

DOI: 10.37988/1811-153X_2021_1_144

Д.И. Грачев¹,к.м.н., доцент кафедры пропедевтики
стоматологических заболеванийВ.Н. Царев¹,д.м.н., профессор, зав. кафедрой
микробиологии, вирусологии,
иммунологии, директор НИМСИЕ.Р. Маджидова¹,к.м.н., ассистент кафедры ортопедической
стоматологииН.Н. Мальгинов¹,д.м.н., профессор, зав. кафедрой
технологий протезирования в стоматологииИ.В. Золотницкий¹,д.м.н., профессор кафедры ортопедической
стоматологииА.В. Цимбалистов²,д.м.н., профессор, зав. кафедрой
ортопедической стоматологииИ.В. Войтяцкая²,д.м.н., доцент, профессор кафедры
стоматологии общей практикиВ.П. Чуев³,

д.т.н., профессор, генеральный директор

С.Д. Арутюнов¹,д.м.н., профессор, зав. кафедрой
пропедевтики стоматологических
заболеваний¹ МГМСУ им. А.И. Евдокимова² НИУ БелГУ³ Опытнo-экспериментальный завод
«ВладМиВа», Белгород

Физико-механические и микробиологические характеристики первого отечественного базисного материала гибридной полимеризации

Реферат. Негативное воздействие остаточного акрилового мономера, присутствующего в стоматологических полиметилметакрилатах, высокая себестоимость безмономерных термопластических полимеров, способствуют распространению отечественного базисного материала световой полимеризации «Нолатек» («ВладМиВа», Россия). Однако разнообразные данные о физико-механических свойствах материала и методах полимеризации ограничивают его применение. Цель и задачи нашего исследования — изучение прочностных характеристик материала «Нолатек», полимеризованного различными способами, с последующим изучением адгезии к нему тест-штаммов бактерий и грибов. **Материалы и методы.** Проведены испытания на изгиб образцов из материала «Нолатек», полимеризованных по различной технологии, а также определен индекс адгезии микроорганизмов к материалу «Нолатек». **Результаты.** Образцы из материала «Нолатек», полимеризованные по гибридной технологии, при испытаниях на изгиб показали значение, равное $67,289 \pm 3,327$ МПа. Индекс адгезии штаммов *P. intermedia* и *S. albicans* был статистически достоверно ниже на образцы, полимеризованные по гибридной технологии, чем при использовании световой полимеризации. **Заключение.** Гибридная полимеризация базисного материала «Нолатек» способна улучшить физико-механические и микробиологические свойства съёмных конструкций зубных протезов.

Ключевые слова: съёмные зубные протезы, акриловые полимеры, физико-механические свойства, микробная адгезия

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Грачев Д.И., Царев В.Н., Маджидова Е.Р., Мальгинов Н.Н., Золотницкий И.В., Цимбалистов А.В., Войтяцкая И.В., Чуев В.П., Арутюнов С.Д. Физико-механические и микробиологические характеристики первого отечественного базисного материала гибридной полимеризации. — *Клиническая стоматология*. — 2021; 1 (97): 144—8.

DOI: 10.37988/1811-153X_2021_1_144

D.I. Grachev¹,PhD in Medical Sciences, associate professor
of Dental diseases propaedeutics DepartmentV.N. Tsarev¹,Grand PhD in Medical Sciences, professor
of the Microbiology, virology, immunology
Department, director of the Medico-dental
research InstituteE.R. Majidova¹,PhD in Medical Sciences, associate professor
of Prosthetic dentistry DepartmentN.N. Malginov¹,Grand PhD in Medical Sciences, professor
of the Prosthodontics technology Department

Physical, mechanical and microbiological characteristics of the first domestic base material hybrid polymerization

Abstract. The negative impact of the residual acrylic monomer present in dental polymethyl methacrylates (PMMA), the high cost of monomer-free thermoplastic polymers, contribute to the spread of the domestic base material of light polymerization “Nolatek” (VladMiVa, Russia). However, various data on the physical and mechanical properties of the material and the methods of polymerization limit its application. **The purpose and objectives** of our study was to study the strength characteristics of the material “Nolatek” polymerized in various ways, followed by the study of adhesion of test strains of bacteria and fungi to it. **Materials and methods.** We have carried out bending tests on samples made of “Nolatek” material polymerized using various technologies, as well as the index of adhesion of microorganisms to “Nolatek” material. **Results.** Specimens from “Nolatek” material polymerized by hybrid technology during bending tests showed a value equal to 67.289 ± 3.327 MPa. The adhesion index of strains — *P. intermedia*

