

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ И ПАЦИЕНТОВ С НАЧАЛЬНОЙ СТАДИЕЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

В.И. Подзолков¹, Л.В. Васильева*¹, В.В. Матвеев¹, Н.А. Колесниченко²

¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова. 119991, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

² Медицинский учебно-научный клинический центр им. П.В.Мандрыка Минобороны России. 107014, Москва, Б.Оленья ул., вл. 8 А

Гендерные особенности микроциркуляции у здоровых лиц и у пациентов с начальной стадией артериальной гипертензии

В.И. Подзолков¹, Л.В. Васильева*¹, В.В. Матвеев¹, Н.А. Колесниченко²

¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова. 119991, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

² Медицинский учебно-научный клинический центр им. П.В.Мандрыка Минобороны России. 107014, Москва, Б.Оленья ул., вл. 8 А

Цель. Изучить микроциркуляцию у здоровых лиц и у пациентов с начальной стадией артериальной гипертензии (АГ).

Материал и методы. В исследовании принял участие 71 больной АГ 1 степени (34 мужчины и 37 женщин). Также были включены 28 мужчин и 41 женщина без АГ. Исследование микроциркуляции проводили на ладонной поверхности третьего пальца правой кисти анализатором ЛАКК-02. Определяли среднее значение показателя микроциркуляции, среднеквадратичное отклонение колебаний перфузии (σ), коэффициент вариации тканевого кровотока (Kv).

Результаты. Показатель микроциркуляции у мужчин с АГ 26,64 (21,00–32,45) перфузионных единиц (пф.ед.) был значимо выше, чем у женщин с АГ 20,91 (16,98–24,30) пф.ед., $p=0,031$. Вариабельность показателя микроциркуляции была значимо выше у больных АГ, чем таковая у здоровых лиц. У здоровых женщин показатель резерва капиллярного кровотока был более высоким, чем у здоровых мужчин. У мужчин с АГ амплитуда, характеризующая миогенный фактор регуляции кровотока, была значимо ниже, чем у женщин: 13,37 (10,51–16,43) против 14,69 (11,35–19,13); $p=0,023$. Амплитуды, отражающие влияние дыхания на показатели периферического кровотока у мужчин с АГ оказались значимо выше, чем у женщин. Амплитуды, отражающие влияние пульсовых колебаний на показатели тканевой перфузии, у женщин с АГ были значимо больше, чем у мужчин. В группе здоровых лиц влияние симпатической адренергической иннервации на кровоток у мужчин было выше по сравнению с женщинами.

Заключение. Полученные данные позволяют предположить напряжение механизмов регуляции микроциркуляции у мужчин с АГ 1 степени. У здоровых женщин было выявлено значимо меньшее влияние симпатической адренергической иннервации на регуляцию микроциркуляции, чем у здоровых мужчин.

Ключевые слова: гендерные особенности, микроциркуляция, артериальная гипертензия.

РФК 2012;8(6):746–751

Sex characteristics of the microcirculation in healthy subjects and in patients with the first degree arterial hypertension.

V.I. Podzolkov¹, L.V. Vasil'eva*¹, V.V. Matveev¹, N.A. Kolesnichenko²

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Trubetskaya ul., 8-2, Moscow, 119991, Russia

² Medical education and clinical research Center n.a. P.V. Mandryka. B.Olen'ya ul., 8 A, Moscow, 107014, Russia

Aim. To study the sex characteristics of microcirculation in healthy volunteers and in patients with degree 1 arterial hypertension (HT).

Material and methods. Patients ($n=71$; 34 men and 37 women) with degree 1 HT participated in the study. Besides 28 normotensive men and 41 women were included. The microcirculation study was performed with LAKK-02 analyzer on the palmar surface of the third finger of the right hand. The average values of the microcirculation index, the standard deviation of perfusion fluctuations (σ), the variation coefficient of tissue blood flow (Kv) were evaluated.

