

А. В. Шотт, В. Л. Казушчик, А. Д. Карман

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАРУШЕНИЙ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ ЭДЕМОМЕТРИИ И ЦИФРОВОЙ ОЦЕНКИ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

*Цель исследования. Обобщение и анализ цифровых данных эдемометрии, полученных при изучении микроциркуляторной среды в норме и при различных заболеваниях.*

*Материал и методы. Выполнен анализ 189 эдемометрограмм. 48 исследований выполнено у здоровых людей различного возраста. У 14 обследованных эдемометрия выполнена до и после приема пищи. У 28 человек – до и после физической нагрузки на кисть руки. Выполнена эдемометрия у 34 пациентов с острым калькулезным холециститом, у 29 – с острым панкреатитом, у 15 – при поражении головного мозга, сердца, легких, печени и почек. У 21 пациента эдемометрия выполнена при поражении других органов брюшной и грудной полости, гнойных и функциональных заболеваниях.*

*Результаты. Выявлено пять типов реакции микроциркуляции на различные заболевания. Разработан метод цифровой оценки этих типов реакций. Разработана схема цифровой оценки эдемометрии.*

**Ключевые слова:** эдемометрия, микроциркуляция, давление, тип реакции микроциркуляции, цифровая оценка, схема-модуль.

A. V. Shott, V. L. Kazushchik, A. D. Karman

## DEFINITION DISORDERS OF THE MICROCIRCULATORY ENVIRONMENT WITH EDEMOMETRY AND DIGITAL ASSESSMENT

*The aim: Synthesis and analysis of digital data edemometry obtained in the study of the microcirculatory environment in normal and in various diseases.*

*Material and methods: The analysis of 189 edemometrograms. 48 studies done in healthy people of different ages. 14 surveyed edemometry performed before and after a meal. In 28 people before and after physical load on the wrist. Edemometry performed in 34 patients with acute calculous cholecystitis and 29 patients with acute pancreatitis, 15 with the defeat of the brain, heart, lungs, liver and kidneys. In 21 patients edemometry performed with the defeat of the other organs of the abdominal and thoracic cavity and purulent and functional diseases.*

*Results. Identified five types of reactions of microcirculation in various diseases. A method of digital assessment of these types of reactions. The developed scheme of a digital evaluation of edemometry.*

**Key words:** Edemometry, microcirculation, pressure, type of reaction of the microcirculation, digital assessment scheme-module.

Изучение проблемы микроциркуляции позволило разработать и создать метод эдемометрии, позволяющий оценить состояние микроциркуляторной среды в норме, при различных заболеваниях и воздействиях на организм. Проведено более тысячи эдемометрий микроциркуляторной среды после приема пищи, после физической нагрузки, у здоровых людей различного возраста и при различных заболеваниях органов брюшной и грудной полости, поражениях головного мозга, органов кровообращения и дыхания, гнойно-воспалитель-

ных заболеваниях и функциональных нарушениях. Проведенное исследование выявило много конкретных данных о состоянии микроциркуляторной среды у здоровых людей и при различных заболеваниях. В процессе исследования получено много показателей этой среды, выраженных в физиологических, патологических и цифровых показателях. Физиологические и патологические показатели этой среды опубликованы во многих наших работах (1). Цифровые показатели микроциркуляторной среды пока остались в стороне от проводимого анализа и обобщения

Целью настоящего исследования явилось обобщение и анализ цифровых данных, накопленных в процессе эдемометрической оценки микроциркуляторной среды в норме и при различных заболеваниях. Такая цель и направление исследования становятся более понятными и определенными в связи с отсутствием данных об эдемометрической оценке показателей микроциркуляторной среды и, тем более, при отсутствии данных о цифровой оценке эдемометрических показателей этой важной системы организма.

**Материал и методы**

Для анализа и цифровой оценки микроциркуляции мы отобрали 189 эдемометрограмм из более тысячи выполненных исследований. Среди них 48 эдемометрий выполнено у здоровых людей в возрасте 20–30 лет (12), в 31–50 (18) и старше 50 лет (18). В группу здоровых людей вошли 14 обследованных до и после приема пищи, у 28 эдемометрия выполнена до и после физической нагрузки на кисть. У 34 пациентов эдемометрия выполнена при наличии острого холецистита, у 29 – при остром панкреатите, у 15 – при поражении жизненноважных органов (мозга, сердца, легких, печени, почек) и у 21 – при поражении нежизненноважных органов брюшной и грудной полостей, гнойно-воспалительных и функциональных заболеваниях.