I.V. Zolotnisky¹,

Grand PhD in Medical Sciences, professor
of the Prosthodontics Department

A.V. Tsimbalistov²,

Grand PhD in Medical Sciences, professor
of the Prosthodontics Department

I.V. Voytyatskaya²,

Grand PhD in Medical Sciences, professor
of the of General department Dentistry

V.P. Chuev³,

Grand PhD in Engineering, general director

S.D. Arutyunov¹,

Grand PhD in Medical Sciences, professor
of the of the Dental diseases propaedeutics
Department

and *C. albicans* is statistically significantly lower for samples polymerized using hybrid technology than when using light polymerization. **Conclusion.** Hybrid polymerization of the base material Nolatek is able to improve the physical, mechanical and microbiological properties of removable denture constructions.

Key words: removable dentures, acrylic polymers, physical and mechanical properties, microbial adhesion

FOR CITATION:

Grachev D.I., Tsarev V.N., Majidova E.R., Malginov N.N., Zolotnisky I.V., Tsimbalistov A.V., Voytyatskaya I.V., Chuev V.P., Arutyunov S.D. Physical, mechanical and microbiological characteristics of the first domestic base material hybrid polymerization. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2021; 1 (97): 144–8. DOI: 10.37988/1811-153X_2021_1_144

¹ Moscow State University of Medicine
and Dentistry, Moscow, Russia

² Belgorod State University, Belgorod, Russia

³ VladMiVa Experimental
Plant JSC, Belgorod, Russia

ВВЕДЕНИЕ

Общеизвестно негативное воздействие остаточного акрилового мономера, присутствующего в стоматологических полиметилметакрилатах, на ткани протезного ложа и поля, а также на весь организм в целом, что обуславливает необходимость разработки и внедрения безмономерных полимеров [12, 15, 16, 18, 21, 22, 25]. Также известно, что акриловые полимеры являются самыми распространенными конструкционными материалами для базисов съемных протезов [10, 11, 17, 20, 23, 26, 27]. Наряду с этим сегодня акриловый мономер отнесен к прекурсорам, что требует его особого учета, контроля использования и хранения, согласно Федеральному закону «О наркотических средствах и психотропных веществах».

На стоматологическом рынке представлено большое число безмономерных термопластических полимеров на основе полиамида (нейлон), полиоксиметилена (ацетал), полиформальдегида, полиэтилена (полиэтилентерефталат, лавсан). Применение данных полимеров пока ограничено из-за высокой трудоемкости производственного процесса и себестоимости используемых материалов [9, 13, 14, 19]. В 2015 г. появилась первая отечественная светополимеризуемая безмономерная пластмасса для базисов съемных зубных протезов «Нолатек» («ВладМиВа», Россия) [6].

Проведенные в 2017 г. микробиологические исследования показали, что отечественный базисный материал «Нолатек» световой полимеризации обладает существенно более низкой адгезионной активностью к колониеобразующим микроорганизмам *Prevotella intermedia*

и грибам *Candida krusei* по сравнению с акриловыми пластмассами и термопластичными материалами [3].

По данным санитарно-химических и токсикологических исследований, проведенных Е.Р. Маджидовой в 2016 г., базисный полимер «Нолатек» характеризуется достаточно высокой химической инертностью [6]. Об этом свидетельствуют значительно меньшие в сравнении с допустимыми значения использованных интегральных показателей концентрации в вытяжках метилметакрилата, а диоктилфталат, формальдегид, ацетальдегид и металлы не обнаружены в пределах чувствительности определения [5]. Прочность на изгиб материала «Нолатек» равна 72,2±3,1 МПа, что соответствует ГОСТ 31572-2012 «Материалы полимерные для базисов зубных протезов» и даже превышает его (65,0±0,1) [8]. Однако в литературе встречаются исследования, утверждающие обратное. В частности, по данным А.Ф. Петросяна, прочность «Нолатека» на изгиб равна 41,6±3,3 МПа и не соответствует ГОСТу [7].

Вероятно, этот факт противоречивых данных по исследованию прочности на изгиб материала «Нолатек» можно объяснить качеством использованного сырья, что, безусловно, ведет к несоответствию выпускаемого полимера характеристикам, заявленным производителем.

