

Поступила 20.07.2015

**С. П. РУБНИКОВИЧ**

## **ЛАЗЕРНО-ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ДОКЛИНИЧЕСКОЙ СТАДИИ БОЛЕЗНЕЙ ПАРОДОНТА**

*Кафедра ортопедической стоматологии  
Белорусской медицинской академии последипломного образования,  
Республика Беларусь, 220072, г. Минск, ул. П. Бровки, 3;  
тел. +375296372156. E-mail: rubnikovichs@mail.ru*

Разработано устройство для лазерно-оптической диагностики на основе цифровой спекл-фотографии (ЛОДцсф) в стоматологии. Доказана перспективность использования ЛОДцсф для функциональной оценки начальных изменений микроциркуляции десны при болезнях пародонта. Чувствительность и высокая информативность ЛОДцсф дали возможность дифференцированно оценить начальные доклинические стадии воспалительного процесса во всех топографических зонах десны, что определило своевременное назначение корректирующей терапии.

*Ключевые слова:* лазерно-оптическая диагностика (ЛОДцсф), микроциркуляция тканей пародонта, болезни пародонта.

**S. P. RUBNIKOVICH**

**LASER-OPTICAL DIAGNOSTICS PRECLINICAL STAGE OF PERIODONTAL DISEASES**

*Department of prosthodontics Belarusian medical academy of postgraduate education,  
Belarus, 220072, Minsk, str. P. Brovki, 3;  
tel. +375296372156. E-mail: rubnikovichs@mail.ru*

The device for laser-optical diagnostics (LODdsf) in dentistry. The use LODdsf for the functional estimation of periodontal diseases is proved. Sensitivity and high information LODdsf provided an opportunity to evaluate differentiated initial preclinical stage of the inflammatory process in all topographic zones of the gums, which determined the timely assignment of corrective therapy.

*Key words:* laser-optical diagnostics (LODdsf), microcirculation of periodontal tissues, periodontal diseases.

Диагностика, лечение и профилактика болезней пародонта являются одной из актуальных проблем в стоматологии. Большое значение придается особенностям механизма развития воспалительного процесса в тканях пародонта, в числе которых ведущее положение занимает нарушение микроциркуляции пародонта – основное звено в развитии патологического процесса [1, 2].

Состояние микроциркуляции является важным предклиническим информатором многих патологических процессов и различных заболеваний челюстно-лицевой области, которое проявляется в сосудистых и в опосредованных зонах, а также сочетается в различной степени проявлений [3, 4].

Изучение микроциркуляции в ранней диагностике патологических изменений на тканевом уровне дает возможность адекватно применить патогенетическую терапию и оценить ее эффективность, а также прогнозировать ухудшение состояния тканей пародонта в динамическом наблюдении пародонтологических пациентов. Следует отметить, что в патогенезе, клинических проявлениях и течении многих заболеваний, в том числе стоматологических, ведущим звеном являются нарушения на уровне микроциркуляции. Известно, что при прогрессировании заболевания важными патогенетическими факторами являются повышение посткапиллярного сопротивления, снижение числа функционирующих капилляров,

нарушение трофики пародонта и, как следствие, накопление в тканях вазоактивных веществ и биологически активных веществ, что усугубляет гемодинамические и реологические сдвиги [5, 6].

Болезни пародонта являются одной из наиболее важных проблем современной стоматологии. Это связано с высокой и практически повсеместной распространенностью этих заболеваний. По данным экспертов ВОЗ (1990), у лиц в возрасте от 35 до 44 лет уровень болезней пародонта составляет от 65% до 98%, а в возрасте 13–19 лет – от 55% до 95%. В Республике Беларусь болезни пародонта выявлены у 92,5% в возрасте 35–44 лет [3].

Болезни пародонта – это полиэтиологические заболевания со сложными патогенетическими механизмами, которые ведут к потере зубов. Проблема болезней пародонта является социальной и содержит много спорных и нерешенных вопросов. Результаты специальных исследований показали, что существует связь между характером локальной гемодинамики и активным воспалением. Чем больше выражены эти связи, тем интенсивнее деструктивный процесс в тканях пародонта. Сосудистые изменения включают изменения в сосудистой топографии, увеличение сосудистой проницаемости, повышение ломкости сосудов [2–7]. Следует заметить, что при развитии болезни пародонта воспалительного характера точкой приложения действия патогенных факторов является сосудистое русло, особенно его микроциркуляторная часть. Микрососуды являются наиболее чувствительным индикатором, реагирующим на патогенные факторы еще до появления клинических симптомов воспаления в тканях пародонта. Большое внимание при обследовании и составлении плана комплексного лечения пациентов с болезнями пародонта уделяется функциональным методам исследования микроциркуляторного русла тканей пародонта [2, 5, 6, 8].

