

DOI: 10.37988/1811-153X_2023_3_30

[И.Ю. Чаусская,](#)

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии

[Е.И. Выборная,](#)

к.м.н., ассистент кафедры пародонтологии

[В.Н. Царев,](#)

д.м.н., профессор, зав. кафедрой микробиологии, вирусологии, иммунологии, директор НИМСИ

[М.С. Подпорин,](#)

к.м.н., м.н.с. лаборатории молекулярно-биологических исследований НИМСИ

[Д.Э. Никогосова,](#)

старший лаборант кафедры челюстно-лицевой и пластической хирургии

[А.Ю. Дробышев,](#)

д.м.н., профессор, зав. кафедрой челюстно-лицевой и пластической хирургии

[А.А. Эштиева,](#)

студентка V курса стоматологического факультета

[В.В. Давтян,](#)

студентка V курса стоматологического факультета

МГМСУ им. А.И. Евдокимова,
127473, Москва, Россия[I.Yu. Chausskaya,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Maxillofacial and plastic surgery Department

[E.I. Vibornaya,](#)

PhD in Medical Sciences, assistant professor of the Periodontology Department

[V.N. Tsarev,](#)

PhD in Medical Sciences, full professor of the Microbiology, virology, immunology department, director of the Medico-dental research Institute

[M.S. Podporin,](#)

PhD in Medical Sciences, researcher at the Molecular biology research Laboratory of the Medico-dental research Institute

[D.E. Nikogosova,](#)

senior laboratory technician at the Maxillofacial and plastic surgery Department

[A.Yu. Drobyshev,](#)

PhD in Medical Sciences, full professor of the Maxillofacial and plastic surgery Department

Оценка антибактериальной эффективности применения светодиодного аппарата Revixan® Dental LED Pro при лечении пациентов с хроническим пародонтитом

Реферат. Ввиду высокой распространенности пародонтита поиск новых методов противомикробного воздействия остается актуальным. **Цель работы** — исследовать антибактериальную эффективность применения фотодинамической терапии с использованием аппарата Revixan® Dental LED Pro на тканях пародонта. **Материалы и методы.** Клиническая часть исследования проводилась у 20 пациентов с диагнозом «хронический пародонтит». Микробиологическое исследование включало анализ встречаемости и количественный анализ представителей грамположительной и грамотрицательной микрофлоры. **Результаты.** Наибольшую роль в развитии пародонтита играют *P. gingivalis*, *P. intermedia* и *F. nucleatum*. Выявлено уменьшение частоты встречаемости *P. gingivalis* после проведения фотодинамической терапии на 5%. Отмечалось снижение количества пародонтопатогенов. Максимальное количество для микроорганизмов *P. gingivalis*, *P. intermedia*, *F. nucleatum* сократилось с $9,5 \cdot 10^6$ до $1 \cdot 10^6$, с $4 \cdot 10^7$ до $1 \cdot 10^5$, с $4 \cdot 10^7$ до $1 \cdot 10^5$ КОЕ/мл соответственно. **Заключение.** Полученные данные свидетельствуют об антибактериальной эффективности воздействия фотодинамической терапии с использованием аппарата Revixan Dental LED Pro на содержимое пародонтальных карманов, что доказывает возможность замены местной антибактериальной терапии.

Ключевые слова: пародонтит, фотодинамическая терапия, фотосенсибилизатор, аппарат светодиодный

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Чаусская И.Ю., Выборная Е.И., Царев В.Н., Подпорин М.С., Никогосова Д.Э., Дробышев А.Ю., Эштиева А.А., Давтян В.В. Оценка антибактериальной эффективности применения светодиодного аппарата Revixan® Dental LED Pro при лечении пациентов с хроническим пародонтитом. — *Клиническая стоматология*. — 2023; 26 (3): 30—36. DOI: 10.37988/1811-153X_2023_3_30

Evaluation of the antibacterial effectiveness of the use of the Revixan® Dental LED Pro device in the treatment of patients with chronic periodontitis

Abstract. Due to the high prevalence of periodontitis, the question of finding new methods of antimicrobial action remains relevant. **The aim of the work** is to investigate the antibacterial efficacy of photodynamic therapy using the Revixan® Dental LED Pro device on periodontal tissues. **Materials and methods.** The clinical part of the study included 20 patients diagnosed with chronic periodontitis. The microbiological study included an analysis of the occurrence and quantitative analysis of representatives of gram-positive and gram-negative microflora. **Results.** The greatest role in the development of periodontitis is played by *P. gingivalis*, *P. intermedia* and *F. nucleatum*. A decrease in the incidence of *P. gingivalis* after photodynamic therapy was revealed by 5%. There was a decrease in the number of periodontal pathogens. The maximum CFU/ml for *P. gingivalis*, *P. intermedia*, *F. nucleatum* decreased from $9.5 \cdot 10^6$ to $1 \cdot 10^6$, from $4 \cdot 10^7$ to $1 \cdot 10^5$, from $4 \cdot 10^7$ to $1 \cdot 10^5$, respectively. **Conclusion.** The data obtained indicate the antibacterial effectiveness of the effect of photodynamic therapy using the Revixan Dental LED Pro device on the contents of periodontal pockets, which proves the possibility of replacing local antibacterial therapy.

