

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ
REVIEW ARTICLE

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.3.DENT.1>
УДК 616.31



КОЛОНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МИКРОБНОЙ ФЛОРОЙ ПОЛОСТИ РТА И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ

В.В. Карташов

Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, д. 89, г. Самара, 443099, Россия

Резюме. На сегодняшний день нет единого персонифицированного подхода к подбору конструкционного материала в ортопедической стоматологии, необходимо внедрение и дополнительное изучение влияния конструкционных материалов на микробиоту полости рта, принципов микробной адгезии к различным конструкционным материалам, развитие биопленки и колонизации бактерий на каждом конструкционном материале в отдельности. В статье приводится обзор литературных данных, посвящённых описанию адгезивных свойств микробиоты полости рта к ортопедическим материалам из групп полимеров, металлов и керамических конструкций, а также развитию негативного влияния конструкционного материала на микробиоту отдельно взятой группы зубов и общее состояние микрофлоры полости рта, повышение рисков образования зубного налёта, биопленок и сдвига микрофлоры в сторону преобладания кариесогенной.

Ключевые слова: микробиота полости рта, протезирование, коронки зубов, конструкционный материал.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Карташов В.В. Колонизация конструкционных материалов микробной флорой полости рта и её значение для протезирования. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(3):121-126. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.3.DENT.1>

COLONIZATION OF CONSTRUCTION MATERIALS BY MICROBIAL FLORA OF THE ORAL CAVITY AND ITS SIGNIFICANCE FOR PROSTHETICS

Vladislav V. Kartashov

Samara State Medical University, 89 Chapaevskaya str., Samara, 443099, Russia

Abstract. Today there is no unified personalized approach to the selection of construction materials in orthopedic dentistry, hence it is necessary to introduce and further study the effect of construction materials on the microbiota of the oral cavity. In particular, principles of microbial adhesion to various construction materials, development of biofilm and bacterial colonization of concrete construction materials need to be analysed. The article provides a review of literature devoted to the description of the adhesive properties of oral microbiota to orthopedic materials from the groups of polymers, metals and ceramic constructions as well as the development of the negative impact of the construction material on the microbiota of a particular group of teeth and the general condition of the microflora of the oral cavity, increase of the risks of dental plaque formation, biofilms formation and a shift of microflora towards the predominance of cariogenic one.

Key words: oral microbiota, prosthetics, dental crowns, construction material.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Cite as: Kartashov V.V. Colonization of construction materials by microbial flora of the oral cavity and its significance for prosthetics. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(3):121-126. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.3.DENT.1>

На сегодняшний день проблема взаимоотношения тканей полости рта и всевозможных ортопедических конструкций является одной из актуальных в стоматологической практике [1-6]. Конструкционные материалы, применяемые для изготовления ортопедических протезов, являются инородными и зачастую могут вызывать в тканях различные патологические реакции [7-8]. Многие учёные подтверждают тот факт, что негативное воздействие конструкционного материала ортопедических конструкций на ткани полости рта зависит от особенностей соматического статуса и микробиоценоза полости рта пациента [10, 11]. Способность бактерий адгезироваться к поверхности того или иного материала, из которого изготовлена ортопедическая конструкция, существенно усиливает микробную колонизацию и, как следствие, приводит к развитию инвазии в тканях полости рта [12-15]. Конструкционный материал вступает в сложное взаимодействие с тканями полости рта и может оказывать отрицательное воздействие на них, прежде всего связанное с образованием стойкой биоплёнки на поверхности протезов [16, 17]. Воспалительные процессы могут быть связаны с воздействием на слизистую оболочку и организм в целом микробных токсинов вследствие изменения качественного (видового) и количественного состава микробной флоры [18].

Как правило, воспалительной реакции сопутствует нарушение микробного равновесия полости рта и выход микробов за пределы естественной экологической ниши [19], что приводит к развитию ряда заболеваний слизистой, одним из патогенетических факторов которых является сам конструкционный материал, использовавшийся при лечении, или неправильный его выбор. Избирательное накопление наиболее агрессивных видов может приводить к нарушению микробиоценоза полости рта и развитию осложнений воспалительного характера после проведения ортопедического лечения [20, 21].

