

DOI: 10.37988/1811-153X_2023_4_172

[С.В. Апресян](#)¹,

д.м.н., профессор кафедры ортопедической стоматологии, директор Института цифровой стоматологии

[А.Г. Степанов](#)¹,

д.м.н., доцент, зав. кафедрой стоматологии, профессор Института цифровой стоматологии

[О.А. Гизингер](#)¹,

д.б.н., профессор кафедры микробиологии

[А.И. Игумнов](#)¹,

стоматолог, соискатель Института цифровой стоматологии

[И.В. Вельмакина](#)²,

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии

[К.Э. Горянова](#)¹,

к.м.н., стоматолог, соискатель Института цифровой стоматологии

[О.О. Московец](#)¹,

к.м.н., соискатель Института цифровой стоматологии

¹ РУДН, 117198, г. Москва, Россия² Приволжский исследовательский медицинский университет, 603005, Нижний Новгород, Россия

Оценка микробиологической эффективности гигиенических средств для ухода за лицевыми протезами

Реферат. На сегодняшний день нуждаемость пациентов в ортопедическом стоматологическом лечении врожденных и приобретенных дефектов и деформаций челюстно-лицевой области по-прежнему велика. Сегодня для создания эпитезов лица широко используются цифровые технологии, в том числе 3D-печать. Однако до недавнего времени спектр препаратов по уходу за протезами ограничивался только традиционными зубными протезами для полости рта, что побудило к разработке специальных гигиенических средств. **Цель** — определить адгезию патогенной микрофлоры полости рта к конструкционному материалу, используемому в технологии производства лицевых протезов методом объемной печати, после обработки гигиеническими средствами по их уходу. **Материалы и методы.** Оценивали адгезию штаммов микроорганизмов *Escherichia coli* (ATCC 25982), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Candida albicans* (ATCC 10231) и *Streptococcus mutans* (3003) к образцам конструкционного материала, изготовленным на 3D-принтере без обработки и после 2-минутной обработки очищающей пенкой и спреем. **Результаты.** Все изучаемые условно-патогенные микроорганизмы обладали низкой адгезивной активностью по отношению к конструкционному материалу для эпитезов лица, изготовленных методом 3D-печати. После их обработки гигиенической пенкой отмечался нулевой индекс адгезии ($p < 0,05$). При обработке поверхности образцов несмываемым гигиеническим спреем в течение 2 минут адгезия *S. mutans* к материалу снизилась на 25%, *S. aureus* — на 8,91%, *C. albicans* — на 100%, а адгезия *E. coli* увеличилась на 26,6% в сравнении с образцами без дополнительной обработки. **Заключение.** Изученные гигиенические средства в виде пенки и спрея для ухода за эпитезами лица, изготовленными методом 3D-печати, эффективны в отношении условно-патогенных микроорганизмов *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* и *Streptococcus mutans* и достоверно снижают индекс адгезии к поверхности конструкционного материала.

Ключевые слова: пенка очищающая для лицевых протезов, спрей очищающий для лицевых протезов, средства гигиены, эпитезы лица, адгезия микроорганизмов

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Апресян С.В., Степанов А.Г., Гизингер О.А., Игумнов А.И., Вельмакина И.В., Горянова К.Э., Московец О.О. Оценка микробиологической эффективности гигиенических средств для ухода за лицевыми протезами. — *Клиническая стоматология*. — 2023; 26 (4): 172—177. DOI: 10.37988/1811-153X_2023_4_172

[S.V. Apresyan](#)¹,

PhD in Medical Sciences, full professor of the Prosthodontics Department, director of the Institute of Digital Dentistry

[A.G. Stepanov](#)¹,

PhD in Medical Sciences, full professor of the Dentistry Department, professor of the Institute of Digital Dentistry

