

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

## ВЛИЯНИЕ ГЕРМЕТИЗМА СИСТЕМЫ ЭДЕМОМЕТРИИ НА ЕЕ ПОКАЗАТЕЛИ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

*Цель исследования: определить влияние герметизма системы эдемометрии на ее показатели.*

*У 40 здоровых людей молодого возраста (20–30 лет) изучено влияние герметизма системы измерения на эдемометрические показатели. Для этого в первой и второй группах определяли исходное микроциркуляторное давление на этапах эдемометрии и сравнивали его с аналогичными показателями после разгерметизации системы эдемометрии. В третьей и четвертой группах исследований изучили показатели эдемометрии при дренировании пространства между сдавленными тканями и браншами эдемометра с целью предупреждения герметизма в системе. Эти данные оценивали с позиции влияния герметизма системы эдемометрии на ее показатели. Они позволили определить значение герметизма системы в достоверности эдемометрических показателей.*

*Установлено, что герметизм системы эдемометрии является неотъемлемой частью метода, он влияет на уровень эдемометрических показателей и на их достоверность. Причем, такое влияние выражено в большей степени в начале эдемометрии и снижается к концу исследования.*

*Определено влияние герметизма системы измерения на показатели эдемометрии. Раскрыты дополнительные механизмы (герметизм) метода эдемометрии.*

**Ключевые слова:** эдемометр, эдемометрия, микроциркуляция, давление, герметизм, система измерения давления, разгерметизация.

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

## THE INFLUENCE OF HERMETICISM SYSTEM EDEMOMETRY ON ITS PERFORMANCE

*The aim of the study was to Determine the influence of Hermeticism system edemometry on its performance.*

*In 40 healthy young subjects (20–30 years) the influence of hermeticism of the measurement system on edemometrical indicators. In the first and second groups were determined by initial microvascular pressure phases edemometry and compared it with similar indicators after depressurization system edemometry. In the third and fourth groups of studies have examined indicators of edemometry at drainage space between the flattened fabrics and the jaws of edemometer to prevent hermetic in the system. These data were evaluated from the position of influence of the hermetic system of edemometry on its performance. They allowed to determine the value of hermeticism system reliability edemometrical indicators.*

*It is established that the hermetic system of edemometry is an integral part of the method, it affects the level edemometrical performance and on their reliability. Moreover, such influence is more pronounced at the beginning of edemometry and decreases to the end of the study.*

*The influence of the hermetic system of measurement indicators of edemometry. Revealed additional mechanisms (hermetic) method of edemometry.*

**Keywords:** edemometer, edemometry, microcirculation, pressure, hermeticism, pressure measurement system, depressurization.

При изучении микроциркуляции нами сконструирован аппарат – эдемометр [4] и разработана к нему адекватная методика исследования, названная эдемометрией [2, 5]. При применении эдемометрии в клинике и эксперименте [1, 6] выявлено 12 функциональных показателей, которые определяют состояние микроциркуляции в норме и при заболеваниях. К ним относятся: максимальное снижение дав-

ления (МСД, интервал эдемометрограммы (ЭММГр) АБ, рис. 1), продолжительность снижения давления (ПСД, интервал ЭММГр ОБ), скорость снижения давления (ССД – отношение МСД к ПСД), индекс гидратации (ИГ – отношение МСД исследуемого к МСД здоровых людей адекватного возраста), интегральное микроциркуляторное давление (ИМЦД – интервал ЭММГр БВ), коэффициент ИМЦД – отношение БВ

## Оригинальные научные публикации



Рис. 1. Эдемометрограмма здорового мужчины 22 лет.  
Пояснение в тексте

к диастолическому артериальному давлению, индекс притока-оттока (ИПО – отношение ВЗ к ЗД эдемометрограммы), снижение давления после ИМЦД (СдПИМЦД, интервал ВД), продолжительность снижения давления после ИМЦД (ПДСдИМЦД, интервал ЗД), тканевое давление (ТД – интервал ДЕ) и коэффициент тканевого давления (КТД – отношение ТД к ИМЦД, ДЕ/БВ) (рис. 1).

