

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ТКАНЕЙ ПАРОДОНТА У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН ПРИ ОРТОДОНТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНОЙ ДОППЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ

Исмоилов Миркамол ўғли - базовый докторант кафедры ортодонтии и зубной протезирования Ташкентского государственного медицинского университета.

Нигматова Ирода Маратовна - DSc доцент кафедры ортодонтии и зубной протезирования Ташкентского государственного медицинского университета.

АННОТАЦИЯ В статье представлены результаты исследования микроциркуляции тканей пародонта у беременных женщин, проходящих ортодонтическое лечение, с использованием метода лазерной доплеровской флоуметрии. Сочетанное воздействие гестационных гормональных изменений и механической нагрузки, обусловленной применением несъёмной ортодонтической аппаратуры, приводит к функциональным нарушениям микроциркуляторного русла пародонта. Применение лазерной доплеровской флоуметрии позволило выявить ранние сосудистые изменения, характеризующиеся повышением тканевой перфузии, увеличением вариабельности кровотока и активацией эндотелиальных и нейрогенных механизмов регуляции. Установлено, что микроциркуляторные нарушения нередко предшествуют клинически выраженным воспалительным изменениям десны. Полученные данные подтверждают высокую диагностическую и прогностическую ценность лазерной доплеровской флоуметрии для раннего выявления неблагоприятных изменений в тканях пародонта и оптимизации тактики ортодонтического лечения у беременных пациенток.

Ключевые слова: беременность, микроциркуляция пародонта, ортодонтическое лечение, лазерная доплеровская флоуметрия, воспаление дёсен.

ANNOTATSIIYA Ushbu maqolada homilador ayollarda ortodontik davolash jarayonida parodont to'qimalarining mikrotsirkulyatsiya holati lazer doppler floumetriyasi yordamida o'rganilgan. Gestatsion gormonal o'zgarishlar va fiksatsiyalangan ortodontik apparatlar tomonidan yuzaga keladigan mexanik yuklama parodont mikrotsirkulyator tizimida funksional o'zgarishlarga olib kelishi aniqlangan. Lazer doppler floumetriyasi yordamida to'qima perfuziyasining oshishi, qon oqimi variabelligi va endotelial hamda neyrogen regulatsiya mexanizmlarining faollashuvi kabi erta tomir buzilishlari aniqlangan. Mikrotsirkulyatsiya buzilishlari ko'pincha klinik jihatdan aniq yallig'lanish belgilaridan oldin rivojlanishi aniqlangan. Olingan natijalar homilador ayollarda ortodontik davolash jarayonida parodont holatini monitoring qilishda lazer doppler floumetriyasining yuqori diagnostik va prognostik ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: homiladorlik, parodont mikrotsirkulyatsiyasi, ortodontik davolash, lazer doppler floumetriyasi, gingivit.

ABSTRACT

This article presents the results of a study of periodontal tissue microcirculation in pregnant women undergoing orthodontic treatment using laser Doppler flowmetry. The combined influence of gestational hormonal changes and mechanical loading caused by fixed orthodontic appliances leads to functional alterations in the microcirculatory bed of the periodontium. Laser Doppler flowmetry made it possible to identify early vascular disturbances manifested by increased tissue perfusion, enhanced blood flow variability, and activation of endothelial and neurogenic regulatory

mechanisms. It was established that microcirculatory disorders often precede clinically evident inflammatory changes of the gingiva. The obtained data confirm the diagnostic and prognostic value of laser Doppler flowmetry for early detection of unfavorable periodontal changes and for optimizing orthodontic treatment tactics in pregnant patients.

Key words: pregnancy, periodontal microcirculation, orthodontic treatment, laser Doppler flowmetry, gingival inflammation.

