

DOI: 10.37988/1811-153X_2021_4_50

[Э.Ф. Насибуллина,](#)

аспирант кафедры терапевтической стоматологии с курсом ИДПО

[М.Ф. Кабирова,](#)

д.м.н., профессор, декан стоматологического факультета

БашГМУ, 450000, Уфа, Россия

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Насибуллина Э.Ф., Кабирова М.Ф. Ультразвуковая доплерография в оценке гемодинамики тканей пародонта у лиц, занимающихся силовыми видами спорта. — *Клиническая стоматология*. — 2021; 24 (4): 50—55. DOI: 10.37988/1811-153X_2021_4_50

[E.F. Nasibullina,](#)

postgraduate at the Therapeutic dentistry Department

[M.F. Kabirova,](#)

PhD in Medical Sciences, full professor, dean of the Dentistry faculty

Bashkir State Medical University, 450000, Ufa, Russia

FOR CITATION:

Nasibullina E.F., Kabirova M.F. Ultrasound Doppler in assessment of periodontal hemodynamics in athletes engaged in power sports. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2021; 24 (4): 50—55 (In Russ.). DOI: 10.37988/1811-153X_2021_4_50

Ультразвуковая доплерография в оценке гемодинамики тканей пародонта у лиц, занимающихся силовыми видами спорта

Реферат. На основании клинических данных и ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) проведена оценка гемодинамики тканей пародонта у спортсменов-любителей. **Материалы и методы.** Обследовали 105 мужчин от 20 до 35 лет, 57 из них занимались силовыми видами спорта (бодибилдинг, пауэрлифтинг, тяжелая атлетика) 3—4 раза в неделю, а 48 не занимались спортом. Оценивали данные осмотра, опроса и структурного анализа УЗДГ. **Результаты.** Отмечены функциональные изменения местной гемодинамики у спортсменов, занимающихся любительским спортом, проявляющиеся в изменении показателей линейных (V_{as} , V_{am} , V_{akd}) — $0,51 \pm 0,15$, $0,26 \pm 0,27$ и $0,23 \pm 0,25$ см/с соответственно, объемных (Q_{am} , Q_{as}) скоростей тканевого кровотока — $0,036 \pm 0,015$ и $0,051 \pm 0,033$ мл/мин, а также индексов Гослинга (PI) — $2,35 \pm 0,18$ и Пурсело (RI) — $0,82 \pm 0,26$, что свидетельствует о снижении уровня перфузии тканей пародонта кровью и связано с их выраженной функциональной перегрузкой. **Заключение.** Особенности гемодинамики у спортсменов-любителей различных специализаций могут быть связаны со спецификой вида спорта и преобладанием определенных типов физических нагрузок. Изменения в гемодинамике кровотока пародонта, проявляющиеся в уменьшении линейной и объемной скорости, связаны со стазом в сосудах микроциркуляторного русла пародонта. Повышение показателей расчетных индексов сигнализирует о сосудистом сопротивлении току крови и компенсаторно-приспособительных механизмах регуляции тканевого кровотока.

Ключевые слова: пародонт, гемодинамика, микроциркуляция, высокочастотная ультразвуковая доплерография, спорт

Ultrasound Doppler in assessment of periodontal hemodynamics in athletes engaged in power sports

Abstract. The evaluation of periodontal tissue hemocirculation in amateur athletes was carried out on the basis of clinical data and ultrasound Doppler. **Materials and methods.** A total of 105 men aged 20 to 35 years were examined, 57 of them were engaged in strength sports (bodybuilding, powerlifting, weightlifting) 3—4 times a week, and 48 were not engaged in sports. Data from examination, interview, and structural analysis of ultrasound Doppler were evaluated. **Results.** Functional changes of local hemodynamics in the sportsmen participating in amateur sports were marked. They are manifested in the change of linear (V_{as} , V_{am} , V_{akd}) — 0.51 ± 0.15 , 0.26 ± 0.27 and 0.23 ± 0.25 cm/s respectively, volumetric (Q_{am} , Q_{as}) velocities of the tissue blood flow — 0.036 ± 0.015 and 0.051 ± 0.033 ml/min, as well as Gosling Index (PI) — 2.35 ± 0.18 and Purcelo Index (RI) — 0.82 ± 0.26 , that testifies to decrease of periodontal tissues perfusion level by blood and is connected with their expressed functional overload. **Conclusions.** Peculiarities of hemodynamics in amateur sportsmen of various specializations can be connected with the specific character of sport and predominance of definite types of physical loads. Changes in periodontal blood flow hemodynamics appearing in the decrease of linear and volumetric velocity are connected with the stasis in the vessels of the periodontal microcirculatory channel. Increase of calculated indexes values signals about vascular resistance to blood flow and compensatory-adaptive mechanisms of tissue blood flow regulation.

