



Изучение морфофункционального состояния тканей пародонта методами оптической и лазерной диагностики у пациентов с хроническим гингивитом

А.С. Певчева*, С.Н. Ермольев, М.В. Хабарина, Т.М. Стурова, О.В. Хабарина

Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Хронический катаральный гингивит у лиц молодого возраста часто протекает бессимптомно и сопровождается ранними клиническими, микроциркуляторными и метаболическими нарушениями в тканях пародонта. В связи с этим актуально применение неинвазивных оптических и лазерных методов диагностики, позволяющих объективно оценивать состояние микроциркуляции и тканевого метаболизма. Цель. Изучить диагностическую эффективность лазерных и оптических методов оценки микроциркуляторного и метаболического состояния тканей пародонта у пациентов с хроническим катаральным гингивитом. **Материалы и методы.** В исследование включены 24 человека без клинических признаков заболеваний пародонта и 17 пациентов с хроническим катаральным гингивитом в возрасте 20–25 лет. Оценивали индексы ОНІ-S, API и РМА, параметры микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии, состояние капиллярного русла методом витальной компьютерной биомикроскопии, показатели тканевого метаболизма и порфириновый индекс с применением флуоресцентной спектроскопии. **Результаты.** У пациентов с хроническим катаральным гингивитом индекс ОНІ-S составил $2,26 \pm 0,10$ против $0,81 \pm 0,10$ в контрольной группе ($p = 0,001$), API – $49,9 \pm 2,0\%$ против $30,1 \pm 2,9\%$ ($p = 0,01$), РМА – $41,4 \pm 2,2\%$ против $22,2 \pm 1,4\%$ ($p = 0,001$). По данным лазерной доплеровской флоуметрии показатель микроциркуляции в области маргинальной десны снижался с $23,04 \pm 0,89$ до $14,94 \pm 2,60$ п. е. ($p = 0,007$), а в области десневого сосочка – с $17,39 \pm 0,40$ до $13,52 \pm 2,10$ п. е. ($p = 0,001$). По данным витальной компьютерной биомикроскопии диаметр капилляров артериального и венозного отделов увеличивался на 52% и 43% соответственно ($p = 0,001$). Уровень НАДН повышался на 84% в маргинальной десне ($p = 0,007$) и на 81% в области десневого сосочка ($p = 0,006$); порфириновый индекс увеличивался на 67–68% ($p = 0,001$). **Заключение.** Комплексное применение лазерной доплеровской флоуметрии, витальной компьютерной биомикроскопии и флуоресцентной спектроскопии позволяет выявлять ранние морфофункциональные изменения тканей пародонта при хроническом катаральном гингивите.

Ключевые слова: хронический катаральный гингивит, микроциркуляция, лазерная доплеровская флоуметрия, витальная компьютерная биомикроскопия, флуоресцентная спектроскопия, тканевой метаболизм, порфириновый индекс

Для цитирования: Певчева АС, Ермольев СН, Хабарина МВ, Стурова ТМ, Хабарина ОВ. Изучение морфофункционального состояния тканей пародонта методами оптической и лазерной диагностики у пациентов с хроническим гингивитом. *Пародонтология*. 2026;31(2):000-000. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1212>

Автор, ответственный за связь с редакцией: Певчева Алиса Сергеевна, Российский университет медицины, 127006, ул. Долгоруковская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: alicapecv@ya.ru

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Благодарности: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Morphofunctional assessment of periodontal tissues using optical and laser diagnostic methods in patients with plaque-induced gingivitis

A.S. Pevcheva*, S.N. Ermoliev, M.V. Khabarina, T.M. Sturova, O.V. Khabarina

Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. Plaque-induced gingivitis in young adults is often asymptomatic and is accompanied by early clinical, microcirculatory, and metabolic changes in periodontal tissues. Therefore, noninvasive optical and laser diagnostic methods that enable objective assessment of microcirculation and tissue metabolism are particularly relevant. **Objective.** To evaluate the diagnostic utility of optical and laser methods for assessing the microcirculatory and metabolic status of periodontal tissues in patients with plaque-induced gingivitis. **Materials and methods.** The study included 24 participants with no clinical signs of periodontal disease and 17 patients with plaque-induced gingivitis, all aged 20–25 years. Oral hygiene and gingival inflammation were assessed using the Simplified Oral Hygiene Index (OHI-S), Approximal Plaque Index (API), and papillary–marginal–attached (PMA) index. Microcirculatory parameters were evaluated by laser Doppler flowmetry, the capillary bed was assessed by in vivo computer-assisted biomicroscopy, and tissue metabolism parameters and the porphyrin index were evaluated by fluorescence spectroscopy. **Results.** In patients with plaque-induced gingivitis, the OHI-S score was 2.26 ± 0.10 versus 0.81 ± 0.10 in the control group ($p = 0.001$), the API was $49.9 \pm 2.0\%$ versus $30.1 \pm 2.9\%$ ($p = 0.01$), and the PMA index was $41.4 \pm 2.2\%$ versus $22.2 \pm 1.4\%$ ($p = 0.001$). Laser Doppler flowmetry showed reduced perfusion in both the marginal gingiva (14.94 ± 2.60 vs 23.04 ± 0.89 perfusion units; $p = 0.007$) and the interdental papilla (13.52 ± 2.10 vs 17.39 ± 0.40 perfusion units; $p = 0.001$). In vivo computer-assisted biomicroscopy revealed increases of 52% and 43% in the diameters of the arterial and venous capillary segments, respectively ($p = 0.001$). NADH fluorescence intensity was 84% higher in the marginal gingiva ($p = 0.007$) and 81% higher in the interdental papilla ($p = 0.006$). The porphyrin index increased by 67–68% ($p = 0.001$). **Conclusion.** The combined use of laser Doppler flowmetry, in vivo computer-assisted biomicroscopy, and fluorescence spectroscopy can detect early morphological and functional changes in periodontal tissues in patients with plaque-induced gingivitis.

