

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО УХОДА ЗА РАНОЙ В ПОЛОСТИ РТА НА ЕЕ ЗАЖИВЛЕНИЕ

С.Н. Бжания^{1*}, И.И. Бородулина¹, П.П. Терешков², Е.В. Фефелова²

¹ ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

² ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, Чита

A COMPREHENSIVE ORAL WOUND CARE AND ITS EFFECT AT WOUND HEALING

S.N. Bzhanian^{1*}, I.I. Borodulina¹, P.P. Tereshkov², E.V. Fefelova²

¹ Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

² Chita State Medical Academy, Chita, Russia

*E-mail: sofa.sof2013@yandex.ru

Аннотация

Заживление раны в полости рта имеет свои особенности, связанные как с повышенным регенераторным потенциалом, так и с неблагоприятным влиянием пищевого комка, наличием влажной среды, создающей условия для размножения микроорганизмов, отсутствием возможности фиксации раневой повязки. **Цель исследования** – обоснование эффективности комплексного ухода за раной в полости рта (на примере лунки удаленного зуба), включающего зубную пасту R.O.C.S. PRO Implants и гель Аргакол.

Материалы и методы. Под нашим наблюдением находились 42 пациента после операции удаления зуба по поводу хронического гранулематозного периодонтита в стадии ремиссии в среднем возрасте 36.0 (30.5; 37.03) года. Оценку заживления проводили по клиническим параметрам и содержанию в ротовой жидкости костимулирующих (4-1BB, CD86) и коингибирующих (CTLA-4, PD-1, PD-L1, sCD25) молекул иммунного ответа. **Заключение.** Установлено, что у пациентов после операции по удалению зуба при использовании комплексного ухода происходило уменьшение выраженности местных признаков воспаления по сравнению с пациентами контрольной группы, применявших стандартную пасту и антисептик. Отмечена активная и сбалансированная модуляция иммунного ответа, что выразилось в значительном повышении уровня ключевых иммунных регуляторных молекул в соответствующие фазы раневого процесса. Полученные результаты позволяют рассматривать комплексный уход, включающий зубную пасту R.O.C.S. PRO Implants и гель Аргакол, как эффективную патогенетическую терапию, ускоряющую заживление раны в полости рта (на примере лунки удаленного зуба) благодаря целенаправленному моделированию местного иммунного ответа.

Ключевые слова: рана в полости рта, растворимые формы костимулирующих и коингибирующих молекул, ротовая жидкость.

Abstract

Wound healing in the oral cavity has its own specific features which are defined by both the increased regenerative potential and the adverse effects caused by a food bolus, moist environment – favourable for pathogen growth – and impossibility to fix a wound dressing. **Purpose.** To substantiate the effectiveness of a comprehensive oral wound care which includes R.O.C.S. PRO Implants toothpaste and Argacol gel. A case with a socket of the removed tooth was taken as an example. **Materials and methods.** 42 patients, average age 36.0 (30.5; 37.03) years, after tooth extraction for chronic granulomatous periodontitis at the remission stage were taken in the trial. Clinical parameters and contents of costimulatory (4-1BB, CD86) and co-inhibitory (CTLA-4, PD-1, PD-L1, sCD25) immune response molecules in the oral fluid were analyzed to assess the healing process. **Conclusion.** It was found out that after tooth extraction patients who were prescribed the comprehensive oral wound care had less severe local inflammation compared to the control group where patients were prescribed a standard toothpaste and antiseptic. An active and balanced modulation of the immune response was observed too which was demonstrated with a significant increase in the level of key immune regulatory molecules in the corresponding phases of the wound process. The results obtained allow us to consider the described comprehensive care regimen, including R.O.C.S. PRO Implants toothpaste and Argacol gel, as an effective pathogenetic therapy that accelerates healing of oral wounds (for example, a socket of the removed tooth) due to targeted modeling of the local immune response.

