

DOI: 10.37988/1811-153X_2023_1_68

[Ф.Ф. Лосев](#)¹,

д.м.н., профессор, директор

[Е.К. Кречина](#)¹,д.м.н., профессор, зав. отделением
функциональной диагностики[Е.В. Иванова](#)²,д.м.н., доцент, профессор кафедры
терапевтической стоматологии[Е.Ю. Кукса](#)¹,соискатель отделения функциональной
диагностики¹ ЦНИИСиЧЛХ, 119021, Москва, Россия² РМАНПО, 125993, Москва, Россия**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:**

Лосев Ф.Ф., Кречина Е.К., Иванова Е.В., Кукса Е.Ю. Оценка состояния микрогемодинамики в тканях пародонта при лечении хронического генерализованного пародонтита с применением фотодинамической терапии. — *Клиническая стоматология*. — 2023; 26 (1): 68—72.
DOI: 10.37988/1811-153X_2023_1_68

Оценка состояния микрогемодинамики в тканях пародонта при лечении хронического генерализованного пародонтита с применением фотодинамической терапии

Реферат. Цель работы — изучение эффективности фотодинамической терапии (ФДТ) по данным микрогемодинамики и кислородного метаболизма в тканях пародонта при лечении хронического генерализованного пародонтита (ХГП) средней степени. **Материалы и методы.** Проведено клинико-функциональное исследование и лечение ХГП средней степени у 60 человек (24 мужчины и 36 женщин) в возрасте от 35 до 50 лет ($42,5 \pm 2,7$ года) без соматической патологии, с ортогнатическим прикусом. В зависимости от вида лечения пациентов поделили на 2 равные группы: I (основная), пациенты которой после санации полости рта, удаления зубных отложений, избирательного пришлифовывания зубов, кюретажа пародонтальных карманов и обучения рациональной гигиене получали ФДТ с 1%-ным гелем Гелеофор (660 нм, 2,5 Вт/см², 8 мин, 4 процедуры); II (контрольная), пациентам которой проводили стандартное лечение. Методом ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) исследовали гемодинамику в тканях пародонта с определением систолической, средней и диастолической скорости кровотока, систолической и средней объемной скорости кровотока, индекса пульсации и индекса периферического сопротивления кровотоку. Также методом оптической тканевой оксиметрии исследовали оксигенацию в тканях пародонта с измерением индексов оксигенации, удельного потребления кислорода и индекса перфузионной сатурации кислорода. Все измерения проводили до и после лечения, а также через 6 и 12 мес. **Результаты.** По данным УЗДГ, после лечения линейная и объемная скорости кровотока выросли на 50—200%, что свидетельствовало о нормализации микрогемодинамики, которая в I группе сохранилась через 6 и 12 месяцев. В I группе после ФДТ уровни перфузионной сатурации и удельного потребления кислорода повысились на 30 и 19% соответственно и не падали в течение 6 и 12 мес. Во II группе после лечения микрогемодинамика усилилась менее значительно — на 30—70%, достигнутые показатели сохранялись до 6 мес, а через 12 мес снизились до исходного уровня. Улучшение кислородного метаболизма было менее выраженным — на 10—38%, а через 6 и 12 мес показатели вернулись к исходным значениям. **Заключение.** Применение ФДТ с 1%-ным гелем Гелеофор активизирует микрогемодинамику и процессы кислородного метаболизма.

Ключевые слова: пародонтит, микрогемодинамика, оксигенация, светодиодное излучение, ФДТ

[F.F. Losev](#)¹,PhD in Medical Sciences, full professor,
director[E.K. Krechina](#)¹,PhD in Medical Sciences, full professor
of the Functional diagnostics Department[E.V. Ivanova](#)²,PhD in Medical Sciences, full professor
of the Therapeutic dentistry Department[E.Yu. Kuksa](#)¹,PhD candidate at the Functional diagnostics
Department¹ Central Research Institute
of Dental and Maxillofacial Surgery,
119021, Moscow, Russia² Russian Medical Academy
of Continuous Professional Education,
125993, Moscow, Russia