Keywords: plaque-induced gingivitis, microcirculation, laser Doppler flowmetry, in vivo computer-assisted biomicroscopy, fluorescence spectroscopy, tissue metabolism, porphyrin index

For citation: Pevcheva AS, Ermoliev SN, Khabarina MV, Sturova TM, Khabarina OV. Morphofunctional assessment of periodontal tissues using optical and laser diagnostic methods in patients with plaque-induced gingivitis. *Parodontologiya*. 2026;31(2):000-000. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1212>

Corresponding author: A.S. Pevcheva, Russian University of Medicine, 4 Dolgorukovskaya St., Moscow, 127006, Russian Federation. For correspondence: alicapecv@ya.ru

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests

Acknowledgments: the authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgments to declare.

ВВЕДЕНИЕ

Воспалительные заболевания пародонта сохраняют высокую распространенность: по данным Всемирной организации здравоохранения, тяжелые формы пародонтита затрагивают более 1 млрд человек во всем мире [1]. На ранних стадиях данная патология нередко протекает латентно, что затрудняет своевременное выявление и повышает риск развития тяжелых форм заболевания, приводящих к деструкции костной ткани и потере зубов [2, 3]. Особую актуальность это приобретает у лиц молодого возраста, поскольку в данной возрастной группе значимую роль играют факторы риска, прежде всего табакокурение и использование электронных систем доставки никотина, а также несбалансированное питание с преобладанием пищи, богатой легкоусвояемыми углеводами, что способствует росту патогенных бактерий и неблагоприятно влияет на клиническое состояние тканей пародонта [4–7]. По данным эпидемиологических исследований, частота заболеваний пародонта у лиц молодого возраста достигает 86% и продолжает увеличиваться [8]. Существенное значение имеет связь нарушения микроциркуляции в тканях пародонта не только с локальным воспалением, но и с наличием общесоматической

патологии [9]. В связи с этим разработка и внедрение комплексной диагностики с применением неинвазивных функциональных методов оценки микроциркуляции и тканевого метаболизма представляет собой актуальное направление современной стоматологии.

Цель исследования: изучить диагностическую эффективность лазерных и оптических методов оценки микроциркуляторного и метаболического состояния тканей пародонта у пациентов с хроническим катаральным гингивитом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено клинко-функциональное обсервационное исследование. В исследование включено 24 человека без клинических признаков заболеваний пародонта, сформировавших контрольную группу, и 17 пациентов с хроническим катаральным гингивитом в возрасте 20–25 лет. Исследование одобрено Межвузовским комитетом по этике (протокол № 03-26). От всех участников исследования получено добровольное информированное согласие.

Всем обследованным проводили оценку уровня гигиены полости рта по индексу Грина – Вермильона

(ONI-S) и апроксимальному индексу зубного налета (API). Степень выраженности воспалительной реакции тканей пародонта определяли по папиллярно-маргинально-альвеолярному индексу (РМА).

Для визуализации микроциркуляторного русла тканей пародонта проводили витальную компьютерную биомикроскопию (ВКБ) на биомикроскопе «ОКО» (Россия) (рис. 1). Функциональные исследования выполняли в области середины десневого сосочка и маргинального края десны в проекции первых премоляров и центральных резцов верхней и нижней челюсти.

Состояние микроциркуляции тканей пародонта изучали методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) с использованием диагностического комплекса «ЛАЗМА-Д» (Россия) (рис. 2). Для получения стабильных результатов регистрации ЛДФ-грамм изготавливали индивидуальный силиконовый позиционер (заявка на изобретение №2026104718).

