

Современное состояние проблемы применения лазерофореза липосомального комплекса при лечении больных периимплантитом

А.К. Потривайло¹, В.Ф. Прикулс¹, Д.В. Прикуле²

¹ ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского»

² ООО «Швейцарский центр имплантации зубов «Денталэнд»

РЕЗЮМЕ

Периимплантит – распространенная проблема, приводящая к разрушению тканей и потере имплантата. Метод лечения периимплантита следует выбирать в зависимости от степени заболевания. В то же время известно, что применение разнообразных систем нанодоставки позволяет создать благоприятную платформу для применения лекарственных препаратов при лечении больных периимплантитом. В результате наличия физико-химических и таргетных свойств. В проведенном обзоре представлен анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной вопросам возможностей и проблем применения лазерофореза и липосомального комплекса при лечении больных периимплантитом. В то же время выявлены перспективные возможности адресного воздействия липосом с взаимодействием размещенных на их основе фотосенсибилизаторов, химиотерапевтических препаратов и различных терапевтических компонентов на конкретные структуры биологической клетки. Проведен анализ и систематизация имеющихся современных данных о применении лазерных технологий и липосомальных комплексов при лечении больных с заболеванием пародонта. Установлено отсутствие клинических исследований по представленной в статье тематике, с минимальным уровнем изученности использования этой методики при лечении патологических изменений в тканях пародонта, что обуславливает актуальность проведения дальнейших исследований в этом направлении с целью обеспечения увеличения эффективности лечения при проведении дентальной имплантации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: периимплантит, периимплантатный мукозит, лазерофорез, липосомы, липосомальный комплекс, лазерная терапия, низкоинтенсивная лазерная терапия.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Modern state of the problem of liposomal complex laser phoresis in the treatment of patients with peri-implantitis

A.K. Potrivailo¹, V.F. Prikuls¹, D.V. Prikule²

¹ M.F. Vladimirsky Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russia

² LLC Swiss Dental Implantation Center 'Dentaland', Moscow, Russia

SUMMARY

Peri-implantitis is a common problem, leading to tissue destruction and implant loss. The method of treatment for peri-implantitis should be selected depending on the extent of the disease. The diverse physicochemical and targeting properties of nanodelivery systems provide a favorable platform for drug delivery for the treatment of peri-implantitis. The review presented herein analyzes domestic and foreign literature devoted to the issues of possibility and problems of application of laser phoresis and liposomal complex in the treatment of peri-implantitis patients. The analysis and systematization of available modern data on the application of laser technologies and liposomal complexes in periodontal treatment is carried out. The absence of clinical researches on this subject with the minimal level of studying the use of this technique in the treatment of periodontal pathologies is established, which determines the relevance of further researches in this direction in order to provide more effective rendering of dental implantation services.

KEYWORDS: peri-implantitis, peri-implant mucositis, laser phoresis, liposomes, liposomal complex, laser therapy, low-laser therapy.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Актуальность

Увеличение частоты проведения дентальной имплантации привело к увеличению более высокой частоты периимплантатных заболеваний, классифицируемых как периимплантатный мукозит или периимплантит [1].

Перимплантатный мукозит представляет собой обратимое воспалительное поражение, возникающее в мягких тканях, окружающих внутрикостные зубные имплантаты. При отсутствии лечения периимплантатного мукозита развивается рентгенологическая прогрессирующая потеря костной массы вокруг остеоинтегрированного имплантата, что приводит к периимплантиту [2].

Периимплантит демонстрирует клинические признаки воспаления (т. е. кровотечение при зондировании), увеличение глубины кармана зондирования и/или рецессию края слизистой оболочки в дополнение к прогрессирующей потере поддерживающей кости.

Прогрессированию периимплантита свойственно нелинейность и прогрессия, которые проявляются в виде круговой картины потери костной массы апикально к платформе имплантата [3].

Трудно определить глобальную распространенность периимплантита, в основном из-за широкого спектра определений случаев, используемых в исследованиях.

Имеющиеся данные показывают, что распространенность периимплантита колеблется от 15 до 56% [4].

В результате проведенных исследований установлено до 13,6% потери имплантата из-за несоблюдения соответствующих требований пациента и до 8,3% потери из-за специфических, конструктивных особенностей системы [5].

