

ЭДЕМОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДАВЛЕНИЯ МЕЖКЛЕТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОЙ СРЕДЫ

А.В. Шотт¹, В.Л. Казушич², А.Д. Карман³

¹ доктор медицинских наук, профессор, ^{2,3} кандидат медицинских наук, доцент
Белорусский государственный медицинский университет (Минск), Беларусь

Аннотация. В статье кратко описана суть разработанного авторами метода исследования микроциркуляции, который назван эдемометрией. При помощи этого метода у 82 пациентов изучено давление межклеточной жидкости при холецистите, панкреатите, после вливания в вену растворов глюкозы и электролитов, до и после еды и при терминальном состоянии. Выявлены изменения межклеточного давления в зависимости от заболевания и воздействия на организм. Полученные данные позволяют оценивать состояние микроциркуляторной среды в норме, при отдельных заболеваниях и воздействиях на организм и могут найти применение в условиях клиники для диагностики и лечения.

Ключевые слова: микроциркуляторная среда, компоненты среды, эдемометр, эдемометрия, давление межклеточной жидкости, холецистит, панкреатит, реакция на внутривенное вливание и на прием пищи, клиническое применение эдемометрии.

Обоснование исследования

В течение последних восьми лет мы изучаем проблему микроциркуляции, которая еще не получила широкого внедрения в клиническую практику. Последнее в определенной степени объясняется тем, что нет пока такого метода, который позволял бы изучать этот процесс у больных с различными заболеваниями просто, доступно и неинвазивно в динамике наблюдения и развития патологического процесса [3].

Микроциркуляция представляет собой функционирующее на артериолах, капиллярах, венах, артериоло-веноулярных анастомозах и лимфатических терминалах образование из генетически детерминированных клеток, нервных и соединительнотканых элементов, формирующих структуру и функции органа или ткани и обеспечивающих в них целенаправленное движение жидкости [1, 2, 4].

Из приведенного определения видно, что микроциркуляция представляет собой целенаправленное движение жидкости в органах и тканях, которое возможно только при наличии давления на нее. Отсюда родилась мысль о подходе к изучению микроциркуляции со стороны определения давления в этой среде, как движущей силы этого процесса.

Для этих целей был сконструирован, изготовлен и испытан в клинических условиях аппарат, названный эдемометром [5, 6]. Принцип работы эдемометра основан на выдавливании жидкости из изолированного объема ткани, в которой имеет место периферическое кровообращение за счет артериол, капилляров, венул, артериоловеноулярных анастомозов и лимфатических терминалов.

В процессе выполнения исследования на этот участок тканей действует давление в 100 мм рт. ст. Такое давление обеспечивает выдавливание жидкости из изолированного участка ткани с микроциркуляторным кровообращением. Выдавливание жидкости сопровождается уменьшением объема исследуемых тканей, что ведет к уменьшению исходного давления в системе измерения. Одновременно происходят:

1. сдавление изолированного участка ткани с микроциркуляторным кровообращением исходным давлением в 100 мм рт. ст.;
2. выдавливание жидкости из сдавленных тканей;
3. уменьшение объема сдавленных тканей;
4. снижение исходного давления, что определяется манометром аппарата.

В процессе исследования наступают такие моменты, когда давление в сдавленных тканях и в аппарате уравнивается, что визуализируется по манометру эдемометра. Такое уравнивание давления в тканях и аппарате демонстрирует определенный уровень давления в тканях и тем самым отражает состояние микроциркуляции в исследуемых тканях.

Получаемые в процессе исследования данные заносят каждые пять минут в карту эдемометрии, в результате чего появляется эдемометрограмма. Она отражает микроциркуляторное давление, как движущую силу потоков жидкости в соответствующих сосудах и тканях.