В полуавтоматическом режиме с использованием программного обеспечения аппарата «ЛАЗМА-Д» рассчитывали базовые среднестатистические показатели ЛДФ-грамм: показатель микроциркуляции (ПМ) и среднеквадратичное отклонение амплитуды колебаний кровотока (σ). На основе вейвлет-анализа вычисляли амплитуды активных механизмов регуляции микроциркуляции: эндотелиального (Аэ) в диапазоне 0,0095–0,0200 Гц, нейрогенного (Ан) – 0,02–0,046 Гц, миогенного (Ам) – 0,05–0,145 Гц, а также пассивных механизмов: дыхательного (Ад) – 0,2–0,4 Гц и сердечного (Ас) – 0,8–1,6 Гц (рис. 3) [10].

Для диагностики эндогенных коферментов, участвующих в метаболизме, проводили флуоресцентную спектроскопию восстановленного никотинамидадениндинуклеотида (НАДН) и окисленного флавинадениндинуклеотида (ФАД); далее в программном обеспечении прибора рассчитывали показатель окислительного метаболизма (ПОМ). Для возбуждения флуоресценции НАДН использовали лазерное излучение с длиной волны 365 нм, максимум эмиссии находился в диапазоне 460–470 нм. Для флуоресценции ФАД применяли длину волны возбуждения 450 нм, эмиссия регистрировалась в диапазоне 510–520 нм (рис. 4).

Спектральный флуоресцентный анализ состояния слизистой оболочки десны выполняли на аппарате «Фотон-Био» с применением программного обеспечения прибора при возбуждении излучением с длиной волны 405 нм; эмиссию протопорфирина IX регистрировали в области 638 нм (рис. 5).

Первичную обработку спектральных данных и вычисление интенсивности флуоресценции выполняли в программном обеспечении с последующей визуализацией спектрограмм. На основании полученных спектрограмм рассчитывали порфириновый индекс, отражающий концентрацию протопорфирина IX на поверхности слизистой оболочки тканей пародонта (рис. 6).



Рис. 1. Витальный компьютерный биомикроскоп «ОКО», Россия (источник: составлено авторами)

Fig. 1. OKO computer-assisted biomicroscope used for *in vivo* examination, Russia (Sources: compiled by the author)



Рис. 2. Многофункциональный лазерный диагностический комплекс «ЛАЗМА-Д» (Россия) (источник: составлено авторами)

Fig. 2. LAZMA-D laser Doppler flowmetry system, Russia (Sources: compiled by the author)

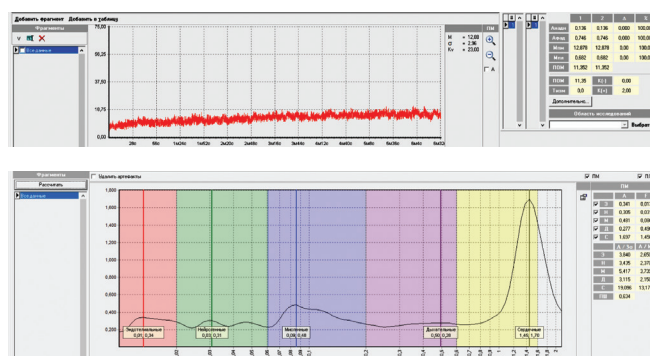


Рис. 3. ЛДФ-грамма (6 мин) и амплитуды механизмов регуляции микроциркуляции по данным вейвлет-анализа (источник: составлено авторами)

Fig. 3. Six-minute laser Doppler flowmetry trace and amplitudes of microcirculatory regulatory mechanisms determined by wavelet analysis (Sources: compiled by the author)

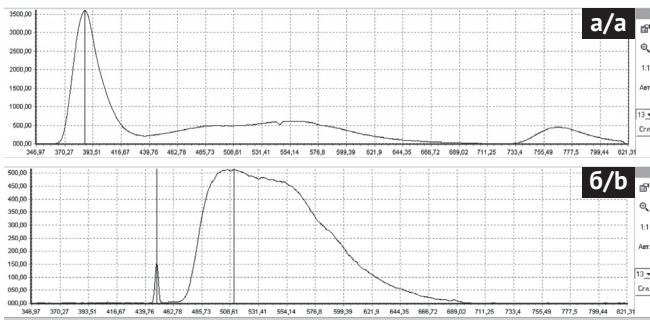


Рис. 4. Флуоресцентная спектроскопия субстратов окислительного метаболизма: а) флуоресценция НАДН; б) флуоресценция ФАД (источник: составлено авторами)

Fig. 4. Fluorescence emission spectra of endogenous metabolic coenzymes: a) NADH; b) FAD (Sources: compiled by the author)

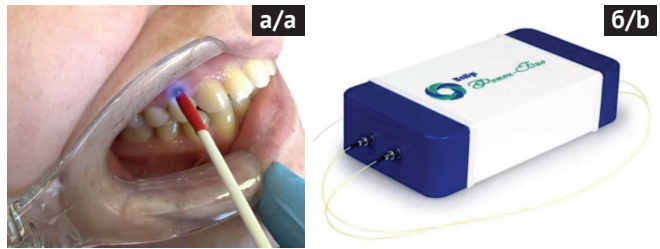
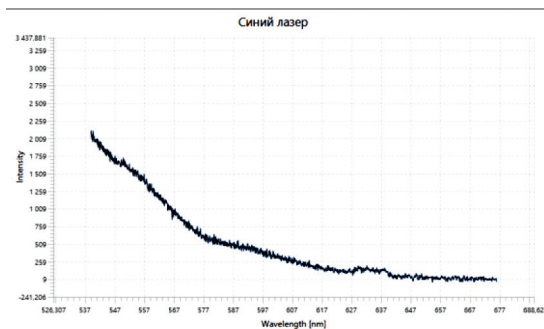