Key words: periodontium, hemodynamics, microcirculation, ultrasound Doppler, sports

ВВЕДЕНИЕ

Спорт является неотъемлемой частью жизни современной молодежи. Активный образ жизни и физические нагрузки способствуют повышению выносливости и сопротивляемости организма неблагоприятным экзо- и эндогенным факторам. Однако при несоблюдении режима отдыха и тренировок занятия спортом могут не только улучшать функциональное состояние организма, но и быть фактором развития различного рода заболеваний. Физические нагрузки оказывают большое влияние на весь организм и затрагивают составляющую сердечно-сосудистой системы: состояние сосудистого русла, системную гемодинамику и регионарный кровоток [1–6], приводя к его выраженным изменениям и способствуя формированию реакций в сосудах [7, 8].

Снижение объема попадающей крови становится причиной возрастания фазы кровенаполнения, а это указывает на механическое препятствие в кровотоке, стеноз сосудов и приводит к ухудшению оттока.

Данные литературы подтверждают значимость воздействия метаболических нарушений и остальных составляющих метаболического синдрома на функциональные и структурные параметры сосудов микроциркуляторного русла, включая ткани пародонта [9–14].

В настоящее время в организме человека практически отсутствует патологический процесс, в происхождении которого не устанавливалось бы расстройство гемодинамики, поэтому крайне важно обнаружить его своевременно. На сегодняшний день имеются данные, подтверждающие положительный опыт и значимость ультразвуковых методов в исследовании микроциркуляции [15–17].

Ультразвуковая доплерография (УЗДГ) является основным современным функциональным методом изучения кровообращения сосудов в тканях пародонта [18–20]. С помощью нее можно неинвазивным и доступным способом проанализировать показатели кровотока — его скорости: линейную и объемную [21]. Благодаря УЗДГ появляется возможность исследовать специфику микроциркуляции в тканях десны в нормальном и в патологическом состоянии [22–25]. К тому же предпочтение в применении этого метода определяет присутствие в нем звукового и визуального контроля при постановке датчика в точке локации, возможность распознавания сосудов по видам на основании характера кривой, обозначения кровяных частиц по спектру с различными скоростями по сечению обследуемого сосуда. При нарастании показателей патологического процесса тканей пародонта прослеживается снижение скорости микроциркуляции в тканях десны, а это приводит к ухудшению кровообращения и притока крови к тканям. Была установлена прямая зависимость максимальной систолической скорости кровотока и заболевания, что подтверждает значимость УЗДГ в диагностике.

Дефицит кровотока в капиллярах приводит к патологическому процессу, характеризующемуся нарушением регуляции ритмических изменений

в их гемодинамике, и к колебаниям гидростатического давления, которые, в свою очередь, связаны с транскапиллярным массопереносом, — формируется сбой в работе механизмов, ответственных за гемореологию и микроциркуляцию [26–28]. Нарушение капиллярного кровотока занимает важное значение в патогенезе микроциркуляторных нарушений, начинается с уменьшения его интенсивности и может привести к развитию капиллярного стаза нутритивного звена микроциркуляторного русла [29–31]. Это подтверждает необходимость своевременной диагностики и изучения показателей УЗДГ, доказывает свою клиническую значимость в предупреждении развития нарушений со стороны микроциркуляторного русла.

Цель исследования — оценить гемоциркуляцию в тканях пародонта с использованием метода высокочастотной УЗДГ у лиц, занимающихся силовыми видами спорта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовали 105 мужчин от 20 до 35 лет, их разделили на две группы:

- контрольную — 48 человек, которые не занимались спортом;
- основную — 57 мужчин, регулярно, 3–4 раза в неделю, занимающихся силовыми видами спорта.

Показатели УЗДГ контрольной группы приняли за норму.

Критерий включения — отсутствие тяжелых соматических заболеваний, критерий исключения — заболевания зубов и слизистой оболочки полости рта в острой и хронической стадии, подвижность зубов, дефекты зубных рядов, съемные и бюгельные протезы, полное или частичное отсутствие зубов, заболевания височно-нижнечелюстного сустава, бруксизм.