Первичной этиологией периимплантатных заболеваний является микробная биопленка. Сообщается о повышенном риске периимплантита у пациентов с хроническим пародонтитом в анамнезе, плохим соблюдением уровня гигиены в полости рта с последующим образованием зубного налета [3].

Лечение больных периимплантитом остается актуальной задачей. Исследование с периодом наблюдения в течение 5 лет выявило рецидиве/прогрессировании периимплантита в 44% случаев и потерю имплантата в 27% случаев [6].

Стандартное лечение проводится в два этапа, которые предусматривают ликвидацию гингивального воспаления и хирургическую санацию очага с направленной костной регенерацией [5]. Нехирургическое лечение состоит из механической обработки поверхностей имплантатов. Однако традиционная механическая терапия приводит к увеличению шероховатости поверхности имплантата и задержке патогенов в ротовой полости. Механическая терапия с дополнительным использованием местных антибиотиков может уменьшить выраженность симптомов воспаления в области проблемного имплантата. Однако, имеющиеся данные показывают, что консервативное лечение само по себе неэффективно, поскольку сообщалось лишь об ограниченном улучшении основных клинических параметров и существует высокая вероятность рецидива заболевания. Терапевтическая эффективность механических или химических методов, по-видимому, лимитирована резистентностью бактериальных штаммов, ограниченным доступом к воспаленной области и фармакологическими ограничениями, такими как дозировка лекарств на месте или недостаточный антибактериальный эффект. Более того, механические методы с применением металлических инструментов, таких как металлические кюреты, ультразвуковые инструменты для удаления зубного камня с металлическими наконечниками и абразивная обработка порошком, могут привести к образованию шероховатой поверхности имплантата, что само по себе увеличивает колонизацию бактерий и образование биопленок [7].

Хирургическое лечение применяется при выраженном периимплантите и соответствующие хирургические методы, такие как резекционная терапия или комбинированная терапия, должны выбираться в зависимости от конфигурации костного дефекта. Целью хирургического лечения является создание доступа для санации и обеззараживания поверхности имплантата. В последнее время для лечения больных периимплантитом были предложены многочисленные протоколы хирургического лечения с использованием различных подходов к обеззараживанию поверхности, наряду с резекционными мерами (например, апикальным лоскутом, костной пластикой, имплантопла-

стикой), реконструктивными мерами (например, костными наполнителями/аутотрансплантатами, направленной костной регенерацией), или их комбинацией (комбинированная терапия). Методы направленной костной регенерации применяются для улучшения костного заполнения дефектов вокруг имплантата [8]. В то же время, некоторые пациенты избегают хирургических манипуляций, предпочитая консервативные методы как более комфортные и менее травматичные.

Применение местных и системных антибиотиков, антисептиков, воздушно-абразивных устройств и/или фотодинамической терапии предлагаются в качестве дополнительного лечения для повышения эффективности консервативного лечения с целью обеззараживания и дополнительной дезактивации поверхности имплантата [9]. Тем не менее выявлено, что эффективность различных подходов дополнительного лечения для остановки дальнейшего прогрессирования заболевания вариативна.

Остаются малоизученными и противоречивыми данные о том, являются ли эффективными вмешательства с помощью применения лазерофореза гелем на основе липосомального фосфолипидного комплекса при лечении больных периимплантитом.

Цель данной работы – изучение и обобщение имеющихся данных о современном состоянии проблемы применения лазерофореза липосомального комплекса при лечении больных периимплантитом.

Материалы и методы

Литературный поиск осуществлялся на основе базы данных отечественных и международных научных библиотек: eLIBRARY, PubMed, Scopus, глубиной 5 лет (2019-2023 гг.). Патентный поиск проведен в электронных базах Google Patent и www1.fips.ru. Проведен анализ 87 литературных источников, посвященных вопросам применения лазерных технологий и использования различных препаратов при лечении больных периимплантитом. Ключевыми фразами поиска на последнем этапе явились: лазерофорез, липосомальный комплекс, эффективность терапии периимплантита. Из найденных публикаций был отобран ряд литературных источников для освящения интересующего вопроса.

