

DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_154

И.А. Джафарли¹,аспирант кафедры ортопедической
стоматологииД.М. Мухамадиев²,

главный врач

[С.О. Чикунов](#)¹,д.м.н., профессор кафедры ортопедической
стоматологии Института стоматологииЮ.В. Волкова³,

главный врач

[М.В. Михайлова](#)¹,к.м.н., доцент кафедры ортопедической
стоматологии[Н.С. Гильманова](#)¹,к.м.н., доцент кафедры ортопедической
стоматологииР.А. Абдулгалисов⁴,

студент V курса

¹ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова,
119435, Москва, Россия² Стоматологическая клиника
«Academia», 125167, Москва, Россия³ Пародонтологический
центр «Мегаполис Дент»,
196128, Санкт-Петербург, Россия⁴ ДГМУ, 367000, Махачкала, Россия

Электролитический метод деконтаминации поверхности дентального имплантата при лечении пациентов с периимплантитом. Обзор литературы

Аннотация. Из года в год клиницисты пытаются разработать наиболее эффективный метод деконтаминации поверхности дентального имплантата для дальнейшего возмещения утраченных твердых и мягких тканей. В настоящее время принято считать, что для получения адекватного доступа к загрязненной поверхности имплантата необходим хирургический подход. В статье изложен современный подход к лечению периимплантита при помощи аппарата GalvoSurge (Швейцария) и проведено сравнение электролиза с некоторыми видами лечения, включающими механическую обработку поверхности. **Заключение.** Электролиз поверхности имплантатов в большинстве статей показал превосходный результат деконтаминации их поверхности с возможностью дальнейшей костной аугментации и мягкой тканевой пластики в области пораженных имплантатов.

Ключевые слова: периимплантит, электрохимическое удаление биопленок, электролитическая очистка, имплантат, реостеоинтеграция после электролитической чистки, регенеративная терапия, деконтаминация, аппарат Galvosurge

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Джафарли И.А., Мухамадиев Д.М., Чикунов С.О., Волкова Ю.В., Михайлова М.В., Гильманова Н.С., Абдулгалисов Р.А. Электролитический метод деконтаминации поверхности дентального имплантата при лечении пациентов с периимплантитом. Обзор литературы. — *Клиническая стоматология*. — 2024; 27 (4): 154—159. DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_154

[I.A. Dzhafarli](#)¹,postgraduate at the Prosthetic dentistry
DepartmentD.M. Mukhamadiev²,

chief doctor

[S.O. Chikunov](#)¹,Doctor of Science in Medicine, full professor
of the Prosthetic dentistry DepartmentY.V. Volkova³,

chief doctor

[M.V. Mikhailova](#)¹,PhD in Medical Sciences, associate professor
of the Prosthetic dentistry Department[N.S. Gilmanova](#)¹,PhD in Medical Sciences, associate professor
of the Prosthetic dentistry Department[R.A. Abdulgafisov](#)⁴,

5th year student

¹ Sechenov University,
119435, Moscow, Russia² Dental clinic "Academy",
125167, Moscow, Russia³ Periodontology Centre "Megapolis Dent",
196128, Saint-Petersburg, Russia⁴ Dagestan State Medical University,
367000, Makhachkala, Russia

Electrolytic method of decontamination of the surface of a dental implant in the treatment of patients with peri-implantitis. Literature review

Annotation. From year to year, clinicians are developing the most effective method of decontaminating the surface of a dental implant to further replace lost hard and soft tissues. It is currently accepted that a surgical approach is necessary to gain adequate access to the contaminated implant surface. The essence of the article shows the result of electrolytic decontamination of the implant surface using the GalvoSurge device (GalvoSurge Dental AG, Switzerland) and a comparison of electrolysis with certain treatment regimens, including mechanical surface treatment. **Conclusion.** Electrolysis of surface implants in most articles showed excellent results in decontamination of the surface implant followed by further bone augmentation and soft tissue grafting in the area of the affected implants.

