

Оценка гемомикроциркуляции тканей пародонта при локализованном пародонтите травматической этиологии

Смирнова А.В.¹, Какабадзе Н.И.², Кузьмина Д.А.³

¹Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова

²Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова

³Санкт-Петербургский медико-социальный институт
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Резюме

Актуальность. Необходимость изучения состояния гемомикроциркуляции тканей пародонта у пациентов с локализованным пародонтитом травматической этиологии (ЛПТЭ) одновременно с оценкой соматического статуса обусловлена возможностью определения степени адаптационных возможностей организма. Метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) позволяет неинвазивно выявить доклинические изменения микрокровотока тканей десны и динамически контролировать на любом этапе лечения с целью подтверждения эффективности проводимых мероприятий.

Цель. Оценить гемомикроциркуляцию тканей пародонта у пациентов с локализованным пародонтитом травматической этиологии для выявления скрытых нарушений микроциркуляции и особенностей адаптационной реакции организма.

Материалы и методы. Исследование гемодинамики тканей пародонта проводилось с использованием метода ЛДФ у 169 пациентов с ЛПТЭ легкой и средней степени тяжести в состоянии покоя и с использованием функциональной холодовой пробы.

Результаты. Было установлено снижение количества функционирующих капилляров в тканях пародонта (выражающееся в снижении интегрального показателя микроциркуляции), уменьшении вариабельности кровотока (σ – среднеквадратическое отклонение) и напряжении функционирования регуляторных систем микроциркуляции (Kv). По итогам исследования установлено, что при легкой и средней степенях тяжести локализованного пародонтита травматической этиологии нормальная реакция адаптации обнаружена в 69,6% и 43,4% случаев соответственно, в остальных случаях была определена реакция напряженной адаптации и неудовлетворительная реакция адаптации (только при средней степени ЛПТЭ).

Заключение. Доклинические изменения микроциркуляции тканей пародонта, а также особенности адаптационной реакции имеют достоверную взаимосвязь с соматическим состоянием организма, в частности с наличием сердечно-сосудистой патологии у группы пациентов.

Ключевые слова: локализованный пародонтит травматической этиологии, лазерная доплеровская флоуметрия, функциональная проба, адаптационная реакция организма.

Для цитирования: Смирнова А. В., Какабадзе Н. И., Кузьмина Д. А. Оценка гемомикроциркуляции тканей пародонта при локализованном пародонтите травматической этиологии. Пародонтология.2020;25(2):157-162. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2020-25-2-157-162>.

Evaluation of gingival microcirculation in localized periodontitis of traumatic etiology

A.V. Smirnova¹, N.I. Kakabadze², D.A. Kuzmina³

¹North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov

²Military medical academy of S.M. Kirov

³Private Educational Institution of Higher Education Saint Petersburg Medico-Social Institute
Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract

Relevance. The indispensable study of blood microcirculation of periodontal tissues in patients with localized periodontitis of traumatic etiology (LPTE) alongside with the assessment of the somatic status lets determine the degree of adaptive capacity of the organism. Laser Doppler flowmetry (LDF) allows noninvasively identify preclinical changes in the periodontal blood microcirculation and observe periodontal status at any treatment phase aiming at the confirmation of effectiveness of undertaken measures.

Purpose. The objective of this work is to evaluate periodontal blood microcirculation in LPTE for existing latent vascular flow changes and adaptation features.

Materials and methods. LDF measurements of periodontal blood microcirculation in 169 patients with mild and medium LPTE, conducted relaxed and with the use of functional cold test, were done.

Results. A decrease in the number of functioning capillaries in periodontal tissues (expressed in a decrease of the integral index of microcirculation), a decrease in blood flow variability (σ -standard deviation) and the stress of the functioning of the

regulatory blood microcirculation (Cv) were found. Due to outcomes, it was registered that in mild and medium severity LPTE, normal reaction of adaptation detected at 69.6% and 43.4% cases, respectively, in the remaining cases reaction of intense adaptation and unsatisfactory response adaptation (only if the moderate degree of LPTE) were fixed.

Conclusion. Latent periodontal vascular flow changes and also adaptation characteristics are closely related with the somatic state of the body, in particular with the presence of cardiovascular disease in a group of patients.

Key words: localized periodontitis of traumatic etiology, laser Doppler flowmetry, functional test, adaptive response of the organism.

