

Корреляционный анализ микроциркуляторных изменений и степени тяжести воспалительного процесса пародонта

А.А. Синенко, Е.Н. Ярыгина, Ю.А. Македонова, Р.О. Фалчари, А.Г. Павлова-Адамович

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

РЕЗЮМЕ

Пародонтит является самым распространенным заболеванием во всем мире, однако, в настоящее время частота встречаемости быстро прогрессирующей его формы увеличивается. Инициация и прогрессирование разрушения пародонта с одной стороны, определяется вирулентностью микроорганизмов, с другой – иммунным статусом пациента. Задачей врача-стоматолога является раннее выявление прогрессирующей убыли костной ткани с последующим патогенетическим его лечением. Проведение клинического осмотра, к сожалению, в полной мере, не отражает протекающие патофизиологические процессы в пародонтальной ткани. Необходимо оценить микроциркуляторные нарушения, что вызывает ряд трудностей у клиницистов по многим факторам. Проведение корреляционного анализа микроциркуляторных изменений и степени тяжести воспалительного процесса пародонта и послужило целью настоящего исследования. В обследовании приняло участие 79 человек с быстро прогрессирующим пародонтитом. Выполненный статистический анализ позволил выявить прямую взаимосвязь между степенью воспалительного процесса и степенью недостаточности микроциркуляции. При воспалительном процессе легкой степени выраженности наблюдаются компенсированные нарушения, при средней степени выраженности – стойкие нарушения гемодинамики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: быстро прогрессирующий пародонтит, воспаление, лазерная доплеровская флоуметрия, корреляция.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Correlation analysis of microcirculatory changes and severity of periodontal inflammation

A.A. Sinenko, E.N. Yarygina, Yu.A. Makedonova, R.O. Falchari, A.G. Pavlova-Adamovich

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

SUMMARY

Periodontitis is the most common disease worldwide, however, currently the frequency of its rapidly progressive form is increasing. The initiation and progression of periodontal destruction is determined, on the one hand, by the virulence of microorganisms, and, on the other, by the patient's immune status. The dentist's task is to detect progressive bone loss early, followed by its pathogenetic treatment. Unfortunately, conducting a clinical examination does not fully reflect the ongoing pathophysiological processes in periodontal tissue. It is necessary to evaluate microcirculatory disorders, which causes a number of difficulties for clinicians due to many factors. The purpose of this study was to conduct a correlation analysis of microcirculatory changes and the severity of the periodontal inflammatory process. 79 people with rapidly progressing periodontitis participated in the examination. The performed statistical analysis revealed a direct relationship between the degree of the inflammatory process and the degree of microcirculation insufficiency. With a mild inflammatory process, compensated disorders are observed, with moderate severity, persistent hemodynamic disorders. The inflammatory process in periodontitis is a consequence of the waste products of microorganisms, namely bacterial infection. A number of factors play a role in the development of periodontal diseases, but the main etiological factor is the microflora that colonizes on the tooth surface. However, it has been proven that there is a direct two-way relationship between systemic diseases and the condition of periodontal tissues. Both systemic diseases can cause the development of periodontal diseases, and vice versa, pathological processes in periodontal tissues can initiate the launch of a general somatic pathology.

KEYWORDS: rapidly progressing periodontitis, inflammation, laser Doppler flowmetry, correlation.

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

Актуальность

Воспалительный процесс в пародонте является следствием продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, а именно бактериальной инфекции. На развитие заболеваний пародонта играет ряд факторов, но основным этиологическим фактором является микрофлора, которая колонизирует на поверхности зуба. Однако, доказано, что существует прямая двусторонняя взаимосвязь между системными заболеваниями и состоянием пародонтальных тканей. Как системные заболевания могут вызвать разви-

тие заболеваний пародонта, так и наоборот, патологические процессы в пародонтальных тканях могут инициировать запуск общесоматической патологии [1].

В настоящее время разработана классификация заболеваний пародонта, градация которых основана на тяжести (выраженности деструкции пародонтальных тканей), степени распространенности и скорости прогрессирования. Одним из нозологий является быстро прогрессирующий пародонтит, развитие которого напрямую связано с наличием общесоматической патологии [5]. Степень тяжести

быстро прогрессирующего пародонтита бывает различной. Задача врача-стоматолога является своевременное выявление данной патологии, грамотно составленный план лечения, предотвращающий последующую убыль костной ткани [3].