Assessment of microhemodynamics in periodontal tissues during treatment of chronic generalized periodontitis with photodynamic therapy

Abstract. The aim of the work was to study the effectiveness of photodynamic therapy (PDT) according to the data of microhemodynamics and oxygen metabolism in periodontal tissues during the treatment of moderate chronic generalized periodontitis (CGP). **Materials and methods.** Clinical and functional examination and treatment of moderate CGP were carried out in 60 people (24 men and 36 women) aged 35 to 50 years (42.5 ± 2.7 years) without somatic pathology and with orthognathic bite. The patients were divided into 2 equal groups according to the type of treatment: I (main), whose patients received PDT with 1% Geleofor gel (660 nm, 2.5 W/cm², 8 min, 4 sessions) after oral hygiene, plaque removal, selective grinding of teeth, curettage of periodontal pockets and training in rational hygiene; II (control), whose patients received standard treatment. The hemodynamics in the periodontal tissues with determination of systolic, average and diastolic blood flow, systolic and average volumetric blood flow, pulsatility index and peripheral blood flow resistance index were studied by ultrasonic dopplerography (USDG). Oxygenation in the periodontal tissues was also studied by optical tissue oximetry with measurement of oxygenation index,

FOR CITATION:

Losev F.F., Krechina E.K., Ivanova E.V., Kuksa E.Yu. Assessment of microhemodynamics in periodontal tissues during treatment of chronic generalized periodontitis with photodynamic therapy. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2023; 26 (1): 68—72 (In Russ.). DOI: 10.37988/1811-153X_2023_1_68

specific oxygen consumption and perfusion oxygen saturation index. All measurements were made before and after treatment as well as after 6 and 12 months. **Results.** According to USDG data, linear and volumetric blood flow velocities increased by 50—200% after treatment, which indicated normalization of microhemodynamics, which remained after 6 and 12 months in group I. In group I after PDT, the levels of perfusion saturation and specific oxygen consumption increased by 30 and 19%, respectively, and did not fall within 6 and 12 months. In group II after treatment, microhemodynamics increased less significantly — by 30—70%, the achieved indices were maintained up to 6 months, and in 12 months they decreased to their baseline levels. Improvement of oxygen metabolism was less significant — by 10—38%, and the parameters restored to their baseline values in 6 and 12 months. **Conclusion.** The application of PDT with 1% gel Geleofor activates microhemodynamics and oxygen metabolism processes.

Key words: periodontitis, microhemodynamics, oxygenation, LED radiation, PDT

ВВЕДЕНИЕ

В связи с широким распространением заболеваний пародонта поиск новых методов лечения остается актуальным [1—5].

В последнее время в медицине широкое распространение получила фотодинамическая терапия (ФДТ) [6—11]. Этот метод заключается во введении фотосенсибилизатора в зону поражения и локальной активации лазерным излучением накопившегося в тканях фотосенсибилизатора; в присутствии кислорода это приводит к развитию фотохимической реакции, разрушающей пораженные клетки [12, 13]. В последнее время появились работы по изучению фотодинамического воздействия в стоматологии, в том числе при заболеваниях пародонта [14—21].

Однако в связи с расширением спектра применяемых фотосенсибилизаторов при ФДТ требуется разработать режимы и мощности фотодиодного воздействия при применении фотопрепаратов [22]. До настоящего времени недостаточно изучены механизмы фотодинамического воздействия на процессы регенерации при воспалительных заболеваниях пародонта, включая систему микроциркуляции, что и определяет актуальность исследования.

