

ЛАЗЕРНАЯ ДОППЛЕРОВСКАЯ ФЛОУМЕТРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ  
МИКРОЦИРКУЛЯТОРНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ВНЕБОЛЬНИЧНЫХ ПНЕВМОНИЯХ  
И ИХ КОРРЕКЦИЯ

Н.Г. ПИЛИЕВА, Н.М. БУРДУЛИ

*Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-осетинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Пушкинская, 40, г. Владикавказ, Республика Северная Осетия-Алания, 362019, Россия, e-mail: Sogma.rso@gmail.com*

**Аннотация.** Целью настоящего исследования является выявление нарушений микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии и оценка эффективности внутривенной лазерной терапии при внебольничных пневмониях. Обследовано 140 пациентов с внебольничной пневмонией. Больные были разделены на 2 группы: контрольную – 40 человек, получавшие только традиционную медикаментозную терапию, основную – 100 человек, которые в дополнение к традиционной медикаментозной терапии получали курс внутривенного лазерного облучения крови. У обследуемых больных до лечения выявлены различные патологические типы микроциркуляции. После проведенного лечения в основной группе отмечена положительная статистически достоверная динамика показателей микроциркуляции не зависимо от исходного вида нарушения. Таким образом, лазерная доплеровская флоуметрия является информативным методом выявления микроциркуляторных нарушений у больных пневмонией, а внутривенное лазерное облучение крови – эффективным способом коррекции выявленных нарушений.

**Ключевые слова:** лазерная доплеровская флоуметрия, лазерная терапия, микроциркуляция, внебольничные пневмонии.

LASER DOPPLER FLOWMETRY IN DIAGNOSIS OF MICROCIRCULATION DISORDERS AT  
EXTRAHOSPITAL PNEUMONIA AND THEIR CORRECTION

N.G. PILIEVA, N.M. BURDULI

*NothOssetian State Medical Academy, Pushkinskaya str., 40, Vladikavkaz, 362019, Russia, e-mail: Sogma.rso@gmail.com*

**Abstract.** The purpose of this work was to study the effects of laser therapy in combined treatment of extrahospital pneumonia on microcirculation. 140 extrahospital pneumonia patients were randomly divided into two groups: 100 patients treated with drugs and laser radiation (the study group) and 40 patients treated with drugs only (control group). Microcirculation was assessed by laser Doppler flowmetry. In extrahospital pneumonia patients microcirculation was heterogeneous, with prevalence of pathological types. In the study group there was pronounced improvement of microcirculation. Thus, laser radiation influences positively on microcirculation indices of patients with extrahospital pneumonia, irrespective of initial type of microcirculation disturbances.

**Key words:** laser Doppler flowmetry, laser therapy, microcirculation, extrahospital pneumonia.

Многочисленные исследования последних десятилетий обнаруживают существенную роль нарушений микроциркуляции в патогенезе многих заболеваний. На сегодняшний день имеются сообщения о состоянии микроциркуляторного (МЦ) русла при различных заболеваниях внутренних органов – атеросклерозе, ишемической болезни сердца, язвенной болезни, сахарном диабете, неспецифических заболеваниях легких [2, 4, 6, 8]. Важное практическое значение в связи с этим имеют – совершенствование методов позитивного воздействия на данное звено гемодинамики и возможность объективного контроля микроциркуляторных сдвигов.

При воспалительном процессе в легких под действием микробов, вирусов, продуктов их жизнедеятельности вырабатываются и поступают в кровь гистамин, серотонин, брадикинин и другие вещества, которые оказывают влияние на мельчайшие сосуды и реологические свойства крови [6]. Нарушения в системе микроциркуляции в очаге воспаления проявляются вазодилатацией одних сосудов и спазмом других, развитием микротромбов, пропотеванием богатой белком жидкости и выходом форменных элементов в окружающее пространство. Данные нарушения в конечном кровотоке, бесспорно, оказывают существенное влияние на характер развития и течение легочного воспаления. При этом отмечено, что завершение воспалительного процесса в легких, как правило, не приводит к заметному снижению выраженности микроциркуляторных нарушений. Редуцированность альвеолярного кровотока сохраняется у

ряда больных на протяжении нескольких месяцев, коррелируя с размерами и степенью нарушения в остром периоде, особенно при затяжном течении пневмонии [6], что диктует необходимость коррекции состояния микроциркуляции на основных этапах лечения.