В настоящее время в стоматологической практике широко используют современные методы функциональной диагностики, которые основаны на измерении различных физических свойств исследуемых тканей. Лазерное исследование биотканей является чрезвычайно важным и быстро развивающимся междисциплинарным направлением на стыке лазерной физики, оптики рассеивающих сред, биофизики и инженерной физики, включая современные методы диагностики и контроля, основанные на глубокой компьютерной обработке результатов измерений в режиме реального времени [1, 8, 9]. Стремительное развитие этого направления в последние два десятилетия отмечено успехами в лазерной и цифровой технологиях ввода когерентных изображений в ПЭВМ с использованием ПЗС-камер в сочетании с опытом накопления экспериментальной

информации и её статистического анализа. Эти исследования получили название «цифровая динамическая спекл-фотография». В результате рассеяния когерентного излучения в диффузном объекте и 3-мерной интерференции рассеянного излучения формируется спекл-поле, которое состоит из мельчайших гранул излучения – спеклов, имеющих характерные размеры порядка 1–2 мкм. Аналогичные спекл-поля создаются также при рассеянии лазерного излучения биотканями. Так, видимый свет, проникая на глубину 1–2 мм в кожу человека, рассеивается на эритроцитах крови, протекающей в мельчайших капиллярах ткани. В результате процессов многократного рассеяния формируется динамическое биоспекл-поле, изменяющееся в пространстве и во времени в результате движения эритроцитов [10].

Разработанная нами лазерно-оптическая диагностика (ЛОД) интенсивности кровотока микроциркуляторного русла является развитием таких функциональных методов исследования, как лазерная и ультразвуковая доплерография, позволяющая регистрировать кровотоки в мягких тканях ротовой полости (патент на изобретение РБ № 13188 от 30.04.2010 г.). Методика применения лазерно-оптического метода у пациентов утверждена Министерством здравоохранения Республики Беларусь (№ 041-0410 от 06.05.2010 г.) и решена для практического использования.

ЛОДцсф имеет ряд преимуществ перед другими оптическими методами диагностики: проведение мониторинга состояния микроциркуляции тканей пародонта и НДС зубов и зубных протезов в режиме реального времени за счет ускоренной компьютерной обработки; применение бесконтактного способа лазерного зондирования предупреждает эффект сдавливания мягких тканей ротовой полости; проведение одномоментного исследования всех топографических зон десны и других участков ротовой полости (от 20×30 мм и более); возможность дифференцированного назначения превентивной терапии при микроциркуляторных нарушениях в пародонте; безболезненный для пациента и безопасный для врача метод, не требующий дополнительных средств защиты, доступный для широкого практического использования.

Целью исследования явилось использование лазерно-оптической диагностики на основе спекл-фотографического анализа для изучения интенсивности микроциркуляции на ранних стадиях воспаления у пародонтологических пациентов.

### **Материалы и методы исследования**

Для исследования микроциркуляторного русла десны с использованием ЛОДцсф обследованы 60 пациентов в возрасте 20–24 лет, распределенных на две группы. Контрольную группу состави-

ли 30 пациентов, которые имели хорошую гигиену ротовой полости, и состояние тканей пародонта было в пределах нормы. В основную группу вошли 30 практически здоровых пациентов в период санации ротовой полости.

Пациентам второй группы применяли лазерно-оптическую диагностику десны в области зубов 3.3–4.3. Микроциркуляторное состояние исследуемых тканей пародонта определяли в области зубов нижней челюсти. Интенсивность микроциркуляции крови в десне высчитывали с помощью специальной компьютерной программы в условных единицах. Качественную и количественную оценки гемодинамики микрососудов осуществляли с помощью цифровой динамической спекл-фотографии.

