

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© ГУЩИН А.А., АДАМЧИК А.А., 2020

Гущин А.А., Адамчик А.А.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КРАЕВОГО ПРИЛЕГАНИЯ КОМПОЗИТОВ ПРИ РЕСТАВРАЦИИ ЗУБОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, 350063, г. Краснодар, Российская Федерация

Актуальность. В современной стоматологической практике существует проблема таких осложнений после лечения кариеса, как постоперационная чувствительность зуба, образование вторичного кариеса, осложнения кариеса в виде пульпита или периодонтита зуба, несмотря на достижения в области производства качественных композитных пломбировочных материалов, которые имеют большую популярность среди стоматологов всего мира. Одна из причин появления осложнений — нарушение целостности адгезивной связи между композитом и стенками зуба, что проявляется нарушением герметизма реставрации и образованием щели между пломбировочным материалом и тканями зуба. Это приводит к появлению чувствительности зуба и возможности бактериальной инвазии между пломбировочным материалом и стенками зуба с последующим прогрессированием патологического процесса. В научной литературе имеются данные о положительном влиянии предварительного нагрева и вибрационного воздействия на композит перед его полимеризацией.

Цель работы — определение влияния на композит таких методов физического воздействия, как нагрев и вибрация при помощи ультразвука с целью улучшения качества адгезивной фиксации композитного пломбировочного материала к стенкам зуба.

Материал и методы. Исследование было проведено на удаленных зубах пациентов. Предложен способ одновременного термо-вибрационного воздействия на непolyмеризованный композит непосредственно в сформированной полости зуба для улучшения физико-химических, в том числе адгезивных, свойств композитов светового отверждения.

Результаты. Выявлено статистически значимое положительное влияние термо-вибрационного воздействия на композит не только в сравнении с классической методикой работы с композитом при комнатной температуре, но и с методом предварительного нагрева композита в печи.

Ключевые слова: адгезия; нагрев композита; вибрационное воздействие на композит; ультразвуковое воздействие на композит.

Для цитирования: Гущин А.А., Адамчик А.А. Сравнительная оценка краевого прилегания композитов при реставрации зубов в эксперименте. Российский стоматологический журнал. 2020;24(5):286-292. <http://doi.org/10.17816/1728-2802-2020-24-5-286-292>

Для корреспонденции: Гущин Александр Александрович, аспирант кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: doctor-stomatolog@yandex.ru

Gushchin A.A., Adamchik A.A.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF COMPOSITES LANDING ADAPTATION FOR DENTAL RESTORATION IN EXPERIMENTS

Kuban State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 350063, Krasnodar, Russian Federation

Background. In modern dental practice, there is a problem of complications after treatment of caries, such as the postoperative sensitivity of the tooth, formation of secondary caries, and caries complications in the form of pulpitis or periodontitis of the tooth. In addition, this problem exists despite the achievements in the production of high-quality composite filling materials, which are very popular among dentists worldwide. One of the problems that lead to complications after caries treatment is a violation of the integrity of the adhesive bond between the composite and the tooth tissue, which is manifested by a violation of the seal of restoration and the formation of a gap between the filling material and the tooth tissues. This in turn leads to the development of tooth sensitivity and the possibility of bacterial invasion between the filling material and the walls of the tooth, followed by the progression of the pathological process. In the scientific literature, there is evidence of the positive effect of preheating and vibration on the composite before its polymerization.

Aim. Additionally, the purpose of this study is to determine the effect of physical impact, such as heating and vibration, on the composite using ultrasound in order to improve the quality of the adhesive fixation of the composite filling material to the walls of the tooth.

Materials and methods. The study was conducted on the extracted teeth of patients. Based on this, we have proposed a method for the simultaneous thermo-vibration action on a non-polymerized composite directly in the formed tooth cavity to improve the physicochemical, including the adhesive, properties of light-curing composites.

Results of the study revealed a statistically significant positive effect of thermo-vibration on the composite, not only in comparison with the classical method of working with the composite at room temperature, but also with the method of preheating the composite in a furnace used for heating the composite.

Keywords: adhesion; heating of the composite; vibration effect on the composite; ultrasonic effect on the composite.