Results. The microcirculation index in HT men 26.64 (21.00–32.45) perfusion units (p.u.) was significantly higher than this in HT women 20.91 (16.98–24.30) p.u., $p=0.031$. The variability of microcirculation index was significantly higher in HT patients than this in healthy subjects. Capillary blood flow reserve in healthy women was higher than this in healthy men. Amplitude, reflexing myogenic factor of blood flow regulation was significantly lower in HT men than this in HT women: 13.37 (10.51–16.43) vs 14.69 (11.35–19.13), respectively, $p=0.023$. Amplitudes, reflecting respiration effects on peripheral blood flow in HT men were significantly higher than these in HT women. Amplitudes, reflecting pulse effect on the tissue perfusion in HT women were significantly higher than these in HT men. Influence of sympathetic adrenergic innervation on the blood flow was higher in healthy men than this in healthy women.

Conclusion. Received data suggests the intensification of microcirculation regulation mechanisms in men with HT degree 1. It was found that sympathetic adrenergic effect on the microcirculation regulation was significantly less in healthy women than this in healthy men.

Key words: gender characteristics, microcirculation, arterial hypertension.

Rational Pharmacother. Card. 2012;8(6):746–751

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): vlubv@mail.ru

Распространенность артериальной гипертензии (АГ) среди населения России весьма высока и составляет около 39,5% [1]. Эпидемиология и течение АГ имеют гендерные особенности. У женщин заболевание развивается обычно на 10 лет позже, чем у мужчин, и в основном после менопаузы [2]. Так, в возрасте 25–35 лет соотношение частоты сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) у мужчин и женщин составляет 3:1. Это соотношение снижается до 1,7:1 к 36–49 годам и до 1:1 к 80 годам. При этом имеет ме-

сто более высокий риск развития ССЗ и более высокая смертность у женщин в постменопаузе, чем в репродуктивный период. У женщин с АГ риск развития ишемической болезни сердца (ИБС) в 3,5 раза выше, чем у женщин с нормальным артериальным давлением. Риск развития ИБС в течение последующих 10 лет их жизни тесно связан с уровнем артериального давления (АД). Причем риск для женщин даже с высоким нормальным АД был в 4 раза больше, чем для нормотензивных женщин. У пациенток с АГ даже при наличии адекватной антигипертензивной терапии риск ИБС был в 8 раз выше. При недостижении целевых цифр АД на фоне лечения риск был почти в 19 раз выше [3].

Микроциркуляторному руслу как основной структурно-функциональной единице системы кровообращения и одному из звеньев патогенеза АГ и поражения органов-мишеней уделяется большое внима-

Сведения об авторах:

Подзолков Валерий Иванович — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой факультетской терапии №2 Первого МГМУ им. И.М.Сеченова

Васильева Любовь Викторовна — аспирант той же кафедры

Матвеев Виталий Владимирович — к.м.н., доцент той же кафедры

Колесниченко Надежда Александровна — врач-терапевт МУНКЦ им. П.В. Мандрыка МО РФ

ние [4–8]. Одним из современных методов изучения микроциркуляции является лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ), позволяющая оценивать целый ряд обменно-динамических процессов в системе микроциркуляции и проводить неинвазивное исследование параметров периферического кровотока [4,5].

ЛДФ основывается на оптическом зондировании тканей и анализе частотного спектра монохроматического сигнала, отраженного от движущихся в тканях эритроцитов [9]. Метод ЛДФ не имеет ограничений по выбору тестируемой области, так как световодный зонд может быть установлен практически на любой участок поверхности кожи в зависимости от задач исследования перфузии [10].