Эдемометрию выполняли по классической методике с турникетной пробой и определением всех показателей изучаемой среды: МСД (максимальное снижение давления), ПСД (продолжительность снижения давления), ССД (скорость снижения давления), ИМЦД (интегральное микроциркуляторное давление), СДпИМЦД (снижение давления после ИМЦД), ПСДпИМЦД (продолжительность снижения давления после ИМЦД), ТД (тканевое давление). Исследование дополняли расчетными показателями: ИГ (индекс гидратации – отношение МСД исследуемого к МСД данной возрастной группы), ИПО (индекс притока-оттока – отношение СДпИМЦД к ПСДпИМЦД), КИМЦД (коэффициент интегрального микроциркуляторного давления – отношение ИМЦД к диастолическому артериальному давлению исследуемого), КТД (коэффициент тканевого давления – отношение ТД к ИМЦД) и, наконец – расчет КВЖ (количество выдавленной жидкости – разница толщины складки исследуемой ткани до исследования и после его выполнения (Рис. 1), умноженная на площадь бранш эдемометра.

Все приведенные выше показатели микроциркуляции получили физиологическую и патогенетическую оценку вместе с количественным определением каждого из них. Не было лишь цифровой оценки этих показателей. В проведенном исследовании определены показатели изучаемой среды и дана им количественная характеристика. Получены прямые и расчетные показатели всей микроциркуляторной

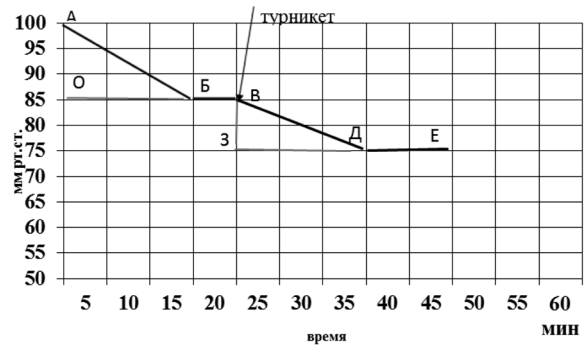


Рис. 1. Эдемометрограмма здорового мужчины 28 лет: АБ и АО – МСД; БВ – ИМЦД; ВД, ВЗ – СДпИМЦД; ЗД – ПСДпИМЦД; ДЕ – ТД;  $\frac{СДпИМЦД}{ПСДпИМЦД}$  = ИПО.

среды, а не отдельных ее компонентов, что имеет место при других методах исследования. Дело в том, что при эдемометрии сканируется не только сосудистый компонент, сканируется вся среда с ее составляющими, отражающими ее состояние в реальном плане и в количественном измерении. Все это стало основой для цифровой ее оценки.

При решении поставленной цели дана, кроме того, общая оценка реакций микроциркуляции на заболевания и на воздействия. Оценка данных эдемометрии у здоровых людей и при различных заболеваниях позволила выявить пять типов реакции системы микроциркуляции на болезни и воздействия.

Первый тип реакции микроциркуляции на болезни и воздействия проявляется повышением ее показателей до верхнего уровня нормы этой системы. Эта норма определена и приведена нами в показателях здоровых людей в зависимости от возраста.

**Таблица 1. Средние показатели эдемометрограммы здоровых лиц трех возрастных групп**

Название показателя ЭММгр	Возраст, лет		
	20–30 n = 12	31–50 n = 18	51–65 n = 18
Ср.возр., лет	23,6	38,2±4,4	М 61,3, Ж 57,4
муж., единиц	7	–	9
жен., единиц	5	–	9
ср. ДАД, мм рт.ст.	78	77,8	84,2
МСД, мм рт.ст.	14,8±4,2	8,9±3,5	7,3±2,1
ПСД, минут	11,7±2,2	13,8±3,3	15±3,3
ССД, мм/мин	1,3±0,4	0,6 ±0,2	0,74±0,3
ИГ, единиц	МСД/14,8	МСД/8,9	МСД/7,3
ИМЦД, мм рт.ст.	86,5±4,5	92±3,1	89±3,1
КИМЦД, единиц	1,2±0,1	1,2±0,2	1,1±0,1
СДпИМЦД, мм рт.ст.	4,4±1,3	2,6±0,9	3,7±2,3
ПСДпИМЦД, минут	6,3±2,1	5,1±0,6	8,2±2,3
ИПО, единиц	0,7±0,2	0,5±0,13	0,4±0,2
ТД, мм рт.ст.	67,7±4,6	86±4,6	84±3,4
КТД, единиц	0,8±0,03	0,9±0,03	0,94±0,03
ОСМД, мм рт.ст.	5,3 ±1,1	–	5,5±0,7
Н, мм	9,7±1,3	5,4±1,5	7±2,4
ОТ, см³	1,7±0,2	1,0±0,3	1,2±0,5

С приведенной в таблице 1 нормой проводили сравнение полученных показателей эдемометрии и определяли тип реакции организма на воздействие и на заболевания. Первый тип реакции проявляется напряжением системы в пределах ее возможностей, – верхняя граница нормы.