Успешное лечение быстро прогрессирующего пародонтита зависит от систематизированной интерпретации данных обследования. Три важных параметра, которые врач должен неукоснительно соблюдать это – постановка правильного диагноза, определение прогноза и составление грамотного лечения. Для верификации диагноза необходимо проводить комплексное обследование, провести анализ полученных результатов и грамотно их интерпретировать, после чего составить план лечения, включая поддерживающую терапию [4].

Все методы диагностики заболеваний пародонта являются суррогатными. С помощью данных клинического осмотра выявляют изменения, вызванные патогенетически той или иной патологией [5]. Не существует метода обследования, позволяющего клиницисту получить данные касательно будущего прогноза и возможных изменений [6]. Ни один из методов не позволяет точно установить в какой стадии активности находится заболевание в конкретном участке. Традиционные клинические диагностические методы и способы лечения не коррелируют с долгосрочным прогнозом относительно зубов [7]. Существуют другие значительные факты, которые не каждый стоматолог способен оценить в виду отсутствия оборудования, однако, их нужно принимать во внимание при проведении обследования и составлении плана лечения [8].

Одним из важных диагностических методов является проведение лазерной доплеровской флоуметрии, которая позволяет неинвазивно, объективно оценить состояние локально кровотока, выявить микроциркуляторные нарушения в исследуемой области [9]. При проведении исследования в базовой части определяют параметр микроциркуляции (M), среднее колебание перфузии относительно среднего потока крови (d) и коэффициент вариации (Kv). Расчет вышеперечисленных показателей позволяет определить тип микроциркуляции, форму расстройств и степень недостаточности. Показатель шунтирования позволяет характеризовать вазоконстрикторную и вазодилаторную функции и оценить степень распределения крови между нутритивным звеном и артериовенозными шунтами [10]. Выявление и определение микроциркуляторных нарушений позволит врачам составить грамотный план лечения, учитывающий необходимость воздействия на микроциркуляторное русло пародонтальных тканей. К сожалению, не каждый врач может себе позволить проведение лазерного доплеровского флоуметрического исследования при лечении пациента с быстро прогрессирующим пародонтитом из-за ряда причин:

- Дефицит времени врача;
- Дефицит времени пациента;
- Отсутствие оборудования;
- Отсутствие возможности грамотной расшифровки ЛДФ – граммы.

Раннее и своевременное выявление микроциркуляторных нарушений является залогом успешной терапии, так как основной задачей врача является создание условий для обеспечения здорового состояния в будущем, а не просто в спасении зубов. Микроциркуляторные изменения напрямую влияют на патогенез развития заболеваний пародонта. Учитывая тот факт, что врач-стоматолог ограничен в проведении диагностических манипуляций [11], важно провести корреляционный анализ между степени тяжести развития воспалительного процесса в пародонте и характером микроциркуляторных нарушений, что и послужило целью настоящего исследования.

Цель исследования – провести корреляционный анализ микроциркуляторных изменений и степени тяжести воспалительного процесса у пациентов с быстро прогрессирующим пародонтитом.

Материалы и методы

В обследовании приняло участие 79 человек с диагнозом К 05.31 Хронический пародонтит. Средний возраст пациентов составил $33,4 \pm 2,3$ года. Пациентам проведено комплексное обследование согласно разработанному алгоритму (рис. 1).