For citation: A. V. Smirnova, N. I. Kakabadze, D. A. Kuzmina. Evaluation of gingival microcirculation in localized periodontitis of traumatic etiology. *Parodontologiya*.2020;25(2):157-162. (in Russ.) <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2020-25-2-157-162>.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время известно и имеет широкое распространение большое количество методов диагностики патологических изменений в тканях пародонта. Среди них нужно отметить определение молекулярных биомаркеров в слюне [1-3], уровня экспрессии генов в тканях пародонта, регулирующих воспалительный ответ, иммунитет и метаболизм минерализованных тканей [4]. Важной частью диагностики заболеваний пародонта является также оценка соматического статуса пациента [5]. Но невзирая на постоянно совершенствующиеся методы лечения и улучшенные профилактические мероприятия, воспалительные заболевания пародонта занимают лидирующие позиции в структуре стоматологических заболеваний населения.

Исследование доклинических форм заболеваний пародонта является хорошим подспорьем в вопросах профилактики и раннего лечения проявлений воспалительных заболеваний [6].

Доля локальных воспалительных процессов в тканях пародонта по статистике составляет до 48,3% [7, 8]. Ввиду затрагивания небольшого участка зубного ряда локализованные процессы в десне не вызывают выраженного раздражения со стороны пациентов, но оказывают определенный дискомфорт и ухудшают качество жизни.

В основе тканей пародонта находятся кровеносные микрососуды, по состоянию которых можно судить о функциональном статусе сердечно-сосудистой системы в целом. Изучение микроциркуляции крови в тканях пародонта позволяет на доклиническом уровне обнаружить патологические изменения и выработать оптимальную тактику лечения. Используемый для диагностики метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) основывается на оптическом зондировании тканей с помощью лазера и анализе рассеянного и отраженного от движущихся в тканях эритроцитов излучения [9, 10]. Преимуществом такого вида исследования является отсутствие инвазивности и оценка функционирования гемомикрокровотока тканей пародонта на всех этапах диагностики и лечения пациентов [11].

ЦЕЛЬ

Оценка гемомикроциркуляции тканей пародонта у пациентов с локализованным пародонтитом травматической этиологии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 169 пациентов в возрасте от 45 до 75 лет с верифицированным диагнозом «локализованный пародонтит травматической этиологии» (K06.2 по МКБ-10) легкой и средней степени тяжести, у которых изучали особенности гемомикроциркуляции тканей пародонта в области патологиче-

ских пародонтальных карманов и тестовых областях, на противоположной стороне челюсти у зубов без признаков воспалительных изменений десны. Для оценки особенностей микрокровотока использовали метод ЛДФ, применяли лазерный анализатор капиллярного кровотока (ЛАКК-01, НПП «ЛАЗМА», Москва). Полученные данные статистически обрабатывались на персональном компьютере с использованием специальной программы НПП «ЛАЗМА» и приложения Statistica 10. Анализ распределений рассматриваемых количественных показателей на соответствие распределению Гаусса осуществлялся с использованием критериев Шапиро – Уилка, Колмогорова – Смирнова, также учитывались описательные характеристики признаков (средние арифметические, медианы, уровни коэффициентов асимметрии и эксцесса и их ошибки). Для анализа показателей с нормальным распределением использовались параметрические методы (двухвыборочный и парный критерий Стьюдента, $M \pm \sigma$), при отсутствии нормальности распределения применялись непараметрические критерии Манна – Уитни и Вилкоксона. При нормальном распределении количественных признаков оценку силы линейной взаимосвязи между ними проводили с помощью количественных признаков r -критерия Пирсона, а при значимом отклонении распределений от закона Гаусса – с использованием rs – критерия Спирмена. Для определения силы взаимосвязи номинальных переменных вычисляли коэффициент взаимной сопряженности Пирсона C . В качестве критического уровня значимости при проверке статистических гипотез был установлен $p = 0,05$.

Изучение микроциркуляции крови в тканях пародонта осуществляли в состоянии покоя и под воздействием функциональной нагрузки (холодовая проба) для выявления скрытых нарушений гемодинамики [10]. Данная проба заключалась в погружении ногтевой фаланги указательного пальца правой руки в сосуд с холодной водой (температура $+3...+15$ °C) на 1 минуту. По динамике восстановления исходной скорости перфузии пациентов разделили на три группы: 1-я группа – с нормальными адаптационными возможностями, 2-я группа – с напряжением адаптационных возможностей, 3-я группа – патологическая адаптация (заболевание).