Key words: peri-implantitis, electrochemical removal of biofilms, electrolytic cleaning, implant, re-osseointegration after electrolytic cleaning, regenerative therapy, decontamination, Galvosurge device

FOR CITATION:

Dzhafarli I.A., Mukhamadiev D.M., Chikunov S.O., Volkova Y.V., Mikhailova M.V., Gilmanova N.S., Abdulgafisov R.A. Electrolytic method of decontamination of the surface of a dental implant in the treatment of patients with peri-implantitis. Literature review. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2024; 27 (4): 154—159 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_154

ВВЕДЕНИЕ

В современной имплантологии от 10 до 51% неудач при дентальной имплантации ученые связывают с развитием периимплантита [1]. Последний определяется как воспалительный процесс, поражающий как периимплантатные мягкие ткани, так и твердые. Кратероподобные костные дефекты, продолжающаяся потеря костной массы, гной и кровотечение при зондировании — вот те клинические симптомы, которые должны присутствовать для обоснования диагноза «периимплантит» [2, 3]. Периимплантит коррелирует с увеличением бактериальной биопленки, растущей на поверхности имплантатов или супраструктурах [4]. Учитывая различные определения периимплантита, в стоматологическом сообществе нет единого мнения о приемлемом пороге потери костной массы, о том, когда начинается патология и как можно точно диагностировать периимплантит. Следовательно, нет единого мнения о распространенности периимплантита [5–7]. Нет доказательств преобладания одного метода лечения над другим [8]. Является ли бактериальная биопленка единственным причинным фактором периимплантита, пока еще остается предметом дискуссий [9].

В тоже время, несмотря на все разногласия между клиницистами, врачам удавалось получать стабильный результат не только при деконтаминации поверхности имплантата, но и при восстановлении утраченных костных и мягкотканых структур в долгосрочной перспективе. К примеру, лечение периимплантита путем полировки поверхности имплантата бором с пересадкой соединительнотканного трансплантата [10] или комплексный подход к данной патологии с применением антибиотикотерапии и деконтаминации поверхности имплантата при помощи лазера [11] с дальнейшей костной и мягкотканой аугментацией [12–14].

Однако выживаемость имплантатов варьировала в разных исследованиях: через 3 года она составляла от 81,7 до 100%, через 4 года — от 74,1 до 100%, через 5 лет — от 76 до 100% и через 7 лет — от 69,6 до 98,7% [15]. Некоторые исследования зафиксировали случаи рецидива периимплантита, а также необходимость дополнительных вмешательств для контроля прогрессирования заболевания. Например, Heitz-Mayfield и соавт. сообщают о рецидиве в 12% случаев в течение 5 лет, подчеркивая необходимость постоянного поддерживающего ухода [16].

Такие результаты при столь актуальной теме дают мотивацию для дальнейшего изучения данной проблемы, поиска наиболее качественного и стабильного метода лечения периимплантита с последующим восстановлением костных и мягкотканых дефектов.

Одной из самых современных методик является очищение поверхности имплантата путем электролиза с применением аппарата GalvoSurge [17–19].

К сожалению, в отечественной практике эта методика еще не используется, а этот аппарат зарегистрирован только на территории Австралии, Бельгии, Канады,

Чили, Дании, Германии, Испании, Финляндии, Франции, Венгрии, Ирландии, Италии, Нидерланды, Норвегии, Австрии, Португалии, Румынии, Швейцарии, Южной Африки, Швеции, Турции, Великобритании. На основе этого можно предположить, что некоторые клиницисты не сталкивались с таким подходом лечения периимплантита, в связи с чем целью исследования стало обобщение данных литературы об электролитическом методе деконтаминации поверхности дентального имплантата при лечении пациентов с периимплантитом, чтобы поделиться результатами зарубежных коллег.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании были использованы методы структурно-логического, библиосемантического и аналитического анализа литературных источников.

Настоящий систематический обзор был выполнен в соответствии с критериями предпочтительных элементов отчетности для систематических обзоров и метаанализов PRISMA. Следующие критерии включения применялись при поиске литературы по оригинальным исследованиям без ограничения года публикации: английский язык; лабораторные *in vitro*, доклинические *in vivo* или клинические исследования; наличие периимплантита и показания к проведению деконтаминации поверхности имплантата путем электролиза; в случае доклинических исследований *in vivo* и клинических исследований, период наблюдения ≥ 1 месяца после операции по поводу периимплантита и доступен полный текст.