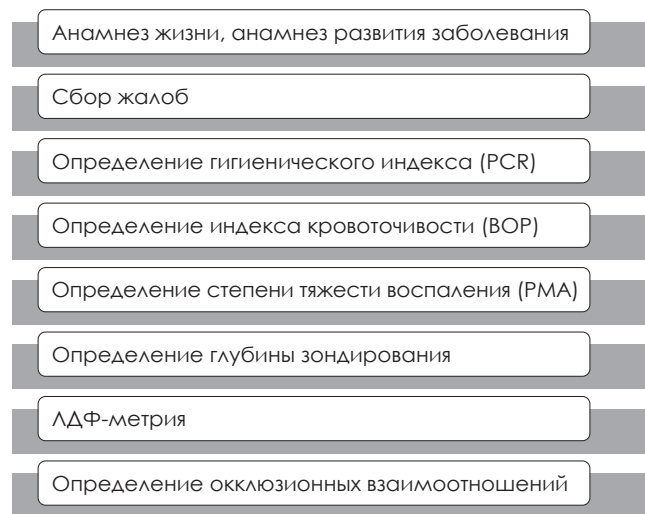


Рисунок 1. Дизайн обследования пациентов с быстро прогрессирующим пародонтитом

Клиническое обследование проведено в соответствии с Клиническими рекомендациями СтАР, а также в соответствии с рекомендациями Национального руководства «Терапевтическая стоматология» под редакцией проф. Л.А. Дмитриевой (2021 г.).

Лазерную доплеровскую флоуметрию проводили в стоматологическом кресле в положении сидя. Датчик фиксировали в области маргинальной части десны, исследование выполнялось в течение 10 минут. Исследование проведено согласно базовой части протокола, определяли 3 параметра:

- Показатель микроциркуляции – M величина среднего потока перфузии крови в интервале времени регистрации, пф. ед.,

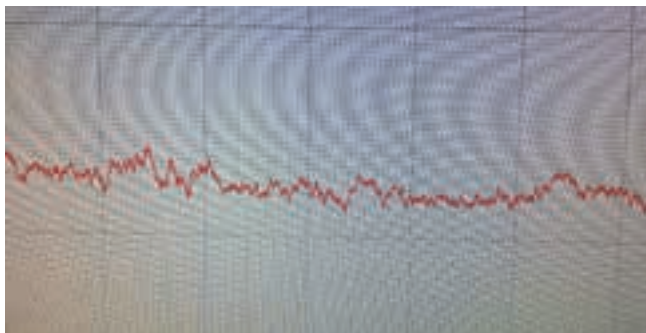


Рисунок 2. Внешний вид ЛДФ-граммы

- Параметр σ («флак») – среднее колебание перфузии относительно среднего значения потока крови М, пф. ед.
- Интегральный показатель вариаций – Kv данного процесса, расчетные параметры которых позволяют проводить общую оценку состояния гемомикроциркуляции, %.

Статистический анализ полученных результатов произведен, учитывая факторы, воздействующие на степень вариабельности результатов ЛДФ-метрии, а именно – фаза менструального цикла у женщин, уровень меланина в коже, оптимальное расположение датчика кровотока, удобство положения тела, температура окружающей среды, температура тела, подвижность человека.

Анализ ЛДФ-грамм позволил определить тип и форму микроциркуляторных расстройств, а также степень недостаточности кровоснабжения (рис. 2).

Данные, полученные в результате исследований, обрабатывали вариационно-статистическим методом с использованием пакета прикладных программ Statistica 10 и Microsoft Excel Windows 2016. Статистический анализ проводился методом вариационной статистики с определением средней величины (М), ее средней ошибки ($\pm m$), стандартного отклонения (d), оценки достоверности различия по группам с помощью критерия Стьюдента (t). Различие между сравниваемыми показателями считалось достоверным при $p < 0,05$, $p < 0,01$, $t \geq 2$. Для определения зависимости между показателями клинического обследования и лазерной доплеровской флоуметрии выполнен корреляционный анализ с расчетом коэффициента Пирсона. Оценку силы корреляционной связи рассчитывали с помощью таблицы Чеддока (см. таблицу).

Таблица
Таблица Чеддока

Абсолютное значение r_{xy}	Теснота (сила) корреляционной связи
Менее 0,3	Слабая
От 0,3 до 0,5	Умеренная
От 0,5 до 0,7	Заметная
От 0,7 до 0,9	Высокая
Более 0,9	Весьма высокая

Различие между сравниваемыми показателями считалось достоверным при $p < 0,05$, $p < 0,01$, $t \geq 2$.

Результаты и их обсуждение

При опросе пациенты предъявляли жалобы на неприятные ощущения в области десны, умеренную болезненность, кровоточивость при чистке зубов. При осмотре маргинальная и альвеолярная части десны гиперемированы,



Рисунок 3. Демонстрация определения гигиенического индекса

отечны, кровоточат при зондировании. После нанесения раствора Шиллера – Писарева определяли гигиенический и пародонтальный индексы (рис. 3).

