

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ЛАЗЕРНОЙ ДОПЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИЕЙ И ЭДЕМОМЕТРИЕЙ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Микроциркуляция представляет собой очень сложную и очень важную систему организма. Ей принадлежит несколько важных и ответственных функций. Она является конечным этапом усвоения продуктов внешней среды и их ассимиляции, она обеспечивает первый этап выделения и выведения продуктов обмена, она участвует в обеспечении кровообращения, в реакциях организма на различного рода внешние воздействия и внутренние «неурядицы». Выполнение многих жизненно-важных функций накладывает на эту систему особую ответственность и значимость. К большому сожалению, эта сложная и очень важная система изучена еще недостаточно глубоко по сравнению с другими системами. Никто не станет оспаривать успешное лечение заболеваний сердечно-сосудистой и других систем организма. Выделившись в самостоятельное научно-практическое направление в середине 20-го столетия, микроциркуляция так и не сделала успешных достижений в диагностике и лечении многих заболеваний и даже - в определении самого понятия. Предложенные и применяемые в последние годы методы исследования не раскрыли сущности этой сложной системы и не определили рекомендаций для распознавания и лечения заболеваний этой системы.

Ключевые слова: микроциркуляция, эдемметрия, лазерная доплеровская флоуметрия, давление, движение жидкости, острый калькулезный холецистит.

A. V. Schott, V. L. Kazushchik, A. D. Karman, O. A. Koudelich

DETERMINATION OF THE STATE OF MICROCIRCULATION BY LASER DOPPLER FLOWMETRY AND EDEMOMETRY

Microcirculation is a very complex and very important body system. It has several important and important functions. It is the final stage in the assimilation of the products of the environment and it assures the first stage in the isolation and excretion of metabolic products, it participates in providing blood circulation, in the reactions of the organism to various kinds of external influences and internal "disorders." The fulfillment of many vital functions imposes a special responsibility and significance on this system. To my great regret, this complex and very important system has not yet been studied in depth enough compared to other systems. No one will dispute the successful treatment of diseases of the cardiovascular and other body systems. Having emerged as an independent scientific and practical area in the middle of the 20th century, microcirculation has not made successful advances in the diagnosis and treatment of many diseases and even in the definition of the concept itself. The research methods proposed and applied in recent years did not reveal the essence of this complex system and did not define recommendations for the recognition and treatment of diseases of this system.

Key words: microcirculation, edemometry, laser Doppler flowmetry, pressure, fluid movement, acute calculous cholecystitis.

В последние годы наибольшее признание получил метод исследования микроциркуляции лазерной доплеровской флоуметрией (ЛДФ). Первые результаты применения ЛДФ [6, 7, 8, 9] дали обнадеживающие результаты, но в последующем они оказались ограниченными только сосудистым компонентом среды. Можно отметить, что в настоящее время имеется только метод ЛДФ [6, 7] для исследования микроциркуляции и для оценки ее при заболевани-

ях. Основным недостатком ЛДФ является изучение только сосудистого компонента системы и определение его только в участке кожи объемом в 1–1,5 мм³. Метод не позволяет получить данные о всей микроциркуляторной среде и о всех ее компонентах, он не раскрывает сущности и содержания этой среды [7, 8, 9]. Появившиеся в последние 3–4 года сообщения о значении и влиянии адrenomедулина [10] на микроциркуляторное кровообращение еще

не вышли дальше исследований и за пределы сосудистого компонента среды, что исключает полную оценку микроциркуляторной среды и всех ее компонентов.

В последние 8 лет авторами этой статьи разрабатывается новый метод исследования микроциркуляции – метод эдемометрии [1, 2, 3, 4, 5]. Экспериментальная и клиническая апробация показала его достоинства.

Целью настоящего исследования явилось определение возможностей ЛДФ и эдемометрии для внедрения лучшего метода в клиническую практику.

Материал и методы

Для оценки и характеристики данных ЛДФ мы воспользовались монографией Крупаткина А. И. и Сидорова В. В. «Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: рук. для врачей», 2005 г. издательства «Медицина». Для оценки и характеристики данных эдемометрии воспользовались монографией «Микроциркуляция – жизненная среда и система организма (экспериментально-клиническое исследование)», моногр. / А. В. Шотт, В. Л. Казушик, А. Д. Карман. – 2-е изд., доп. – Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2017. – 264 с.

У 12 пациентов с тяжелыми формами острого калькулезного холецистита выполнили ЛДФ и эдемометрию в одинаковых условиях при поступлении в стационар, после операции, перед выпиской, с оценкой состояния микроциркуляции.