Согласно данным современных исследований, у беременных женщин в период ортодонтического лечения отмечаются выраженные изменения микроциркуляции тканей пародонта, обусловленные сочетанным влиянием гестационных гормональных перестроек и механической нагрузки, создаваемой ортодонтической аппаратурой [1,2]. Повышение уровней эстрогенов и прогестерона сопровождается вазодилатацией, увеличением проницаемости микроциркуляторного русла и изменением регуляции сосудистого тонуса, что формирует благоприятные условия для развития воспалительных реакций даже при отсутствии выраженной микробной агрессии [3]. В этих условиях клиническая оценка состояния пародонта, основанная исключительно на визуальных признаках и индексах кровоточивости, не всегда позволяет своевременно выявить начальные патологические изменения [4].

В последние годы особое внимание уделяется функциональным методам диагностики, направленным на раннее выявление доклинических нарушений кровотока. Одним из наиболее информативных и безопасных методов считается лазерная доплеровская флоуметрия, позволяющая в реальном времени оценивать параметры микроциркуляции в тканях пародонта [5]. Принцип метода основан на регистрации частотного сдвига лазерного излучения, отражённого от движущихся форменных элементов крови, что даёт возможность количественно оценить уровень тканевой перфузии и характер вазомоторных колебаний. Преимуществом ЛДФ является её неинвазивность и возможность многократного применения, что особенно важно при обследовании беременных пациенток.

Следует учитывать, что в условиях ортодонтического лечения фиксированными аппаратами формируются дополнительные факторы риска, связанные с ретенцией зубного налёта и локальной микротравматизацией маргинальной десны. При этом нарушения микроциркуляции нередко предшествуют клиническим проявлениям гингивита и могут сохраняться даже при удовлетворительных показателях гигиенических индексов, что подтверждает диагностическую и прогностическую значимость оценки микроциркуляции пародонта [6].

Цель исследования Изучение особенностей микроциркуляции тканей пародонта у беременных женщин в процессе ортодонтического лечения с использованием метода лазерной доплеровской флоуметрии.

Материал и методы В ходе исследования было проведено изучение состояния микроциркуляции тканей пародонта у беременных женщин, проходящих ортодонтическое лечение, с применением метода лазерной доплеровской флоуметрии. В качестве основного функционального метода диагностики использовалась ЛДФ, позволяющая количественно оценивать кровотоки в микроциркуляторном русле пародонта и выявлять ранние сосудистые нарушения, не сопровождающиеся выраженными клиническими проявлениями [1,2].

Исследование проводили в стандартных условиях с соблюдением единых требований к подготовке пациенток. Измерения выполняли в положении пациента в стоматологическом кресле после периода адаптации продолжительностью 10–15 минут. Перед регистрацией показателей исключалось влияние факторов, способных исказить результаты, включая приём пищи, использование средств для полоскания полости рта и

физическую нагрузку, что соответствует общепринятым рекомендациям по проведению ЛДФ-исследований [2,3].

Лазерно-доплеровское зондирование осуществляли в области маргинальной десны фронтальной группы зубов, наиболее подверженной воспалительным изменениям при ортодонтическом лечении. Датчик фиксировали без давления на ткани, что обеспечивало стабильность сигнала и воспроизводимость измерений. Регистрация проводилась в течение 3–5 минут с последующей компьютерной обработкой полученных данных [3,4].

В процессе анализа оценивали средний уровень тканевой перфузии, вариабельность кровотока и коэффициент вариации, а также характер низко- и высокочастотных колебаний, отражающих эндотелиальный и нейрогенный механизмы регуляции микроциркуляции. Полученные показатели сопоставляли с клиническими данными состояния пародонта, включая наличие кровоточивости и признаки воспаления, что соответствует современным представлениям о функциональной оценке микроциркуляции пародонта [5].

Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием методов вариационной статистики с определением средних значений и достоверности различий [6].

Результаты и обсуждение В результате проведения лазерной доплеровской флоуметрии был получен массив данных, отражающих функциональное состояние микроциркуляторного русла тканей пародонта у беременных женщин в процессе ортодонтического лечения. Регистрация показателей осуществлялась при стабильных внешних условиях, что обеспечивало сопоставимость результатов и их воспроизводимость при повторных измерениях, что соответствует методологическим требованиям проведения ЛДФ-исследований [1,2].