Электронный поиск проводился по трем источникам (последний поиск 24.02.2024; ограничение по дате не использовалось): MEDLINE (PubMed), Scopus (Ovid) и CENTRAL (Ovid). Поиск в базе данных MEDLINE (PubMed) осуществлялся по следующим ключевым словам: (peri-implantitis* ИЛИ periimplantitis*) И (electrochemical removal of biofilms; treatment of peri-implantitis, electrolytic cleaning; electrolytic cleaning implant surfaces; re-osseointegration after electrolytic cleaning; electrolytic cleaning and regenerative therapy; electrolytic method decontamination dental implant surface; Galvosurge). Для двух других баз данных использовали сопоставимые термины, измененные в соответствии с конкретными критериями конкретной базы данных. Кроме того, был проведен просмотр списков литературы и прямой поиск включенных статей по индексу научного цитирования.

Два автора независимо друг от друга проверяли название, аннотацию и, наконец, полный текст публикаций по заранее определенным критериям отбора. Тезисы с неясной методологией были включены в полнотекстовую оценку, чтобы избежать исключения потенциально релевантных статей. Один автор повторил поиск литературы. Были рассчитаны баллы Каппа относительно согласия по статьям, которые будут включены в полнотекстовый анализ, и по тем, которые были окончательно выбраны. В случае двусмысленности

достигался консенсус путем обсуждения совместно со вторым автором. Далее оба автора дважды извлекли следующие данные (если таковые имеются):

- автор;
- год публикации;
- дизайн и цель исследования;
- критерии включения;
- количество животных или пациентов;
- сведения об имплантате — количество, тип (компания/система), размеры, поверхность, соединение, расположение челюсти, глубина оголения поверхности имплантата, вид протеза;
- подробности, связанные с электролизом — строение аппарата, скорость деконтаминации, время электролиза, аугментация после электролиза;
- осложнения, непосредственно связанные с электролизом, например подвижность имплантата, разрушение соединения имплантат—абатмент, потеря имплантата вскоре после попытки лечения периимплантита из-за неполной деконтаминации поверхности;
- период наблюдения;
- поздние осложнения, вероятно, связанные с неполной деконтаминацией, например рецидив периимплантита после аугментации.

Результаты включенных исследований были обобщены и объединены в случайном порядке.

Из-за конкретного исследовательского вопроса, поставленного в настоящем документе и направленного на обобщение всех зарегистрированных случаев электролиза поверхности имплантата, независимо от цели отдельных исследований или клинических результатов оцениваемых вмешательств, оценку качества исследования не проводили.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате поиска было найдено 25 публикаций, из них 5 публикаций были исключены в связи с отсутствием четких данных об исследуемом имплантате. Еще 6 статей были исключены в связи с отсутствием данных о конечном результате лечения периимплантита. В итоге в данный обзор были включены 32 публикации.

S. Schneider и соавт. (2018) рассматривают электролиз поверхности титановых дентальных имплантатов как малоинвазивный подход к лечению периимплантита [20]. Авторами установлено, что оптимальный состав электролита для этого метода включает йодид и молочную кислоту. Йодид является восстановителем, который может вступать в реакцию с бактериями, убивая их, а молочная кислота — это буферный агент, который помогает контролировать pH электролита. Эксперименты по электролиту были проведены для изучения механизмов, лежащих в основе этого метода. Циклическую вольтамперометрию и измерение потенциала разомкнутой цепи выполняли для идентификации различных химических реакций, которые происходят во время электролиза. Результаты показали, что реакция выделения

водорода доминирует на поверхности имплантата при потенциале $-1,4$ В, эффективно удаляя бактериальные пленки. Кроме того, в процессе электролиза на аноде образуются дезинфицирующие вещества, такие как йодат-анион и перекись водорода. Йодаты — сильные окислители, элиминирующие бактерии, а перекись водорода — дезинфицирующее средство, способное разрушать клеточные стенки бактерий.

Также авторы провели испытания *ex situ* с модельными биопленками *E. coli*, чтобы продемонстрировать эффективность метода при уничтожении бактерий. Результаты показали, что оптимизированные параметры электролита в течение 30 с при напряжении 7 В и силе тока 300 мА позволили полностью удалить 14-дневную биопленку с имплантатов *in vitro*. Авторы обнаружили, что анодирование эффективно удаляет биопленки с титановых имплантатов. Они использовали анализ *live/dead* для оценки жизнеспособности бактерий после анодирования и обнаружили, что количество бактерий значительно уменьшилось. Они также обнаружили, что удаление биопленки было более эффективным при более высоких приложенных потенциалах и более длительном времени лечения.

