

DOI: 10.18481/2077-7566-2019-15-4-109-113

УДК: 616.314–089.844-77: [616.92.282:582.28]–078

## АНАЛИЗ ВЫРАЖЕННОСТИ МИКРОБНОЙ АДГЕЗИИ ПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ *C. ALBICANS* НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Рогожникова Е. П., Годовалов А. П., Асташина Н. Б., Яковлев М. В.

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет  
им. академика Е.А.Вагнера» Минздрава России, г. Пермь, Россия

### Аннотация

**Предмет.** В статье отражены результаты исследования медико-биологических характеристик образцов полимерного термопластического материала, используемого в ортопедической стоматологии, в отношении отдельных представителей условно-патогенной микрофлоры полости рта. Проведены оценка и сравнительный анализ адгезии и колонизационной активности *C. albicans* на поверхности материала для изготовления протетических конструкций.

**Цель** — оценка и сравнительный анализ адгезии и колонизационной активности *C. albicans* на поверхности термоформируемого материала, применяемого в ортопедической стоматологии.

**Методология.** В работе использовали референтные штаммы *C. Albicans*, *S. aureus*, *S. epidermidis* и *Escherichia coli*. Визуализацию биопленок после окрашивания 0,1% водным раствором генцианвиолета и спиртовой экстракции красителя осуществляли на планшетном ридере Power Wave X (США). Жизнеспособность бактерий оценивали методом прямого посева на селективные среды.

**Результаты.** Установлено, что на полимерном термопластическом материале *C. albicans* образуют более выраженную пленку по сравнению с другими условно-патогенными микроорганизмами, поскольку их скорость роста и ферментативная активность позволяют им преодолеть антисептическое действие полимерного материала. Выявлено, что биопленка *C. albicans*, сформированная на полимерном материале, более выражена, чем на полистироле.

**Выводы.** Удовлетворительные медико-биологические характеристики термопластического материала определяют возможность его использования в качестве конструкционного для изготовления ортопедических конструкций, однако существует необходимость корректирования схем лечения у пациентов группы риска с целью предупреждения возникновения осложнений на этапах ортопедической реабилитации, а также уменьшения периода эксплуатации замещающих конструкций у данной категории больных.

**Ключевые слова:** термопластические материалы, биопленка, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, микробные биопленки, дрожжевые грибы, оральные бактерии, съемные зубные протезы, полимерные материалы

### Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

The authors declare no conflict of interest

---

#### Адрес для переписки:

Евгения Павловна РОГОЖНИКОВА

614045, г. Пермь, ул. Луначарского, 74Б-525

Тел.: +7 (992) 230-00-63

rogozhnikova\_ep@mail.ru

#### Образец цитирования:

Рогожникова Е. П., Годовалов А. П., Асташина Н. Б., Яковлев М. В.  
АНАЛИЗ ВЫРАЖЕННОСТИ МИКРОБНОЙ АДГЕЗИИ ПАТОГЕННЫХ  
ГРИБОВ *C. ALBICANS* НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКОГО  
МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Проблемы стоматологии, 2019, т. 15, № 4, стр. 109–113

© Рогожникова Е. П. и др. 2019

DOI: 10.18481/2077-7566-2019-15-4-109-113

#### Correspondence address:

Evgenia P. ROGOZHNIKOVA

614045, Perm, Lunacharskogo, 74B-525

Tel.: +7 (992) 230-00-63

rogozhnikova\_ep@mail.ru

#### For citation:

Rogozhnikova E. P., Godovalov A. P., Astashina N. B., Yakovlev M. V.  
ANALYSIS OF MICROBIAL ADHESION EXTENT OF  
PATHOGENIC FUNGI, *C. ALBICANS*, ON THE SURFACE OF  
A PROSTHODONTIC THERMOPLASTIC MATERIAL

Actual problems in dentistry, 2019, vol. 15, № 4, pp. 109–113

© Rogozhnikova E. P. et al. 2019

DOI: 10.18481/2077-7566-2019-15-4-109-113

DOI: 10.18481/2077-7566-2019-15-4-109-113

## ANALYSIS OF MICROBIAL ADHESION EXTENT OF PATHOGENIC FUNGI, *C. ALBICANS*, ON THE SURFACE OF A PROSTHODONTIC THERMOPLASTIC MATERIAL

Rogozhnikova E. P., Godovalov A. P., Astashina N. B., Yakovlev M. V.