По данным отечественной и зарубежной литературы, особую роль играет состав и структура конструкционного материала, из которого изготовлена ортопедическая конструкция [22, 23]. Именно данное условие непосредственно оказывает биологическое воздействие на клетки и ткани органов полости рта, так как любой используемый материал в ортопедической стоматологии имеет свои собственные химические, физические и биологические свойства [24-27]. Как правило, наибольшее значение из них имеют плотность, теплопроводность, прочность, упругость, инертность и др.

В ортопедической стоматологии сегодня существуют три основных типа материалов, из которых изготавливают различные ортопедические конструкции. К ним относятся металлы (включая благо-

родные), керамика и группа полимеров. Зачастую на практике используют различные комбинации вышеперечисленных материалов, объединяющие группу комбинированных протезов [28].

Сегодня всё больше внимания начинают уделять подбору материалов для изготовления той или иной ортопедической конструкции [29]. Основными требованиями, которыми должен обладать конструкционный материал являются: биосовместимость; не подвергаться воздействию среды полости рта; обладать комплексом физикомеханических свойств, соответствующих свойствам замещаемых тканей и, при возможности, способствовать регенерации биологических тканей [30-32].

Анализируя биосовместимость конструкционных материалов, необходимо понимание их воздействия на ткани полости рта и организм в целом. Так, они могут оказывать общее резорбтивное воздействие в виде аллергических и токсических реакций, а также местный характер [33].

Наиболее важным, на наш взгляд, свойством конструкционного материала служит его адгезионная способность, когда присутствует явление сцепления поверхностей разнородных веществ. При этом существует несколько типов адгезионных связей:

- механическая адгезия, суть которой заключается в заклинивании адгезива в порах или дефектах поверхности;
- химическая адгезия, основанная на химическом взаимодействии молекул в составе поверхностей двух материалов;
- диффузионная адгезия происходит в результате проникновения структурной фазы одного материала в поверхность другого с образованием «гибридного» слоя, в котором содержатся обе фазы.

При этом, как правило, в случаях использования конструкционных материалов имеет место адгезионное взаимодействие всех трёх типов адгезионных связей [34-36].

Огромное количество материалов, применяемых в клинике ортопедической стоматологии для изготовления протезов, определяет значительный спрос на исследования проблемы их взаимодействия с местной микрофлорой полости рта [27]. Так, по данным многочисленных учёных, известно, что живые клетки микроорганизмов обладают свойством адгезии к поверхности не только биологических тканей, но и синтетических материалов, используемых в ортопедической стоматологии [37, 38]. Для изучения устойчивости конструкционных материалов к бактериальной колонизации требуется более глубокое понимание механизмов прикрепления бактерий [39].

Сегодня всё больше исследований направлено на более детальное изучение свойств материалов, определяющих адгезию микробов, в частности

представителей микрофлоры полости рта, так как разные группы микробов (бактерии, грибы, вирусы) по-разному влияют на состояние зубов, пародонта, мягких тканей челюстно-лицевой области и самих протезов [40].

Изучая группу полимерных материалов, мы обнаружили достаточно большое количество отечественных и зарубежных публикаций, посвящённых воздействию их на ткани полости рта [41–43].

Анализ публикаций показал, что в этиопатогенетическом смысле воздействие полимерного материала на слизистую оболочку полости рта способно вызывать две группы патологических последствий [27]. Первая обусловлена химическим действием компонентов полимера (как правило свободного мономера) на слизистую полсти рта, что приводит к местным токсическим и воспалительным реакциям. Вторая группа обусловлена чрезмерным привлечением различных видов микроорганизмов на поверхности полимера [44]. Адгезия с последующей колонизацией поверхности полимера ортопедической несъёмной конструкции приводит к образованию стойких биоплёнок, представляющих собой множество конгломерированных клеток микроорганизмов, поверхностно расположенных, прикреплённых друг к другу и погруженных в продуцируемый ими внеклеточный матрикс [45].

Доказано, что биопленки участвуют в образовании зубного налёта и развитии патологических процессов, таких как гингивит, кариес, пародонтит [46–48]. Патогенетически данный процесс можно разделить на несколько этапов. Это адгезия микроорганизмов на поверхности протеза, их фиксация, созревание, рост и дисперсия. Достаточно выраженной способностью к адгезии по отношению к полимерам, используемым в ортопедической стоматологии, обладают микроорганизмы кариесогенной и пародонтопатогенной группы (*Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Fusobacterium nucleatum*, грибы *Candida albicans* и *Candida krusei*) [49, 50].