Стоматологическое обследование включало опрос, внешний осмотр, осмотр полости рта, оценку состояния слизистой оболочки полости рта и тканей пародонта, УЗДГ на приборе «Минимакс-Допплер-К» («Минимакс», Санкт-Петербург).

Устройства УЗДГ в стоматологической практике применяют при исследовании микроциркуляции кровотока у пациентов в процессе лечения заболеваний пародонта и в период ремиссии. Активно используются для выявления патологических нарушений, внешне не проявляющихся в гемодинамике тканей пародонта, анализа эффективности проведенного лечения заболеваний пародонта воспалительного генеза с внедрением современных методик, изучения кровообращения в пульпе.

Аппарат позволяет изучать кровотоки мелких и крупных сосудов различной формы с помощью неинвазивной технологии. Исследование сосудов пародонта выполняется с использованием углового датчика. Рабочая частота датчика — 25 МГц, он помещается на слизистую оболочку в зоне альвеолярной и маргинальной части десны верхней и нижней челюстей. Такое наложение

DOI: 10.37988/1811-153X_2021_4_52

обуславливается наличием в местах наложения важных составляющих микроциркуляции пародонта в 6 сегментах. Угол наложения датчика — 60° . Данный угол постановки датчика позволяет оптимизировать визуальный и акустический доплеровский сигнал. Чтобы уловить отчетливый сигнал, не допустив при этом надавливания на слизистую оболочку, во время выполнения исследований применяется акустический гель. Обследование выполнялось в положении лежа на спине в состоянии абсолютного покоя: физического и психоэмоционального. Перед исследованием минимум за 2 часа не разрешалось курить, принимать пищу. Установку датчика, фиксацию губы и щеки исследуемых проводили без сдавливания слизистой оболочки, для исключения возможного влияния на состояние кровотока и чтобы не исказить естественную картину гемодинамики.

Ультразвуковой датчик располагали в области межзубных сосочков и переходной складки десны зубов 1.1, 2.1, 3.1, 4.1, 1.3, 2.3, 3.3, 4.3, 1.6, 2.6, 3.6, 4.6. После установления датчика проводили визуальный и акустический контроль точности наложения. Чтобы изучить микроциркуляторное русло пародонта обращались к улучшенной методике положения наружного прикрепления, это позволило устранить непроизвольные отклонения в расположении датчика в период исследования и увеличить правильность результатов обследования. Специализированное программное обеспечение выводило на экран ноутбука трансформированный сигнал. Данный сигнал исходил от места микроциркуляторного русла и отображался в виде картинки с веретеновидным цветным спектром без острых пиков. Полученные доплерограммы редактируются автоматически при помощи программы.

Для количественной оценки кровотока в обеих группах изучали наиболее значимые показатели функционирования кровотока:

- V_{as} — линейная максимальная систолическая скорость кровотока по кривой средней скорости;
- V_{am} — средняя линейная скорость кровотока по кривой средней скорости;
- V_{akd} — конечная диастолическая скорость по кривой огибающей средней скорости;
- Q_{as} — систолическая объемная скорость по кривой средней скорости;
- Q_{am} — средняя объемная скорость по кривой средней скорости.

Был исследован вид кривой спектрограммы смешанного типа. Рассматривались индексы Гослинга (PI, состояние артерии по упругоэластическим параметрам)

и индекс периферического сопротивления Пурсело (RI, сопротивление кровотоку дистальнее от области определения).

Завершающим этапом клинического обследования была вариационно-статистическая обработка с использованием критерия Стьюдента—Фишера (Мерков А.М., Поляков М.Е., 1974). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Показатели УЗДГ в группе контроля: линейная максимальная систолическая скорость кровотока (V_{as}) — $0,75 \pm 0,22$ см/с; средняя линейная скорость (V_{am}) — $0,57 \pm 0,35$ см/с; конечная диастолическая скорость (V_{akd}) — $0,52 \pm 0,21$ см/с; средняя объемная скорость кровотока (Q_{am}) — $0,064 \pm 0,027$ мл/мин, максимальная систолическая объемная скорость кровотока (Q_{as}) — $0,072 \pm 0,031$ мл/мин.