Эдемометрия представляет собой метод исследования давления в тканях с микроциркуляторным кровообращением. Она выполняется по строго определенной методике и представляет собой неинвазивный, простой, доступный и высокоинформативный способ изучения микроциркуляции [5, 6]. Эдемометрия выполнена нами у более тысячи пациентов (здоровых и больных) и в эксперименте на собаках с изучением микроциркуляции печени, поджелудочной железы, селезенки, большого сальника, прямой мышцы живота, легкого и уха правого предсердия. Эти исследования позволили определить показатели микроциркуляции в трех возрастных группах здоровых лиц, при остром аппендиците, остром холецистите, остром панкреатите, кишечной непроходимости, до и после еды, до и после вливания в вену глюкозы и электролитов, при алкогольном опьянении и

при терминальном состоянии. На основании полученных данных выведены нормы для трех возрастных групп, определены наиболее типичные изменения при отдельных заболеваниях и воздействиях на организм.

Вместе с тем, получены совершенно новые показатели микроциркуляции, потребовавшие своего названия и интерпретации. В обобщенном виде разработанный метод эдемометрии обладает следующими особенностями:

1. оценивает микроциркуляцию в интегральном плане;
2. позволяет, кроме всего, оценить степень гидратации тканей;
3. применим в клинических условиях для диагностики и лечения заболеваний и для оценки их патогенеза;
4. позволяет оценить эффективность отдельных лечебных мероприятий;
5. простота;
6. доступность;
7. информативность;
8. неинвазивность;
9. безопасность;
10. возможность повторяемости.

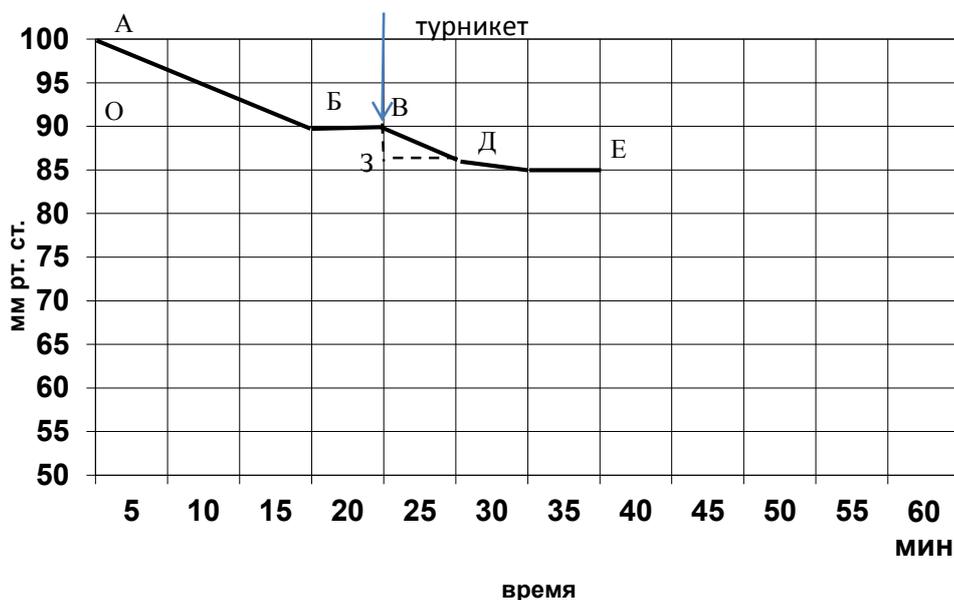


Рис. 1. Эдемометрограмма

На рисунке 1 приведена эдемометрограмма здорового мужчины 35 лет. Точкой А обозначено исходное давление в эдемометре. За 15 минут оно снизилось до точки Б, до 90 мм рт. ст. Такое снижение вызвано выдавливанием определенного количества жидкости, что вызвало снижение исходного давления на 10 мм рт. ст. Такое снижение давления от А до Б названо максимальным снижением давления (МСД), обусловленным выдавливанием из тканей свободной воды. Отрезок эдемометрограммы (ЭММГр) от точки Б до В в течение 5 минут оставался на одном уровне – он был равен 90 мм рт. ст. Это давление отражает интегральное давление в изучаемых тканях, обусловленное сосудами этой среды, тканевыми клеточными элементами и межклеточной жидкостью. Поэтому оно названо «интегральным» (общим).