Возможность тестирования микроциркуляторных расстройств в клинической практике является важной и актуальной при диагностике самых различных заболеваний, в том числе и при внебольничных пневмониях. Тем не менее, методические приемы объективизации состояния тканевого кровотока во многом остаются несовершенными, что затрудняет изучение нарушений терминального кровотока в клинике внутренних болезней. Существует большое количество способов изучения состояния микроциркуляторного русла (офтальмоскопия, микроскопия бульбарной конъюнктивы; окклюзионная плетизмография, флуоресцентная микроангиография и др). Однако некоторые из этих методов значимы лишь в экспериментальной медицине из-за сложности применения у человека, другие связаны с необходимостью использования дорогостоящей техники. Кроме того, перечисленные методы не всегда соответствуют требованиям повседневной клинической практики в связи с субъективностью оценки результатов, невозможностью повторного динамического исследования и недостаточной информативностью.

В настоящее время все большее распространение в клинической практике получает метод *лазерной доплеровской флоуметрии* (ЛДФ) для исследования микроциркуляторных расстройств различного происхождения. ЛДФ является относительно новым методом оценки состояния микроциркуляции, к основным достоинствам которого относятся неинвазивность, безопасность и простота исследования, возможность проведения как однократных, так и повторных измерений, быстрая реакция на сосудистые нарушения и высокая чувствительность аппаратуры [1, 5, 9]. Результаты ЛДФ создают базу для более глубокого понимания патогенеза возникающих расстройств микроциркуляции и объективного контроля за лечебными мероприятиями. Благодаря методу ЛДФ стало возможным определять вклад отдельных механизмов, регулирующих кровотоки в микроциркуляторном русле.

**Цель работы** – изучение возможностей лазерной доплеровской флоуметрии в диагностике нарушений микроциркуляции и оценке эффективности внутривенной лазерной терапии у больных внебольничной пневмонией.

**Материалы и методы исследования.** Под наблюдением находилось 140 больных *внебольничной пневмонией* (ВП) в возрасте от 17 до 65 лет (средний возраст –  $41,5 \pm 8,4$  года), из них 96 человек (68,6%) – мужчины, 44 человека (31,4%) – женщины. Диагностика внебольничной пневмонии базировалась на традиционной схеме [7]. Диагноз верифицировался по результатам рентгенологического исследования. Пациенты с наличием тяжелой сопутствующей патологии из исследования исключались.

Все больные были разделены на 2 группы: контрольную (40 человек) и основную (100 человек). Больные контрольной группы получали традиционное лечение, которое включало антибактериальные препараты (при неэффективности проводилась коррекция с учетом микробиологического исследования мокроты), отхаркивающие и муколитические препараты, симптоматическую терапию. Больным основной группы дополнительно к традиционной терапии проводился курс *внутривенного лазерного облучения крови* (ВЛОК)

Курс ВЛОК состоял из ежедневных процедур длительностью 20 минут на протяжении 10 дней. Лазерное облучение крови проводилось с помощью одноразовых внутривенных световодов полупроводниковым аппаратом «Мулат» («Техника», Россия). Параметры излучения: тип излучения непрерывный, длина волны 630нм, мощность излучения на выходе из магистрального световода 2,5мВт [3].

Для исследования состояния микроциркуляторного русла использовался лазерный анализатор капиллярного кровотока – ЛААК-02 (НПП «Лазма», Россия). Исследование проводилось у больных в состоянии полного физического и психического покоя после предварительной адаптации к температуре в помещении (20- 22<sup>0</sup>С) в положении пациента лежа на спине. Для оценки состояния периферического кровотока использовалась область задней (наружной) поверхности левого предплечья в точке, расположенной по срединной линии на 4 см выше основания шиловидных отростков локтевой и лучевой костей. Эта область бедна артерио-венозными анастомозами, поэтому в большей степени исследуется кровотоки в так называемых «нутритивных» микрососудах; кровотоки в этой области менее подвержены внешним воздействиям по сравнению с областями, богатыми артериоловеноулярными анастомозами (дистальная фаланга пальцев, мочка уха и др.). Область наружной поверхности предплечья является обобщающей для оценки состояния микроциркуляции. Производилась запись кровотока в состоянии покоя в течение 5 минут. Определяли *параметр микроциркуляции* – ПМ (объемная скорость кровотока, выраженная в перфузионных единицах); *амплитуду вазомоторных колебаний* (ALF), *амплитуду пульсовых колебаний* (ACF), которая характеризует пульсовые волны, проведенные к МЦ руслу системой резистивных сосудов; *индекс эффективности микроциркуляции* (ИЭМ) – соотношение активных и пассивных колебаний тканевого кровотока. Проводили функциональные пробы с расчетом *резерва капиллярного кровотока* (РКК).