Рис. 5. Флуоресцентная спектроскопия слизистой оболочки десны для обнаружения протопорфирина IX: а) регистрация сигнала; б) аппарат «Фотон-Био» (источник: составлено авторами)

Fig. 5. Fluorescence-based detection of protoporphyrin IX in the gingiva: a) fluorescence signal acquisition; б) «Foton-Bio fluorescence spectroscopy system» (Sources: compiled by the author)

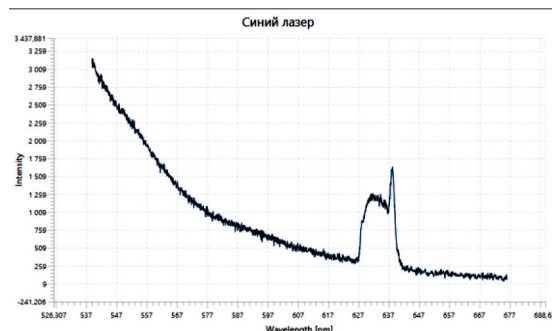


Рис. 6. Спектрограммы протопорфирина IX слизистой оболочки десны у пациентов с клинически здоровым пародонтом и хроническим катаральным гингивитом (источник: составлено авторами)

Fig. 6. Protoporphyrin IX fluorescence spectra recorded from the gingiva of participants without clinical signs of periodontal disease and patients with plaque-induced gingivitis (Sources: compiled by the author)

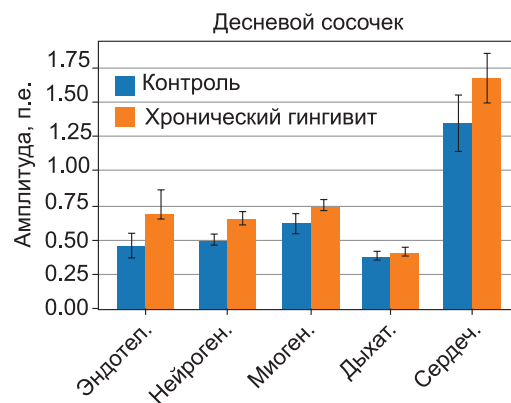
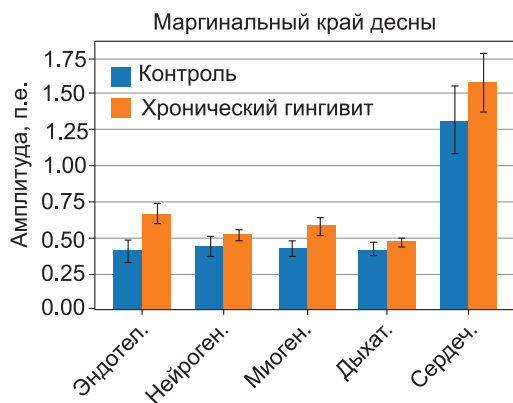


Рис. 7. Результаты вейвлет-анализа микроциркуляции тканей пародонта у пациентов с хроническим катаральным гингивитом (источник: составлено авторами)

Fig. 7. Wavelet analysis of laser Doppler flowmetry signals from periodontal tissues in patients with plaque-induced gingivitis (Sources: compiled by the author)

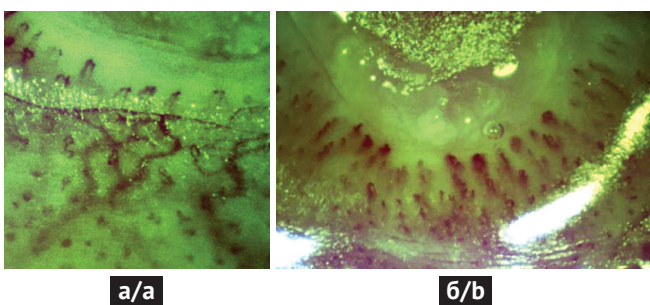


Рис. 8. Состояние микроциркуляции в клинически здоровом пародонте и при хроническом катаральном гингивите по данным ВКБ: а) клинически здоровый пародонт; б) хронический катаральный гингивит (источник: составлено авторами)

Fig. 8. In vivo computer-assisted biomicroscopy of gingival microcirculation: a) clinically healthy periodontium; b) plaque-induced gingivitis (Sources: compiled by the author)