Keywords: oral wound, oral fluid, soluble forms of costimulatory and coinhibitory molecules.

Ссылка для цитирования: Бжания С.Н., Бородулина И.И., Терешков П.П., Фефелова Е.В. Влияние комплексного ухода за раной в полости рта на ее заживление. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2026; 1: 50–54.

Введение

Раны в полости рта возникают в результате травматических воздействий или после хирургических процедур, таких как удаление зуба, дентальная имплантация с сопутствующими костнопластическими операциями, а также различные пародонтологические и мукогингивальные вмешательства.

Процесс заживления ран полости рта идентичен такому на коже и включает четыре периода: гемостаз, воспа-

ление, пролиферацию и ремоделирование [1]. Слизистая оболочка полости рта имеет более выраженную регенераторную активность либо потенциал к репарации [2], в том числе благодаря ее обильному кровоснабжению. Заживление раны в полости рта сопровождается не только механическим воздействием на нее пищевым комком, отсутствием возможности фиксации раневой повязки при кашле, чихании, жевании и глотании [3],

но и наличием влажной среды [4], создающей условия для размножения микроорганизмов, в т.ч. патогенных, обитающих в полости рта.

Адгезия бактерий к раневой поверхности является одним из основных факторов, осложняющих процесс заживления. Доказано, что в 1 г зубного налета обнаружено около 300 млрд различных микроорганизмов, а в одном 1 мл слюны – около 900 млн [5].

Поэтому снижение бактериальной адгезии является критически важным шагом в профилактике и контроле над течением раневого процесса.

Существуют различные подходы к улучшению условий для оптимального заживления раны. Это применение гидрогелей, пленок, нановолокон и пенных губок [6]. В последнее время в стоматологии для улучшения заживления различных повреждений слизистой оболочки полости рта используются зубные пасты с доказанным терапевтическим эффектом, содержащие натуральные продукты [7]. Так, зубная паста R.O.C.S. PRO Implants имеет в своем составе экстракт цветов жимолости, бромелаин, ксилит и минерализующий комплекс [8]. Описана эффективность использования бромелаина при операции удаления третьего моляра [9, 10].

Показано, что успешное заживление раны зависит от активности иммунной системы, и в частности от уровня регуляторных веществ, к которым относятся растворимые молекулы контрольных точек иммунной системы [9].

Цель исследования – оценка заживления хирургической раны на основе основных показателей и уровней растворимых форм контрольных точек иммунного ответа в смешанной слюне в динамике раневого процесса (на примере лунки удаленного зуба) при комплексном уходе, включающем зубную пасту R.O.C.S. PRO Implants и гель Аргакол.

Материалы и методы

В исследование включены 42 пациента с диагнозом «хронический гранулематозный периодонтит» в стадии ремиссии в возрасте 36.0 (30.5; 37.03) года и с отсутствием тяжелой соматической патологии.

Группу сравнения составили 16 добровольцев в возрасте 34.05 (32.80; 37.00) года без воспалительных процессов в полости рта, сопоставимые с основной группой по полу, возрасту, национальной принадлежности, наличию вредных привычек ($p = 0.32$).

Все процедуры были проведены в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками от 2004 г. и «Правилами надлежащей клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ № 200н от 01.04.2016. Исследование было одобрено Независимым комитетом по этике при Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (протокол № 271 от 22 ноября 2022 г.). Все лица, участвовавшие в исследовании, подписали информированное согласие.

Клиническую характеристику раны (выраженность гиперемии, отека, болезненности) производили на основании способа количественной оценки заживления хирургической раны после оперативного вмешательства (на примере лунки удаленного зуба) [19].

Осуществлялось определение скорости выделения паротидной слюны с помощью материала драй-типс – адсорбирующей прокладки для быстрого впитывания слюны, которую укладывали в области выводного протока околоушной слюнной железы на 5 минут, затем взвешивали на весах. Скорость выделения паротидной слюны определяли как количество выделяемой слюны (в граммах) в минуту.