Среднее значение индекса PCR составило – $45,6 \pm 3,3\%$, среднее значение индекса кровоточивости зубных сосочков (ВОР) равнялось – $41,8 \pm 2,1$ балла, индекс РМА – $28,9 \pm 10,2\%$. На фоне проведения пробы Шиллера – Писарева десна окрашивалась в буро-коричневый цвет, что характеризовало высокое накопление гликогена в тканях десны. Отражающее наличие воспалительного процесса в пародонте. Глубина зондирования пародонтальных карманов варьировала от 3,3 мм до 5,8 мм. На ортопантомограмме наблюдалась выраженная утрата прикрепления (рис. 4).

Анализ клинических результатов обследования позволил установить развитие пародонтита легкой и средней степени тяжести.

По данным лазерной доплеровской флоуметрии выявлены микроциркуляторные нарушения, характеризующиеся вазоконстрикцией сосудов. У 42 пациентов (53,2%) величина среднего потока перфузии крови составила $31,8 \pm 0,6$ пф. д., среднее колебание перфузии относительно параметра М – $3,4 \pm 0,2$ пф. ед., интегральный показатель вариации – $10,9 \pm 1,1\%$. Микроциркуляторные нарушения протекали по гиперемическому типу и гиперемической форме. Наблюдались обратимые изменения гемодинамики, компенсированные нарушения, соответствующие I (легкой) степени недостаточности. У 37 человек (46,8%) параметр М равнялся – $38,6 \pm 0,7$ пф. ед., d – $2,1 \pm 0,2$ пф. д., Kv – $5,5 \pm 0,7\%$. В данном случае тип и форма расстройств соответствовали группе сравнения, однако, степень недостаточности микроциркуляции крови определена как II (среднетяжелой) степени. Выявлены стойкие изменения гемодинамики и структурных параметров микрососудов (субкомпенсированные нарушения). Высокая ошибка репрезентативности индекса

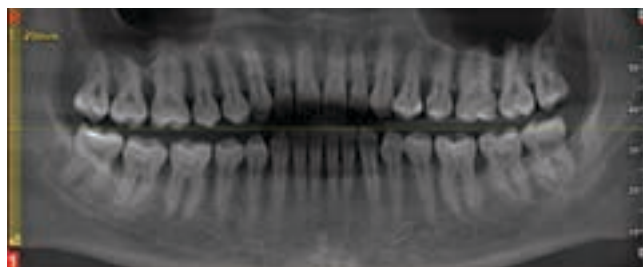


Рисунок 4. Рентгенологическое исследование. Выраженная утрата костной ткани в области передней группы зубов верхней челюсти

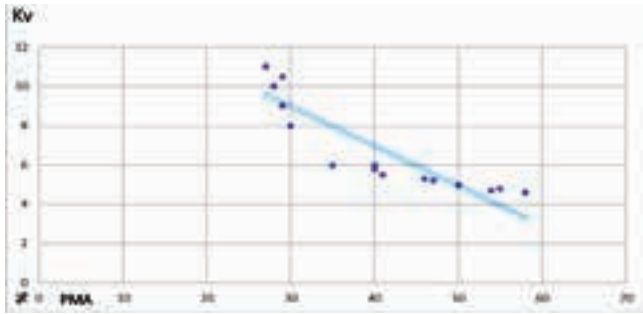


Рисунок 5. Корреляционная взаимосвязь между коэффициентом вариации и индексом РМА

РМА, способствующего определению степени тяжести воспалительного процесса способствовало включению данного параметра в проведение корреляционного анализа (рис. 5).

Расчет коэффициента Пирсона отразил обратную взаимосвязь, чем выше значения индекса РМА, тем ниже скорость локального кровотока. Коэффициент Пирсона равнялся -1 , что означает полную (функциональную) линейную обратную взаимосвязь между двумя переменными. Таким образом, чем выше степень тяжести воспалительного процесса, тем выраженнее микроциркуляторные нарушения.