Цель — изучение эффективности ФДТ по данным микрогемодинамики и кислородного метаболизма в тканях пародонта при лечении хронического генерализованного пародонтита средней степени (ХГП).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено клинико-функциональное исследование и лечение ХГП средней степени у 60 человек (24 мужчины и 36 женщин) от 35 до 50 лет (средний возраст $42,5 \pm 2,7$ года) без соматической патологии с ортогнатическим прикусом, диагнозом K05.3 по МКБ-10. В зависимости от вида лечения пациентов поделили на 2 равные группы:

- I — 17 мужчин и 13 женщин (средний возраст — $42,5 \pm 3,3$ года), им была проведена ФДТ (основная группа);
- II — 11 мужчин и 19 женщин (средний возраст — $43,0 \pm 2,1$ года), им проводилась местная противовоспалительная терапия (контрольная группа).

Критерии включения: ХГП средней степени; возраст от 35 до 50 лет; отсутствие соматических заболеваний. Критерии исключения: сахарный диабет; аутоиммунные, инфекционные, вирусные, психические заболевания; злокачественные новообразования различных органов и систем; беременность и лактация.

После санации полости рта, удаления зубных отложений, избирательного пришлифовывания зубов, юретажа пародонтальных карманов и обучения рациональной гигиене пациентам I группы была проведена ФДТ с использованием 1%-ного геля Гелеофор. Гель из шприца наносили на десневой край половины одной из челюстей на 5 минут, предварительно изолировав десневой край ватными валиками, затем смывали и проводили воздействие светодиодным излучением с длиной волны 660 нм в непрерывном режиме (плотность энергии — $2,5 \text{ Вт/см}^2$, время воздействия — 8 минут). В следующее посещение, через 1—2 дня, процедуру повторяли на другом участке. Курс лечения составил 4 процедуры.

Пациентам II группы провели стандартное лечение наложением на 2 ч защитной повязки с оксидом цинка и искусственным дентином без применения лекарственных препаратов курсом из 4 процедур. В течение 10 дней назначали полоскание 0,1%-ным раствором хлоргексидина.

Исследование гемодинамики в тканях пародонта проводили методом ультразвуковой доплерографии (УЗДГ). Измеряли систолическую, среднюю и диастолическую скорость кровотока (V_{as} , V_{am} , V_{akd}); систолическую и среднюю объемную скорость кровотока (Q_{as} , Q_{am}); индекс пульсации (PI) и индекс периферического сопротивления кровотоку (RI). Оксигенацию в тканях пародонта измеряли методом оптической тканевой оксиметрии на приборе ЛАКК-М в режиме спектрофотометрии. Определяли индекс перфузионной сатурации кислорода (S_m), индекс удельного потребления кислорода (U) и уровень оксигенации (SpO_2). Измерения проводили до и после лечения, а также через 6 и 12 мес.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

После лечения методом ФДТ с Гелеофором гемодинамика в тканях пародонта у пациентов I группы значительно

Таблица 1. Показатели микрогемодинамики до и после лечения хронического генерализованного пародонтита
Table 1. Microhemodynamic values before and after treatment of chronic generalized periodontitis

Показатель	I группа (n=30)				II группа (n=30)				Норма
	до лечения	после лечения	через 6 мес	через 12 мес	до лечения	после лечения	через 6 мес	через 12 мес	
V_{as} , см/с	0,4040±0,0018	0,6080±0,0024	0,6180±0,0084	0,6380±0,0088	0,4200±0,0031	0,5900±0,0022	0,5000±0,0034	0,4800±0,0037	0,6990±0,0020
V_{am} , см/с	0,2030±0,0060	0,3860±0,0045	0,3880±0,0022	0,3950±0,0040*	0,1840±0,0030	0,3210±0,0082	0,2200±0,0067	0,2200±0,0032	0,4140±0,0020
V_{akd} , см/с	0,1820±0,0059	0,2370±0,0032	0,2370±0,0022	0,2500±0,0025*	0,2000±0,0035	0,2200±0,0030	0,2000±0,0024	0,2000±0,0026*	0,2510±0,0050
Q_{as} , мл/мин	0,0230±0,0033	0,0380±0,0127	0,0380±0,0029	0,0350±0,0028	0,0190±0,0052	0,0280±0,0009	0,0270±0,0026	0,0170±0,0081*	0,0496±0,0017
Q_{am} , мл/мин	0,0190±0,0024	0,0260±0,0033	0,0280±0,0032	0,0280±0,0033	0,0170±0,0034	0,0230±0,0032	0,0190±0,0041	0,0120±0,0057*	0,0329±0,0021
RI	0,9872±0,0060	0,7310±0,0125	0,7310±0,0065	0,7320±0,0022*	0,8900±0,0028	0,7620±0,0039	0,7640±0,0030*	0,8900±0,0028	0,7320±0,0050
PI	2,2870±0,0030	1,7200±0,0046	1,7200±0,0056	1,7100±0,0023	2,3010±0,0038	1,9000±0,0037	1,9100±0,0020*	2,3120±0,0020	1,7400±0,0090