Исследования проводились с применением установки для ЛОДцсф. В данной установке при исследованиях мягких тканей динамическое биоспекл-поле генерировалось непосредственно исследуемой тканью (ткани пародонта) при ее зондировании *in vivo* когерентным лазерным излучением путем процессов многократного рассеяния света на движущихся эритроцитах (рис. 1). Поскольку эритроциты находятся в движении, образующиеся в результате рассеяния на движущихся частицах оптические спеклы также будут находиться в движении. Анализ динамики движения лазерных спекл-полей и позволяет построить мгновенную карту скоростей движения эритроцитов в исследуемых тканях. Такой метод лазерной диагностики биотканей начал активно применяться в Европе и

Японии в конце прошлого столетия и в Белоруссии – в начале нового тысячелетия [8].

Устройство для лазерно-оптической диагностики и лечения тканей пародонта и слизистой оболочки ротовой полости состоит из лазера, создающего оптическое излучение, световода, направляющего это излучение на объект исследования (ткани пародонта, слизистая оболочка ротовой полости) и регистрирующей оптической системы (цифровой ПЗС-камеры). Камера неподвижно укрепляется к столу на металлическом рельсе сдвигающемся основанием посредством винтов. Запись получаемого изображения в цифровом виде осуществляется непосредственно в память ПЭВМ для последующей обработки по разработанной программе с целью получения количественных характеристик микроциркуляции тканей пародонта в режиме реального времени.

При клинических исследованиях пациента усаживали в кресло, голову фиксировали неподвижно в офтальмологическом уставе с помощью стабилизирующих лангет (рис. 2). Доступ к ротовой полости был осуществлен с помощью стоматологического ретрактора так, чтобы не было контакта со слизистой оболочкой, а расстояние между точкой фокусировки приёмной оптической системы и десной составляло около 1 см. Фиксирование изображения проводили как на одиночных цифровых снимках, так и в записи на цифровые видеокамеры непрерывно на протяжении длительного времени. После цифровой записи изображение поступало в память ПЭВМ для последующей

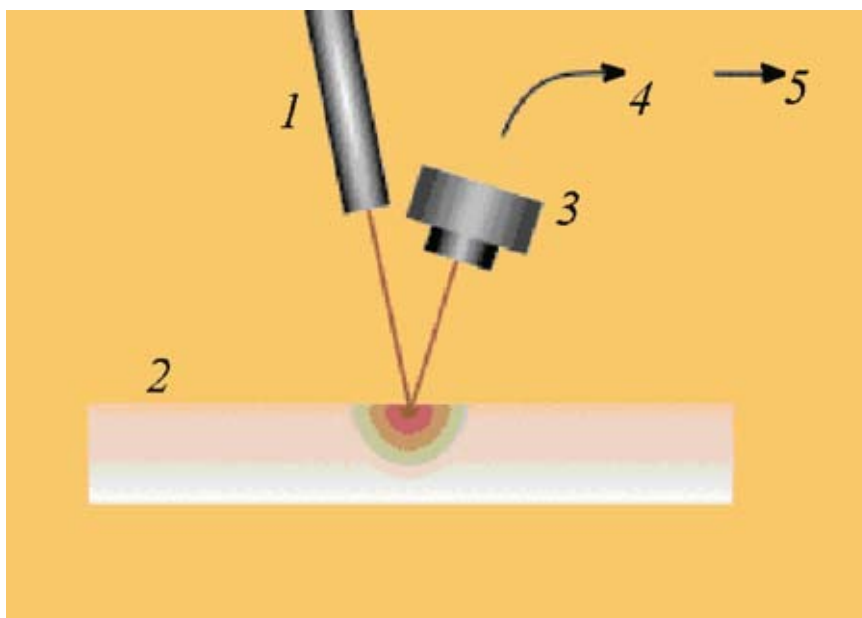


Рис. 1. Принципиальная схема ЛОДцсф и основные компоненты устройства для лазерной диагностики и лечения биотканей

**Примечание:** 1 – зондирующий лазер; 2 – исследуемая ткань; 3 – цифровая камера для регистрации спекл-полей; 4 – ПЭВМ; 5 – монитор, на который выводится обработанная информация.