Эдемометрию выполняли в первом межпальцевом промежутке кисти с турникетной пробой. Лазерную доплеровскую флоуметрию выполняли в дистальной трети задней поверхности предплечья (зона Захарьина) с направлением лазерного луча на участок кожи 1–1,5 мм³ аппаратом ЛАКК-ОП, предоставленным в наше распоряжение (на безвозмездной основе) ООО «Белмединновация».

Полученные при исследовании данные (ЛДФ и эдемометрии) оценивали по основным принципам исследования каждого способа, по результатам клинического исследования у 12 пациентов (в одинаковых условиях) и по графическому изображению хода кривой динамики течения процесса.

Статистическая обработка данных проведена программой Статистика 10.0.

Оценка возможностей ЛДФ и эдемометрии в определении состояния микроциркуляции

Возможности каждого из двух способов оценки состояния микроциркуляции мы определили, прежде всего, по принципиальным позициям методов и по их основе. В основе ЛДФ лежит оценка отраженного лазерного луча двигающимися эритроцитами сосудов кожи. От количества двигающихся эритроцитов и от скорости их движения зависит интенсивность

отраженного лазерного луча. По сути дела, при ЛДФ определяют количество и скорость движения эритроцитов в сосудах кожи и только косвенно – сосудистый компонент микроциркуляторной среды. В данном случае мы получаем только опосредованный показатель микроциркуляции, опосредованный двигающимися эритроцитами в сосудах кожи, что представляет только косвенный показатель микроциркуляции.

В основе метода эдемометрии лежит процесс вытеснения жидкости из тканей микроциркуляторной среды (складка первого межпальцевого промежутка кисти) под давлением в 100 мм рт. ст. Выдавливание жидкости в условиях герметизма системы приводит к снижению давления в ней и к образованию изолированной среды со снижением давления и герметизмом. В такой системе на фоне уравнивания давления в системе измерения с давлением в сдавленных тканях на определенном этапе исследования появляются показатели: максимальное снижение давления (МСД), продолжительность снижения давления (ПСД), скорость снижения давления (ССД), интегральное микроциркуляторное давление (ИМЦД), снижение давления после ИМЦД (СДпИМЦД), продолжительность снижения давления после ИМЦД (ПСДпИМЦД), тканевое давление (ТД). Эти показатели прямо отражают состояние микроциркуляции, из них вычисляют расчетные: коэффициент ИМЦД (КИМЦД), индекс гидратации (ИГ), индекс притока-оттока (ИПО), коэффициент ТД (КТД), которые дополнительно характеризуют эту среду. Прямые и расчетные показатели дают информацию о состоянии микроциркуляторной среды, они документируют степень гидратации исследуемых тканей, давление в них, движение жидкости в изучаемой среде и тканевое (клеточное) давление. Эти показатели отражают суть микроциркуляторной среды, они ее характеризуют и представляют во время исследования. Они объективны и достоверны, так как контролируются манометром эдемометра.

Важным принципиальным отличием ЛДФ является исследование только небольшого участка кожи (1–1,5 мм³), что не может служить отражением всей микроциркуляторной среды. При этом определяется только сосудистый компонент этой системы. Метод ЛДФ не определяет состояния всей среды, не определяет ее межклеточного и тканевого (клеточного) компонентов. Его показатели исходят не от микроциркуляции, а от двигающихся эритроцитов в сосудах кожи, они только косвенно отражают один компонент среды, они ничем не контролируются, и поэтому их достоверность остается сомнительной. Сомнения остаются и в отношении отражения состояния микроциркуляции этим методом.

Эдемометрия оценивает состояние всей среды, оценивает все три компонента микроциркуляторной среды в состоянии покоя и физиологической активности и определяет состояние всех ее структур, что позволяет получить более полное представление

о состоянии всей этой системы. Все ее показатели являются достоверными, так как во время выполняемого исследования непрерывно контролируются манометром.

Еще одно таинство хранится в показателях эдемометрии. Ее показатели являются прямыми, они отражают состояние микроциркуляции, исходят от нее и контролируются постоянно во время исследования. Они не опосредованы каким-то явлением, они непосредственно отражают степень гидратации тканей микроциркуляторной среды (МСД, ПСД, ССД, ИГ, СДПИМЦД и ПСДПИМЦД), давление в этой среде (ИМЦД, ТД, КИМЦД, КТД), движение жидкости в ней (СДПИМЦД, ПСДПИМЦД, ИПО) и тканевое (клеточное) давление (ТД, КТД, КИМЦД).