Местом изучения капиллярного кровотока в тканях пародонта служили область прикрепленной десны в проекции локальных пародонтальных карманов и зона свободной части десны в области средней трети корня зубов, где были обнаружены пародонтальные карманы. При этом для более точного расположения зонда лазерного анализатора, снижения нагрузки для исследователя и уменьшения влияния помех на сигнал были применены силиконовые ключи с фиксацией на зубы из оттискового материала высокой вязкости. Время исследования составляло 1 минуту. ЛДФ выполня-

ли у пациентов на диагностическом этапе, через 1 и 6 месяцев после лечения.

В процессе проведения исследования оценивались следующие основные параметры микроциркуляции: показатель микроциркуляции (ПМ), измеряемый в относительных или перфузионных единицах (пф. ед.), значение среднеквадратического отклонения колебаний перфузии (σ , пф. ед.), коэффициент вариации (K_v), определяемое в процентах, показатели нейrogenного и миогенного тонуса (НТ и МТ), показатель шунтирования (ПШ) [12].

Параметр σ характеризует среднее колебание перфузии в отношении среднего значения кровотока и показывает временную изменчивость перфузии из-за влияния активных и пассивных факторов контроля микроциркуляции.

Соотношение величины среднеквадратического отклонения к показателю микроциркуляции, выраженное в процентах является величиной коэффициентом вариации (K_v) и отражает напряженность функционирования регуляторных систем микрососудистого русла. Три параметра – показатель микроциркуляции, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации – дают общую оценку состояния микроциркуляции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Тяжесть течения ЛПТЭ имеет прямую корреляцию с уровнем гемомикроциркуляции тканей пародонта. Снижение показателя перфузии более значительно наблюдали при средней степени тяжести локализованного пародонтита травматической этиологии, что обусловлено выраженными застойными явлениями в тканях пародонта (табл. 1).

Согласно данным таблицы 1, снижение количества функционирующих капилляров (ПМ) происходит в обеих группах пациентов, на 31,9% при легкой степени тяжести ЛПТЭ и на 50,1% у пациентов со средней степенью тяжести ЛПТЭ по сравнению с тестовой зоной ($p < 0,001$).

Также при обеих степенях тяжести ЛПТЭ выявлено значимое уменьшение вариабельности кровотока по показателю среднеквадратического отклонения (σ) на 14,5% при легкой степени тяжести и на 22,2% при средней степени тяжести ЛПТЭ ($p < 0,001$).

В свою очередь отношение среднеквадратического отклонения к показателю микроциркуляции также снижено (K_v), более значительно при средней степени тяжести – на 50,5% и только на 11,5% при легкой степени тяжести ЛПТЭ ($p < 0,001$).

Повышенное влияние активного компонента регуляции микрокровотока – миогенного тонуса выражается в увеличении показателя МТ на 43,5% при легкой степени тяжести ($p < 0,001$) и на 18% при средней степени тяжести ЛПТЭ ($p = 0,0064$) (табл. 1).

Замечено повышение количества функционирующих артериоло-венулярных шунтов (на 42,8% при легкой степени тяжести и на 19,8% при средней степени тяжести, $p < 0,001$). Благодаря вычислению ПШ имеется возможность оценить перфузию по нутритивным и шунтовым путям в микрососудистых сетях.

У пациентов с ЛПТЭ на основании анкетирования был выявлен ряд соматических заболеваний и симптомов, влияющих на общее состояние здоровья пациентов и возможности адаптационных реакций у них. Ведущую роль играли заболевания сердечно-сосудистой системы, гастроэнтерологические проблемы, аллергические заболевания, заболевания органов дыхания, мочеполовой системы, эндокринной системы. Оценку

соматического статуса проводили с помощью анализа энтропии лейкоцитарной формулы крови (ЭЛФК) (проводилась оценка лейкограммы в анализе крови, а затем сравнивалась с нормальными средними показателями для этого возраста и пола). Нормальному значению энтропии соответствует диапазон от 56% до 67%. Предзаболеванию или обратимой реакции адаптации соответствует порядок энтропии от 67% до 75%. Значение ЭЛФК более 75% расценивается как патологическое состояние системы кроветворения [13].