Измерение температуры в области раны выполняли бесконтактным инфракрасным термометром AND DT-365 (пирометр медицинский электронный).

У всех обследуемых смешанную слюну собирали до лечения, через час, на третьи и седьмые сутки после удаления зуба в пластиковые пробирки Эппендорфа (2 мл) путем сплевывания, затем ее центрифугировали в течение пяти минут при 3000 об/мин. В супернатанте определяли содержание контрольных точек иммунного ответа с использованием наборов для мультиплексного анализа Human Immune Checkpoint Panel 1 (Biolegend, США). Результаты оценивали с помощью проточного цитофлуориметра Cyto Flex.

Две группы испытуемых (по 21 пациенту) были сформированы с использованием двойного слепого метода. Обследуемым выдавали немаркированные образцы зубной пасты и рекомендовали чистить ею зубы два раза в день (утром и вечером) по три минуты щеткой средней жесткости на протяжении всего времени наблюдения.

Пациенты первой исследуемой группы проводили чистку зубов пастой R.O.C.S. Активный кальций с активной добавкой в виде комплекса минералов; послеоперационный уход за раной проводили 0.05%-ным раствором хлорексидина (полоскание полости рта 10 мл раствора в течение одной минуты три раза в день).

Пациенты второй группы использовали зубную пасту R.O.C.S. PRO Implants (в том числе и до операции). После операции и формирования сгустка пациентам на лунку наносили препарат «Аргакол» (рег. удостоверение МЗ РФ № ФС01262005/187805 от 05.07.05; сертификат соответствия № РОССТУ.МЕ95.ВО7833; патент RU 2284824 С1). Толщина слоя биодegradируемой пленки в среднем составила 0.5 мм. Пациентам было рекомендовано применение препарата путем нанесения его ватной палочкой на участок поражения три раза в день в течение недели.

Статистическую обработку данных проводили с использованием однофакторного дисперсионного анализа Краскела – Уоллиса. Результаты в таблицах представлены как медиана (Me) и (25; 75) процентиля. Достоверность различий между группами (p) оценивали при помощи попарных сравнений Двасса – Стила – Кричлоу – Флигнера. Статистически достоверными считали данные при количественной характеристике случайностей ($p \leq 0.05$).

Результаты и обсуждение

Известно, что заживление раны протекает в четыре стадии – гемостаза, воспаления, пролиферации и ремоделирования, частично перекрывающихся между собой [17, 18].

В исследовании заживление лунки зуба происходило без осложнений, по принятым канонам вторичным натяжением [19]. Гемостатической фазе соответствовал период осмотра и забора материала через час после удаления зуба, стадии воспаления – на третьи сутки раневого процесса, стадии пролиферации – на седьмые

Клиническая характеристика раны (на примере лунки удаленного зуба), скорости выделения паротидной слюны в динамике заживления, – Me (25-й; 75-й процентиля)

Показатель	Здоровые	До удаления зуба	Седьмые сутки после удаления зуба		Тестовая статистика
			первая группа	вторая группа	
Скорость выделения паротидной слюны, г/мин	6.92 (6.00; 7.76)	6.11 (5.94; 8.64) P1 = 0.99	7.69 (7.00; 8.79) P1 = 0.09 P2 = 0.35	7.00 (6.00; 8.77) P1 = 0.41 P2 = 0.79 P3 = 0.82	$\chi^2 = 6.77$ P = 0.079
Температура в области раны, градусы Цельсия	35.50 (35.30; 35.90)	35.60 (35.30; 35.80) P1 = 0.99	36.00 (35.70; 36.30) P1 = 0.032 P2 = 0.028	35.3 (35.1; 35.7) P1 = 0.34 P2 = 0.79 P3 = 0.002	$\chi^2 = 16.27$ P < 0.01
Степень гиперемии краев раны, баллы	0.00 (0.00; 0.00)	0.00 (0.00; 0.00)	1.87 (1.18; 2.00) P1 = 0.001 P2 = 0.001	1.00 (1.00; 1.00) P1 = 0.001 P2 = 0.001 P3 = 0.002	$\chi^2 = 74.25$ P < 0.01
Степень выраженности отека краев раны, баллы	0.00 (0.00; 0.00)	0.00 (0.00; 0.00)	1.78 (1.28; 2.00) P1 = 0.001 P2 = 0.001	1.00 (0.87; 1.44) P1 = 0.001 P2 = 0.001 P3 = 0.015	$\chi^2 = 72.10$ P < 0.01
Болезненность раны, баллы	0.00 (0.00; 0.00)	0.00 (0.00; 0.00)	1.02 (0.83; 1.32) P1 = 0.001 P2 = 0.001	1.18 (0.00; 1.84) P1 = 0.001 P2 = 0.001 P3 = 0.52	$\chi^2 = 70.22$ P < 0.01