Примечание. Различия в сравнении с показателями до лечения статистически достоверно значимы ($p < 0,05$), кроме отмеченных звездочкой (*).

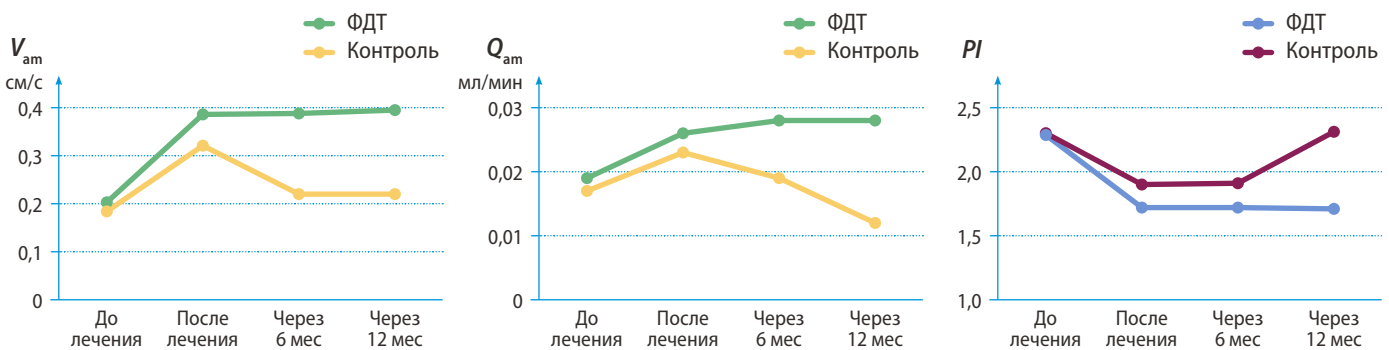


Рис. 1. Динамика средней линейной (V_{am}) и объемной (Q_{am}) скорости кровотока, а также индекса пульсации (PI) в тканях десны по данным УЗДГ после ФДТ

Fig. 1. Dynamics of average linear (V_{am}) and volumetric (Q_{am}) blood flow rate and pulsation index (PI) in gingival tissues according to ultrasonic Doppler sonography after PDT

улучшалась. По данным УЗДГ, V_{as} и Q_{as} увеличились на 50% и в 1,9 раза соответственно, что характеризовало усиление кровотока в микроциркуляторном русле. V_{am} выросла в 1,9 раза, V_{akd} увеличилась на 30%, Q_{am} и Q_{as} выросли на 65 и 36% соответственно, что характеризовало улучшение микроциркуляции в тканях десны. RI и PI снизились на 34 и 32%, что свидетельствовало о нормализации венозного оттока в микроциркуляторном русле в тканях пародонта. Через 6 и 12 мес показатели микрогемодинамики в тканях пародонта сохраняли свои значения (табл. 1, рис. 1).

Во II (контрольной) группе после лечения V_{as} имела тенденцию к усилению кровотока на 40%. V_{am} выросла на 71%, что характеризовало усиление кровотока в микрососудах. V_{akd} увеличилась на 10% по сравнению с исходной. Q_{as} и Q_{am} также увеличились на 47 и 35% соответственно. RI и PI снизились на 17 и 21% соответственно, оставаясь выше нормы, что характеризовало наличие венозного застоя и вазоконстрикции. Хотя показатели гемодинамики во II группе заметно улучшались, они не достигали нормы и были ниже, чем в I группе. Через 6 мес скорость кровотока имела тенденцию снижения на 16–45%, через 12 мес снижалась на 22–64%,

приближаясь к исходному уровню. RI и PI после лечения повышались, что характеризовало усиление гемодинамических нарушений.