Динамическое исследование показателей МЦ в обеих группах проводили до начала лечения и на 15-й день от начала проводимой терапии.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием пакета статистических программ *Microsoft Excel 2000*. Все данные представлены в виде  $M \pm m$ . Достоверность различий между группами определялась по критерию Стьюдента при  $p < 0,05$ . Для оценки статистической зависимости двух рядов наблюдений использовали коэффициент линейной корреляции Пирсона ( $r$ ). При оценке величины коэффициента корреляции  $r$  нами использовались общепринятые критерии: при  $r < 0,4$  – связь слабая, при  $0,6 < r < 0,8$  – средняя степень связи и при  $r$  в диапазоне от 0,8 до 0,95 – сильная степень связи.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ данных ЛДФ у пациентов с внебольничной пневмонией позволил выявить ряд изменений. Как следует из представленных данных (табл. 1), ПМ, отражающий уровень перфузии крови в сосудах микроциркуляции, у больных ВП до лечения как в контрольной, так и в основной группе оказался достоверно ниже нормы ( $4,10 \pm 0,23$  перф. ед и  $4,07 \pm 0,18$  перф. ед соответственно,  $p < 0,05$ ), что свидетельствует о снижении компенсаторных возможностей микроциркуляторного русла: уменьшении числа функционирующих капилляров и снижении скорости кровотока.

Таблица 1

**Динамика показателей микроциркуляции у больных ВП**

Параметры МЦ	Сроки обследования	Здоровые	Группа больных	
			контрольная	основная
ПМ (перф. ед)	до лечения	$5,40 \pm 0,32$	$4,10 \pm 0,23^*$	$4,07 \pm 0,18^*$
	после лечения		$4,95 \pm 0,21$	$5,30 \pm 0,20^{**}$
ALF(перф. ед)	до лечения	$1,22 \pm 0,08$	$0,63 \pm 0,07^*$	$0,64 \pm 0,06^*$
	после лечения		$0,72 \pm 0,13$	$1,15 \pm 0,08^{**}$
АНФ (перф. ед)	до лечения	$0,45 \pm 0,08$	$0,61 \pm 0,07^*$	$0,62 \pm 0,02^*$
	после лечения		$0,58 \pm 0,09$	$0,46 \pm 0,03^{**}$
ACF (перф. ед)	до лечения	$0,19 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,03^*$	$0,12 \pm 0,01^*$
	после лечения		$0,14 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,01^{**}$
ИЭМ (%)	до лечения	$1,93 \pm 0,15$	$0,88 \pm 0,09^*$	$0,90 \pm 0,07^*$
	после лечения		$1,00 \pm 0,12^{**}$	$1,89 \pm 0,12^{**}$
РКК (%)	до лечения	$234,46 \pm 2,47$	$168,57 \pm 3,10^*$	$161,38 \pm 3,12^*$
	после лечения		$198,46 \pm 5,57^{**}$	$220,56 \pm 3,44^{**}$

Примечание: \* – ( $p < 0,05$ ) при сравнении с нормой  
 \*\* – ( $p < 0,001$ ) при сравнении показателей до и после лечения

Для уточнения состояния различных звеньев МИ нами проведен анализ амплитудно-частотного спектра ПМ. Так, *ALF* (амплитуда вазомоций) в обеих группах обследованных до лечения была достоверно снижена ( $0,63 \pm 0,07$  перф. ед в контрольной и  $0,64 \pm 0,06$  перф. ед в основной группе,  $p < 0,05$  при сравнении с нормой), что говорит о понижении сократительной активности прекапилляров и изменении регуляции тонуса артериол. При изучении изменений *ACF* – параметра, отражающего, прежде всего состояние тонуса сосудов микроциркуляции, было отмечено снижение показателей в обеих группах больных до лечения (в контрольной до  $0,10 \pm 0,03$  перф. ед и до  $0,12 \pm 0,01$  перф. ед в основной,  $p < 0,05$ ). Некоторые исследователи связывают снижение *ACF* с застоем крови в венозном отделе, стазами в капиллярах, нарушениями в системе гемостаза [8, 9].

Развитие патологических процессов в микроциркуляторном русле в виде уменьшения вазомоторных колебаний, снижение влияния на перфузию крови активных механизмов модуляции кровотока не могли не отразиться на уровне интегративного показателя состояния МИ звена – ИЭМ. У обследованных нами больных установлено значимое снижение ИЭМ ( $0,88 \pm 0,09\%$  и  $0,90 \pm 0,07\%$  в контрольной и основной группе соответственно по сравнению с группой здоровых лиц).

При проведении функциональных проб отмечается достоверное ( $p < 0,05$ ) уменьшение РКК в обеих группах обследованных до лечения (до  $168,57 \pm 3,10\%$  и  $161,38 \pm 3,12\%$  в контрольной и основной группе). То есть происходит снижение количества капилляров, которые в обычных условиях не участвуют в микроциркуляции. Практически все исследуемые параметры микроциркуляции в контрольной и основной группе до лечения были достоверно снижены, за исключением дыхательных колебаний (*АНФ*), амплитуда которых компенсаторно нарастает (до  $0,61 \pm 0,07$  перф. ед в контрольной и  $0,59 \pm 0,04$  перф. ед в основной группе,  $p < 0,05$ ). Таким образом, полученные данные позволяют говорить о том, что внебольничные пневмонии протекают на фоне выраженных нарушений в микроциркуляторном русле.