[O.A. Giesinger](#)¹,

PhD in Biological Sciences, professor of the Microbiology Department

[A.I. Igumnov](#)¹,

dentist, PhD candidate at the Institute of Digital Dentistry

[I.V. Velmakina](#)²,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Prosthodontics and orthodontics Department

Evaluation of the microbiological effectiveness of a hygienic means for the care of facial prostheses

Abstract. To date, the need for patients in orthopedic dental treatment of congenital and acquired defects and deformities of the maxillofacial region is still high. Today, digital technologies are widely used to create facial epithets, including additive 3D printing technologies with new construction materials. However, until recently, the range of prosthetic care products was limited only to traditional dental prostheses for the oral cavity, which prompted the development of special hygiene products. **Aim:** to determine the adhesion of the pathogenic microflora of the oral cavity to the structural material used in the production technology of facial prostheses by volumetric printing, after treatment with hygienic means for their care. **Materials and methods.** The evaluation of the microbiological effectiveness of the proposed compositions of hygiene products was carried out in an experiment. The adhesion of strains of microorganisms *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Streptococcus mutans* to structural material samples

[K.E. Goryainova](#)¹,

PhD in Medical Sciences, dentist, candidate
at the Institute of Digital Dentistry

[O.O. Moskovets](#)¹,

PhD in Medical Sciences, candidate
at the Institute of Digital Dentistry

¹ RUDN University,
117198, Moscow, Russia

² Privolzhsky Research Medical University,
603005, Nizhniy Novgorod, Russia

made on a 3D printer by volumetric printing without treatment with cleansing foam and spray and after treatment for two minutes was evaluated. **Results.** The results of the study showed that all the studied conditionally pathogenic microorganisms have low adhesive activity in relation to the structural material for facial epitheses made by 3D volumetric printing, and after processing the samples with hygienic foam, a zero adhesion index was noted ($p < 0.05$). When treating the surface of the samples with an indelible hygienic spray for 2 minutes, the adhesion of *S. mutans* to the material decreased by 25%, *S. aureus* — by 8.91%, *C. albicans* — by 100%, and the adhesion of *E. coli* increased by 26.6% compared to samples without additional treatment. **Conclusions.** The studied hygiene products in the form of foam and spray for the care of facial epitheses made by 3D volumetric printing are effective against opportunistic microorganisms *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* and *Streptococcus mutans* significantly reduce their adhesion index to the surface of the material.

Key words: cleansing foam for facial prostheses, cleansing spray for facial prostheses, hygiene products, facial epithets, adhesion of microorganisms

FOR CITATION:

Apresyan S.V., Stepanov A.G., Giesinger O.A., Igumnov A.I., Velmakina I.V., Goryainova K.E., Moskovets O.O. Evaluation of the microbiological effectiveness of a hygienic means for the care of facial prostheses. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2023; 26 (4): 172—177 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2023_4_172

ВВЕДЕНИЕ

Качественное ортопедическое лечение пациентов с дефектами и деформациями челюстно-лицевой области (ЧЛО) — это сложная задача, требующая высокого художественного и технического мастерства, хороших мануальных навыков врача и зубного техника, глубоких теоретических знаний медицинского персонала, наличия высокотехнологичного современного оборудования и конструкционных материалов, а также междисциплинарного комплексного подхода с участием смежных специалистов [1]. По данным статистических исследований, распространенность подобных дефектов врожденного и приобретенного генеза остается довольно высокой, что обусловлено бытовым, уличным, спортивным травматизмом, дорожно-транспортными происшествиями, оперативными вмешательствами по поводу доброкачественных и злокачественных новообразований челюстно-лицевой области, участием в локальных вооруженных конфликтах и т.д.

Ежегодно в мире злокачественные новообразования диагностируются более чем у 10 млн человек, в России ежегодная заболеваемость составляет приблизительно 500 тыс. человек, на диспансерном учете по поводу новообразований злокачественного характера находится около 3 млн пациентов (~2% населения). Злокачественные опухоли области головы и шеи (не считая опухолей головного и спинного мозга) в общей структуре онкологической заболеваемости составляют 20—25%. Таким образом, около 125 тыс. человек ежегодно нуждаются в изготовлении челюстных и лицевых протезов только для восстановления послеоперационных дефектов онкологического генеза, не говоря уже о пациентах с посттравматическими дефектами лица [2, 3].