Таким образом, ФДТ с Гелеофором значительно улучшила показатели микрогемодинамики, которые сохранялись на протяжении 6 и 12 мес.

По данным оксиметрии в I группе после лечения в тканях десны S_m повышался на 30%, а U возрастал на 19%, SpO_2 выросла на 10%, что свидетельствовало об интенсификации кислородного метаболизма вследствие купирования гипоксии в тканях пародонта, которая сохранялась через 6 и 12 мес (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2. Динамика показателей кислородного метаболизма в тканях пародонта до и после лечения хронического генерализованного пародонтита

Table 2. Dynamics of oxygen metabolism values in periodontal tissues before and after treatment of chronic generalized periodontitis

Срок	SpO_2 , %		S_m , %		U, %	
	II группа	I группа	II группа	I группа	II группа	I группа
До лечения	92,00±1,20	89,00±1,20	3,25±0,08	3,45±0,08	1,22±0,10	1,22±0,10
После лечения	95,00±1,30	98,00±1,50	4,49±0,09	4,49±0,09	1,35±0,15	1,45±0,11
Через 6 мес	92,00±1,40*	98,00±1,40	3,39±0,10	4,99±0,10	1,30±0,13*	1,50±0,14
Через 12 мес	92,00±1,50*	98,00±1,40	3,25±0,20*	4,99±0,12*	1,20±0,10*	1,45±0,10
Норма	98,00±1,30		4,49±0,52		1,45±0,20	

Примечание. Различия в сравнении с показателями до лечения статистически достоверно значимы ($p < 0,05$), кроме отмеченных звездочкой (*).

Во II группе после лечения показатели оксигенации в тканях десны повысились на 10–38%, но через 6 мес снизились на 15–17%, а через 12 мес упали до исходного уровня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показало, что ФДТ с применением 1%-ного геля Гелеофор при лечении ХГП средней степени эффективно для нормализации микрогемодинамики и кислородного метаболизма в тканях пародонта.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 11.02.2023 **Принята в печать:** 15.02.2023

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 11.02.2023 **Accepted:** 15.02.2023

ЛИТЕРАТУРА:

1. Грудянов А.И., Фоменко Е.В. Методы консервативного лечения воспалительных заболеваний пародонта. — Москва, 2013. — 87 с.
2. Грудянов А.И., Фоменко Е.В., Калужин О.В. Роль NOD-подобных рецепторов клеток врожденного иммунитета в патогенезе хронического пародонтита. Обзор литературы. — *Стоматология для всех*. — 2021; 1 (94): 34—39 [eLibrary ID: 44910896](#)
3. Грудянов А.И. Вопросы диагностики и классификации болезней пародонта. — М.: МИА, 2021. — 164 с.
4. Дмитриева Л.А., Максимовский Ю.М. Терапевтическая стоматология: национальное руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 881 с.
5. Garcia V.G., Longo M., Fernandes L.A., Gualberto E.C. Jr, Santononi Cdos S., Bosco A.F., Nagata M.J., Theodoro L.H. Treatment of experimental periodontitis in rats using repeated adjunctive antimicrobial photodynamic therapy. — *Lasers Med Sci*. — 2013; 28 (1): 143—50. [PMID: 22526974](#)
6. Гадзацева З.М. Повышение эффективности комплексного лечения хронического генерализованного пародонтита путем применения лазерной фотодинамической системы «HELBO»: автореф. дис. ... к.м.н. — Ставрополь, 2010. — 22 с.
7. Ягудаев Д.М., Сорокаты А.Е., Гейниц А.В., Трухманов Р.С. Современный взгляд на механизм фотодинамической терапии. Фотосенсибилизаторы и их биодоступность. — *Урология*. — 2006; 5: 94—98 [eLibrary ID: 9252830](#)
8. Ahad A., Lamba A.K., Faraz F., Tandon S., Chawla K., Yadav N. Effect of Antimicrobial Photodynamic Therapy as an Adjunct to Non-surgical Treatment of Deep Periodontal Pockets: A Clinical Study. — *J Lasers Med Sci*. — 2016; 7 (4): 220—226. [PMID: 28491256](#)
9. Akram Z., Abduljabbar T., Sauro S., Daood U. Effect of photodynamic therapy and laser alone as adjunct to scaling and root planing on gingival crevicular fluid inflammatory proteins in periodontal disease: A systematic review. — *Photodiagnosis Photodyn Ther*. — 2016; 16: 142—153. [PMID: 27619532](#)

