

Влияние времени полимеризации на физико-механические свойства нового отечественного светоотверждаемого материала для базисов зубных протезов «Нолатек»

Профессор **И.Ю. Лебеденко**, доктор медицинских наук, заслуженный деятель науки РФ

Профессор **Л.В. Дубова**, доктор медицинских наук, заведующая кафедрой

Аспирант **Е.Р. Маджидова**

Кафедра ортопедической стоматологии МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава РФ

Резюме. В стоматологии наиболее популярным материалом для базисов зубных протезов считаются мономерсодержащие акриловые пластмассы. Достаточно подробно изучено негативное воздействие остаточного мономера на протезное поле и организм в целом. Разработка первого в РФ безмономерсодержащего фотополимеризуемого композитного материала будет альтернативным решением при лечении пациентов с явлениями непереносимости акриловых пластмасс. Изучены основные эксплуатационные свойства и прочностные параметры: рабочее время составило 20 мин, прочность на изгиб – 76,036–77,034 МПа, модуль упругости – 2849,69 МПа.

Ключевые слова: базис зубных протезов; безмономерсодержащий фотополимеризуемый композитный материал; полимерные пластмассы; мономер; фотополимеризация; рабочее время; модуль упругости; прочность на изгиб; ингибированный слой.

Influence of curing time on physical and mechanical properties of new Russian light-curing denture base material Nolatek

Professor **Igor Lebedenko**, Doctor of Medical Sciences, Honored Scientist

Professor **Lubov Dubova**, Doctor of Medical Sciences, Head of Department

Graduate student **Elizaveta Madzhidova**

Department of Prosthetic Dentistry of MSUMD named after A.I. Evdokimov

Summary. In dentistry the most popular material to produce denture bases are monomer-acrylic resins. Scientists from different countries studied in detail the negative reactions of residual monomer on tissues of oral cavity and the body as a whole. Development of the first in Russian light-cured monomer-free denture base material is an alternative in the treatment of patients with allergy to acrylic resin. We studied the basic operational properties and strength parameters: limit of the working time with material was 20 minutes, the beam strength was 76,036–77,034 MPa, modulus of elasticity – 2849,69 MPa.

Keywords: basis of dentures; light-cured monomer-free denture base material; polymer plastics; monomer; photopolymerization; working time; elastic modulus; flexural strength; inhibition layer.

В мировой стоматологии наиболее популярным материалом для базисов зубных протезов считаются мономерсодержащие акриловые полимерные пластмассы, относящиеся к I, II и V типам полимеризации по классификации ГОСТ 31572-2012 [2]. Популярность этих материалов объясняется тем, что долгие годы развитие базисных пластмасс шло в направлении совершенствования технологий полимеризации. Однако отечественной и зарубежной наукой достаточно подробно изучено негативное воздействие остаточного мономера на протезное поле и организм в целом [1, 3, 5–7].

На российском рынке безмономерсодержащую фотополимеризуемую пластмассу представляет новый стоматологический материал «Нолатек» для базисов зубных протезов, разработанный производственным объединением «ВладМиВа». Это композиция, состоящая из полимерной матрицы и наполнителя. В качестве наполнителя используют модифицированный полиметилметакрилат и уретандиметакрилат (УДМА) в виде кластера, полученного в результате нанесения на поверхность частиц мелкодисперсного оксида кремния. Полимерной матрицей служит олигомер УДМА. Фотоницирующая система представлена камфорохиноном и сенсibilизатором

(амин этил4диметиламинобензоат). Фотохимическое инициирование с образованием радикалов в данной системе осуществляется за счет применения источника света с длиной волны 475 нм [4].

Материал «Нолатек» относится к IV типу полимеризации (фотополимеризация) по классификации ГОСТ 31572-2012 [2]. Полимеризация данного типа – новое направление в совершенствовании полимерных базисных материалов. «Нолатек» имеет структуру взаимопроникающей полимерной сети и полимеризуется под воздействием света с длиной волны 175–500 нм. Благодаря однокомпонентной форме выпуска не требуется дополнительного введения компонентов и перемешивания перед применением, тем самым обеспечиваются однородность и отсутствие пузырьков воздуха.

Цель исследования

Изучение физико-механических свойств нового отечественного светоотверждаемого материала «Нолатек» для базисов зубных протезов.