Результаты нашего исследования, представленные в табл. 1, свидетельствуют о том, что после лечения у больных основной и контрольной группы наблюдалась различная динамика параметров ЛДФ в зависимости от проводимой терапии. Так, у больных контрольной группы после курса лечения отмечается недостоверное увеличение ПМ: с  $4,10 \pm 0,23$  перф. ед до  $4,95 \pm 0,21$  перф. ед ( $p > 0,05$ );  $ALF - 0,63 \pm 0,07$  перф. ед и  $0,72 \pm 0,13$  перф. ед до и после лечения соответственно ( $p > 0,05$ ); амплитуда быстрых колебаний ( $AHF$ ) несколько снижается (с  $0,61 \pm 0,07$  перф. ед до  $0,58 \pm 0,09$  перф. ед после лечения,  $p > 0,05$ ),  $ACF$  в контрольной группе до лечения составила  $0,10 \pm 0,03$  перф. ед и  $0,13 \pm 0,02$  перф. ед после лечения ( $p > 0,05$ ). Не достиг нормативных значений и ИЭМ, который составил  $0,88 \pm 0,09\%$  до и  $1,00 \pm 0,12\%$  после проведенной терапии. РКК оставался сниженным ( $168,57 \pm 3,10\%$  до и  $198,46 \pm 5,57\%$  после терапии,  $p < 0,05$ ). Следует подчеркнуть, что изменения показателей микроциркуляции после проведения традиционной медикаментозной терапии носили в основном недостоверный характер: оставалась сниженной объемная скорость кровотока; сохранялись явления застоя крови в венозном отделе микроциркуляторного русла, нарушения регуляции сократительной активности прекапилляров, отмечалось преобладание пассивных механизмов регуляции сосудистого тонуса.

В тоже время у пациентов основной группы, на фоне проведенной ВЛОК, отмечается положительная динамика параметров ЛДФ, и эти изменения носили более выраженный характер. ПМ в этой группе больных после лечения достоверно возрос (с  $4,07 \pm 0,18$  перф. ед до  $5,30 \pm 0,20$  перф. ед,  $p < 0,001$ ). Однако, в условиях патологии, увеличение ПМ, как положительное явление можно рассматривать лишь в совокупности с увеличением другого важного показателя – амплитуды медленных колебаний ( $ALF$ ) периферического кровотока. Следует отметить, что количественное определение этого показателя возможно лишь при использовании метода ЛДФ. В группе больных, получавших традиционное медикаментозное лечение и курс ВЛОК, исходно сниженная амплитуда вазомоций ( $0,64 \pm 0,06$  перф. ед) достоверно увеличивается после лечения ( $1,15 \pm 0,08$  перф. ед,  $p < 0,001$ ). Показатели кардиоритма ( $ACF$ ) также достоверно нарастают (с  $0,12 \pm 0,01$  перф. ед до  $0,18 \pm 0,01$  перф. ед. после лечения,  $p < 0,001$ ). Такая динамика пульсовых колебаний свидетельствует о снижении демпфирующей роли приносящих микрососудов, а, следовательно, и об уменьшении спастических явлений. Происходит снижение амплитуды дыхательных колебаний ( $AHF$ ) с  $0,62 \pm 0,02$  перф. ед до  $0,46 \pm 0,03$  перф. ед после курса терапии ( $p < 0,001$ ). Повышение ИЭМ в основной группе больных внебольничной пневмонией (с  $0,90 \pm 0,07\%$  до  $1,89 \pm 0,12\%$ ,  $p < 0,001$ ) свидетельствует об улучшении состояния перфузии в системе капилляров в целом. В этой же группе пациентов отмечается статистически значимое увеличение РКК ( $161,38 \pm 3,12\%$  и  $220,56 \pm 3,44\%$  до и после лечения соответственно,  $p < 0,001$ ).

Несмотря на общую положительную динамику показателей микроциркуляции в основной группе больных, представленную в табл. 1, анализ отдельных ЛДФ-грамм свидетельствовал о неоднородности механизмов нарушений в системе МИ у больных ВП. В связи с этим мы решили сравнить данные доплерографической флоуметрии обследуемых пациентов при различных типах нарушений МИ. Обращали на себя внимание качественные и количественные различия в механизмах формирования патологических типов микроциркуляции у больных ВП до лечения (табл. 2).

