

ISSN 2225-6016

ВЕСТНИК

*Смоленской государственной
медицинской академии*

Том 15, №4

2016



УДК 616.16:612.13:616-073

ЭДЕМОМЕТРИЯ – НОВЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ

© **Казущик В.Л., Карман А.Д.**

Белорусский государственный медицинский университет, Республика Беларусь, 220116, Минск, пр-т Дзержинского, 83

Резюме: целью исследования явилась разработка метода исследования микроциркуляции, позволяющего выявлять функциональные изменения в этой среде у здоровых людей, при отдельных заболеваниях и воздействиях на организм. Для этого предложен аппарат эдемометр и метод эдемометрии. Принципиальными отличиями эдемометрии от известных методов являются: определение физиологических (функциональных) показателей микроциркуляции; определение в микроциркуляторной среде уровня давления и степени гидратации тканей; интегральная оценка выявленных показателей и возможность внедрения метода в клиническую практику. Эдемометрией выявлены некоторые, ранее неизвестные теоретические положения микроциркуляции (система, три компонента микроциркуляторной среды, функциональная блокада клеток и др.). Преимуществами метода являются: неинвазивность, простота выполнения, дешевизна, высокая информативность, возможность клинического применения. Результаты: разработана простая и высокоинформативная методика исследования микроциркуляции, внедрение которой в клиническую практику позволит улучшить диагностику и лечение заболеваний, а это, в свою очередь, будет способствовать дальнейшему совершенствованию эдемометрии. Выводы: эдемометрия отражает наше проникновение в физиологические процессы микроциркуляции и создает возможность влиять на эту жизненно важную систему и жизненную среду организма; целесообразно внедрение в клиническую практику метода эдемометрии для улучшения диагностики и лечения многих заболеваний и создания условий для ее дальнейшего изучения и совершенствования.

Ключевые слова: эдемометр, эдемометрия, микроциркуляторная система, микроциркуляторная среда, гидратация тканей

EDEMOMETRIYA LIKE A NEW METHOD FOR MICROCIRCULATION STUDY

Kazushchik V.L., Karman A.D.

Belarusian State Medical University, Republic of Belarus, 220116, Minsk, Dzerzhinsky Av., 83

Summary: the purpose of the study was to develop a method of investigation of microcirculation, enabling the identification of functional changes in this environment in healthy people, certain diseases and effects on the body. For this purpose the apparatus (edemometer) and method (edemometriya). Fundamental differences of edemometriya from the known methods are: to determine the physiological (functional) parameters of microcirculation; the definition in the microcirculatory environment pressure level and the extent of hydration of the tissues; integrated assessment of the identified indicators and the possibility of introducing the method into clinical practice. Edemometriya revealed some previously unknown theoretical principles of microcirculation (system, three components of the microcirculatory environment, functional blockade of cells, etc.). Advantages of this method are: non-invasiveness, ease of implementation, low cost, high information content, the possibility of clinical application. Results: the simple and highly informative method of investigation of microcirculation, the introduction of which into clinical practice will improve the diagnosis and treatment of diseases, and this, in turn, will contribute to further improvement of edemometriya. Conclusions: edemometriya reflects our penetration in the physiological processes of microcirculation and creates an opportunity to influence this vital system and the living environment of an organism; is it reasonable to implement in clinical practice the method of edemometriya to improve the diagnosis and treatment of many diseases, and create conditions for its further study and improvement.

Key words: edemometer, edemometriya, microcirculatory system, microcirculatory environment, hydration of tissues

Введение

После международной конференции по микроциркуляции в Гальвестоне (1954 г., США) началось интенсивное изучение этой проблемы, которое пошло по пути исследования морфологических

данных [3-5, 13, 14] и внедрения ультразвуковой и лазерной доплеровской флоуметрии [2]. Первые успехи в полученной информации и в клинической практике вскоре сменились критическим отношением к этим методам, определяющим только морфологические изменения в тканях и органах. Для клинических целей и для изучения проблемы не хватало функциональных показателей микроциркуляторной среды. Без этих, функциональных, показателей невозможно было раскрыть сущность этой системы и внедрить ее положения в клиническую практику. Такой краткий исторический экскурс привел нас к тому, что без раскрытия физиологии микроциркуляторной среды невозможно ее использование в клинических целях и для научной разработки проблемы. Все это и определило направление и цель исследования: разработка метода исследования микроциркуляции, позволяющего выявлять функциональные изменения в этой среде у здоровых людей, при отдельных заболеваниях и воздействиях на организм.