For citation: Gushchin A.A., Adamchik A.A. Comparative assessment of composites landing adaptation for dental restoration in experiments. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. 2020;24(5):286-292. <http://doi.org/10.17816/1728-2802-2020-24-5-286-292>

For correspondence: Alexander A. Gushchin, post-graduate student of the Department of Therapeutic Dentistry of Kuban State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, e-mail: doctor-stomatolog@yandex.ru

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Received 23.06.2020

Accepted 17.08.2020

Введение

В современной стоматологии композитные реставрации приобретают все большую популярность по сравнению с цементными и амальгамовыми пломбами, что связано как с высокими эстетическими требованиями пациентов, так и с возможными токсичными воздействиями амальгамовых пломб [1–3]. Однако качество и долгосрочные результаты композитной реставрации зависят не только от состава композитного пломбировочного материала, но и от способа его адаптации в сформированной полости зуба. Одними из наиболее важных факторов, от которых зависит успех композитной реставрации, является его полимеризационное напряжение и доля конверсии в процессе полимеризации.

Во время полимеризации абсолютно все светоотверждаемые композиты и композиты с химическим и смешанным типом отверждения проходят две фазы преобразования (предгелевую и постгелевую), во время которых композит претерпевает объемную усадку. Во время реакции полимеризации за счет инициаторов полимеризации происходит высвобождение свободных радикалов, они запускают цепную реакцию превращения мономерных углеродистых связей С=C в полимерные С–С. Превращение данных связей выражается в степени конверсии и указывает на объем полимеризации. Увеличение количества конверсии связей делает поверхность композита более твердой, увеличивает прочность на изгиб и модуль упругости, повышает устойчивость к перелому, увеличивает предел диаметальной прочности на разрыв, глубину отверждения и устойчивость к износу. Таким образом возрастают прочностные свойства композита [4].

Одно из свойств материала, напрямую влияющее на выраженность этих факторов, — вязкость композита.

Композиты с высокой степенью вязкости имеют в своем составе большую долю неорганического наполнителя, а значит, более высокие показатели твердости, устойчивости к истиранию, сопротивления на излом. Однако при классическом методе работы — при комнатной температуре — из-за низкой текучести зачастую возникают сложности в процессе адаптации каждой порции композитного материала к стенкам зуба или другим порциям композита. С такой степенью вязкости сложно избежать образова-

ния пор внутри каждой порции композита во время его моделировки.

В связи с этим было предложено использовать жидкотекучие композиты с низкой вязкостью, имевшие более высокие показатели текучести, а значит простоту точной адаптации без пор к подготовленным стенкам зуба. Однако этот физический параметр достигался за счет снижения доли неорганического наполнителя в композите, также неизбежно уменьшались твердость материала, его устойчивость к истиранию, сопротивлению на изгиб и резко повышалась объемная усадка при полимеризации. По этой причине область применения таких композитов ограничена [5, 6].

Одним из способов уменьшения вязкости и увеличения текучести наполненных композитов является их нагрев и вибрационное воздействие. Научно доказано, что нагрев композита перед фотополимеризацией снижает его вязкость и повышает текучесть за счет увеличения подвижности молекул материала, увеличивая степень конверсии при полимеризации и, как следствие, улучшая долговечность реставрации [7]. При этом снижается до минимума уровень непрореагировавших мономеров и, как следствие, уменьшается вероятность возможных аллергических реакций у пациента.

Следует отметить, что не при любом предварительном нагреве композитного материала происходит улучшение его физических свойств. При различных температурах происходят разные изменения материала [8].

Доказано, что светоотверждаемые композиты способны уменьшать свою вязкость и становиться текучими при повышении температуры до 50–60 °С. Нагревая светоотверждаемый композит до полимеризации, можно повысить пластичные свойства материала, что улучшает физико-механические характеристики светоотверждаемого композита и обеспечивает эффективную адаптацию к адгезивно подготовленной поверхности. Вместе с фактором качественной адаптации к адгезивному слою при нагревании композит получает ряд важных преимуществ для длительного сохранения высокого качества реставрации [4]. Однако научно доказано, что при нагреве композитного пломбировочного материала до 55–60 °С происходит резкое ухудшение других физических свойств. При такой температуре идет резкое повышение показателей объемной усадки при поли-

меризации, что приводит к отрыву пломбировочного материала от стенок зуба и, соответственно, к значительному нарушению краевого прилегания [8].