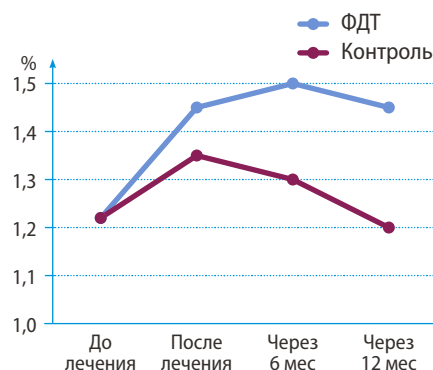


Рис. 2. Динамика удельного потребления кислорода в тканях пародонта по данным оптической тканевой оксиметрии при лечении хронического генерализованного пародонтита средней степени
Fig. 2. Dynamics of specific oxygen consumption in periodontal tissues according to optical tissue oximetry during treatment of moderate chronic generalized periodontitis

REFERENCES:

1. Grudyanov A.I., Fomenko E.V. Methods of conservative treatment of inflammatory periodontal diseases. Moscow, 2013. 87 p. (In Russ.).
2. Grudyanov A.I., Fomenko E.V., Kalyuzhin O.V. The role of NOD-like receptors of innate immune cells in the pathogenesis of chronic periodontitis. Literature review. *International Dental Review*. 2021; 1 (94): 34—39 (In Russ.). [eLibrary ID: 44910896](#)
3. Grudyanov A.I. Issues of diagnosis and classification of periodontal diseases. Moscow: Medical Information Agency, 2021. 164 p. (In Russ.).
4. Dmitrieva L.A., Maksimovsky Y.M. Therapeutic dentistry: national guidelines. Moscow: GEOTAR-Media, 2015. 881 p. (In Russ.).
5. Garcia V.G., Longo M., Fernandes L.A., Gualberto E.C. Jr, Santononi Cdos S., Bosco A.F., Nagata M.J., Theodoro L.H. Treatment of experimental periodontitis in rats using repeated adjunctive antimicrobial photodynamic therapy. *Lasers Med Sci*. 2013; 28 (1): 143—50. [PMID: 22526974](#)
6. Gadzatseva Z.M. Improving the effectiveness of complex treatment of chronic generalized periodontitis through the use of laser photodynamic system "HELBO": master's thesis. Stavropol, 2010. 22 p. (In Russ.).
7. Yagudaev D.M., Sorokaty A.E., Geinits A.V., Trukhmanov R.S. Current views on the mechanism of photodynamic therapy. *Urologia*. 2006; 5: 94—98 (In Russ.). [eLibrary ID: 9252830](#)
8. Ahad A., Lamba A.K., Faraz F., Tandon S., Chawla K., Yadav N. Effect of Antimicrobial Photodynamic Therapy as an Adjunct to Non-surgical Treatment of Deep Periodontal Pockets: A Clinical Study. *J Lasers Med Sci*. 2016; 7 (4): 220—226. [PMID: 28491256](#)
9. Akram Z., Abduljabbar T., Sauro S., Daood U. Effect of photodynamic therapy and laser alone as adjunct to scaling and root planing on gingival crevicular fluid inflammatory proteins in periodontal disease: A systematic review. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2016; 16: 142—153. [PMID: 27619532](#)