Выявляемые при эдемометрии показатели определяют функциональное состояние микроциркуляторной среды простым, доступным и неинвазивным методом исследования. В настоящее время этот метод исследования начал применяться в клинической практике, там где другие методы исследования [3] не позволяют так достоверно и просто определить функциональное состояние этой системы организма.

В этой проблеме еще недостаточно определены механизмы эдемометрии. В эксперименте изучено влияние выдавливания воды из сдавленных тканей [1] на показатели эдемометрии. Многочисленными исследованиями установлено значение прогрессирующего снижения давления в системе эдемометрии от 100 до 50–70 мм рт. ст. и лишь только упоминается о влиянии герметизма системы на показатели эдемометрии. Не изучено влияние герметизма системы эдемометрии на ее показатели. Это явилось основанием для специального изучения герметизма и его значения в эдемометрии.

### Материал и методы

У 40 здоровых лиц молодого возраста изучено влияние герметизма системы эдемометрии на показатели микроциркуляции. В первой группе исследуемых было 10 здоровых людей в возрасте 22–31 года, средний возраст составил  $23,9 \pm 2,08$  года. Мужчин было 7, женщин – 3. У них выполняли обычную эдемометрию тканей первого межпальцевого промежутка кисти. В точке В эдемометрограммы прекращали эдемометрию и регистрировали давление в микроциркуляторной среде по показаниям манометра – оно было исходным и интегральным. Далее, выполняли разгерметизацию системы измерения и регистрировали давление в той же среде после разгерметизации. Обычным вычитанием последнего из исходного давления определяли разницу, документирующую влияние герметизма системы измерения на показатели микроциркуляции. Значение «разницы» со знаком (+) документировало отрицательное влияние на микроциркуляторное давление, а со знаком минус (–) – положительное.

Разгерметизацию выполняли осторожным отделением (тонким миниатюрным шпателем) исследуемых

тканей от площадки подвижной branши эдемометра. При этом система измерения сообщалась с внешней средой, устранялся герметизм при сохранении всей исходной системы эдемометрии: сдавление тканей, действие давления эдемометра, соприкосновение branш эдемометра с исследуемой тканью.

Наблюдениями в этой группе опытов мы оценили влияние герметизма системы измерения на показатели микроциркуляции при разгерметизации системы эдемометрии на этапе исследования в точке В эдемометрограммы. Полученные данные стали основой для дальнейшего исследования влияния герметизма системы на показатели эдемометрии.

Во второй группе наблюдений было 10 молодых здоровых людей. Их возраст колебался от 20 до 28 лет и в среднем составлял  $23,4 \pm 2,28$  года, мужчин было в этой группе 5, женщин – 5. У них выполняли полную эдемометрию тканей первого межпальцевого промежутка кисти от точки А до точки Е эдемометрограммы с компрессионной пробой. В точке Е эдемометрию прекращали, регистрировали исходное давление по показаниям манометра и выполняли разгерметизацию системы эдемометрии путем отделения (шпателем) исследуемых тканей от площадки подвижной branши эдемометра. После разгерметизации системы регистрировали давление по манометру и рассчитывали разницу между исходными и последними показателями давления.

Исследования во второй группе наблюдений позволили выяснить, как сказывается эффект разгерметизации системы измерения на заключительном этапе эдемометрии (в точке Е). Этими данными оценили значение герметизации и прогрессирующего снижения давления в системе эдемометрии.

В третьей группе исследований было 10 здоровых людей в возрасте от 21 до 25 лет. Средний возраст у них составил  $24,3 \pm 4,9$  лет, женщин было 6, мужчин – 4.

У исследуемых выполняли полную (классическую) эдемометрию от точки А до точки Е с компрессионной пробой. Особенностью этих исследований было выполнение эдемометрии без влияния на нее герметизма. Исключение влияния герметизма на эдемометрию достигали путем дренирования пространства между эластической мембраной неподвижной branши эдемометра и сдавленными тканями кисти. Дренирование осуществляли оставлением дренажа – прокладки между сдавленными тканями и неподвижной branшей эдемометра (дренаж из 6-ти слоев медицинской марли). Таким приемом исключали образование герметизма в системе эдемометрии и все исследование выполняли без влияния герметизма. В этом исследовании определяли значения МСД, ИМЦД, ТД и сравнили их с аналогичными показателями у людей, у которых эдемометрия выполнялась без дренирования системы.