Примечание. P1 – уровень статистической значимости различий по сравнению с группой контроля, P2 – по сравнению с показателями группы до операционного вмешательства, P3 – по сравнению с показателями второй группы.

сутки. Полная эпителизация лунки на седьмые сутки не была зафиксирована в обеих исследуемых группах. Местные признаки воспаления на фоне применения зубной пасты R.O.C.S. PRO Implants и геля Аргакол были менее выраженными, быстрее нормализовалась температура, уменьшалась степень гиперемии и отека слизистой в области краев раны (табл. 1).

Процесс заживления раны определяется скоординированной работой множества клеток, в том числе и представителей иммунной системы [11]. В свою очередь, их функциональная активность зависит от уровня растворимых форм молекул, относящихся к контрольным точкам иммунного ответа [12]. Поэтому следующим этапом нашей работы было определение концентрации регулирующих молекул слюны в динамике раневого процесса (табл. 2).

В процессе исследования установлено, что, несмотря на отсутствие клинической картины воспаления у пациентов с хроническим периодонтитом в стадии ремиссии при наличии разрушенной коронки зуба, в ротовой жидкости наблюдалась более высокая концентрация 4-1BB (CD137/TNFSF9), чем у здоровых лиц. 4-1BB – член суперсемейства рецепторов фактора некроза опухоли, являющийся костимулирующим рецептором, усиливающим эффекторные функции CD8+, CD4+T-лимфоцитов и NK-клеток. Увеличение его концентрации в 2.5 раза ($p = 0.011$) у этой группы пациентов свидетельствует об активации T-клеточного звена иммунной системы. Оперативное вмешательство на фоне применения зубной пасты R.O.C.S. Активный кальций сопровождалось ростом только B7.2. Роль этой молекулы в иммунном ответе заключается, с одной стороны, в индукции локального синтеза антител IgG, с другой – в активации нейтрофилов, сопровождающейся не только усилением фагоцитоза, образованием нейтрофильных внеклеточных ловушек, секрецией ци-

токинов, антимикробных пептидов, но и выполнением ими антиген-презентирующей роли [13].

Использование зубной пасты R.O.C.S. PRO Implants после операции удаления зуба влекло за собой увеличение B7.2, 4-1BB в ротовой жидкости у пациентов, что, вероятно, обусловлено активирующим влиянием компонентов пасты на иммунокомпетентные клетки.

Параллельно с костимулирующими молекулами в процессе воспаления всегда наблюдается рост коингибирующих молекул, необходимый для торможения иммунного ответа и предохранения организма от развития аутоиммунных процессов [14]. В нашем исследовании содержание коингибирующих молекул у пациентов до удаления зуба превышало их содержание у здоровых лиц, причем с наиболее выраженными изменениями со стороны CTLA-4 (табл. 3), что является свидетельством сбалансированного функционирования T-клеточного звена иммунной системы на фоне хронического воспаления при хроническом периодонтите в стадии ремиссии.