Показатели ЛДФ исходят не от микроциркуляции, они являются продуктомдвигающихся эритроцитов и отражают не столько микроциркуляторные нарушения, сколько – количество и скорость движения эритроцитов в сосудах маленького участка кожи. Показатели эдемометрии выданы микроциркуляцией, они отражают ее состояние путем определения степени гидратации тканей, давления в них, движения жидкости и тканевое давление. Важной особенностью эдемометрических показателей является их постоянный контроль манометром эдемометра, что обеспечивает достоверность выявляемых показателей (прямых и расчетных).

Таким образом, при определении состояния микроциркуляции методом ЛДФ выявлен ряд серьезных недостатков в основе и в принципе работы этого метода. Уже на этапе оценки основных принципов работы ЛДФ выявлены такие недостатки, как:

- Исследуется только часть микроциркуляторной среды (не вся среда);
- Исследуется только сосудистый компонент среды;
- Метод исходит не из микроциркуляции, а от двигающихся эритроцитов в сосудах кожи;
- Опосредованный показатель движения эритроцитов в сосудах кожи ничем и никем не контролируется (достоверность);
- Показатели ЛДФ не отражают состояния микроциркуляции, кроме опосредованных данных о движении эритроцитов по сосудам кожи;
- ЛДФ не позволяет получить данные о состоянии всей микроциркуляторной среды (исследует только кусочек ткани);
- ЛДФ не может претендовать на внедрение в клиническую практику, т.к. не отражает состояния всей микроциркуляторной среды.

Основными достоинствами эдемометрии являются:

- Исследуется вся микроциркуляторная среда;
- Прямые и расчетные показатели эдемометрии отражают состояние микроциркуляторной среды;
- Показатели эдемометрии более достоверны, так как контролируются постоянно манометром эдемометра;

- Показатели отражают состояние микроциркуляции, они определяют степень гидратации тканей, давление в них, движение жидкости и тканевое давление;
- Показатели эдемометрии выходят из самой микроциркуляции и определяют ее состояние прямо и конкретно;

- Эдемометрия может претендовать на внедрение в клиническую практику: ее достоверность высокая, а стоимость аппаратуры – низка.

Приведенные данные выявили преимущества эдемометрии перед ЛДФ. Эти преимущества выявлены при оценке только основных принципов этих методов. Для более обоснованного вывода о значимости ЛДФ и эдемометрии в определении состояния микроциркуляции проведено целенаправленное клиническое исследование.

Клиническая оценка состояния микроциркуляции лазерной доплеровской флоуметрией и эдемометрией

Оценка ЛДФ и эдемометрии по основным принципам их работы обнаружила ряд преимуществ у эдемометрии. После изучения таких данных, важно и необходимо было определить возможности этих двух методов в клинических условиях, т.е. в условиях конкретной клинической работы каждого из них. Для этого проведено целенаправленное исследование у 12 пациентов с острым калькулезным холециститом. Для обеспечения одинаковых условий выбрано 12 пациентов с острым калькулезным холециститом, у которых было поражение желчного пузыря в пределах флегмонозного и гангренозного процесса. Исследование микроциркуляции у них выполняли с помощью ЛДФ и эдемометрии (последовательно) при поступлении в стационар, в день после операции и перед выпиской из стационара. Важно было то, что состояние микроциркуляции определяли у одних и тех же пациентов двумя методами (ЛДФ и эдемометрия), в одно и то же время, при одинаковом лечении (холецистэктомия), при одинаковых морфологических изменениях в желчном пузыре на трех этапах лечения и при соблюдении всех остальных одинаковых условий.

В таких идеальных условиях однообразия можно было определить в клинических условиях состояние микроциркуляции на основных трех этапах лечения пациентов. Возраст наблюдаемых пациентов колебался от 43 до 78 лет и в среднем составил $61,6 \pm 10,6$ лет. Давность заболевания составляла от 6 часов до 3 суток. Сопутствующих заболеваний у наблюдаемых пациентов не выявлено, у всех у них желчный пузырь содержал конкременты, признаков распространенного перитонита не выявлено.

Холецистэктомия (лапароскопическая или открытая) выполнена по общепринятой методике, послеоперационный период протекал без осложнений, все лечившиеся пациенты выписаны из стационара на

5-9 сутки после операции. В ближайшем послеоперационном периоде осложнений заболевания и выполненной операции не было.