Кроме этого, на скорость и уровень колонизации стоматологического материала влияют как адсорб-

ционная способность поверхности, так и её химический состав.

Полученные данные Н.А. Гончаровым и соавт. (2016) по изучению адгезивной активности микроорганизмов полости рта в отношении композитного материала для изготовления провизорных коронок показывают, что адгезия кариесогенной микрофлоры на изучаемых материалах не имеет достоверных отличий, а адгезия пародонтопатогенных видов ниже.

Исследования, проведённые Л.А. Зайцевой и соавт. (2019), по изучению адгезии условно патогенных микроорганизмов к конструкционному полимерному материалу показали, что динамика колонизации протезов микробной флорой ротовой полости варьирует в зависимости от характера материала. Была продемонстрирована высокая и средняя адгезивность исследуемых микроорганизмов к исследуемым полимерным материалам, что может способствовать развитию воспалительного процесса на слизистой оболочке при использовании данных материалов.

Таким образом, проведённый обзор литературы показывает, что на сегодняшний день нет единого мнения о выборе конструкционных материалов для изготовления зубных протезов с учётом микробиоценоза полости рта пациента. Имеется достаточно большое количество как отечественных, так и зарубежных источников, указывающих на необходимость обоснованного выбора того или иного стоматологического материала, но отсутствует чёткий алгоритм для этого. При этом возникает необходимость дифференцированного подхода к выбору конструкционного материала для каждой ортопедической конструкции индивидуально. Это связано, прежде всего, с большим разнообразием материалов, используемых в стоматологии.

Учитывая вышесказанное можно заключить, что проблема обоснованного выбора стоматологического материала объективно существует и остаётся неразрешённой до конца. Необходимы более глубокие исследования, которые будут направлены на изучение микробной адгезии к различным конструкционным материалам, используемым в практической стоматологии.

Литература [References]

- 1 Каливрадзияна Э.С. (ред.) *Основы технологии зубного протезирования*, Т. 1. Москва. ГЭОТАР-Медиа; 2016. Kalivradzhiyana ES (ed) *Osnovy tekhnologii zubnogo protezirovaniya*, T. 1. Moskva. GEOTAR-Media; 2016. (In Russ).
- 2 Гончаров Н.А., Лещева Е.А., Трефилова Ю.А., Царева Е.В., Трефилов А.Г. Обоснование применения провизорных коронок при препарировании зубов с учетом микробной адгезии на поверхности ортопедического материала. *Клиническая стоматология*. 2016;1(77):52-55. Goncharov NA, Leshcheva EA, Trefilova YuA, Tsareva EV, Trefilov AG. Reasons for use of pharmaceutical crowns in tooth preparation taking into account microbial adhesion on the surface of orthopaedical material. *Clinical Dentistry*. 2016;1(77):52-55. (In Russ).
- 3 Зайцев Л.А., Степанский Д.А., Нонева Н.О. Адгезивность условно-патогенных микроорганизмов к конструкционному материалу нового непосредственного протеза. *Вестник стоматологии*. 2019;31.1(106):68-72. Zaytsev LA, Stepanskiy DA, Noneva NO. Adgezivnost' uslovno-patogennykh mikroorganizmov k konstruksionnomu materialu novogo neposredstvennogo proteza. *Vestnik stomatologii*. 2019;31.1(106):68-72. (In Russ).