Содержание цитотоксического T-лимфоцит-ассоциированного протеина 4 (CTLA-4) и PD-L1 снизилось во всех исследуемых группах, независимо от вида применяемой зубной пасты сразу после удаления зуба. Этот факт, на наш взгляд, можно объяснить механическим удалением патогена, активирующим эффекторные механизмы T-клеточного звена иммунной системы.

Изменение концентраций растворимых форм коингибирующих молекул в ротовой жидкости в послеоперационный период при применении зубной пасты с минерализующим эффектом либо не наблюдалось (sCD25, PD-L1), либо наблюдался подъем их содержания только в фазу воспаления (CTLA-4). В период пролиферации увеличился уровень только PD-1. Применение зубной пасты R.O.C.S. PRO Implants и геля Аргакол привело

Таблица 2

Динамика растворимых форм костимулирующих молекул ротовой жидкости при применении зубной пасты R.O.C.S. PRO Implants и геля Аргакол, Ме (25-й; 75-й)

Показатель	В7.2 (CD86) (пг/мл)	4-1BB (пг/мл)
Здоровые	35.8 (24.3; 54.9)	28.2 (22.9; 39.5)
До удаления зуба	42.9 (28.4; 67.4) P1 = 0.04	71.2 (37.8; 136.0) P = 0.011
<i>Динамика заживления раны (на примере лунки удаленного зуба), первая группа</i>		
Через один час	296.0 (114.1; 529.0) P1 < 0.01 P2 = 0.0042	79.9 (24.9; 116.1) P1 = 0.02 P2 = 0.11
На третьи сутки	539.0(198.1; 1070.2) P1 < 0.01 P2 < 0.01 P3 < 0.01	72.9 (35.6; 144.0) P1 = 0.01 P2 = 0.8 P3 = 0.77
На седьмые сутки	221.4 (116.0; 406.3) P1 < 0.01 P2 < 0.01 P3 < 0.01 P4 < 0.01	64.3 (45.8; 99.4) P1 = 0.01 P2 = 0.3 P3 = 0.56
<i>Динамика заживления раны (на примере лунки удаленного зуба), вторая группа</i>		
Через один час	27.4 (16.8; 52.4) P1 = 0.99 P2 = 0.05 P5 < 0.01	27.4 (16.8; 52.4) P1 = 0.8 P2 = 0.01 P5 = 0.067
На третьи сутки	842.0 (487.3; 1263.0) P1 < 0.01 P2 < 0.01 P3 < 0.01 P5 < 0.01	302.3 (276.5; 345.6) P1 < 0.01 P2 < 0.01 P3 < 0.01 P5 < 0.01
На седьмые сутки	397.2 (233.1; 778.3) P1 < 0.01 P2 < 0.01 P3 < 0.01 P4 < 0.01 P5 = 0.34	84.7 (55.7; 129.0) P1 = 0.01 P2 = 0.1 P3 = 0.001 P4 < 0.01 P5 = 0.67
Тестовая статистика	$\chi^2 = 45.66$ P < 0.01	$\chi^2 = 15.24$ P = 0.002

Примечание. P1 – уровень статистической значимости различий по сравнению с группой контроля, P2 – по сравнению с показателями группы до вмешательства, P3 – по сравнению с показателями через один час после удаления зуба, P4 – по сравнению с данными на третьи сутки, P5 – по сравнению с показателями группы, применяющей зубную пасту R.O.C.S. PRO Implants и гель Аргакол в те же сроки.