Квантитативный разбор доплерограмм заключался в вычислении индексов Пурселло (RI) и (PI). Индекс Пурселло (RI) применяется для расчета периферического сопротивления кровотоку, индекс (PI) определяет пульсацию. Их значения составили $0,65 \pm 0,15$ и $1,71 \pm 0,22$ соответственно. В данных основной группы исследования, которую составили спортсмены, выявлены отклонения от нормы и отмечены более низкие значения, нежели в группе контроля. Наибольший показатель V_{as} составил $0,51 \pm 0,15$ см/с, V_{akd} — $0,23 \pm 0,25$ см/с, V_{am} — $0,26 \pm 0,27$ см/с, Q_{as} — $0,051 \pm 0,033$ мл/мин, Q_{am} — $0,036 \pm 0,015$ мл/мин. Анализ полученных данных соответствует гемодинамическим характеристикам тканевого кровотока с признаками пародонтита легкой и средней степени тяжести (Политун А.М., 1984; Самойлов К.О., 1989; Кречина Е.К., 1996 и др.).

Сопоставление индексов и их анализ выявили небольшое увеличение показателей среднего индекса сопротивления Пурсело (RI) у спортсменов, занимающихся любительским спортом, — $0,82 \pm 0,26$ и увеличение индекса пульсации (PI) — $2,35 \pm 0,18$ (см. таблицу).

Объемные и линейные скорости кровотока тканей десны, относящиеся к норме, были довольно низкими. Это не противоречит литературным сведениям, в которых имеются данные о скорости кровотока в мельчайших артериях диаметром 50 мкм, равных 2,5—8,0 мм/с (Christopher, 1997).

Ухудшение кровоснабжения тканей пародонта у спортсменов-любителей проявлялось микроциркуляторными расстройствами различной степени.

Средние показатели микрогемодинамики по данным ультразвуковой доплерографии [Average indices of microhemodynamics according to ultrasound Doppler]

Группа	Линейные скорости кровотока, см/с			Объемные скорости кровотока, мл/с		Индексы	
	V_{am}	V_{as}	V_{akd}	Q_{am}	Q_{as}	PI	RI
Контрольная	$0,57 \pm 0,35$	$0,75 \pm 0,22$	$0,52 \pm 0,21$	$0,064 \pm 0,027$	$0,072 \pm 0,031$	$1,71 \pm 0,22$	$0,65 \pm 0,15$
Основная	$0,26 \pm 0,27$	$0,51 \pm 0,15$	$0,23 \pm 0,25$	$0,036 \pm 0,015$	$0,051 \pm 0,033$	$2,35 \pm 0,18$	$0,82 \pm 0,26$

Примечание. Межгрупповые различия статистически значимо достоверны при $p < 0,05$

В основной группе, по данным УЗДГ, изменения гемодинамики в микрососудах были более выражены. Оно сопровождалось снижением объемных и линейных скоростей кровотока. В группе лиц, занимающихся любительским спортом, объемные скорости тканевого кровотока имели низкие значения. В группе молодых людей, не имеющих отношение к спорту, фиксировалось снижение Q_{as} и Q_{am} . Это характеризовалось понижением гемодинамического уровня. Изменения коснулись и расчетных индексов: PI оказался выше в сравнении с нормой, RI тоже повысился по сравнению с показателями группы контроля, а это указывает на повышение сопротивления в сосудах току крови и в дальнейшем тканях пародонта. PI увеличился существенно, что не исключает зависимости с формированием обратной связи — реакции приспособительно-компенсаторной регуляции кровотока в тканях. Механизм возникновения реакции объясняется увеличением шунтирующего кровотока. Тем не менее, несмотря на проявления воспаления в тканях кровотока, прослеживается тенденция к возникновению приспособительно-компенсаторных факторов регуляции тканевого кровотока, что связано с множественными артериоловеноулярными анастомозами, с помощью которых происходит перераспределение тока крови. Разбор полученных нами данных допускает считать, что нарастание сопротивления току крови в капиллярах способствует появлению артериолярно-капиллярного эффекта переполнения микроциркуляторного русла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вышеописанные клинические и диагностические методы исследования пародонта и изучение составляющих гемодинамики обосновывают важность микроциркуляции в регуляции и управлении компенсаторными и адаптивными процессами.

При гемодинамическом разборе необходимо изменять скоростные параметры тканевого кровотока: его линейные и объемные скорости. Теперь возможно

провести достоверную диагностику отклонений в гемодинамике сосудов пародонта.