- 4 Вечеркина Ж.В., Шалимова Н.А., Чиркова Н.В., Калиниченко В.С., Калиниченко Т.П. Результаты оценки состояния микробиоценоза полости рта и съемных ортопедических конструкций. *Национальная ассоциация ученых*. 2020;60-2(60):8-11. Vecherkina ZhV, Shalimova NA, Chirkova NV, Kalinichenko VS, Kalinichenko TP. Results of evaluation of the state of oral microbiocenosis and removable orthopedic prostheses. *National Association of Scientists*. 2020;60-2(60):8-11. (In Russ).
- 5 Engel AS, Kranz HT, Schneider M, Tietze JP, Piwowarczyk A, Kuzius T, Arnold W, Naumova EA. Biofilm formation on different dental restorative materials in the oral cavity. *BMC Oral Health*. 2020 Jun 3;20(1):162. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01147-x> PMID: 32493365.
- 6 Drago L, Agrappi S, Bortolin M, Toscano M, Romanò CL, De Vecchi E. How to Study Biofilms after Microbial Colonization of Materials Used in Orthopaedic Implants. *Int J Mol Sci*. 2016 Feb 26;17(3):293. <https://doi.org/10.3390/ijms17030293> PMID: 26927075.
- 7 Avetisyan A, Markaryan M, Rokaya D, Tovani-Palone MR, Zafar MS, Khurshid Z, et al. Characteristics of Periodontal Tissues in Prosthetic Treatment with Fixed Dental Prostheses. *Molecules*. 2021 Mar 2;26(5):1331. <https://doi.org/10.3390/molecules26051331> PMID: 33801337.
- 8 Heboyan A, Manrikyan M, Zafar MS, Rokaya D, Nushikyan R, Vardanyan I, et al. Bacteriological Evaluation of Gingival Crevicular Fluid in Teeth Restored Using Fixed Dental Prostheses: An In Vivo Study. *Int J Mol Sci*. 2021 May 22;22(11):5463. <https://doi.org/10.3390/ijms22115463> PMID: 34067261.
- 9 Heboyan A, Syed AUY, Rokaya D, Cooper PR, Manrikyan M, Markaryan M. Cytomorphometric Analysis of Inflammation Dynamics in the Periodontium Following the Use of Fixed Dental Prostheses. *Molecules*. 2020 Oct 12;25(20):4650. <https://doi.org/10.3390/molecules25204650> PMID: 33053882.
- 10 Кочурова Е.В., Николенько В.Н., Гаврюшова Л.В., Муханов А.А. Влияние современных стоматологических материалов на слизистую оболочку полости рта. *Стоматология*. 2020;99(2):110-113. <https://doi.org/10.17116/stomat202099021110> Kochurova EV, Nikolenko VN, Gavrushova LV, Mukhanov AA. Influence of modern dental materials on the oral mucosa. *Stomatologiya*. 2020;99(2):110-113. <https://doi.org/10.17116/stomat202099021110> (In Russ).
- 11 Фирсова И.В., Гасанов М.М., Алеханова И.Ф., Крайнов С.В., Попова А.Н., Васенев Е.Е. Основные факторы риска развития пародонтальных осложнений на этапе несъемного ортопедического лечения пациентов с хроническим пародонтитом. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2022;19(1):17-23. Firsova IV, Gasanov MM, Alekhanova IF, Krajnov SV, Popova AN, Vasenev EE. The main risk factors for development of periodontal complications at the stage of non-removable prosthodontic treatment in patients with chronic periodontitis. *Journal of Volgograd state medical university*. 2022;19(1):17-23. (In Russ).
- 12 Смагулова И.К., Смагулов К.М. Морфофункциональное состояние тканей органов ротовой полости при применении несъемных ортопедических конструкций. *Медицина и экология*. 2016;1(78):39-45. Smagulova IK, Smagulov KM. Morphofunctional state of tissue of oral cavity when using the non-removable prosthesis. *Medicine and ecology*. 2016;1(78):39-45. (In Russ).
- 13 Arora O, Ahmed N, Siurkel Y, Ronsiville V, Cicciù M, Minervini G. A comparative evaluation of physical properties of CAD/CAM complete denture resins- an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2024 Jan 10;24(1):65. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03708-2> PMID: 38200506.
- 14 Tchinda A, Pierson G, Chezeau L, Kouitat-Njiwa R, Rihn BH, Bravetti P. Desulfovibrio fairfieldensis adhesion on implantable titanium used in odontology: a preliminary study. *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand)*. 2021 Sep 29;67(2):56-65. <https://doi.org/10.14715/cmb/2021.67.2.9> PMID: 34817338.
- 15 Cho YD, Shin JC, Yoon HI, Ku Y, Ryoo HM, Kim DJ et al. Characterization of Human Gingival Fibroblasts on Zirconia Surfaces Containing Niobium Oxide. *Materials (Basel)*. 2015 Sep 10;8(9):6018-6028. <https://doi.org/10.3390/ma8095288> PMID: 28793548.