Авторы пришли к выводу, что электрохимическое удаление биопленок с поверхностей титановых дентальных имплантатов — это новый многообещающий минимально инвазивный подход к лечению периимплантита. Этот метод эффективен для элиминации бактерий и деконтаминации поверхностей имплантатов, а также он имеет потенциал для использования в клинических условиях. В целом, исследование представляет многообещающие доказательства того, что анодирование является эффективным методом удаления биопленок с титановых имплантатов. Необходимы дальнейшие исследования для подтверждения этих результатов и оценки долгосрочной безопасности и эффективности анодирования.

M. Schlee и соавт. (2021) провели клиническое исследование, в котором сравнивали два метода лечения периимплантита: электролитическая чистка (ЭЧ) и комбинации воздушно-абразивной обработки и электролитического метода (ПЭЧ). В исследование были включены 24 пациента с периимплантитом, которые случайным образом были распределены в группу ЭЧ или ПЭЧ. Пациенты в группе ЭЧ получали однократную процедуру электролитической очистки, тогда как пациенты в группе ПЭЧ получали комбинацию механической и электролитической очистки. Первичный показатель результата — изменение глубины периимплантатного кармана через 18 месяцев. Результаты исследования показали, что как ЭЧ, так и ПЭЧ были эффективны в снижении глубины периимплантатного кармана через 18 месяцев. Однако ЭЧ оказалась более эффективной в уменьшении глубины периимплантатного кармана, чем ПЭЧ. Средняя глубина периимплантатного кармана в группе ЭЧ составила 3,1 мм по сравнению с 4,4 мм в группе ПЭЧ. Исследование также показало, что ЭЧ была более эффективна, чем ПЭЧ, в снижении

кровотечения при зондировании (ВОР) и нагноения. Средний показатель ВОР в группе ЭЧ составил 12,5% по сравнению с 25% в группе ПЭЧ. Средний показатель нагноения в группе ЭЧ составил 20% по сравнению с 33% в группе ПЭЧ. Несмотря на такие благоприятные результаты, авторы статьи продемонстрировали один негативный исход подобного подхода к лечению периимплантита (рис. 1) [17].

В итоге авторы пришли к выводу, что ЭЧ является более эффективным методом лечения периимплантита, чем ПЭЧ. ЭЧ — это минимально инвазивная процедура, которая вызывает меньше осложнений, чем ПЭЧ. Авторы исследования рекомендуют рассматривать ЭЧ в качестве лечения периимплантита.

В своем исследовании С. Ratka и соавт. (2019) также провели исследование, целью которого являлось изучение очищающего эффекта ЭЧ по сравнению с воздушно-абразивной обработкой (PSS) на титановых поверхностях трех видов [21]. Исследуемые имплантаты были разделены на 6 групп и обработаны эфиром с ЭЧ или PSS. После образования зрелой биопленки имплантаты обрабатывали, погружали в раствор электролита и наносили штрихами на колумбийский агар. Колониеобразующие единицы подсчитывали после разведения в разных концентрациях, от 1:10 до 1:10⁶.

В группах ЭЧ роста бактерий не наблюдалось. После разбавления до 1:10⁶ в группах PSS можно было подсчитать 205–301 КОЕ ($p > 0,3$). Разница между ЭЧ и PSS была статистически значимой ($p < 0,001$). По итогам исследования только ЭЧ разрушала бактериальную биопленку, а PSS оставил колониеобразующие бактерии.