Результаты

Применение лазерного излучения открыло новые возможности при лечении больных периимплантитом после дентальной имплантации. Воздействие лазерным излучением было рекомендовано для нескольких аспектов имплантологии, таких как улучшение остеоинтеграции посредством фотобиомодуляции, послеоперационное лечение (ускоренное заживление ран и обезболивающий эффект), операция второго этапа для восстановления имплантата, подготовка ложа для имплантата, процедуры синус-лифтинга и ПИ-лечение (обеззараживание поверхности имплантата и модификация его поверхности). Отмечен положительный опыт использования лазеров, в том числе при хирургических манипуляциях для удаления воспаленных мягких тканей и обеззараживания поверхно-

сти имплантата [10]. В последние годы несколько авторов описали антимикробную активность и эффективность лазерного света, которая зависит от его фототермических эффектов, как *in vitro*, так и *in vivo*. Микробиологические исследования в пародонтологии показали, что диодный лазер способен значительно уменьшить количество пародонтопатогенных бактерий [11]. Использование лазерной технологии в качестве дополнительного инструмента при нехирургическом лечении периимплантита кажется перспективным и дает многочисленные преимущества. Однако, применение лазерного излучения остается дополнительным методом лечения при традиционной механической обработке и не предлагается в качестве замены [12].

В последнее десятилетие был разработан новый тип наносистем – липосомы, которые продемонстрировали большой потенциал для размещения различных фотосенсибилизаторов, фотоактивирующихся световым облучением и взаимодействием с молекулярным кислородом, а также химиотерапевтических препаратов и других терапевтически активных молекул. Липосомы обладают сайт-специфическим нацеливанием и тканевой проницаемостью, также способны медленно высвобождать лекарства. Амфифильная природа этой наносистемы позволяет загружать в нее как гидрофильные, так и гидрофобные лекарства. Кроме того, эта химическая характеристика позволяет им легко проникать в клетки и достигать целевого участка. По этим причинам липосомы используются в медицине в качестве носителей различных типов лекарств, от противораковых до противомикробных. Пробное исследование, проведенное Hu F. et al. показали, что использование доксициклина, загруженного в липосомы, в качестве системы доставки может уменьшить воспаление и стимулировать восстановление кости [13]. Липосомы обладают широким спектром преимуществ, но, с другой стороны, есть и недостатки, которые необходимо учитывать. Это дорогостоящее изготовление, нестабильность их состава и периодические реакции окисления и гидролиза фосфолипидов.

Важным аспектом является возможная устойчивость к антибиотикам этой системы доставки. Наночастицы усиливают активность антибиотиков и могут преодолеть устойчивость бактерий к лекарствам. Липосомы способны преодолевать механизмы бактериальной резистентности. Благодаря своим основным компонентам липосомы могут увеличивать отток антибиотиков из бактериальной стенки и уменьшать поглощение лекарств. Эти свойства позволяют липосомам быстро уничтожать микроорганизмы до того, как у них разовьется мутация [13]. Несмотря на общий успех в доставке лекарств, липосомы также сталкиваются с рядом трудностей, таких как ограниченная химическая и физическая стабильность, утечка лекарств и трудности с усовершенствованием процедуры вывода; однако, к счастью, некоторые недостатки липосом можно преодолеть и добавить дополнительные свойства путем модификации везикулярного состава и свойств.

Другой тип системы доставки – это гелевые составы, которые могут быть изготовлены из многих полимеров, например, хитозана, карбоксиметилцеллюлозы и карбопола. Сообщается, что гель, состоящий из хитозана и 15%

метронидазола, эффективен при лечении хронического пародонтита [14]. Научный прогресс позволил разработать различные типы полимерных гелевых препаратов, например, особый тип, называемый термочувствительным гелем, который обладает переходным состоянием от жидкого к полутвердому в зависимости от различных стимулов. В 2016 году Ruan H. et al. разработали термочувствительный гель на основе хитозана/ β -глицерофосфата, который использовали для доставки 2% антибиотика с бактериостатическими свойствами, ингибирующего синтез белка [16]. Авторы пришли к выводу, что этот состав для доставки эффективно высвобождает лекарственное средство на модели пародонтита. Позднее Wang X et al. подготовили и протестировали MCL, нанесенный на гидрогель *in situ*, состоящий из биоразлагаемого полимера (полимолочной гликолевой кислоты (PLGA)) и N-метилпирролидона [17]. Предварительные исследования показали, что этот тип гидрогеля является обнадеживающим клиническим средством для лечения пародонтита. MCL высвобождался в течение 4 дней, но большая его часть высвобождалась в течение первого дня введения. И, хотя было продемонстрировано, что этот тип геля является отличным средством внутритротовой доставки, его недостатком является очень быстрое высвобождение лекарств. Чтобы устранить этот недостаток, была разработана термочувствительная гелевая система с двойным барьером из полксамера, наполненная моксифлоксацином и наночастицами PLGA. Исследования показали, что этот тип геля продлевал высвобождение препарата на 7 дней.