Department of prosthetic dentistry of the E. A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia

### Abstract

**Subject.** The paper deals with measured biomedical characteristics of samples of a prosthodontic thermoplastic polymer, in regards to certain potentially pathogenic species of oral microflora. Evaluation and comparative analysis of *C. albicans* adhesion and colonization activity on the prosthodontic material surface were undertaken.

**Aim:** assessment and comparative analysis of adhesion and colonization activity of *C. albicans* on surface of thermoplastic material used in orthopedic dentistry.

**Methodology.** The research used the following reference strains: *C. albicans*, *S. aureus*, *S. epidermidis* and *Escherichia coli*. The biofilms were visualized by means of a plate reader, PowerWave X (USA) after staining with 0.1% aqueous solution of gentian violet and alcohol extraction of the dye. The bacteria were tested for viability by direct inoculation of selective media.

**Results.** *C. albicans* was found to produce a more prominent film on the thermoplastic polymer than other potentially pathogenic microorganisms since growth rate and enzymatic activity of *C. albicans* allows them to overcome antibacterial effect of polymer material. *C. albicans* biofilm formed on thermoplastic material is more pronounced than polystyrene was detected.

**Conclusions.** Satisfactory biomedical characteristics of the thermoplastic material allow it to be used for prosthodontic purposes. However, there is a need to adjust treatment in patients of risk groups in order to prevent complications at the stages of orthopedic rehabilitation and reduce the period of orthopedic structures operation in this category of patients.

**Keywords:** thermoplastic materials, biofilm, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, microbial biofilms, yeast fungi, oral bacteria, removable dentures, polymers

### Введение

В полости рта человека более 700 видов микроорганизмов образуют уникальную экосистему [8, 15, 19, 22, 24]. Значительная часть ее элементов относится к условно-патогенным таксонам, среди которых особое место занимают грибы рода *Candida* [3, 9, 14, 16, 17, 21, 25]. Большинство представителей данной группы (*C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. krusei*, *C. kefyr*, *C. glabrata*, *C. guilliermondii*, *C. parapsilosis*) являются болезнетворными и обладают широким спектром факторов патогенности, в частности, способностью к адгезии к тканям и органам полости рта [12, 14, 16, 18, 20]. Стоит отметить, что данное свойство у представителей различных штаммов *Candida* значительно варьируется. Наиболее высокая эта способность у *C. albicans*, именно они являются частой причиной возникновения дисбиозов рта [14, 18, 23].

Наличие в полости рта ортопедических конструкций создает дополнительные пункты ретенции и увеличивает площадь потенциальных зон образования мицелия [2, 9, 13, 16]. Учеными получены данные о продукции *C. albicans* особых ферментов и органических кислот, способствующих биодеградации пластмасс и проникновению грибов в трещины и дефекты на поверхности полимеров [3, 10, 13, 16, 23]. Старение пластмасс создает благоприятные условия для развития грибов, способных проникать на 2,0-2,5 мм внутрь материала, и меняет их физико-химические характеристики [14, 18]. Все это создает предпосылки и увеличивает риск развития кандидоза

полости рта у лиц, использующих стоматологические конструкции из полимеров [3, 9, 10, 14, 18].

Термопластические материалы на основе полиоксиметиллена в настоящее время востребованы в ортопедической стоматологии для изготовления различных вариантов замещающих конструкций [1, 2, 4, 5, 11]. Проблема взаимодействия грибов рода *Candida* с материалами рассматриваемой группы является достаточно актуальной, поскольку убедительных сведений в изученной литературе недостаточно.

