

Старцева Е.Ю., Макарова Н.А., Ахметова Г.М.,  
Биктимирова К.И., Мусин Р.Р.

УДК 616.314-002-08  
DOI 10.25694/URMJ.2018.04.124

## Изучение основных методов по уменьшению полимеризационной усадки композитов светового отверждения (обзор литературы)

ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» МЗ РФ, г. Казань

Startseva E.Y., Makarova N.A., Akhmetova G.M., Biktimirova K.I., Musin R.R.

### Study of the main methods for reducing the polymerization shrinkage of light curing composites (literature review)

#### Резюме

Среди большого разнообразия пломбировочных материалов наиболее распространены композиты светового отверждения. По мнению ряда авторов, не существует композитного материала, не подвергающегося усадке при полимеризации. Полимеризационная усадка композитов светового отверждения является актуальной проблемой в современной стоматологии за счет возможного возникновения ряда осложнений: послеоперационная чувствительность, разгерметизации реставраций, что впоследствии приводит к развитию вторичного кариеса, появлению трещин в эмали. В данной статье представлен обзор современной отечественной и зарубежной литературы о методах предупреждения полимеризационной усадки композитов светового отверждения. В ходе исследования нами были выделены основные требования, соблюдение которых способствует уменьшению полимеризационной усадки. Полученные данные свидетельствуют об увеличении сроков качества, долговечности и улучшения эстетичности при применении композитов светового отверждения.

**Ключевые слова:** композит светового отверждения, полимеризационная усадка, качество, пломбировочные материалы

#### Summary

Among the wide variety of filling materials, the most common light-curing composites are. According to some authors, there is no composite material that does not shrink during polymerization. Polymerization shrinkage of light curing composites is an actual problem in modern dentistry due to the possible emergence of a number of complications: postoperative sensitivity, depressurization of restorations, which subsequently leads to the development of secondary caries, the appearance of cracks in the enamel. This article provides an overview of modern domestic and foreign literature on methods for preventing the polymerization shrinkage of light curing composites. In the course of the study, we identified the main requirements, the observance of which contributes to the reduction of polymerization shrinkage. The data obtained indicate an increase in the quality, durability, and aesthetics in the application of light curing composites.

**Key words:** light curing composite, polymerization shrinkage, quality, filling materials

#### Введение

В современной стоматологии среди большого разнообразия пломбировочных материалов распространены композиты светового отверждения. Работа с ними требует выполнения определенных требований. Основная проблема, с которой сталкивается стоматолог-терапевт - это полимеризационная усадка, представляющая собой процесс состоящий из уменьшения объема материала от исходного значения во время реакции полимеризации [13,16,29]. Уровень усадки композитов напрямую связан с количеством неорганического наполнителя в их составе

[3]. Увеличение процента наполнителя в общей массе материала приводит к снижению органического компонента, участвующего в реакции полимеризации и, соответственно, к снижению усадки материала [5,19,33]. Однако чрезмерное повышение количества неорганических частиц ведет к возрастанию твердости материала, что ведет к увеличению напряжения в материале и изменению его свойств в отрицательную сторону [14,26].

Полимеризационный стресс – это то напряжение, которое испытывает материал во время полимеризационной усадки [7,9,12,25]. Слабее при этом оказывается зона

на границе материала и твердых тканей зуба [27]. Это в конечном итоге приводит к нарушению краевого прилегания выполненной реставрации к зубу и появление промежутка. Впоследствии наблюдается контаминация условно - патогенной микрофлоры полости рта, что приводит к рецидивированию кариозного процесса и изменению цвета краев прилегания реставрации. Последствия данного процесса находятся в прямой зависимости от состояния деминерализации твердых тканей, дна кариозной полости [21,28]. Ряд авторов свидетельствуют, что полимеризация «soft-start» приводит к задержке гелевой точки и более низкой усадке, сохраняя одновременно постоянную степень отверждения и механические свойства. Они рекомендуют использовать для снижения стресса при полимеризации светодиодную лампу с мягким стартом [4, 23]. Отличительная особенность такой лампы заключается в постепенном изменении интенсивности световой волны. Процесс полимеризации в данном случае начинается со света более низкой интенсивности, в дальнейшем интенсивность увеличивается, что визуально сопровождается переходом композиционного материала из жидкого состояния в твердое состояние. В данном случае снижение полимеризационной усадки происходит за счет компенсации текучести композитного материала. Использование трансдентального освещения на начальном этапе полимеризации реставрации позволяет уменьшить интенсивность излучаемого света за счет прохождения света через твердые ткани зубов. В дальнейшем рекомендуется прямой вид излучения достаточной интенсивности [1].