Полученные данные вносили в электронную базу Microsoft Excel для составления вариационных рядов по групповой принадлежности. Статистическую обработку проводили с использованием программного пакета Statistica 12.0. Для количественных показателей рассчитывали среднее арифметическое значение (M) и ошибку среднего арифметического (m), результаты представляли в виде $M \pm m$. Предварительно оценивали характер распределения количественных признаков. При соответствии данных нормальному распределению межгрупповые различия анализировали с использованием t -критерия Стьюдента для независимых выборок. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам клинической оценки среднее значение индекса гигиены по Грину – Вермильону (ОHI-S) в контрольной группе составило $0,81 \pm 0,10$, что характеризует хороший уровень гигиены, тогда как в группе хронического катарального гингивита – $2,26 \pm 0,10$ ($p = 0,001$), что соответствует неудовлетворительному уровню гигиены полости рта. Среднее значение индекса API в контрольной группе составило $30,1 \pm 2,9\%$, тогда как у пациентов с гингивитом достигало $49,9 \pm 2,0\%$ ($p = 0,01$). Значения индекса РМА составили $22,2 \pm 1,4\%$ в контрольной группе и $41,4 \pm 2,2\%$ ($p = 0,001$) в группе хронического катарального гингивита.

По данным ЛДФ, в области средней части маргинальной десны у пациентов контрольной группы показатель микроциркуляции составил $23,04 \pm 0,89$ п. е., тогда как при гингивите он снижался до $14,94 \pm 2,60$ п. е. ($p = 0,007$). Среднеквадратичное отклонение амплитуды колебаний кровотока σ в дан-

ной зоне составило $3,10 \pm 0,33$ в контрольной группе и $2,80 \pm 0,41$ при гингивите ($p = 0,009$). В области десневого сосочка показатель микроциркуляции у пациентов с гингивитом был на 28% ниже ($p = 0,001$) по сравнению с контрольной группой, а показатель σ снижался на 27,5% ($p = 0,009$) (табл. 1).

По данным вейвлет-анализа ЛДФ-грамм, при хроническом катаральном гингивите выявлены изменения амплитудно-частотного спектра микроциркуляторного русла в тканях пародонта. В области маргинального края десны и десневого сосочка отмечалось повышение активных механизмов регуляции микроциркуляции – эндотелиального, нейрогенного и миогенного, а также усиление пассивных компонентов – дыхательного и сердечного (табл. 2, рис. 7). В области маргинального края десны эндотелиальный компонент увеличился на 63,4%, нейрогенный – на 18,2%, миогенный – на 34,9%, дыхательный – на 11,9%, сердечный – на 19,7%. В области десневого сосочка эндотелиальный показатель возрос на 65,2%, нейрогенный – на 32,0%, миогенный – на 21,0%, дыхательный – на 7,7%, сердечный – на 24,4% по сравнению с контрольными значениями.

При хроническом катаральном гингивите выявлено выраженное повышение уровня НАДН как в области маргинальной десны, так и в зоне десневого сосочка на 84% ($p = 0,007$) и 81% ($p = 0,006$) соответственно. Одновременно отмечалось увеличение уровня ФАД: на 50% в маргинальной десне ($p = 0,006$) и на 54% в области десневого сосочка ($p = 0,003$). В области маргинальной десны показатель окислительного метаболизма снижался на 38% ($p = 0,03$), а в области десневого сосочка – на 51% ($p = 0,002$) (табл. 3).

Показатели порфиринового индекса у пациентов с гингивитом были статистически значимо выше по

Таблица 1. Показатели микроциркуляции у пациентов с хроническим катаральным гингивитом
(источник: составлено авторами)

Table 1. Gingival microcirculation parameters in patients with plaque-induced gingivitis (Sources: compiled by the author)

Группа Group	Анатомическая зона Anatomical site	Показатель Parameter	Значение Value	p
Контрольная группа / Control group	МД / MG	ПМ, п.е. / MP, PU	$23,04 \pm 0,89$	0,007
Хронический гингивит / Plaque-induced gingivitis	МД / MG	ПМ, п.е. / MP, PU	$14,94 \pm 2,60$	0,007
Контрольная группа / Control group	МД / MG	σ	$3,10 \pm 0,33$	0,009
Хронический гингивит / Plaque-induced gingivitis	МД / MG	σ	$2,80 \pm 0,41$	0,009
Контрольная группа / Control group	ДС / IP	ПМ, п.е. / MP, PU	$17,39 \pm 0,40$	0,001
Хронический гингивит / Plaque-induced gingivitis	ДС / IP	ПМ, п.е. / MP, PU	$13,52 \pm 2,10$	0,001
Контрольная группа / Control group	ДС / IP	σ	$2,91 \pm 0,24$	0,009
Хронический гингивит / Plaque-induced gingivitis	ДС / IP	σ	$2,10 \pm 0,25$	0,009

Примечание: МД – маргинальная десна; ДС – десневой сосочек; ПМ – показатель микроциркуляции; σ – среднеквадратичное отклонение амплитуды колебаний кровотока; п. е. – перфузионные единицы.