Полученные в клинических условиях данные подвергнуты статистической обработке и оценены в зависимости от метода оценки состояния микроциркуляции. Для ЛДФ критериями оценки избраны показатель микроциркуляции (ПМ), показатель микроциркуляции исходный ($M_{исх}$) и показатель микроциркуляции восстановленный ($M_{вос}$), а для эдемометрии – МСД, ИМЦД, ИПО и ТД. Результаты определения показателей ЛДФ и эдемометрии приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Показатели микроциркуляции, определенные ЛДФ у 12 пациентов на трех этапах лечения в стационаре

| Название показателя | Цифровое значение (n = 12) | | |
|---------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | При поступлении | После операции | Перед выпиской |
| ПМ, пф. ед. | 4,43±1,28 | 4,93±1,2 | 3,9±1,9 |
| $M_{исх}$ пф. ед. | 4,8±1,75 | 4,83±2,1 | 4,18±1,2 |
| $M_{вос}$ пф. ед. | 5,87±1,96 | 5,58±2,4 | 5,23±1,8 |
| РКК, % | 218,5±2,87 | 233,19±3,71 | 236,57±3,71 |

Таблица 2. Показатели состояния микроциркуляции, определенные эдемометрией у 12 пациентов на трех этапах лечения в стационаре

| Название показателя | Цифровое значение (n = 12) | | |
|---------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | При поступлении | После операции | Перед выпиской |
| МСД, мм рт.ст. | 7,83±0,82 | 7,58±0,63 | 6,8±0,79 |
| ИМЦД, мм рт.ст. | 92,17±1,8 | 92,42±0,21 | 93,17±1,8 |
| ИПО, ед. | 0,52±0,14 | 0,56±0,2 | 0,5±0,11 |
| ТД, мм рт.ст. | 84,17±2,1 | 84,83±1,9 | 86,91±2,3 |

При оценке состояния микроциркуляции на всех этапах лечения методом ЛДФ выявлено только небольшое снижение ПМ перед выпиской из стационара

(с 4,93±1,2 до 3,9±1,9 пф. ед.) и увеличение РКК в этот период (с 233,19±3,71 до 236,57±3,71 %). Однако, эти изменения оказались статистически недостоверными (таблица 3), что означает течение тяжелой формы острого холецистита на всех этапах лечения в стационаре на исходном уровне нарушения микроциркуляции.

Эти данные документируют очень важный момент в лечении этих пациентов – удаление деструктивно измененного желчного пузыря не сопровождается полным восстановлением микроциркуляции в сроки лечения в стационаре (5–9 суток). Реабилитация таких пациентов происходит в более поздние сроки, она продолжается и после выписки из стационара.

Изменение микроциркуляции в период лечения пациентов в стационаре (методом эдемометрии) приведено в таблице 2. К моменту выписки из стационара у наблюдаемых пациентов снизилось МСД с 7,58±0,63 до 6,8±0,79 мм рт. ст. при небольшом увеличении ИМЦД (на 0,75 мм рт. ст.) и ТД (на 2,08 мм рт. ст.).

Эти изменения оказались недостоверными (таблица 4) при статистической обработке данных, что означает сохранение сдвигов микроциркуляции к моменту выписки из стационара и документирует необходимость лечения пациентов после удаления деструктивно измененного желчного пузыря и после выписки из стационара.

Полученные при эдемометрии и ЛДФ данные о микроциркуляторной среде сравнили с тем, чтобы оценить каждый метод исследования. Исследования проведены у 12 пациентов, у которых были одинаковые условия применения эдемометрии и ЛДФ. В этих условиях показатели были получены при поступлении пациентов с тяжелой клинической формой острого холецистита, в первые сутки после холецистэктомии (метод лечения) и при выписке из стационара.

Таблица 3. Показатели ЛДФ при тяжелых формах острого холецистита в разные сроки наблюдения, Me (LQ-UpQ)

| Показатель | Исследуемая группа, n = 12, средний возраст 61,6±10,6 лет | | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------|
| | При поступлении, 1 | В первый день после операции, 2 | На момент выписки, 3 | Критерий Вилкоксона |
| М, пф. ед. | 4,0 (2,6–6,1) | 4,2 (2,8–6,3) | 4,1 (2,6–5,1) | 1 и 2: p = 0,58 1 и 3: p = 0,63 2 и 3: p = 0,35 |
| $M_{исх}$, пф. ед. | 4,5 (3,2–6,2) | 4,3 (3,0–6,7) | 4,4 (2,9–5,2) | 1 и 2: p = 1,0 1 и 3: p = 0,58 2 и 3: p = 0,69 |
| $M_{вос}$, пф. ед. | 5,8 (4,6–6,8) | 4,9 (3,7–7,3) | 5,8 (3,4–6,4) | 1 и 2: p = 0,53 1 и 3: p = 0,53 2 и 3: p = 0,81 |
| РКК, % | 209 (159–266) | 234 (167–281) | 200,6 (181,8–291,7) | 1 и 2: p = 0,53 1 и 3: p = 0,19 2 и 3: p = 1,00 |