Методика

Исследование включало несколько этапов. На первом этапе разработана конструкция аппарата для исследования микроциркуляторной среды [6], позволяющего определять давление в микроциркуляторной среде и степень ее гидратации.

Второй этап исследования включал разработку метода определения аппаратом (эдемометром) таких функциональных показателей, как давление в среде при разных условиях и степень гидратации микроциркуляторной среды при различном давлении. В этом случае речь шла о разработке метода эдемометрии [7], соответствующего конструкции эдемометра и его возможностям.

Третий этап исследования включал экспериментальную проверку принципа работы эдемометра [1]. При этом в острых опытах на десяти собаках были изучены эдемометрические показатели печени, селезенки, поджелудочной железы, большого сальника, прямой мышцы живота, легкого и уха правого предсердия. Во время этих опытов определили эдемометрические показатели внутренних органов и подтвердили мнение о том, что в основе эдемометрии лежит выдавливание жидкости браншами эдемометра.

Четвертый этап исследования был посвящен подбору микроциркуляторной среды для исследования [8]. Этим подбором определили три среды для выполнения эдемометрии: первый межпальцевой промежуток кисти, мочка уха и подмышечно-плечевая складка. Эти места содержат микроциркуляторную среду, здесь всегда можно наложить бранши эдемометра и получить необходимые данные о состоянии микроциркуляции. При исследовании на тканях складки первого межпальцевого промежутка кисти применяется жгутовая проба, которая позволяет получить все показатели эдемометрии. При исследовании микроциркуляции на мочке уха и на подмышечно-плечевой складке нельзя применить турникетную пробу, в связи с чем, при этом определении не выявляются: ИПО, ДМКЖ, ТД, КТД и КВЖ.

На пятом этапе исследования была усовершенствована методика эдемометрии, требующая выполнения основных условий для достоверности получаемых данных [9, 11].

На заключительном этапе исследования разработанная методика эдемометрии апробирована у здоровых людей, при различных заболеваниях, при приеме пищи, при вливании в вену растворов электролитов и глюкозы, при физической нагрузке и т.д. [8, 10]. Неинвазивность метода позволила на данном этапе усовершенствовать его и определить значение эдемометрии для исследования состояния микроциркуляции. Всего выполнено более одной тысячи исследований.

Результаты исследования

Эдемометр представляет собой аппарат для изучения микроциркуляции. На рис.1 приведен общий вид эдемометра.

Основными его деталями являются бранши и манометр. Бранша является подвижной за счет крепления ее на винте. За счет ее подвижности создается возможность обеспечения исходного давления в системе измерения. Бранша является неподвижной, на ее торце размещена эластическая мембрана, создающая герметичность воздушной камеры бранши и ее сообщение при помощи коммуникаций с манометром, регистрирующим давление в мм рт. ст. Перед наложением аппарата проверяют его на герметичность (обязательное условие). Бранши эдемометра накладывают на складку тканей первого межпальцевого промежутка кисти, подвижной браншей и дополнительным введением воздуха в систему при помощи шприца через отвод создают исходное