При этом нормоциркуляторный ГТМ (без изменений показателей ЛДФ) до лечения определялся всего у 11% больных основной и 10% пациентов контрольной группы. У 24% основной и 25% больных контрольной группы регистрировался гиперемический ГТМ. При этом, как видно из табл. 5 отмечался высокий уровень ПМ ( $9,61 \pm 0,25$  и  $9,31 \pm 0,29$  перф. ед в контрольной и основной группе соответственно), низкая амплитуда медленных ( $ALF$ ) колебаний ( $0,57 \pm 0,04$  перф. ед в контрольной и  $0,52 \pm 0,06$  перф. ед. в основной), снижение активности пульсовых колебаний ( $ACF$ ) до  $0,06 \pm 0,02$  перф. ед. в контрольной и до  $0,07 \pm 0,01$  перф. ед в основной группе пациентов. Амплитуда дыхательных колебаний ( $AHF$ ) была несколько выше нормативных значений ( $0,72 \pm 0,06$  перф. ед – контрольная и  $0,69 \pm 0,03$  перф. ед – основная группа). Отмечалось снижение РКК (до  $160,22 \pm 2,45\%$  и  $158,53,42\%$  в контрольной и основной соответственно) и ИЭМ ( $0,70 \pm 0,14\%$  – контрольная,  $0,68 \pm 0,11\%$  – основная группа). Все это свидетельствует об исходно пониженном миогенном тонусе сосудов и значительном увеличении притока крови в систему микроциркуляции.

При спастическом ГТМ (22,5% в контрольной и 21% в основной) отмечалось уменьшение ПМ ( $3,26 \pm 0,07$  перф. ед в контрольной и  $3,21 \pm 0,11$  перф. ед в основной). Определялось снижение амплитуды медленных колебаний ( $ALF$ ) (до  $0,67 \pm 0,03$  перф. ед  $0,64 \pm 0,05$  перф. ед в контрольной и основной группе соответственно) при повышении амплитуды пульсовых ( $ACF - 0,35 \pm 0,02$  перф. ед и  $0,30 \pm 0,03$  перф. ед) и быстрых колебаний ( $AHF - 0,68 \pm 0,04$  перф. ед и  $0,62 \pm 0,06$  перф. ед в контрольной и основной соответственно); что отражает снижение притока крови в МИ русло за счет спазма приносящих сосудов. Кроме того, налицо перераспределение механизмов регуляции кровотока в терминальном сосудистом русле в пользу пассивных, и как результат – низкий уровень ИЭМ как в контрольной ( $0,69 \pm 0,06\%$ ), так и основной группе больных ( $0,65 \pm 0,17\%$ ). РКК оказался выше нормативных значений в обеих группах обследуемых пациентов ( $335,12 \pm 3,17\%$  – контрольная и  $324,22 \pm 3,21\%$  – основная группа), что свидетельствует о сохранности компенсаторных механизмов при данном типе микроциркуляции.

**Влияние внутривенного лазерного облучения крови на различные ГТМ у больных ВП**

Параметры МЦ и их норма	Группа	Сроки обследования	Гемодинамический тип микроциркуляции			
			нормоциркуляторный	гиперемический	спастический	застойно-стазический
ПМ (перф. ед) 5,40±0,22	контрольная	до лечения	5,29±0,02	9,61±0,25*	3,26±0,07*	2,64±0,32*
		после лечения	5,39±0,05	6,32±0,30	4,99±0,03	3,27±0,23
	основная	до лечения	5,21±0,04	9,31±0,29*	3,21±0,11	2,87±0,21*
		после лечения	5,34±0,12	5,64±0,12**	5,25±0,09*	5,00±0,30**
ALF (перф. ед) 1,22±0,08	контрольная	до лечения	1,00±0,03	0,57±0,04*	0,67±0,03*	0,52±0,04*
		после лечения	1,19±0,05	0,76±0,08	0,88±0,06	0,75±0,05
	основная	до лечения	1,10±0,07	0,52±0,06*	0,64±0,05*	0,49±0,04*
		после лечения	1,28±0,09	1,11±0,07**	1,24±0,03**	0,94±0,06**
AHF (перф. ед) 0,45±0,08	контрольная	до лечения	0,41±0,07	0,72±0,06*	0,68±0,04*	0,76±0,04*
		после лечения	0,47±0,04	0,61±0,07	0,59±0,06	0,61±0,07
	основная	до лечения	0,48±0,06	0,69±0,03*	0,64±0,06*	0,72±0,02*
		после лечения	0,46±0,1	0,47±0,04**	0,50±0,02**	0,47±0,08**
ACF (перф. ед) 0,18±0,01	контрольная	до лечения	0,16±0,06	0,06±0,02*	0,32±0,02*	0,30±0,06*
		после лечения	0,17±0,07	0,10±0,03	0,26±0,06	0,24±0,08
	основная	до лечения	0,19±0,08	0,07±0,01*	0,30±0,03*	0,27±0,07*
		после лечения	0,20±0,09	0,17±0,02**	0,18±0,07**	0,16±0,02**
ИЭМ (%) 1,93±0,15	контрольная	до лечения	1,80±0,2	0,70±0,14*	0,65±0,17*	0,45±0,05*
		после лечения	1,89±0,3	1,12±0,16	1,22±0,24	1,06±0,12
	основная	до лечения	1,73±0,1	0,68±0,11*	0,69±0,06*	0,49±0,03*
		после лечения	1,92±0,08	1,87±0,10**	1,82±0,21**	1,65±0,12**
РКК (%) 234,46±2,47	контрольная	до лечения	221±3,2	160,22±2,45*	335,12±3,17*	169,22±3,12*
		после лечения	230±2,44	194,31±3,55	267,04±4,32	197,65±4,06
	основная	до лечения	217,53±3,4	158,53±3,42*	324,22±3,21*	162,17±2,21*
		после лечения	229,32±4,25	219,23±3,22**	225,31±2,17**	220,22±3,21**

