

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕСТНОГО ИММУНИТЕТА РТА У ПАЦИЕНТОВ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА В ПЕРИОД ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Солдатов В.С.¹, Малышев М.Е.^{2,3}, Солдатова Л.Н.^{1,4},
Иорданишвили А.К.⁵

¹ ООО «Альфа-Дент», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

³ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения РФ, Санкт-Петербург, Россия

⁵ ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова», Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Разработка простых и доступных для пациентов путей улучшения стоматологического здоровья в активном периоде ортодонтического лечения с применением несъемной дуговой аппаратуры (брекет-системы) является актуальной проблемой клинической стоматологии. Целью данного исследования явилось изучение влияния регулярного применения средств ухода за полостью рта у молодых людей, проходящих активный этап ортодонтического лечения с использованием несъемной дуговой аппаратуры, на мукозальный иммунитет. В исследовании приняли участие 39 (17 мужчин, 22 женщины) человек в возрасте от 18 до 28 лет, страдающие зубочелюстными аномалиями без сопутствующей соматической патологии, которые были разделены на 2 группы: группу сравнения (1-я) и основную (2-я). Пациенты 1-й группы, в которую вошли 16 человек (7 мужчин и 9 женщин), на протяжении всего исследования использовали ранее применяемые ими средства индивидуальной гигиены. Пациентам 2-й группы, которую составили 23 человека (10 мужчин и 13 женщин), было рекомендовано использовать новую отечественную низкоабразивную зубную пасту для чувствительных зубов с тройным механизмом защиты зубов и десен, содержащую в своем составе хлорофиллин меди в концентрации достаточной для ингибирования пародонтопатогенных бактерий, глицерофосфат кальция, суспензию гидроксиапатита кальция, хлорид калия, диоксид кремния, хлорид магния и ксилит (R.O.C.S. PRO SENSITIVE). Контрольную группу составили 15 человек (6 мужчин, 9 женщин) того же возраста без зубочелюстных аномалий и не нуждающихся в ортодонтическом лечении. Материалом исследования служила слюна пациентов. Оценивали содержание в слюне секреторного иммуноглобулина «А», а также некоторых провоспалительных и противовоспалительных цитокинов, концентрации которых определяли методом иммуноферментного анализа. По результатам исследования установлено, что у молодых пациентов на активном этапе ортодонтического лечения на брекет-системах отмечается неблагоприятная динамика по показателям секреторного иммуноглобулина

Адрес для переписки:

Солдатов Вениамин Сергеевич
ООО «Альфа-Дент»
190005, Россия, Санкт-Петербург,
ул. 5-я Красноармейская, 32.
Тел.: 8 (812) 575-91-66.
E-mail: solves5@yandex.ru

Address for correspondence:

Veniamin S. Soldatov
Alfa-Dent Clinics
32 5th Krasnoarmeyskaya St
Krasnoyarsk
190005 Russian Federation
Phone: +7 (812) 575-91-66.
E-mail: solves5@yandex.ru

Образец цитирования:

В.С. Солдатов, М.Е. Малышев, Л.Н. Солдатова, А.К. Иорданишвили «Динамика изменения показателей местного иммунитета рта у пациентов молодого возраста в период ортодонтического лечения» // Медицинская иммунология, 2025. Т. 27, № 3. С. 553-560.

doi: 10.15789/1563-0625-DOC-3183

© Солдатов В.С. и соавт., 2025

Эта статья распространяется по лицензии
Creative Commons Attribution 4.0

For citation:

V.S. Soldatov, M.E. Malyshev, L.N. Soldatova, A.K. Iordanishvili "Dynamics of changes in local immunity of the oral cavity among the young patients during orthodontic treatment", Medical Immunology (Russia)/Meditsinskaya Immunologiya, 2025, Vol. 27, no. 3, pp. 553-560.
doi: 10.15789/1563-0625-DOC-3183

© Soldatov V.S. et al., 2025

The article can be used under the Creative
Commons Attribution 4.0 License

DOI: 10.15789/1563-0625-DOC-3183

«А», концентраций провоспалительных и противовоспалительных цитокинов в слюнной жидкости. Применение рекомендуемого комплекса средств по уходу за зубами и полостью рта позволило через месяц оптимизировать мукозальный иммунитет и нормализовать баланс провоспалительных и противовоспалительных цитокинов, а также сохранить его на продолжительный срок в сложных случаях ортодонтического лечения. Для сохранения стоматологического здоровья в активный период ортодонтического лечения с использованием брекет-систем следует использовать алгоритм индивидуального ухода за полостью рта с применением средств гигиены, основанных на антимикробном действии продуктов растительного происхождения.