По данным исследований, при нагреве пломбировочного материала до 60 °С и помещении его в полость витального зуба температура пульпы зуба повышается максимум до 0,8 °С, таким образом, не происходит никаких необратимых изменений со стороны пульпы зуба [9].

Можно сделать вывод, что работа с нагретым композитным пломбировочным материалом до 55 °С включительно приводит к улучшению физико-химических свойств композита и при этом не оказывает разрушающего или травмирующего влияния на состояние твердых и мягких тканей зуба.

Наиболее распространенным методом нагрева композитных пломбировочных материалов является использование специализированных композитных печей для предварительного разогрева композита, таких как Calset Tri Tray (AdDent, США) и Ena Heat (Micerium, Италия).

Данный метод имеет один общий недостаток: с момента извлечения порции композита из шприца или канюли до момента внесения в сформированную полость зуба и последующего отсвечивания фотополимерной лампой происходит частичная потеря преимуществ предварительно нагретого композита вплоть до полного отсутствия эффекта нагрева из-за остывания. По данным исследований, около 50% достигнутой температуры будет потеряно в первые 2 мин и близко к 90% потерям через 5 мин удаления композитного материала из нагревательного устройства [10].

Другим способом изменения физических свойств непотвержденного композитного материала является вибрационное воздействие. Колебательные движения приводят к более плотному и однородному перераспределению композитного материала внутри порции. При этом происходит снижение вязкости материала и повышение текучести, что приводит к лучшему качеству краевого прилегания пломбировочного материала к стенкам зуба и к другим порциям композитного материала [11].

Существующим способом вибрационного воздействия на композит является инструмент Compothixo™ (Kerr, США).

Учитывая все эти данные нами был разработан способ термовибрационного воздействия на композитный пломбировочный материал (заявка на патент РФ № 2019119059).

Сущностью и новизной способа является то, что происходит одновременное термическое и вибрационное воздействие ультразвуковой гигиенической или ортопедической насадкой с гладкой рабочей поверхностью на порцию композитного материала непосредственно в сформированной полости зуба в течение 10 сек на максимальном уровне мощности с частотой колебания от 25 до 35 кГц ультразвуковым аппаратом для достижения температуры порции

композита 48–50 °С. Подбор времени нагревания проводили опытным путем при помощи измерения температуры композита тепловизором Seek Thermal (Seek Thermal, США) непосредственно в сформированной полости зуба перед полимеризацией.

Основными преимуществами разработанного нами способа являются: одновременное термическое и вибрационное воздействие на композитный пломбировочный материал, нагрев композитного пломбировочного материала происходит непосредственно в сформированной полости зуба с последующей полимеризацией; экономия времени лечения пациента; совокупные улучшения свойств композита от температурного и вибрационного воздействия, не требует приобретения дополнительного оборудования и инструментов (ультразвуковые насадки многофункционального назначения).

Цель исследования — определение влияния на композит таких физических методов воздействия, как нагрев и вибрация при помощи ультразвука с целью улучшения качества адгезивной фиксации композитного пломбировочного материала к стенкам зуба.

Материал и методы

Исследование проводилось на базе стоматологической поликлиники ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России в г. Краснодар. Всего было использовано 60 удаленных зубов моляров пациентов, удаленных по показаниям, без кариозных поражений. Произвольным образом зубы были разделены на три равные группы. В каждой группе жевательная поверхность была подготовлена одинаковым способом. На жевательной поверхности были сформированы полости по I классу по Блеку глубиной 3 мм шириной в мезио-дистальном направлении 3–4 мм с помощью алмазного бора с использованием повышающего наконечника с воздушно-водяным охлаждением с последующей финишной обработкой поверхности зуба. Антисептическая обработка полости зуба 2% водным раствором хлоргексидина биглюканата. После этого проведено изолированное селективное протравливание эмали и дентина зуба 30 и 15 сек соответственно 37% ортофосфорной кислотой «Травекс 37» и адгезивная подготовка поверхности зуба при помощи праймера и адгезива OptiBond FL (Kerr, США) с последующей полимеризацией в течение 20 сек при помощи светодиодной полимеризационной лампы Bluephase Style (Ivoclar Vivadent, Германия). После этого проводилось послойное внесение композитного пломбировочного материала Estelite sigma quick (Tokuyama Dental, Япония) толщиной каждого слоя не более 1 мм с последующей полимеризацией каждой порции композита полимеризационной лампой. В контрольной группе (1-я, $n = 20$) использовался композит комнатной температуры. В группе сравнения (2-я, $n = 20$) использовался предварительно нагретый композит в печи для разогрева композита Ena Heat с выставленным режимом на-