Таблица 4. Показатели эдемометрии при тяжелых формах острого холецистита в разные сроки наблюдения, Ме (LQ–UpQ)

| Показатель | Исследуемая группа, n = 12, средний возраст 61,6±10,6 лет | | | |
|------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|
| | При поступлении, 1 | В первый день после операции, 2 | На момент выписки, 3 | Критерий Вилкоксона |
| МСД, мм рт. ст. | 8,0 (4,5–10,0) | 8,0 (5,5–9,0) | 6,0 (4,0–7,5) | 1 и 2: p = 0,81 1 и 3: p = 0,39 2 и 3: p = 0,56 |
| ИМЦД, мм рт. ст. | 92,0 (90,0–95,5) | 92,0 (91,0–94,5) | 94,0 (92,5–96,0) | 1 и 2: p = 0,81 1 и 3: p = 0,40 2 и 3: p = 0,56 |
| ИПО, ед. | 0,6 (0,5–0,7) | 0,5 (0,48–0,7) | 0,5 (0,4–0,6) | 1 и 2: p = 0,64 1 и 3: p = 0,06 2 и 3: p = 0,29 |
| ТД, мм рт. ст. | 85,5 (82,5–87,0) | 84,0 (84,0–88,0) | 88,0 (86,5–90,0) | 1 и 2: p = 0,69 1 и 3: p = 0,07 2 и 3: p = 0,28 |

Самым трудным был выбор способа сравнения двух методов, в которых отдельные показатели были изменчивы (не постоянные величины) и их количественная оценка осуществлялась разными единицами измерения: эдемометрические показатели – в мм рт. ст., а флоуметрические – в перфузионных единицах. Простое сравнение обычных количественных показателей в этих условиях было не приемлемо. После поисков был избран метод сравнения показателей острого холецистита. В этих условиях эффективность лечения для каждого метода была одинаковой (один пациент), а оценка этой одинаковой эффективности была осуществлена двумя методами (ЛДФ и эдемометрия). На этом одинаковом результате лечения и появилась возможность сравнения показателей двух методов. Иными словами, результат лечения был одинаковым для обоих методов (один и тот же пациент), а как каждый метод отразил этот процесс – легло в основу сравнения эдемометрии с ЛДФ.

Из таблиц 3 и 4 видно, что эдемометрические показатели у наблюдаемых 12 пациентов на всех этапах лечения протекали при нарушении микроциркуляции. Эти нарушения сохранялись у пациентов и в день выписки из стационара. На амбулаторное лечение пациентов выписывали с нарушениями микроциркуляции, требующими реабилитационных мероприятий после выписки.

Отличительными признаками эдемометрии от ЛДФ являются:

- Основу ЛДФ составляет отраженный лазерный луч, а для эдемометрии – микроциркуляторная среда и ее компоненты;
- Разные единицы количественной оценки показателей: пф. ед. для ЛДФ и мм рт. ст. – для эдемометрии;
- Эдемометрические показатели измеряются метрической системой мер, лазерно-флоуметрические – свободным определением (программой аппарата);
- Для определения сосудистого компонента можно применять и ЛДФ, а для изучения всей микроциркуляторной среды – эдемометрию;

- Не всегда показатели ЛДФ совпадают с эдемометрическими количественно и качественно;

- Сканирование такой сложной жизненной среды отраженным лазерным лучом не совсем соответствует объекту исследования;

- Доминанта лазерного луча при определении только сосудистого компонента микроциркуляции сыграла отрицательную роль в изучении этой проблемы;

- Эдемометрия более полно определяет состояние микроциркуляции, что дает ей веские аргументы для внедрения в клиническую практику.

Таким образом, по оценке показателей лечения пациентов с одинаковым заболеванием, удалось определить значимость двух методов в изучении микроциркуляции. Исследования показали, что ЛДФ и эдемометрия могут применяться для изучения сосудистого компонента микроциркуляции. Особенности эдемометрии обеспечивают ее выбор перед ЛДФ, так как она отражает состояние микроциркуляции всей среды, а не только ее сосудистого компонента (как при ЛДФ).