Выводы

При проведении данного исследования доказана прямая опосредованная взаимосвязь между степенью тяжести воспалительного процесса и микроциркуляторными нарушениями. Так, при индексе РМА до 30% выявлены микрогемодинамические нарушения, соответствующие компенсированным изменениям. При среднем значении индекса РМА более 31% и выше в пародонтальных тканях определяются выраженные вазоконстрикторные явления, характеризующие II степень недостаточности. Чем сильнее воспалительный процесс, тем ниже вазомоторная активность сосудов. Данный факт необходимо учитывать при составлении плана лечения, а также при прогнозе течения развития заболеваний пародонта.

Список литературы / References

- Graziani F, Karapetsa D, Alonso B, Herrera D. Nonsurgical and surgical treatment of periodontitis: how many options for one disease? *Periodontol* 2000. 2017 Oct;75(1):152–188. doi: 10.1111/prd.12201. PMID: 28758300.
- Леонова Е.В., Абрамова Н.Е., Туманова С.А., Пастухова А.С. Агрессивный пародонтит: характеристика, клиника, диагностика, алгоритмы лечения. *Клиническое наблюдение. Институт стоматологии*. 2018;1:34–37. Leonova E.V., Abramova N.E., Tumanova S.A., Pastukhova A.S. Aggressive periodontitis: characteristics, clinical presentation, diagnostics, treatment algorithms. *Clinical observation. The Dental Institute*. 2018;1:34–37. <https://instom.spb.ru/catalog/article/11991/?ysclid=mn6bnp8cia664021471>.
- Гимранова И.А., Баймиев А.Х., Акмалова Г.М., Грищенко В.А. Факторы патогенности *Fillfactor alois* и *Streptococcus gordonii*, идентифицированные у пациентов с воспалительными заболеваниями пародонта. *Пародонтология*. 2025;30(2):161–169. Gimranova IA, Baimiev AKh, Akmalova GM, Gritsenko VA. Pathogenicity factors of *Fillfactor alois* and *Streptococcus gordonii* identified in patients with inflammatory periodontal diseases. *Periodontology*. 2025;30(2):161–169. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1092>.
- Дерновая М.А., Немерюк Д.А., Атрушкевич В.Г. Системная энзимотерапия в комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта: систематический обзор. *Пародонтология*. 2025;30(1):4–14. Dernovaya M.A., Nemeryuk D.A., Atrushkevich V.G. Systemic enzyme therapy in the complex treatment of inflammatory periodontal diseases: a systematic review. *Periodontology*. 2025;30(1):4–14. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1024>.
- Jepsen K, Sculean A, Jepsen S. Complications and treatment errors involving periodontal tissues related to orthodontic therapy. *Periodontol* 2000. 2023 Jun;92(1):135–158. doi: 10.1111/prd.12484. Epub 2023 Mar 15. PMID: 36920050.
- Teles F, Collman RG, Mominkhan D, Wang Y. Viruses, periodontitis, and comorbidities. *Periodontol* 2000. 2022 Jun;89(1):190–206. doi: 10.1111/prd.12435. Epub 2022 Mar 4. PMID: 35244970.
- Miller CS, Ding X, Dawson DR 3rd, Ebersole JL. Salivary biomarkers for discriminating periodontitis in the presence of diabetes. *J Clin Periodontol*. 2021 Feb;48(2):216–225. doi: 10.1111/jcpe.13393. Epub 2020 Nov 17. PMID: 33098098.
- Шкарин В.В., Македонова Ю.А., Ярыгина Е.Н., Вейсгейм Л.Д., Дьяченко Д.Ю. Оценка диагностической возможности обученной нейросетевой модели в стоматологии. *Клиническая стоматология*. 2025;1:116–123. Shkarin V. V., Makedonova Yu. A., Yarygina E. N., Veisgeim L. D., Dyachenko D. Yu. Evaluation of the diagnostic capability of a trained neural network model in dentistry. *Clinical Dentistry*. 2025;1:116–123. <https://www.kstom.ru/ks/issue/view/113>.
- Makedonova Yu.A., Mikhailchenko D.V., Zhidovinov A.V., Dyachenko D.Yu., Veremeenko S.A. Comparative evaluation of treatment efficiency of inflammatory complications after orthopedic treatment with up-to-date methods of pharmacotherapy. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2020; 13(2):571–576.
- Веремеенко С.А., Македонова Ю.А., Верстаков Д.В., Боловина Я.П., Глухова Е.С. Сравнительный анализ клинических и функциональных параметров гингивального края пациентов с низкой высотой коронки зуба на фоне различных методов подготовки к протезированию. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2023;20(1):50–57. Veremeenko S.A., Makedonova Yu.A., Verstakov D.V., Bolovina Ya.P., Glukhova E.S. Comparative analysis of clinical and functional parameters of the gingival margin of patients with a low crown height using various methods of preparation for prosthetics. *Journal of Volgograd State Medical University*. 2023;20(1):50–57. doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2023-20-1-50-56>.
- Нуреев Н.Н., Подпорин М.С., Царева Т.В., Ушаков Р.В. Микробиологическое обоснование комбинированного подхода к фунгицидной терапии инфекции пародонта, ассоциированной с пародонтопатогенными анаэробами. *Пародонтология*. 2024;29(2):168–177. Nuruev NN, Podporin MS, Tsareva TV, Ushakov RV. Microbiological substantiation of a combined approach to antimicrobial therapy of periodontal infection associated with periodontopathogenic anaerobes. *Periodontology*. 2024;29(2):168–177. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2024-938>.