По данным исследования, в группе пациентов с легкой степенью ЛПТЭ нормальное значение ЭЛФК определено у 69,6% пациентов, в 30,4% случаев выявлено напряжение адаптации. При средней степени ЛПТЭ нормальная реакция адаптации наблюдалась в 43,4% случаев, напряженная реакция адаптации – в 50,7% и в 6% случаев выявили неудовлетворительную реакцию адаптации.

Для установления роли адаптационных возможностей организма в изменениях кровообращения в тканях пародонта при ЛПТЭ проводили функциональную нагрузочную пробу (холодовая проба). При легкой степени тяжести нагрузочный тест выявил следующие изменения:

1) При нормальной адаптационной реакции организма выявили снижение показателя микроциркуляции, коэффициента вариации в зоне воспаления на 2-й минуте пробы, показателя среднеквадратического отклонения на 1-й минуте и возрастание его к 3-й минуте, увеличение миогенного тонуса как активного компонента регуляции микрокровотока на 3-й минуте пробы. Для данной реакции характерна нормализация показателей микроциркуляции (ПМ, K_v) к 3-й минуте и увеличение показателей миогенного тонуса и среднеквадратического отклонения к 3-й минуте пробы. ПШ при проведении пробы значимо уменьшался на 1-й минуте и не достигал нормальных значений к 3-й минуте.

2) При напряженной реакции адаптации также было установлено снижение ПМ и K_v на 2-й и 3-й минутах пробы, не достигающее исходных значений показателей к окончанию пробы, что подтверждает реакцию напряжения в микрососудистом русле. В то время как показатель миогенного тонуса значимо увеличивался уже на 1-й минуте, увеличение прогрессировало и не снижалось до конца пробы. Изменения среднеквадратического отклонения были несколько иными, первой реакцией на холодовую пробу было снижение показателя σ уже на 1-й минуте, но к 3-й минуте фиксировали увеличение σ .

В тестовой зоне выявлено изменение показателей, аналогичное патологической зоне, но происходило обязательное возвращение к нормальным значениям показателей к 3-й минуте пробы.

При средней степени тяжести при проведении функционального нагрузочного теста (холодовой пробы) были зафиксированы следующие изменения:

1) При нормальной реакции адаптации наблюдали длительное снижение ПМ на 2-й и 3-й минуте, в эти же временные промежутки увеличение показателя среднеквадратического отклонения и миогенного тонуса без возвращения к нормальным показателям. Коэффициент вариации снижался, но происходила нормализация показателя к 3-й минуте. В тестовой зоне также все показатели при данном типе адаптации возвращались к норме.

2) При реакции напряженной адаптации наблюдали значимое снижение показателей ПМ, K_v , с 1-й минуты среднеквадратического отклонения со 2-й минуты,

Таблица 1. Основные параметры микроциркуляции у пациентов с ЛПТЭ легкой и средней степени тяжести
Table 1. The main parameters of microcirculation in patients with mild and moderate localized periodontitis of traumatic etiology

Показатель Parameter	Степень тяжести / Degree of severity					
	Легкая степень тяжести, n = 102 Mild severity, n = 102			Средняя степень тяжести, n = 67 Moderate severity, n = 67		
	Зона патологии Pathology zone	Т-зона T-zone	p	Зона патологии Pathology zone	Т-зона T-zone	p
ПМ (пф.ед.) / IM (p. un.)	10,40 ± 2,01	15,28 ± 1,16	< 0,001	7,01 ± 0,97	13,98 ± 0,83	< 0,001
Kv / Kv	12,16 ± 2,20	13,56 ± 5,00	0,010	10,32 ± 1,63	15,54 ± 3,80	< 0,001
σ (пф. ед.) / σ (p. un.)	1,38 ± 0,32	1,59 ± 0,65	0,038	1,35 ± 0,17	1,65 ± 0,44	< 0,001
НТ / NT	2,45 ± 0,58	2,42 ± 1,35	0,84	2,40 ± 0,94	2,31 ± 0,45	0,48
МТ / MT	2,97 ± 1,74	2,07 ± 0,54	< 0,001	2,56 ± 0,90	2,17 ± 0,72	0,0064
ПШ / ISH	1,20 ± 0,08	0,84 ± 0,15	< 0,001	1,09 ± 0,09	0,91 ± 0,12	< 0,001

Пф. ед. – перфузионные единицы. / P. un. – perfusion units.