На третьем этапе оценили показатели ЛДФ и эдемометрии в динамике развития изменений микроциркуляции на этапах исследования и отразили ее в графиках с учетом: повышения-снижения, содружественного или противоречивого изменения, совпадения направлений развития процесса у одних и тех же пациентов. Эта динамика изменений была отражена в графическом изображении показателей ЛДФ и эдемометрии (рисунки 1 и 2). После статистической обработки этих показателей проведено их графическое представление, оценено совпадение изменений, динамика их на этапах определения и количественное соотношение.

Приводим показатели эдемометрии и динамику их изменений у пациента К. 55 лет. При поступлении МСД у него оказалось равным 10 мм рт. ст., а ПМ – 1,6 пф. ед. МСД в таком сравнении оказалось больше в 6,2 раза при определении эдемометрией. С учетом

того, что МСД во время исследования было документировано манометром эдемометра, преобладание МСД в 6,2 раза над ПМ при ЛДФ следует считать или недостоверностью метода ЛДФ, или его неточностью в определении одного из показателей микроциркуляции. При сравнении МСД и ПМ при помощи графика (рисунок 1) оказалось, что кривая МСД от исходного состояния опускается вниз до 4 мм рт. ст. и дальше идет горизонтально, а кривая ПМ идет в восходящем направлении, определяется явная разнонаправленность процессов (рисунок 1).

На рисунке 1 видны: разный уровень МСД и ПМ при поступлении в стационар (10,0 и 1,6); снижение МСД и повышение ПМ после операции и дальнейший параллельный ход кривых вплоть до выписки (на небольшом расстоянии).

Проведен детальный анализ течения процесса после удаления желчного пузыря и графическое изобра-

жение течения его в послеоперационном периоде. При анализе выявлено со стороны эдемометрических данных 12 разных вариантов у наблюдаемых пациентов.

При ЛДФ у 12 пациентов выявлено 4 разных варианта хода кривых на различных этапах лечения тех же пациентов. При оценке взаимоотношения и хода эдемометрических и ЛДФ кривых выявлено их перекрещивание на этапе после операции у четырех и на этапе выписки из стационара – у 5 пациентов.

На рисунке 2 видно, что кривая ПМ и кривая МСД идут в разных направлениях, что демонстрирует разнонаправленность процессов в микроциркуляторной среде. Анализ графического изображения основных показателей эдемометрии и ЛДФ демонстрирует:

- Несовпадение сравниваемых методов исследования (ЛДФ и ЭММ);
- Только немногие показатели эдемометрии приближаются к аналогичным показателям ЛДФ;

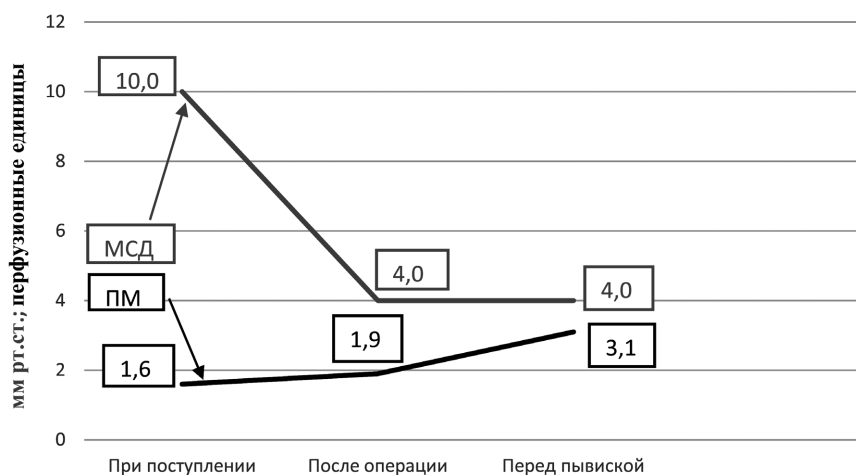


Рис. 1. Графическое изображение хода кривых МСД и ПМ пациента К. 55 лет при эдемометрии и ЛДФ