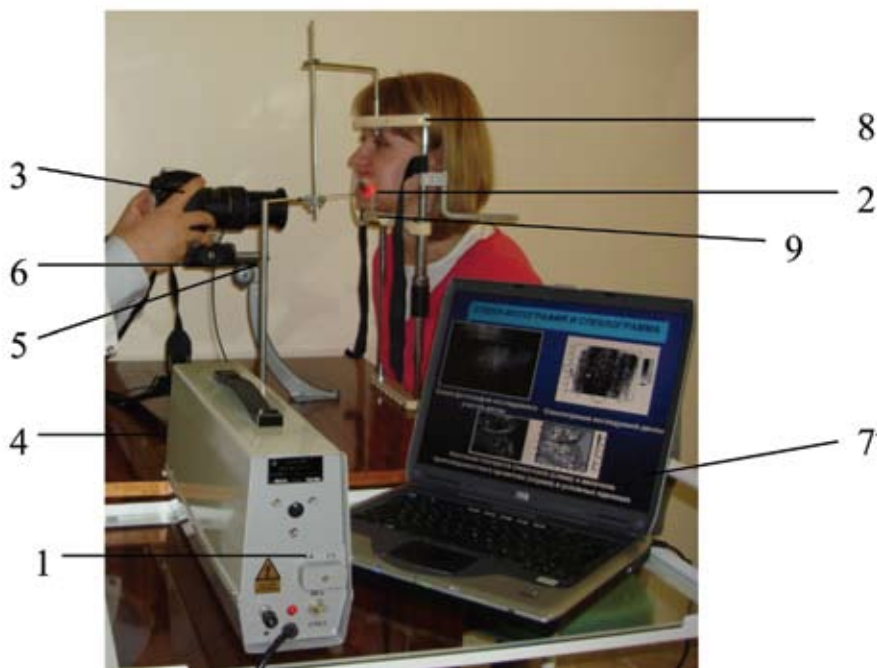


Рис. 2. Установка для лазерно-оптической диагностики

**Примечание:** 1 – зондирующий лазер; 2 – исследуемая биоткань пациента (ткани пародонта, слизистая оболочка ротовой полости); 3 – цифровая ПЗС-камера; 4 – стол; 5 – кронштейн для камеры; 6 – металлической рельс; 7 – ПЭВМ для обработки изображений в режиме реального времени; 8 – кронштейн для пациента; 9 – микровинты для юстировки камеры.

обработки по разработанному программному обеспечению с целью получения количественных параметров гемодинамики. Монитор компьютера одновременно выполнял функции телемонитора для визуального наблюдения кровотока, а компьютер – функцию устройства накопления видеоданных с целью их последующего воспроизведения и хранения.

При пародонтологическом осмотре оценивали состояние тканей пародонта, включая гигиенический индекс OHI-S (J. C. Green, J. R. Vermillion, 1960), индекс степени воспаления GI (H. Loe, J. Silness, 1963), индекс распространенности воспаления десны PMA (C. Parma, 1960). Оценку клинического состояния тканей пародонта проводили по определению цвета, плотности и контуру десневого края, кровоточивости при зондировании, образованию и измерению глубины пародонтальных карманов [4].

### Результаты исследования и их обсуждение

При изучении интенсивности кровотока в микроциркуляторном русле десны с применением лазерно-оптической диагностики определили интенсивность микроциркуляции крови у пациентов двух групп.

У пациентов контрольной группы наблюдали хорошее состояние гигиены ротовой полости и тканей пародонта (индексы: гигиенический –

$0,56 \pm 0,08$ ; десневой –  $0,4 \pm 0,01$ ; папиллярно-маргинально-альвеолярный –  $6,1 \pm 0,47\%$ ). Патологических изменений в области альвеолярного гребня при рентгенологических исследованиях не отмечено. Показатель интенсивности микроциркуляции десны, по данным ЛОДцсф, соответствовал норме и составлял  $36,4 \pm 1,11$  усл. ед., а показатель симметричности микроциркуляции пародонта –  $1,77 \pm 0,27$  усл. ед. (рис. 3).

Показатели микроциркуляции контрольной группы учитывали при сравнении всех изученных форм болезней пародонта. Клинические и функциональные исследования показали, что состояние тканей пародонта у пациентов контрольной группы было хорошим, без патологических изменений.

У пациентов основной группы отмечено клиническое состояние десны в норме, но гигиена ротовой полости была удовлетворительной (индексы: гигиенический –  $0,91 \pm 0,05$ ; десневой –  $0,6 \pm 0,14$ ; папиллярно-маргинально-альвеолярный –  $7,3 \pm 0,51\%$ ). У десневого края выявлены отложения зубного налета, кровоточивость при зондировании не выявлена.