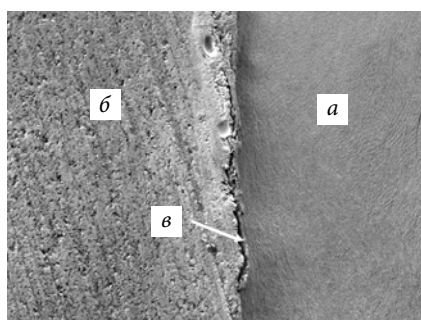


Рис. 1. Электронная микроскопия боковой стенки образца из контрольной группы 1. Ув. 100.

a — композит; *б* — стенка зуба; *в* — щель.

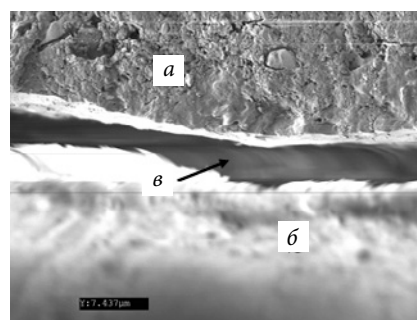


Рис. 4. Электронная микроскопия дна реставрации образца из контрольной группы 1. Ув. 1500.

a — композит; *б* — стенка зуба; *в* — щель размером 7,437 мкм.

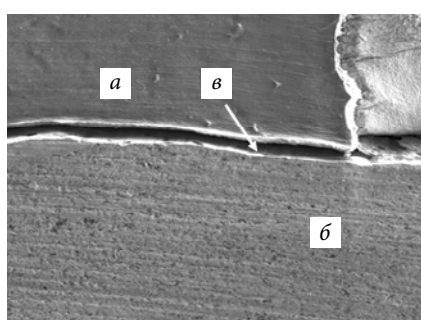


Рис. 2. Электронная микроскопия дна реставрации образца из контрольной группы 1. Ув. 100.

a — композит; *б* — стенка зуба; *в* — щель.

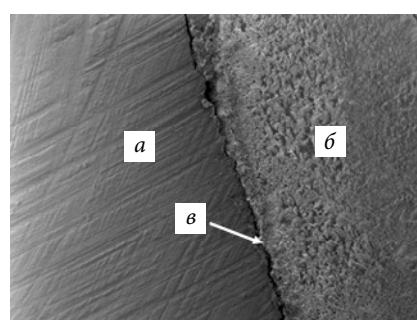


Рис. 5. Электронная микроскопия боковой стенки образца из группы сравнения 2. Ув. 100.

a — композит; *б* — стенка зуба; *в* — щель.

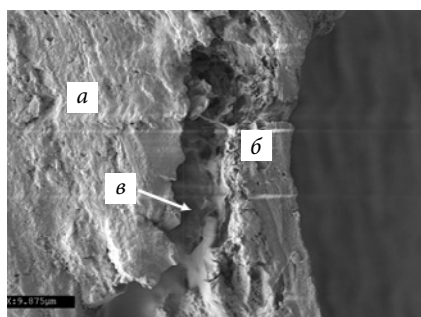


Рис. 3. Электронная микроскопия боковой стенки образца из контрольной группы 1. Ув. 1500.

a — композит; *б* — стенка зуба; *в* — щель размером 9,875 мкм.

грева печи 54 °С. В основной группе (3-я, $n = 20$) использовался разработанный нами способ термо-вибрационного воздействия на композитный пломбировочный материал непосредственно в сформированной полости зуба перед полимеризацией ультра-

звуковой насадкой РМЗ (Satelec Acteon Group, Франция) в течение 10 сек.