Key words: periodontitis, photodynamic therapy, photosensitizer, LED device

A.A. Eshtieva,5th year student at the Dental Faculty**V.V. Davtyan,**5th year student at the Dental FacultyMoscow State University of Medicine
and Dentistry, 127473, Moscow, Russia**FOR CITATION:**

Chausskaya I.Yu., Vibornaya E.I., Tsarev V.N., Podporin M.S., Nikogosova D.E., Drobyshev A.Yu., Eshtieva A.A., Davtyan V.V. Evaluation of the antibacterial effectiveness of the use of the Revixan® Dental LED Pro device in the treatment of patients with chronic periodontitis. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2023; 26 (3): 30—36 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2023_3_30

ВВЕДЕНИЕ

К наиболее распространенным стоматологическим патологиям среди населения относятся воспалительные заболевания пародонта, при этом в 50% случаев пациентам ставят диагноз средней или тяжелой степени хронического пародонтита [1, 2]. Основными этиологическими факторами воспаления в пародонте считаются качественные и количественные изменения нормальной микробиоты (нормобиоты) полости рта, активация пародонтопатогенной микробиоты [3]. Наиболее эффективна в лечении хронического пародонтита этиотропная терапия, цель которой — борьба с микробной биопленкой [4]. Даже после удаления над- и поддесневых зубных отложений в мягких тканях пародонта могут оставаться пародонтопатогенные бактерии, поэтому при лечении хронического пародонтита для достижения стойких результатов обязательно используют антисептические и антимикробные препараты [5, 6]. Чем более эффективно снижение количества пародонтопатогенных бактерий, тем благоприятнее протекает заживление в тканях пародонта [7, 8]. В настоящее время для местного и системного воздействия на микробиоту пародонтальных карманов представлено много препаратов, которые включают в комплексное лечение пародонтита [9]. Однако частое и нерациональное использование антибактериальных средств приводит к дисбалансу в ассоциациях микроорганизмов, появлению резистентных штаммов, а также к побочным действиям лекарств. Все эти негативные последствия привели к поиску альтернативных методов достижения антисептических воздействий. В последние несколько лет объектом научного интереса стали фотодинамическая терапия и аппараты для ее проведения [10, 11].

Фотодинамическая терапия (ФДТ) основана на использовании различных фотобиологических и фотохимических эффектов, вызываемых сочетанным применением света, кислорода и фотосенсибилизатора [12].

По сравнению с консервативным антибактериальным лечением антимикробная фотодинамическая терапия (аФДТ) обладает рядом преимуществ: короткое время инактивации микроорганизмов; возможность локализованного воздействия на участок инфицирования за счет местного облучения; отсутствие резистентности после многокурсового лечения; наличие широкого спектра микроорганизмов-мишеней [13, 14]. В настоящее время нелазерные источники света, такие как светодиодные диоды (LED), тоже стали использоваться

в ФДТ, так как они более компактны, портативны и экономичны по сравнению с лазерами. Все вышеперечисленное делает их оптимальными при выборе источника света для лечения пациентов с болезнями пародонта методом аФДТ [15, 16]. Существенные недостатки точечных светодиодных источников — неоднородность распределения освещенности биоткани и длительное время экспозиции всей зоны пародонта [7, 9].

С целью упрощения процедуры ФДТ компания «Ревиксан» (Москва) разработала специализированный беспроводной светодиодный аппарат Revixan® Dental LED Pro (рис. 1). В отличие от точечных источников света, он, во-первых, охватывает всю поверхность тканей пародонта верхней и нижней челюсти, что позволяет проводить ФДТ и активировать фотосенсибилизатор сразу во всех отделах полости рта, значительно упрощая процедуру для врача и пациента. Во-вторых, запускает фотохимическую реакцию одновременно синим и красным светом на пиках поглощения фотосенсибилизатора. Максимальная интенсивность светового потока составляет 45 мВт/см², что позволяет за 15 мин процедуры достичь суммарной световой дозы 40,5 Дж/см². При этом процедура сокращается с 1,5 ч до 30 мин, становится hands-free для врача и проще для пациента.