Показатель интенсивности микроциркуляции десны, по данным ЛОДцсф, составлял  $26,93 \pm 0,96$  усл. ед. ( $p < 0,001$ ), что соответствовало гингивиту легкой степени тяжести, а показатель симметричности нарушений микроциркуляции пародонта в

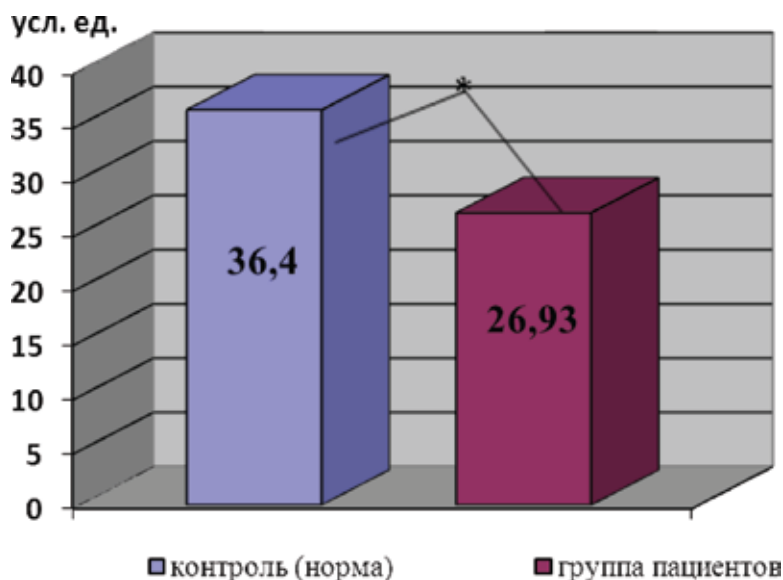


Рис. 3. Показатели интенсивности микроциркуляции десны

Примечание: \* различия статистически значимы ( $p < 0,001$ ).

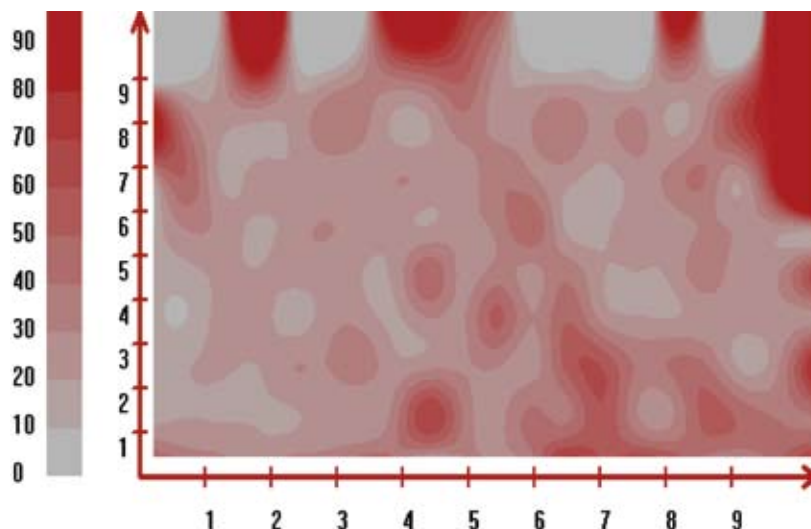


Рис. 4. Карта интенсивности микроциркуляции десны у пациентов основной группы

области фронтальной и жевательной групп зубов –  $9,67 \pm 0,62$  усл. ед. ( $p < 0,001$  по сравнению с контролем), что свидетельствует о выраженных очаговых изменениях микроциркуляции десны (рис. 4).

В результате сравнительного анализа установлено, что лазерно-оптическая диагностика на основе цифровой спекл-фотографии существенно отличается по эффективности оценки нарушений микроциркуляции в тканях пародонта от реопародонтографии. Так, возможный диапазон информативности реопародонтографии равен 25–45%, а ЛОДцсф – 95–100%, что позволяет рекомендовать лазерно-оптическую диагностику к применению в практической деятельности врачей-стоматологов.

Таким образом, доказана целесообразность применения разработанной лазерно-оптической

диагностики микроциркуляции на основе цифровой спекл-фотографии для определения интенсивности микроциркуляции пародонта в норме и при патологии. Метод чувствителен (95–100%) к изменениям интенсивности микроциркуляции тканей пародонта, что важно для ранней доклинической диагностики воспалительных болезней пародонта. В связи с этим ЛОДцсф позволяет получить более информативную оценку нарушений микроциркуляции в тканях пародонта по сравнению с общепринятыми методами диагностики.