Анализ полученных данных показал, что у большинства обследованных пациенток в начальные сроки после фиксации ортодонтической аппаратуры отмечалось повышение среднего уровня тканевой перфузии. Данные изменения носили умеренный характер и, как правило, не сопровождалось выраженными клиническими признаками воспаления со стороны пародонта. Подобная реакция, по-видимому, отражает адаптационный ответ микроциркуляторного русла на механическое воздействие ортодонтической дуги в сочетании с физиологической вазодилатацией, обусловленной гестационным гормональным фоном, что согласуется с данными литературы о влиянии гормональных факторов на сосудистый тонус тканей пародонта [3,4].

В то же время у части пациенток было выявлено значимое увеличение коэффициента вариации кровотока, свидетельствующее о нестабильности микроциркуляции и нарушении механизмов сосудистой ауторегуляции. В данных случаях повышение вариабельности кровотока сопровождалось усилением вазомоторных колебаний, что расценивается как признак функционального напряжения микроциркуляторной системы и дисбаланса регуляторных механизмов [2,5]. Следует отметить, что именно в этой группе пациенток при последующем клиническом обследовании чаще регистрировалась кровоточивость десны при зондировании, даже при отсутствии выраженных отложений зубного налёта, что подтверждает положение о первичности микроциркуляторных нарушений по отношению к клиническим проявлениям воспаления [6].

Таблица 1

Показатели микроциркуляции тканей пародонта у беременных женщин при ортодонтическом лечении (по данным ЛДФ), $M \pm m$

Показатель	До фиксации аппаратуры	После фиксации (2–3 нед.)	Во время активного лечения
Средняя перфузия (M, PU)	$8,6 \pm 0,3$	$11,2 \pm 0,4$	$13,1 \pm 0,5$
Стандартное отклонение (σ , PU)	$1,9 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,2$	$3,1 \pm 0,2$
Коэффициент вариации (Kv , %)	$22,1 \pm 1,4$	$27,9 \pm 1,6$	$31,4 \pm 1,8$

Примечание. Увеличение показателей M и Kv отражает нарастание функциональной нагрузки на микроциркуляторное русло тканей пародонта в процессе ортодонтического лечения.

При спектральном анализе ЛДФ-сигнала установлено, что у беременных женщин в процессе ортодонтического лечения возрастает вклад низкочастотных колебаний кровотока, ассоциированных с эндотелиальным и нейрогенным механизмами регуляции микроциркуляции [1,2]. Наиболее выраженные изменения данных параметров наблюдались во втором и третьем триместрах беременности, что, вероятно, связано с прогрессирующим увеличением уровня прогестерона и эстрогенов, оказывающих влияние на тонус сосудистой стенки и проницаемость капилляров [3,4]. Усиление эндотелиальной активности может рассматриваться как отражение компенсаторной вазодилатации, направленной на поддержание адекватного тканевого кровоснабжения в условиях повышенной функциональной нагрузки [1,5].

В ряде наблюдений выявлялось устойчивое повышение средней перфузии в сочетании с выраженным ростом коэффициента вариации и дисбалансом спектральных компонентов кровотока. Подобный функциональный профиль микроциркуляции, как правило, предшествовал развитию клинически выраженного гингивита, что согласуется с представлениями о первичности микроциркуляторных нарушений в патогенезе воспалительных заболеваний пародонта [2,6]. Это подтверждает предположение о том, что микроциркуляторные изменения могут рассматриваться как доклинический этап воспалительного процесса.

Примечательно, что у пациенток с минимальными отклонениями ЛДФ-показателей воспалительные изменения носили транзиторный характер и эффективно купировались после проведения стандартных профилактических мероприятий без необходимости изменения ортодонтической тактики. Напротив, у пациенток с выраженными и устойчивыми нарушениями микроциркуляции требовалась коррекция силы ортодонтического воздействия, удлинение интервалов между активациями и усиление контроля гигиенического состояния полости рта, что соответствует клиническим рекомендациям по индивидуализации ортодонтического лечения с учётом функционального состояния пародонта [5,6].