- 16 Стафеев А.А., Хижук А.А., Касенов Р.Ш., Отмахов А.А. Анализ гидролитической сопротивляемости материалов зубных протезов. *Актуальные вопросы стоматологии : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной основателю кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессору Исааку Михайловичу Оксману (Казань, 15 февраля 2020 года)*. Казань: Казанский государственный медицинский университет; 2020:400-403. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42707826&ysclid=lsw6eyxe6a174837506> (дата обращения: 20.02.2024). Stafeev AA, Khizhuk AA, Kasenov RSh, Otmakhov AA. Analiz gidroliticheskoy soprotivlyаемости materialov zubnykh protezov. *Aktual'nye voprosy stomatologii : Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy osnovatelyu kafedry ortopedicheskoy stomatologii KGMU professoru Isaaku Mikhaylovichu Oksmanu (Kazan', 15 fevralya 2020 goda)*. Kazan': Kazanskiy gosudarstvennyy meditsinskiy universitet; 2020:400-403. Accessed february 20, 2024. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42707826&ysclid=lsw6eyxe6a174837506> (In Russ).
- 17 Насонова Т.В., Здоркина М.О., Кошкин В.В. Микробная адгезия и формирование биопленки на поверхности провизорных коронок. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2022;12(7):176. Nasonova TV, Zdorkina MO, Koshkin VV. Mikrobnaya adgeziya i formirovanie bio-plenki na poverkhnosti provizornykh koronok. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2022;12(7):176. (In Russ).
- 18 Гонтарев С.Н., Гонтарева И.С., Булгакова Д.Х., Можайтина Ю.И., Пунько Д.С., Мустафа Я. Особенности лечения слизистой оболочки полости рта при вирусной инфекции с использованием фитопрепаратов (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий*. 2023;3:1-8. <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2023-3/1-8.pdf> (дата обращения: 20.02.2024). <https://doi.org/10.24412/2075-4094-2023-3-1-8> Gontarev SN, Gontareva IS, Bulgakova DH, Mozhaitina YI, Punko DS, Moustafa Y. Treatment of the mucosa of the oral cavity in virus infection with the use of phytopredictions (literature review). *Journal of new medical technologies, eEdition*. 2023;3:1-8. Accessed february 20, 2024. <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2023-3/1-8.pdf> (In Russ).
- 19 Li X, Liu Y, Yang X, Li C, Song Z. The Oral Microbiota: Community Composition, Influencing Factors, Pathogenesis, and Interventions. *Front Microbiol*. 2022 Apr 29;13:895537. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.895537> PMID: 35572634.
- 20 Гайдарова Т.А. Микробный пейзаж полости рта при хроническом генерализованном пародонтите в зависимости от степени тяжести заболевания. *Актуальные проблемы стоматологии детского возраста : материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, (Иркутск, 03 декабря 2021 года)*. Иркутск: ИИЦХТ; 2021:72-80. <https://elibrary.ru/ukrrxf?ysclid=lsup9qmwvp18275414> (дата обращения: 20.02.2024). Gaydarova TA. Mikrobnyy peyzazh polosti rta pri khronicheskom generalizovannom parodontite v zavisimosti ot stepeni tyazhesti zabolevaniya. *Aktual'nye problemy stomatologii detskogo vozrasta : Materialy VII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, (Irkutsk, 03 dekabrya 2021 goda)*. Irkutsk: INTskhT; 2021:72-80. Accessed february 20, 2024. <https://elibrary.ru/ukrrxf?ysclid=lsup9qmwvp18275414> (In Russ).
- 21 Варакина А.С., Варакина Ж.Л. Изменение состава слюны при заболеваниях челюстно-лицевой области. *Лучшая студенческая статья 2020 : Сборник статей II Международного научно-исследовательского конкурса*. Часть 4. Петрозаводск : Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.); 2020:68-77. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44420939> (дата обращения: 20.02.2024). Varakina AS, Varakina ZhL. Izmenenie sostava slyuny pri zabolevaniyakh chelyustno-litsevoy oblasti. *Luchshaya studentcheskaya stat'ya 2020 : Sbornik statey II Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa*. Chast' 4. Petrozavodsk : Mezhdunarodnyy tsentr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka» (IP Ivanovskaya I.I.); 2020:68-77. Accessed february 20, 2024. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44420939> (In Russ).