Необходимость ортопедического лечения обусловлена сложностью или невозможностью проведения

реконструктивных операций по восстановлению утраченных и деформированных структур ЧЛО, восстановлению функций жевания, речи, дыхания, внешнего вида пациента [4]. На сегодняшний день изготовление экзопротезов (эпитезов) лица осуществляется как традиционным методом с помощью акриловых пластмасс, так и с применением цифровых аддитивных технологий 3D-печати готовых протезов или их прототипов из фотоплимерных материалов [5—9]. Подобные протезы в первую очередь изготавливают при дефектах ушной раковины, носа, скуло-орбитального комплекса [10]. Фиксация эпитезов может осуществляться химически (с помощью адгезивных составов) или механически (с помощью экстраоральных имплантов, магнитов, очковой оправы) [1].

На срок службы протеза будут влиять его конструкционный материал, способ фиксации и характер гигиенического ухода. Материалы, используемые для челюстно-лицевого протезирования, напрямую контактирующие с раневой поверхностью, с кожей, слизистыми оболочками полости рта и дыхательных путей должны отвечать следующим требованиям: быть биосовместимыми, биоинертными, легкими в использовании, напоминать структуру кожных покровов, окрашиваться медицинскими красителями, быть устойчивыми к трению, иметь низкую теплопроводность, не иметь запаха, не впитывать воду [11]. К недостаткам традиционных пластмасс горячей и холодной полимеризации относятся наличие остаточного мономера, пористость, плохая полируемость поверхности. Перечисленные причины могут способствовать возникновению аллергических реакций, микробной колонизации, появлению воспалительных изменений тканей протезного ложа.

Физико-химические свойства медицинского силикона для эпитезов лица зависят от вида и молекулярной

массы полимеров, длины полимерных цепей и количества поперечных связей между ними. В состав медицинского силикона входят полимеры на основе диметилсилоксана, наполнители в виде оксида кремния и катализатор полимеризации — платина. Как правило, силиконы имеют низкую вязкость, высокую химическую и термостабильность, устойчивы к ультрафиолету, эластичны, имеют мягкую консистенцию и прочные на разрыв [12]. Ввиду пористой структуры при отсутствии тщательного гигиенического ухода может происходить формирование микробных биопленок на поверхности материала, изменение его цвета и формы, преждевременное старение, что снижает срок службы [13]. Срок службы эпитезов лица составляет в среднем 1 год, при должном уходе — до 2-х лет [14]. Микробная и грибковая колонизация чаще всего встречаются в области контакта протеза с верхними дыхательными путями, где поддерживается теплая и влажная среда, причем рост патогенной и условно-патогенной флоры отмечается как на участках, непосредственно прилегающих к протезу, так и в околопротезной области [15].

Биопленкообразование патогенных и условно-патогенных микроорганизмов на поверхности лицевых протезов играет важную роль в развитии осложнений воспалительного генеза, активации нейтрофильных гранулоцитов, выработке провоспалительных цитокинов, увеличении количества нейтрофильных внеклеточных ловушек [16].

Ведущим механизмом формирования биопленки является адгезия. Адгезия микроорганизмов к различным поверхностям обусловлена рядом химических и физических факторов, в том числе коэффициентом поверхностного натяжения. Чем выше данный коэффициент, тем выше адгезия микроорганизмов и склонность к формированию микробных биопленок. Имеющиеся на рынке средства для гигиенического ухода за протезами в большинстве своем предназначены для очистки поверхности съёмных зубных протезов, в то время как у эпитезов лица именно эта область остается без должного гигиенического внимания [17].