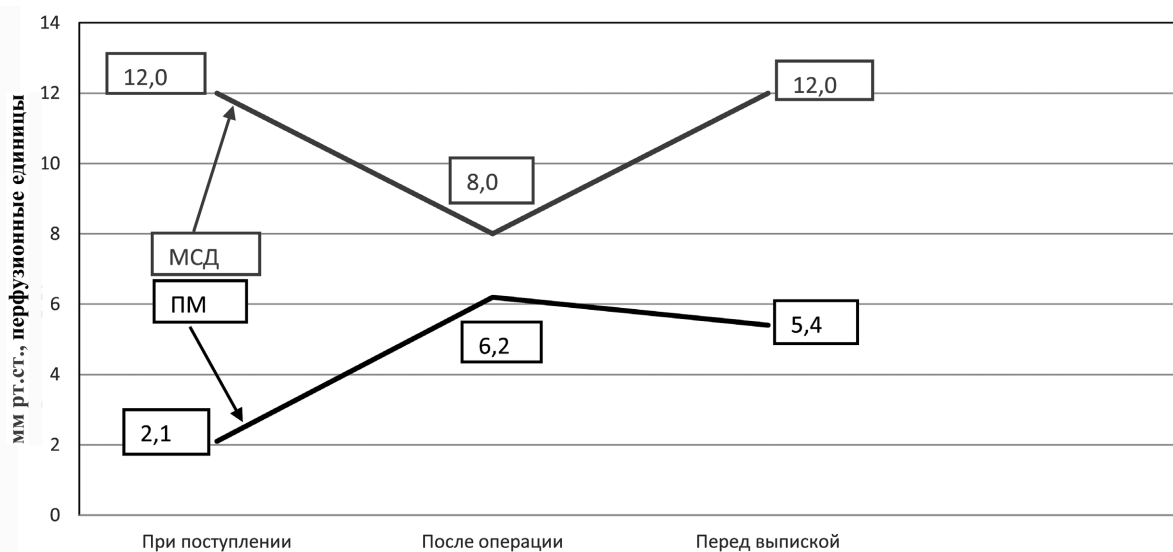


Рис. 2. Графическое изображение показателей эдемометрии и ЛДФ у пациента Г. 67 лет в период лечения в стационаре

- Относительно часто выявляется разнонаправленность процессов микроциркуляции при эдемометрии и ЛДФ;
- Удаление основного очага болезни (желчного пузыря) не знаменует собой полное выздоровление;
- После холецистэктомии в организме пациентов происходят многие изменения микроциркуляции;
- Многие из этих изменений зависят от давности заболевания, от времени выполненной операции и особенностей течения процесса в реабилитационном периоде;
- При эдемометрической оценке изменений микроциркуляции выявляется после холецистэктомии изменение течения процесса, для которого типично снижение МСД и ИПО на фоне повышения ТД. Такое течение процесса в данном случае представляет собой определенный этап патологического процесса со своими знаменателями (МСД, ИПО, ТД). Изменение течения заболевания от тяжелого до последующего выздоровления представляет собой процесс, изучение которого приобретает особое значение для обоснования лечебных мероприятий. Помощь эдемометрии в этом значима, своими показателями она раскрывает особенности выздоровления.

Для подтверждения сказанного приводим пример. Среди исследованных 12 пациентов двое поступили в стационар с МСД 4 мм рт. ст., что не типично для тяжелого течения острого холецистита. Высказано мнение, что это явление («атипичное») связано с давностью заболевания. При изучении выявлено, что эти два пациента поступили в стационар через 6–12 часов от начала заболевания, в то время, как остальные пациенты из этой группы поступили в сроки от одних до трех суток от начала заболевания. Из сказанного вытекает вывод о том, что эдемометрия выявляет временные особенности патологического процесса, что придает ей определенное диагностическое значение.

Оценку эдемометрии провели в сравнении с ЛДФ, которая в настоящее время получила наибольшую популярность и применение. Такое сравнение проведено в трех направлениях. Вначале были оценены основные принципы каждого метода. За ним было проведено сравнение методов в клинических условиях у одних и тех же пациентов в максимально одинаковых условиях. Наконец, течение и динамику изменения микроциркуляции оценили при каждом методе графическим отражением их динамики. После такого сравнения двух методов (эдемометрии и ЛДФ) появилась возможность выбора одного из них для внедрения в клиническую практику. Сравнительная оценка эдемометрии с ЛДФ позволяет сделать следующие **выводы**:

1. Эдемометрия и ЛДФ представляют собой два разных метода исследования микроциркуляции.
2. Метод ЛДФ основан на оценке изменений лазерного луча, отраженного двигающимися эритроцитами в сосудах кожи. Эдемометрия основана на оценке изменений микроциркуляции: степень гидра-

тации, уровень давления, движение жидкости и состояние клеток. ЛДФ основана на физических процессах, эдемометрия – на показателях этой среды.

3. ЛДФ исследует только сосудистый компонент микроциркуляции и только в сосудах (1,5 мм³) кожи. Эдемометрия оценивает всю микроциркуляторную среду со всеми ее структурами и компонентами. ЛДФ не отражает полностью состояния микроциркуляторной среды, в связи с чем ее нецелесообразно внедрять в практику (не дает полных данных о состоянии изучаемой среды).