В этих наблюдениях мы смогли оценить возможность эдемометрии без воздействия на нее герметизма. В таком случае можно было ответить на вопрос о целесообразности сохранения герметизма системы при выполнении эдемометрии. Эти наблюдения дополняли результаты исследования в первой и во второй группах.

Четвертая группа исследований включала 10 здоровых людей в возрасте от 20 до 44 лет. Средний возраст составил  $27,4 \pm 6,6$  лет. Мужчин было 6, женщин – 4. У них выполняли полную классическую эдемометрию от точки А до точки Е с компрессионной пробой. Исследование выполняли с устранением герметизма системы эдемометрии путем дренирования марлевыми прокладками пространства между эластической мембраной неподвижной бранши и сдавленными тканями кисти. Вторую такую прокладку – дренаж, помещали между сдавленными тканями кисти и площадкой подвижной бранши эдемометра. В этих наблюдениях оба пространства системы эдемометрии дренировали с целью более полного исключения возможности образования герметизма. Они служили основанием для определения влияния герметизма на показатели эдемометрии. В этих исследованиях определяли МСД, ИМЦД, ТД при двойном дренировании системы и сравнили их с дренированием одного пространства. Полученные в четырех группах исследований данные в последующем оценили с позиции влияния герметизма на показатели эдемометрии.

### Результаты и обсуждение

В связи с особенностями исследований в каждой группе наблюдений анализ результатов целесообразно провести по каждой группе отдельно.

В первой группе исследований при выполнении эдемометрии уровни давления определяли в точке В эдемометрограммы. При этом выявлены следующие результаты:

- микроциркуляторное давление в точке В, до разгерметизации системы, было  $88,1 \pm 4,8$  мм рт. ст.;
- давление в этой же точке после разгерметизации системы стало  $83,6 \pm 6,8$  мм рт. ст.;
- разница давления после разгерметизации системы, по сравнению с исходным, составила  $4,5 \pm 2,1$  мм рт. ст. (со знаком минус).

Таким образом, после разгерметизации системы давление снизилось на 4,5 мм рт. ст. Это снижение было со знаком минус и означало, что герметизация системы эдемометрии повысила ИМЦД на 4,5 мм рт. ст. Общая оценка исследований первой группы позволяет сделать следующие выводы:

- эдемометрия сопровождается герметизмом системы измерения;
- этот герметизм повышает ИМЦД в точке В эдемометрограммы на 4,5 мм рт. ст.;
- герметизм системы эдемометрии является неотъемлемой частью этого метода;
- выявлен еще один действующий фактор эдемометрии, который вместе с прогрессивно снижающимся давлением и выдавливанием жидкости из исследуемых тканей составляет внутреннюю сущность метода исследования микроциркуляции.

Во второй группе исследований определение давления до и после разгерметизации системы выполняли в точке Е эдемометрограммы, т. е. после окончания эдемометрии. Изучаемые показатели у исследуемых были следующими:

- тканевое давление в точке Е до разгерметизации (исходное) было  $81,9 \pm 4,08$  мм рт. ст.;

- тканевое давление в точке Е эдемометрограммы после разгерметизации системы эдемометрии стало  $79,1 \pm 3,52$  мм рт. ст.;

- разница уровня давления в точке Е после разгерметизации составила  $2,8 \pm 0,84$  мм рт. ст. со знаком минус (–).

Наблюдения второй группы обнаружили следующие данные:

- герметизм системы эдемометрии сохраняется на всем протяжении исследования от точки А до точки Е;
- герметизм в точке В составляет  $4,5 \pm 2,1$ , что заметно выше, чем в точке Е эдемометрограммы ( $2,8 \pm 0,84$  мм рт. ст.);
- герметизм системы эдемометрии выражен в начале значительно больше, чем на завершающем этапе исследования;
- изменение герметизма системы измерения происходит параллельно со снижением давления в ней и выдавливанием жидкости из сдавленных эдемометром тканей.