Ключевые слова: зубочелюстные аномалии, ортодонтическое лечение, секреторный иммуноглобулин, цитокины, средства гигиены, мукозальный иммунитет

DYNAMICS OF CHANGES IN LOCAL IMMUNITY OF THE ORAL CAVITY AMONG THE YOUNG PATIENTS DURING ORTHODONTIC TREATMENT

Soldatov V.S.^a, Malyshev M.E.^{b, c}, Soldatova L.N.^{a, d}, Iordanishvili A.K.^e

^a Alfa-Dent Clinics, St. Petersburg, Russian Federation

^b St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russian Federation

^c I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Care, St. Petersburg, Russian Federation

^d First St. Petersburg State I. Pavlov Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

^e S. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. The development of simple and accessible tools for improvement of dental health over active period of orthodontic treatment with fixed arch appliances (bracket system) is a pressing issue in clinical dentistry. The aim of this study was to investigate the effects of regular usage of oral care products on mucosal immunity in young people undergoing active period of orthodontic treatment using fixed arch appliances. The study involved 39 persons (17 men, 22 women), aged 18 to 28 years, suffering from dentoalveolar anomalies without concomitant somatic pathology. The patients were divided in 2 groups: the comparison group (1) and the main group (2). Patients in Group 1 (16 subjects, 7 men and 9 women), used their usual personal hygiene products throughout the study. Patients in Group 2, (23 persons, 10 men and 13 women) were recommended to use a new domestic low-abrasive toothpaste for sensitive teeth with a triple mechanism of tooth and gum protection, containing copper chlorophyllin at a concentration sufficient to inhibit periodontopathogenic bacteria, calcium glycerophosphate, calcium hydroxyapatite suspension, potassium chloride, silicon dioxide, magnesium chloride and xylitol (R.O.C.S. PRO SENSITIVE). The control age-matched group consisted of 15 people (6 men, 9 women) without dental anomalies and not requiring orthodontic treatment. The biological material was the patients' oral fluid. The salivary contents of secretory immunoglobulin A, as well as some pro-inflammatory and anti-inflammatory cytokines were determined using the enzyme immunoassay method. The study has revealed unfavorable dynamics in terms of secretory immunoglobulin A, concentrations of pro- and anti-inflammatory cytokines in salivary fluid among young patients using braces at the active stage of orthodontic treatment. The usage of recommended dental and oral care products allowed us to optimize mucosal immunity and normalize the cytokine balance within a month, as well as to maintain it for a long time in complex cases of orthodontic treatment. To maintain dental health during the active period of orthodontic treatment with braces, an algorithm of individual oral care should be kept, by usage of oral hygiene products containing plant-based components with antimicrobial action.

Keywords: dental anomalies, orthodontic treatment, secretory immunoglobulin, cytokines, hygiene products, mucosal immunity

Введение

В настоящее время придается большое значение эстетике лица. Родители хотят, чтобы у детей были красивые зубы, к этому также стремятся и молодые люди [1, 2, 7]. Наиболее часто для устранения зубочелюстных аномалий (ЗЧА) приме-

няется несъемная дуговая ортодонтическая аппаратура, так называемые брекет-системы [1, 7, 9]. В специальной отечественной и зарубежной литературе указывается, что продолжительное пользование брекет-системой может неблагоприятно влиять на состояние твердых тканей зубов, пародонта, гигиену полости рта и др. [7, 8,

9]. Поэтому представляет прикладной интерес разработка простых и доступных для пациентов путей улучшения стоматологического здоровья в активном периоде ортодонтического лечения с применением брекет-системы. Наиболее простым и эффективным считают совершенствование индивидуального ухода за полостью рта путем использования оптимальных предметов и средств гигиены.

Для успешного ортодонтического лечения необходимы не только соблюдение пациентом индивидуальной гигиены рта, но и контроль за ее исполнением со стороны врача. В норме между индигенной микрофлорой полости рта и антимикробными факторами организма-хозяина устанавливается динамическое равновесие [3, 5, 11]. При этом необходимо отметить, что основные заболевания полости рта, такие как кариес и пародонтит, являются результатом экологического дисбаланса между компонентами резидентной микрофлоры и иммунной защитой. Эффектор-ные функции и свойства многих молекул иммунной защиты могут различаться в зависимости от того, находятся ли они в растворе или фиксированы на поверхности слизистой, зубов или микроорганизмов. Иммунные факторы слюны могут модифицироваться под влиянием протеаз и гликозидаз, выделяемых бактериями или клетками организма-хозяина. В результате таких модификаций эти факторы могут утрачивать или приобретать новые виды активности [14, 19]. Замки и дуги, используемые в ортодонтических аппаратах, могут накапливать зубной налет, который часто содержит *S. mutans* [4, 16]. Органические кислоты, образуемые стрептококками, включая *Streptococcus sobrinus* и *S. mutans*, приводят к деминерализации эмали [19]. Различные ортодонтические приспособления оказывают разное воздействие, вызывая кислый pH, повышенную адгезию бактерий (*S. mutans*) и развитие биопленки, что, в конечном итоге, приводит к развитию воспаления в ротовой полости. Клинические качества и физические характеристики брекетов сильно различаются, напрямую влияя на адгезию зубного налета и вызывая гингивит в некоторых случаях. Пористость материала брекетов создает идеальную экологическую нишу для микробной адгезии и образования биопленки [6, 13, 18].

Поскольку устойчивость к антибиотикам является глобальной проблемой, ученые теперь выбирают природные соединения в качестве безопасных альтернативных терапевтических стратегий против бактериальных биопленок. В последнее время растет интерес к выявлению альтернативных антимикробных соединений, включая продукты растительного происхождения, такие как хлорофиллин, для борьбы с бактериями, устойчивыми к антибиотикам [22]. Хлорофиллин является водорастворимым аналогом

зеленого пигмента хлорофилла, извлеченного из различных растений, таких как шпинат, зеленая капуста, трава и одуванчик. Полученный из шпината хлорофиллин проявил антимикробный потенциал против таких бактерий, как *Bacillus subtilis* и *Salmonella enterica* в сочетании с другими антимикробными средствами [12].