давление в 100 мм рт. ст. и осуществляют эдемометрию путем наблюдения за уровнем падающего давления в системе каждые 5 минут. Во время эдемометрии происходят следующие процессы: 1) Под влиянием избыточного давления в системе из сдавленных браншами аппарата тканей выдавливается жидкость; 2) Выдавливание жидкости из сдавленных тканей сопровождается уменьшением их исходного объема; 3) Уменьшение объема тканей ведет к снижению давления в герметичной системе; 4) Снижение давления в герметичной системе непрерывно отслеживается манометром во временном интервале; 5) На фоне снижения давления появляются кратковременные паузы, отражающие уровень давления и гидратации; 6) Еще лучше эти показатели определяются по изменению направления эдемометрограммы: угол ОАБ отражает максимальное снижение давления, угол АБВ – интегральное микроциркуляторное давление, угол БВД – давление межклеточной жидкости и угол ВДЕ – тканевое давление; 7) эдемометрограмма (рис. 2) представляет собой карту эдемометрии, в которой кроме паспортных данных исследуемого на вертикали графика отмечается уровень давления, а на горизонтали – время каждые 5 мин.; 8) Эдемометрия позволяет оценить состояние микроциркуляции по уровню давления и по степени гидратации тканей, по мере выдавливания жидкости в герметичной системе.

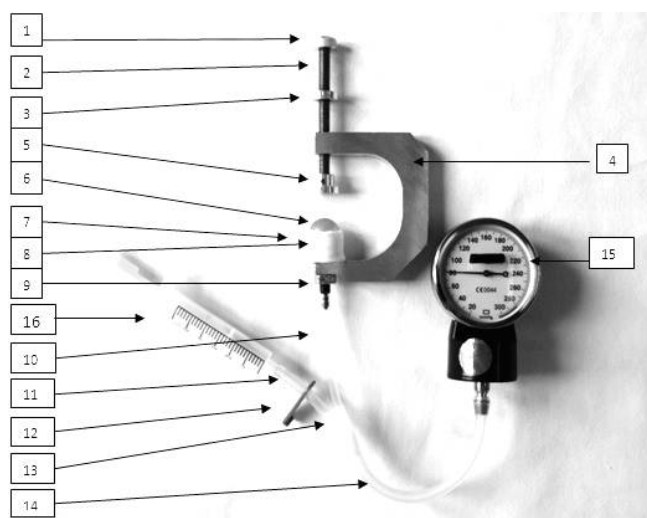


Рис. 1. Эдемометр. 1 – зажимная головка; 2 – винт; 3 – контрольная гайка; 4 – корпус эдемометра; 5 – подвижная бранша; 6 – эластическая мембрана; 7 – неподвижная бранша; 8 – полоска лейкопластыря; 9 – штуцер; 10 – пластмассовая трубка; 11 – отвод в окружающую среду; 12 – зажим; 13 – тройник; 14 – трубка к манометру; 15 – манометр; 16 – шприц

Эдемометрия, как метод исследования, позволяет осуществлять определение функциональных показателей микроциркуляции при помощи эдемометра. Правильное ее выполнение в условиях герметичности системы измерения позволяет получить интегральные показатели микроциркуляции и, таким образом, оценить ее состояние в момент исследования. Первым показателем является максимальное снижение давления, обозначенное на ЭММГр интервалами «АО» и «АБ». Оно отражает количество свободной жидкости в микроциркуляторной среде, выраженное в мм рт. ст. и в % к исходному давлению. Интервал ЭММГр БВ отражает уровень интегрального давления микроциркуляторной среды, обусловленного всеми видами давления в этой среде (диастолическим артериальным давлением, ТД, осмотическим и онкотическим). Основное значение в его формировании принадлежит диастолическому артериальному давлению (ДАД) и ТД. Измеряется оно в мм рт. ст. (рис. 2).

В точке «В» эдемометрограммы на плечо исследуемой руки наложен жгут (2 мин.), полностью блокирующий приток и отток жидкости в этом сегменте и вызывающий гипоксию тканей. После снятия жгута с плеча исследуемой руки наблюдается дальнейшее снижение давления до точки Д. Интервал «ВД» представляет собой ДМКЖ в мм рт. ст. в ответ микроциркуляторной среды на турникет. После точки «Д» эдемометрическая кривая приобретает горизонтальный ход и отражает уровень тканевого давления (линия «ДЕ») в мм рт. ст.