В заявленный производителем состав «Нолатека» входят компоненты и функциональные группы, принимающие участие в реакции фотополимеризации: олигомеры, эластомеры, фотоиницирующая система: фотоинициаторы (камфороксинон, ирракур-651), термоинициатор (перекись бензоила) и ингибиторы полимеризации. Обращает на себя внимание присутствие

в составе термоинициатора перекиси бензоила, применяемой в полимерах горячего отверждения, способствующего образованию радикалов под действием инфракрасного теплового излучения с длиной волны 750–1500 нм [8]. Данный факт, по логике, действительно должен вызывать нагревание и инициацию химической реакции, но рекомендуемая производителем длина волны 475 нм для полимеризации недостаточна для активации термохимической реакции. А.В. Соболева, отрабатывая методику клинического применения светоотверждаемого базисного материала «Нолатек», изучила различные варианты полимеризации:

- световое отверждение протезов через перфорированные и разборные силиконовые ключи;
- паковка базиса протеза ручным способом с последующей фотополимеризацией;
- паковка в кювету с изоляцией частей целлофановой пленкой и/или полиметилсилоксаном с молекулярной массой 1000 а.е.м. с последующим раскрытием частей кюветы и полимеризацией светом [8].

В ходе этих исследований выявлено свойство материала частично полимеризоваться от нагревания, и в качестве оптимального варианта предлагается пресование базиса в кювету с последующим помещением в сушижаровую шкафу с температурой 120°C на 30 минут, раскрытием кюветы и дальнейшей фотополимеризацией по инструкции производителя.

Таблица 1. Физико-механические характеристики образцов материала «Нолатек», полученных с помощью различных технологий

[Table 1. Physical and mechanical characteristics of samples of the material "Nolatek", obtained using various technologies]

	I группа	II группа	III группа
Напряжение при изгибе при максимальной нагрузке, МПа	41,818±1,338	67,289±3,327	27,473±4,385
Модуль Юнга, ГПа	2,707±0,158	2,566±0,039	2,011±0,156

Таблица 2. Адгезия тест-штаммов бактерий и грибов к образцам материала «Нолатек», полученных с помощью различных технологий

[Table 2. Adhesion of test strains of bacteria and fungi to the samples of the material "Nolatek" obtained using various technologies]

Тест-штамм	I группа	II группа
<i>Streptococcus sanguinis</i>	0,75±0,05	0,73±0,05
<i>Actinomyces naeslundii</i>	0,59±0,04	0,47±0,06*
<i>Porphyromonas gingivalis</i>	0,61±0,05	0,62±0,05
<i>Prevotella intermedia</i>	0,62±0,05	0,50±0,05*
<i>Fusobacterium periodonticum</i>	0,54±0,04	0,37±0,04*
<i>Candida albicans</i>	0,57±0,03	0,43±0,05*
<i>Candida krusei</i>	0,70±0,05	0,55±0,05*

Примечание: * — статистически достоверное отличие от данных I группы ($p < 0,05$).

Цель работы — провести механические испытания базисного материала «Нолатек», полимеризованного различными способами, для определения наиболее эффективного.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Согласно ГОСТ № 31572-2012, из материала «Нолатек» изготавливали 15 образцов размером 64×10×3,3 мм, делили их на 3 группы (по 5 образцов в каждой) по способу полимеризации:

- I — полимеризация согласно инструкции производителя (6 минут в аппарате с длинной волны 475 нм);
- II — фотополимеризация в течении 6 минут с последующей термической обработкой на водяной бане по классической технологии в паровом полимеризаторе (нагрев с 20—22 до 100°C, выдержка 60 минут и медленное охлаждение);
- III — традиционная горячая полимеризация с последующей фотополимеризацией.

После полимеризации образцы обрабатывали сначала на шлиф-моторе с водяным охлаждением, а затем наждачной бумагой (P1200 по ГОСТ 52381-2005).

Механические испытания проводили на универсальной машине Instron 5982, укомплектованной датчиком нагрузки ±5 кН в режиме трехточечного изгиба, расстояние между опорами — 50 мм, скорость — 5 мм/мин. Перед испытаниями образцы выдерживали в дистиллированной воде при температуре 37±1°C в течение 50 часов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных испытаний представлены в табл. 1. Наилучшими механическими характеристиками обладали образцы II группы, они выполнены в соответствии ГОСТ 31572-2012. Обращает на себя внимание крайне низкая прочность на изгиб образцов III группы. Не до конца понятны причины низкой прочности на изгиб в I группе, хотя полученные показатели соответствуют данным других авторов.