Таблица 2. Показатели микроциркуляции в тканях пародонта у пациентов при ЛПТЭ легкой степени тяжести в покое в зависимости от адаптационных возможностей организма (M ± σ)
Table 2. Indicators of microcirculation in periodontal tissues in patients with mild localized periodontitis of traumatic etiology at rest depending on the adaptive capacity of the organism (M ± σ)

Показатель Parameter	Легкая степень тяжести ЛПТЭ / Mild severity LPTO					
	ЭЛФ = 1. Норма (n = 75) ЭЛФ = 1. Normal (n = 75)			ЭЛФ = 2. Напряжение адаптации (n = 27) ЭЛФ = 2. Adaptation voltage (n = 27)		
	Зона патологии Pathology zone	Т-зона T-zone	p	Зона патологии Pathology zone	Т-зона T-zone	p
ПМ (пф.ед.) / IM (p. un.)	10,40 ± 1,83	15,40 ± 1,19	< 0,001	10,37 ± 2,20	15,16 ± 3,38	< 0,001
Kv / Kv	12,31 ± 2,16	13,35 ± 4,54	0,075	12,02 ± 2,25	13,78 ± 5,47	0,13
σ (пф. ед.) / σ (p. un.)	1,27 ± 0,33	1,61 ± 0,71	< 0,001	1,17 ± 0,28	1,58 ± 0,60	0,0022
НТ / NT	2,51 ± 0,59	2,36 ± 1,38	0,39	1,69 ± 0,60	1,39 ± 0,32	0,026
МТ / MT	2,88 ± 1,77	2,12 ± 0,50	< 0,001	3,07 ± 1,72	2,03 ± 0,59	0,0045
ПШ / ISH	1,20 ± 0,57	0,85 ± 0,37	< 0,001	1,21 ± 0,42	0,84 ± 0,29	0,0013

Таблица 3. Показатели микроциркуляции в тканях пародонта у пациентов при ЛПТЭ средней степени тяжести в покое в зависимости от адаптационных возможностей организма ((M ± σ) / (Me [Q1; Q3]))
Table 3. Indicators of microcirculation in periodontal tissues in patients with moderate localized periodontitis of traumatic etiology at rest depending on the adaptive capacity of the organism (M ± σ)

Показатель Parameter	Средняя степень тяжести ЛПТЭ / Moderate severity LPTO							
	ЭЛФ = 1. Норма (n = 24) ЭЛФ = 1. Normal (n = 24)			ЭЛФ = 2. Напряжение адаптации (n = 39) ЭЛФ = 2. Adaptation voltage (n = 39)			ЭЛФ = 3. Неудовлетворительная адаптация (n = 4)* ЭЛФ = 3. Poor adaptation (n = 4)*	
	Зона патологии Pathology zone	Т-зона T-zone	p	Зона патологии Pathology zone	Т-зона T-zone	p	Зона патологии Pathology zone	Т-зона T-zone
ПМ (пф.ед.) IM (p. un.)	7,98 ± 1,25	15,22 ± 3,14	< 0,001	7,32 ± 0,92	13,98 ± 1,30	< 0,001	5,86 [5,36; 6,61]	7,89 [6,98; 8,15]
Kv / Kv	9,74 ± 3,16	13,62 ± 4,99	0,0024	10,19 ± 1,74	14,36 ± 5,36	< 0,001	11,02 [8,49; 11,02]	18,64 [9,86; 19,44]
σ (пф. ед.) σ (p. un.)	0,84 ± 0,22	1,27 ± 0,46	< 0,001	0,72 ± 0,18	1,47 ± 0,72	< 0,001	0,96 [0,77; 1,25]	1,68 [1,27; 2,41]
НТ / NT	3,28 ± 1,56	2,24 ± 1,25	0,014	2,65 ± 0,65	2,26 ± 0,91	0,033	2,21 [1,50; 2,36]	1,42 [0,81; 1,58]
МТ / MT	2,84 ± 1,59	2,65 ± 0,86	0,61	2,55 ± 0,47	2,27 ± 0,84	0,073	2,01 [1,60; 2,10]	1,92 [1,36; 2,98]
ПШ / ISH	1,21 ± 0,53	0,87 ± 0,32	0,0099	1,11 ± 0,47	0,91 ± 0,41	0,048	0,94 [0,65; 1,12]	0,96 [0,68; 1,04]

*в связи с малым объемом группы статистические сравнения не проводились.
*due to the small size of the group, no statistical comparisons were made.