Обладая высокой чувствительностью к изменениям микрогемодинамической ситуации в сосудистом русле, метод ЛДФ позволяет оценить функционирование механизмов управления кровотоком [9]. Для выявления скрытых нарушений гемодинамики, а также для оценки адаптационных резервов микроциркуляции и определения состояния механизмов регуляции тканевого кровотока применяют функциональные пробы, среди которых широкое распространение получила окклюзионная проба [11]. При проведении данной пробы изучаются резервные возможности микроциркуляторного русла по приросту показателя микроциркуляции (ПМ) во время реактивной постокклюзионной гиперемии.

В ранее проводившихся исследованиях, посвященных изучению особенностей периферического сосудистого русла у здоровых лиц, достоверных гендерных различий показателя микроциркуляции получено не было. Однако у здоровых мужчин были выявлены достоверно большие амплитуды эндотелиальных и нейрогенных ритмов и меньшие амплитуды миогенных ритмов, чем у здоровых женщин по данным частотного анализа спектров [12]. При неоспоримых гендерных особенностях регуляции АД различие микроциркуляции (МЦ) у мужчин и женщин, страдающих артериальной гипертензией, остается мало изученной проблемой.

Таким образом, целью нашего исследования было изучение гендерных особенностей микроциркуляции у лиц, страдающих артериальной гипертензией.

Материал и методы

Исследование проводилось в 2-х группах. Первую группу составил 71 больной (34 мужчины и 37 женщин) с АГ 1 степени (ВНОК, 2010). До включения в исследование пациенты с АГ систематической антигипертензивной терапии не получали. Вторая группа включала 69 здоровых добровольцев (28 мужчин и 41 женщина).

Критериями не включения в исследование были острые заболевания и/или обострения хронических заболеваний органов эндокринной, дыхательной, пищеварительной, мочевыделительной систем, поражения кожи в области наложения световодного зонда, заболевания центральной нервной системы, прием психотропных препаратов, острые инфекционные заболевания, злокачественные новообразования, проявления синдрома Рейно. Испытуемые дали согласие на участие в исследовании на основе полной информации о методе и ходе процедуры.

Исследование микроциркуляции проводилось на ладонной поверхности третьего пальца правой кисти анализатором ЛАКК-02 (НПП «Лазма», Москва), в тихом помещении, при комнатной температуре 22–24°C. Объем зондируемой ткани составлял около 1–1,5 мм³ [13]. Определялись среднее значение показателя микроциркуляции (ПМ), среднеквадратичное отклонение колебаний перфузии (σ), коэффициент вариации тканевого кровотока (Kv). Параметр ПМ отражает величину потока крови в интервал времени, σ и Kv – вариабельность микрососудистого кровотока, выражаются в перфузионных единицах (пф.ед.).

Затем проводилась окклюзионная проба: в течение 3 мин регистрировались исходные показатели микроциркуляции, после чего быстро накачивался воздух в предварительно наложенную на плечо манжету сфигмоманометра. Давление в манжете составляло не менее 240–250 мм рт. ст., продолжительность окклюзии – 3 мин. После прекращения окклюзии в течение 6 мин регистрировалась реактивная постокклюзионная гиперемия, характеризующаяся резким усилением кровотока, с последующим восстановлением микроциркуляции. При анализе окклюзионной пробы определялись следующие параметры: среднее значение ПМ до окклюзии (ПМ_{исх}); среднее значение ПМ во время окклюзии (ПМ_{мин}, пф.ед.); максимальное значение ПМ в процессе развития реактивной постокклюзионной гиперемии (ПМ_{макс}, пф.ед.); резерв капиллярного кровотока (РКК, %). РКК рассчитывается как отношение ПМ_{макс} к ПМ_{исх}.