Задача исследования

Определить рабочее время и время отверждения материала «Нолатек».

Материалы и методы

Рабочее время – это временной отрезок от начала смешивания, в течение которого можно манипулировать со стоматологическим материалом без ухудшения его свойств. В данном случае – время от начала моделирования конструкции до момента старта полимеризации под воздействием естественного света. При использовании материала необходим достаточно длительный отрезок времени для возможности осуществления моделировки базиса зубного протеза и постановки искусственных зубов. Светоотверждаемые композитные материалы имеют продолжительное рабочее время, так как фотополимеры окончательно отверждаются «по команде» только после облучения интенсивным светом, что позволяет формировать материал при низкой исходной вязкости в отличие, например, от формирования материалов химического отверждения, в которых вязкость начинает нарастать после смешивания компонентов. Следует учесть, что освещение рабочего места зубного техника имеет длину волны 475 нм, на которую реагирует материал. Показатель рабочего времени материала не является нормированным, но тем не менее весьма полезен для правильного и эффективного использования материала. Разработана специальная установка, имитирующая освещение рабочего места зубного техника. Она включает предметный столик, на который помещается образец неполимеризованного материала, и две лампы по 36 Вт с мощностью светового потока 2900–3000 лк (равная мощности ламп, установленных на рабочем столе зубного техника).

Для данного исследования навеску испытуемого образца материала «Нолатек» весом 1,5–2,0 г при помощи шпателя помещали на предметное стекло, формируя в виде спичечной головки, и устанавливали на предметный столик под включенные лампы. С интервалом 1 мин материал проверяли на момент начальной полимеризации (наличие крупинки внутри мягкого материала).

Конструкционные стоматологические материалы испытывают значительные нагрузки в полости рта при жевании. Именно поэтому одно из требований к ним – высо-

кие прочностные характеристики. Большую роль играют такие физико-механические показатели, как прочность при изгибе и модуль упругости материалов. Для проведения испытаний методом трехточечного изгиба использовали испытательную машину «Инстрон».

Подготовка образцов для проведения методики определения прочности при изгибе и модуля упругости материала

Форму в виде трех полосок размером 64 x 10 x 3,3 мм каждая обрабатывали разделительным лаком и вносили материал во все три ячейки. Убедившись, что поверхность образцов не содержит пустот, ячейки закрывали одним листом жесткой пленки, сверху помещали крышку формы, прижимая ее грузом весом 10–20 кг. После нагрузки крышку формы аккуратно снимали, убирая излишки материала, и помещали в камеру прибора для световой полимеризации. Материал полимеризовали 2; 4; 6; 8; 10 и 12 мин. После полимеризации образцы извлекали из формы и снова помещали в камеру прибора другой стороной (стороной соприкосновения материала с дном формы). Повторно полимеризовали такое же время. Полимеризацию проводили в аппаратах «Фотест» (ЗАО «Геософт-ПРО», РФ) и «Фотопресс» (ЗАО «Аверон», РФ). Всего было изготовлено 36 образцов.

Методика определения прочности при изгибе и модуля упругости материала

После извлечения образца из воды его сразу помещали на опоры устройства для испытания. Равномерно увеличивали нагрузку плунжера с постоянной скоростью 5 ± 1 мм/мин до разрушения образца. В качестве устройства для испытаний использовали разрывную машину «Инстрон» (ГОСТ 28840).

Результаты и их обсуждение

Для определения рабочего времени было проведено пять экспериментов, в результате которых время начала полимеризации в 1-ом, 3-ем и 5-ом экспериментах составило 25 мин, во 2-ом – 23 мин, в 4-ом – 24 мин. Наименьшее время начала полимеризации – 23 мин, следовательно, максимальным рабочим временем материала можно считать 20 мин. Опыт работы показал, что желателно использовать материал, избегая попадания прямых солнечных лучей, так как это приводит к сокращению рабочего времени.

При определении времени полимеризации материала «Нолатек» было обнаружено, что материал толщиной 2; 4 и 6 мм полностью полимеризовался и за 2, и за 4, и за 6 мин, но при этом образовалось разное количество ингибированного слоя. Значит, полимеризация материала протекала по-разному. Чем короче время полимеризации, тем меньше себя реализует фотоиницирующая система материала, следствием чего является наличие достаточно большого количества ингибированного слоя. При более длительной полимеризации фотоиницирующая система реализуется практически полностью – на поверхности образцов незначительное количество ингибированного слоя. Поэтому образец с наименьшим количеством ингибированного слоя полимеризовался 6 мин с каждой стороны, и это можно считать лучшим результатом.