10. Cappuyns I., Cionca N., Wick P., Giannopoulou C., Mombelli A. Treatment of residual pockets with photodynamic therapy, diode laser, or deep scaling. A randomized, split-mouth controlled clinical trial. — *Lasers Med Sci.* — 2012; 27 (5): 979—86. [PMID: 22105837](#)
11. Goh E.X., Tan K.S., Chan Y.H., Lim L.P. Effects of root debridement and adjunctive photodynamic therapy in residual pockets of patients on supportive periodontal therapy: A randomized split-mouth trial. — *Photodiagnosis Photodyn Ther.* — 2017; 18: 342—348. [PMID: 28366818](#)
12. Странадко Е.Ф., Кулешов И.Ю., Караханов Г.И. Фотодинамическое воздействие на патогенные микроорганизмы (Современное состояние проблемы антимикробной фотодинамической терапии). — *Лазерная медицина.* — 2010; 2: 52—56 [eLibrary ID: 14866925](#)
13. Biel M.A. Photodynamic therapy of bacterial and fungal biofilm infections. — *Methods Mol Biol.* — 2010; 635: 175—94. [PMID: 20552348](#)
14. Демина К.Ю., Гришилова Е.Н., Бразжникова А.Н., Гаража С.Н., Батчаева Д.Д., Готлиб А.О., Гаража Н.Н., Хачатуров С.С. Влияние фотодинамической терапии на гемодинамику в тканях пародонта при лечении хронического генерализованного пародонтита. — *Фундаментальные исследования.* — 2014; 10—6: 1094—1097 [eLibrary ID: 22633954](#)
15. Ефремова Н.В., Кречина Е.К., Волков А.В. Эффективность ФДТ в коррекции воспалительных изменений в тканях пародонта по данным экспериментальных исследований. — *Эндодонтия Today.* — 2016; 2: 8—10 [eLibrary ID: 27187960](#)
16. Попова А.Е. Оптимизация методов фотодинамической терапии в комплексном лечении хронического генерализованного пародонтита средней степени тяжести: автореф. дис. ... к.м.н. — М., 2014. — 27 с.
17. Еременко А.В., Караков К.Г., Хачатурян Э.Э., Шацкая Н.В., Касимова Г.В., Ванченко Н.Б. Результаты комплексной пародонтальной терапии с применением аппарата «Вектор» и антибактериальной фотодинамической лазерной системы. — *Современные проблемы науки и образования.* — 2016; 5: 147 [eLibrary ID: 27181770](#)
18. Орехова Л.Ю., Лобода Е.С., Обоева М.Л. Фотодинамическая терапия в комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта. — *Пародонтология.* — 2015; 1 (74): 44—49 [eLibrary ID: 23413723](#)
19. Цепов Л.М., Наконечный Д.А., Голева Н.А., Нестерова М.М., Койфман О.Б. Фотодинамическая терапия в комплексном лечении пародонтита (клиническое наблюдение). — *Институт стоматологии.* — 2011; 3 (52): 58—59 [eLibrary ID: 17350552](#)
20. Bürgermeister L., López F.R., Schulz W. Physical and mathematical modeling of antimicrobial photodynamic therapy. — *J Biomed Opt.* — 2014; 19 (7): 71411. [PMID: 24849516](#)
21. Segarra-Vidal M., Guerra-Ojeda S., Vallés L.S., López-Roldán A., Mauricio M.D., Aldasoro M., Alpiste-Illueca F., Vila J.M. Effects of photodynamic therapy in periodontal treatment: A randomized, controlled clinical trial. — *J Clin Periodontol.* — 2017; 44 (9): 915—925. [PMID: 28667678](#)
22. Chitsazi M.T., Shirmohammadi A., Pourabbas R., Abolfazli N., Farhoudi I., Daghigh Azar B., Farhadi F. Clinical and Microbiological Effects of Photodynamic Therapy Associated with Non-surgical Treatment in Aggressive Periodontitis. — *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* — 2014; 8 (3): 153—9. [PMID: 25346834](#)