Используя смесь липосом с различными инкапсулированными веществами, можно получить мультилипосомальные комплексы с высокой нагрузочной способностью и контролируемым соотношением содержимого. В последние годы липосомальные комплексы доставки лекарств превратились в «умные гидрогели», которые могут реагировать на внешние раздражители, включая физические, химические или биологические сигналы.

Светочувствительные липосомальные комплексы-носители лекарств контролируют высвобождение лекарств посредством световой стимуляции, поскольку полимерная основная цепь или боковые цепи этих интеллектуальных систем содержат светочувствительные группы. Существует два механизма высвобождения лекарств из светочувствительных липосомальных комплексов. Первый – это фотохимический механизм, при котором светочувствительные группы в системе запускаются под действием света и вступают в химическую реакцию, вызывая изменения в конфигурации макромолекулярной цепи, дипольном моменте, растворимости, электропроводности или концентрации ионов в гидрогеле. Это приводит к изменению объема набухшего гидрогеля и в конечном итоге обеспечивает контролируемое высвобождение лекарства. Напротив, фототермические механизмы в настоящее время чаще используются в светочувствительных липосомальных комплексах для лечения больных с заболеванием пародонта. Специальные светочувствительные группы воспринимают энергию света и преобразуют ее в тепло, что приводит к повышению локальной температуры.

При достижении температуры фазового перехода также происходит объемный фазовый переход, вызывающий контролируемое высвобождение лекарства [13].

Чувствительные к электромагнитному излучению липосомы представляют собой многообещающую платформу, основанную на сконструированных молекулах фосфолипидов, которые реагируют на световое облучение. Принципы фототриггера включают фотополимеризацию липидов, фотосенсибилизацию с помощью закрепленных на мембране гидрофобных зондов, или фотоизомеризацию фотореактивных липидов. Недавние усовершенствования в лазерной технологии позволили расширить возможности управления лазерными системами посредством выбора длины волны, интенсивности, диаметра профиля луча и подачи лазерной энергии либо в непрерывном, либо в импульсном режиме. Такие лазерные достижения обеспечивают большую свободу выбора при разработке фототриггерных составов для клинического применения.

В рамках обзора и на основании проанализированных исследований Soares D.M. et al. отмечено, что лазер низкой мощности в сочетании с биоматериалами, по-видимому, оказывает положительное влияние на регенерацию тканей пародонта и улучшает послеоперационный период благодаря своим противовоспалительным свойствам. Напротив, высокоинтенсивное лазерное воздействие, используемое для кондиционирования корней и обработки поверхности корня в сочетании с использованием производных эмалевого матрикса, может не оказывать положительного влияния на регенерацию тканей пародонта [18].

С помощью низкоинтенсивного лазерного излучения возможным является чрескожное введение биологически активных соединений (метод лазерофореза) [19]. В настоящее время этот метод рассматривается как наиболее перспективный в комплексном применении фармацевтической субстанции и физического фактора.

Доказана целесообразность проведения физико-фармакологического воздействия (лазерофореза), основанного на совместном применении лазерного излучения и лекарственного препарата, для повышения степени биопроницаемости десны и количества лекарственного препарата, который растворяется в результате этого воздействия в тканях пародонта по сравнению с применением препарата и воздействием физического фактора по отдельности [20].

Das S. et al. предположили, что лекарство высвобождается через «расплавленные» липидные бислои, когда плазмонные материалы на поверхности липосомы нагреваются лазерным облучением с последующим обратимым образованием липосомы [21].

Yuan Z. et al. продемонстрировали высвобождение лекарств, пропорциональное циклам лазерного облучения, из липосом микронного размера, демонстрируя возможность использования этих липосом в качестве средств долгосрочной доставки лекарств или макромолекулярных терапевтических веществ [22].