Второй тип реакции микроциркуляции проявляется повышением или понижением показателей гидратации тканей или давления в них. Это имеет место при поражении почек и тканей. Оценивают этот тип реакции после сравнения эдемометрических показателей с возрастной нормой.

Третий тип реакции микроциркуляции на болезни и воздействия проявляется снижением гидратации тканей и компенсаторным увеличением давления в изучаемой среде. Такая реакция микроциркуляторной среды развивается при легком клиническом течении заболевания (холецистит, панкреатит и др.).

Четвертый тип реакции микроциркуляции на болезни и воздействия проявляется выраженным увеличением гидратации тканей и заметным снижением давления в этой среде. Это имеет место при тяжелом клиническом проявлении заболевания или воздействия на организм (острый холецистит, панкреатит, аппендицит и др.).

Пятый тип реакции определяется атипичным проявлением реакции микроциркуляции на болезнь или воздействие, которое не укладывается ни в один из названных четырех типов реакции. Он требует пока накопления данных и последующего специального анализа.

Таким образом, после эдемометрии среды и количественной оценки ее показателей проводят сравнение с возрастной нормой и определяют тип реакции изучаемой среды на болезнь и воздействие.

Примерный тип реакции может определяться следующими показателями:

Таблица 2.

Показатель	I тип	II тип	III тип	IV тип	V тип
МСД, мм рт.ст.	9,0	6,8	5,2	10,2	8,6
ИМЦД, мм рт.ст.	92	92	92	86	90
ИПО, ед.	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4
ТД, мм рт.ст.	86	84	87	79	83

Из приведенной схемы видно, что первый тип реакции проявляется предельным повышением показателей в границах нормы функционирующей среды. При втором типе реакции снижение гидратации тканей сопровождается повышением давления до верхней границы нормы. Для третьего типа реакции характерно снижение гидратации (МСД, ИПО) при одновременном повышении давления (ИМЦД и ТД). В четвертом типе реакции имело место существенное повышение гидратации тканей на фоне существенного снижения давления. Пятый тип реакции системы микроциркуляции имел такие показатели, которые были неподвластны закономерностям оп-

ределения типов реакции этой системы. Они были обусловлены индивидуальными особенностями организма и микроциркуляторной системы. Возможно, в этом проявляются и особенности действия этиологических факторов.

Следующей задачей исследования было выделение критериев эдемометрической оценки показателей микроциркуляции. Методом эдемометрии определяются показатели гидратации тканей и давления в исследуемой среде. Поэтому для оценки гидратации нами избраны два показателя: МСД и ИПО. Для оценки давления в этих тканях были взяты ИМЦД и ТД. Эти четыре критерия микроциркуляторной среды были избраны для оценки состояния этой среды. Проведенные исследования показали, что МСД, ИПО, ИМЦД и ТД всегда оставались показателями микроциркуляторной среды в состоянии покоя, при функциональных нарушениях и глубоких поражениях органов и тканей. Они всегда отражали сам факт поражений органов и тканей и глубину (тяжесть) их поражения. Только индекс притока-оттока является расчетным показателем, а остальные избранные критерии оценки микроциркуляции являются прямыми показателями ее состояния. Кстати, эти показатели отражают состояние всех составляющих микроциркуляторной среды, а не отдельных ее компонентов (сосудистого, межклеточного и тканевого). Следует особо подчеркнуть, что ИПО рассчитывается из двух прямых показателей эдемометрии (СДпИМЦД и ПСДпИМЦД). Таким образом, критериями оценки микроциркуляции избраны такие показатели, которые всегда выявляются при эдемометрии и отражают состояние исследуемой среды в норме и при различных нарушениях.

Решение поставленной цели требовало определенной индикации, как избранных критериев, так и всех остальных процессов цифровой оценки. За норму всех четырех критериев оценки взяты возрастные показатели эдемометрии (их верхние пределы):

Таблица 3.