к более выраженным изменениям. Так, в фазу воспаления уровень sCD25 повысился практически в 20 раз (P < 0.01) по сравнению с показателями до оперативного вмешательства (удаления зуба) и в 12 раз относительно гемостатического периода (P < 0.01), PD-L1 – в два раза (P = 0.015) и 10 раз (P = 0.0001) соответственно. В фазу пролиферации нарастает содержание STLA-4 – в три раза по сравнению с фазой гемостаза (P = 0.04) и в два раза по сравнению с периодом воспаления (P = 0.003). Нарастает концентрация PD-1 – в пять раз (P = 0.0001) по отношению к данным фазы гемостаза в период воспаления и пролиферации. Более высокие цифры коингибирующих молекул у пациентов, использующих зубную пасту R.O.C.S. PRO Implants и гель Аргакол, обуславливают быстрое разрешение последствий оперативного вмешательства.

Таблица 3

Динамика растворимых форм коингибирующих молекул ротовой жидкости при применении зубной пасты R.O.C.S. PRO Implants и геля Аргакол, Ме (25-й; 75-й)

Показатель	sCD25, пг/мл	STLA-4, пг/мл	PD-1, пг/мл	PD-L1, пг/мл
Здоровые	0.7 (0.7; 0.8)	5.7 (3.7; 13.5)	28.3 (23.6; 33.2)	11.9 (5.9; 17.3)
До удаления зуба	1.2 (0.8; 1.3) P1 = 0.023	131.0 (37.7; 198.0) P1 = 0.0001	80.8 (41.2; 104.0) P1 = 0.002	114.0 (38.0; 288.0) P1 = 0.0001
<i>Динамика заживления раны (на примере лунки удаленного зуба), первая группа</i>				
Через один час	3.0 (2.3; 3.5) P1 = 0.0001 P2 = 0.0001	10.7 (3.8; 24.6) P1 = 0.83 P2 = 0.00001	53.9 (34.4; 96.8) P1 = 0.001 P2 = 0.91	39.8 (25.9; 74.7) P1 = 0.002 P2 = 0.69
На третьи сутки	2.5 (1.5; 3.3) P1 = 0.009 P2 = 0.041 P3 = 0.8	40.3 (16.0; 106.0) P1 = 0.0001 P2 = 0.34 P3 = 0.001	58.0 (30.1; 75.9) P1 = 0.019 P2 = 0.85 P3 = 0.87	50.2 (20.3; 118.0) P1 = 0.0001 P2 = 0.28 P3 = 0.23
На седьмые сутки	3.4 (2.9; 3.2) P1 = 0.0001 P2 = 0.0001 P3 = 0.98 P4 = 0.38	13.6 (4.9; 21.2) P1 = 0.99 P2 = 0.001 P3 = 0.6 P4 = 0.003	123.0 (24.6; 221.0) P1 = 0.04 P2 = 0.76 P3 = 0.01 P4 = 0.02	24.6 (16.2; 40.2) P1 = 0.81 P2 = 0.29 P3 = 0.048 P4 = 0.7
<i>Динамика заживления раны (на примере лунки удаленного зуба), вторая группа</i>				
Через один час	1.9 (1.8; 2.8) P1 = 0.001 P2 = 0.004 P5 = 0.021	8.1 (3.9; 12.4) P1 = 0.021 P2 = 0.0001 P5 = 0.91	26.1 (14.7; 33.6) P1 = 0.37 P2 = 0.001 P5 = 0.002	23.1 (12.5; 34.6) P1 = 0.021 P2 = 0.001 P5 = 0.11
На третьи сутки	22.9 (19.2; 50.4) P1 < 0.01 P2 < 0.01 P3 < 0.01 P5 < 0.01	12.9 (5.85; 32.0) P1 = 0.27 P2 = 0.002 P3 = 0.04 P5 = 0.09	120.0 (43.7; 160.0) P1 = 0.005 P2 = 0.003 P3 = 0.0001 P5 = 0.16	234.0 (173.0; 305.0) P1 = 0.0001 P2 = 0.32 P3 = 0.0001 P5 = 0.00001
На седьмые сутки	2.7 (1.6; 3.4) P1 < 0.01 P2 = 0.002 P3 = 0.001 P4 < 0.01 P5 = 0.48	23.6 (11.2; 31.7) P1 = 0.59 P2 = 0.0001 P3 = 0.0041 P4 = 0.003 P5 = 0.19	134.0 (85.3; 347.9) P1 = 0.0027 P2 = 0.02 P3 = 0.0001 P4 = 0.53 P5 = 0.49	45.4 (19.5; 58.1) P1 = 0.004 P2 = 0.015 P3 = 0.03 P4 = 0.0001 P5 = 0.44
Тестовая статистика	$\chi^2 = 56.5$ P < 0.01	$\chi^2 = 35.9$ P < 0.01	$\chi^2 = 50.14$ P < 0.01	$\chi^2 = 64.45$ P < 0.01