10. Cappuyns I., Cionca N., Wick P., Giannopoulou C., Mombelli A. Treatment of residual pockets with photodynamic therapy, diode laser, or deep scaling. A randomized, split-mouth controlled clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2012; 27 (5): 979—86. [PMID: 22105837](#)
11. Goh E.X., Tan K.S., Chan Y.H., Lim L.P. Effects of root debridement and adjunctive photodynamic therapy in residual pockets of patients on supportive periodontal therapy: A randomized split-mouth trial. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2017; 18: 342—348. [PMID: 28366818](#)
12. Stranadko E.F., Kuleshov I.Yu., Karakhanov G.I. Photodynamic effects on pathogenic microorganisms (Modern state-of-art in antimicrobial photodynamic therapy). *Laser Medicine.* 2010; 2: 52—56 (In Russ.). [eLibrary ID: 14866925](#)
13. Biel M.A. Photodynamic therapy of bacterial and fungal biofilm infections. *Methods Mol Biol.* 2010; 635: 175—94. [PMID: 20552348](#)
14. Demina K.Y., Grishilova E.N., Brazhnikova A.N., Garazha S.N., Batchaeva D.D., Gotlib A.O., Garazha N.N., Khachaturov S.S. Influence photodynamic therapy on hemodynamics in periodontal tissues in chronic generalized periodontitis. *Fundamental research.* 2014; 10—6: 1094—1097 (In Russ.). [eLibrary ID: 22633954](#)
15. Yefremova N.V., Krechina E.K., Volkov A.V. The effectiveness of PDT in the correction of inflammatory changes in periodontal tissues according to the experimental studies. *Endodontics Today.* 2016; 2: 8—10 (In Russ.). [eLibrary ID: 27187960](#)
16. Popova A.E. Optimization of methods of photodynamic therapy in the complex treatment of chronic generalized periodontitis of moderate severity: master's thesis. Moscow, 2014. 27 p. (In Russ.).
17. Eremenko A.V., Karakov K.G., Khachaturov E.E., Shatskaya N.V., Kasimova G.V., Vanchenko N.B. The results of a comprehensive periodontal therapy using the device "Vector" and antimicrobial photodynamic laser system. *Modern Problems of Science and Education.* 2016; 5: 147 (In Russ.). [eLibrary ID: 27181770](#)
18. Orekhova L.Yu., LOBODA E.S., Oboyeva M.L. Photodynamic therapy in complex treatment of inflammatory periodontal diseases. *Parodontologiya.* 2015; 1 (74): 44—49 (In Russ.). [eLibrary ID: 23413723](#)
19. Tsepov L.M., Nakonechnyi D.A., Goleva N.A., Nesterova M.M., Koifman O.B. Photodynamic therapy in the treatment of periodontitis (clinical observation). *The Dental Institute.* 2011; 3 (52): 58—59 (In Russ.). [eLibrary ID: 17350552](#)
20. Bürgermeister L., López F.R., Schulz W. Physical and mathematical modeling of antimicrobial photodynamic therapy. *J Biomed Opt.* 2014; 19 (7): 71411. [PMID: 24849516](#)
21. Segarra-Vidal M., Guerra-Ojeda S., Vallés L.S., López-Roldán A., Mauricio M.D., Aldasoro M., Alpiste-Illueca F., Vila J.M. Effects of photodynamic therapy in periodontal treatment: A randomized, controlled clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2017; 44 (9): 915—925. [PMID: 28667678](#)
22. Chitsazi M.T., Shirmohammadi A., Pourabbas R., Abolfazli N., Farhoudi I., Daghigh Azar B., Farhadi F. Clinical and Microbiological Effects of Photodynamic Therapy Associated with Non-surgical Treatment in Aggressive Periodontitis. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2014; 8 (3): 153—9. [PMID: 25346834](#)