Всем больным проводился вейвлет-анализ амплитудных показателей, отражающих вклад активных (эндотелиального, нейрогенного и миогенного) и влияние пассивных (дыхательного и пульсового) факторов в регуляцию микроциркуляции. Ввиду большого разброса результатов измерений амплитуд проводился расчет нормированных характеристик колебаний $[(A_{max}/3\sigma) \times 100\%; (A_{max}/S) \times 100\%]$ соответствующих факторов. Определялись следующие параметры: влияние эндотелиального компонента на кровоток $[(\Delta A_{max}/3\sigma) \times 100\%; (\Delta A_{max}/S) \times 100\%]$, влияние симпатической адренергической иннервации на регуляцию микроциркуляции $[(H A_{max}/3\sigma) \times 100\%;$

Таблица 1. Характеристика 1 группы

Параметр	Группа 1 (n=71)		Группа 2 (n=69)	
	Мужчины (n=34)	Женщины (n=37)	Мужчины (n=28)	Женщины (n=41)
Возраст, лет	45,8±12,3	55,3±10,2*	25,5±6,9	29,4±8,5
Длительность АГ, лет	10,8±9,2	12,3±9,3	-	-
САД, мм рт.ст.	140±16	140±15	116±7	110±9
ДАД, мм рт.ст.	91±10	90±10	77±5	72±6
*p<0,05 по сравнению с мужчинами той же группы; АГ – артериальная гипертензия; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление				

Таблица 2. Значения показателя микроциркуляции и его вариабельности у мужчин и женщин в исследуемой и контрольной группах

Параметр	Группа 1 (n=71)		Группа 2 (n=69)	
	Мужчины (n=34)	Женщины (n=37)	Мужчины (n=28)	Женщины (n=41)
ПМ	26,64	20,91*	22,15	22,40
Сигма ПМ	1,89†	1,73†	0,75	0,82
Kv ПМ	8,64†	8,55†	3,81	4,25
*p<0,05 по сравнению с мужчинами той же группы; †p<0,05 по сравнению с аналогичным показателем противоположной группы; ПМ – показатель микроциркуляции; KvПМ – коэффициент вариации показателя микроциркуляции; АГ – артериальная гипертензия				

Таблица 3. Значения показателя микроциркуляции и РКК при проведении окклюзионной пробы в исследуемой и контрольной группах

Параметр	Группа 1 (n=71)		Группа 2 (n=69)	
	Мужчины (n=34)	Женщины (n=37)	Мужчины (n=28)	Женщины (n=41)
ПМ _{исх}	22,60	20,86	22,05	18,25
ПМ _{макс}	30,10	31,85	31,70	29,10
РКК	147,84	155,70	137,05	154,88*
*p<0,05 по сравнению с мужчинами той же группы; ПМ _{исх} – показатель микроциркуляции до окклюзии; ПМ _{макс} – показатель микроциркуляции во время постокклюзионной гиперемии; РКК – резерв капиллярного кровотока; АГ – артериальная гипертензия				

(HAmax/S)×100%], влияние миогенного компонента тонуса микрососудов [(MAmx/3σ)×100%; (MAmx/S)×100%], дыхательные ритмы кровотока [(DAmx/3σ)×100%; (DAmx/S)×100%], пульсовые колебания микроциркуляции [(CAmx/3σ)×100%; (CAmx/S)×100%]. Расчетным методом определяли миогенный (MT, ед.), нейрогенный (NT, ед.) тонус и показатель артериоло-венулярного шунтирования крови (ПШ, ед.) [9,13].

Статистический анализ проводился с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc.). Для описания показателей, распределенных по закону Гаусса, использовалось среднее и среднеквадратическое отклонение – $S \pm \sigma$, в иных случаях – медиана и интерквартильный размах, Me (LQ–HQ), где LQ – 25-й процентиль, HQ – 75-й процентиль. При сравнении групп для измерения уровня достоверности различий использовался непараметрический метод Манна-Уитни. Корреляции

рассчитывались непараметрическим методом Спирмена. За уровень статистической значимости был принят p<0,05.

Результаты

Характеристика исследуемых групп представлена в табл. 1. Подгруппы мужчин и женщин внутри групп были сопоставимы по основным клинико-демографическим показателям.