Существенное влияние на характер биопленкообразования оказывает как рельеф поверхности конструкционного материала, так и адгезионная активность представителей условно-патогенной микробиоты [2, 3, 9]. В связи с этим в настоящем исследовании проведено сравнение показателей адгезии к термопластическому полимеру грибов *C. albicans* с такими представителями группы условно-патогенных бактерий, как *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* и *Escherichia coli*.

**Цель исследования** — оценка и сравнительный анализ адгезии и колонизационной активности *C. albicans* на поверхности термопластмассы на примере термоформируемого материала «Dental D».

### Материалы и методы

В работе использовали референтные штаммы *C. albicans* ATCC 25923, а также штаммы условно-патогенных бактерий *Staphylococcus aureus* ATCC

25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 28922, *Escherichia coli* K-12, полученные из Государственной коллекции патогенных микроорганизмов ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава России (г. Москва).

Идентичные образцы стоматологического полимера были изготовлены методом литьевого прессования согласно инструкции производителя и обработаны паровым методом в автоклаве при 130 °С в течение 60 минут. В плоскодонных планшетах из полистирола образцы термопластмассы с внесенными культурами тест-штаммов инкубировали в течение 48 ч при 37 °С. В качестве контроля использовали биопленки, сформированные в лунках плоскодонного планшета без полимерных образцов.

Визуализацию биопленок, сформировавшихся на поверхности образцов термопластического материала, проводили после окрашивания 0,1% водным раствором генцианвиолета и спиртовой экстракции связавшегося красителя с последующей детекцией окрашенных экстрактов биопленок на планшетном ридере Power Wave X (США) [6]. Жизнеспособность бактерий оценивали методом прямого посева на селективные среды.

Статистическую обработку данных проводили с использованием парного варианта *t*-критерия Стьюдента.

### Результаты и их обсуждение

В ходе исследования установлено, что *C. albicans* образуют более выраженную пленку на полимерном материале по сравнению с другими микроорганизмами, поскольку среднее значение оптической плотности составило порядка  $0,425 \pm 0,104$  у. е. (рис.). Грамположительные кокки проявляют тенденцию к наименьшей способности биопленкообразования на образцах материала «Dental D». Среднее значение оптической плотности *S. aureus* составило  $0,272 \pm 0,039$ , *S. epidermidis* —  $0,299 \pm 0,028$ , статисти-

чески значимых различий между штаммами не отмечено. Такое действие полимера может быть связано с входящим в его состав полиоксиметиленом, для которого описаны антисептические свойства [7].

Однако в ходе исследования было установлено, что биопленка *C. albicans*, сформированная на полимерном материале «Dental D», более выражена, чем на полистироле. Скорость роста и ферментативная активность штаммов *C. albicans* позволяют им преодолеть неблагоприятное действие полимерного материала. Вероятнее всего, это связано со способностью к выработке грибами ферментов, подвещающих исследуемый полимер деструкции и тем самым создающих дополнительные пункты ретенции на материале [7].

### Выводы

Анализ результатов исследования показал удовлетворительные медико-биологические характеристики образцов термопластического материала в отношении патогенных грибов рода *Candida*. Кроме того, достаточная колонизационная резистентность и низкая степень адгезии отдельных грамположительных и грамотрицательных представителей микробиома рта свидетельствуют о возможности его использования в качестве конструкционного материала не только для изготовления протетических конструкций при частичном отсутствии зубов, но и лечебно-профилактических шин на этапах оказания квалифицированной помощи пациентам с патологией пародонта. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что на этапах ортопедического лечения с использованием термопластических материалов у пациентов с сопутствующей общесоматической патологией и лиц пожилого возраста вследствие снижения местного иммунного статуса и особенностей материала существенно возрастает риск возникновения кандидоза ротовой полости. Существует необходимость корректирования схем лечения у пациентов с целью предупреждения возникновения осложнений на этапах ортопедической реабилитации, а также уменьшения периода эксплуатации замещающих конструкций у пациентов группы риска.