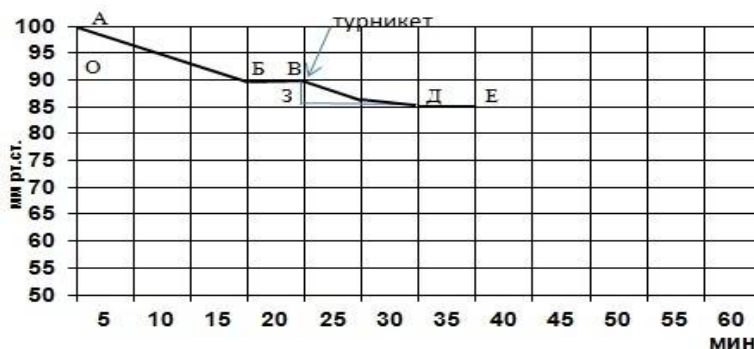


Рис. 2. Эдемometroграмма (ЭММГр) здорового мужчины 27 лет. А – исходное давление в эдемометре, 100 мм рт. ст.; АВ и АО – максимальное снижение давления (МСД), 10 мм рт. ст.; БВ – интегральное микроциркуляторное давление (ИМЦД), 90 мм рт. ст.; Индекс гидратации (ИГ) – отношение МСД исследуемого (10 мм рт. ст.) к среднему МСД данной возрастной группы (14,8 мм рт. ст.) – $10/14,8 = 0,67$ ед.; В – наложен жгут на плечо (турникетная проба); ВЗ и ВД – давление межклеточной жидкости, 5 мм рт. ст.; ВЗ – снижение давления после ИМЦД (СДпИМЦД), 5 мм рт. ст.; ЗД – продолжительность снижения давления после ИМЦД (ПСДпИМЦД), 10 мин.; ДЕ – тканевое давление (ТД), 85 мм рт. ст.; Отношение ВЗ к ЗД – индекс притока-оттока (ИПО), $5/10=0,5$ ед.; Отношение ТД к ИМЦД – коэффициент тканевого давления (КТД), $85/90=0,94$ ед.

После окончания эдемometriи из полученных показателей ЭММГр производится расчет дополнительных показателей. При расчете отношения МСД пациента к нормальному уровню МСД у здоровых людей адекватного возраста получается индекс гидратации. Значение ИГ больше 1,1 ед. документирует гипергидратацию тканей, а его снижение больше 0,9 ед. говорит о гипогидратации. Показатель можно использовать для контроля и коррекции инфузионной терапии.

Перед эдемometriей всегда производят измерение артериального давления на исследуемой руке с особым акцентом на уровень ДАД. После выполнения эдемometriи ИМЦД относим к уровню ДАД и получаем коэффициент ИМЦД, отражающий влияние ДАД на ИМЦД. Кстати, этот КИМЦД у здоровых людей всегда больше единицы. Это документирует то, что ИМЦД формируется не только одним ДАД (рис. 2). Дополнительным показателем эдемometriи является индекс притока-оттока, представляющий собой отношение «ВЗ» эдемometroграммы к интервалу «ЗД». Он представляет собой период восстановления притока к оттоку после снятия турникета (СДпИМЦД / ПСДпИМЦД). Значение этого показателя ЭММГр исключительно велико, он позволяет судить об источнике гидратации: за счет притока-оттока или за счет тканей.

Расчетным показателем ЭММГр является коэффициент ТД, представляющий собой отношение ТД к ИМЦД. С годами жизни КТД достигает 0,9 ед. и документирует высокую долю ТД в формировании ИМЦД. Особо следует подчеркнуть расчетное определение количества выдавленной жидкости из исследуемых тканей. КВЖ определяется из разницы толщины слоя сдавленных эдемометром тканей до исследования и после него. Для этого определяют толщину (h_1) слоя сдавленных аппаратом тканей до и после исследования (h_2), а КВЖ высчитывают по формуле:

$$\text{КВЖ} = 176,6 \times (h_1 - h_2), \text{ где}$$

КВЖ – количество выдавленной жидкости, мм^3 ; 176,6 – постоянная величина площади бранш эдемометра, мм^2 ; h_1 – изначальная высота стоя ткани, сдавленной браншами эдемометра, мм; h_2 – высота стоя ткани после выдавливания жидкости, мм.