Примечание: \*– ( $p < 0,05$ ) при сравнении показателей с нормой  
\*\*– ( $p < 0,05$ ) при сравнении показателей основной и контрольной группы до и после лечения

Значительную часть патологических типов микроциркуляции при пневмониях в обеих группах составил застойно-стазический ГТМ (42,5% и 44% в контрольной и основной группе соответственно). У большинства пациентов этой группы отмечалось значительное снижение ПМ (2,64±0,32 перф. ед и

2,87±0,21 перф. ед), высокие амплитуды пульсовых ( $ACF - 0,30±0,06$  в контрольной и  $0,27±0,07$  перф. ед основной) и дыхательных колебаний ( $AHF - 0,76±0,04$  перф. ед в группе контроля и  $0,72±0,02$  перф. ед в основной группе), были снижены значения медленных колебаний ( $ALF$ ) как контрольной –  $0,52±0,04$  перф. ед, так и в основной группе больных –  $0,49±0,04$  перф. ед. Преобладание в амплитудно-частотном спектре быстрых колебаний, вероятно связано с застоем крови в венах. Можно предположить, что повышение таких показателей, как  $ACF$  и  $AHF$  носит компенсаторный характер и направлено на сохранение перфузии в органах и тканях. Однако учащение дыхательных движений и повышение частоты сердечных сокращений не способны поддерживать адекватный уровень микроциркуляции, о чем свидетельствует снижение ИЭМ ( $0,445±0,05\%$  и  $0,49±0,03\%$  в контрольной и основной) и РКК ( $169,22±3,12\%$  – в контрольной и  $162,17±3,21\%$  – в основной) в обеих группах обследуемых больных. Показатели ЛДФ при данном ГТМ свидетельствуют о снижении скорости кровотока и выраженном застое на уровне посткапилляров и венул, а также о значительном снижении резервных возможностей микроциркуляторного русла. Следует отметить, что частота формирования застойно-стазического ГТМ повышается с нарастанием тяжести клинических симптомов пневмонии. Установлена прямая корреляционная связь средней степени ( $r=0,68$ ) между частотой формирования застойно-стазического ГТМ и тяжестью клинического состояния больных ВП.

Таким образом, ЛДФ позволяет выявить разнообразный характер микроциркуляторных нарушений при внебольничных пневмониях. Именно это разнообразие делает необходимым индивидуальный подбор лечебных средств и объективную оценку их эффективности с учетом формы патологических отклонений в терминальном сосудистом русле.

Как видно из представленных данных (табл. 5), после курса лечения у больных основной группы, получавших традиционную медикаментозную терапию в сочетании с ВЛОК, независимо от особенностей вазомоторного нарушения МИ, наблюдались позитивные сдвиги в изучаемых показателях. В группе больных с нормоциркуляторным ГТМ после проведенного лечения отмечалось нарастание ПМ до  $5,34±0,12$  перф. ед, незначительное повышение амплитуды медленных колебаний ( $ALF - 1,16±0,07$  перф. ед до лечения и  $1,21±0,09$  перф. ед после), повышение ИЭМ (с  $1,73±0,01\%$  до  $1,92±0,08\%$ ) и РКК ( $217,53±3,4\%$  и  $229,32±3,4\%$  до и после проведенной терапии соответственно). Однако динамика указанных показателей носила статистически недостоверный характер ( $p>0,05$ ).