Однонаправленное изменение функциональных показателей эдемометрии подчеркивает особенность самого метода исследования. Из этого возникла необходимость более убедительного доказательства влияния герметизма системы измерения на давление в среде микроциркуляции во время эдемометрии. Для этого в третьей группе исследований проведено изучение показателей эдемометрии при дренировании пространства между эластической мембраной неподвижной бранши и тканями первого межпальцевого промежутка кисти.

В таких условиях выполняли полную классическую эдемометрию с компрессионной пробой и оценкой давления в точках А, Б, В, Д и Е в условиях дренирования среды измерения (и профилактики формирования герметизма). В качестве дренажа использовали 6 слоев медицинской марли при сохранении всей основной сущности метода эдемометрии. В этой группе исследований было 10 молодых людей. Средний возраст их составил  $24,3 \pm 4,9$  лет. При выполнении эдемометрии у них особое внимание обращали на уровень давления в точках А, Б, В, Д и Е эдемометрограммы. Показатели эдемометрии у них были следующими:

МСД –  $15,3 \pm 4,9$  мм рт. ст.;

ИМЦД –  $84,7 \pm 4,9$  мм рт. ст.;

ТД –  $75,8 \pm 5,05$  мм рт.ст.

Сравнением этих данных с показателями у здоровых людей 20–30 летнего возраста выявлено только существенное увеличение тканевого давления, которое у здоровых людей было 67,7, а при дренировании системы эдемометрии оно стало 75,8 мм рт. ст. Выявлено существенное увеличение тканевого давления в условиях дренирования одного пространства (на 8,1 мм рт. ст.). ИМЦД у наблюдаемых до дренирования было 86,5, а после дренирования снизилось до 84,7 мм рт. ст. Разница составила лишь 1,8 мм рт. ст. МСД после дренирования стало 15,3 мм рт. ст., а до этого оно было у здоровых людей 14,8 мм рт. ст. Эффект дренирования среды эдемометрии сказался только на увеличении тканевого давления (на 8,1 мм рт. ст.) и на небольшом снижении ИМЦД (на 1,8 мм рт. ст.). Полученные данные позволяют сделать предвари-

## Оригинальные научные публикации

тельный вывод о том, что неполное дренирование среды эдемометрии только частично повлияло на герметизм среды и проявилось существенным увеличением тканевого давления. Подробный анализ результатов дренирования системы эдемометрии целесообразно будет провести с учетом итогов 4-ой группы наблюдений, в которых дренировали оба пространства (неподвижной и подвижной branш эдемометра).

В четвертой группе наблюдений изучены эдемометрические показатели при дренировании пространства между эластической мембраной и сдавленными эдемометром тканями и дренированием пространства между сдавленными тканями и площадкой подвижной branши аппарата. Это было полное (двойное) дренирование системы эдемометрии с оценкой ее показателей: МСД, ИМЦД, ТД в условиях, исключающих формирование герметизма. В этой группе было колебание возраста от 20 до 44 лет, средний возраст  $27,4 \pm 6,64$  лет. Из них было 4 женщины и 6 мужчин. Эдемометрические показатели у них были следующими:

МСД –  $22,7 \pm 5,5$  мм рт. ст.;

ИМЦД –  $76,8 \pm 5,24$  мм рт. ст.;

ТД –  $69,7 \pm 6,24$  мм рт. ст.

При сравнении этих данных с показателями эдемометрии у лиц 20–30 летнего возраста выявлено увеличение МСД с 14,8 до 22,7 мм рт. ст., снижение ИМЦД с 86,5 до 76,8 мм рт. ст. и небольшое повышение тканевого давления с 67,7 до 69,7 мм рт. ст. В таблице приведено сравнение показателей системы эдемометрии при однократном ее дренировании и двукратном.

Таблица. Сравнительные данные изменения отдельных показателей эдемометрии при однократном и двукратном дренировании аппарата

№ п/п	Название показателя	Единицы измерения	M ± m	
			однократное дренирование	двукратное дренирование
1	МСД	мм рт. ст.	$15,3 \pm 4,9$	$22,7 \pm 5,5$
2	ИМЦД	мм рт. ст.	$84,7 \pm 4,9$	$76,8 \pm 5,24$
3	ТД	мм рт. ст.	$75,8 \pm 5,05$	$69,7 \pm 6,24$

Из приведенной таблицы видно, что при двойном дренировании системы эдемометрии изменения ее показателей были более выражены. Они проявились увеличением МСД, снижением ИМЦД и ТД. При однократном дренировании этой системы имело место только увеличение тканевого давления (до 75,8 с 67,7 мм рт. ст.).