Цель работы — изучить эффективность влияния ФДТ с применением аппарата Revixan Dental LED Pro на микробиоту пародонтальных карманов.



Рис. 1. Беспроводной аппарат Revixan Dental LED Pro для ФДТ со сменной силиконовой капой

Fig. 1. Revixan Dental LED Pro wireless device for PDT with replaceable silicone cap

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено микробиологическое исследование содержимого пародонтальных карманов 20 пациентов с диагнозом «хронический пародонтит» (K05.3) до и после ФДТ.

Критерии включения: диагноз «хронический пародонтит», возраст от 18 до 65 лет. Критерии исключения: беременность, лактация, индивидуальная гиперчувствительность к хлорину Е6, острые общесоматические заболевания, хронические заболевания в стадии декомпенсации, обострение психических заболеваний, травма челюстно-лицевой области.

Для ФДТ использовали аппарат Revixan Dental LED Pro с 24 светодиодами красного (660 нм) и синего (400 нм) света со сменной силиконовой насадкой. В качестве фотосенсибилизатора использовали гель-фотосенсибилизатор Revixan с фотоактивными хлоринами, в частности с хлорином Е6 (рис. 2).

У пациентов, принимавших участие в исследовании, был проведен забор исследуемого материала с использованием стерильного ватного тампона (адсорбера) с его последующим помещением в транспортную систему с нейтрализующей средой Ди-Ингли (HiMedia, Индия). Образцы хранились с соблюдением температурного оптимума, рекомендованного производителем, предполагающего сохранность жизнедеятельности микроорганизмов, и доставлялись в лабораторию в течение 12 ч.

В микробиологическом исследовании применяли методы бактериологического анализа в условиях аэробного и анаэробного культивирования, а также методы молекулярно-генетической диагностики. Проводили анализ встречаемости и количественный анализ представителей грамположительной (бактерии родов *Staphylococcus*, *Peptostreptococcus*, *Corynebacterium*, *Streptococcus*, *Enterococcus*) и грамотрицательной (бактерии родов *Neisseria*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Fusobacterium*) микрофлоры. Для этого выделяли чистую культуру возбудителя с последующей видовой идентификацией.

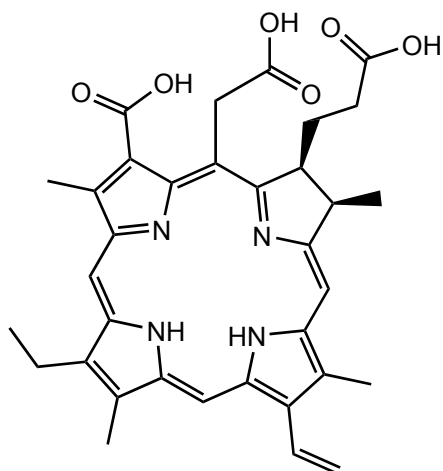


Рис. 2. Основной компонент фотосенсибилизатора — хлорин Е6 (PubChem CID 5360596)
Fig. 2. The main component of the photosensitizer — chlorine E6 (PubChem CID 5360596)

Первичный посев исследуемого материала проводили на следующие питательные среды производства HiMedia Laboratories (Индия):

- Стафилококковый агар N110 (M521). Посевы помещали в термостат при температуре 36,7°C на 48 ч.
- Основа колумбийского кровяного агара (M144) с 5% (об.) дефибрированной крови и селективной добавкой для выделения неспорных анаэробов. Посев предварительно помещали в анаэрокат HiAnaerobic System Mark VI (HiMedia, Индия), а затем в термостат при температуре 36,9°C на 12 суток.
- Mitis Salivarius Agar (M259) — селективная питательная среда для стрептококков с добавлением теллурита калия в виде добавки. Посев помещали в термостат при температуре 36,7°C на 48 ч.

Посев проводили с применением техники секторального количественного культивирования. Для этого чашку Петри с питательной средой условно делили на 3 сектора. Посев в 1-й сектор осуществляли одной поверхностью тампона, тщательно растирая материал по поверхности агаровой среды от края к середине чашки и обратно. Затем стерильной стандартной бактериологической петлей выполняли 3 штриха, на основе которых формировался 2-й сектор. Далее материал распределялся по поверхности агаровой среды с помощью той же петли в направлении, перпендикулярном линиям посева, от края ближайшего к предыдущему сектору в направлении края чашки Петри и обратно. После этого петлю прожигали над пламенем горелки и выполняли из 2-го сектора еще три штриха, на основе которых был сформирован 3-й сектор.