Возраст	МСД	ИПО	ИМЦД	ТД
20–30 лет	15	0,7	87	68
31–50 лет	9	0,5	92	86
51 год и старше	7	0,4	89	84

Уровень нормальных возрастных показателей избранных критериев занесен в схему-модуль, с ним сравнивают полученные при эдемометрии показатели. При таком сравнении определяют тип реакции микроциркуляции у обследуемого и заносят его в схему-модуль на соответствующую ему полосу (рис. 2).

Тип реакции определяют по указанным выше изменениям, обозначают римскими цифрами: I, II, III, IV и V. В цифровой оценке среды ставят тип реакции на первое место, перед конкретными показателями избранных критериев.

Индикацию изменений критериев осуществляют количеством единиц измерения (мм рт. ст. и едини-

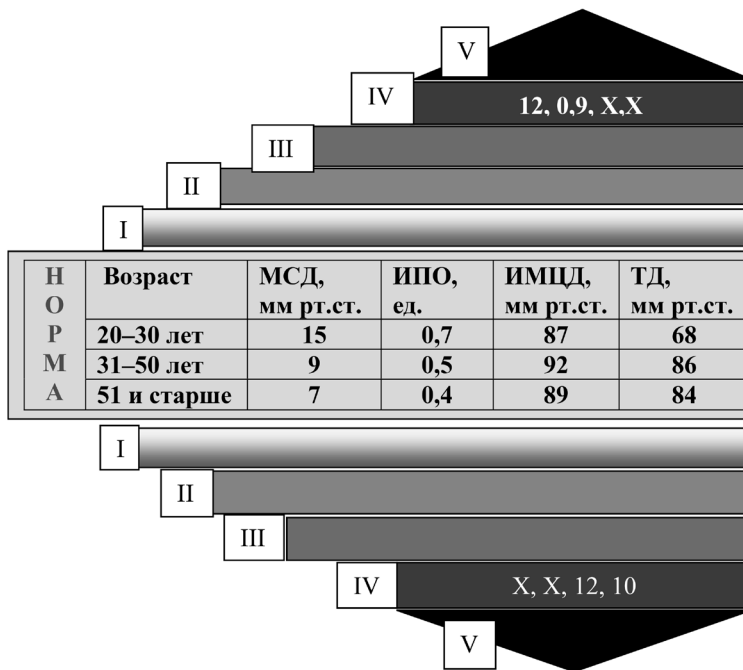


Рис. 2. «Схема-модуль цифровой оценки эдемометрии». Центральная полоса – возрастная норма. Верхние полосы – пять типов реакции с плюсом, нижние полосы – пять типов реакции с минусом (от нормы). (в четвертой полосе выше нормы отмечено 12, 0,9, X, X, а ниже нормы – X, X, 12, 10, острый панкреатит) знаком «X» отмечен показатель, уже занесенный в схему-модуль выше или ниже «нормы»

цы), на которые этот критерий оценки отличается от возрастной нормы. Количественное отличие от нормы со знаком «плюс» заносят в схему-модуль выше нормы в соответствующую полосу для типа реакции, а со знаком «минус» - в соответствующую типу реакции полосу схемы-модуля ниже нормы. В свободной печати и обиходе это обозначается так: на первом месте отмечается тип реакции среды, за ним отмечается МСД и на сколько единиц оно отличается от нормы (со знаком + или -), дальше отмечается изменение ИПО, ИМСД и ТД (со знаком + или -). Примером могут служить следующие показатели

I – 0, 0, 0, 0; что означает: первый тип реакции микроциркуляции,

МСД на пределе «нормы»,

ИПО, ИМСД и ТД – на пределе «нормы».

Эти показатели заносят в схему-модуль на первую полосу ниже или выше нормы.

Если этот показатель занесен в первую полосу ниже нормы, в виде 0,0,0,0, то в первой полосе выше нормы его отмечают ХХХХ. Знак «X» означает, что этот показатель критерия уже занесен на первую полосу ниже нормы.

Схема-модуль представляет собой учетную форму, в которой в центральной полосе приведены предельные нормальные показатели избранных четырех критериев (МСД, ИПО, ИМСД, ТД) в трех возрастных группах. Выше этой центральной полосы расположено пять полос для пяти типов реакции изучаемой среды с положительным результатом сравнения

с возрастной нормой, а ниже центральной полосы есть пять полос для внесения данных с минусовым результатом сравнения. С левой стороны схемы, в виде пяти ступенек берут начало пять полос для отражения типа реакции микроциркуляторной среды (рис. 2).

На рис. 2 приведен общий вид схемы-модуля, в которой отражают данные эдемометрии. Эти данные пациента с тяжелой клинической формой острого панкреатита (пациенту 42 года) приведены на рис.2 (12; 0,9, X, X).