увеличение показателя миогенного тонуса со 2-й минуты без возвращения к исходным показателям. Следует отметить, что в тестовой зоне также происходили аналогичные изменения на 2-й и 3-й минутах без нормализации показателя к концу холодовой пробы.

Исследование пациентов с неудовлетворительной адаптацией не проводилось ввиду малой выборки.

Таким образом, при локализованном пародонтите травматической этиологии и нормальной адаптационной реакции происходило снижение количества функционирующих капилляров (выражающееся в ПМ), вариабельности кровотока (σ – среднее квадратическое отклонение) и напряжения функционирования регуляторных систем микроциркуляции (Kv). На фоне этих изменений повышение миогенного тонуса как активной составляющей регуляции гемомикроциркуляции в тканях пародонта являлся показателем нарушения миогенной регуляции резистивных сосудов (концевых артерий, артериол, капилляров, венул в меньшей степени). Характерной особенностью нормальной реакции адаптации служит возвращение показателей к исходным значениям по окончании пробы.

При напряженной реакции адаптации быстрое повышение миогенного тонуса (на 1-й минуте) и вариабельности кровотока (на 3-й минуте) среднее квадратического отклонения как парадоксальной реакции на фоне снижения ПМ и Kv уже на 2-й и 3-й минутах свидетельствует о более глубоких нарушениях регуляции гемомикроциркуляции в тканях пародонта на фоне системных сосудистых нарушений организма.

Подтверждение системного ответа организма на нагрузочный функциональный тест обеспечивается более глубокими аналогичными изменениями показателей микроциркуляции в ответ на холодовую пробу, которые прослеживаются также в тестовых зонах в области зубов с клинически интактным пародонтом.

У пациентов с неудовлетворительной адаптацией и напряженным типом реакции адаптации выявлена склонность к спазму сосудов и недостаточному восстановлению уровня микроциркуляции после проведения функциональной холодовой пробы. Причинами, влияющими на нарушения восстановления гемомикроциркуляции, являлись, с одной стороны, застойные явления в тканях пародонта при локализованных воспалительных процессах тканей пародонта, а с другой стороны – нарушения миогенной регуляции тонуса резистивных микрососудов пародонта (концевые артерии, артериолы и частично капилляры и венулы).

Таким образом, выявленные изменения гемомикроциркуляции в тканях пародонта при локализованном пародонтите травматической этиологии, характеризующиеся снижением перфузионного давления и уменьшения скорости микроциркуляции наряду с увеличением показателя шунтирования позволяют сделать вывод о наличии венозного застоя в пародонтальных тканях на фоне ишемического состояния.

Выраженность гемодинамических расстройств оценивали по следующим характеристикам:

- нет нарушений микроциркуляции – при параметрах перфузии, амплитудах осцилляций, показателя шунтирования, соответствующих средним значениям тестовой области с отклонением $\pm 20\%$;
- умеренные нарушения – при увеличении или снижении указанных параметров на 21-50% от средних значений тестовой области;
- выраженные нарушения – при увеличении или снижении вышеописанных параметров на 51% и более

от средних значений тестовой области. Расчет проводили по группам в зависимости от реакции адаптации организма и степени тяжести ЛПТЭ (табл. 2 и 3).

Полученные в исследовании данные свидетельствуют о том, что при нормальной реакции адаптации и легкой степени тяжести ЛПТЭ зафиксированы умеренные нарушения микроциркуляции в тканях пародонта по сравнению с тестовой зоной (ПМ снижено на 32,5%, σ снижена на 21,1%, ПШ увеличен на 41,2% и миогенный тонус на 35,8%). При напряженной реакции адаптации организма параметры также укладываются в область умеренных нарушений (ПМ и σ снижены на 31,6% и 25,9% соответственно, ПШ увеличен на 44%), за исключением миогенного тонуса, повышение которого составило 51,2%, что соответствует выраженным нарушениям микроциркуляции.