При оценке результатов количественного исследования использовалась формула $N=2nk$, где n — число колоний микроорганизмов в последнем секторе, на котором отмечен рост; k — множитель, равный 10^2 , 10^4 , 10^6 КОЕ для 1-го, 2-го и 3-го сектора соответственно.

Условие анаэробнозиса в анаэрокате достигалось не менее чем 3-кратной заменой воздуха на поверочную газовую смесь ГСО ПГС 10700-2018 (Линде Газ Рус, Россия) из водорода, углекислого газа и диоксида азота (10% H_2 , 10% CO_2 и 80% NO_2). Для контроля условий анаэробнозиса использовали индикатор разрежения для анаэрокатов Anaero Indicator Tablet R.T. (HiMedia, Индия).

Проводился учет макроскопических характеристик, а также морфологическая оценка с использованием техники световой микроскопии. Выполняли тесты на протеазную и лецитиназную активность, на аэротолерантность, на каталазу и оксидазу.

Поверочную идентификацию чистоты культуры выполняли с помощью биохимических идентификационных тестов Biochem-Identification T-Kits (HiMedia, Индия) и систем API (BioMérieux, Франция). Тесты основаны на общепринятых принципах вариабельности водородного показателя и утилизации субстрата. При необходимости дополнительной идентификации использовали методы молекулярно-генетической идентификации.

В процессе инкубирования проявляется метаболическая активность микроорганизмов, которая влечет изменение цвета среды, видимое сразу или после добавления соответствующих реагентов. Учет данных изменений проводился с использованием программного обеспечения HiMedia TEST 2.0 (HiMedia, Индия).

При статистической обработке результаты оценивались на соответствие нормальному распределению с помощью критерия Шапиро—Уилка (при числе исследуемых <50). При сравнении количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, в двух связанных группах, использовался критерий Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В развитии хронического пародонтита наибольшую роль играют такие агрессивные пародонтопатогены, как *P. gingivalis*, *P. intermedia* и *F. nucleatum* [7, 9]. В результате частотного анализа выявлено уменьшение частоты встречаемости *P. gingivalis* после проведения ФДТ на 5% (рис. 5). Частота встречаемости *P. intermedia* и *F. nucleatum* не уменьшилась, но отмечается снижение количества микроорганизмов, включая *P. gingivalis*, что говорит об эффективности влияния ФДТ на количественные характеристики колоний (табл. 1–3).

Нахождение *P. gingivalis* в диапазоне $4,5–9,5 \cdot 10^6$ КОЕ/мл сократилось от показателя 15% до 0, *P. intermedia* в диапазоне $1–4 \cdot 10^6$ КОЕ/мл сократилось от показателя 25% до 0, *F. nucleatum* в диапазоне $4,5–9,5 \cdot 10^6$ КОЕ/мл сократилось от показателя 5% до 0. Максимальное количество *P. gingivalis* сократилось от $4,5–9,5 \cdot 10^6$ КОЕ/мл (максимальный показатель до ФДТ) до $1–4 \cdot 10^6$ КОЕ/мл (максимальный показатель после ФДТ; табл. 1). Для *P. intermedia* максимальный показатель сократился от $1–4 \cdot 10^7$ до $1–4 \cdot 10^5$ КОЕ/мл (табл. 2). Для *F. nucleatum* максимальный показатель сократился от $1–4 \cdot 10^8$ до $1–4 \cdot 10^6$ КОЕ/мл (табл. 3).

Количественный анализ микроорганизмов *P. gingivalis* (табл. 1), *P. intermedia* (табл. 2) и *F. nucleatum* (табл. 3) показал, что для всех трех патогенов отмечались статистически значимые изменения — $p=0,035$, $0,010$ и $0,041$ соответственно.

Статистически значимое уменьшение встречаемости и количества микроорганизмов также было выявлено в отношении грамположительных микроорганизмов *P. anaerobius*, *S. intermedius*, *S. constellatus*, *E. faecalis* (рис. 3, 4). Частотный анализ выявил снижение встречаемости после ФДТ *P. anaerobius*, *S. intermedius*, *S. constellatus*, *E. faecalis*, *P. gingivalis* на 5, 10, 5 и 15% соответственно. Для *S. sanguis* также выявлено статистически значимое количественное уменьшение микроорганизмов, несмотря на отсутствие уменьшения его встречаемости.

Частотный анализ выявил снижение встречаемости после ФДТ *S. aureus*, *Corynebacterium* spp. и *Neisseria* spp. на 15, 5 и 10% соответственно, но для них статистическая значимость не выявлена в связи с их нахождением в единичных случаях (рис. 3, 5).