Проблема применения лазерофореза липосомального комплекса при лечении больных перимплантитом находится в стадии разработки, в связи с чем в литературе

отсутствуют однозначные доказательства эффективности рассматриваемого метода. Тем не менее, в отдельных публикациях упоминается эффективность комбинации лазерофореза и липосомального комплекса при различных заболеваниях пародонта. Установлено, что комплексное одновременное воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения и медикаментозное лечение (лазерофорез) обеспечивает возможность усиления проникновения компонентов препарата в ткани пародонта.

Ромашенко А.С. в рамках исследования эффективности стандартной терапии и комбинированного лечения воспалительных заболеваний пародонта у пациентов, перенесших ковидную инфекцию дополнительно к стандартной терапии применяли курсовое воздействие импульсным низкочастотным лазерным излучением с использованием восстанавливающего липосомального геля. По итогам проведенного исследования показано, что при комбинированном лечении заболеваний пародонта, включающем в себя применение лазерной терапии и липосомального геля, была выявлена наибольшая эффективность по сравнению со стандартной терапией [23].

Кверцетин – это фитоэстрогеноподобный флавоноид, в то же время известный как природный препарат с положительным воздействием на уровень здоровья человека, главным образом, связанным с противовоспалительной, антиоксидантной и антибактериальной активностью в отношении как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий. Более того, многие исследования в стоматологии и челюстно-лицевой области выявили положительное влияние кверцетина на остеогенез, воздействуя на активность остеобластов и ангиогенетический процесс, а также способствуя регенерации мягких и твердых тканей [24].

Липосомальные комплексы с дигидрокверцетином позволяют воздействовать на патогенетические звенья воспалительного процесса в тканях пародонта с перспективой нормализации кровообращения и процессов регенерации в зоне поражения. Для определения степени стабильности геля «Фламена» группа отечественных ученых (Д.В. Прикуле и соавт.) в ходе эксперимента облучали препарат лазерным излучением с длиной волны от 0,80 до 0,91 мкм со временем воздействия 5 мин. Было отмечено вероятное наличие поверхностной диффузии фармацевтической субстанции и увеличение ее скорости под действием лазерного излучения. Проведение лазерофореза геля «Фламена» позволяет увеличить скорость проникновения препарата через слизистую оболочку десен [25].

Преимуществом данного метода является совокупный эффект патогенетического воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на ткани пародонта и терапевтические свойства дигидрокверцетина.

Выводы

Проведенный анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что проблема лечения и профилактики перимплантита по-прежнему остается актуальной. Несмотря на современные достижения дентальной имплантологии перимплантационное лечение по-прежнему остается сложной задачей. Хотя было предложено

несколько методов лечения, в литературе не было обнаружено единого мнения о том, какая процедура является наиболее предсказуемой, воспроизводимой и эффективной.

В настоящее время сочетание передовых наночастиц и новых терапевтических стратегий является наиболее активной областью исследований в области лечения периимплантита. Тем не менее, публикации, посвященные непосредственно исследованию эффективности применения лазерофореза липосомального комплекса при лечении больных периимплантитом в виде посттерапевтических клинических параметров, обнаружены не были. Это обуславливает актуальность дальнейших клинических исследований с акцентированием внимания на подробном описании конкретных клинических характеристик применения лазерофореза липосомального комплекса при лечении больных периимплантитом.