В основной группе больных с исходно гиперемическим ГТМ наблюдалось снижение ПМ с  $9,31±0,20$  перф. ед до  $5,64±0,12$  перф. ед ( $p<0,05$ ), увеличение амплитуды медленных колебаний (с  $0,52±0,06$  перф. ед до  $1,11±0,07$  перф. ед после терапии), что связано с повышением миогенного тонуса артериол и прекапиллярных сфинктеров, сопровождающееся снижением притока крови в систему микроциркуляции; в результате произошло достоверное увеличение РКК (с  $158,53±3,42$  до нормативных показателей –  $219,23±3,22\%$ ,  $p<0,05$ ) и ИЭМ ( $0,68±0,11\%$  и  $1,87±0,1\%$  до и после лечения соответственно,  $p<0,05$ ).

При спастическом ГТМ в основной группе после проведенного лечения произошло достоверное увеличение ПМ ( $3,21±0,11$  перф. ед до лечения и  $5,25±0,09$  перф. ед после,  $p<0,001$ ), снизилась амплитуда пульсовых колебаний ( $0,30±0,03$  перф. ед до и  $0,18±0,07$  перф. ед после терапии,  $p<0,05$ ); однако произошло значительное повышение исходно сниженной амплитуды вазомоторных колебаний ( $ALF - 0,64±0,05$  перф. ед и  $1,24±0,03$  перф. ед до и после курса терапии соответственно), что можно связать с увеличением притока крови в микроциркуляторное русло. Снижение показателя быстрых колебаний кровотока с  $0,64±0,06$  перф. ед до  $0,50±0,02$  перф. ед ( $p<0,05$ ) свидетельствовало об уменьшении ишемии ткани. Как результирующий показатель статистически значимо повысился ИЭМ (с  $0,69±0,06$  перф. ед до  $1,82±0,21$  перф. ед после лечения) и достоверно снизился РКК ( $324,22±3,21\%$  до и  $225,31±2,17\%$  после терапии,  $p<0,001$ ). Изменения показателей микроциркуляции в основной группе при исходно застойно-стазическом ГТМ свидетельствуют об улучшении венозного оттока, снижении нагрузки на артериальное звено микрогемодинамики, возрастании роли активных механизмов модуляции кровотока, повышении резервных возможностей микроциркуляции.

Необходимо отметить, что динамика параметров МИ у больных контрольной группы, получавших лишь традиционное лечение, значительно отличалась от показателей ЛДФ основной группы после проведенной терапии. Так, у больных ВП с исходно нормоциркуляторным ГТМ на фоне лечения статистически значимых изменений не произошло. В группе больных с гиперемическим типом микроциркуляции несколько снизился ПМ, увеличился вклад вазомоторных ( $ALF$ ) и пульсовых ( $ACF$ ) колебаний при снижении амплитуды дыхательных. То есть, наблюдалась тенденция к перераспределению механизмов модуляции кровотока в пользу активных, однако эти изменения не достигли статистически значимого уровня. И как подтверждение – сохранение низкого уровня интегративных параметров микроциркуляции – ИЭМ и РКК. При исходно спастическом ГТМ достоверно повысился ПМ, увеличилась активность вазомоторных ритмов, произошло незначительное снижение дыхательных и кардиоритмов. Произошло снижение РКК и повышение ИЭМ. Однако, несмотря на перечисленные изменения, параметры микроциркуляции в этой группе обследуемых не достигли нормативных значений. Показатели ЛДФ-грамм,

полученные после курса лечения, свидетельствуют о сохранении явлений ишемии в микроциркуляторном русле. У пациентов с застойно-спастическим ГТМ динамика показателей микроциркуляции была весьма незначительной: после проведенного лечения у данной категории пациентов по-прежнему отмечались явления слабости веноулярного отдела терминального кровотока, преобладание пассивных механизмов регуляции кровотока.

Таким образом, в группе больных, получавших традиционную медикаментозную терапию, динамика параметров МИ оказалась мало выраженной. В то же время, у пациентов основной группы наблюдалось значительное улучшение состояния микроциркуляторного русла. Это еще раз подтверждается изменениями в соотношении гемодинамических типов микроциркуляции у больных ВП на фоне лечения.

Так, у пациентов основной группы после проведенного курса терапии значительно возросла частота регистрации нормоциркуляторного ГТМ (69%), в то время как в контрольной группе нормальные показатели ЛДФ-граммы выявлялись лишь у 30% обследованных. Значительно снизилась частота формирования застойно-стазического ГТМ у больных ВП, получавших курс ВЛОК (с 44% до 10%), чего не произошло в контрольной группе больных (с 42,5 до 32,5%). После лечения у больных основной группы уменьшилось количество больных с гиперемическим типом микроциркуляции (с 24% до 12%), спастический ГТМ выявлялся также часто, как в популяции здоровых лиц (9%); в то же время в контрольной группе доля гиперемического и спастического ГТМ снизилась незначительно (до 20% и 17,5% соответственно).