Таким образом, при эдемometriи в микроциркуляторной среде определяются два функциональных показателя: давление и гидратация. Давление в этой среде оценивают по ИМЦД, КИМЦД, ДМКЖ, СДпИМЦД, ПСДпИМЦД, ТД и КТД. Степень гидратации тканей при эдемometriи определяют: МСД, продолжительность снижения давления (ПСД), скорость снижения давления (ССД), ИГ, ИПО, КВЖ. Все перечисленные показатели определяются при эдемometriи тканей первого межпальцевого промежутка кисти, т.к. при этом применяется жгутовая проба. При эдемometriи тканей мочки уха и подмышечно-плечевой складки

компрессионная проба не применяется и поэтому определяются только: МСД, ПСД, ССД, ИМЦД и рассчитывается ИГ. В зависимости от задач диагностики исследователь выбирает метод эдемометрии с определением всех показателей или только части из них. Всего выполнено более 1000 эдемометрий. В этом сообщении мы приведем только некоторые данные этих исследований.

Обсуждение результатов исследования

Возрастные изменения микроциркуляции. У 48 здоровых людей 20-65 летнего возраста была выполнена эдемометрия с компрессионной пробой и оценены ее результаты в 3-х возрастных группах: 20-30 лет, 31-50 лет, 51 год и старше (табл. 1).

Таблица 1. Средние показатели эдемометрии, выполненной у здоровых людей 3-х возрастных групп

Название показателя ЭММГр	Возраст, лет, M±m		
	20-30 (n=12)	31-50 (n=18)	51-65 (n=18)
ДАД, мм рт. ст.	78,0	77,8	84,2
МСД, мм рт. ст.	14,8±4,2	8,9±3,5	7,3±2,1
ПСД, мин.	11,7±2,2	13,8±3,3	15,0±3,3
ССД, мм/мин	1,3±0,4	0,6 ±0,2	0,74±0,3
ИГ, ед.	МСД/14,8	МСД/8,9	МСД/7,3
ИМЦД, мм рт. ст.	86,5±4,5	92,0±3,1	89,0±3,1
КИМЦД, ед.	1,2±0,1	1,2±0,2	1,1±0,1
ПКИМЦД, мм рт. ст.	4,4±1,4	1,3±0,7	1,8±1,2
СДпИМЦД, мм рт. ст.	4,4±1,3	2,6±0,9	3,7±2,3
ПСДпИМЦД, мин.	6,3±2,1	5,1±0,6	8,2±2,3
ИПО, ед.	0,7±0,2	0,5±0,13	0,4±0,2
ТД, мм рт. ст.	67,7±4,6	86,0±4,6	84,0±3,4
КТД, ед.	0,8±0,03	0,9±0,03	0,94±0,03

Таблица демонстрирует изменения микроциркуляции в соответствии возрасту. МСД уменьшилось с 14,8±4,2 мм рт. ст. в 20-30 лет до 7,3±2,1 мм рт. ст. в возрасте старше 50 лет, соответствующим образом уменьшается ИГ.

ИМЦД увеличилось с 86,5±4,5 мм рт. ст. до 89,0±3,1 мм рт. ст. у людей старше 50 лет и соответственно уменьшился КИМЦД с 1,2 ед. до 1,1 ед. Тканевое давление увеличилось у лиц старше 50 лет до 84,0±3,4 мм рт. ст. с 67,7±4,6 мм рт. ст. Одновременно увеличился КТД с 0,8 ед. до 0,94 ед. ИПО к 50 годам уменьшился с 0,7±0,2 ед. до 0,4±0,2 ед.