Необходимость разработки особых гигиенических средств для ухода за эпитезами обусловлена, во-первых, свойствами материала для их изготовления (медицинский силикон), во-вторых, способами фиксации, в-третьих, анатомическими особенностями зоны дефекта. Для решения обозначенной проблемы сотрудниками института цифровой стоматологии РУДН были разработаны специальные гигиенические средства по уходу за лицевыми протезами, микробиологическим характеристикам которых и посвящена представленная статья [18, 19]. Состав предложенных композиций для очистки поверхности лицевых протезов обусловлен их физико-химической природой.

Цель — определить адгезию патогенной микрофлоры полости рта к конструкционному материалу, используемому для производства лицевых протезов методом объемной печати, после обработки гигиеническими средствами по их уходу.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучали адгезивную активность к образцам конструкционного материала условно-патогенных микроорганизмов *Escherichia coli* (ATCC 25982), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Candida albicans* (ATCC 10231) и *Streptococcus mutans* (3003). Выбор бактериальных моделей связан с преобладающим присутствием данных микроорганизмов в ротовой полости. Культуры бактерий были взяты из библиотеки штаммов кафедры микробиологии Медицинского института РУДН.

Методом 3D-печати изготовили 30 силиконовых покрашенных образцов в форме дисков диаметром 5 мм и толщиной 0,5 мм. После этого образцы выдерживали в 98%-ном этиловом спирте в течение 5 минут и затем высушивали на воздухе. Окончательную полимеризацию образцов проводили в бескислородной среде в глицериновом геле в полимеризационной печи в течение 30 минут. Все образцы были разделены на 3 равные группы:

- I — без обработки очищающим средством;
- II — с обработкой специальной пенкой П-01-01 [18] в течение 2 минут;
- III — с обработкой несмываемым гигиеническим спреем П-02-01 [19] в течение 2 минут.

Бактериальную тест-культуру объемом 100 мкл размораживали, вносили в сердечно-мозговой бульон M210 (Himedia, Индия) объемом 10 мл и культивировали 24 часа при температуре 37°C. После чего бульонную культуру центрифугировали в течение 25 минут при 2400 об/мин. Из полученного микробного осадка в физиологическом растворе готовили бактериальную суспензию для посева мутностью 0,5 по Макфарланду (~1,5–3,0·10⁸ КОЕ/мл). Далее внесением 1 мл стандартизированной бактериальной взвеси к 9 мл сердечно-мозгового бульона, доводили концентрацию бактериальной суспензии до 10⁷ КОЕ/мл.

Для исследования использовали смесь микробных культур в соотношении 1:1:1:1, по 2,5 мл стандартизированной бульонной взвеси с концентрацией микроорганизмов 10⁷ КОЕ/мл. Для оценки остаточной адгезии микроорганизмов применяли модифицированную методику М.М. Давыдова и соавт. (2013). Изготовленные полимерные образцы на 40 минут помещали в чашку Петри с 10 мл описанной взвеси микробных культур при +37°C. Затем в течение 5 минут образец отмывали в ультразвуковой ванне (40 кГц, 240 Вт) с 0,9%-ным раствором хлорида натрия для удаления механически осевших микробных клеток, которые не вступили в физико-химический процесс адгезии. Далее осуществляли контакт с поверхностью питательной среды по 6 раз с каждой стороны образца. Полученные отпечатки, содержащие микроорганизмы, культивировали 24 часа при температуре 37°C, затем подсчитывали количество микробных колоний. На образцы из II и III группы после отмывания на 2 минуты наносили антибактериальную пенку (П-01-01) или спрей (П-02-01) соответственно.

Расчет остаточной адгезии (в %) проводили по формуле, предложенной М.М. Давыдовым и соавт. (2013):

$$I_{ad} = 100 \cdot \lg X / \lg Y,$$

где X — число адсорбированных микроорганизмов, Y — количество микроорганизмов в исходной бактериальной взвеси, в которой находился образец в течение 40 минут.