F. Gianfreda и соавт. (2022) описали успешное лечение периимплантита с использованием комбинации электролиза поверхности имплантата и регенеративной терапии [22]. В отчете о болезни обсуждается использование ЭЧ для удаления биопленок и дезинфекции поверхности имплантата с последующим использованием регенеративной терапии для стимулирования регенерации кости. У пациента был установлен имплантат в положении центрального резца левой верхней челюсти, позже вокруг него развился периимплантит. У пациента имелся глубокий периимплантатный карман, наблюдалось кровотечение при зондировании. План лечения состоял из следующих этапов:

- 1) Электролитическая очистка. Поверхность имплантата подвергалась ЭЧ в течение 30 секунд при напряжении 7 В и силе тока 0,3 А. Эту обработку использовали для удаления биопленок и дезинфекции поверхности имплантата.
- 2) Регенеративная терапия. Карман вокруг имплантата был очищен, и в него помещали комбинацию фибрина, обогащенного тромбоцитами (PRF); для направленной костной регенерации использовали аутокость и ксенографт Bioss (Geistlich Pharma, Швейцария) с нерезорбируемой мембраной Cytoplast Ti-250 (Osteogenics Inc, США).

После лечения состояние пациента значительно улучшилось. Глубина кармана уменьшилась до 4 мм,

кровотечение при зондировании прекратилось. Пациент также сообщил об улучшении эстетики.

Авторы пришли к выводу, что ЭЧ и регенеративная терапия являются безопасным и эффективным методом лечения периимплантита.

М.А. Assunção и соавт. (2023) исследовали эффективность электролитической деконтаминации (EDC) по сравнению с механическими методами удаления биопленок с имплантатов. Авторы провели пилотное исследование *in vitro*, чтобы сравнить эффективность обеззараживания и изменения поверхности, вызванные этими двумя подходами [23]. 20 титановых имплантатов SLA были обсеменены бактериальными биопленками *Pseudomonas aeruginosa*, а затем случайным образом распределены по трем группам лечения: EDC (30 секунд при 7 В и 0,3 А), струйная система эритрита (PerioFlow) и два типа титановых щеток — R-Brush и i-Brush. После обработки эффективность удаления биопленки оценивали подсчетом колониеобразующих

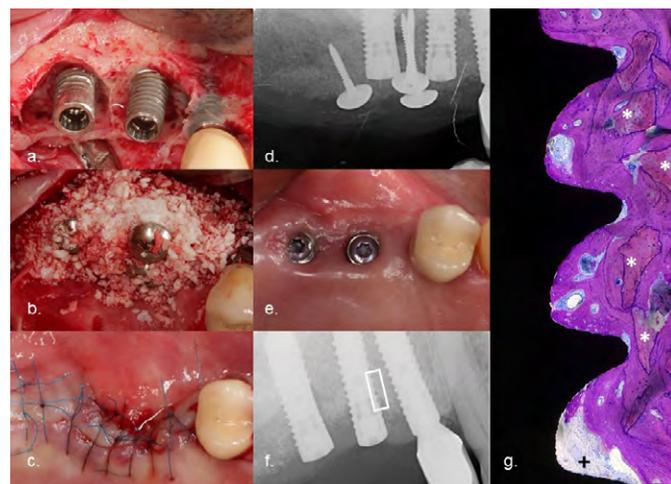


Рис. 1. Клиническое течение неудачного случая: а — имплантаты 15 и 16 с тяжелыми комбинированными внутри- и надкостными дефектами кости (класс RP 3); б — аугментация после электролитической очистки комбинацией минерализованного минерала бычьей кости и аутогенной кости с использованием техники зонтика; в — наложение швов без натяжения после крестальной мобилизации лоскута; д — рентгенограмма, демонстрирующая увеличенный объем; е — клиническая ситуация через 6 месяцев после операции по удалению лоскута: обнажение лоскута привело к некоторой потере увеличенного объема; ф — рентгенограмма через 11 месяцев после операции (имплантат пришлось удалить из-за нагноения); г — гистология с областью интереса в увеличенной области, указывающей на регенерированную кость и реоссеоинтеграцию с поверхностью имплантата (* — частицы депротенизированного минерала бычьей кости с гноем)

Fig. 1. Clinical course of an unsuccessful case: a — Implants 15 and 16 with severe combined intra- and supra-bony bone defects (class RP 3); b — augmentation after electrolytic cleaning with a combination of mineralized bovine bone mineral and autogenous bone using the “umbrella” technique; c — tension-free suture placement following crestal flap mobilization; d — radiograph showing increased volume; e — clinical situation six months post flap-removal surgery: flap exposure led to some volume loss; f — radiograph 11 months after surgery (the implant had to be removed due to suppuration); g — histology of the area of interest in the augmented region, indicating regenerated bone and reosseointegration with the implant surface (* — particles of deproteinized bovine bone mineral with pus).