В связи с вышеизложенным мы озадачились вопросом: как с изменением прочностных характеристик меняются или не меняются адгезивные свойства, что может отрицательно влиять на последствия протезирования [1]. Как показывают многочисленные литературные данные, базисные пластмассы могут способствовать избыточной колонизации микроорганизмов с формированием массивных микробных биопленок, что ведет к развитию таких осложнений, как обострение хронического генерализованного пародонтита, стоматита, кандидоза слизистой оболочки рта [4, 24, 28]. Обильное развитие биопленок создает агрессивную среду, вызывая деструкцию полимерного материала, изнашивание и поломку протеза [2]. Результаты исследования адгезии представителей нормобиоты, патогенов и грибов рода *Candida* представлены в табл. 2. Образцы III группы мы не исследовали из-за их низких прочностных характеристик.

Установлено, что в I группе адгезия тестовых штаммов микроорганизмов соответствует умеренно высоким показателям — от 0,57 у дрожжевых грибов до 0,75 у *S. sanguinis*. В то же время при использовании гибридной технологии (II группа) аналогичный уровень адгезии зарегистрирован лишь для *S. sanguinis* и *P. gingivalis*. Для остальных тест-штаммов уровень адгезии соответствовал низким показателям — от 0,37 у фузобактерий до 0,50 у превотелл. Причем индекс адгезии у *P. intermedia* и *C. albicans* был статистически достоверно в 1,24 и в 1,33 раза ниже, чем у образцов I группы ($p < 0,05$).

Обращает на себя внимание, что полученные результаты оценки адгезии микробов к материалам коррелируют с данными исследований прочностных характеристик образцов этих материалов (см. табл. 1).

Таким образом, по данным микробиологического изучения микробной адгезии *in vitro*, установлено, что применение гибридной технологии полимеризации снижает адгезию к образцам полимера «Нолатек» для пародонтопатогенного вида *P. intermedia* и дрожжевых грибов *C. albicans*.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- 1. Арутюнов С.Д., Афанасьева В.В., Ковальская Т.В., Диденко Л.В., Царев В.Н., Ипполитов Е.В.** Особенности микробной биодеструкции полимерных базисов зубных протезов в зоне починки пластмассой холодной полимеризации. — *Cathedra*. — 2016; 55: 30—4 [Arutyunov S.D., Afanasyeva V.V., Kovalskaya T.V., Didenko L.V., Tsarev V.N., Ippolitov E.V. Features of microbial biodestruction of dentures polymeric bases in the cold polymerization plastic repair zone. — *Cathedra*. — 2016; 55: 30—4 (In Russ.)].
eLIBRARY ID: 27495266
- 2. Афанасьева В.В., Арутюнов Д.С., Деев М.С., Ипполитов Е.В., Царева Т.В.** Клинико-микробиологические аспекты формирования микробной биопленки на конструкционных материалах, используемых для починки и перебазировки съемных зубных протезов. — *Российский стоматологический журнал*. — 2015; 2: 44—6 [Afanasyeva V.V., Arutyunov D.S., Deev M.S., Ippolitov E.V., Tsaryova T.S. Clinical and microbiological aspects of the formation of microbial bio-films on the structural materials used for repair and rebasing removable dentures. — *Russian Journal of Dentistry*. — 2015; 2: 44—6 (In Russ.)].
eLIBRARY ID: 23597321
- 3. Зудин П.С., Цаликова Н.А., Минашкина А.А.** Изучение адгезии микроорганизмов к новому базисному материалу Нолатек. — *Dental Forum*. — 2017; 4: 34—5 [Zudin P.S., Tsalikova N.A., Minashkina A.A. The study of microbial adhesion to the new base material Nolatak. — *Dental Forum*. — 2017; 4: 34—5 (In Russ.)].
eLIBRARY ID: 30504285
- 4. Ипполитов Е.В., Диденко Л.В., Царев В.Н.** Особенности морфологии биопленки пародонта при воспалительных заболеваниях десен (хронический катаральный гингивит, хронический пародонтит, кандидо-ассоциированный пародонтит) по данным электронной микроскопии. — *Клиническая лабораторная диагностика*. — 2015; 12: 59—64 [Ippolitov E.V., Didenko L.V., Tsarev V.N. The characteristics of morphology of biofilm of periodontium under inflammatory diseases of gums (chronic catarrhal gingivitis, chronic periodontitis, candida-associated periodontitis) according results of electronic microscopy. — *Russian Clinical Laboratory Diagnostics*. — 2015; 12: 59—64 (In Russ.)].
eLIBRARY ID: 25304702
- 5. Лебедево И.Ю., Дубова Л.В., Маджидова Е.Р., Деев М.С.** Санитарно-химические и токсикологические исследования нового полимерного материала для базисов зубных протезов «Нолатек». — *Российский стоматологический журнал*. — 2015; 1: 4—7 [Dubova L.V., Lebedenko I.Yu., Madzhidova E.R., Deev M.S. Sanitary-chemical and toxicological study of a new polymeric material for bases dentures «Nolatak». — *Russian Journal of Dentistry*. — 2015; 1: 4—7 (In Russ.)].
eLIBRARY ID: 23175791
- 6. Дубова Л.В., Маджидова Е.Р., Дзаурова М.А., Киткина Т.Б., Лебедево И.Ю.** Ближайшие результаты применения съемных зубных протезов из нового отечественного базисного материала «Нолатек». — *Российский стоматологический журнал*. — 2016; 1: 16—9 [Dubova L.V., Madzhidova E.R., Dzaurova M.A., Kitkina T.B., Lebedenko I.Yu. Next the results of the application of removable dentures with a new base of domestic material. — *Russian Journal of Dentistry*. — 2016; 1: 16—9 (In Russ.)].
eLIBRARY ID: 26001557
- 7. Петросян А.Ф., Лебедево И.Ю.** Профилактика переломов полных съемных пластиночных зубных протезов при резко выраженном торусе. — *Клиническая стоматология*. — 2020; 1 (93): 86—9 [Petrosyan A.F., Lebedenko I.Yu. Prevention of fractures of complete removable lamellar dentures with pronounced torus. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2020; 1 (93): 86—9 (In Russ.)].
eLIBRARY ID: 42846275
- 8. Соболева А.В.** Клинико-эксплуатационные и эстетические свойства светоотверждаемого базисного