В случае ЛПТЭ средней степени тяжести и нормальной реакции адаптации изменение параметров гемомикроциркуляции тканей пародонта выражалось в следующем: показатели ПМ и среднее квадратическое отклонение (σ) уменьшались более чем на 50% (52,4% и 66,1% соответственно), что соответствовало выраженным нарушениям микроциркуляции, на фоне незначительного увеличения миогенного тонуса (7,2%) и умеренного повышения ПШ (39,1%).

При оценке показателей в группе ЛПТЭ средней степени тяжести и реакция напряжения адаптационных возможностей организма выявлены выраженные изменения количества функционирующих капилляров (ПМ снижен на 52,4%) и умеренные нарушения микроциркуляции в соответствии с параметрами σ (снижение на 48,9%), миогенного тонуса (повышение на 12,3%) и показателя шунтирования (увеличение на 21,9%).

Таким образом, в зависимости от реакции адаптации можно судить о степени нарушения регуляции микроциркуляции в тканях пародонта на фоне системного ответа организма. Степень тяжести ЛПТЭ обуславливает выраженность нарушений микроциркуляции в силу более глубоких изменений на микроциркуляторном уровне сосудов при увеличении тяжести заболевания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение микроциркуляции сосудистого русла тканей пародонта у пациентов с локализованным пародонтитом травматической этиологии с помощью метода лазерной доплеровской флоуметрии позволяет на любом этапе лечения неинвазивно оценить состояние гемомикроциркуляции пародонтальных тканей и выявить патологические изменения до появления клинических симптомов заболевания.

Применение функциональных нагрузочных проб (холодовая проба) дает возможность оценить резервные ресурсы микроциркуляторного русла тканей пародонта, установить характер влияния адаптационных возможностей организма на кровообращение в патологической зоне и в зоне с клинически интактным пародонтом. Напряженная реакция адаптации организма вызывает нарушение в системе микроциркуляции, выражающееся в снижении параметров микроциркуляции и замедленном его восстановлении после устранения функциональной нагрузки.