С помощью УЗДГ можно оценить состояние микроциркуляторного русла в динамике. В ходе исследования в рассмотренных группах были выявлены довольно большие отклонения в значениях количественных и качественных показателей гемодинамики. Нами было диагностировано, что ответная реакция тканей пародонта и сосудов в состоянии покоя и в состоянии функциональной нагрузки в каждой клинической группе характеризуется определенными свойствами. Несоответствия отображались в колебании значений гемодинамики рассматриваемой области. Проведенная оценка микроциркуляторного русла у молодых людей, занимающихся любительским спортом, имела склонность к снижению средней линейной и объемной скорости кровотока при сопоставлении к результатам группы контроля. Эта существенная разница в гемодинамике кровотока пародонта, влияющая на линейную и на объемную скорость, обусловлена затрудненным кровообращением сосудов микроциркуляторного русла пародонта.

По результатам исследования в группах спортсменов-любителей и лиц, не занимающихся спортом, выявлены статистически значимые различия показателей доплерографии. Особенности гемодинамики у спортсменов различных специализаций могут быть связаны с особенностями вида спорта, стажа спортивной деятельности и наличия определенных физических нагрузок. Вероятно, под влиянием физических нагрузок у лиц, занимающихся силовыми видами спорта, формируются морфологические и функциональные изменения сосудистой системы.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 06.09.2021 **Принята в печать:** 30.11.2021

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

Received: 06.09.2021 **Accepted:** 30.11.2021

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Борисова Ю.А. Гемодинамическая реакция при статических и динамических физических нагрузках у спортсменов. — *Физиология человека*. — 2002; 28 (2): 89—94.
2. Скедина М.А., Ковалева А.А., Носовский А.М. Анализ показателей кровотока в микроциркуляторном русле кожи человека и их связь с показателями центральной гемодинамики. — *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. — 2020; 19 (4): 76—86. [eLIBRARY ID: 44415369](#)
3. Кабанова И.А., Шавырина С.В. Влияние двигательной активности на сердечно-сосудистую систему. — *Наука-2020*. — 2018; 2—2 (18): 62—67. [eLIBRARY ID: 35087309](#)
4. Мельников П.П. Физическая культура и здоровый образ жизни студента (для бакалавров). — М.: КноРус, 2013. — С.240.

REFERENCES:

1. Belotserkovsky Z.B., Lyubina B.G., Borisova Yu.A. Hemodynamic reaction during static and dynamic physical loads in athletes. *Human Physiology*. 2002; 28 (2): 89—94 (In Russ.).
2. Skedina M.A., Kovaleva A.A., Nosovskij A.M. The analysis of blood flow indicators in the microvascular bed of the human skin and their relationship with central hemodynamic parameters. *Regional blood circulation and microcirculation*. 2020; 19 (4): 76—86 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 44415369](#)
3. Kabanova I.A., Shavyrina S.V. The effect of motor activity on the cardiovascular system. *Science-2020 (Russia)*. 2018; 2—2 (18): 62—67 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 35087309](#)
4. Melnikov P.P. Physical culture and healthy lifestyle of the student (for undergraduate). M.: KnoRus, 2013. P.240 (In Russ.).