Статистическая оценка данных проводилась с использованием t -критерия Стьюдента.

Note: MG, marginal gingiva; IP, interdental papilla; MP, microcirculation parameter; σ , standard deviation of the amplitude of blood flow oscillations; PU, perfusion units. Statistical analysis was performed using Student's t -test

Таблица 2. Средние значения амплитуд активных и пассивных механизмов регуляции микроциркуляции (источник: составлено авторами)

Table 2. Mean amplitudes of active and passive mechanisms of microcirculatory regulation (Sources: compiled by the author)

Амплитудно-частотный спектр Oscillatory component	Маргинальный край десны, контроль Marginal gingiva, control group	Маргинальный край десны, гингивит Marginal gingiva, plaque-induced gingivitis group	Р	Десневой сосочек, контроль Interdental papilla, control group	Десневой сосочек, гингивит Interdental papilla, plaque-induced gingivitis group	Р
Эндотелиальный Endothelial	0,41 ± 0,08	0,67 ± 0,07	0,05	0,46 ± 0,09	0,76 ± 0,11	0,05
Нейрогенный Neurogenic	0,44 ± 0,07	0,52 ± 0,04	>0,05	0,50 ± 0,04	0,66 ± 0,05	>0,05
Миогенный Myogenic	0,43 ± 0,05	0,58 ± 0,06	-	0,62 ± 0,07	0,75 ± 0,04	>0,05
Дыхательный Respiratory	0,42 ± 0,05	0,47 ± 0,03	>0,05	0,39 ± 0,03	0,42 ± 0,02	>0,05
Сердечный Cardiac	1,32 ± 0,23	1,58 ± 0,20	>0,05	1,50 ± 0,20	1,80 ± 0,17	>0,05

Примечание: данные представлены в формате $M \pm m$; p указан для статистически значимых межгрупповых различий. Статистическая оценка данных проводилась с использованием t -критерия Стьюдента

Note: Data are presented as mean $\pm$ SEM. p values are reported only for statistically significant between-group differences. Statistical analysis was performed using Student's t -test

Таблица 3. Показатели тканевого метаболизма у пациентов с хроническим гингивитом (источник: составлено авторами)

Table 3. Tissue metabolism parameters in patients with plaque-induced gingivitis (Sources: compiled by the author)

Тканевые метаболиты Tissue metabolism parameter	Маргинальный край десны, контроль Marginal gingiva, control group	Маргинальный край десны, гингивит Marginal gingiva, plaque-induced gingivitis group	Р	Десневой сосочек, контроль Interdental papilla, control group	Десневой сосочек, гингивит Interdental papilla, plaque-induced gingivitis group	Р
НАДН, у.е. NADH, a.u.	0,23 ± 0,02	1,47 ± 0,20	0,007	0,24 ± 0,02	1,28 ± 0,20	0,006
ФАД, у.е. FAD, a.u.	0,80 ± 0,33	1,60 ± 0,20	0,006	0,95 ± 0,18	2,10 ± 0,29	0,003
ПОМ, у.е. OMI, a.u.	7,92 ± 1,66	4,90 ± 2,10	0,03	12,80 ± 3,20	6,26 ± 0,90	0,002

Примечание: НАДН – восстановленный никотинамидадениндинуклеотид; ФАД – окисленный флавиноадениндинуклеотид; ПОМ – показатель окислительного метаболизма; у.е. – условные единицы.

Статистическая оценка данных проводилась с использованием t -критерия Стьюдента

Note: NADH, reduced nicotinamide adenine dinucleotide; FAD, oxidized flavin adenine dinucleotide;

OMI, oxidative metabolism index; a.u., arbitrary units. Statistical analysis was performed using Student's t -test

сравнению с контрольной группой во всех исследованных участках. В области межзубного сосочка значение индекса увеличивалось на 67% ($p = 0,001$), а в зоне маргинального края десны – на 68% ($p = 0,001$).

По данным ВКБ у пациентов с хроническим катаральным гингивитом выявлены структурно-функциональные изменения микроциркуляторного русла (рис. 8). Диаметр капилляров артериального отдела увеличивался на 52% ($p = 0,001$), а венозного отдела – на 43% ($p = 0,001$) по сравнению с контрольной группой. Визуально отмечались петехии и замедление кровотока, что указывает на венозный застой в слизистой оболочке тканей пародонта.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты показывают, что хронический катаральный гингивит у лиц молодого возраста сопровождается не только ухудшением гигиенического статуса и более выраженными клиническими признаками воспаления, но и комплексом функциональных изменений в микроциркуляторном русле и тканевом метаболизме. Снижение показателя микроциркуляции и σ , по данным ЛДФ, может отражать уменьшение перфузии и вариабельности микрососудистого кровотока, что указывает на нарушение адаптационных механизмов микроциркуляторного русла при воспалении.