При сопоставлении изменений микроциркуляции с физиологией возраста четко выявляется снижение притока крови к тканям, снижение гидратации тканей с компенсаторным увеличением ИМЦД, ТД и его коэффициента. Все это отражает снижение притока к органам и тканям, снижение гидратации тканей, снижение активности обменных процессов и увядание жизни. Удивительное соответствие изменений микроциркуляции физиологии возраста не позволяет даже сделать вывод, что из этого является первичным, и что – вторичным. Видимо, эти процессы идут параллельно и демонстрируют возрастную норму микроциркуляторной среды [8].

Диагностическое значение эдемометрии. Многочисленные исследования позволили выявить некоторые особенности изменения микроциркуляции в зависимости от клинического проявления заболевания. Заболевания функционального характера в легкой клинической форме протекают без существенного нарушения микроциркуляции. У таких больных выявляется только повышение ТД и его коэффициента. При тяжелой клинической форме заболевания, протекающего с поражением паренхимы, на ЭММГр всегда выявляется повышение МСД (т.е. гидратации) со снижением ИМЦД и ТД и иногда с изменением их коэффициентов. Используя эти данные, хирурги могут применить их для выявления тяжелых изменений в органах и тканях и для определения показаний к операции в сомнительных случаях [8, 11]. Это положение о диагностическом значении эдемометрии можно использовать для оценки эффективности проводимого лечения. Наконец, диагностическое значение эдемометрия приобретает при выявлении микроциркуляторных факторов патогенеза, которые не выявляются обычными

методами, но существуют реально и требуют соответствующего лечения. Подтверждением тому является диагностика тяжелых клинических форм острого панкреатита (табл. 2).

Таблица 2. Реакция микроциркуляции на внутривенное вливание растворов электролитов и глюкозы при остром панкреатите и остром холецистите

№ п/п	Показатель	До инфузии у всех пациентов (n=13)	M±m (после инфузии)	
			Острый панкреатит (n=7)	Острый холецистит (n=6)
1	МСД, мм рт. ст.	9,7±2,2	9,0±2,5	6,5±1,5
2	ИМЦД, мм рт. ст.	91,1±2,2	91,1±2,3	93,1±1,2
3	КИМЦД, ед.	1,1±0,2	1,0±0,1	0,8±0,3
4	ТД, мм рт. ст.	79,4±3,4	80,5±5,1	83,8±2,4
5	КТД, ед.	0,8±0,02	0,9±0,03	0,9±0,02
6	ИПО, ед.	0,8±0,2	0,7±0,2	0,7±0,2

Больным с тяжелыми клиническими формами острого панкреатита (7 человек) и острого холецистита (6 человек) переливали в вену 1-1,5 л. растворов электролитов и глюкозы. У пациентов с острым холециститом выявлена активная реакция на вливание растворов, у пациентов с тяжелыми клиническими формами острого панкреатита после вливания таких же растворов микроциркуляторная среда никак не среагировала. Все показатели после инфузии остались прежними. В данном случае выявлено интересное и новое явление в патогенезе тяжелых клинических форм острого панкреатита. Выявлена функциональная блокада клеток микроциркуляторной среды, при которой введение лекарств даже в вену не дает положительного эффекта [8, 10]. Может быть, поэтому летальность при этих формах панкреатита остается высокой и лечение неэффективно.

Еще один вопрос был взят для обсуждения, имеющий теоретическое значение и определяющий микроциркуляцию, как важную систему организма. Микроциркуляция, как система, определяется самим ее построением. Ее структура включает органо-тканевые среды микроциркуляции и представляет собой орган или ткань, обладающие сосудистым, межклеточным и тканевым (клеточным) компонентами микроциркуляции. Множественные органо-тканевые среды объединены в систему микроциркуляции, представляющую собой морфофункциональное объединение генетически детерминированных микроциркуляторных сред всех органов и тканей. И, наконец, система микроциркуляции представляет в организме жизненную среду, определяемую как структуру и функционирование всех микроциркуляторных сред органов и тканей [12].