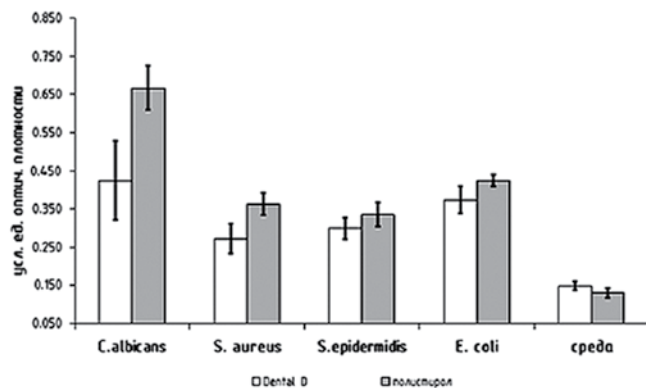


Рис. Биомасса пленок условно-патогенных микроорганизмов на термопластическом материале  
Fig. Biomass of Potentially Pathogenic Microbial Films on the Thermoplastic Material

## Литература

1. Применение современных конструкционных материалов при комплексном лечении больных с дефектами челюстно-лицевой области/В.Н. Анциферов, Г.И. Рогожников, Ф.И. Кислых, Н.Б. Асташина, А.А. Сметкин, С.И. Рапекта // Перспективные материалы. – 2009. – №3. – С. 46–51.
2. Формирование биопленки на временных зубных протезах: соотношение процессов первичной микробной адгезии, коагрегации и колонизации/С.Д. Арутюнов, В.Н. Царев, Е.В. Ипполитов, С.В. Апресян, А.Г. Трефилов // Стоматология. – 2012. – №91 (5). – С. 5–10.
3. Клинические аспекты микробной колонизации временных зубных протезов из акрилатов/С.Д. Арутюнов, В.Н. Царев, Г.Б. Бабунашвили, А.А. Геворкян, М.В. Бурдавицина, М.В. Травина, Е.В. Рощковский // Стоматология. – 2008. – Т. 87, №1. – С. 61–64.
4. Перспективы использования наноматериалов и высоких технологий в ортопедической стоматологии. Часть 1/Н.Б. Асташина, В.Н. Анциферов, Г.И. Рогожников, М.Н. Каченюк, С.В. Казаков, М.В. Мартюшева // Стоматология. – 2014. – Т. 93, №1. – С. 37–39.
5. Разработка неинвазивной шинирующей конструкции как лечебно-профилактического аппарата, используемого при лечении пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом/Н.Б. Асташина, С.В. Казаков, Е.П. Рогожникова, П.С. Горячев // Проблемы стоматологии. – 2018. – №1. – С. 52–56. DOI: 10.24411/2077-7566-2018-100010
6. Годовалов, А.П. Определение компонентного состава биопленок грамположительных бактерий/А.П. Годовалов, Т.И. Карпунина // Клиническая лабораторная диагностика. – 2019. – Т. 64, №10. – С. 632–634. DOI: 10.18821/0869-2084-2019-64-10-632-634
7. Григорьева, Н.А. Сравнительная оценка эффективности препаратов для биологического лечения пульпита/Н.А. Григорьева, И.М. Макеева, В.В. Чуев // Институт стоматологии. – 2007. – №3. – С. 127–129.
8. Диагностические критерии планирования ортопедического лечения пациентов с воспалительными заболеваниями пародонта/Е.Н. Жулев, А.В. Кочубейник, Н.В. Круглова, А.В. Сергеева, М.И. Приходько // Проблемы стоматологии. – 2019. – Т. 15, №2. – С. 102–105. DOI: 10.18481/2077-7566-2019-15-2-102-105
9. Выбор конструкционного материала для изготовления временных зубных протезов лицам с болезнями пародонта на основании данных клинических и лабораторных исследований бактериальной адгезии/Т.И. Ибрагимов, С.Д. Арутюнов, В.Н. Царев, И.Ю. Лебеденко, С.Е. Кравечшвилян, А.Г. Трефилов, Д.С. Арутюнов, Н.А. Ломакина // Стоматология. – 2002. – №2. – С. 40.
10. Капустина, О.А. Факторы патогенности грибов рода Candida и возможность их регуляции эфирными маслами/О.А. Капустина, О.Л. Карташова // БОНЦ УрО РАН. – 2013. – №1.
11. Ортопедическая стоматология: национальное руководство/И.Ю. Лебеденко, С.Д. Арутюнов, А.Н. Ряховский [и др.]. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 247 с.