В точке В на плечо исследуемой руки (аппарат фиксирован на складке тканей первого межпальцевого промежутка кисти) наложен на 2 минуты артериальный турникет, полностью блокирующий приток и отток в зоне измерения. После снятия турникета происходит дальнейшее снижение давления до точки Д – до уровня давления клеточных элементов сдавленных тканей. Таким образом, в эдемометрограмме выделены показатели:

1. максимальное снижение давления (МСД);
2. интегральное микроциркуляторное давление (ИМЦД);
3. тканевое (клеточное) давление (ТД).

Из этих (основных) показателей рассчитывают:

1. коэффициент интегрального микроциркуляторного давления (КИМЦД) – отношение ИМЦД к диастолическому артериальному давлению (ДАД);
2. индекс притока-оттока (ИПО) – отношение снижения давления от точки В до точки Д (З) ко времени снижения его от точки З до точки Д;
3. индекс гидратации (ИГ) – отношение МСД пациента к МСД здоровых людей данного возраста;
4. коэффициент тканевого давления (КТД) – отношение тканевого давления к интегральному микроциркуляторному давлению.

циркуляторному давлению.

По эдемометрическим показателям микроциркуляции можно оценить ее сосудистый и тканевой (клеточный) компоненты. Состояние сосудистого компонента микроциркуляции можно оценить по МСД, ИГ, ИПО. Тканевой компонент этой среды определяется по уровню тканевого давления и по коэффициенту тканевого давления (КТД). Остается без определенной трактовки и без оценки такой компонент микроциркуляции, как давление межклеточной жидкости.

Подробная оценка большого количества ЭММГр у здоровых лиц и у хирургических больных позволило выделить участок ЭММГр от точки В до точки Д (З) как показатель давления межклеточной жидкости. В таком случае эдемометрограмма, записанная с применением турникетной пробы в тканях первого межпальцевого промежутка кисти, включает (рисунок 1):

1. максимальное снижение давления (МСД), занимающее участок ЭММГр от исходной точки А до точки Б;
2. интегральное микроциркуляторное давление – участок ЭММГр от точки Б до точки В. Он отражает равновесие давления в аппарате и в исследуемых тканях;
3. давление межклеточной жидкости – участок ЭММГр от точки В до точки Д (З), оно равно разнице между ИМЦД и ТД;
4. клеточное (тканевое) давление в исследуемых тканях занимает участок ЭММГр от точки Д.

Если перечисленные выше показатели ЭММГр дополнить расчетом коэффициента интегрального микроциркуляторного давления, индексом гидратации (ИГ) и индексом притока-оттока, то в итоге исследования мы получаем полную характеристику микроциркуляторной среды, состоящей из трех основных компонентов: сосудистого, давления межклеточной жидкости и клеточного (тканевого) давления. В таком случае мы получаем возможность оценить состояние микроциркуляции у здоровых людей и при отдельных заболеваниях. В доступной нам литературе мы не нашли данных о состоянии межклеточного давления в норме и при отдельных заболеваниях.

Целью является изучение изменения межклеточного давления в микроциркуляторной среде в норме, при отдельных заболеваниях и при воздействиях на организм.

Материалы и методы

У 7 мужчин и 6 женщин в возрасте 30-50 лет записана эдемометрограмма складки тканей первого межпальцевого промежутка кисти с турникетной пробой. Это были практически здоровые люди, артериальное давление у них не поднималось выше 140 мм рт. ст. (систолическое) и не было ниже 120 мм рт. ст. Анализ эдемометрограммы у этих лиц позволил определить нормальный уровень давления межклеточной жидкости в возрастной группе 30-50 лет. В группу исследования вошло 82 пациента старше 30 лет. В этой группе преобладали женщины, у 15 из них был хронический калькулезный холецистит в стадии ремиссии, у 15 – флегмонозный и гангренозный калькулезный холецистит. Количество пациентов с острым панкреатитом, в терминальном состоянии и после воздействия на организм внутривенного вливания растворов и после приема пищи (таблица 1).