Примечание. P1 – уровень статистической значимости различий по сравнению с группой контроля, P2 – по сравнению с показателями группы до оперативного вмешательства, P3 – по сравнению с показателями через один час после оперативного удаления зуба, P4 – по сравнению с данными на третьи сутки раневого процесса, P5 – по сравнению с показателями группы, применявшей зубную пасту R.O.C.S. PRO Implants и гель Аргакол в те же сроки.

Состав использованных зубных паст у обследованных отличался наличием в зубной пасте R.O.C.S. PRO Implants бромелаина, являющегося смесью протеолитических ферментов, которые расщепляя пептидные связи белков, снижают адгезию бактерий к поверхностям слизистой полости рта. Кроме этого, бромелаин, обладая фибринолитической, антиоксидантной активностью и в сочетании с гелем Аргакол, способен моделировать иммунный ответ. Так, бромелаин стимулирует актив-

ность макрофагов и естественных клеток-киллеров (NK), модулирует выработку как провоспалительных, так и противовоспалительных цитокинов, поддерживая сбалансированный профиль цитокинов, ингибирует сигнальные пути активации Т-лимфоцитов, снижает экспрессию CD25, уровень кининогена и PGE2, ослабляя таким образом активность воспалительного процесса и связанные с ним симптомы (боль и отек). Также бромелайн регулирует ангиогенные биомаркеры, включая фактор роста эндотелия сосудов (VEGF) и матриксные металлопротеиназы (MMP) и влияя на ремоделирование сосудов и процессы восстановления тканей [15, 18].

Заключение

Подводя итог нашему исследованию, можно сделать вывод, что применение зубной пасты R.O.C.S. PRO Implants, содержащей бромелайн, в сочетании с гелем Аргакол является эффективной патогенетической терапией раневого процесса в полости рта (на примере лунки удаленного зуба), обуславливающей моделирование иммунного ответа и более быстрое заживление поврежденных тканей.