12. Мамедов, Р.М. Оптимизация методов профилактики и лечения воспалительных заболеваний пародонта/Р.М. Мамедов, Н.Н. Садыгова, Л.К. Ибрагимова // Проблемы стоматологии. – 2019. – Т. 15, №2. – С. 114–121.
13. Семенов, В.М. Состояние органов, тканей и сред полости рта у лиц, пользующихся длительно несъемными зубными протезами/В.М. Семенов, В.В. Жеребцов, О.Е. Жеребцова // Институт стоматологии. – 2008. – №2. – С. 48–50.
14. Профилактика протезных стоматитов, вызванных грибами рода Candida/В.Р. Пашмурина, А.В. Федосеев, С.В. Кириюшкова, А.И. Николаев, Н.Д. Соломанова, В.А. Федосеев // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2017. – Т. 16, №3.
15. Candida albicans colonization on different polymeric denture base materials in controlled type II diabetic patients/E.M. Ahmed [et al.] // Journal of The Arab Society for Medical Research. – 2019. – Vol. 14, №2. – P. 95. DOI: 10.4103/jasmr. jasmr\_20\_19
16. Al-Dossary, O.A. E. Oral Candida albicans colonization in dental prosthesis patients and individuals with natural teeth, Sana'a City, Yemen/O.A. E. Al-Dossary, H.A. Al-Shamahy // Biomedical Journal. – 2018. – Vol. 1. – P. 5. DOI: 10.26717/BJSTR. 2018.11.002072
17. The effect of biomaterials and antifungals on biofilm formation by Candida species: a review/M. Cuellar-Cruz [et al.] // European journal of clinical microbiology & infectious diseases. – 2012. – Vol. 31, №10. – P. 2513–2527.
18. Effect of denture-related stomatitis fluconazole treatment on oral Candida albicans susceptibility profile and genotypic variability/M.H. Figueiral [et al.] // The open dentistry journal. – 2015. – Vol. 9. – P. 46. DOI 10.2174/1874210601509010046
19. Nam, K. Y. Characterization and antifungal activity of the modified PMMA denture base acrylic: Nanocomposites impregnated with gold, platinum, and silver nanoparticles/K. Y. Nam // Nanobiomaterials in Dentistry. – William Andrew Publishing, 2016. – С. 309–336. doi.org/10.1016/B978-0-323-42867-5.00012-6
20. Toole, G.A. Microtiter dish biofilm formation assay/G.A. Toole // Journal of Visualized Experiments. – 2011. – Vol. 30 (47). – P. 2437. DOI: 10.3791/2437
21. O'Toole, G.A. To build a biofilm/O'Toole // Bacteriol. – 2003. – Vol. 185 (9). – P. 2687–2689.
22. Larsen, T. Dental biofilm infections—an update/T. Larsen, N.-E. Fiehn // Apmis. – 2017. – Vol. 125 (4). – P. 376–384. DOI 10.1111/apm. 12688
23. Candida/Candida biofilms. First description of dual-species Candida albicans/C. rugosa biofilm/C.H. G. Martins [et al.] // Fungal biology. – 2016. – Vol. 120 (4). – P. 530–537. doi.org/10.1016/j. funbio. 2016.01.013
24. Thurnheer, T. Subgingival biofilms as etiological factors of periodontal disease. pathogenesis of periodontal diseases/T. Thurnheer, K. Bao, G.N. Belibasakis // Pathogenesis of Periodontal Diseases. – 2018. – P. 21–29. doi.org/10.1007/978-3-319-53737-5\_3
25. Vitrome, I. H. U. Oral fungal-bacterial biofilm models in vitro/I. H. U. Vitrome, A. Côte // Medical Mycology. – 2017. – Vol. 56 (6). – P. 653–667. doi.org/10.1093/mmy/myx111