Для подтверждения полученных данных были проведены дополнительные исследования – определение влияния времени полимеризации на физико-механические



свойства материала (прочность при изгибе и модуль упругости). Время полимеризации образцов составило 2; 4; 6; 8; 10 и 12 мин с обеих сторон (для устранения непolyмеризованных, теневых участков). При анализе значений прочности при изгибе и модуля упругости однозначно просматривалась зависимость прочности материала от времени полимеризации. Чем дольше проходила полимеризация (от 2 до 6 мин), тем выше была прочность. Однако предел прочности достигается при 6 мин полимеризации, и при увеличении времени до 12 мин с интервалом 8–10–12 мин изменений в прочностных характеристиках не выявлено. Поэтому оптимальное время для полимеризации материала «Нолатек» – по 6 мин с каждой стороны.

Показатели модуля упругости и прочности при изгибе не имели значимой зависимости от выбора аппарата для полимеризации. При 6-минутной полимеризации образцов с каждой стороны были получены следующие результаты: в аппарате «Фотопресс» модуль упругости составил $2680 \pm 146,83$ МПа, прочность при изгибе $77 \pm 4,96$ МПа; в аппарате «Фотест» – $2850 \pm 335,17$ и $76 \pm 1,83$ МПа соответственно. Показатели сравнивали с ГОСТ 31572-2012, ISO 1567:1999 для полимерных материалов, при котором модуль упругости должен составлять не менее 2000 МПа, прочность при изгибе не менее 65 МПа. Таким образом, новый материал «Нолатек» вполне соответствует современным требованиям.

Выводы

Изучение основных прочностных и эксплуатационных свойств нового отечественного светоотверждаемого материала «Нолатек» для базисов зубных протезов, показало, что оптимальное рабочее время составило 20 мин, модуль упругости – $2680,45\text{--}2849,69$ МПа, прочность при изгибе – $76,036\text{--}77,034$ МПа при полимеризации по

6 мин с каждой стороны, что с большим запасом соответствует стандарту ISO 1567:1999. При полимеризации в течение 6 мин с каждой стороны достигаются показатели прочностных характеристик (модуль упругости и прочность при изгибе), превышающие требования ГОСТ для полимерных материалов.

Координаты для связи с авторами:

lebedenkoi@mail.ru – Лебедеко Игорь Юльевич; **kafedra.gos@mail.ru** – кафедра ортопедической стоматологии; Дубова Любовь Валерьевна, Маджидова Елизавета Руслановна

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воложин А.И., Дубова Л.В., Бабахин А.А. Биосовместимость стоматологических материалов – оценка безопасности по способности к гистаминолиберации. – Стоматология, 2006, № 2, с. 8.
2. ГОСТ № 31572-212 (ISO 1567:1999). Материалы полимерные для базисов зубных протезов. Технические требования. Методы испытаний. – М.: Станжартинформ, 2013, 33 с.
3. Дубова Л.В. Иммуномодулирующее действие стоматологических материалов. – Автореф. докт. дисс., М., 2010, МГМСУ, 46 с.
4. Дубова Л.В., Лебедеко И.Ю., Маджидова Е.Р. Санитарно-химические и токсикологические исследования нового полимерного материала для базисов зубных протезов «Нолатек». – Росс. стоматол. журн., 2015, № 1, с. 4–7.
5. Жолудев С.Е. Клиника, диагностика, лечение и профилактика явлений непереносимости акриловых зубных протезов. – Автореф. докт. дисс., Екатеринбург, 1998, УГМА, 240 с.
6. Allen P.F., McMillan A.S. A review of the functional and psychosocial outcomes of edentulousness treated with complete replacement dentures. – J. Can. Dent. Assoc., 2003, v. 69, № 10, p. 662.
7. Welker D., Geßhardt M. Реакция кожи и слизистой оболочки полости рта на зуботехнические пластмассы. – Квинтэссенция, 1997, № 1, с. 55–57.