Целью данной работы является исследование влияния регулярного применения средств ухода за полостью рта с антимикробными растительными компонентами у молодых людей, проходящих активный этап ортодонтического лечения с использованием несъемной дуговой аппаратуры на мукозальный иммунитет ротовой полости.

Материалы и методы

С целью оптимизации гигиенического ухода за полостью рта и повышения качества стоматологического здоровья молодых людей в период активного ортодонтического лечения с применением несъемной дуговой аппаратуры (брекет-системы) нами было проведено настоящее клинико-лабораторное исследование.

В исследовании приняли участие 39 (17 мужчин, 22 женщины) человек в возрасте от 18 до 28 лет, страдающие ЗЧА, без сопутствующей соматической патологии, которые были разделены на 2 группы: группу сравнения (1-я) и основную (2-я).

Пациенты 1-й группы, в которую вошли 16 человек (7 мужчин и 9 женщин), на протяжении всего исследования использовали ранее применяемые ими средства индивидуальной гигиены.

Пациентам 2-й группы, которую составили 23 человека (10 мужчины и 13 женщин), было рекомендовано использовать новую отечественную низкоабразивную зубную пасту для чувствительных зубов с тройным механизмом защиты зубов и десен, содержащую в своем составе хлорофиллин меди в концентрации достаточной для ингибирования пародонтопатогенных бактерий, глицерофосфат кальция, суспензию гидроксиапатита кальция, хлорид калия, диоксид кремния, хлорид магния и ксилит (R.O.C.S. PRO SENSITIVE).

Контрольную группу составили 15 человек (6 мужчин, 9 женщин) того же возраста без ЗЧА, патологии полости рта и не нуждающихся в ортодонтическом лечении. Участники исследования не имели медицинских противопоказаний к использованию зубной пасты и обязались использовать только ее в стандартном режиме 2 раза в день (утром и вечером после приема пищи). Все пациенты на начало исследования имели удовлетворительную гигиену полости рта. При ее ухудшении пациенты были исключены из исследования.

Материалом исследования служила слюна пациентов. Забор слюны проводили утром с 9:00 до 10:00. Перед сбором слюны пациент полоскал

ротовую полость 100 мл теплого бледно-розового раствора марганцевого кислого калия. После этого в течение последующих 10-15 минут больной собирал слюну в сухую пробирку в количестве около 7 мл. Содержание в слюне секреторного иммуноглобулина А (sIgA), провоспалительных (интерлейкина-1 β (IL-1 β), интерлейкина-6 (IL-6), интерлейкина-8 (IL-8), фактора некроза опухоли- α (TNF α)) и противовоспалительных (рецепторного антагониста интерлейкина-1 (RAIL), интерлейкина-4 (IL-4), интерлейкина-10 (IL-10)) цитокинов определяли методом иммуноферментного анализа с использованием наборов фирмы АО «Вектор-Бест» (Россия).

У пациентов контрольной группы исследование было проведено однократно, а у пациентов 1-й и 2-й групп — 4 раза — до начала исследования, через 6, 12 и 24 месяца от начала наблюдения за ними. Пациенты, которым проводилось лечение ЗЧА с применением брекет-систем, находились на активном этапе ортодонтического лечения от 1 до 3 месяцев.

Достоверность различий средних величин независимых выборок подвергали оценке при помощи параметрического критерия Стьюдента при нормальном законе распределения и непараметрического критерия Манна–Уитни при отклонении от нормального распределения показателей. Проверку на нормальность распределения оценивали при помощи критерия Шапиро–Уилка. Для статистического сравнения долей с оценкой достоверности различий применяли критерий Пирсона χ^2 с учетом поправки Мантеля–Хензеля на правдоподобие. Во всех процедурах статисти-

ческого анализа считали достигнутый уровень значимости (p), критический уровень значимости при этом был равным 0,05.

Исследование соответствовало этическим стандартам Комитета по экспериментам на человеке Хельсинкской декларации 1975 г. и ее пересмотренного варианта 2000 г.

Результаты и обсуждение

Известно, что одним из главных биомаркеров местного иммунитета слизистых оболочек является содержание секреторного иммуноглобулина А [4, 6, 10], так как он способствует снижению адсорбции патогенов к эпителию слизистых и участвует в утилизации вредных ксенобиотиков [3, 11, 14], что важно в профилактике воспалительной патологии слизистой оболочки полости рта. В нашем исследовании мы отметили, что уже через месяц от начала ортодонтического лечения на несъемной замковой аппаратуре (брекет-системе) наблюдается достоверное снижение уровня sIgA в слюнной жидкости пациентов (рис. 1). При этом отсутствие грамотных рекомендаций по уходу за зубами и полостью рта в активном периоде ортодонтического лечения на протяжении 2 лет сохраняет низкие значения этого показателя ($p < 0,05$), в то время как использование пасты на основе хлорофиллина меди позволило нормализовать уровень sIgA в слюнной жидкости ($p < 0,05$) и поддерживать его на протяжении длительного времени в сложной ортодонтической ситуации, характерной для продолжительного лечения.