## References

1. Antsiferov, V. N., Rogozhnikov, G. I., Kisylykh, F. I., Astashina, N. B., Smetkin, A. A., Rapakta, S. I. (2009). Primeneniye sovremennykh konstruksionnykh materialov pri kompleksnom lechenii bol'nykh s defektami chelyustno-litsevoy oblasti [The use of modern construction materials in the complex treatment of patients with maxillofacial defects areas]. *Perspektivnyye materialy [Promising materials]*, 3, 46–51. (in Russ.)
2. Arutyunov, S. D., Tsarev, V. N., Ippolito, E. V., Апресян, С. В., Трефилов, А. Г. (2012). Formirovaniye bioplenki na vremennykh zubnykh protvezakh: sootnosheniye protsessov pervichnoy mikrobnoy adgezii, koagregatsii i kolonizatsii [Biofilm formation on temporary dentures: correlation of primary microbial adhesion processes, coaggregation and colonization]. *Stomatologiya [Dentistry]*, 91 (5), 5–10. (in Russ.)
3. Arutyunov, S. D., Tsarev, V. N., Babunashvili, G. B., Gevorkyan, A. A., Burdavitina, M. V., Travina, M. V., Roshkovsky, E. V. (2008). Klinicheskiye aspekty mikrobnoy kolonizatsii vremennykh zubnykh protvezov iz akrilatov [Clinical aspects of microbial colonization of temporary acrylic dentures]. *Stomatologiya [Dentistry]*, 87, 1, 61–64. (in Russ.)
4. Astashina, N. B., Antsiferov, V. N., Rogozhnikov, G. I., Kachenyuk, M. N., Kazakov, S. V., Martyusheva, M. V. (2014). Perspektivy ispol'zovaniya nanomaterialov i vysokikh tekhnologiy v ortopedicheskoy stomatologii. Chast' 1 [Prospects for the use of nanomaterials and high technology in dentistry. Part 1]. *Stomatologiya [Dentistry]*, 93, 1, 37–39. (in Russ.)
5. Astashina, N. B., Kazakov, S. V., Rogozhnikova, E. P., Gorjachev, P. S. (2018). Razrabotka neinvazivnoy shinirovushchey konstruksii kak lechebno-proflakticheskogo apparata, ispol'zuyemogo pri lechenii patsiyentov s khronicheskim generalizovannym parodontitom [Development of a non-invasive splint as a curative and preventive device used in treatment of patients with chronic generalized periodontitis]. *Problemy stomatologii [Actual problems in dentistry]*, 14, 1, 52–56. DOI: 10.24411/2077-7566-2018-100010 (in Russ.)
6. Godovalov, A. P., Karpunina, T. I. (2019). Opredeleniye komponentnogo sostava bioplenok grampolozhitel'nykh bakteriy [Determination of the component composition of biofilms of gram-positive bacteria]. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika [Clinical Laboratory Diagnostics]*, 64, 10, 632–634. DOI: 10.18821/0869-2084-2019-64-10-632-634 (in Russ.)
7. Grigoryeva, N. A., Makeeva, I. M., Chuev, V. V. (2007). Sravnitel'naya otsenka effektivnosti preparatov dlya biologicheskogo lecheniya pul'pita [Comparative evaluation of the effectiveness of drugs for the biological treatment of pulpitis]. *Institut stomatologii [Institute of Dentistry]*, 3, 127–129. (in Russ.)
8. Zhulev, E. N., Kochubeynik, A. V., Sergeeva, A. V., Prihod'ko, M. I. (2019). Diagnosticheskiye kriterii planirovaniya ortopedicheskogo lecheniya patsiyentov s vospalitel'nymi zabolevaniyami periodonta [Diagnostic criteria for planning of orthopedic treatment of patients with inflammatory diseases of periodontal]. *Problemy stomatologii [Actual problems in dentistry]*, 15, 2, 102–105. DOI: 10.18481/2077-7566-2019-15-2-102-105 (in Russ.)
9. Ibragimov, T. I., Arutyunov, S. D., Tsarev, V. N., Lebedenko, I. Yu., Kravchshvilyan, S. E., Trefov, A. G., Arutyunov, D. S., Lomakina, N. A. (2002). Vybore konstruksionnogo materiala dlya izgotovleniya vremennykh zubnykh protvezov litsam s boleznyami parodonta na osnovanii dannykh klinicheskikh i laboratornykh issledovaniy bakterial'noy adgezii [The choice of structural material for the manufacture of temporary dentures for individuals with periodontal disease based on clinical and laboratory studies of bacterial adhesion]. *Stomatologiya [Dentistry]*, 2, 40. (in Russ.)
10. Kapustina, O. A., Kartashova, O. L. (2013). Faktory patogennosti gribov roda Candida i vozmozhnost' ikh regulyatsii efirnymi maslami [Pathogenicity factors of fungi of the genus Candida and the possibility of their regulation with essential oils]. *BONTS UrO RAN [BONTS UB RAS]*, 1. (in Russ.)
11. Lebedenko, I. Yu., Arutyunov, S. D., Ryakhovskiy, A. N. et al. (2016). *Ortopedicheskaya stomatologiya: natsional'noye rukovodstvo [Orthopedic dentistry. National leadership]*. Moscow: GEOTAR-Media, 247. (in Russ.)