Заполненная конкретными данными такая схема представляет медицинский документ, который может храниться в истории болезни пациента и дополняться новыми показателями и данными.

Таким образом, цифровая оценка состояния микроциркуляции предполагает:

- определение нормальных показателей (критериев) в 3-х возрастных группах здоровых людей;
- выполнение классической эдемометрии с турникетной пробой;
- сравнение полученных критериев оценки с возрастной нормой и определение типа реакции изучаемой среды;
- определение цифрового отклонения критериев оценки от нормы;
- цифровая индикация состояния микроциркуляторной среды;
- заполнение схемы-модуля цифровой оценки микроциркуляции;
- лечебно-организационные выводы из полученных данных.

### Примеры индикации.

Пациенту 39 лет:

Первый тип реакции. Все критерии оценки на высшем пределе нормы: МСД = 9 мм рт.ст. ИПО = 0,5; ИМЦД = 92; ТД = 86. В схему-модуль его следует внести в первую полосу ниже нормальных показателей с такими данными: 0, 0, 0, 0, а в первую полосу выше нормы – X, X, X, X.

Пациенту 55 лет:

II: +2, +0,1, 0, 0, что означает II тип реакции с МСД = 9, ИПО = 0,5; ИМЦД = 89 и ТД = 84 мм рт.ст. В схему-модуль его следует поместить во вторую полосу выше нормальных показателей с такими данными 2, 0, 1, 0, 0, что означает повышение МСД на 2 мм рт.ст. и ИПО – на 0,1 ед. при нормальном ИМЦД и ТД. Во второй полосе ниже нормы отмечают X, X, X, X.

Пациенту 28 лет:

III: – 3; -0,1; +6; + 4. Это документирует третий тип реакции со снижением МСД на 3 мм рт.ст., снижением ИПО на 0,1 ед. и повышением ИМЦД на 6 мм рт.ст. и ТД на 4 мм рт.ст. В схему-модуль его следует отнести в третью полосу ниже нормальных показателей в таком виде 3, 0,1, XX и в третью полосу выше «нормы» со знаками XX6,4. Приведенное отражает снижение гидратации тканей с повышением давления в них. Оно типично для нарушения микроциркуляции при заболеваниях с легким и средней тяжести течением патологического процесса (третий тип реакции).

Пациенту 32 года:

Цифровая оценка его микроциркуляции выглядит так: IV+15,+0,3, –6,–8; что означает четвертый тип реакции изучаемой среды, с увеличением МСД на 15 мм рт.ст., увеличением ИПО на 0,3 ед., наряду со снижением ИМЦД на 6 и ТД – на 8 мм рт.ст. Его можно поместить в схему-модуль выше полосы «нормы» на четвертую полосу со знаками IV 15, 0,3,XX и на четвертую полосу - ниже «нормы» со знаком IV XX6,8. Такой тип реакции имел место при тяжелом клиническом течении патологического процесса.

Пятый тип реакции не имеет заметных особенностей нарушения микроциркуляции. Сюда следует

включать все наблюдения, в которых эти нарушения не относятся к приведенным четырем типам реакции. С накоплением данных их можно в последующем подвергнуть анализу и обсуждению. Пятый тип нарушений микроциркуляции вносится в схему-модуль по установленным правилам с учетом возраста, типа реакции, количественной оценки нарушений, отрицательных или положительных сдвигов.

Цифровая оценка эдемометрических показателей микроциркуляции включает:

1. Определение нормального уровня показателей эдемометрии в зависимости от возраста.
2. Выполнение классической эдемометрии у обследуемого.
3. Выделение критериев оценки: МСД, ИПО, ИМЦД и ТД.
4. Сравнение данных эдемометрии с нормой и:
  - определение типа реакции среды
  - расчет разницы эдемометрических показателей от нормальных
  - цифровая индикация результатов эдемометрии с оценкой типа реакции среды, количественного сдвига МСД ИПО ИМЦД и ТД (по сравнению с нормой), положительного или отрицательного результата каждого критерия
  - внесение результатов цифровой оценки эдемометрии в схему-модуль
  - хранение заполненной схемы-модуля в истории болезни и внесение в нее новых данных.
  - использование результатов исследования в лечебном процессе

### Литература

1. Шотт А. В., Казушик В. Л., Карман А. Д. / Микроциркуляция – жизненная среда и система организма (экспериментально-клиническое исследование), моногр. – 2-е изд., доп. – Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2017. – 264 с.
2. Крупаткин А. И., Сидоров В. В. / Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. Руководство для врачей. – Медицина, 2005. – 254 с.

Поступила 22.11.2017 г.