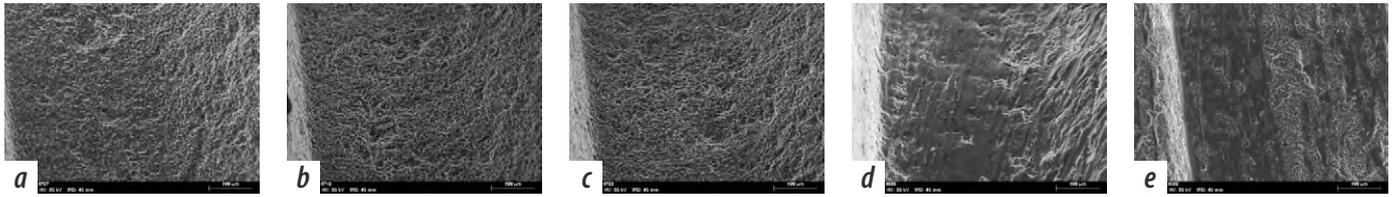


Рис. 2. СЭМ поверхности обработанных имплантатов: а — контрольная группа; б — электролитическая очистка; с — струя эритрита; д — i-Brush; е — R-Brush

Fig. 2. SEM analysis of the surface of treated implants: a — control group; b — electrolytic cleaning; c — erythritol jet; d — i-Brush; e — R-Brush

единиц, а изменение поверхности — с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и атомно-силовой микроскопии (АСМ; рис. 2).

Результаты показали, что EDC был наиболее эффективным методом удаления биопленок со 100-процентным снижением количества КОЕ по сравнению с контрольной группой. Оба механических метода (струйная система эритрита и титановые щетки) также значительно снижают количество КОЕ биопленки, но не так эффективно, как EDC. Анализ результатов СЭМ и АСМ показал, что EDC вызывает минимальные изменения поверхности, тогда как механические методы приводят к более значительным изменениям поверхности.

Авторы пришли к выводу, что EDC — это новый многообещающий метод дезинфекции и обеззараживания поверхностей имплантатов, обладающий сравнимой эффективностью с механическими методами, но с меньшим повреждением поверхности имплантата. Будущие исследования необходимы для подтверждения эффективности EDC *in vivo* и сравнения его долгосрочных эффектов с механическими методами.

M. Schlee и соавт. (2020) представили результаты исследования на собаках, в котором изучалась возможность полной повторной остеоинтеграции инфицированного имплантата. Цель исследования — определить, возможна ли полная повторная остеоинтеграция после лечения периимплантита с использованием новой процедуры электролитической очистки [24]. В исследовании были включены 24 собаки с инфицированными имплантатами, установленными ранее. Имплантаты были подвергнуты электролизу поверхности либо стандартной процедуре механической обработки. Затем за собаками наблюдали в течение 18 месяцев для оценки повторной остеоинтеграции.

Результаты исследования на гистологических средах показали, что имплантаты, которые подвергались электролизу поверхности, имели значительно большую степень повторной остеоинтеграции, чем имплантаты собак, получавших только механическую обработку. Средний контакт кости с имплантатом (ВКС) составил 58% в группе ЭЧ и 33% в группе механической обработки. Кроме того, средняя площадь кости вокруг имплантата была значительно больше в группе ЭЧ (6,2 мм²) по сравнению с группой механической обработки (4,2 мм²).

Исследование показало, что ЭЧ является многообещающим новым методом лечения периимплантита, который может привести к полной повторной

остеоинтеграции инфицированных имплантатов. Электролитическая очистка — минимально инвазивная процедура, которая менее травматична для поверхности имплантата, чем механическая обработка. Электролиз поверхности поможет сохранить имплантат и улучшить результаты лечения пациентов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что ЭЧ и последующее реконструктивное восстановление утраченных твердых тканей могут быть эффективным методом лечения периимплантита.

Исследование показало, что сочетание ЭЧ и регенеративной терапии привело к значительному улучшению клинической картины в области имплантатов у пациентов, проходящих лечение периимплантита. У пациентов, которые прошли этот курс лечения, было отмечено снижение воспаления и уменьшение количества бактерий.