12. Mamedov, R. M., Sadigova, N. N., Ibragimova, L. K. (2019). Optimizatsiya metodov profilaktiki i lecheniya vospalitel'nykh zabolevaniy parodontov [Optimization of methods for the prevention and treatment of inflammatory periodontal diseases]. *Problemy stomatologii [Actual problems in dentistry]*, 15, 2, 114–121. DOI: 10.18481/2077-7566-2019-15-2-114-121 (In Russ.)
13. Semenyuk, V. M., Zhrebtsov, V. V., Zhrebtsova, O. E. (2008). Sostoyaniye organov, tkaney i sred polosti rta u lits, pol'zuyushchikhsya dlitel'no nesvyemnymi zubnymi protezami [The state of organs, tissues and oral media in individuals using long-term fixed dentures]. *Institut stomatologii [Institute of Dentistry]*, 2, 48–50. (in Russ.)
14. Shashmurina, V. P., Fedoseev, A. V., Kiryushenkova, S. V., Nikolaev, A. I., Solomanova, N. D., Fedoseev, V. A. (2017). Profilaktika proteznykh stomatitov, vyzvannykh gribami roda Candida [Prevention of prosthetic stomatitis caused by fungi of the genus Candida]. *Vestnik Smolenskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii [Bulletin of Smolenskaya State Medical Academy]*, 16, 3. (in Russ.)
15. Ahmed, E. M. et al. (2019). Candida albicans colonization on different polymeric denture base materials in controlled type II diabetic patients. *Journal of The Arab Society for Medical Research*, 14, 2, 95. DOI: 10.4103/jasmr.jasmr.20.19
16. Al-Dossary, O. A. E., Al-Shamahy, H. A. (2018). Oral Candida albicans colonization in dental prosthesis patients and individuals with natural teeth, Sana'a City, Yemen. *Biomedical Journal*, 1, 5. DOI: 10.26717/BJSTR.2018.11.002072
17. Cuellar-Cruz, M. et al. (2012). The effect of biomaterials and antifungals on biofilm formation by Candida species: a review. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases*, 31, 10, 2513–2527.
18. Figueiral, M. H. et al. (2015). Effect of denture-related stomatitis fluconazole treatment on oral Candida albicans susceptibility profile and genotypic variability. *The open dentistry journal*, 9, 46. DOI 10.2174/1874210601509010046
19. Nam, K. Y. (2016). Characterization and antifungal activity of the modified PMMA denture base acrylic: Nanocomposites impregnated with gold, platinum, and silver nanoparticles. *Nanobiomaterials in Dentistry*, William Andrew Publishing, 309–336. doi.org/10.1016/B978-0-323-42867-5.00012-6
20. Toole, G. A. (2011). Microtiter dish biofilm formation assay. *Journal of Visualized Experiments*, 30 (47), 2437. DOI: 10.3791/2437
21. O'Toole, G. A. (2003). To build a biofilm. *Bacteriol*, 185 (9), 2687–2689.
22. Larsen, T., Fiehn, N.-E. (2017). Dental biofilm infections—an update. *Apmis*, 125 (4), 376–384. DOI 10.1111/apm.12688
23. Martins, C. H. G. et al. (2016). Candida/Candida biofilms. First description of dual-species Candida albicans/C. rugosa biofilm. *Fungal biology*, 120 (4), 530–537. doi.org/10.1016/j.funbio.2016.01.013
24. Thurnheer, T., Bao, K., Belibasakis, G. N. (2018). Subgingival biofilms as etiological factors of periodontal disease. pathogenesis of periodontal diseases. *Pathogenesis of Periodontal Diseases*, 21–29. doi.org/10.1007/978-3-319-53737-5\_3
25. Vitrome, I. H. U., Côte, A. (2017). Oral fungal-bacterial biofilm models in vitro. *Medical Mycology*, 56 (6), 653–667. doi.org/10.1093/mmy/myx111