Далее зубы были помещены в физиологический раствор на 14 дней, после чего модели зубов были распилены алмазным сепарационным двусторонним диском («ВладМиВА», Россия) в мезио-дистальном направлении через середину композитной реставрации с воздушно-водяным охлаждением.

Сравнение результатов краевого прилегания было проведено с использованием автоэмиссионного растрового электронно-сканирующего микроскопа JSM-7500F (JEOL, Япония).

Статистический анализ был выполнен с использованием статистического однофакторного дисперсионного анализа ANalysis Of VAriance (ANOVA).

В 1-й группе при исследовании микропрепаратов было выявлено нарушение прилегания пломба — ткани зуба по максимальным значениям размера щели в поле зрения от 6,245 до 12,178 мкм (рис. 1–4, см. таблицу).

Анализ влияния нагрева и вибрационного воздействия на качество адгезии композита к тканям зуба

Способ работы с композитом	Среднее арифметическое значение размера щели, мкм	Среднеквадратичное отклонение по выборке, S_x	Уровень значимости, α	Значение P	F-распределение (распределение Фишера)	Критическое значение F
Композит комнатной температуры	9,4052	2,503				
Предварительно разогретый композит	6,605	2,462	0,05	0,012	6,548	3,8853
Способ термо-вибрационного воздействия на композит	3,8356	2,333				

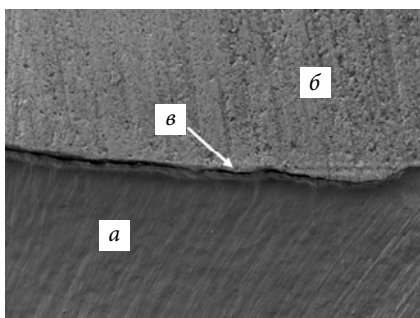


Рис. 6. Электронная микроскопия дна реставрации образца из группы сравнения 2. Ув. 100.

а — композит; б — стенка зуба; в — щель.

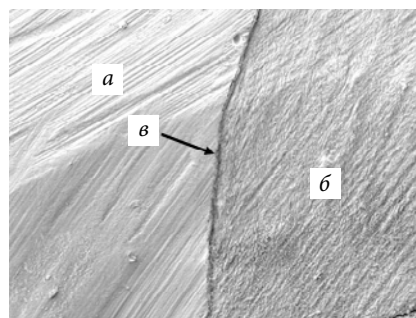


Рис. 9. Электронная микроскопия боковой стенки образца из основной группы 3. Ув. 100.

а — композит; б — стенка зуба; в — зона соединения.

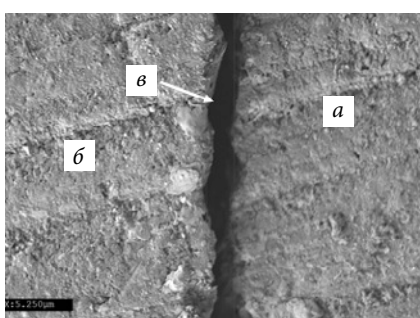


Рис. 7. Электронная микроскопия боковой стенки образца из группы сравнения 2. Ув. 1500.

а — композит; б — стенка зуба; в — щель размером 5,250 мкм.

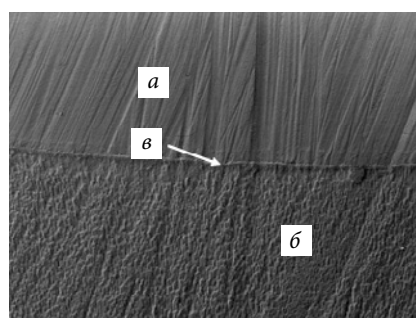


Рис. 10. Электронная микроскопия дна реставрации образца из основной группы 3. Ув. 100.

а — композит; б — стенка зуба; в — зона соединения.

Во 2-й группе при таком же исследовании размер щели составил от 3,250 до 9,621 мкм (рис. 5–8; см. таблицу).

В 3-й группе были получены результаты от 0 до 5,785 мкм (рис. 9–12; см. таблицу). Стоит отметить, что это единственная группа, в образцах которой были срезы с полным отсутствием щели в зоне соединения пломба-ткани зуба в поле зрения микроскопа.

