ю.А. Оценка глубины пенетрации адгезивной системы V поколения в дентинные каналцы в зависимости от концентрации ортофосфорной кислоты в геле для тотального травления относительно адгезивной системы VII поколения. Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. 2019;70:18-21.

Mitronin A.V., Ilyina M.I., Galieva D.T., Mitronin Yu.A. Assessment of the penetration depth of the adhesive system of the V generation of dentine tubules depending on the concentration of orthophosphoric acid in the gel for total etching relative to the adhesive system of the VII generation. Cathedra-Cathedra. Dental education. 2019;70:18-21. (In Russ.)

9. Микляев С.В., Афонина Е.С., Сущенко А.В. [и др.] Сравнительная оценка прочности на сдвиг адгезива 4-го, 5-го и 7-го поколения при использовании их стоматологами с различным опытом работы с адгезивной техникой. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022;11-2:204-213.

Miklyayev S.V., Afonina E.S., Sushchenko A.V. [et al.]. Comparative assessment of the shear strength of the adhesive of the 4th, 5th and 7th generation when used by dentists with different experience with adhesive technology. Modern Science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and Technical Sciences. 2022;11-2:204-213. (In Russ.)

10. Jin X.Z., Homaei E., Matinlinna J.P., Tsoi J.K.H. A new concept and finite-element study on dental bond strength tests. Dental Materials Journal. 2016;32:e238-50.

11. Tsujimoto A., Barkmeier W.W., Erickson R.L., Takamizawa T., Latta M.A., Miyazaki M. Influence of the number of cycles on shear fatigue

strength of resin composite bonded to enamel and dentin using dental adhesives in self-etching mode. Dental Material Journal. 2018;37:113–21.

12. Tsujimoto A., Barkmeier W.W., Erickson R.L., Fischer N.G., Markham M.D., Takamizawa T., et al. Shear fatigue strength of resin composite bonded to dentin at physiological frequency. European Journal of Oral Science. 2018;126:316–25.

13. de Paris Matos T., Perdigão J., de Paula E., Coppla F., Hass V., Scheffer R.F., et al. Five-year clinical evaluation of a universal adhesive: a randomized double-blind trial. Dental Materials Journal. 2020;36:1474–85.

14. Крихели Н.И. Сравнительная оценка адгезионной прочности методом сдвига универсальной адгезивной системы в различных техниках протравливания и адгезивной системы тотального протравливания. Стоматология. 2022;101(3):7-11. <https://doi.org/10.17116/stomat20221010317>.

Krikheli NI, Bychkova MN, Savrasova EV. Comparative evaluation of the shear bond strength of a universal adhesive system in different

etching modes and a total etch adhesive system. Stomatologiya. 2022;101(3):7–11. <https://doi.org/10.17116/stomat20221010317> (In Russ.)

15. Бордина Г.Е., Лопина Н.П., Андреев А.А., Некрасов И.А. Динамика развития адгезивных систем в стоматологической практике. Российский стоматологический журнал. 2022;26(1):63–74. <https://doi.org/10.17816/1728-2802-2022-26-1-63-74>.

Bordina GE, Lopina NP, Andreev AA, Nekrasov IA. Dynamics of adhesive systems development in dental practice. Russian Journal of Dentistry. 2022;26(1):63–74. <https://doi.org/10.17816/1728-2802-2022-26-1-63-74> (In Russ.)

16. Fang K., Chen K., Shi M., Wang L. Effect of different adhesive systems on dental defects and sensitivity to teeth in composite resin restoration: a systematic review and meta-analysis. Clinical Oral Investigation. 2023;10.1007/s00784-023-05007-0. doi:10.1007/s00784-023-05007-0.