Для достижения наилучшего результата необходимо четко следовать рекомендациям производителя. Если время полимеризации составляет 40 секунд, то  $\frac{1}{4}$  времени занимает мягкий старт и 40 секунд отведено на свет повышенной интенсивности. Луч полимеризационной лампы необходимо направлять перпендикулярно поверхности композита на минимальном расстоянии. Однако степень и глубина полимеризации неоднородна и зависит от прозрачности и цвета композита, мощности источника света. Пломбировочные материалы с пониженной светопрозрачностью задерживают свет, создают большой перепад скорости полимеризации реставрации, что приводит к появлению неравномерной усадки. Поэтому работа с наполненными композитами требует большего времени воздействия и наложения более тонких слоев [15].

Исследования отечественных и зарубежных ученых определили зависимость от порции пломбировочного материала. Чем меньше порция материала, тем меньше будет сила напряжения при полимеризации. Поэтому они рекомендуют вносить композитный материал небольшими порциями (не более 2 мм) на одну стенку за счет риска возникновения микротрещин, производить послойное внесение и отверждение композита светового отверждения, что уменьшает силу усадки и напряжение в органической матрице композита [2,24,31].

При внесении порции композита необходимо помнить о факторе конфигурации полости (С-фактор). Свободная поверхность порции композита должна иметь

максимальную площадь связанной поверхности, которая соединяется со стенкой полости или с предыдущей порцией композита. При полимеризации новой порции пломбировочного материала усадка происходит за счет свободной поверхности. Чем больше свободная поверхность, тем меньше значение полимеризационной усадки прикрепленной поверхности. Нельзя соединять два противоположных края эмали одной порцией материала. Эмаль зуба плохо выдерживает резкие и интенсивные нагрузки, поэтому может трескаться в области краев реставрации [34].

В ряде научных работ рассматривалась и изучалась эластичность пломбировочного материала. Установлено, что низкая эластичность пломбировочного материала дает большую силу усадки. Более насыщенные композитные материалы отличаются прочностью, но имеют один основной недостаток - хрупкость за счет низких эластичных свойств [10, 17, 20].

Во многих экспериментальных работах представлены результаты изучения свойств жидкотекучих композитных материалов. Доказано, что основным преимуществом жидкотекучих материалов является их высокая текучесть и эластичность [11]. Эти свойства композитов компенсируют напряжение на границе пломбировочного материала с тканями зуба во время полимеризации. Послойное пломбирование жидкотекучим композитом в качестве субадаптивного слоя и пастообразного композитного материала в качестве основного пломбировочного материала хорошо показало себя в клинической практике [30,35].

Ряд авторов отмечают, что в качестве субадаптивного слоя можно использовать стеклоиономерный цемент способствующий в данном случае образованию хелатного соединения с ионами кальция твердых тканей зуба, плотно прилегает к дентину, увеличивая устойчивость соединения «пломба – дентин» к механическому воздействию. Частичное абсорбирование воды, обмен ионами между пломбой и твердыми тканями зуба компенсируют присущую стеклоиономерам усадку при затвердевании. Благодаря их низкой эластичности уменьшается полимеризационная усадка композита светового отверждения, наблюдается снижение напряжения в тканях и риска образования трещин [8,18].

В своих исследованиях зарубежные авторы приводят результаты анализа данных о существенном уменьшении полимеризационной усадки композитов светового отверждения, в состав органической матрицы которых входит стекловолокно. Стекловолокно образует соединение твердых тканей зубов с композитом за счет адгезии, замещает объем дентина, предотвращает действие полимеризационной усадки, за счет контролирования направления и ориентации волокон в его составе, что улучшает качество и увеличивает способность реставраций выдерживать нагрузку [22,32].