ВЫВОДЫ

Исходя из вышесказанного можно констатировать, что гибридная полимеризация базисного материала «Нолатек», предложенная нами, способна улучшить физико-механические и микробиологические свойства съемных конструкций зубных протезов. Наряду с этим необходимо отметить, что различные способы отверждения «Нолатек» позволяют расширить область его применения, улучшив качество стоматологического ортопедического лечения пациентов.

Производителю материала «Нолатек» рекомендуется внести изменения в инструкцию по применению в части полимеризации.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

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

Поступила/Accepted: 20.01.2021

- материала «Нолатек» — *Институт Стоматологии*. — 2018; 1(78); 104—5
[*Soboleva A.V.* The clinical, operational and aesthetic properties of the light-cured basic material «Nolatek». — *The Dental Institute*. — 2018; 1(78); 104—5 (In Russ.)]
eLIBRARY ID: 16553480
9. *Трезубов В.В., Косенко Г.А.* Качественная характеристика съёмных пластиночных зубных протезов с термопластическими базами. — *Институт стоматологии*. — 2011; 1(50): 58—9
[*Trezubov V.V., Kosenko G.A.* Qualitative description of removable dentures with thermoplastic bases. — *The Dental Institute*. — 2011; 1(50): 58—9 (In Russ.)]
eLIBRARY ID: 16553480
10. *Hong G., Murata H., Li Y.A., Sadamori S., Hamada T.* Influence of denture cleansers on the color stability of three types of denture base acrylic resin. — *J Prosthet Dent*. — 2009; 101(3): 205—13. PMID: 19231574
11. *Azzarri M.J., Cortizo M.S., Alessandrini J.L.* Effect of the curing conditions on the properties of an acrylic denture base resin microwave-polymerised. — *J Dent*. — 2003; 31(7): 463—8. PMID: 12927457
12. *León B.L.T., Del Bel Cury A.A., Rodrigues Garcia R.C.M.* Loss of residual monomer from resilient lining materials processed by different methods. — *Revista Odonto Ciênc. pucrs.br/index.php/fo/article/view/4196*. — 2008; 23(3): 215—9. <https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/fo/article/view/4196>
13. *Bayraktar G., Guvener B., Bural C., Uresin Y.* Influence of polymerization method, curing process, and length of time of storage in water on the residual methyl methacrylate content in dental acrylic resins. — *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. — 2006; 76(2): 340—5. PMID: 16161124
14. *Urban V.M., Machado A.L., Vergani C.E., Giampaolo E.T., Pavarina A.C., de Almeida F.G., Cass Q.B.* Effect of water-bath post-polymerization on the mechanical properties, degree of conversion, and leaching of residual compounds of hard chairside relined resins. — *Dent Mater*. — 2009; 25(5): 662—71. PMID: 19135715
15. *Çelebi N., Yüzügüllü B., Canay Ş, Yücel Ü.* Effect of polymerization methods on the residual monomer level of acrylic resin denture base polymers. — *Polymers for Advanced Technologies*. — 2008; 19(3): 201—6. DOI: 10.1002/pat.996