- 22 Jiang Y, Brandt BW, Buijs MJ, Cheng L, Exterkate RAM, Crielaard W, et al. Manipulation of Saliva-Derived Microcosm Biofilms to Resemble Dysbiotic Subgingival Microbiota. *Appl Environ Microbiol*. 2021 Jan 15;87(3):e02371-20. <https://doi.org/10.1128/AEM.02371-20> PMID: 33158898; PMCID: PMC7848911.
- 23 Ren J, Du Z, Lin J, Chen Z, Feng X. Two Mixed-ligand Coordination Polymers: Treatment Activity on Acute Oral Mucositis during Orthodontic Process by Reducing Inflammatory Response. *J Oleo Sci*. 2020;69(9):1051-1059. <https://doi.org/10.5650/jos.ess20087> PMID: 32879196.
- 24 Ворожко А.А. Новое поколение стоматологических материалов в клинике ортопедической стоматологии. *Вестник стоматологии*. 2014;1(86):98-101. Vorozhko A.A. New generation of dental materials in clinic of prosthetic stomatology. *Vestnik stomatologii*. 2014;1(86):98-101. (In Russ).
- 25 Hassan R, Aslam Khan MU, Abdullah AM, Abd Razak SI. A Review on Current Trends of Polymers in Orthodontics: BPA-Free and Smart Materials. *Polymers (Basel)*. 2021 Apr 27;13(9):1409. <https://doi.org/10.3390/polym13091409> PMID: 33925332.
- 26 Warreth A, Elkareimi Y. All-ceramic restorations: A review of the literature. *Saudi Dent J*. 2020 Dec;32(8):365-372. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2020.05.004> PMID: 34588757.
- 27 Vaiani L, Boccaccio A, Uva AE, Palumbo G, Piccininni A, Guglielmi P, et al. Ceramic Materials for Biomedical Applications: An Overview on Properties and Fabrication Processes. *J Funct Biomater*. 2023 Mar 4;14(3):146. <https://doi.org/10.3390/jfb14030146> PMID: 36976070.
- 28 Трезубов В.Н., Мишнев Л.М., Трезубов В.В. Ортопедическая стоматология. Прикладное материаловедение: учебник для студентов. 7-е изд. Москва : МЕДпресс-информ; 2017. Trezubov VN, Mishnev LM, Trezubov VV. Ortopedicheskaya stomatologiya. Prikladnoe materialovedenie: uchebnik dlya studentov. 7rd ed. Moskva : MEDpress-inform; 2017. (In Russ).
- 29 Srimanepong V, Heboyan A, Zafar MS, Khurshid Z, Marya A, Fernandes GVO, et al. Fixed Prosthetic Restorations and Periodontal Health: A Narrative Review. *J Funct Biomater*. 2022 Feb 1;13(1):15. <https://doi.org/10.3390/jfb13010015> PMID: 35225978.
- 30 Казарина Л.Н., Гущина О.О., Гулян У.Г., Серхель Е.В. Современные аспекты непереносимости металлических ортопедических конструкций. В кн.: Ред. Никитенко В.В., Железняк В.А. Теоретические и практические вопросы клинической стоматологии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова; 2021:82-86. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47128495> (дата обращения: 20.02.2024). Kazarina LN, Gushchina OO, Gulyan UG, Serkhel' EV. Sovremennye aspekty neperenosimosti metallicheskih ortopedicheskikh konstruktсий. In: Ed. Nikitenko VV, Zheleznyaka VA. Teoreticheskie i prakticheskie voprosy klinicheskoy stomatologii. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sankt-Peterburg: Voenno-meditsinskaya akademiya imeni SM Kirova; 2021:82-86. Accessed february 20, 2024. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47128495> (In Russ).
- 31 Дубова Л.В., Манин О.И., Рудакова А.М., Манина Е.И. Сравнительная оценка индивидуального подбора благородных и неблагородных сплавов, используемых для изготовления зубных протезов, у лиц с отягощенным аллергоанамнезом разных возрастных категорий. Актуальные вопросы стоматологии : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной основателю кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессору Исааку Михайловичу Оксману. Казань: Казанский государственный медицинский университет; 2020:153-158. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42707771&ysclid=lsw2jiauln958110360> (дата обращения: 20.02.2024). Dubova LV, Manin OI, Rudakova AM, Manina EI. Sravnitel'naya otsenka individual'nogo podbora blagorodnykh i neblagorodnykh splavov, ispol'zuyushchikhsya dlya izgotovleniya zubnykh protezov, u lits s otyagoshchennym allergeoanamezom raznykh vozrastnykh kategori. Aktual'nye voprosy stomatologii: Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy osnovatelyu kafedry ortopedicheskoy stomatologii KGMU professoru Isaaku Mikhaylovichu Oksmanu. Kazan': Kazanskiy gosudarstvennyy meditsinskiy universitet; 2020:153-158. Accessed february 20, 2024. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42707771&ysclid=lsw2jiauln958110360> (In Russ).