Литература

- Griffin M.F. et al. Understanding scarring in the oral mucosa // *Advances in Wound Care*. – 2022. – V. 11. – No 10. – P. 537–547. DOI: 10.1089/wound.2021.0038.
- Xuanyuan X. et al. SPRR1B+ keratinocytes prime oral mucosa for rapid wound healing via STAT3 activation // *Communications Biology*. – 2024. – V. 7. – No 1. – P. 1155–1160. DOI: 10.1038/s42003-024-06864-5.
- Wu J. Anti-swelling, robust, and adhesive extracellular matrix-mimicking hydrogel used as intraoral dressing // *Adv. Mater.* – 2022. – No 34. – P. 2200115. DOI: 10.1002/adma.202200115.
- Sun J. et al. Acceleration of oral wound healing under diabetes mellitus conditions using bioadhesive hydrogel // *ACS Appl. Mat. Interfaces*. – 2023. – No 15. – P. 416–431. DOI: 10.1021/acsami.2c17424.
- Ambarkova V. The Bacterial Flora in A Healthy Oral Cavity // *Adv. Dent. & Oral Health*. – 2018. – V. 5. – No 9. – P. 8–9. DOI: 10.19080/ADOH.2018.09.555773.
- Zhao Q. et al. Precise healing of oral and maxillofacial wounds: tissue engineering strategies and their associated mechanisms // *Front. Bioeng. Biotechnol.* – 2024. – No 12. – P. 1–16. DOI: 10.3389/fbioe.2024.1375784.
- Abedi M. et al. Nanotechnology in toothpaste: Fundamentals, trends, and safety // *Heliyon*. – 2024. – No 3. – P. 1–21. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e24949.
- Кунин А.А. и др. Сравнительные исследования твердых тканей зуба при использовании фторсодержащей зубной пасты и пасты R.O.C.S. с бромелайном для гигиенического ухода за полостью рта // *Клиническая стоматология*. – 2009. – Т. 49. – № 1. – С. 40–42. [Kunin A.A. et al. Comparative studies of dental hard tissues following the use of fluoride toothpaste and R.O.C.S. Bromelain Toothpaste for Oral Hygiene // *Clinical Dentistry*. – 2009. – V. 49. – No 1. – P. 40–42. In Russian].
- De la Barrera-Núñez M.C. et al. Prospective double-blind clinical trial evaluating the effectiveness of Bromelain in the third molar extraction postoperative period // *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*. – 2013. – V. 19. – No 2. – P. e157. DOI: 10.4317/medoral.19105.
- Ghensi P. et al. Effect of oral administration of bromelain on postoperative discomfort after third molar surgery // *J. Craniofac. Surg.* – 2017. – V. 2. – No 28. – P. 191–197. DOI: 10.1097/SCS.00000000000003154.
- Zhao Y. et al. PD-1/PD-L1 axis in organ fibrosis // *Frontiers in Immunology*. – 2023. – No 14. – P. 1–22. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1145682.
- Dalir Abdolahinia E. et al. The Three-Dimensional In Vitro Cell Culture Models in the Study of Oral Cancer Immune Microenvironment // *Cancers (Basel)*. – 2023. – V. 17. – No 15. – P. 4266. DOI: 10.3390/cancers15174266.
- Polak D. et al. Neutrophils-typical atypical antigen presenting cells? // *Immunology Letters*. – 2022. – No 247. – P. 52–58. DOI: 10.1016/j.imlet.2022.04.007.
- Granier C. et al. Les “immune checkpoints”, comment çamarche [The “immune checkpoints”, how does it work] // *Ann Pathol*. – 2017. – No 37. – P. 18–28. DOI: 10.1016/j.annpat.2016.12.007.
- Kansakar U. et al. Exploring the therapeutic potential of bromelain: applications, benefits, and mechanisms // *Nutrients*. – 2024. – V. 16. – No 13. – P. 2060. DOI: 10.3390/nul16132060.
- Overmiller A.M. et al. Intrinsic networks regulating tissue repair: comparative studies of oral and skin wound healing. Cold spring harb perspect // *Biol*. – 2022. – V. 11. – No 14. – P. 1–15. DOI: 10.1101/cshperspect.a041244.
- Griffin M.F. et al. Understanding Scarring in the Oral Mucosa // *Adv. Wound Care (New Rochelle)*. – 2022. – V.10. – No 11. – P. 537–547. DOI: 10.1089/wound.2021.0038.
- Udeabor S.E. et al. Current Knowledge on the Healing of the Extraction Socket: A Narrative Review // *Bioengineering (Basel)*. – 2023. – V. 10. – No 10. – P. 1–22. DOI: 10.3390/bioengineering10101145. PMID: 37892875.
- Ломакин М.В. и др. Способ количественной оценки заживления хирургической раны (на примере лунки удаленного зуба) // *Пародонтология*. – 2020. – Т. 4. – № 25. – С. 349–356. [Lomakin M.V. et al. A method for quantitative assessment of surgical wound healing (on the example of a socket of an extracted tooth) // *Parodontologiya*. – 2020. – V. 4. – No 25. – P. 349–356. In Russian]. DOI: 10.33925/1683-3759-2020-25-4-349-356.