**Заключение.** Результаты исследования свидетельствуют о высокой информативности ЛДФ в диагностике сосудистых и внутрисосудистых нарушений микроциркуляции, патологических изменений механизмов регуляции терминальных отделов кровотока при внебольничных пневмониях. Кроме того, метод ЛДФ позволяет контролировать эффективность коррекции микроциркуляторных изменений. Использование в комплексной терапии внебольничных пневмоний ВЛОК способствует улучшению параметров ЛДФ и увеличению частоты формирования нормоциркуляторного гемодинамического типа микроциркуляции по данным функциональных проб.

#### **Литература**

1. Бархатов И.В. Применене лазерной доплеровской флоуметрии для оценки состояния микроциркуляции крови человека // Казанский медицинский журнал. 2014. №1, Т. 95. С. 63–69.
2. Бурдули Н.М., Тадтаева Д.Я. Динамика показателей микроциркуляции, перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты у больных ГЭРБ под действием лазерной терапии // Лазерная медицина. 2012. №4, Т. 16. С. 44–48.
3. Гейниц А.В., Москвин С.В., Ачилов А.А.. Внутривенное лазерное облучение крови. Тверь: Триада, 2008. С. 144.
4. Задионченко В.С., Горбачева Е.В., Данилова Н.В. Микроциркуляция и реология крови у больных острым коронарным синдромом и Q-инфарктом миокарда при лечении гепаринами // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2002. №1. С. 41.
5. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляция крови. М: Медицина, 2005. 254 с.
6. Ландышев Ю.С., Войцеховский В.В. Эндобронхиальная микроциркуляция при заболеваниях внутренних органов // Дальневосточный медицинский журнал. 2012. №1. С. 6–12.
7. Чучалин А.Г., Синопальников А.И. Внебольничная пневмония у взрослых: практические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике. Пособие для врачей. Москва, 2010. 106 с.
8. Hoff D.A., Gregersen H., Hatlebakk J.G. Mucosal blood flow measurements using laser Doppler perfusion monitoring // W.J.Gastroenterol. 2009. Vol. 15. P. 198–203.
9. Fagrell B. Problems using laser Doppler on the skin in clinical practice / Ed. by Belcaro G., Hoffman U., Bollinger A. // Laser Doppler. 1994. P. 49–50.

#### **References**

1. Barkhatov IV. Primenene lazernoy dopplerovskoy floumetrii dlya otsenki sostoyaniya mikrotsirkulyatsii krovi cheloveka. Kazanskiy meditsinskiy zhurnal. 2014;1(95):63-9. Russian.
2. Burduli NM, Tadtayeva DY. Dinamika pokazateley mikrotsirkulyatsii, perekisnogo okisleniya lipidov i antioksidantnoy zashchity u bol'nykh GERB pod deystviem lazernoy terapii. Lazernaya meditsina. 2012;4(16):44-8. Russian.
3. Geynits AV, Moskvina SV, Achilov AA.. Vnutrivvennoe lazernoe obluchenie krovi. Tver': Triada; 2008. Russian.

4. Zadionchenko VS, Gorbacheva EV, Danilova NV. Mikrotsirkulyatsiya i reologiya krovi u bol'nykh ostrym koronarnym sindromom i Q-infarktom miokarda pri lechenii geparinami. Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika. 2002;1:41. Russian.

5. Krupatkin AI, Sidorov VV. Lazernaya dopplerovskaya floumetriya mikrotsirkulyatsiya krovi. Moscow: Meditsina; 2005. Russian.

6. Landyshev YS, Voytsekhovskiy VV. Endobronkhial'naya mikrotsirkulyatsiya pri zabol'vaniyakh vnutrennikh organov. Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal. 2012;1:6-12. Russian.

7. Chuchalin AG, Sinopal'nikov AI. Vnebol'nichnaya pnevmoniya u vzroslykh: prakticheskie rekomendatsii po diagnostike, lecheniyu i profilaktike. Posobie dlya vrachev. Moscow; 2010. Russian.

8. Hoff DA, Gregersen H, Hatlebakk JG. Mucosal blood flow measurements using laser Doppler perfusion monitoring. W.J.Gastroenterol. 2009;15:198-203.

9. Fagrell B. Problems using laser Doppler on the skin in clinical practice. Ed. by Belcaro G, Hoffman U, Bollinger A. Laser Doppler. 1994:49-50.

---

**Библиографическая ссылка:**

Пилиева Н.Г., Бурдули Н.М. Лазерная доплеровская флоуметрия в диагностике микроциркуляторных нарушений при внебольничных пневмониях и их коррекция // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №2. Публикация 2-14. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/2-14.pdf> (дата обращения: 19.05.2016). DOI: 10.12737/19745.