Таким образом, однократное дренирование системы эдемометрии вызвало только изменение одного показателя. Двукратное дренирование системы вызвало изменение всех трех показателей, причем эти изменения были более глубокими (2–10 мм рт. ст.). Приведенные данные демонстрируют влияние герметизма системы на показатели не только ИМЦД и ТД, но и на гидратацию тканей. В данном случае, предупреждение герметизма системы эдемометрии методом дренирования ее (одно- и двукратным) вызвало существенные изменения главных ее показателей: МСД, ИМЦД и ТД.

Целенаправленным исследованием подтверждено положение о влиянии герметизма системы эдемо-

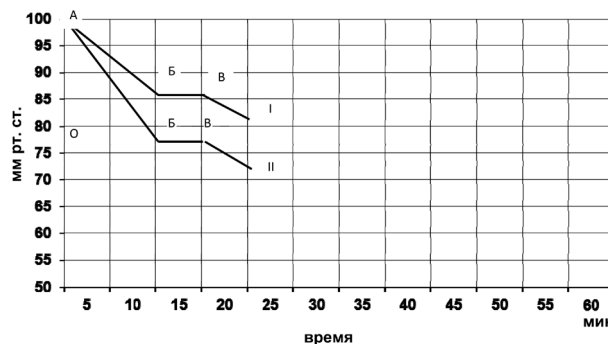


Рис. 2. Вид эдемометрограммы здорового человека 23 лет с сохранением герметизма системы (I) и 27-летнего мужчины без обеспечения герметизма (II). (График отражает средние величины нормы и 4-й группы наблюдений)

метрии на ее показатели. Это положение подтверждено методом разгерметизации системы эдемометрии и методом предупреждения формирования герметизма за счет дренирования пространства эдемометрии в зоне сдавленных тканей. Установлено, что герметизм системы эдемометрии повышает ИМЦД на 4,5 мм рт. ст., причем его влияние на давление в системе выражено в большей степени в начале выполнения исследования и заметно уменьшается к концу сеанса эдемометрии (с 4,5 до 2,8 мм рт. ст.). Полученные данные демонстрируют необходимость выполнения эдемометрии при обеспечении герметизма аппарата и всего исследования, от точки А до точки Е. Герметизм системы эдемометрии влияет не только на давление в этой системе, он одинаково влияет и на другие показатели этого метода. В частности, он влияет и на максимальное снижение давления, т. е. на степень гидратации тканей. На рис. 2 приведены две эдемометрограммы у здоровых людей при соблюдении герметизма системы и при ее профилактике методом дренирования тканевого компонента эдемометра.

### Выводы

1. Герметизм системы эдемометрии является неотъемлемой частью метода исследования. Он обеспечивается пробой на герметизм аппарата и выполнением самого исследования с соблюдением его требований.

2. Герметизм системы эдемометрии влияет на уровень давления в изучаемой среде и на степень гидратации изучаемых тканей.

3. Герметизм системы эдемометрии является одним из составляющих механизма самого метода. Его обеспечение во время исследования гарантирует достоверность данных о состоянии микроциркуляции в это время и в этом месте.

### Литература

1. Казущик, В. Л., Альнафа М. Н., Макаревич Ж. А., Бутько Л. В. Экспериментальная оценка эдемометра и эдемометрии; сб. «БГМУ в авангарде медицинской науки и практики». – Минск, 2015. – Вып. V. – С. 61–64.
2. Казущик, В. Л., Карман А. Д. Эдемометрия – новый метод изучения микроциркуляции // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2016. – Т. 15, № 4. – С. 102–108.

---

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

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

## Оригинальные научные публикации

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

6. *Шотт, А. В., Казущик В. Л., Карман А. Д., Василевич А. П.* Микроциркуляция – жизненная среда и система организма (экспериментально-клиническое исследование): моногр. – Минск: Красико-Принт, 2016. – 184 с.

*Поступила 20.12.2016 г.*