Таблица 1

Заболевания и воздействия на организм обследованных пациентов

№ п/п	Заболевания и воздействия	п Количество обследованных
1	Хронический калькулезный холецистит в стадии ремиссии	15
2	Острый флегмонозный и гангренозный калькулезный холецистит	15
3	Острый панкреатит (тяжелое течение)	16
4	Вливание в вену (капельно) растворов глюкозы и электролитов (1-2 литра): - до вливания, - после вливания.	13 13
5	Прием пищи: -до еды, -через один час, -через 4 часа после еды.	13 13 13
6	Терминальное состояние разного генеза	10
	Всего:	82

Группа обследованных включала пациентов с различными заболеваниями органов брюшной полости, терминальным состоянием разного генеза и тех, у кого изучено давление межклеточной жидкости после внутривенного введения растворов глюкозы и электролитов и оценено оно до и после еды. Эти данные позволили сравнить развивающиеся изменения межклеточного давления в норме, при заболеваниях и других воздействиях.

Эдемометрограммы обследованных пациентов подвергали тщательному анализу, из которого в данном сообщении проведена оценка только межклеточного давления. Оно определялось по отрезку ЭММГр от точки В до точки Д (или З) в миллиметрах ртутного столба и представляло собой снижение интегрального давления после снятия турникета до уровня тканевого (клеточного) давления. Данные по группам наблюдения подвергнуты статистической обработке с определением средней величины и ее ошибки. Эти данные позволили, кроме

того, оценить значение метода эдемометрии для выяснения сущности микроциркуляторной среды и для распознавания ее изменений в клинической практике.

Результаты и обсуждение

Полученные при исследовании данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Давление межклеточной жидкости у здоровых лиц,
при отдельных заболеваниях и воздействиях на организм в возрасте старше 30 лет**

№ п/п	Заболевания, воздействия	n	M ± m
1	Здоровые лица	13	7,5 ± 2,3
2	Хронический калькулезный холецистит в стадии ремиссии	15	9 ± 2,3
3	Острый флегмонозный и гангренозный калькулезный холецистит	15	5 ± 2,7
4	Острый панкреатит (тяжелое течение)	16	6,8 ± 1,6
5	Вливание в вену (капельно) растворов глюкозы и электролитов (1-2 литра): - до вливания, - после вливания.	13	6,1 ± 1,3
		12	4,2 ± 1,1
6	Прием пищи: -до еды, -через один час, -через 4 часа после еды.	12	2,4 ± 0,5
		13	1,5 ± 0,6
		13	2,5 ± 1,1
7	Терминальное состояние различного генеза	10	6,5 ± 2,0

Приведенные в таблице 2 данные демонстрируют несколько важных положений о микроциркуляторной среде. Прежде всего, это касается давления межклеточной жидкости у здоровых людей. Оно оказалось равным $7,5 \pm 2,3$ мм рт. ст., причем отклонения от средней величины составляли от 2 до 12 мм рт. ст. По данным эдемометрограммы оно занимает промежуточное положение кривой от уровня интегрального микроциркуляторного давления до уровня клеточного (тканевого). На языке физиологии оно проявлялось после выдавливания свободной воды из сдавленных тканей и двухминутного турникета, как раздражителя, вызвавшего блокаду притока и оттока и нарастающую гипоксию. Уровень межклеточного давления существенно ниже интегрального давления этой среды и тканевого (клеточного) давления.

Представляет интерес и изменение уровня межклеточного давления при тяжелых формах острого холецистита, которое было существенно ниже при флегмонозном и гангренозном холецистите ($5 \pm 2,7$), в то время, как при хроническом калькулезном холецистите в стадии ремиссии оно было $9 \pm 2,3$ мм рт. ст. (выше нормы). Это давление проявляло тенденцию к снижению и после вливания в вену растворов глюкозы и электролитов и было наиболее низким до приема пищи и снижалось до $1,5 \pm 0,6$ мм рт. ст. через один час после еды. Одновременно выявлено малое изменение межклеточного давления при тяжелом течении острого панкреатита ($6,8 \pm 1,6$) и, что особенно неожиданно, у пациентов в терминальном состоянии ($6,5 \pm 2,0$) мм рт. ст. Пока трудно объяснить приведенное снижение межклеточного давления при тяжелом течении патологического процесса, но это остается особенностью микроциркуляторной среды. Эта особенность проявилась и после вливания в вену растворов глюкозы или электролитов, когда дополнительно введенная в организм вода снижала межклеточное давление с $6,1 \pm 1,3$ до $4,2 \pm 1,1$ мм рт. ст. Выявленное явление требует, несомненно, специального исследования.