Наиболее выраженное увеличение вейвлет-компонентов было характерно для эндотелиального механизма регуляции, что может свидетельствовать об активации эндотелий-зависимых механизмов, изменении нейрогенного и миогенного контроля сосудистого тонуса, а также повышении роли пассивных гемодинамических факторов, связанных с венозным застоем и пульсовым притоком крови. Увеличение диаметра капилляров, по данным ВКБ, согласуется с ЛДФ-признаками нарушения регуляции микроциркуляции и подтверждает наличие дилатации капилляров как проявления воспалительной сосудистой реакции. Данные публикаций журнала «Стоматология детского возраста и профилактика» также подтверждают целесообразность функциональной оценки микроциркуляторного русла и морфофункциональных нарушений тканей пародонта при хроническом гингивите [11, 12].

Изменения флуоресценции НАДН и ФАД отражают перестройку окислительно-восстановительных процессов в тканях пародонта. Повышение уровня НАДН может быть связано со снижением эффективности митохондриального окисления на фоне локальной гипоксии, венозного застоя и повышенной метаболической нагрузки. Снижение ПОМ указывает на уменьшение эффективности тканевого окислительного метаболизма и развитие метаболического дисбаланса при воспалении. Повышение порфиринового индекса может рассматриваться как дополнительный объективный маркер микробной обсемененности и воспалительного поражения тканей пародонта.

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности объективизации ранних нарушений в тканях пародонта. Комплекс-

ная оценка клинических индексов, параметров ЛДФ, ВКБ и флуоресцентной спектроскопии позволяет более полно характеризовать патогенетические изменения при хроническом катаральном гингивите и может быть использована для диагностики начальных воспалительных изменений. Ограничениями исследования являются небольшой объем выборки и одномоментный дизайн; дальнейшие исследования целесообразно проводить на расширенных группах пациентов с оценкой динамики показателей после лечения и профилактических вмешательств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с хроническим катаральным гингивитом выявлено сочетание неудовлетворительного уровня гигиены полости рта, более выраженной воспалительной реакции тканей пародонта, изменений тканевого метаболизма и нарушений микроциркуляции. По данным ЛДФ, наблюдалось снижение перфузии и вариабельности кровотока, что подтверждалось ВКБ-признаками дилатации капилляров артериального и венозного отделов. Флуоресцентная спектроскопия позволила выявить повышение уровня НАДН и порфиринового индекса, отражающее метаболические и микробные компоненты воспалительного процесса. Комплексное применение лазерной доплеровской флоуметрии, витальной компьютерной биомикроскопии и флуоресцентной спектроскопии позволяет объективно оценивать ранние морфофункциональные изменения тканей пародонта и может быть использовано для повышения эффективности диагностики хронического катарального гингивита.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. World Health Organization. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Geneva: World Health Organization; 2022. 100 p. ISBN: 978-92-4-006148-4. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240061484>
2. Zhang M, Liu Y, Afzali H, Graves DT. An update on periodontal inflammation and bone loss. *Frontiers in Immunology*. 2024;15:1385436. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1385436>
3. Buset SL, Walter C, Friedmann A, Weiger R, Borgnakke WS, Zitzmann NU. Are periodontal diseases really silent? A systematic review of their effect on quality of life. *Journal of Clinical Periodontology*. 2016;43(4):333-344. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12517>
4. Alwithanani N. Periodontal Disease and Smoking: Systematic Review. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*. 2023;15(Suppl 1):S64-S71. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_516_22
5. Mohajeri A, Lipsky MS, Hegde R, Chiang J, Hung M. Electronic Nicotine Delivery Systems Use and Periodontal Health-Findings from the Population Assessment of Tobacco and Health Study. *Healthcare (Basel)*. 2024;12(1):25. <https://doi.org/10.3390/healthcare12010025>
6. Kusama T, Nakazawa N, Takeuchi K, Kiuchi S, Osaka K. Free Sugar Intake and Periodontal Diseases: A Systematic Review. *Nutrients*. 2022;14(21):4444. <https://doi.org/10.3390/nu14214444>
7. Орехова ЛЮ, Петров АА, Лобода ЕС, Малышева ЕЮ, Косова ЕВ, Косов СА. Функциональное состояние системы микроциркуляторного русла в тканях пародонта у лиц молодого возраста при различных видах курения. *Проблемы стоматологии*. 2022;18(2):115-122. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2022-18-2-115-122>
8. Orekhova L.Y., Petrov A.A., Loboda E.S., Malysheva E.Y., Kosova E.V., Kosov S.A. Functional state of the microcirculatory system in periodontal tissues in young adults with different types of smoking. *Actual problems in dentistry*. 2022;18(2):115-122 (In Russ.). <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2022-18-2-115-122>
9. Копецкий ИС, Полунина НВ, Побожьева ЛВ, Шевелюк ЮВ, Макеева МК. Распространенность стоматологических заболеваний и медико-социальная

характеристика лиц молодого возраста. *Российский медицинский журнал*. 2024;30(1):27-36.