В 1-й и 2-й группах образцы микропрепаратов показали разнонаправленную динамику расширения щели между композитным материалом и тканями зуба (см. таблицу), в клинических условиях это может привести к различным осложнениям, таким

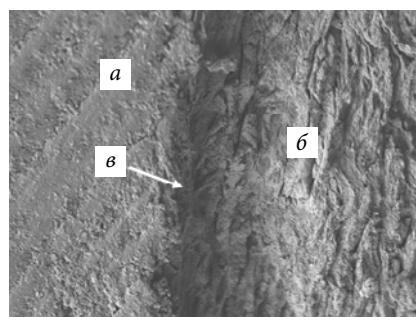


Рис. 11. Электронная микроскопия боковой стенки образца из основной группы 3. Ув. 1500.

а — композит; б — стенка зуба; в — зона соединения (отсутствие щели).

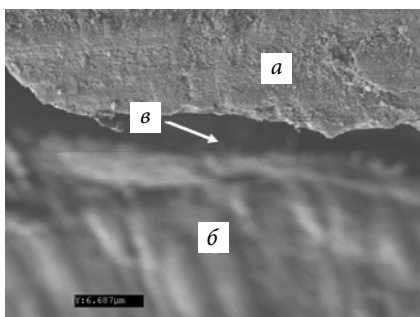


Рис. 8. Электронная микроскопия дна реставрации образца из группы сравнения 2. Ув. 1500.

а — композит; б — стенка зуба; в — щель размером 6,687 мкм.

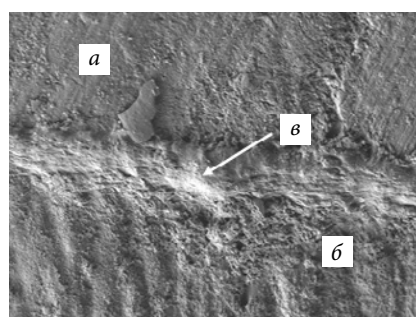


Рис. 12. Электронная микроскопия дна реставрации образца из основной группы 3. Ув. 1500.

а — композит; б — стенка зуба; в — зона соединения (отсутствие щели).

как постоперационная чувствительность, развитие вторичного кариеса и бессимптомное возникновение осложненного кариеса.

В 3-й группе средний размер щели был меньше, а в некоторых образцах они вовсе отсутствовали (см. рис. 11, 12; см. таблицу), что свидетельствует о том, что физическое воздействие на неполимеризованный композит, такое как нагрев и вибрационное воздействие, влияет на качество краевого прилегания.

Полученные образцы зубов были исследованы с помощью растрового электронного микроскопа в области соединения композитного материала с боковыми стенками и дном сформированной полости зуба под 100-кратным увеличением (см. рис. 1, 2, 5, 6, 9, 10 с условными обозначениями на рисунках, где *a* — композитный пломбировочный материал, *b* — стенки зуба, *v* — зона соединения композитного пломбировочного материала со стенками зуба, которая могла быть представлена либо в виде щели, как на рис. 1, 2, 5, 6, либо в виде плотного соединения с отсутствием зазора, как на рис. 9, 10). Так же эти зоны были исследованы под 1500 кратном увеличением (см. рис. 3, 4, 7, 8, 11, 12 с условными обозначениями, где *a* — композитный пломбировочный материал, *b* — стенки зуба, *v* — зона соединения композитного пломбировочного материала со стенками зуба, которая могла быть представлена либо в виде щели, как на рис. 3, 4, 7, 8, либо в виде плотного соединения с отсутствием зазора, как на рис. 11, 12). При таком увеличении при наличии щели проводилось измерение ее ширины между композитным материалом и стенками зуба в местах с максимальным размером в пределах поля зрения с точностью 0,001 мкм (рис. 3, 4, 7, 8). Эти данные вносились в сводную таблицу для проведения статистического анализа.

Результаты

После статистического однофакторного дисперсионного анализа ANOVA были получены следующие результаты (см. таблицу).