**Авторы:**

**Евгения Павловна РОГОЖНИКОВА**

аспирант кафедры ортопедической стоматологии,  
Пермский государственный медицинский университет  
им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь  
evgeshanikova@yandex.ru

**Анатолий Петрович ГОДОВАЛОВ**

к. м. н., доцент кафедры микробиологии и вирусологии,  
Пермский государственный медицинский университет  
им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь  
agodovalov@gmail.com

**Наталья Борисовна АСТАШИНА**

д. м. н., доцент, заведующая кафедрой ортопедической  
стоматологии, Пермский государственный медицинский  
университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь  
astashina.nb@gmail.com

**Михаил Владимирович ЯКОВЛЕВ**

студент стоматологического факультета, Пермский государственный  
медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь  
mikhailyak@mail.ru

**Authors:**

**Evgenia P. ROGOZHNIKOVA**

post-graduate of the Department of prosthetic dentistry of the  
E. A. Wagner Perm State Medical University, Perm  
rogoznikova\_ep@mail.ru

**Anatoliy P. GODOVALOV**

candidate of Medical Sciences, Associate Professor,  
Department of Microbiology and Virology of the  
E. A. Wagner Perm State Medical University, Perm  
agodovalov@gmail.com

**Nataliya B. ASTASHINA**

doctor of medical sciences, Professor, head the Department of prosthetic  
dentistry of the E. A. Wagner Perm State Medical University, Perm  
astashina.nb@gmail.com

**Mikhail V. YAKOVLEV**

student of the Dental faculty of of the E. A. Wagner  
Perm State Medical University, Perm  
mikhailyak@mail.ru

Поступила 21.11.2019 Received  
Принята к печати 19.12.2019 Accepted