Нормализация у пациентов 2-й группы (основной) уровня sIgA свидетельствует о повышении иммунитета полости рта, что способствует снижению вероятности вегетирования микроорганизмов на слизистой оболочке полости рта и, соответственно, воспаления, являясь крайне важным на активном этапе ортодонтического лечения, так как наличие несъемной аппаратуры существенно затрудняет уход за зубами и полостью рта.

Нами также был определен уровень воспаления в полости рта, основываясь на показателях концентрации воспалительных и противовоспалительных цитокинов в слюнной жидкости. Результаты исследования концентрации провоспалительных цитокинов в слюне (IL-1 β , IL-6, IL-8, TNF α) приведены на рисунке 2. Нами было установлено, что ношение брекет-систем на протяжении 1-3 месяцев привело к повышению концентрации в слюнной жидкости всех нами исследованных провоспалительных цитокинов ($p < 0,01$). В то же время на протяжении 2-летнего наблюдения за динамикой провоспалительных цитокинов отмечено, что у пациентов 1-й группы (сравнения) сохранялась выявленная до начала исследования неблагоприятная ситуация

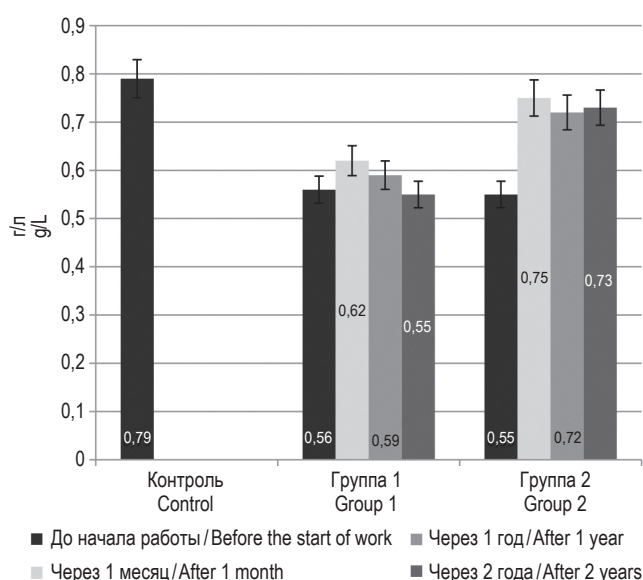


Рисунок 1. Концентрация секреторного иммуноглобулина А в слюне пациентов обследуемых групп, г/л

Figure 1. Concentration of secretory immunoglobulin A in the saliva of patients among the studied groups, g/L

с этими показателями ($p < 0,01$), что говорит о продолжающейся воспалительной активности в полости рта. Между тем у пациентов 2-й (основной) группы исследования, которые не применяли рекомендуемые средства по уходу за зубами и полостью рта, уже через месяц от их использования отмечена весьма достоверная положительная тенденция в динамике концентрации в слюнной жидкости провоспалительных цитокинов ($p < 0,01$), сохраняющаяся на протяжении двух-летнего исследования.

Средние концентрации содержания противовоспалительных цитокинов (RAIL, IL-4, IL-10) в слюнной жидкости пациентов всех обследованных групп приведены на рисунке 3. Известно, что противовоспалительные цитокины поддерживают необходимый баланс в развитии воспаления путем усиления негативного контроля

и усиления репарационных процессов [5, 6, 21]. В проведенном нами лабораторном исследовании было установлено достоверное повышение концентрации RAIL и IL-10 в слюнной жидкости пациентов, находящихся на активном этапе ортодонтического лечения на брекет-системе. Эти показатели достоверно отличались от референсных ($p < 0,01$). Если у пациентов группы сравнения выявленная до начала исследования неблагоприятная ситуация с показателями концентраций в слюнной жидкости RAIL и IL-10 сохранялась на протяжении всего исследования ($p < 0,01$), что говорит о продолжающейся воспалительной активности в полости рта, то у пациентов 3-й основной группы, которые на протяжении наблюдения за ними в процессе активного этапа ортодонтического лечения использовали рекомендуемые средства по уходу за зубами и по-