16. *Gutierrez-Villarreal M.H., Rodríguez-Velazquez J.* The effect of citrate esters as plasticizers on the thermal and mechanical properties of poly(methyl methacrylate). — *Journal of Applied Polymer Science*. — 2007; 105: 2370—5. DOI: 10.1002/app.25482
17. *Faltermeier A., Rosentritt M., Müssig D.* Acrylic removable appliances: comparative evaluation of different postpolymerization methods. — *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. — 2007; 131(3): 301.e16—22. PMID: 17346579
18. *Boeckler A.F., Morton D., Poser S., Dette K.-E.* Release of dibenzoyl peroxide from polymethyl methacrylate denture base resins: an in vitro evaluation. — *Dent Mater*. — 2008; 24(12): 1602—7. PMID: 18471871
19. *Kawahara T., Nomura Y., Tanaka N., Teshima W., Okazaki M., Shintani H.* Leachability of plasticizer and residual monomer from commercial temporary restorative resins. — *J Dent*. — 2004; 32(4): 277—83. PMID: 15053910
20. *Gonçalves T.S., de Menezes L.M., Silva L.E.A.* Residual monomer of autopolymerized acrylic resin according to different manipulation and polishing methods. An in situ evaluation. — *Angle Orthod*. — 2008; 78(4): 722—7. PMID: 18302474
21. *Viljanen E.K., Langer S., Skrifvars M., Vallittu P.K.* Analysis of residual monomers in dendritic methacrylate copolymers and composites by HPLC and headspace-GC/MS. — *Dent Mater*. — 2006; 22(9): 845—51. PMID: 16380160
22. *Zisis A., Yannikakis S., Polyzois G., Harrison A.* A long term study on residual monomer release from denture materials. — *Eur J Prosthodont Restor Dent*. — 2008; 16(2): 81—4. PMID: 18637384
23. *Filho R.R., de Paula L.V., Costa V.C., Seraidarian P.I.* Avaliação de monômero residual em resinas acrílicas de uso ortodôntico e protético: análise por espectroscopia. — *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. — 2007; 2: 96—104 (In Portuguese). DOI: 10.1590/S1415-54192007000200014
24. *Lai Y-L., Chen Y-T., Lee S-Y., Shieh T-M., Hung S-L.* Cytotoxic effects of dental resin liquids on primary gingival fibroblasts and periodontal ligament cells in vitro. — *J Oral Rehabil*. — 2004; 31(12): 1165—72. PMID: 15544651
25. *Sofou A., Tsoupi I., Karayannis M., Owall B.* Determination of residual monomers released from soft lining materials with the use of HPLC. — *Pakistan Journal of Analytical & Environmental Chemistry*. — 2007; 2: 41—52. <http://www.pjaec.pk/index.php/pjaec/article/view/97>
26. *Leggat P.A., Kedjarune U.* Toxicity of methyl methacrylate in dentistry. — *Int Dent J*. — 2003; 53(3): 126—31. PMID: 12873108
27. *Aalto-Korte K., Alanko K., Kuuliala O., Jolanki R.* Methacrylate and acrylate allergy in dental personnel. — *Contact Dermatitis*. — 2007; 57(5): 324—30. PMID: 17937748
28. *Willershausen B., Callaway A., Ernst C.P., Stender E.* The influence of oral bacteria on the surfaces of resin-based dental restorative materials—an in vitro study. — *Int Dent J*. — 1999; 49(4): 231—9. PMID: 10858759