При статистической обработке результатов использовали критерий Манна—Уитни с учетом средней величины, ошибки и количества наблюдений. Различия при $p \leq 0,05$ считали достоверными.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Все изучаемые условно-патогенные микроорганизмы обладали низкой адгезивной активностью к конструкционному материалу, используемому для эпитезов лица. Наибольшие показатели адгезии наблюдались у *S. aureus* — $I_{ad} = 28,1\%$, хотя это значения тоже характеризуется как низкий уровень адгезии (см. таблицу).

Показатели адгезии

Adhesion indices

Микроорганизм	I группа (без обработки)		II группа (после обработки пенкой)		III группа (после обработки спреем)	
	КОЕ	Индекс адгезии	КОЕ	Индекс адгезии	КОЕ	Индекс адгезии
<i>E. coli</i>	3	6,8	0	0	4	8,6
<i>S. aureus</i>	120	29,7	1	0	81	27,3
<i>C. albicans</i>	11	14,9	0	0	0	—
<i>S. mutans</i>	74	26,7	0	0	25	20,0

Примечание. Все межгрупповые различия статистически достоверно значимы ($p < 0,05$ по критерию Манна—Уитни).

Во II группе совместной инкубации материала для протезирования в смеси культур в течение 40 минут были получены свидетельства отсутствия патогенных микроорганизмов ($I_{ad} = 0$). При сравнении с I группой вычисленное эмпирическое значение U -критерия Манна—Уитни во всех случаях было меньше критического показателя ($U_{кр} = 23$): *E. coli* — 5, *S. aureus* — 0, *C. albicans* — 10, *S. mutans* — 0 ($p < 0,05$).

В III группе адгезия *S. mutans* к материалу снизилась на 25%, *S. aureus* — на 8,9%, *C. albicans* — на 100%, а адгезия *E. coli* увеличилась на 26,6% в сравнении с образцами

без дополнительной обработки. Вычисленное эмпирическое значение U -критерия во всех случаях также было меньше $U_{кр} = 23$: *E. coli* — 0, *S. aureus* — 0, *C. albicans* — 10, *S. mutans* — 0 ($p < 0,05$). Высокий коэффициент адгезии объясняется тем, что *S. aureus* является одним из самых распространенных условно-патогенных микроорганизмов, локализующихся на кожных покровах и слизистых оболочках верхних дыхательных путей [20], что может быть одной из причин его большей контаминации к изучаемому в эксперименте конструкционному материалу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время не подвергается сомнению важность гигиенического ухода за лицевыми протезами в качестве средства, снижающего микробную обсемененность полимерных материалов, из которых эти процессы изготовлены. Очищающая пенка для гигиенического ухода за поверхностью лицевых эпитезов показала высокую активность в отношении адгезии штаммов условно-патогенных микроорганизмов *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Streptococcus mutans*. Индекс адгезии данных микроорганизмов к образцам конструкционного материала после обработки предложенным составом был равен нулю, что говорит о высокой антимикробной активности состава пенки. Антибактериальный спрей для обработки поверхности эпитезов также показал высокую эффективность в отношении адгезии *Streptococcus mutans*, *Candida albicans*. Эффективность данного средства в отношении микробной колонизации *Staphylococcus aureus* ниже, а адгезия *Escherichia coli* увеличилась. Однако степень адгезии характеризуется как низкая. Полученные данные позволяют рекомендовать спрей П-02-01 для ежедневного ухода за эпитезами лица, а пенку П-01-01 — для периодического ухода.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 28.08.2023 **Принята в печать:** 09.11.2023

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.
Received: 28.08.2023 **Accepted:** 09.11.2023

ЛИТЕРАТУРА:

1. Арутюнов С.Д., Леонтьев В.К., Цимбалистов А.В., Дробышев А.Ю., Барденштейн Л.М., Харазян А.Э., Рапута А.С., Царев В.Н. Профессиональные риски хирургического и ортопедического лечения пациентов с приобретенными дефектами лица и челюстей (обзор литературы). — *Актуальные проблемы медицины*. — 2020; 2: 285—303. [eLibrary ID: 43950370](#)
2. Крохмаль С.В., Карпов А.С., Раевская А.И., Калоев А.Д., Апагуни А.Э., Шевченко П.П. Факторы, приводящие

REFERENCES:

1. Arutyunov S.D., Leontiev V.K., Tsimbalistov A.V., Drobyshev A.Yu., Bardenshtein L.M., Kharazyan A.E., Raputa A.C., Tsarev V.N. Occupational risks in the rehabilitation of patients with acquired defects of the face and jaw (review of literature). *Challenges in Modern Medicine*. 2020; 2: 285—303 (In Russian). [eLibrary ID: 43950370](#)
2. Krokmal S.V., Karpov A.S., Raevskaya A.I., Kaloev A.D., Apaguni A.E., Shevchenko P.P. Factors leading to the occurrence

- к возникновению челюстно-лицевой травмы и к ее осложнениям. — *Современные проблемы науки и образования*. — 2020; 5: 146. [eLibrary ID: 44170954](#)
3. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2016 году. — М.: МНИОИ им. П.А. Герцена, 2018. — С. 19—23.
 4. Gastaldi G., Palumbo L., Moreschi C., Gherlone E.F., Capparé P. Prosthetic management of patients with oro-maxillo-facial defects: a long-term follow-up retrospective study. — *Oral Implantol (Rome)*. — 2017; 10 (3): 276—282. [PMID: 29285330](#)
 5. Гребнев Г.А., Багненко А.С., Москвин Г.В. Аддитивные технологии в персонализированной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. — *Известия Российской военно-медицинской академии*. — 2019; 2: 20—24. [eLibrary ID: 42662148](#)
 6. Апресян С.В., Степанов А.Г., Антоник М.М. Комплексное цифровое планирование стоматологического лечения. — М: Mozartika, 2020. — С. 376—391.
 7. Апресян С.В., Степанов А.Г., Ретинская М.В., Суонио В.К. Разработка комплекса цифрового планирования стоматологического лечения и оценка его клинической эффективности. — *Российский стоматологический журнал*. — 2020; 3: 135—140. [eLibrary ID: 44005658](#)
 8. Апресян С.В., Степанов А.Г., Варданян Б.А. Цифровой протокол комплексного планирования стоматологического лечения. Анализ клинического случая. — *Стоматология*. — 2021; 3: 65—71. [eLibrary ID: 46222733](#)
 9. Апресян С.В., Суонио В.К., Степанов А.Г., Ковальская Т.В. Оценка функционального потенциала CAD-программ в комплексном цифровом планировании стоматологического лечения. — *Российский стоматологический журнал*. — 2020; 3: 131—134. [eLibrary ID: 44005657](#)
 10. Farook T.H., Jamayet N.B., Abdullah J.Y., Rajion Z.A., Alam M.K. A systematic review of the computerized tools and digital techniques applied to fabricate nasal, auricular, orbital and ocular prostheses for facial defect rehabilitation. — *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. — 2020; 121 (3): 268—277. [PMID: 31610244](#)
 11. Антонова И.Н., Калакуцкий Н.В., Веселова К.А., Калакуцкий И.Н., Громова Н.В. Характеристика протетических материалов для протезов лица (обзор). — *Институт стоматологии*. — 2019; 1 (82): 94—97. [eLibrary ID: 39154490](#)
 12. Artioli B.O., Kunkel M.E., Mestanza S.N. Feasibility study of a methodology using additive manufacture to produce silicone ear prostheses. — In: proceedings of the “World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering”, 2018. — Prague: Springer, 2019. — Pp. 211—215. [DOI: 10.1007/978-981-10-9023-3_38](#)
 13. Поляков Д.И., Царев В.Н., Ипполитов Е.В., Муслев С.А., Харрах Я.Н., Арутюнов С.Д. Клинико-микробиологические аспекты протетической реконструкции ушной раковины. — *Пародонтология*. — 2021; 4: 327—333. [eLibrary ID: 47596094](#)