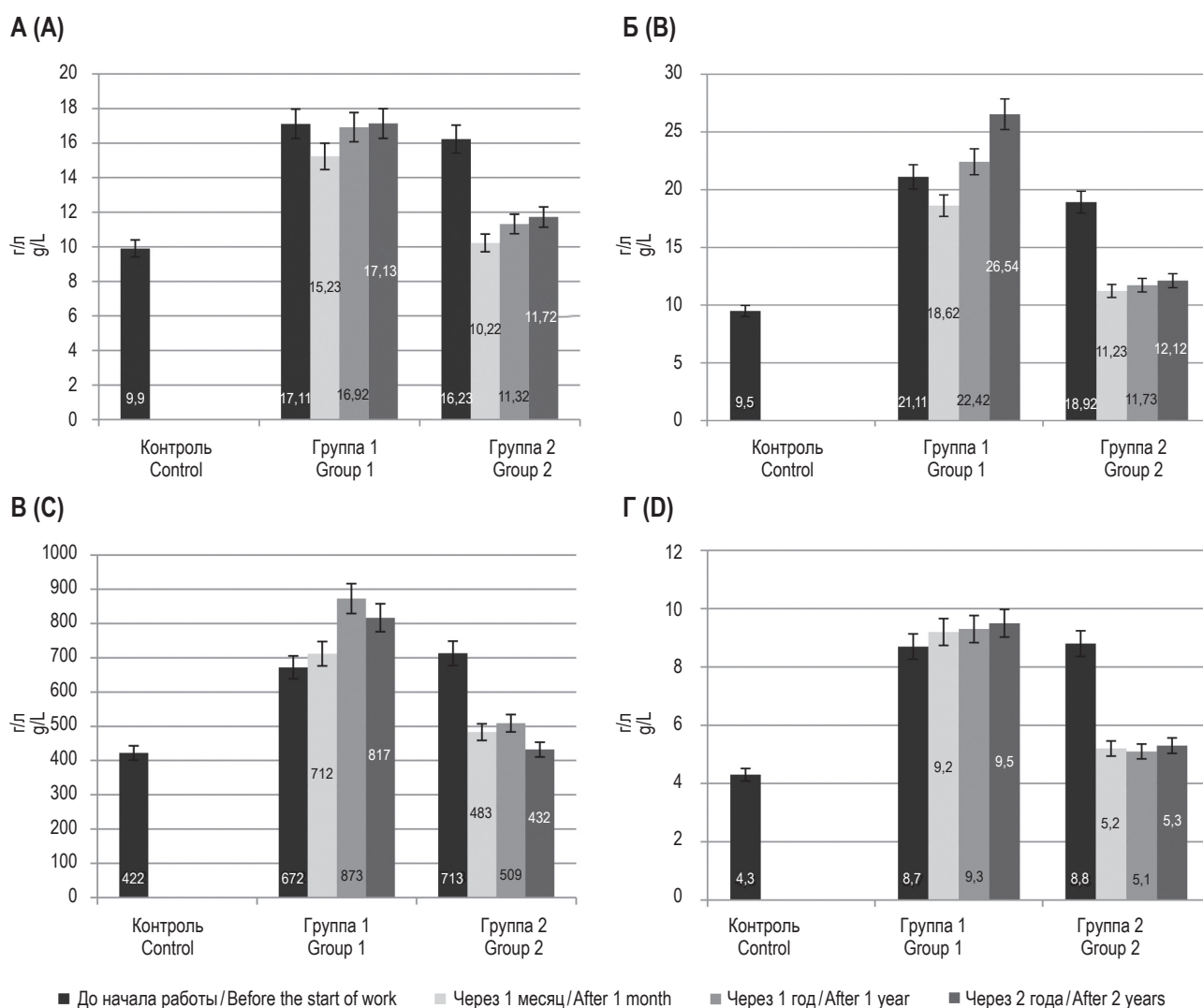


Рисунок 2. Концентрация провоспалительных цитокинов в слюне пациентов обследуемых групп: А – IL-1β; Б – IL-6; В – IL-8; Г – TNFα, пг/мл

Figure 2. The concentration of pro-inflammatory cytokines in the saliva of patients among the studied groups: А – IL-1β; В – IL-6; С – IL-8; D – TNFα, pg/mL