Список литературы / References

1. Егоршин А. А. Этиология, клиника и лечение периимплантитов / А. А. Егоршин, Э. И. Сунарчин, М. Д. Матвеева, Я. А. Жирнова // Приднепровский научный вестник. – 2023; 12 (3): 60–62. – EDN GPSKGN.
2. Egorshin A.A. Etiology, clinic and treatment of peri-implantitis / A.A. Egorshin, E.I. Sunarchin, M. D. Matveeva, Y. A. Zhironova // Pridneprovsky nauchnyy vestnik. – 2023; 12 (3):60–62.
3. Жекова А. А. Диагностические, биохимические, иммуногистохимические, микробиологические характеристики периимплантита и стратегии лечения / А. А. Жекова, А. А. Чунихин, Э. А. Базикян, А. С. Клиновская // Российская стоматология. – 2023; 16 (3):56–58. – EDN UZMPOR.
4. Zhekova A.A. Diagnostic, biochemical, immunohistochemical, microbiological characteristics of peri-implantitis and treatment strategies / A.A. Zhekova, A.A. Chunikhin, E.A. Bazikyan, A.S. Klinovskaya // Russian Stomatology. – 2023; 16 (3):56–58.
5. Сунарчин Э. И. Этиология периимплантитов / Э. И. Сунарчин, И. В. Морозова, М. А. Милованова, Р. А. Файзрахманов // Уральский научный вестник. – 2023; 5 (2): 80–82.
6. Sunarchin E.I. Etiology of peri-implantitis / E.I. Sunarchin, I.V. Morozova, M.A. Milovanova, R.A. Faizrahmanov // Ural Scientific Bulletin. – 2023; 5 (2): 80–82.
7. Romandini M, Lima C, Pedrinaci I, Aroz A, Soldini MC, Sanz M. Prevalence and risk/protective indicators of peri-implant diseases: A university-representative cross-sectional study. Clin Oral Implants Res. 2021; 32(1):112–122. doi:10.1111/clr.13684.
8. Barootchi S, Wang HL. Peri-implant diseases: Current understanding and management. Int J Oral Implantol (Berl). 2021; 14 (3):263–282.
9. Carcuac O, Derks J, Abrahamsson I, Wennström JL, Berglundh T. Risk for recurrence of disease following surgical therapy of peri-implantitis-A prospective longitudinal study. Clin Oral Implants Res. 2020; 31 (11):1072–1077. doi:10.1111/clr.13653.
10. Schwarz F, Ramanauskaitė A. It is all about peri-implant tissue health. Periodontol 2000. 2022; 88 (1): 9–12. doi:10.1111/prd.12407.
11. Moldovan R, Mester A, Piciu A, Bran S, Onisor F. Clinical Outcomes of Enamel Matrix Derivate Used in Surgical and Non-Surgical Treatment of Peri-Implantitis: A Systematic Review of Clinical Studies. Medicina (Kaunas). 2022; 58 (12): 1819. doi:10.3390/medicina58121819.
12. Blanco C, Pico A, Dopico J, Gándara P, Blanco J, Liñares A. Adjunctive benefits of systemic metronidazole on non-surgical treatment of peri-implantitis. A randomized placebo-controlled clinical trial. J Clin Periodontol. 2022; 49 (1):15–27. doi:10.1111/jcpe.13564.
13. Разина И. Н., Ломиашвили Л. М., Недосеко В. Б. Нехирургические методы лечения осложненных дентальной имплантации. Перспективы применения инфракрасного лазерного излучения при лечении мукозита и периимплантита // Лазерная медицина. – 2020; 24 (1):49–56.
14. Razina I.N., Lomiashvili L.M., Nedoseko V.B. Nonsurgical methods of treatment of complications of dental implantation. Prospects for the application of infrared laser radiation in the treatment of mucositis and peri-implantitis // Laser Medicine. – 2020; 24 (1):49–56.
15. Moskvina S.V. Low-Level Laser Therapy in Russia: History, Science and Practice. J Lasers Med Sci. 2017; 8 (2): 56–65. doi:10.15171/jlms.2017.11.
16. Hu F, Zhou Z, Xu Q, et al. A novel pH-responsive quaternary ammonium chitosan-liposome nanoparticle for periodontal treatment. Int J Biol Macromol. 2019; 129: 1113–1119. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.09.057.
17. Myneni SR, Brocavich K, H Wang H. Biological strategies for the prevention of periodontal disease: Probiotics and vaccines. Periodontol 2000. 2020; 84 (1): 161–175. doi:10.1111/prd.12343.
18. Akncbay H, Senel S, Ay ZY. Application of chitosan gel in the treatment of chronic periodontitis. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2007; 80 (2):290–296. doi:10.1002/jbm.b.30596.
19. Ruan H, Yu Y, Liu Y, Ding X, Guo X, Jiang Q. Preparation and characteristics of thermoresponsive gel of minocycline hydrochloride and evaluation of its effect on experimental periodontitis models. Drug Deliv. 2016; 23 (2):525–531. doi:10.3109/10717544.2014.929195.
20. Wang X, Ma J, Zhu X, Wang F, Zhou L. Minocycline-loaded In situ Hydrogel for Periodontitis Treatment. Curr Drug Deliv. 2018; 15 (5):664–671. doi:10.2174/1567201814666171120120421.
21. Soares DM, Barros AAA, Assis AO, Lyra S, Figueira E, Dantas EM et al. Effect of laser therapy combined with biomaterials for treatment of periodontal bone defects. Rev. Clin. Periodontia Implantol. Rehabil. Oral [Internet]. 2014 Abr [citado 2024 Abr 24]; 7(1):25–28. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072014000100006>.
22. Moskvina S.V., Konchugova T.V. Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult. 2012; 5: 57–63.
23. Прикул В. Ф. Лекарственный фотофорез в восстановительном лечении больных хроническим генерализованным пародонтитом: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.14, 14.00.51 / Прикул Владислав Францевич; – Москва, 2009. – 42 с.
24. Das S, Lazenby RA, Yuan Z, White RJ, Park YC. Effect of Laser Irradiation on Reversibility and Drug Release of Light-Activatable Drug-Encapsulated Liposomes. Langmuir. 2020; 36 (13):3573–3582. doi: 10.1021/acs.langmuir.0c00215.
25. Yuan Z, Das S, Lazenby RA, White RJ, Park YC. Repetitive drug releases from light-activatable micron-sized liposomes. Colloids Surf A Physicochem Eng Asp. 2021; 625: 126778. doi: 10.1016/j.colsurfa.2021.126778.
26. Ромашенко А. С. Сравнительная характеристика методов лечения воспалительных заболеваний пародонта у пациентов, перенесших ковидную инфекцию. Эффективная фармакотерапия. 2024; 20 (1):40–44.
27. Romashchenko A.S. Comparative characterization of methods of treatment of inflammatory periodontal diseases in patients with covid infection. Efficient Pharmacotherapy. 2024; 20 (1):40–44.
28. Angellotti G, Murgia D, Campisi G, De Caro V. Quercetin-Based Nanocomposites as a Tool to Improve Dental Disease Management. Biomedicines. 2020; 8 (11): 504. Published 2020 Nov 16. doi:10.3390/biomedicines8110504.
29. Prikule D.V., Prikuls V.F., Potrivailo A., Kamavosyan A.K. Experimental Determination of the Stability of the «Flamena» Gel Pharmacological Structure under the Influence of Low-Intensity Laser Radiation. Biophysica 2023; 3: 513–523. <https://doi.org/10.3390/biophysica3030034>.