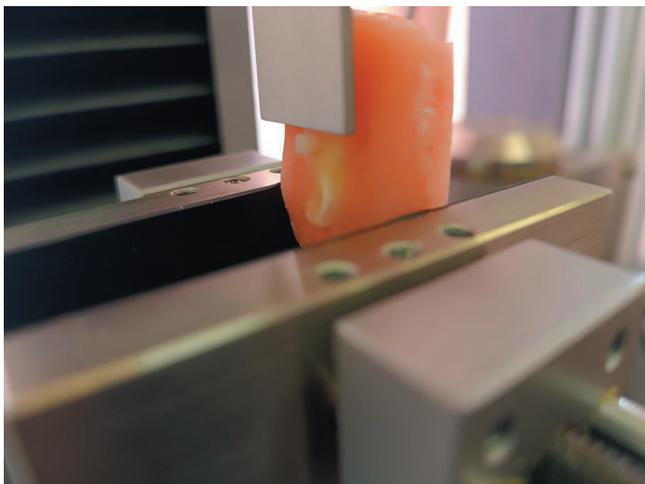


Рис. 1. Проведение эксперимента на испытательной машине Instron

Fig. 1. Conducting an experiment on an Instron test machine

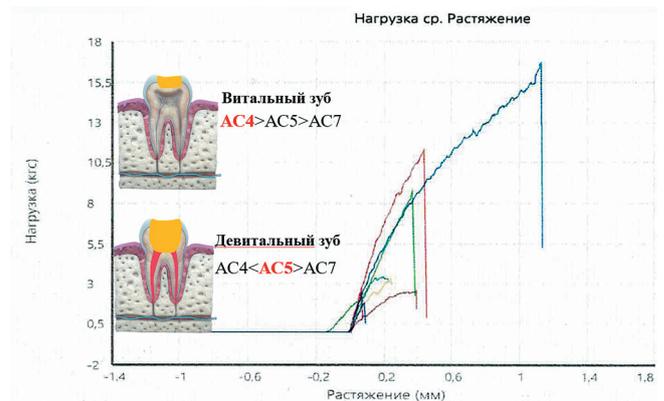


Рис. 2. Значения разрушающего напряжения исследуемых образцов

Fig. 2. Values of the destructive stress of the studied samples

Таблица 1. Значения силы адгезионной прочности бондинговых систем

Table 1. Values of adhesive strength of bonding systems

Группа исследования Поколение адгезивной системы (AC)	Витальные зубы (группа А)			Девитальные зубы (группа Б)		
	AC IV	AC V	AC VII	AC IV	AC V	AC VII
Сила адгезии, Мпа (M ± m)	23,1 ± 0,2	19 ± 0,4	8 ± 0,2	10,1 ± 0,5	17 ± 0,3	4,5 ± 0,6

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Митронин А.В. – профессор, доктор медицинских наук, декан стоматологического факультета МГМСУ, заведующий кафедрой кариесологии и эндодонтии, Заслуженный врач РФ; ORCID ID: 0000-0002-3561-6222.
 Фулова А.М. – лаборант кафедры кариесологии и эндодонтии, студент 5 курса стоматологического факультета; ORCID ID: 0009-0006-2396-9625.
 Митронин Ю.А. – аспирант, ассистент кафедры кариесологии и эндодонтии, ORCID ID: 0000-0002-3118-2869
 Останина Д.А. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры кариесологии и эндодонтии МГМСУ, ORCID ID: 0000-0002-5035-5235.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 27473, Российская Федерация, Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1

AUTHOR INFORMATION:

Alexander V. Mitronin – Professor, Doctor of Medical Sciences, Dean of the Faculty of Dentistry, Head of the Department of cariology and endodontics, Honored Doctor of Russian Federation; ORCID ID: 0000-0002-3561-6222.
 Angelina M. Fulova – laboratory assistant, student; ORCID ID: 0009-0006-2396-9625
 Yuri A. Mitronin – postgraduate student, Assistant of the Department of cariology and endodontics; ORCID ID: 0000-0003-4732-0493.

Diana A. Ostanina – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of cariology and endodontics; ORCID ID: 0000-0002-5035-5235.

A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry. 20c1, Delegatskaya st, Moscow, 27473, Russian Federation.

Вклад авторов:

Митронин А.В. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Фулова А.М. – сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи;

Митронин Ю.А. – сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи;

Останина Д.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания;

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Alexander V. Mitronin – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; revised the article critically for important intellectual content; approved the version to be published;

Angelina M. Fulova – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article.

Yuri A. Mitronin – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article.

Diana A. Ostanina – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article; revised the article critically for important intellectual content.

Координаты для связи с авторами/ Correspondent author:

Останина Д.А. / D.A. Ostanina, E-mail: dianaostanina@mail.ru