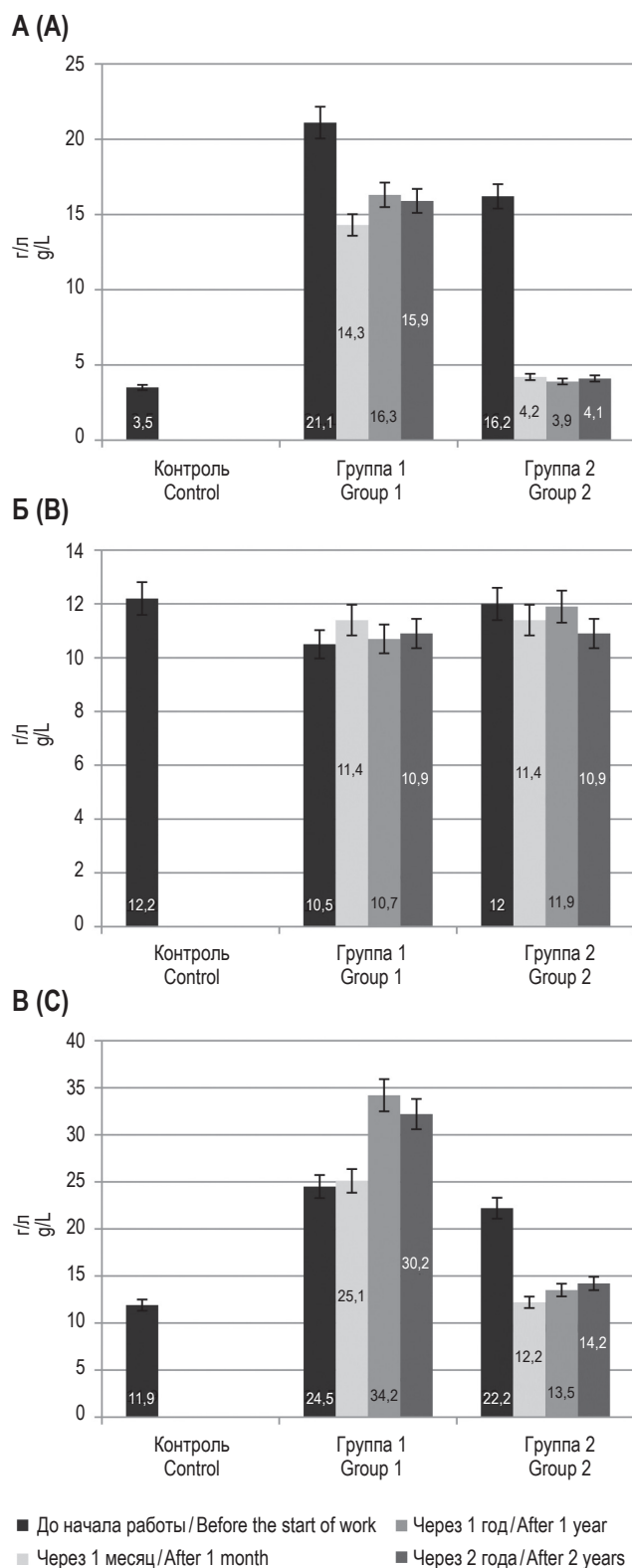


Рисунок 3. Концентрация противовоспалительных цитокинов в слюне пациентов обследуемых групп: А – RAIL; Б – IL-4; В – IL-10, пг/мл

Figure 3. The concentration of anti-inflammatory cytokines in the saliva of patients among the studied groups: А – RAIL; В – IL-4; С – IL-10, pg/mL

лостью рта, уже через месяц от момента их применения отмечена достоверная положительная динамика концентраций RAIL и IL-10 в слюнной жидкости ($p < 0,01$), которая сохранилась до завершения наблюдения за ними. Достоверных изменений концентрации противовоспалительного цитокина IL-4 в слюне, в сравнении с группой контроля, нами отмечено не было.

Обсуждение

Воспаление в полости рта в первую очередь вызывается образованием биопленок, которые трудно искоренить и которые способствуют устойчивости микроорганизмов к противомикробным препаратам. Микроорганизмы, составляющие оральный микробиом, как правило, организованы в биопленки, которые представляют собой структурно и функционально сложные полимикробные сообщества, встроенные во внеклеточный матрикс и прикрепленные не только к твердым тканям зубов, но также и к реставрационным материалам, зубным протезам, зубным имплантатам и к мягким тканям слизистой оболочки рта. Патогенные биопленки полости рта были признаны предрасполагающим фактором для нескольких оральных инфекций, включая гингивит, кариес зубов, пародонтит и периимплантит [21]. Внутри биопленок бактерии более защищены от воздействия иммунной системы хозяина, факторов окружающей среды, таких как напряжение сдвига, и противомикробных агентов. Из-за повышенной толерантности к антибиотикам и полимикробной природы оральных биопленок лечение заболеваний полости рта, связанных с биопленками, является довольно сложной задачей [20].

Богатым источником антимикробных соединений, а именно антимикробных пептидов остается природа. Растительные натуральные продукты, которые включают фенолы, хиноны, флавоноиды, алкалоиды и терпеноиды, считаются новыми источниками ингибиторов биопленок. Так, например, недавние исследования показали, что кумарин может ингибировать образование биопленки *P. gingivalis*, а куркумин снижает экспрессию генов, связанных с образованием биопленки и вирулентностью как в моно-, так и в двухвидовых биопленках *S. mutans* и *C. albicans* [17]. Наше исследование дополняет данные S. Khan с соавторами [15], которые продемонстрировали значительные антибактериальные эффекты хлорофиллина против *S. mutans* и его биопленок. Исследования *in silico* дополнительно подтвердили эти результаты, показав прочное сродство между хлорофиллином и адгезиновыми белками *S. mutans*, что предполагает возможный механизм его антибиопленочной активности.

Заключение

Таким образом, у молодых пациентов, которые находятся на активном этапе ортодонтического лечения на брекет-системах, отмечается неблагоприятная динамика показателей, характеризующих мукозальный иммунитет полости рта, а именно уровня секреторного иммуноглобулина А, а также концентраций про- и большего числа противовоспалительных цитокинов в слюнной жидкости. Полагаем, что в большей мере неблагоприятное влияние на мукозальный иммунитет играет не использование брекет-системой как таковой, а именно последствия ее применения, которые заключаются в усложнении ухода за зубами и тканями полости рта, что и вызывает активацию образования биопленки орального микробиома, в частности *Streptococcus mutans*, что, в свою очередь, приводит к усилению воспалительных процессов в ротовой полости. Исследование позволило наглядно показать, что

применение рекомендуемого комплекса средств по уходу за зубами и полостью рта, основанного на продуктах растительного происхождения (хлорофиллин меди), позволяет в месячный срок оптимизировать мукозальный иммунитет и нормализовать баланс провоспалительных и противовоспалительных цитокинов, а также сохранить его на длительное время в сложных клинических случаях, когда продолжительность ортодонтического лечения достигает двух и более лет. Считаем возможным рекомендовать предложенный нами алгоритм ухода за зубами и полостью рта с используемым ассортиментом средств индивидуальной гигиены для широкого применения в клинической ортодонтии.

Благодарности

Авторы выражают благодарность врачам-ортодонтам Зуйковой М.А., Сачиян Ю.В., Федоровой А.В. за сбор материала и курацию пациентов, принимавших участие в исследовании.