<https://doi.org/10.17816/medjrf625758>

Kopetsky I.S., Polunina N.V., Pobozhieva L.V., Shevelyuk Y.V., Makeeva M.K. The prevalence of dental diseases and medical and social characteristics in young people. *Russian Medicine*. 2024;30(1):27-36 (In Russ.).

<https://doi.org/10.17816/medjrf625758>

9. Степанов ЕА, Курашвили ЛВ, Микуляк НИ, Моисеев ЯП, Кинзирский АС. Особенности микроциркуляции в пародонте при различных системных заболеваниях: обзор литературы. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. *Медицинские науки*. 2021;2(58):137-150.

<https://doi.org/10.21685/2072-3032-2021-2-13>

Stepanov E.A., Kurashvili L.V., Mikulyak N.I., Moiseev YaP, Kinzirsky AS. The features of parodontium's microcirculation in various systemic diseases (a literature review). University proceedings. Volga region. *Medical sciences*. 2021;2(58):137-150 (In Russ.).

<https://doi.org/10.21685/2072-3032-2021-2-13>

10. Stefanovska A, Bracic M, Kvernmo HD. Wavelet analysis of oscillations in the peripheral blood circulation measured by laser Doppler technique. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 1999;46(10):1230-1239.

<https://doi.org/10.1109/10.790500>

11. Агафонова ИС, Ермолев СН, Айвазова РА, Шиманский ШЛ, Атрушкевич ВГ. Патогенетический подход к коррекции морфофункциональных нарушений в тканях пародонта у пациентов с хроническим гингивитом. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2024;24(1):34-40.

<https://doi.org/10.33925/1683-3031-2024-744>

Agafonova I.S., Ermoliev S.N., Aivazova R.A., Shiman-sky Sh.L., Atrushkevich V.G. Pathogenetic strategies for addressing periodontal morphological and functional disorders in plaque-induced gingivitis. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2024;24(1):34-40 (In Russ.).

<https://doi.org/10.33925/1683-3031-2024-744>

12. Орехова ЛЮ, Петров АА, Лобода ЕС, Березкина ИВ, Шадрин КВ. Изучение функционального состояния системы микроциркуляторного русла в тканях пародонта у лиц различных возрастных групп. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2020;20(2):88-94.

<https://doi.org/10.33925/1683-3031-2020-20-2-88-94>

Orekhova L.Yu., Petrov A.A., Loboda E.S., Berezkina I.V., Shadrina K.V. Study of functional state of microcirculatory channel system in periodontal tissues in persons of different age groups. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2020;20(2):88-94 (In Russ.).

<https://doi.org/10.33925/1683-3031-2020-20-2-88-94>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Певчева Алиса Сергеевна, аспирант кафедры терапевтической стоматологии и пародонтологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: alicapecv@ya.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9621-7738>

Ермолев Сергей Николаевич, доктор медицинских наук, профессор кафедры терапевтической стоматологии и пародонтологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: ermolijev_s@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4219-3547>

Хабарина Мария Владиславовна, ординатор кафедры терапевтической стоматологии и пародонтологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: mariahabarina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8088-0556>

Стурова Татьяна Михайловна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры терапевтической стоматологии и пародонтологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: sturovatat25@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9822-6401>

Хабарина Ольга Владиславовна, студентка 5 курса Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: olya.khabarina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0652-4550>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Corresponding author:

Alisa S. Pevcheva, DMD, PhD student, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: alicapecv@ya.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9621-7738>

Sergey N. Ermoliev, DMD, PhD, DSc, Professor, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: ermolijev_s@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4219-3547>

Maria V. Khabarina, DMD, Resident, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: mariahabarina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8088-0556>

Tatiana M. Sturova, DMD, PhD, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: sturovatat25@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9822-6401>

Olga V. Khabarina, 5th year student, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: olya.khabarina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0652-4550>

Вклад авторов в работу. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Певчева А. С. – проведение исследования, курирование данных, визуализация, написание черновика рукописи; Ермольев С. Н. – разработка концепции, разработка методологии, административное руководство исследовательским проектом, научное руководство, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Хабарина М. В. – проведение исследования, курирование данных, визуализация, написание черновика рукописи; Атрушкевич В. Г. – разработка концепции, разработка методологии, предоставление ресурсов, научное руководство, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Хабарина О. В. – проведение исследования, курирование данных, формальный анализ, визуализация, написание черновика рукописи.

Поступила / Article received 11.05.2026

Поступила после рецензирования / Revised 01.06.2026

Принята к публикации / Accepted 10.06.2026

Authors' contribution. All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work: A. S. Pevcheva – conceptualization, methodology, investigation, data curation, visualization, writing – original draft preparation; S. N. Ermoliev – conceptualization, methodology, project administration, supervision, writing – review and editing; M. V. Khabarina – investigation, data curation, visualization, writing – original draft preparation; O. V. Khabarina – investigation, data curation, formal analysis, visualization, writing – original draft preparation; V. G. Atrushkevich – conceptualization, methodology, resources, supervision, writing – review and editing.