DOI: 10.37988/1811-153X_2021_4_54

5. Rodríguez-Martínez M., Patiño-Marín N., Loyola-Rodríguez J.P., Brito-Orta M.D. Gingivitis and periodontitis as antagonistic modulators of gingival perfusion. — *J Periodontol.* — 2006; 77 (10): 1643—50. [PMID: 17032105](#)
6. Matheny J.L., Johnson D.T., Roth G.I. Aging and microcirculatory dynamics in human gingiva. — *J Clin Periodontol.* — 1993; 20 (7): 471—5. [PMID: 8354720](#)
7. Талибов А.Х. Особенности реакции кровообращения на различные физические нагрузки в зависимости от уровня тренированности спортсменов. — *Ученые записки университета им.П.Ф. Лесгафта.* — 2009; 11 (57): 96—100. [eLIBRARY ID: 12967315](#)
8. Талибов А.Х. Влияние хронического физического перенапряжения на организм спортсменов. Адаптация в спорте: состояние, перспективы, проблемы. — СПб., 2009. — С. 230. [eLIBRARY ID: 25992179](#)
9. Кречина Е.К., Зорина О.А., Мустафина Ф.К., Молчанов А.М. Состояние микроциркуляции в тканях пародонта по данным компьютерной капилляроскопии у пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом на фоне метаболических нарушений. — *Стоматология.* — 2015; 94 (4): 20—23. [eLIBRARY ID: 24076254](#)
10. Бархатов И.В. Оценка системы микроциркуляции крови методом лазерной доплеровской флоуметрии. — *Клиническая медицина.* — 2013; 91 (11): 21—27. [eLIBRARY ID: 21034392](#)
11. Bergstrand S., Lindberg L.G., Ek A.C., Lindén M., Lindgren M. Blood flow measurements at different depths using photoplethysmography and laser Doppler techniques. — *Skin Res Technol.* — 2009; 15 (2): 139—47. [PMID: 19622122](#)
12. Choi C.M., Bennett R.G. Laser Dopplers to determine cutaneous blood flow. — *Dermatol Surg.* — 2003; 29 (3): 272—80. [PMID: 12614422](#)
13. Humeau A., Steenbergen W., Nilsson H., Strömberg T. Laser Doppler perfusion monitoring and imaging: novel approaches. — *Med Biol Eng Comput.* — 2007; 45 (5): 421—35. [PMID: 17340155](#)
14. Lira-Junior R., Figueredo C.M., Bouskela E., Fischer R.G. Severe chronic periodontitis is associated with endothelial and microvascular dysfunctions: a pilot study. — *J Periodontol.* — 2014; 85 (12): 1648—57. [PMID: 25019176](#)
15. Scardina G.A., Ruggieri A., Messina P. Oral microcirculation observed in vivo by videocapillaroscopy: a review. — *J Oral Sci.* — 2009; 51 (1): 1—10. [PMID: 19325194](#)
16. Доменюк Д.А., Ведешина Э.Г., Кочконян А.С., Карслиева А.Г., Арутюнян Ю.С. Использование метода высокочастотной ультразвуковой доплерографии в оценке состояния гемодинамики тканей пародонта у пациентов с аномалиями положения зубов. — *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* — 2015; 3—4: 608—613. [eLIBRARY ID: 23295171](#)
17. Ковалева М.А., Жмеренецкий К.В. Обзор прямых методов изучения микроциркуляции и оценки полученных данных. — *Журнал медико-биологических исследований.* — 2020; 8 (1): 79—88. [eLIBRARY ID: 42416170](#)
18. Васютин М.Л., Печникова Н.А., Торопова Я.Г. Методы визуализации и анализа состояния микроциркуляторного русла в ветеринарной и экспериментальной практике. — *Лабораторные животные для научных исследований.* — 2019; 2: 7. [eLIBRARY ID: 39147982](#)
19. Орехова Л.Ю., Лобода Е.С., Яманидзе Н.А., Березкина И.В. Значение микроциркуляции в диагностике и динамике лечения воспалительных заболеваний пародонта. — *Медицина: теория и практика.* — 2019; 4 (5): 404—405. [eLIBRARY ID: 39199233](#)
20. Кухаренко Ю.В., Попова Е.С. Возможность использования ультразвуковой доплерографии в диагностике сосудистых нарушений тканей пародонта у пациентов с зубочелюстными аномалиями. — *Дальневосточный медицинский журнал.* — 2013; 3: 74—77. [eLIBRARY ID: 20376370](#)
21. Орехова Л.Ю., Лобода Е.С., Яманидзе Н. Значение ультразвуковой доплерографии в динамике лечения воспалительных заболеваний пародонта. — *Евразийский Союз Ученых.* — 2016; 30—1: 89—94. [eLIBRARY ID: 27316055](#)
22. Чуян Е.Н., Ананченко М.Н., Трибрат Н.С. Современные биофизические методы исследования процессов микроциркуляции. — *Ученые записки Крымского федерального университета*
5. Rodríguez-Martínez M., Patiño-Marín N., Loyola-Rodríguez J.P., Brito-Orta M.D. Gingivitis and periodontitis as antagonistic modulators of gingival perfusion. *J Periodontol.* 2006; 77 (10): 1643—50. [PMID: 17032105](#)
6. Matheny J.L., Johnson D.T., Roth G.I. Aging and microcirculatory dynamics in human gingiva. *J Clin Periodontol.* 1993; 20 (7): 471—5. [PMID: 8354720](#)