Статья поступила / Received 17.02.2026

Получена после рецензирования / Revised 14.03.2026

Принята в печать / Accepted 24.03.2026

Информация об авторах

Синенко Алеся Александровна – ассистент кафедрой хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5296-929X>. SPIN-код: 6093-1313. AuthorID: 1131616

Ярыгина Елена Николаевна – д.м.н., доцент, заведующий кафедрой хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии

E-mail: elyarygina@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8478-9648>.

SPIN-код: 6284-9402. AuthorID: 629871

Македонова Юлия Алексеевна – д.м.н., профессор, зав. кафедрой стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования

E-mail: mihai-m@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5546-8570>.

SPIN-код: 4573-5040. AuthorID: 693444

Павлова-Адамович Анастасия Геннадьевна – доцент кафедры стоматологии Института непрерывного медицинского и фармацевтического образования

E-mail: cheremuh07@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0643-6863>.

SPIN-код: 1134-6154. AuthorID: 904344

Фалчари Ренат Оникович – ассистент кафедрой хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3512-5245>. SPIN-код: 5989-7483. AuthorID: 1109389

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

Контактная информация:

Македонова Юлия Алексеевна. E-mail: mihai-m@yandex.ru

Author information

Sinenko Alesya Aleksandrovna – Assistant Professor at the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5296-929X>. SPIN-код: 6093-1313. AuthorID: 1131616

Yarygina Elena Nikolaevna – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery

E-mail: elyarygina@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8478-9648>.

SPIN-код: 6284-9402. AuthorID: 629871

Makedonova Yulia Alekseevna – MD, Professor, Head of the Department of Dentistry at the Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education

E-mail: mihai-m@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5546-8570>.

SPIN-код: 4573-5040. AuthorID: 693444

Pavlova-Adamovich Anastasia Gennadievna – Associate Professor of the Department of Continuing Medical and Pharmaceutical Education

E-mail: cheremuh07@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0643-6863>.

SPIN-код: 1134-6154. AuthorID: 904344

Renat Onikovich Falchari – Assistant at the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3512-5245>. SPIN-код: 5989-7483. AuthorID: 1109389

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Contact information

Makedonova Yulia Alekseevna. E-mail: mihai-m@yandex.ru

Для цитирования: Синенко А.А., Ярыгина Е.Н., Македонова Ю.А., Фалчари Р.О., Павлова-Адамович А.Г. Корреляционный анализ микроциркуляторных изменений и степени тяжести воспалительного процесса пародонта. *Медицинский алфавит*. 2026;(10):92–95. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-10-92-95>

For citation: Sinenko A.A., Yarygina E.N., Makedonova Yu.A., Falchari R.O., Pavlova-Adamovich A.G. Correlation analysis of microcirculatory changes and severity of periodontal inflammation. *Medical alphabet*. 2026;(10):92–95. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-10-92-95>