Список литературы / References

1. Гаврилова О.А., Червинец Ю.В., Матлаева А.С. Изменение тканей и органов полости рта во время ортодонтического лечения зубочелюстных аномалий и деформаций // Стоматология детского возраста и профилактика, 2015. Т. XIV, № 1 (52). С. 29-34. [Gavrilova O.A., Chervinets Yu.V., Maleeva A.S. Changes in tissues and organs of the oral cavity during orthodontic treatment of dental anomalies and deformities. *Stomatologiya detskogo vozrasta i profilaktika = Pediatric Dentistry and Prevention*, 2015, Vol. XIV, no. 1 (52), pp. 29-34. (In Russ.)]
2. Картон Е.А., Островская И.Г., Зарецкая Э.Г., Островская Ю.А. Оценка состояния местного иммунитета ротовой полости при ортодонтическом лечении с помощью брекет-системы из нержавеющей стали // Ортодонтия, 2020. № 1 (89). С. 45-49. [Carton E.A., Ostrovskaya I.G., Zaretskaya E.G., Ostrovskaya Yu.A. Assessment of the state of local immunity of the oral cavity during orthodontic treatment using a stainless steel bracket system. *Ortodontiya = Orthodontics*, 2020, no. 1 (89), pp. 45-49. (In Russ.)]
3. Керимханов К.А., Иорданишвили А.К. Протетический пародонтит: возможность профилактики // Пародонтология, 2023. Т. 28, № 1. С. 67-72. [Kerimkhanov K.A., Iordanishvili A.K. Prosthetic periodontitis: a possibility of prevention. *Parodontologiya = Periodontology*, 2023, Vol. 28, no. 1, pp. 67-72. (In Russ.)]
4. Малышев М.Е., Петров А.А., Иорданишвили А.К. Оценка противогерпетической активности зубной пасты с растительными компонентами и ополаскивателей при лечении хронического генерализованного пародонтита // Пародонтология, 2020. Т. 25, № 2. С. 141-147. [Malyshev M.E., Petrov A.A., Iordanishvili A.K. Evaluation of the antiherpetic activity of toothpaste with herbal ingredients and mouthwashes in the treatment of chronic generalized periodontitis. *Parodontologiya = Periodontology*, 2020, Vol. 25, no. 2, pp. 141-147. (In Russ.)]
5. Малышев М.Е., Керимханов К.А., Иорданишвили А.К. Влияние нового отечественного средства для фиксации съемных протезов на мукозальный иммунитет полости рта // Российский стоматологический журнал, 2022. Т. 26, № 2. С. 123-130. [Malyshev M.E., Kerimkhanov K.A., Iordanishvili A.K. The effect of a new domestic means for fixing removable dentures on the mucosal immunity of the oral cavity. *Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal = Russian Dental Journal*, 2022, Vol. 26, no. 2, pp. 123-130. (In Russ.)]
6. Малышев М.Е., Керимханов К.А., Иорданишвили А.К., Бумада А.О. Изменения мукозального иммунитета полости рта при утрате зубов у больных с заболеваниями пародонта // Российский стоматологический журнал, 2023. Т. 26, № 1. С. 7-16. [Malyshev M.E., Kerimkhanov K.A., Iordanishvili A.K., Dumai A.O. Changes in oral mucosal immunity during tooth loss in patients with periodontal disease. *Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal = Russian Dental Journal*, 2023, Vol. 26, no. 1, pp. 7-16. (In Russ.)]
7. Солдатов В.С., Солдатова Л.Н., Иорданишвили А.К. Функциональная резистентность эмали у пациентов в период ортодонтического лечения и пути ее улучшения // Институт стоматологии, 2022. № 4 (97). С. 50-52. [Soldatov V.S., Soldatova L.N., Iordanishvili A.K. Enamel functional resistance among patients during orthodontic treatment and ways to improve it. *Institut stomatologii = The Dental Institute*, 2022, no. 4 (97), pp. 50-52. (In Russ.)]
8. Улитовский С.Б., Алексеева Е.С., Леонтьев А.А. Комплексное применение современных противовоспалительных профилактических средств оральной гигиены при воспалительных заболеваниях пародонта // Институт стоматологии, 2020. № 3 (88). С. 45-47. [Ulitovskiy S.B., Alekseeva E.S., Leontev A.A. Complex use of modern anti-inflammatory preventive oral hygiene products for inflammatory periodontal diseases. *Institut stomatologii = The Dental Institute*, 2020, no. 3 (88), pp. 45-47. (In Russ.)]
9. Швецов М.М., Малышев М.Е., Иорданишвили А.К. Возможности отечественных индивидуальных средств ухода за полостью рта в устранении стоматологических проявлений последствий новой коронавирусной инфекции COVID-19 // Медицинский алфавит, 2022. № 22. С. 21-26. [Shvetsov M.M., Malyshev M.E.,

Iordanishvili A.K. The possibilities of domestic individual oral care products in eliminating dental manifestations of the effects of the new coronavirus infection COVID-19. *Meditsinskiy alfavit = Medical Alphabet*, 2022, no. 22, pp. 21-26. (In Russ.)

10. Ширинский В.С., Ширинский И.В. Остеоиммунология: междисциплинарный подход к изучению взаимодействия клеток иммунной системы и костной ткани» // Медицинская иммунология, 2022. Т. 24, № 5. С. 911-930. [Shirinsky V.S., Shirinsky I.V. Osteoimmunology: an interdisciplinary approach to studying the relationships between immune and bone cells. *Meditsinskaya immunologiya = Medical Immunology (Russia)*, 2022, Vol. 24, no. 5, pp. 911-930. (In Russ.)] doi: 10.15789/1563-0625-OAI-1521.