 14. Mehta S., Nandeeshwar D.B. A spectrophotometric analysis of extraoral aging conditions on the color stability of maxillofacial silicone. — *J Indian Prosthodont Soc*. — 2017; 17 (4): 355—360. [PMID: 29249879](#)
 15. Ariani N., Vissink A., van Oort R.P., Kusdhany L., Djais A., Rahardjo T.B., van der Mei H.C., Krom B.P. Microbial biofilms on facial prostheses. — *Biofouling*. — 2012; 28 (6): 583—91. [PMID: 22703052](#)
 - of maxillofacial injury and its complications. *Modern Problems of Science and Education*. 2020; 5: 146 (In Russian). [eLibrary ID: 44170954](#)
 3. Kaprin A.D., Starinsky V.V., Petrova G.V. Malignant neoplasms in Russia in 2016. Moscow: P.A. Herzen Moscow State Medical Research Institute, 2018. P. 19—23 (In Russian).
 4. Gastaldi G., Palumbo L., Moreschi C., Gherlone E.F., Capparé P. Prosthetic management of patients with oro-maxillo-facial defects: a long-term follow-up retrospective study. *Oral Implantol (Rome)*. 2017; 10 (3): 276—282. [PMID: 29285330](#)
 5. Grebnev G.A., Bagnenko A.S., Moskvina G.V. Additive technologies in personalized dentistry and maxillofacial surgery. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2019; 2: 20—24 (In Russian). [eLibrary ID: 42662148](#)
 6. Apresyan S.V., Stepanov A.G., Antonik M.M. Integrated digital planning of dental treatment. Moscow: Mozartika, 2020. Pp. 376—391 (In Russian).
 7. Apresyan S.V., Stepanov A.G., Retinskaya M.V., Suonio V.K. Development of complex of digital planning of dental treatment and assessment of its clinical effectiveness. *Russian Journal of Dentistry*. 2020; 3: 135—140 (In Russian). [eLibrary ID: 44005658](#)
 8. Apresyan S.V., Stepanov A.G., Vardanyan B.A. Digital protocol for comprehensive planning of dental treatment. Clinical case analysis. *Stomatology*. 2021; 3: 65—71 (In Russian). [eLibrary ID: 46222733](#)
 9. Apresyan S.V., Suonio V.K., Stepanov A.G., Kovalskaya T.V. Evaluation of functional potential of CAD-programs in integrated digital planning of dental treatment. *Russian Journal of Dentistry*. 2020; 3: 131—134 (In Russian). [eLibrary ID: 44005657](#)
 10. Farook T.H., Jamayet N.B., Abdullah J.Y., Rajion Z.A., Alam M.K. A systematic review of the computerized tools and digital techniques applied to fabricate nasal, auricular, orbital and ocular prostheses for facial defect rehabilitation. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2020; 121 (3): 268—277. [PMID: 31610244](#)
 11. Antonova I.N., Kalakutskii N.V., Veselova K.A., Kalakutskii I.N., Gromova N.V. Properties of materials for craniofacial prostheses. *The Dental Institute*. 2019; 1 (82): 94—97 (In Russian). [eLibrary ID: 39154490](#)
 12. Artioli B.O., Kunkel M.E., Mestanza S.N. Feasibility study of a methodology using additive manufacture to produce silicone ear prostheses. In: proceedings of the “World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering”, 2018. Prague: Springer, 2019. Pp. 211—215. [DOI: 10.1007/978-981-10-9023-3_38](#)
 13. Polyakov D.I., Tsarev V.N., Ippolitov E.V., Muslov S.A., Kharaikh Y.N., Arutyunov S.D. Clinical and microbiological aspects of the auricle prosthetic reconstruction. *Parodontologiya*. 2021; 4: 327—333 (In Russian). [eLibrary ID: 47596094](#)
 14. Mehta S., Nandeeshwar D.B. A spectrophotometric analysis of extraoral aging conditions on the color stability of maxillofacial silicone. *J Indian Prosthodont Soc*. 2017; 17 (4): 355—360. [PMID: 29249879](#)
 15. Ariani N., Vissink A., van Oort R.P., Kusdhany L., Djais A., Rahardjo T.B., van der Mei H.C., Krom B.P. Microbial biofilms on facial prostheses. *Biofouling*. 2012; 28 (6): 583—91. [PMID: 22703052](#)