В статистических расчетах был принят уровень значимости $\alpha = 0,05$. Полученное распределение Фишера $F = 6,548$ значительно превышает критическое значение F , равное 3,8853. В связи с тем, что значение $p = 0,012$ значительно меньше $\alpha = 0,05$, можно сказать о том, что нулевая гипотеза отклонена, то есть различие средних значений выборок не может быть объяснено лишь случайностью, что говорит о статистически значимом влиянии проверяемых способов воздействия на композит для улучшения краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба.

Исходя из результатов исследования образцы из основной 3-й группы с использованием разработанного способа термо-вибрационного воздействия на композитный пломбировочный материал непосредственно в полости зуба получили наименьшее количество и размер щелей между композитным материалом и стенками зуба, а также это была единственная

группа с полным отсутствием щели в нескольких образцах по сравнению с группой сравнения 2 и контрольной группой 1. А образцы из группы сравнения 2 с предварительным нагревом композита в печи для разогрева композита получили лучшие результаты по размеру щелей в сравнении с контрольной группой, где реставрации проводились композитом комнатной температуры.

Обсуждение

В клиническом сценарии композиты могут быть нагреты для имитации текучих композитов для достижения лучшей адаптируемости к стенкам полости за счет снижения вязкости и, тем самым, уменьшения нарушения краевого прилегания без потери механических свойств относительно текучего композита, который имеет меньшее количество частиц наполнителя. Предварительно нагретыми композитами легко манипулировать за счет их большей пластичности и низкой вязкости. Однако в процессе их изъятия из шприца и адаптации в сформированной полости зуба происходит рассеивание тепла, что приводит к потере преимуществ разогретого композита перед полимеризацией. В связи с этим использование термо-вибрационного воздействия на композитный пломбировочный материал непосредственно в сформированной полости зуба (заявка на патент РФ № 2019119059) и соответственно нагрев композита одновременно с воздействием ультразвуковой вибрации инструмента кроме того, что повышает прочностные свойства композита, а именно увеличивает твердость поверхности композита, увеличивает прочность на изгиб и модуль упругости, повышает устойчивость к перелому, увеличивает предел диаметальной прочности на разрыв, глубину отверждения и устойчивость к износу [12], также за счет снижения вязкости пломбировочного композитного материала повышает качество краевого прилегания к стенкам зуба, что способствует увеличению срока службы реставрации.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования — А.А. Адамчик; сбор и обработка материала — А.А. Гуцин; статистическая обработка — А.А. Гуцин; написание текста — А.А. Гуцин; редактирование — А.А. Адамчик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Christensen G. Should resin-based composite dominate restorative dentistry today? // J Am Dent Assoc. 2010. Vol. 141. N 12. P. 1490–1493. doi: 10.14219/jada.archive.2010.0112.
2. Севитов А.В., Даньшина С.Д., Кузнецова М.Ю., и др. Icon как метод выбора неинъекционного метода лечения начального кариеса у пациентов с фибродисплазией оссифицирующей прогрессирующей: клинический случай // Российский стоматологический журнал. 2019. Т. 23. № 6. С. 280–283. doi: 10.18821/1728-2802-2019-23-6-280-283.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3. Шумилович Б.Р., Лещева Е.А., Харитонов Д.Ю., и др. Изменение микроструктуры эмали и дентина под влиянием ротационного инструмента при лечении кариеса (исследование in vitro) // Российский стоматологический журнал. 2017. Т. 21. № 2. С. 68–71.
4. Lucey S., Lynch C., Ray N., et al. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite // *J Oral Rehabil.* 2010. Vol. 37. N 4. P. 278–282. doi: 10.1111/j.1365-2842.2009.02045.x.
5. Baroudi K., Rodrigues J.C. Flowable resin composites: a systematic review and clinical considerations // *J Clin Diagn Res.* 2015. Vol. 9. N 6. P. ZE18–ZE24. doi: 10.7860/JCDR/2015/12294.6129.