11. Bedelov N.N., Kerimhanov K.A., Iordanishvili A.K., Malyshev M.E., Vasiliev M.A. Effect of peptide bioregulation on the state of secretory immunity in the saliva of elderly patients with chronic generalized periodontitis. *Adv. Gerontol.*, 2021, Vol. 11, no. 2. pp. 218-222.

12. Buchovec I., Lukseviciūtė V., Kokstaite R., Labeikyte D., Kaziukonyte L., Luksiene Z. Inactivation of Gram (–) bacteria *Salmonella enterica* by chlorophyllin-based photosensitization: Mechanism of action and new strategies to enhance the inactivation efficiency. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.*, 2017, Vol. 172, pp. 1-10.

13. do Nascimento L.E.A.G., Pithon M.M., dos Santos R.L., Freitas A.O.A., Alviano D.S., Nojima L.I., Nojima M.C.G., de O Ruellas A.C. Colonization of streptococcus mutans on esthetic brackets: self-ligating vs conventional. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 2013, Vol. 143, pp. S72-S77.

14. Gao B., Deng R., Chai Y., Chen H., Hu B., Wang X., Zhu S., Cao Y., Ni S., Wan M., Yang L., Luo Z., Cao X. Macrophage-lineage TRAP+ cells recruit periosteum-derived cells for periosteal osteogenesis and regeneration. *J. Clin. Invest.*, 2019, Vol. 129, pp. 2578-2594.

15. Khan S., Ul Haq I., Ali I., Rehman A., Almeshmadi M., Alsuwat M.A., Zaman T., Qasim M. Antibacterial and Antibiofilm Potential of Chlorophyllin Against *Streptococcus mutans* In Vitro and In Silico. *Antibiotics (Basel)*, 2024, Vol. 13, no. 9, 899. doi: 10.3390/antibiotics13090899.

16. Lee H.J., Park H.S., Kim K.H., Kwon T.Y., Hong S.H. Effect of garlic on bacterial biofilm formation on orthodontic wire. *Angle Orthod.*, 2011, Vol. 81, no. 5, pp. 895-900.

17. Li X., Yin L., Ramage G., Li B., Tao Y., Zhi Q., Lin H., Zhou Y. Assessing the impact of curcumin on dual-species biofilms formed by *Streptococcus mutans* and *Candida albicans*. *Microbiologyopen*, 2019, Vol. 8, no. 12, e937. doi: 10.1002/mbo3.937.

18. Lucchese A., Bondemark L., Marcolina M., Manuelli M. Changes in oral microbiota due to orthodontic appliances: a systematic review. *J. Oral Microbiol.*, 2018, Vol. 10, no. 1, 1476645. doi: 10.1080/20002297.2018.1476645.

19. Mortaz E., Alipoor S.D., Adcock I.M., Mumby S., Koenderman L. Update on neutrophil function in severe inflammation. *Front. Immunol.*, 2018, Vol. 9, 2171. doi: 10.3389/fimmu.2018.

20. Olsen I. Biofilm-specific antibiotic tolerance and resistance. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.*, 2015, Vol. 34, pp. 877-886. doi: 10.1007/s10096-015-2323-z.

21. Roberts A.P., Mullany P. Oral biofilms: A reservoir of transferable, bacterial, antimicrobial resistance. *Expert Rev. Anti. Infect. Ther.*, 2010, Vol. 8, pp. 1441-1450.

22. Shamim A., Ali A., Iqbal Z., Mirza M.A., Aqil M., Kawish S.M., Siddiqui A., Kumar V., Naseef P.P., Alshadidi A.A.F., Kuruniyan M.S. Natural medicine a promising candidate in combating microbial biofilm. *Antibiotics*, 2023, Vol. 12, 299. doi: 10.3390/antibiotics12020299.

Авторы:

Солдатов В.С. — врач-стоматолог ООО «Альфа-Дент», Санкт-Петербург, Россия

Мальшев М.Е. — д.б.н., профессор кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; заведующий городской лабораторией иммуногенетики и серодиагностики ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

Солдатова Л.Н. — д.м.н., главный врач ООО «Альфа-Дент»; доцент, профессор кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения РФ, Санкт-Петербург, Россия

Иорданишвили А.К. — д.м.н., профессор, профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова», Санкт-Петербург, Россия

Authors:

Soldatov V.S., Dentist, Alfa-Dent Clinics, St. Petersburg, Russian Federation

Malyshev M.E., PhD, MD (Biology), Professor, Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Faculty of Medicine, St. Petersburg State University; Head, Laboratory of Immunology, I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Care, St. Petersburg, Russian Federation

Soldatova L.N., PhD, MD (Medicine), Head Doctor, Alfa-Dent Clinics; Associate Professor, Professor, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, First St. Petersburg State I. Pavlov Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Iordanishvili A.K., PhD, MD (Medicine), Professor, Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, S. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Поступила 31.01.2025

Отправлена на доработку 01.03.2025

Принята к печати 23.03.2025

Received 31.01.2025

Revision received 01.03.2025

Accepted 23.03.2025