При изучении кровотока по микроциркуляторному руслу до проведения окклюзионной пробы нами были получены следующие результаты (табл. 2).

Показатель микроциркуляции значимо не различался у мужчин с АГ 1 степени по сравнению со здоровыми мужчинами [26,64 (21,00–32,46) пф.ед. против 22,15 (18,93–26,72) пф.ед., соответственно; p=0,063]. Также не было значимых различий показателя микроциркуляции у женщин с АГ 1 степени по сравнению со здоровыми женщинами [20,91 (16,91–

24,14) пф.ед. против 22,40 (16,27–25,75) пф.ед., соответственно; $p=0,902$].

Гендерный анализ показателя микроциркуляции в изучаемых группах позволил выявить, что у мужчин с АГ 1 степени ПМ был значимо большим, чем у женщин с АГ 1 степени [26,64 (21,00–32,45) пф.ед. против 20,91 (16,98–24,30) пф.ед., соответственно; $p=0,031$]. В группе здоровых данный показатель у мужчин и женщин не различался [22,15 (18,93–26,72) пф.ед. против 22,40 (16,27–25,75) пф.ед., соответственно; $p=0,189$].

Дальнейший анализ данных, полученных при ЛДФ до окклюзионной пробы, позволил выявить интересные закономерности параметров изменчивости микроциркуляции. Вариабельность показателя микроциркуляции у мужчин с АГ 1 степени была значимо выше по сравнению со здоровыми мужчинами [сигма ПМ 1,89 (1,31–2,52) и KvПМ 8,64 (4,54–11,77) против сигма ПМ 0,75 (0,52–0,86) и KvПМ – 3,81 (2,36–4,96), соответственно; $p=0,000$]. Значения вариабельности у женщин с АГ 1 степени также оказались выше чем у здоровых женщин [сигма ПМ 1,73 (0,77–2,74), KvПМ 8,55 (4,35–12,17) против сигма ПМ 0,82 (0,52–1,02), KvПМ 4,25 (2,44–5,15), соответственно; $p=0,000$].

Таким образом, в нашем исследовании при отсутствии значимых различий ПМ у здоровых лиц и лиц, страдающих АГ 1 степени, гендерный анализ позволил выявить значимо большие значения ПМ у мужчин с АГ 1 степени, чем у пациенток той же группы. Параметры, отражающие вариабельность показателя микроциркуляции (сигма ПМ и KvПМ), были значимо выше и у мужчин и женщин с АГ 1 степени по сравнению со здоровыми мужчинами и женщинами, соответственно.

В результате проведения окклюзионной пробы нами были получены следующие результаты (табл. 3). Основным показателем реакции микроциркуляции на восстановление кровотока является РКК. Как видно из таблицы 3, значимых отличий РКК ни у мужчин, ни у женщин с АГ 1 степени по сравнению со здоровыми лицами не выявлено.

Вместе с тем гендерный анализ позволил выявить более высокий показатель резерва капиллярного кровотока у здоровых женщин в сравнении с мужчинами [154,88 (146,96–192,53)% против 137,05 (116,78–160,04)%; $p=0,011$]. У лиц с АГ 1 степени гендерных различий РКК выявлено не было [147,84 (112,81–163,49) и 155,70 (123,32–184,55) у мужчин и женщин, соответственно; $p=0,215$].

Таблица 4. Значения амплитудно-частотного спектра показателя микроциркуляции (ПМ) у мужчин и женщин в исследуемой и контрольных группах