- 32 Казарина Л.Н., Серхель Е.В., Казарин А.С. Индивидуальный подбор материала дентальных протезов при ортопедической реабилитации пациентов. Современные проблемы науки и образования. 2018;2:67. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27562> (дата обращения: 20.02.2024). Kazarina LN, Serkhel EV, Kazarin AS. Individual selection of materials of dental prostheses in the rehabilitation of orthopedic patients. Modern problems of science and education 2018;2:67. Accessed february 20, 2024. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27562> (In Russ).
- 33 Казарина Л.Н., Серхель Е.В., Пурсанова А.Е. Влияние иммунокорригирующей терапии на ионный и цитокиновый профиль ротовой жидкости пациентов. Здоровье и образование в 21 веке. 2017;19(10):94-96. Kazarina LN, Sercheli EV, Pursanova AE. The effect of immunocorrecting therapy on the ion and the cytokine profile in oral fluid of patients with intolerance to metal alloys in the oral cavity. Health and Education Millennium. 2017;19(10):94-96. (In Russ).
- 34 Царев В.Н., Давыдова М.М., Николаева Е.Н., Плахтий Л.Я. Методы микробиологического исследования, применяемые в стоматологии. В кн.: Ред. проф. Царева Н.В. Микробиология, вирусология иммунология полости рта. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2019. Tsarev VN, Davydova MM, Nikolaeva EN, Plakhtiy LYa. Methods of microbiological research used in dentistry. In: Ed. prof. Tsarova VN. Mikrobiologiya, virusologiya immunologiya polosti rta. Moskva: GEOTAR-Media; 2019. (In Russ).
- 35 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-кафедра. Стоматологическое образование*. 2016;55:30-34. Arutyunov S, Afanasyeva V, Kovalskaya T, Didenko L, Tsarev V, Ippolitov E. Features of microbic biodestruction of dentures polymeric bases in the cold polymerization plastic repair zone. *Cathedra - Kafedra. Dental education*. 2016;55:30-34. (In Russ).
- 36 Арутюнов А.С., Царёва Т.В., Киракосян Л.Г., Левченко И.М. Особенности и значение адгезии бактерий и грибов полости рта как этапа формирования микробной биопленки на стоматологических полимерных материалах. *Стоматология*. 2020;99(2):79-84. Arutyunov AS, Tsareva TV, Kirakosyan LG, Levchenko IM. Features and significance of adhesion of bacteria and fungi of the oral cavity as the initial stage of the formation of a microbial biofilm on dental polymer materials. *Stomatologiya*. 2020;99(2):79-84. <https://doi.org/10.17116/stomat20209902179> (In Russ).
- 37 Стафеев А.А., Зиновьев Г.И. Биопленка на границе конструкционный материал - фиксирующий материал - ткань зуба. *Институт стоматологии*. 2012;2(55):76-77. Stafeyev AA, Zinoyev GI. Biofilm on the border of the tooth structure - fi xing material (cement) - constructive material. *The Dental Institute*. 2012;2(55):76-77. (In Russ).
- 38 Сергеев Ю.А., Гагарина М.Ю. Особенность адгезии микрофлоры полости рта к материалам полного съемного протеза. *Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»*. 2020;1:60-63. Sergeev IA, Gagarina MI. Feature of adhesion of the oral microflora to the materials of a complete removable prosthesis. *International Journal of Applied Science and Technology «Integral»*. 2020;1:60-63. (In Russ).
- 39 Noble CMG, König B, Pütz N, Hannig M. Hydroxyapatite-Based Solution as Adjunct Treatment for Biofilm Management: An In Situ Study. *Nanomaterials (Basel)*. 2021 Sep 21;11(9):2452. <https://doi.org/10.3390/nano11092452> PMID: 34578769.