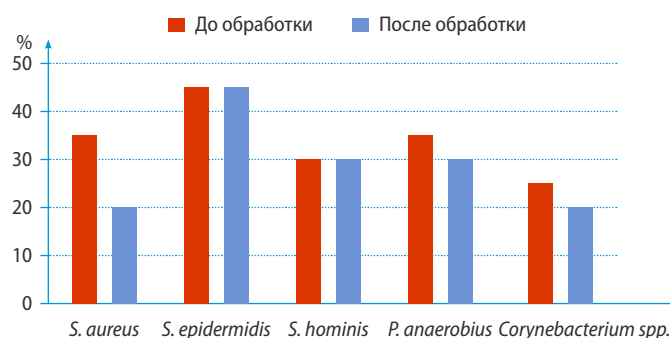


Рис. 3. Частотный анализ встречаемости представителей грамположительных микроорганизмов родов *Staphylococcus*, *Peptostreptococcus*, *Corynebacterium*
Fig. 3. Frequency analysis of gram-positive *Staphylococcus*, *Peptostreptococcus*, *Corynebacterium* types of microorganisms occurrence

Таблица 1. Концентрация *P. gingivalis* в посевах до и после ФДТ

Table 1. Concentration of *P. gingivalis* in culture before and after PDT

КОЕ/мл	До		После	
	абс.	%	абс.	%
Не выявлено	12	60	13	65
$1–4 \cdot 10^4$	2	10	3	15
$1–4 \cdot 10^5$	0	0	3	15
$1–4 \cdot 10^6$	3	15	1	5
$4,5–9,5 \cdot 10^6$	3	15	0	0

Примечание. Различия показателей до и после статистически достоверно значимы ($p=0,035$).

Таблица 2. Концентрация *P. intermedia* в посевах до и после ФДТ

Table 2. Concentration of *P. intermedia* in culture before and after PDT

КОЕ/мл	До		После	
	абс.	%	абс.	%
Не выявлено	11	55	12	60
до $9,5 \cdot 10^3$	0	0	2	10
$1–4 \cdot 10^4$	2	10	5	25
$1–4 \cdot 10^5$	1	5	1	5
$1–4 \cdot 10^6$	5	25	0	0
$1–4 \cdot 10^7$	1	5	0	0

Примечание. Различия показателей до и после статистически достоверно значимы ($p=0,010$).

Таблица 3. Концентрация *F. nucleatum* в посевах до и после ФДТ

Table 3. Concentration of *F. nucleatum* in culture before and after PDT

КОЕ/мл	До		После	
	абс.	%	абс.	%
Не выявлено	13	65	13	65
до $9,5 \cdot 10^3$	0	0	1	5
$1–4 \cdot 10^4$	1	5	1	5
$1–4 \cdot 10^5$	2	10	4	20
$1–4 \cdot 10^6$	2	10	1	5
$4,5–9,5 \cdot 10^6$	1	5	0	0
$1–4 \cdot 10^8$	1	5	0	0

Примечание. Различия показателей до и после статистически достоверно значимы ($p=0,041$).

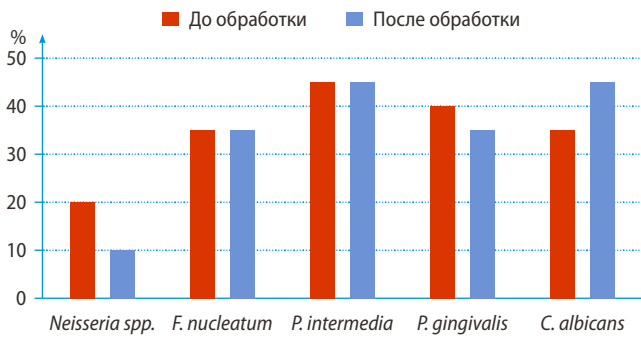


Рис. 4. Частотный анализ встречаемости представителей грамположительных микроорганизмов родов Streptococcus и Enterococcus

Fig. 4. Frequency analysis of gram-positive Streptococcus, Enterococcus types of microorganisms occurrence

Описанные в литературе данные исследований Т.Т. Малозония, В.Н. Царева, К.Д. Чавушьян об эффективности ФДТ с применением точечных источников света при лечении хронического пародонтита соответствуют результатам применения специализированного портативного светодиодного аппарата [17–19].

Клинический случай 1

Пациентка Щ., 35 лет, с диагнозом «хронический генерализованный пародонтит». Проведен один сеанс ФДТ в области всех зубов верхней и нижней челюстей (рис. 6).