Исследования немецких ученых в 21 веке привели к созданию модифицированного композитного материала. Органическая модифицированная керамика является гибридным веществом. Она состоит из керамики, органи-

ческого полимера и полисилоксана и имеет в своей структуре трехмерную сетчатую матрицу. Такая комбинация позволяет лучше соединяться с неорганическим наполнителем, уменьшая его усадку при полимеризации [6].

## Заключение

Таким образом, в доступной нам литературе освещается современный взгляд на большой спектр методов по уменьшению полимеризационной усадки композитов светового отверждения. Исследования данных отечественной и зарубежной литературы позволили выделить основные требования работы с композитами светового отверждения, соблюдение которых на этапах подготовки зуба и моделирования реставрации уменьшает полимеризационную усадку, что в свою очередь увеличивает качество, эстетический вид и долговечность работ. В проведенном анализе литературы показано многообразие вариантов по уменьшению полимеризационной усадки, обеспечивающие в дальнейшем хорошее качество и длительность сохранения реставраций. ■

**Старцева Елена Юрьевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань. **Макарова Наталья Анатольевна**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань. **Ахметова Гузель Марсовна** кандидат медицинских наук, ассистент кафедры детской стоматологии ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань. **Биктимирова Ксения Ильдаровна**, студент ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань. **Мусин Рашид Ришатович**, студент ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань. Автор, ответственный за переписку – Биктимирова Ксения Ильдаровна, 420012, Россия, Казань, Бутлерова, 49, тел. 8 (962) 551-05-08 e-mail: musin.rashid96@mail.ru

## Литература:

1. Абовян Р. А. и др. Способ полимеризации светоотверждаемого композита и полимеризационный прибор для его осуществления. Патент РФ, №2363708; 2007
2. Алейников К. В. Оптимизация лечения кариеса зубов с использованием насадки-дозатора и компактного ретрактора: Дисс. ... канд. мед. наук. Москва; 2011
3. Блохина А. Ю. Варианты решения актуальной проблемы восстановления полостей в области жевательной группы зубов // *Новости Dentsply*. — 2011, сентябрь. — С. 16—19
4. Дanelян С. Фотоингибирование процесса радикальной полимеризации. Сотовая полимеризация // *Стоматолог-практик*. 2008, № 1. стр.20-22
5. Ивана Милетич. Современные решения для прямых реставраций зубов дистальной группы // *Проблемы стоматологии*. 2016, Т. 12 №1 стр. 36-44
6. Ливанова О.Л. Дифференциальные алгоритмы выбора композитных материалов при эстетических реставрациях твердых тканей зубов: Автореф. Дисс. ...канд. мед. наук. Москва; 2009
7. Малахов А. В. Клинико-лабораторное обоснование применения стеклоиономерных прокладочных материалов при лечении кариеса дентина зубов: Дисс. ...канд. мед. наук. Москва; 2008
8. Малахов А. В., Апарина Е.А., Марчук С.А., Стародубова А.В. Результаты определения качества герметичности пломб *in vitro* при прямой реставрации зубов композитом с использованием прокладочных материалов. Преемственность поколений - основа развития неврологии. Юбилейный сборник научных работ. М.; 2008. с. 196-199
9. Мандра Ю. В. Повышенная стираемость зубов: ранние клинические проявления, морфоструктурные изменения, лечебно-профилактические методы коррекции: Дисс. ... д. мед. наук. Екатеринбург; 2011
10. Митронин А.В., Примерова А.С. Лабораторный анализ полимеризационной усадки материала на основе силорана в сравнении с традиционными метакрилатными композитами, предназначенными для пломбирования дефектов жевательной группы зубов // *Российская стоматология* - 2011;4(3): 16-18
11. Николаев А.И. Системный подход к диагностике и комплексному лечению кариозных и пришеечных некариозных поражений твердых тканей зубов (клинико-лабораторное исследование): Автореф. Дисс. ... д. мед. наук. Смоленск; 2012
12. Николаенко С. А. Оценка полимеризационного стресса, возникающего при усадке композиционных пломбировочных материалов / С. А. Николаенко // *Институт стоматологии*. — 2004. № 2. - С. 66-68
13. Нурт, Ричард ван. Основы стоматологического материаловедения / Ричард ван Нурт. - 2-е изд. - Edinburgh: Mosby; [M.]: КМК-Инвест, 2002. - 304 с.
14. Примерова А. С. Клинико-лабораторный анализ применения композитных материалов нового класса при прямой реставрации жевательной группы зубов: Автореф. Дисс. ... канд. мед. наук. Москва; 2012
15. Хидирбегишвили О. Полимеризационная усадка композитов // *Стоматолог* - 2006; 9:17-21
16. Чесноков С.А. Полимеризация мономеров (мет) акрилового ряда под действием видимого света, иницируемая о-хинонами: Автореф. дис. ...д. хим. наук. Нижний Новгород; 2014
17. Чиликин В.Н., Сотникова Н.П., Гринева Т.В. Изучение структуры композитных материалов с раз-