7. Talibov A.H. The peculiarities of blood circulation under the different physical loads depending on the level of fitness of athletes. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta.* 2009; 11 (57): 96—100 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 12967315](#)
8. Talibov A.H. Influence of chronic physical overstrain on the body of athletes. Adaptation in sports: state, prospects, problems. SPb., 2009. P.230 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 25992179](#)
9. Krechina E K, Zorina O A, Mustafina F K, Molchanov A M. Microcirculation in periodontal tissues assessed by computer capillaroscopy in patients with periodontal disease and metabolic disorders. *Stomatology.* 2015; 94 (4): 20—23 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 24076254](#)
10. Barkhatov I.V. Assessment of the microcirculation system by laser Doppler flowmetry. *Clinical Medicine (Russian Journal).* 2013; 91 (11): 21—27 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 21034392](#)
11. Bergstrand S., Lindberg L.G., Ek A.C., Lindén M., Lindgren M. Blood flow measurements at different depths using photoplethysmography and laser Doppler techniques. *Skin Res Technol.* 2009; 15 (2): 139—47. [PMID: 19622122](#)
12. Choi C.M., Bennett R.G. Laser Dopplers to determine cutaneous blood flow. *Dermatol Surg.* 2003; 29 (3): 272—80. [PMID: 12614422](#)
13. Humeau A., Steenbergen W., Nilsson H., Strömberg T. Laser Doppler perfusion monitoring and imaging: novel approaches. *Med Biol Eng Comput.* 2007; 45 (5): 421—35. [PMID: 17340155](#)
14. Lira-Junior R., Figueredo C.M., Bouskela E., Fischer R.G. Severe chronic periodontitis is associated with endothelial and microvascular dysfunction: a pilot study. *J Periodontol.* 2014; 85 (12): 1648—57. [PMID: 25019176](#)
15. Scardina G.A., Ruggieri A., Messina P. Oral microcirculation observed in vivo by videocapillaroscopy: a review. *J Oral Sci.* 2009; 51 (1): 1—10. [PMID: 19325194](#)
16. Domenyuk D.A., Vedeshina E.G., Kochkonyan A.S., Karslieva A.G., Arutyunyan Yu.S. High-frequency ultrasonic dopplerography in evaluating periodontium tissue hemodynamics in patients with abnormal dental position. *International journal of applied and fundamental research.* 2015; 3—4: 608—613 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 23295171](#)
17. Kovaleva M.A., Zhmerenetskiy K.V. Review of direct methods for studying microcirculation and evaluating the data obtained. *Journal of Medical and Biological Research.* 2020; 8 (1): 79—88 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 42416170](#)
18. Vasutina M.L., Pechnikova N.A., Toropova Ya.G. Methods of visualization and analysis of the microcirculatory state in veterinary and experimental practices. *Laboratory animals for science.* 2019; 2: 7 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 39147982](#)
19. Orekhova L.Yu., Loboda E.S., Yamanidze N.A., Berezkin I.V. The importance of microcirculation in the diagnosis and dynamics of treatment of inflammatory periodontal diseases. *Medicine: theory and practice.* 2019; 4 (5): 404—405 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 39199233](#)
20. Kukharenyo Yu.V., Popova E.S. Doppler ultrasonography in periodontal vascular disorders in patients with dento-maxillary anomalies. *Far East Medical Journal.* 2013; 3: 74—77 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 20376370](#)
21. Orekhova L.Yu., Loboda E.S., Yamanidze N. The significance of the ultrasound doppler during the treatment of inflammatory periodontal diseases. *Eurasian Union of Scientists.* 2016; 30—1: 89—94 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 27316055](#)
22. Chuyan E.N., Ananchenko M.N., Tribat N.P. Modern biophysical methods of studying microcirculation processes. *Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im.V.I. Vernadskogo. Series "Biology, chemistry".* 2009; 22 (1): 99—112 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 25447340](#)
23. Krechina E.K., Rahimova E.N. Assessment of hemodynamic disorders of tissue blood flow in the gum tissues in normal conditions and in periodontal diseases according to Doppler ultrasound data. *Stomatology.* 2005; 84 (5): 24—27 (In Russ.).