Из полученных данных необходимо подчеркнуть возможности метода эдемометрии в изучении микроциркуляции. Определение при помощи этого метода уровня межклеточного давления позволяет оценивать все три компонента микроциркуляторной среды: сосудистый, межклеточной жидкости и клеточного давления. Это позволяет не просто оценить каждый компонент, но и выявить особенности изменения в этой среде при различных процессах и воздействиях на организм. В этом определяется клиническая значимость метода эдемометрии, расширяющего наши возможности в диагностике и лечении. Не в этом ли кроется одно из преимуществ метода эдемометрии перед уже известными?

Выводы

1. Метод эдемометрии позволяет определить давление межклеточной жидкости в микроциркуляторной среде в норме, при отдельных заболеваниях и воздействиях на организм.
2. Определение межклеточного давления в микроциркуляторной среде, наряду с определением в ней сосудистого и клеточного компонентов, позволяет более полно оценить состояние этой среды в норме и при заболеваниях.
3. Выявлено не совсем пока объяснимое явление снижения межклеточного давления при тяжелых формах заболевания и после введения в вену более 1 литра раствора глюкозы или электролитов.
4. Раскрыто диагностическое значение метода эдемометрии в оценке состояния микроциркуляторной среды, что обосновывает возможность внедрения его в клиническую практику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куприянов, В. В. Микроциркуляторное русло / В. В. Куприянов, Я. Л. Караганов, В. И. Козлов. – М. : Медицина, 1975. – 216 с.

2. Мchedlishvili, G. I. Микроциркуляция крови (общие закономерности регулирования и нарушений) / Г. И. Мchedlishvili; АН СССР, АН Грузинской ССР, Ин-т физиологии им. И. С. Бериташвили; отв. ред. С. И. Теплов. – Л. : Наука, 1989. – 296 с.
3. Поленов, С. А. Основы микроциркуляции / С. А. Поленов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция, 2008. – № 1. – С. 5–19.
4. Чернух, А. М. Микроциркуляция / А. М. Чернух, П. Н. Александров, О. В. Алексеев; под общ. ред. А. М. Чернуха. – Изд. 2-е. – М. : Медицина, 1984. – 429 с.
5. Шотт, А. В. Микроциркуляторная среда или жизнь, как она есть / А. В. Шотт и др. // Здоровоохранение, 2015. – № 3. – С. 35–39.
6. Шотт, А. В. Эдемметрия / А. В. Шотт и др. // Здоровоохранение. – № 10, 2008. – С. 20–23.

Материал поступил в редакцию 23.11.15.

EDEMOMETRY ASSESSMENT OF SUBCUTANEOUS WATER PRESSURE OF MICROCIRCULATORY AREA

A.V. Shott¹, V.L. Kazushchik², A.D. Karman³

¹ Doctor of Medicine, Professor, ^{2,3} Candidate of Medicine, Associate Professor
Belarusian State Medical University (Minsk), Belarus

Abstract. *The article describes briefly the nature of edemometry – the microcirculation study method developed by the authors. Subcutaneous water pressure at cholecystitis, pancreatitis, after intravenous infusion of glucose and electrolyte solutions, before and after the meal and at terminal state in 82 patients was studied using this method. The changes of subcutaneous water pressure depending on the disease and influence on the organism are revealed. The received data allows evaluating the microcirculatory medium state at normal state, at certain diseases, influence on the organism, and can be used in clinics for diagnosis and treatment.*

Keywords: *microcirculatory medium, medium elements, edemometer, edemometry, subcutaneous water pressure, cholecystitis, pancreatitis, response for intravenous infusion and meal, clinical use of edemometry.*