Рассмотренные исследования демонстрируют, что ЭЧ может эффективно удалять биопленку и другие загрязнения с поверхностей имплантатов, что может способствовать деконтаминации и реостеоинтеграции путем аугментации. Несколько исследований показали, что ЭЧ превосходит механическую очистку с точки зрения уменьшения воспаления, улучшения реостеоинтеграции и восстановления мягких тканей вокруг имплантатов.

Кроме того, ЭЧ является малоинвазивной процедурой, а значит, она с меньшей вероятностью причинит вред окружающим тканям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные исследований свидетельствуют о том, что ЭЧ является многообещающим методом лечения периимплантита. Необходимы дополнительные исследования, чтобы подтвердить эти результаты и определить оптимальный протокол лечения, но ЭЧ может стать стандартным методом лечения этого заболевания.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 14.02.2024 **Принята в печать:** 28.10.2024

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.
Received: 14.02.2024 **Accepted:** 28.10.2024

Л И Т Е Р А Т У Р А / R E F E R E N C E S :

1. **Ахмедов Г.Д.** Роль микроэкологии, иммунной и антиоксидантной систем в развитии инфекционно-воспалительных осложнений амбулаторных хирургических вмешательств в полости рта и их лечение: автореф. дис. ... д.м.н. — М., 2012. — 38 с. [Akhmedov G.D. Role of microecology, immune and antioxidant systems in the development of infectious and inflammatory complications of outpatient oral surgery and their treatment: dissertation abstract. — Moscow, 2012. — 38 p. (In Russian)].
2. **Lang N.P., Berglundh T., Working Group 4 of Seventh European Workshop on Periodontology** Periimplant diseases: where are we now? — Consensus of the Seventh European Workshop on Periodontology. — *J Clin Periodontol.* — 2011; 38 Suppl 11: 178—81. [PMID: 21323713](#)
3. **Berglundh T., et al.** Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the classification of periodontal and peri-implant diseases and conditions. — *J Periodontol.* — 2018; 89 Suppl 1: S313-S318. [PMID: 29926955](#)
4. **Mombelli A., Décaillot F.** The characteristics of biofilms in peri-implant disease. — *J Clin Periodontol.* — 2011; 38 Suppl 11: 203—13. [PMID: 21323716](#)
5. **Mombelli A., Müller N., Cionca N.** The epidemiology of peri-implantitis. — *Clin Oral Implants Res.* — 2012; 23 Suppl 6: 67—76. [PMID: 23062130](#)
6. **Derks J., Tomasi C.** Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. — *J Clin Periodontol.* — 2015; 42 Suppl 16: S158—71. [PMID: 25495683](#)
7. **Coli P., Christiaens V., Sennerby L., Bruyn H.** Reliability of periodontal diagnostic tools for monitoring peri-implant health and disease. — *Periodontol 2000.* — 2017; 73 (1): 203—217. [PMID: 28000267](#)
8. **Esposito M., Grusovin M.G., Worthington H.V.** Treatment of peri-implantitis: what interventions are effective? A Cochrane systematic review. — *Eur J Oral Implantol.* — 2012; 5 Suppl: S21—41. [PMID: 22834392](#)
9. **Canullo L., Schlee M., Wagner W., Covani U., Montegrotto Group for the Study of Peri-implant Disease** International brainstorming meeting on etiologic and risk factors of peri-implantitis, Montegrotto (Padua, Italy), August 2014. — *Int J Oral Maxillofac Implants.* — 2015; 30 (5): 1093—104. [PMID: 26394346](#)
10. **Джафарли И.А., Мухамадиев Д.М., Чикуннов С.О.** Результаты ретроспективного исследования сроком наблюдения более 6 месяцев лечения периимплантата комбинацией полировки поверхности имплантата и пересадки соединительнотканного трансплантата. — *Институт стоматологии.* — 2023; 2 (99): 44—47. [Dzhafarli I.A., Mukhamadiev D.M., Chikunov S.O. The results of a retrospective research with a follow-up period of more than 6 months of treatment of peri-implantitis using the implantoplasty with soft tissue volume augmentation. — *The Dental Institute.* — 2023; 2 (99): 44—47 (In Russian)]. [eLibrary ID: 54232553](#)