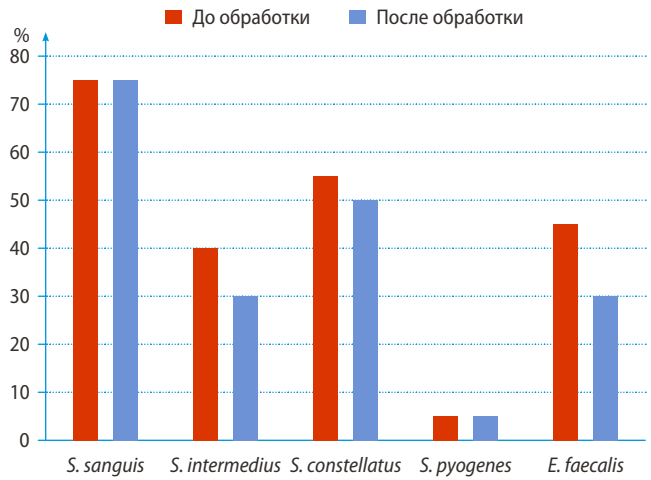


Рис. 5. Частотный анализ встречаемости представителей грамтрицательных микроорганизмов

Fig. 5. Frequency analysis of gram-negative types of microorganisms occurrence

Клинический случай 2

Пациентка С., 20 лет, с диагнозом «хронический генерализованный пародонтит». Проведен один сеанс ФДТ в области всех зубов верхней и нижней челюстей (рис. 7).

Через 14 дней после проведения процедуры ФДТ выполнены контрольный осмотр пациентов со сравнением результатов клинического обследования до и после процедуры. В ходе осмотра в обоих клинических случаях наблюдалось уменьшение отечности и гиперемии десен. При зондировании отмечалось уменьшение кровоточивости. Индексы РМА и SBI свидетельствовали об улучшении уровня гигиены полости рта и снижении тяжести воспаления мягких тканей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования по изучению эффективности воздействия фотодинамической терапии с применением



Рис. 6. Пациентка Щ., 35 лет: А — исходная клиническая картина, В — в ходе ФДТ, С — после сеанса ФДТ

Fig. 6. Patient Shch., 35 years old: A — initial clinical image, B — during photodynamic therapy, C — after photodynamic therapy



A



B

Рис. 7. Пациентка С., 20 лет: А — исходная клиническая картина, В — в ходе ФДТ, С — после сеанса ФДТ

Fig. 7. Patient S., 20 years old: A — initial clinical image, B — during photodynamic therapy, C — after procedure of photodynamic therapy

светодиодного аппарата Revixan® Dental LED Pro на микробиоту пародонтальных карманов выявлено уменьшение количества микроорганизмов в содержимом пародонтальных карманов, в том числе пародонтопатогенных штаммов. Статистически достоверные результаты ($p < 0.05$) отражали сниженные концентрации возбудителей при определении пародонтопатогенных видов (преимущественно до 10^5 КОЕ).

Полученные результаты свидетельствуют об антибактериальной эффективности ФДТ с помощью аппарата Revixan Dental LED Pro на микробиоту пародонтальных карманов, включая представителей пародонтопатогенных видов, что доказывает возможность замены местной антибактериальной терапии. Кроме того, сокращение времени проведения процедуры с 1,5 ч до 30 мин является несомненным преимуществом перед точечными источниками.



C

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 28.06.2023 **Принята в печать:** 10.08.2023

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.
Received: 28.06.2023 **Accepted:** 10.08.2023

ЛИТЕРАТУРА:

1. Kwon T., Lamster I.B., Levin L. Current concepts in the management of periodontitis. — *Int Dent J.* — 2021; 71 (6): 462—476. [PMID: 34839889](#)
2. Усова Н.Ф. Сравнительная характеристика двух новых подходов к лечению воспалительных заболеваний пародонта. — *Сибирский медицинский журнал (Иркутск).* — 2014; 5: 111—112. [eLibrary ID: 23301853](#)
3. Кипиани Нана В., Ивериели М.В., Мосемгвдлшвили Н.Г., Кипиани Нина В., Джапаридзе С.А. Патогенетические факторы пародонтита, их взаимосвязь и совместные эффекты. — *Медицинские новости Грузии.* — 2014; 228: 88—91
4. Adelfio M., Bonzanni M., et al. A physiologically relevant culture platform for long-term studies of in vitro gingival tissue. — *Acta Biomater.* — 2023; 167: 321—334. [PMID: 37331612](#)
5. Dannewitz B., Holtfreter B., Eickholz P. [Periodontitis-therapy of a widespread disease]. — *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* — 2021; 64 (8): 931—940 (In German). [PMID: 34236451](#)

REFERENCES:

1. Kwon T., Lamster I.B., Levin L. Current concepts in the management of periodontitis. *Int Dent J.* 2021; 71 (6): 462—476. [PMID: 34839889](#)
2. Usova N.F. Comparative characteristics of two new approaches to the treatment of inflammatory periodontal diseases. *Siberian medical journal (Irkutsk).* 2014; 5: 111—112 (In Russian). [eLibrary ID: 23301853](#)
3. Kipiani Nana V., Iverieli M., Mosemgvdlshvili N., Kipiani Nino V., Jafaridze S. Parodontitis pathogenetic factors, their interaction and effects. *Georgian Med News.* 2014; 228: 88—91
4. Adelfio M., Bonzanni M., Callen G.E., Paster B.J., Hasturk H., Ghezzi C.E. A physiologically relevant culture platform for long-term studies of in vitro gingival tissue. *Acta Biomater.* 2023; 167: 321—334. [PMID: 37331612](#)
5. Dannewitz B., Holtfreter B., Eickholz P. [Periodontitis-therapy of a widespread disease]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2021; 64 (8): 931—940 (In German). [PMID: 34236451](#)

6. Антонов И.И., Мудров В.П., Нелюбин В.Н., Мураев А.А. Актуальные аспекты иммунопатогенеза хронического пародонтита (обзор). — *Клиническая стоматология*. — 2021; 1 (97): 46—58. [eLibrary ID: 44847629](#)
7. Usin M.M., Tabares S.M., Menso J., de Albera E.R., Sembaj A. Generalized aggressive periodontitis: microbiological composition and clinical parameters in non-surgical therapy. — *Acta Odontol Latinoam*. — 2016; 29 (3): 255—261. [PMID: 28383606](#)
8. Pitzurra L., Loos B.G. [Stress and periodontitis]. — *Ned Tijdschr Tandheelkd*. — 2020; 127 (6): 358—364 (In Dutch). [PMID: 32716399](#)
9. Sorbellini E., Rucco M., Rinaldi F. Photodynamic and photobiological effects of light-emitting diode (LED) therapy in dermatological disease: an update. — *Lasers Med Sci*. — 2018; 33 (7): 1431—1439. [PMID: 30006754](#)
10. Амхадова М.А., Копецкий И.С., Прокопьев В.В. Эффективность применения фотодинамической терапии в комплексном лечении пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом. — *Российский стоматологический журнал*. — 2016; 1: 12—15. [eLibrary ID: 26001555](#)
11. Наумович С.А., Плавский В.Ю., Кувшинов А.В. Антимикробная фотодинамическая терапия: преимущества, недостатки и перспективы развития. — *Современная стоматология (Беларусь)*. — 2020; 1 (78): 11—16. [eLibrary ID: 42642360](#)
12. Salvi G.E., Stähli A., Schmidt J.C., Ramseier C.A., Sculean A., Walter C. Adjunctive laser or antimicrobial photodynamic therapy to non-surgical mechanical instrumentation in patients with untreated periodontitis: A systematic review and meta-analysis. — *J Clin Periodontol*. — 2020; 47 Suppl 22: 176—198. [PMID: 31859395](#)
13. Kwiatkowski S., Knap B., Przystupski D., Saczko J., Kędzierska E., Knap-Czop K., Kotlińska J., Michel O., Kotowski K., Kulbacka J. Photodynamic therapy — mechanisms, photosensitizers and combinations. — *Biomed Pharmacother*. — 2018; 106: 1098—1107. [PMID: 30119176](#)
14. Rkein A.M., Ozog D.M. Photodynamic therapy. — *Dermatol Clin*. — 2014; 32 (3): 415—25, x. [PMID: 24891062](#)
15. Warriar A., Mazumder N., Prabhu S., Satyamoorthy K., Murali T.S. Photodynamic therapy to control microbial biofilms. — *Photodiagnosis Photodyn Ther*. — 2021; 33: 102090. [PMID: 33157331](#)
16. Dobson J., de Queiroz G.F., Golding J.P. Photodynamic therapy and diagnosis: Principles and comparative aspects. — *Vet J*. — 2018; 233: 8—18. [PMID: 29486883](#)
17. Малазония Т.Т., Арутюнов С.Д., Ласточкин А.А., Трефилова Ю.А. Клинико-лабораторная и микробиологическая оценка эффективности комплексного лечения патологии пародонта с применением иммобилизации зубов фрезерованными шинами и фотодинамической терапии. — *Клиническая стоматология*. — 2019; 4 (92): 36—40. [eLibrary ID: 41601781](#)