- имени В.И. Вернадского. Серия: Биология, химия. — 2009; 22 (1): 99—112. [eLIBRARY ID: 25447340](#)
23. Кречина Е.К., Рахимова Э.Н. Оценка нарушений гемодинамики тканевого кровотока в тканях десны в норме и при заболеваниях пародонта по данным ультразвуковой доплерографии. — *Стоматология*. — 2005; 84 (5): 24—27.
 24. Орехова Л.Ю., Кучумова Е.Д., Прохорова О.В., Ткаченко Т.Б. Оценка микроциркуляции пародонта методом ультразвуковой доплерографии. — *Пародонтология*. — 2001; 3 (21): 21—24.
 25. Рисованный С.И. Функциональная оценка состояния микроциркуляции при высокоинтенсивной лазерной терапии хронического пародонтита. — *Российский стоматологический журнал*. — 2001; 5: 13—18.
 26. Смирнова А.В., Кузьмина Д.А. Оценка состояния микроциркуляции тканей пародонта и пульпы зубов при локализованном пародонтите травматического характера. — *Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого*. — 2016; 6 (97): 112—118. [eLIBRARY ID: 28288215](#)
 27. Матвеева В.А. Исследование влияния тесного положения зубов на функциональные изменения в структурах жевательного аппарата при ортопедическом лечении: автореф. дис. ... к.м.н. — М., 2004. — 22 с.
 28. Литвицкий П.Ф. Нарушения регионарного кровотока и микроциркуляции. — *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. — 2020; 19 (1): 82—92. [eLIBRARY ID: 42633813](#)
 29. Попова Е.С., Варламова С.С. Диагностические особенности значений ритмов колебаний кровотока в тканях пародонта у детей с зубочелюстными аномалиями г. Читы. — *Вестник Северо-Восточного федерального университета им.М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле*. — 2013; 10 (4): 128—132.
 30. Кузнецова Н.С., Кабировва М.Ф., Герасимова Л.П., Хайбуллина Р.Р., Когина Э.Н., Мифтахова З.К. Показатели гемодинамики тканей пародонта у лиц молодого возраста в состоянии психоэмоционального напряжения. — *Проблемы стоматологии*. — 2018; 14 (1): 37—42. [eLIBRARY ID: 32840687](#)
 31. Лапитан Д.Г., Рогаткин Д.А. Функциональные исследования системы микроциркуляции крови методом лазерной доплеровской флоуметрии в клинической медицине: проблемы и перспективы. — *Альманах клинической медицины*. — 2016; 44 (2): 249—259. [eLIBRARY ID: 26370342](#)
 24. Orekhova L.Yu., Kuchumova E.D., Prokhorova O.V., Tkachenko T.B. Evaluation of periodontal microcirculation by ultrasonic dopplerography. *Parodontologiya*. 2001; 3 (21): 21—24 (In Russ.).
 25. Risovanny S.I. Functional assessment of the state of microcirculation in high-intensity laser therapy of chronic periodontitis. *Russian Journal of Dentistry*. 2001; 5: 13—18 (In Russ.).
 26. Smirnova A.V., Kuzmina D.A. Assessment of microcirculation in the periodontal tissue and dental pulp in localized periodontitis of traumatic origin. *Vestnik NovSU*. 2016; 6 (97): 112—118 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 28288215](#)
 27. Matveeva V.A. Study of the influence of the close position of the teeth on functional changes in the structures of the masticatory apparatus during orthopedic treatment: master's thesis abstract. Moscow, 2004. 22 p. (In Russ.).
 28. Litvitskiy P.F. Regional blood flow and microcirculation disorders. *Regional blood circulation and microcirculation*. 2020; 19 (1): 82—92 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 42633813](#)
 29. Popova E.S., Varlamova S.S. Diagnostic peculiarities of meanings of blood flow oscillations rhythms in periodontal tela of children with dento-maxillary anomalies in Chita. *Vestnik of North-Eastern Federal University. Earth Sciences*. 2013; 10 (4): 128—132 (In Russ.).
 30. Kuznetsova N.S., Kabirova M.F., Gerasimova L.P., Hajbullina R.R., Kogina Je.N., Miftahova Z.K. The hemodynamics of periodontal tissues in young patients in a state of emotional stress. *Actual problems in dentistry*. 2018; 14 (1): 37—42 (In Russ.). [eLIBRARY ID: 32840687](#)
 31. Lapitan D.G., Rogatkin D.A. Functional studies on blood microcirculation system with laser doppler flowmetry in clinical medicine: problems and prospects. *Almanac of Clinical Medicine*. 2016; 44 (2): 249—259. (In Russ.). [eLIBRARY ID: 26370342](#)