6. Balos S., Pili B., Petronijevi B., et al. Improving mechanical properties of flowable dental composite resin by adding silica nanoparticles // *Vojnosanitetski Pregled.* 2013. Vol. 70. N 5. P. 477–483. doi: 10.2298/vsp1305477b.
7. Muñoz C.A., Bond P.R., Sy-Muñoz J., et al. Effect of pre-heating on depth of cure and surface hardness of light-polymerized resin composites // *Am J Dent.* 2008. Vol. 21. N 4. P. 215–222.
8. Yang J.N., Raj J.D., Sherlin H. Effects of preheated composite on micro leakage-an in-vitro study // *J Clin Diagn Res.* 2016. Vol. 10. N 6. P. ZC36–ZC38. doi: 10.7860/JCDR/2016/18084.7980.
9. Daronch M., Rueggeberg F.A., Hall G., De Goes M.F. Effect of composite temperature on in vitro intrapulpal temperature rise // *Dent Mater.* 2007. Vol. 23. N 10. P. 1283–1288. doi: 10.1016/j.dental.2006.11.024.
10. Daronch M., Rueggeberg F., Moss L., De Goes M. Clinically relevant issues related to preheating composites // *J Esthet Restor Dent.* 2006. Vol. 18. N 6. P. 340–350. doi: 10.1111/j.1708-8240.2006.00046.x.
11. Патент РФ 2545410/ 27.03.2015. Бюл. №9. Меликян М.Л., Меликян Г.М., Меликян К.М., Давыдова К.И. Способ вибрационной механоактивации композитных материалов по Меликяну М.Л. И устройство для его осуществления.
12. Гуцин А.А., Адамчик А.А. Способы улучшения физико-механических и химических свойств композитных пломбировочных материалов // *Медико-фармацевтический журнал Пульс.* 2020. Т. 22. № 2. С. 36–41. doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-2-36-41.
2. Sevbitov AV, Danshina SD, Kuznetsova MU, et al. Icon as a method of choice for a non-injection method for the treatment of initial caries in patients with ossifying progressive fibrodysplasia: a case study. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal.* 2019;23(6):280–283. (in Russian). doi: 10.18821/1728-2802-2019-23-6-280-283.
3. Shumilovich BR, Leshcheva EA, Haritonov DYU, et al. Changes in the microstructure of enamel and local under the rotary instrument in the treatment of caries (in vitro study). *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal.* 2017;21(2):68–71. (in Russian).
4. Lucey S, Lynch C, Ray N, et al. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. *J Oral Rehabil.* 2010;37(4):278–282. doi: 10.1111/j.1365-2842.2009.02045.x.
5. Baroudi K, Rodrigues JC. Flowable resin composites: a systematic review and clinical considerations. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(6):ZE18–ZE24. doi: 10.7860/JCDR/2015/12294.6129.
6. Balos S, Pili B, Petronijevi B, et al. Improving mechanical properties of flowable dental composite resin by adding silica nanoparticles. *Vojnosanitetski Pregled.* 2013;70(5):477–483. doi: 10.2298/vsp1305477b.
7. Muñoz CA, Bond PR, Sy-Muñoz J, et al. Effect of pre-heating on depth of cure and surface hardness of light-polymerized resin composites. *Am J Dent.* 2008;21(4):215–222.
8. Yang JN, Raj JD, Sherlin H. Effects of preheated composite on micro leakage-an in-vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(6):ZC36–ZC38. doi: 10.7860/JCDR/2016/18084.7980.
9. Daronch M, Rueggeberg FA, Hall G, De Goes MF. Effect of composite temperature on in vitro intrapulpal temperature rise. *Dent Mater.* 2007;23(10):1283–1288. doi: 10.1016/j.dental.2006.11.024.
10. Daronch M, Rueggeberg F, Moss L, De Goes M. Clinically relevant issues related to preheating composites. *J Esthet Restor Dent.* 2006;18(6):340–350. doi: 10.1111/j.1708-8240.2006.00046.x.
11. Patent RUS 2545410 /27.03.2015. Byul. № 9. Melikyan ML, Melikyan DM, Melikyan KM, Davydova KI. M.L. Melikyan's method for vibration mechanical activation of composites and device for implementing it. (in Russian)
12. Gushchin AA, Adamchik AA. Methods for improving the physical, mechanical and chemical properties of composite filling materials. *Mediko-farmatsevticheskii zhurnal Puls.* 2020;22(2):36–41. (in Russian). doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-2-36-41.

REFERENCES

Поступила 23.06.2020
Принята к печати 17.08.2020