Статья поступила / Received 26.09.2024

Получена после рецензирования / Revised 27.09.2024

Принята в печать / Accepted 27.09.2024

Информация об авторах

Потривайло Алексей Константинович¹, аспирант кафедры хирургической стоматологии и имплантологии ФУВ

E-mail: dr.potrivailo@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5433-4880>

Прикул Владислав Францевич², д.м.н., доцент, заведующий кафедрой медицинской реабилитации и физиотерапии ФУВ

E-mail: vlad_doc@list.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3489-7760>.

SPIN: 9247-6389

Прикуле Диана Владиславовна², врач-стоматолог

E-mail: prikule.diana.doc@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3936-8083>. SPIN: 4301-6991

¹ БУЗ МО «МОННИК им. М.Ф. Владимирского»

² ООО «Швейцарский центр имплантации зубов «Денталэнд»

Контактная информация:

Прикул Владислав Францевич. E-mail: vlad_doc@list.ru

Для цитирования: Потривайло А.К., Прикул В.Ф., Прикуле Д.В. Современное состояние проблемы применения лазерофореза липосомального комплекса при лечении больных периимплантитом // Медицинский алфавит. 2024;(28):7–11. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-28-7-11>

Author information

Potrivailo Aleksei K.¹

E-mail: dr.potrivailo@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5433-4880>

Prikuls Vladislav F.¹, DM Sci.

E-mail: vlad_doc@list.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3489-7760>.

SPIN: 9247-6389

Prikule Diana V.², general dentist

E-mail: prikule.diana.doc@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3936-8083>. SPIN: 4301-6991

¹ M.F. Vladimirsky Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russia

² LLC Swiss Dental Implantation Center «Dentaland», Moscow, Russia

Contact information

Prikuls Vladislav F. E-mail: vlad_doc@list.ru

For citation: Potrivailo A.K., Prikuls V.F., Prikule D.V. Modern state of the problem of liposomal complex laser phoresis in the treatment of patients with peri-implantitis // Medical alphabet. 2024;(28):7–11. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-28-7-11>