11. **Sarmiento H.L., Norton M., Korostoff J., Ko K.I., Fiorellini J.P.** Surgical alternatives for treating peri-implantitis. — *Int J Periodontics Restorative Dent.* — 2018; 38 (5): 665—671. [PMID: 30113606](#)
12. **Rotenberg S.A., Steiner R., Tatakis D.N.** Collagen-coated bovine bone in peri-implantitis defects: A pilot study on a novel approach. — *Int J Oral Maxillofac Implants.* — 2016; 31 (3): 701—7. [PMID: 27183078](#)
13. **Isler S.C., Unsal B., Soysal F., Ozcan G., Peker E., Karaca I.R.** The effects of ozone therapy as an adjunct to the surgical treatment of peri-implantitis. — *J Periodontal Implant Sci.* — 2018; 48 (3): 136—151. [PMID: 29984044](#)
14. **Romanos G.E., Nentwig G.H.** Regenerative therapy of deep peri-implant infrabony defects after CO2 laser implant surface decontamination. — *Int J Periodontics Restorative Dent.* — 2008; 28 (3): 245—55. [PMID: 18605600](#)
15. **Aghazadeh A., Rutger Persson G., Renvert S.** A single-centre randomized controlled clinical trial on the adjunct treatment of intra-bony defects with autogenous bone or a xenograft: results after 12 months. — *J Clin Periodontol.* — 2012; 39 (7): 666—73. [PMID: 22548359](#)
16. **Heitz-Mayfield L.J.A., Salvi G.E., Mombelli A., Loup P.J., Heitz F., Kruger E., Lang N.P.** Supportive peri-implant therapy following anti-infective surgical peri-implantitis treatment: 5-year survival and success. — *Clin Oral Implants Res.* — 2018; 29 (1): 1—6. [PMID: 27335316](#)
17. **Schlee M., Wang H.L., Stumpf T., Brodbeck U., Bosshardt D., Rathe F.** Treatment of periimplantitis with electrolytic cleaning versus mechanical and electrolytic cleaning: 18-month results from a randomized controlled clinical trial. — *J Clin Med.* — 2021; 10 (16): 3475. [PMID: 34441770](#)
18. **Schlee M., Rathe F., Brodbeck U., Ratka C., Weigl P., Zipprich H.** Treatment of peri-implantitis-electrolytic cleaning versus mechanical and electrolytic cleaning — A randomized controlled clinical trial — six-month results. — *J Clin Med.* — 2019; 8 (11): 1909. [PMID: 31703404](#)
19. **Hosseinpour S., Nanda A., Walsh L.J., Xu C.** Microbial decontamination and antibacterial activity of nanostructured titanium dental implants: A narrative review. — *Nanomaterials (Basel).* — 2021; 11 (9): 2336. [PMID: 34578650](#)
20. **Schneider S., Rudolph M., Bause V., Terfort A.** Electrochemical removal of biofilms from titanium dental implant surfaces. — *Bioelectrochemistry.* — 2018; 121: 84—94. [PMID: 29413867](#)
21. **Ratka C., Weigl P., Henrich D., Koch F., Schlee M., Zipprich H.** The effect of in vitro electrolytic cleaning on biofilm-contaminated implant surfaces. — *J Clin Med.* — 2019; 8 (9): 1397. [PMID: 31500093](#)
22. **Gianfreda F., Punzo A., Pistilli V., Bollero P., Cervino G., D'Amico C., Cairo F., Cicciù M.** Electrolytic cleaning and regenerative therapy of peri-implantitis in the esthetic area: A case report. — *Eur J Dent.* — 2022; 16 (4): 950—956. [PMID: 35785819](#)
23. **Assunção M.A., Botelho J., Machado V., Proença L., Matos A.P.A., Mendes J.J., Bessa L.J., Taveira N., Santos A.** Dental implant surface decontamination and surface change of an electrolytic method versus mechanical approaches: A pilot in vitro study. — *J Clin Med.* — 2023; 12 (4): 1703. [PMID: 36836238](#)
24. **Schlee M., Naili L., Rathe F., Brodbeck U., Zipprich H.** Is complete re-osseointegration of an infected dental implant possible? Histologic results of a dog study: A short communication. — *J Clin Med.* — 2020; 9 (1): 235. [PMID: 31963136](#)