Применение новой лазерно-оптической диагностики открывает новое направление в клинической стоматологии. Новый метод диагностики микроциркуляции является очень привлекательными для широкого применения вследствие высокой информативности,

доступности, неинвазивного, безболезненно-го и бесконтактного характера. В сочетании с компактностью и удобством в работе это позволит использовать его как направление лазерной диагностики и лечения в стоматологии и других областях медицины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Базылев Н. Б. Лазерное зондирование биотканей методами динамической спекл-фотографии в квазиреальном времени / Н. Б., Базылев и др. // Докл. НАН Беларуси. – 2003. – Т. 47. № 4. – С. 46–50.
2. Грудянов А. И. Заболевания пародонта. – М., 2009. – 336 с.
3. Дедова Л. Н. Эпидемиологическая характеристика тканей пародонта и кариеса поверхности корня зуба у 35–54-летних жителей Республики Беларусь / Л. Н. Дедова и др. // Медицинский журнал. – 2006. – № 3. – С. 43–46.
4. Диагностика болезней пародонта: Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Дедова и др. – Минск: БГМУ, 2004. – 70 с.

5. Логинова Н. К., Кречина Е. К., Ермолаев С. Н. Функциональная диагностика в стоматологии. – М., 2007. – 120 с.
6. Орехова Л. Ю. Заболевания пародонта. – М.: Поли Медиа Пресс, 2004. – 432 с.
7. Рубникович С. П. Применение лазерно-оптического метода выявления и коррекции нарушений микроциркуляции на основе спекл-фотографического анализа при лечении пациентов с хроническим периодонтитом / С. П. Рубникович, Л. Н. Дедова // Пародонтология. – 2011. – Т. 16. № 3. – С. 12–16.
8. Рубникович С. П. Лазерно-оптические методы диагностики и терапии в стоматологии / С. П. Рубникович, Н. А. Фомин. – Минск: ИТМО им. А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2010. – 316 с.
9. Тучин В. В. Лазеры и волоконные световоды в биомедицинских исследованиях. – Саратов: изд-во Саратовского унив., 1998. – 383 с.
10. Fomin N., Fuentes C., Saulnier J.-B., Tuhault J.-L. Tissue blood flux monitoring by laser speckle photography // Laser physics. – 2001. – Vol. 11. № 4. – P. 525–529.

Поступила 18.06.2015

*О. Г. САРКИСЯН, З. И. МИКАШИНОВИЧ, Э. Г. КРИВОЛАПОВА*

## НАРУШЕНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПУТЕЙ ВО ВЛАГАЛИЩНОЙ ТКАНИ КАК МОЛЕКУЛЯРНАЯ ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ АТРОФИЧЕСКОГО КОЛЬПИТА

*Кафедра общей и клинической биохимии № 1 ГБОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России, Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, Нахичеванский пер., 29; тел. 201-44-17. E-mail: kbunpk-rostov@yandex.ru*

Проведен анализ взаимоотношения различных метаболических путей в ткани влагалища, лежащих в основе формирования атрофического кольпита у женщин, находящихся в пострепродуктивном периоде. Результаты исследования показали, что в ткани влагалища при атрофическом процессе происходят перераспределение приоритета различных путей углеводного обмена в сторону активации пентозофосфатного пути, нарушение соотношения конечных продуктов распада гликогена. На этом фоне происходит угнетение тканевого дыхания. Меняется соотношение жирнокислотного состава ткани в сторону увеличения количества ненасыщенных жирных кислот. Полученные данные позволяют углубить представление о патогенезе формирования атрофии влагалищной ткани и показывают, что молекулярной основой атрофического процесса является изменение координации путей клеточного метаболизма, связанного с нарушением работы ферментных систем.

*Ключевые слова:* атрофия, кольпит, метаболизм.

**O. G. SARKISJAN, Z. I. MIKASHINOWICH, E. G. KRIVOLAPOVA**

**VIOLATION OF THE RELATIONSHIP OF METABOLIC PATHWAYS INTERRELATIONS IN VAGINAL TISSUE AS MOLECULAR BASE OF ATROPHIC COLPITIS FORMATION**

*SBEI HPE «Rostov state medical university» Ministry of health protection of Russia, Russia, 344022, Rostov-on-Don, 29, Nakhichevansky str.; tel. 201-44-17. E-mail: kbunpk-rostov@yandex.ru*

It was done the analysis of interrelations between different metabolic pathways (which responsible for atrophic colpitis formation) in vagina tissue at women in post reproductive period. The results of our investigation have showed that