18. Царев В.Н., Арутюнов С.Д., Малазония Т.Т., Царева Е.В., Подпорин М.С., Ипполитов Е.В., Самусенков В.О. Оценка антимикробного действия фотодинамической терапии на возбудителей неклостридиальной анаэробной инфекции пародонта в экспериментальных и клинических исследованиях. — *Клиническая стоматология*. — 2015; 4 (76): 14—19. [eLibrary ID: 25136355](#)
19. Чавушьян К.Д., Гадзацева З.М., Маркарова Г.В., Бабаян Е.Г., Караков К.Г. Фотодинамическая терапия — эффективный способ воздействия на пародонтопатогенные микроорганизмы при лечении пародонтита. — *Медицинский вестник Северного Кавказа*. — 2010; 1: 13—16. [eLibrary ID: 15287653](#)
6. Antonov I.I., Mudrov V.P., Nelyubin V.N., Muraev A.A. Topical aspects of the chronic periodontitis immunopathogenesis (review). *Clinical Dentistry (Russia)*. 2021; 1 (97): 46—58 (In Russian). [eLibrary ID: 44847629](#)
7. Usin M.M., Tabares S.M., Menso J., de Albera E.R., Sembaj A. Generalized aggressive periodontitis: microbiological composition and clinical parameters in non-surgical therapy. *Acta Odontol Latinoam*. 2016; 29 (3): 255—261. [PMID: 28383606](#)
8. Pitzurra L., Loos B.G. [Stress and periodontitis]. *Ned Tijdschr Tandheelkd*. 2020; 127 (6): 358—364 (In Dutch). [PMID: 32716399](#)
9. Sorbellini E., Rucco M., Rinaldi F. Photodynamic and photobiological effects of light-emitting diode (LED) therapy in dermatological disease: an update. *Lasers Med Sci*. 2018; 33 (7): 1431—1439. [PMID: 30006754](#)
10. Amhadova M.A., Kopetskiy I.S., Prokopyev V.V. The effectiveness of photodynamic therapy in the treatment of chronic generalized periodontitis. *Russian Journal of Dentistry*. 2016; 1: 12—15 (In Russian). [eLibrary ID: 26001555](#)
11. Naumovich S., Plavsky V., Kuvshinov A. Antimicrobial photodynamic therapy: advantages, disadvantages and development prospects. *Sovremennaya stomatologiya (Belarus)*. 2020; 1 (78): 11—16 (In Russian). [eLibrary ID: 42642360](#)
12. Salvi G.E., Stähli A., Schmidt J.C., Ramseier C.A., Sculean A., Walter C. Adjunctive laser or antimicrobial photodynamic therapy to non-surgical mechanical instrumentation in patients with untreated periodontitis: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2020; 47 Suppl 22: 176—198. [PMID: 31859395](#)
13. Kwiatkowski S., Knap B., Przystupski D., Saczko J., Kędzierska E., Knap-Czop K., Kotlińska J., Michel O., Kotowski K., Kulbacka J. Photodynamic therapy mechanisms, photosensitizers and combinations. *Biomed Pharmacother*. 2018; 106: 1098—1107. [PMID: 30119176](#)
14. Rkein A.M., Ozog D.M. Photodynamic therapy. *Dermatol Clin*. 2014; 32 (3): 415—25, x. [PMID: 24891062](#)
15. Warriar A., Mazumder N., Prabhu S., Satyamoorthy K., Murali T.S. Photodynamic therapy to control microbial biofilms. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2021; 33: 102090. [PMID: 33157331](#)
16. Dobson J., de Queiroz G.F., Golding J.P. Photodynamic therapy and diagnosis: Principles and comparative aspects. *Vet J*. 2018; 233: 8—18. [PMID: 29486883](#)
17. Malazonia T.T., Arutunov S.D., Lastochkin A.A., Trefilova Y.A. Clinical, laboratory and microbiological evaluation of the effectiveness of complex treatment of periodontal pathology using dental immobilization with milled tires and photodynamic therapy. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2019; 4 (92): 36—40 (In Russian). [eLibrary ID: 41601781](#)
18. Tsarev V.N., Arutyunov S.D., Malazoniya T.T., Tsareva E.V., Podporin M.S., Ippolitov E.V., Samusenkov V.O. Assessment of photodynamic therapy antimicrobic effect on nonclostridial parodontium anaerobic infection pathogens in experimental and clinical study. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2015; 4 (76): 14—19 (In Russian). [eLibrary ID: 25136355](#)
19. Chavushian K.D., Gadzatseva Z.M., Markarova G.V., Babayan E.G., Karakov K.G. Photodynamic therapy the effective way of influence on parodontopathogenic microorganisms at parodontitis treatment. *Medical News of North Caucasus*. 2010; 1: 13—16 (In Russian). [eLibrary ID: 15287653](#)