- личной дисперсностью наполнителя. // "Cathedra". - 2009. - № 30-31. - С. 40-41.
18. Чистякова, Г. Г. Композиционные материалы светового отверждения: учеб.-метод. пособие // Г. Г. Чистякова, О.Н. Манюк. – Минск : БГМУ, 2012. – 42 с.
  19. Bayne S.C., Taylor D.F., Heymann H.O. Protection hypothesis for composite wear. *Dent Mater* 1992; 8:305-9.
  20. Bertolotti R.L. Posterior composite technique utilizing directed polymerization shrinkage and a novel matrix. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry* 1991; 3, 53-58.
  21. Cox C.F. Biocompatibility of dental materials in the absence of bacterial Infection // *Operative Dentistry*. – 1987; 12 (4): 146–152.
  22. El-Mowafy O. Polymerization shrinkage of restorative composite resins. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2004;16:452–3.
  23. Ilie N, Jelen E, Hickel R. Is the soft start polymerisation concept still relevant for modern curing units? *Clin Oral Investig*. 2011 Feb; 15(1):21 9. Publ 2009 Nov 24.
  24. Ivana Miletic. Placement of posterior restoration using flowable composite material – G-aenial Universal Flo. *Actual problems in dentistry*. 2014 №6 – p. 15-16
  25. Kleverlaan C.J., Feilzer A.J. Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mater*. 2005; 21: 1150 7
  26. Lim B.S., Ferracane J.L., Condon J.R., Adey J.D Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. *Dent Mater*. 2002; 18:1-11.
  27. Losche G.M. Marginal adaptation of Class II composite fillings: Guided polymerization vs reduced light intensity // *Journal of Adhesive Dentistry*. – 1999; 1 (1): 31–39.
  28. Nakabayashi N., Kojima K., Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates // *J. Biomed. Mater. Res.* – 1982; 16: 265–273.
  29. Odonta.org (2014). Available at: <http://odonta.org/article/restavratsiya/88-polimerizatsionnaya-usadka-v-restavratsiyakh> (accessed 30 October 2014).
  30. Poitevin A., Peumans M. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity bottom dentin. *Dental Materials* 29 (2013) 269-277
  31. Suzuki M., Jordan R.E. Glass ionomer-composite sandwich technique. *J Am Dent Assoc*. 1990; 120(1):55-57.
  32. Tezvergil A., Lassila L.V, Vallittu P.K. The effect of fiber orientation on the polymerization shrinkage strain of fiber-reinforced composites. *Dent Mater*. 2006; 22:610–6
  33. Turssi C.P., Ferracane J.L., Vogel K. Filler features and their effects on wear and degree of conversion of particulate dental resin composites. *Biomaterials*.2005; 26:4932-7.
  34. Van Dijken J.W. Durability of resin composite restorations in high C-factor cavities: a 12-year follow-up. *J.Dent*. 2010 Jun; 38(6):469-74. Publ 2010 Mar 1
  35. Van Dijken J.W., Pallesen U. Posterior bulk-filled resin composite restorations: a 5-year randomized controlled clinical study. *J Dent*. 2016; 51:29–35