16. Шишкова Ю.С., Долгушин И.И., Колесников О.Л., Липская А.Д. Функциональный статус нейтрофилов при взаимодействии с микроорганизмами с разной степенью биопленкообразования, выделенными из ротовой полости лиц, использующих съемные стоматологические ортопедические конструкции. — *Российский иммунологический журнал*. — 2016; 3 (19): 370—372. [eLibrary ID: 32775005](#)
17. Фомина К.А., Полушкина Н.А., Чиркова Н.В., Картавецва Н.Г., Вечеркина Ж.В. Профилактические мероприятия по гигиеническому уходу за съемными конструкциями из термопластических полимеров (обзор литературы). — *Вестник новых медицинских технологий*. — 2017; 3: 211—216. [eLibrary ID: 30016400](#)
18. Апресян С.В., Степанов А.Г., Абрамов А.Ю., Матело С.К., Игумнов А.И., Апресян С.С. Пленка очищающая для обработки поверхности лицевых протезов. — Патент RU № 2800281, действ. с 19.07.2023.
19. Апресян С.В., Степанов А.Г., Абакаров С.И., Решетов И.В., Матело С.К., Игумнов А.И., Верховский А.Е. Композиция для ухода за лицевыми протезами. — Патент RU 2799937, действ. с 14.07.2023.
20. Штах А.Ф., Митрофанова Н.Н., Боярченко Е.М. Особенности физиологии микробных ассоциаций как мишень для эффективной этиотропной терапии (обзор литературы). — *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. — 2022; 4 (64): 125—143. [eLibrary ID: 50296788](#)
16. Shishkova Y.S., Dolgushin I.I., Kolesnikov O.L., Lipskaya A.D. The functional status of neutrophils during interaction with microorganisms with varying degrees of bioincubation. *Russian Journal of Immunology*. 2016; 3 (19): 370—372 (In Russian). [eLibrary ID: 32775005](#)
17. Fomina K.A., Polushkina N.A., Chirkova N.V., Kartavtseva N.G., Veчеркина Zh.V. Preventive measures hygienic care of removable dentures of thermoplastic polymers (literature report). *Journal of New Medical Technologies*. 2017; 3: 211—216 (In Russian). [eLibrary ID: 30016400](#)
18. Apresyan S.V., Stepanov A.G., Abramov A.Yu., Matelo S.K., Igumnov A.I., Apresyan S.S. Cleansing foam for surface treatment of facial prostheses. Patent RU No. 2800281, effective from 07/19/2023 (In Russian).
19. Apresyan S.V., Stepanov A.G., Abakarov S.I., Reshetov I.V., Matelo S.K., Igumnov A.I., Verkhovsky A.E. Composition for the care of facial prostheses. Patent RU 2799937, effective from 07/14/2023 (In Russian).
20. Shtakh A.F., Mitrofanova N.N., Boyarchenko E.M. Physiological features of the microbial association target for effective etiotropic therapy (literature review). *University Proceedings. Volga region. Medical sciences*. 2022; 4 (64): 125—143 (In Russian). [eLibrary ID: 50296788](#)