4. ЛДФ позволяет оценить количество и скорость движения эритроцитов в сосудах кожи и косвенно – сосудистый компонент микроциркуляции. Эдемометрией можно определить степень гидратации тканей, давление в них, движение жидкости и состояния клеточных элементов во всей среде микроциркуляции.

5. Достоверность показателей эдемометрии во время исследования контролируется манометром эдемометра, а при ЛДФ – программой аппарата.

6. Выполнение ЛДФ требует сложной аппаратуры и ее освоения. Для выполнения эдемометрии требуется только эдемометр – аппарат, который может изготовить слесарь хорошей подготовки. Эдемометрия является исключительно простым, доступным, высокоинформативным, несколько специфичным и приемлемым для внедрения в клинику методом исследования микроциркуляции.

7. Показатели эдемометрии и ЛДФ не идут параллельно, их количественное значение не одинаково. Единицы оценки показателей эдемометрии (мм рт. ст.) не соответствуют единицам измерения показателей ЛДФ (перфузионные единицы), что требует специального расчета и сопоставления.

8. При графическом изображении хода кривых эдемометрии и лазерной флоуметрии наблюдается их различная направленность. Такая разнонаправленность динамики процессов документирует разную значимость и сущность сравниваемых методов.

Таким образом, для внедрения в клиническую практику в большей степени подходит эдемометрия: она основана на показателях микроциркуляции; документирует состояние всей среды, а не только сосудов; определяет степень гидратации тканей, давление в них, движение жидкости и реакцию клеточных элементов; обеспечивает достоверность результатов постоянным контролем манометром; она существенно отличается от ЛДФ: ее простота, информативность и полнота оценки обеспечивают выбор перед ЛДФ. Ее внедрение в практику может способствовать успешному изучению проблемы микроциркуляции с последующим лечебно-диагностическим эффектом. Очень важная система организма еще не раскрыта по причине отсутствия адекватного метода исследования. Такой метод появился, его следует внедрить в практику и применить, результат должен быть положительным.

Литература

1. «Микроциркуляция – жизненная среда и система организма (экспериментально-клиническое исследование)», моногр. / А. В. Шотт, В. Л. Казущик, А. Д. Карман. – 2-е изд., доп. – Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2017. – 264 с.

2. Устройство для определения степени гидратации периферических тканей организма человека и способ ее определения: пат. ВУ 14099 Респ. Беларусь: МПК А 61В 5/00 (2009) / А. В. Шотт, А. П. Василевич, В. Л. Казущик, А. И. Протасевич: дата публ. : 28.02.2011 г.

3. Эдемометрия / А. В. Шотт, А. П. Василевич, А. И. Протасевич, В. Л. Казущик // Здоровоохранение. – № 10. – 2008. – С. 20–23.

4. Эдемометрия – новый метод изучения микроциркуляции / В. Л. Казущик, А. Д. Карман // Вестник Смоленской государственной медицинской академии: 2016. Том 15, № 4. С. 102–108.

5. Использование эдемометра для определения пороговых эластических характеристик живой ткани / Сборник статей Международной научной конференции «Молекулярные,

мембранные и клеточные основы функционирования биосистем», Минск, БГУ, 28–30 июня 2016, ч. 1, 327–330 В. А. Мансуров, В. Л. Казущик, А. И. Кубарко, В. Г. Лещенко, А. В. Шотт.

6. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: рук. для врачей / под ред. А. И. Крупаткин, В. В. Сидоров. – М.: Медицина, 2005. – 254 с.

7. Метод лазерной доплеровской флоуметрии: пособие для врачей / В. И. Козлов [и др.]. – М., 2001. – 24 с.

8. *Almond N.* Laser Doppler flowmetry: Theory and practice, Laser Doppler. – London, Los Angeles, Nicosia, Med-Orion Publishing Company, 1994, p. 17–31.

9. *Binzoni T.* Absorption and scattering coefficient dependence of laser-Doppler flowmetry models for large tissue volumes / Binzoni T. // Physics in medicine and biology. – Switzerland, 2006. – № 51. – Vol. 311–333.

10. *Role of adrenomedullin in the growth and differentiation of stem and progenitor cells / I. M. Larrayoz, L. Ochoa-Callejero, J. García-Sanmartín et al. // Int Rev Cell Mol Biol. – 2012. – Vol. 297. – P. 175–234.*