Метод лазерной доплеровской флоуметрии помогает определить вероятность спазмирования микрососудов на доклинической фазе заболевания, что обладает хорошей прогностической ценностью в практической деятельности врача-стоматолога.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. N. Arias-Bujanda, A. Regueira-Iglesias, C. Balsa-Castro et al. Accuracy of single molecular biomarkers in saliva for the diagnosis of periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2019;Sep:27. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13202>. [Epub ahead of print].
2. D. A. Cherian, T. Peter, A. Narayanan et al. Malondialdehyde as a Marker of Oxidative Stress in Periodontitis Patients. *J Pharm Bioallied Sci*. 2019;May;11(Suppl 2):S297-S300. https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_17_19.
3. K. J. Nisha, P. Janam, K. Harshakumar. Identification of a novel salivary biomarker miR-143-3p for periodontal diagnosis: A proof of concept study. *J Periodontol*. 2019;Oct;90(10):1149-1159. <https://doi.org/10.1002/JPER.18-0729>. Epub 2019 May 10.
4. M. T. Pettiette, S. Zhang, A. J. Moretti et al. MicroRNA Expression Profiles in External Cervical Resorption. *J Endod*. 2019;Sep;45(9):1106-1113.e2. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.06.001>. Epub 2019 Jul 25.
5. Орехова Л.Ю., Косова Е.В., Петров А.А., Косов С.А. Изменение микроциркуляции тканей пародонта у лиц молодого возраста под влиянием табакокурения. // *Пародонтология*. 2018;23(1):15-18. [L.Yu.Orehova, E.V.Kosova, S.A.Kosov et al. Change in microcirculation of periodontal tissue in young people under the influence of tobacco smoking. *Parodontologiya*. 2018;23(1):15-18. (In Russ.)] <https://doi.org/10.25636/PMP.1.2018.1.3>.
6. Рубникович С. П., Денисова Ю. Л. Лазерно-оптическая диагностика доклинической стадии болезней пародонта (пародонтоз). *Стоматология. Эстетика. Инновации*. 2017;1,1:9-16. [S. P. Rubnicovich, Yu. L. Denisova Laser-optical diagnosis of the preclinical stage of the diseases of the periodontium (periodontal). *Dentistry. Aesthetics. Innovations*. 2017;1,1:9-16. (In Russ.)]. <http://journal-stomatolog.by/ru/2276-2/>.
7. Соснина Ю. С. Функциональное состояние тканей пародонта зубов с прямыми окклюзионными реставрациями. *Институт Стоматологии*. 2009;1(42):58-59. [Yu. S. Sosnina. Functional state of periodontal tissues of teeth with direct occlusive restorations. *Institute of dentistry*. 2009;1(42):58-59. (In Russ.)]. <http://medical-diss.com/medicina/vliyanie-okklyuzionnyh-f...-v-tkanyah-parodonta>.
8. Соснина Ю. С., Смирнова А. В. Анализ факторов возникновения локализованного пародонтита. *Институт Стоматологии*. 2010;3(48):68-69. [Yu. S. Sosnina, A. V. Smirnova Analysis of the factors in the emergence of localized periodontitis. *Institute of dentistry*. 2010;3(48):68-69. (In Russ.)]. <http://instom.spb.ru/catalog/article/10172/>.
9. Сычева Ю.А., Горбачева И.А., Орехова Л.Ю. с соавт. Особенности микроциркуляторного русла у больных гипертонической болезнью с воспалительными заболеваниями пародонта. // *Пародонтология*. 2017;22(2):17-20. [Yu.A.Sycheva, I.A.Gorbacheva, L.Yu.Orehova et al. Features of the microcirculatory bed at patients with idiopathic hypertension with inflammatory inflammatory periodontal diseases. *Parodontologiya*. 2017;22(2):17-20. (In Russ.)].
10. Новикова И. Н., Дунаев А. В., Сидоров В. В. с соавт. Функциональное состояние микроциркуляторно-тканевых систем при холодовой прессорной пробе. *Физиология человека*. 2015;41;6:95-103. [I. N. Novikova, A. V. Dunaev, V. V. Sidorov et al. Functional state of microcirculatory tissue systems in cold Pressor test. *Human physiology*. 2015;41;6:95-103. (In Russ.)]. <http://www.bmccenter.ru/ru/research/2015>.
11. Кречина Е. К. Смирнова Т. Н. Современный подход к оценке показателей микрогемодинамики в тканях пародонта. *Стоматология*. 2017;96(1):28-32. [E.K. Krechina, T.N. Smirnova Modern approaches to periodontal microcirculatory parameters assessment. *Stomatologiya (Mosk)*. 2017;96(1):28-32. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/stomat201796128-32>.
12. Крупаткин А. И., Сидоров В. В. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем. Колебания, информация, нелинейность. *Guidelines for doctors*. 2013:496. [A. I. Krupatkin, V. V. Sidorov. Functional diagnostics of microcirculatory and tissue systems. *Oscillations, information, nonlinearity. Guidelines for doctors*. 2013:496. (In Russ.)]. <http://www.microcirc.ru/jour/article/download/197/197>.
13. Тихончук В. С., Ушаков И. Б., Карпов В. Н., Зуев В. Г. Возможности использования интегральных показателей периферической крови человека. *Военно-медицинский журнал*. 1992;3:27-31. [V. S. Tikhonchuk, I. B. Ushakov, V. N. Karpov, V. G. Zuev. Possibilities of using integral indices of human peripheral blood. *Military medical journal*. 1992;3:27-31. (In Russ.)]. <http://ras.jes.su/ruimm/s207987840001605-4-1>.

Конфликт интересов:

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов/

Conflict of interests:

The authors declare no conflict of interests

Поступила/Article received 17.01.2020

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Смирнова Александра Владимировна, ассистент кафедры стоматологии общей практики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

sandra.08.03@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6322-1906>

Smirnova Aleksandra V., assistant of the Department of General practice dentistry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russian Federation

Какабадзе Николоз Ираклиевич, студент 5 курса стоматологического факультета Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Kakabadze78@list.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5831-8340>

Kakabadze Nikoloz I., 5th year student of the faculty of dentistry, Military medical academy of S.M. Kirov, Saint-Petersburg, Russian Federation

Кузьмина Диана Алексеевна, д.м.н., доцент, заведующий кафедрой клинической стоматологии частного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский медико-социальный институт», Санкт-Петербург, Российская Федерация

dianaspb2005@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7731-5460>

Kuzmina Diana A., DSc, Associate Professor, Head of the Department of clinical dentistry of the Private Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg Medico-Social Institute», Saint Petersburg, Russian Federation