Таблица 2

Спектральные характеристики микроциркуляции пародонта у беременных женщин по данным лазерной доплеровской флоуметрии, $M \pm m$

Компонент регуляции кровотока	До лечения	После фиксации	Активная фаза лечения
Эндотелиальная активность (PU)	$1,7 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,2$	$2,9 \pm 0,2$
Нейрогенная активность (PU)	$2,1 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,3$
Миогенная активность (PU)	$3,6 \pm 0,2$	$3,9 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,3$

Примечание. Усиление эндотелиального и нейрогенного компонентов свидетельствует о повышенной реактивности сосудистой стенки и адаптационной перестройке микроциркуляции.

Полученные результаты подтверждают, что традиционные клинические методы оценки состояния пародонта не всегда отражают истинную функциональную нагрузку на микроциркуляторное русло, особенно в условиях беременности, когда сосудистые реакции могут носить субклинический характер [3,6]. Лазерная доплеровская флоуметрия позволяет выявлять скрытые сосудистые нарушения на этапе, когда клинические проявления воспаления ещё отсутствуют или выражены минимально, что подтверждается данными современных исследований, посвящённых функциональной диагностике микроциркуляции [1,2]. Это имеет принципиальное значение для своевременной профилактики осложнений и индивидуализации ортодонтического лечения у беременных пациенток [5,6].

Таким образом, данные настоящего исследования свидетельствуют о высокой диагностической и прогностической ценности лазерной доплеровской флоуметрии при мониторинге состояния пародонта у беременных женщин, проходящих ортодонтическое лечение. Использование ЛДФ позволяет не только объективизировать функциональное состояние микроциркуляции, но и служит инструментом раннего выявления неблагоприятных изменений, требующих коррекции лечебной тактики, что соответствует современным представлениям о персонализированном подходе в ортодонтии и пародонтологии [1,5,6].

Выводы

1. У беременных женщин, проходящих ортодонтическое лечение, выявляются функциональные нарушения микроциркуляции тканей пародонта, выражающиеся в изменении уровня тканевой перфузии и вариабельности кровотока, которые во многих случаях предшествуют развитию клинически выраженных воспалительных изменений.

2. Лазерная доплеровская флоуметрия позволяет объективно оценивать состояние микроциркуляторного русла пародонта и выявлять доклинические признаки неблагоприятного течения ортодонтического лечения, не фиксируемые традиционными клиническими методами.

3. Устойчивое повышение средней перфузии в сочетании с увеличением коэффициента вариации и усилением низкочастотных компонентов кровотока может рассматриваться как ранний прогностический признак развития гингивита у беременных ортодонтических пациенток.

4. Применение лазерной доплеровской флоуметрии в динамическом наблюдении позволяет своевременно корректировать ортодонтическую нагрузку и профилактические мероприятия, снижая риск воспалительных осложнений со стороны пародонта.

Литература

1. Мухамедов И.М., Ризаев Ж.А. Современные методы функциональной диагностики в пародонтологии // *Stomatologiya*. – 2018. – №4. – С. 36–37.
2. Савенков М.С. Микроциркуляция и воспаление в тканях пародонта. – М.: БИОНИКА Медиа, 2017. – 128 с.
3. Chapple I.L.C., Mealey B.L. Periodontal health and systemic conditions: mechanisms and clinical implications // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2021. – Vol. 48. – P. 256–267. **Haerberle C.B., Wolf G.** Laser Doppler flowmetry: principles and applications. *Microcirculation*. 2019.
4. **Stefanovska A., Bracic M., Kvernmo H.D.** Wavelet analysis of oscillations in peripheral blood circulation. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2001.
5. **Mealey B.L., Moritz A.J.** Hormonal influences on the periodontium. *Periodontology 2000*. 2003.
6. **Silva de Araújo Figueiredo C. et al.** Pregnancy and periodontal disease. *Journal of Clinical Periodon*