- 40 Alarcón-Sánchez MA, Heboyan A, Fernandes GVO, Castro-Alarcón N, Romero-Castro NS. Potential Impact of Prosthetic Biomaterials on the Periodontium: A Comprehensive Review. *Molecules*. 2023 Jan 20;28(3):1075. <https://doi.org/10.3390/molecules28031075> PMID: 36770741.
- 41 Frasheri I, Aumer K, Keßler A, Miosge N, Folwaczny M. Effects of resin materials dedicated for additive manufacturing of temporary dental restorations on human gingival keratinocytes. *J Esthet Restor Dent*. 2022 Oct;34(7):1105-1112. <https://doi.org/10.1111/jerd.12938> PMID: 35731110.
- 42 Folwaczny M, Ahantab R, Kessler A, Ern C, Frasheri I. Cytotoxicity of 3D printed resin materials for temporary restorations on human periodontal ligament (PDL-hTERT) cells. *Dent Mater*. 2023 May;39(5):529-537. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.04.003> PMID: 37055304.
- 43 Wuerschling SN, Hickel R, Edelhoff D, Kollmuss M. Initial biocompatibility of novel resins for 3D printed fixed dental prostheses. *Dent Mater*. 2022 Oct;38(10):1587-1597. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.08.001> PMID: 36008188.
- 44 Зудин П.С., Цаликова Н.А., Митронин В.А., Чунихин А.А., Фокина Т.Ю., Белозерова Н.Н. и др. Анализ адгезии микроорганизмов к современным базисным материалам в ортопедической стоматологии. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2018;25(6):96-99. Zudin PS, Tsalikova NA, Mitronin VA, Chunikhin AA, Fokina TY, Belozeroва NN, et al. Analysis of the adhesion of microorganisms to modern basic materials in prosthetic dentistry. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2018;25(6):96-99. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2018-25-6-96-99> (In Russ).
- 45 Larijani M, Zareshahrabadi Z, Alhavaz A, Hajipour R, Ranjbaran A, Giti R, et al. Evaluation of Candida albicans biofilm formation on conventional and computer-aided-design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) denture base materials. *Curr Med Mycol*. 2022 Sep;8(3):23-29. <https://doi.org/10.18502/cmm.8.3.11208> PMID: 37051555.
- 46 Хавкин А.И., Ипполитов Ю.А., Алешина Е.О., Комарова О.Н. Микробиота и болезни полости рта. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2015;118(6):78-81. Khavkin AI, Ippolitov YA, Aleshina EO, Komarova ON. Microflora and oral disease. *Eksperimental'naya i Klinicheskaya Gastroenterologiya*. 2015;118(6):78-81. (In Russ).
- 47 Хавкин А.И., Ипполитов Ю.А., Алешина Е.О., Комарова О.Н. Микробиота полости рта: фактор защиты или патогенности? *Вопросы практической педиатрии*. 2015;10(4):49-54. Khavkin AI, Ippolitov YuA, Aleshina EO, Komarova ON. Microbiota of the oral cavity: a factor of defence or pathogenicity. *Clinical practice in pediatrics* 2015;10(4):49-54. (In Russ).
- 48 Лукичев М.М., Ермолаева Л.А. Современные представления о роли микрофлоры в патогенезе заболеваний пародонта. *Институт стоматологии*. 2018;1(78):92-94. Lukichev MM, Ermolaeva LA. Modern ideas about the role of microflora in pathogenesis of periodontal disease. *The dental institute*. 2018;1(78):92-94. (In Russ).
- 49 Еноктаева О.В., Николенко М.В., Трушников Д.Ю., Барышникова Н.В., Соловьева С.В. Механизм формирования биопленок грибов рода Candida при кандидозной инфекции (обзор литературы). *Проблемы медицинской микологии*. 2021;23(4):3-8. Enoktaeva OV, Nikolenko MV, Trushnikov DYU, Baryshnikova NV, Solovieva SV. Fungal biofilms formation mechanism of the genus Candida fungi in candida infection (literature review). *Problemy meditsinskoy mikologii*. 2021;23(4):3-8. (In Russ).
- 50 Степанова Т.Ю., Тимофеева А.В. Микробиом ротовой полости человека. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;5:308. <https://elibrary.ru/item.asp?id=27181931&ysclid=ls7t8aff238543665> (дата обращения: 20.02.2024). Stepanova TY, Timofeeva AV. Oral human microbiome. *Modern problems of science and education*. 2016;5:308. Accessed february 20, 2024. <https://elibrary.ru/item.asp?id=27181931&ysclid=ls7t8aff238543665> (In Russ).

Авторская справка**Карташов Владислав Владимирович**

Аспирант кафедры ортопедической стоматологии, Самарский государственный медицинский университет.

Вклад автора: сбор и анализ литературных данных.

Author's reference**Kartashov Vladislav Vladimirovich**

Postgraduate student of the Department of Orthopedic Dentistry, Samara State Medical University.

Author's contribution: collection and analysis of literary data.