Приведенное построение микроциркуляции само по себе представляет сложную систему. Это положение еще дополнительно подтверждается развитием функциональной блокады клеток микроциркуляторной среды, когда клетки всей системы выключаются из функции. Такое выключение возможно только тогда, когда система микроциркуляции выключила функцию всех клеток.

И, наконец, подтверждением системности микроциркуляции является одновременное изменение ее показателей в тканях кисти, в моче уха и в подмышечно-плечевой складке при остром холецистите и панкреатите.

Выводы

1. Эдемометрия является ценным и информативным методом изучения микроциркуляции.
2. Эдемометрия отличается от современных методов изучения микроциркуляции следующими особенностями: а) она оценивает, главным образом, функциональные показатели микроциркуляторной среды; б) эта методика оценивает интегрально функциональные показатели этой среды; в) эдемометрия определяет состояние всей системы микроциркуляции в момент исследования; г) фиксирует степень гидратации тканей и уровень давления в микроциркуляторной системе; д) ее применение возможно в условиях лечебного учреждения и вне его; е) неинвазивность, простота, доступность и дешевизна эдемометрии создают основу для ее внедрения в клиническую практику.

Литература

1. Казущик В.Л. Экспериментальное исследование микроциркуляции внутренних органов // «MEDICUS», International medical journal: Волгоград. – 2015. – №6(6). – С. 142-145.
2. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: руководство для врачей. – М.: Медицина, 2005. – 254 с.
3. Куприянов В.В., Караганов Я.Л., Козлов В.И. Микроциркуляторное русло. – М.: Медицина, 1975. – 216 с.
4. Куприянов, В. В. Организация микроциркуляторного сосудистого русла и некоторые вопросы гемодинамики В. В. Куприянов, В. И. Козлов // Вест. АМН СССР. – 1971. – № 11. – С. 58-67.
5. Поленов С. А. Основы микроциркуляции // Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2008. – №1. – С. 5-19.
6. 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 // Патент Респ. Беларусь на изобретение №14099. Опубликовано 28.02.2011 г.
7. Шотт А.В., Василевич А.П., Протасевич А.И., Казущик В.Л. Эдемометрия // Здравоохранение. – 2008. – №10. – С. 20-23.
8. Шотт А.В., Казущик В.Л., Карман А.Д., Василевич А.П. Микроциркуляция – жизненная среда и система организма (экспериментально-клиническое исследование). – Минск: Красико-Принт, 2016. – 184 с.
9. Шотт А.В., Василевич А.П., Протасевич А.И., Казущик В.Л. Совершенствование метода эдемометрии // Здравоохранение. – 2010. – №7. – С. 62-65.
10. Шотт А.В., Кубарко А.И., Казущик В.Л., Карман А.Д. Нарушения микроциркуляции в тканях кисти при отдельных заболеваниях // Хирургия. Восточная Европа. – 2016, Т.5, №3. – С. 423-438.
11. Шотт А.В., Казущик В.Л., Карман А.Д. Эдемометрическая оценка микроциркуляторного давления // Хирургия. Восточная Европа. – 2016, Т.18, №2. – С. 235-241.
12. Шотт А.В., Кондратенко Г.Г., Казущик В.Л., Карман А.Д. Микроциркуляторная среда или жизнь, как она есть // Здравоохранение. – 2015. – №3. – С. 35-39.
13. Bollinger A. Clinical capillaroscopy. – Toronto: Hogrefe@Huber Publishers, 1990. – 166 p.
14. Scallan J., Huxley V.H., Korthuis R.J. Capillary fluid exchange: regulation, functions, and pathology. – New Jersey: Morgan & Claypool Life Sciences, 2010. – 94 p.

Информация об авторах

Казущик Василий Леонович – кандидат медицинских наук, доцент 1-й кафедры хирургических болезней Белорусского государственного медицинского университета. E-mail: kazvasili@gmail.com

Карман Александр Дмитриевич – кандидат медицинских наук, доцент 1-й кафедры хирургических болезней Белорусского государственного медицинского университета. E-mail: alex_karman@tut.by