Параметр	Группа 1 (n=71)		Группа 2 (n=69)	
	Мужчины (n=34)	Женщины (n=37)	Мужчины (n=28)	Женщины (n=41)
$(\Delta A_{\max}/3\sigma) \times 100\%$	17,55	15,48	18,79	17,36
$(\Delta A_{\max}/M) \times 100\%$	3,67	2,75	4,582	5,61
$(\Delta H_{\max}/3\sigma) \times 100\%$	18,05	15,04	21,04	19,72*
$(\Delta H_{\max}/M) \times 100\%$	3,58	3,29	4,41	5,40
$(\Delta M_{\max}/3\sigma) \times 100\%$	13,37	14,69*	14,45	14,85
$(\Delta M_{\max}/M) \times 100\%$	2,54	2,45	3,68	4,12
$(\Delta D_{\max}/3\sigma) \times 100\%$	7,67	6,57	7,04	6,01
$(\Delta D_{\max}/M) \times 100\%$	1,66	1,30*	1,54	1,69
$(\Delta C_{\max}/3\sigma) \times 100\%$	5,34	7,54*	4,42	5,29
$(\Delta C_{\max}/M) \times 100\%$	1,18	1,23	1,11	1,46
НТ	1,85	2,22	1,59	1,69*
МТ	2,99	2,44*	2,30	2,24
ПШ	1,25	1,16	1,21	1,34

* $p<0,05$ по сравнению с мужчинами той же группы;
 $(\Delta A_{\max}/3\sigma) \times 100\%$ – вклад эндотелия в общий уровень тканевой перфузии;
 $(\Delta A_{\max}/M) \times 100\%$ – функциональный вклад эндотелиального фактора в модуляцию кровотока;
 $(\Delta H_{\max}/3\sigma) \times 100\%$ – нейрогенная регуляция тканевой перфузии;
 $(\Delta H_{\max}/M) \times 100\%$ – симпатические адренергические влияния в сосудах микроциркуляторного русла;
 $(\Delta M_{\max}/3\sigma) \times 100\%$, $(\Delta M_{\max}/M) \times 100\%$ – влияние миоцитов на состояние периферического сосудистого русла;
 $(\Delta D_{\max}/3\sigma) \times 100\%$, $(\Delta D_{\max}/M) \times 100\%$ – вклад дыхательного компонента в регуляцию периферического кровотока;
 $(\Delta C_{\max}/3\sigma) \times 100\%$, $(\Delta C_{\max}/M) \times 100\%$ – влияние пульсовых колебаний на микроциркуляцию;
НТ – нейрогенный тонус; МТ – миогенный тонус; ПШ – показатель артериоло-венулярного шунтирования крови; АГ – артериальная гипертензия

При проведении вейвлет-анализа мы выявили следующие результаты (табл. 4). У мужчин с АГ амплитуды, характеризующие миогенный фактор регуляции кровотока, были значимо ниже, чем у пациенток той же группы [13,37 (10,51–16,43) против 14,69 (11,35–19,13); $p=0,023$]. Это, вероятнее всего, обусловлено меньшим показателем миогенного тонуса прекапилляров у женщин, чем у мужчин [2,44 (1,84–3,57) против 2,99 (2,03–3,47); $p=0,021$]. Амплитуды, отражающие влияние дыхания на показатели периферического кровотока у мужчин с АГ оказались значимо выше, чем у женщин [1,66 (0,87–2,57) против 1,30 (0,95–1,65); $p=0,035$]. Амплитуды, отражающие пульсовые колебания периферического кровотока у женщин группы 1 были значимо больше, чем у мужчин той же группы [7,54 (5,09–11,75) против 5,34 (4,61–8,06); $p=0,018$].

В группе 2 различалось влияние симпатической адренергической иннервации, в большей степени выраженное у мужчин по сравнению с женщинами [21,04 (15,61–24,04) против 19,72 (13,62–22,11), соответственно; $p=0,011$], также отмечался меньший показатель нейрогенного тонуса у мужчин [1,59 (1,39–2,14) против 1,69 (1,51–2,45) у женщин, $p=0,043$].

Обсуждение

Следует отметить, что значимые различия по возрасту между мужчинами и женщинами с АГ обусловлены, скорее всего, более поздним формированием АГ у женщин [2].

Функциональным особенностям микроциркуляции у больных артериальной гипертензией посвящен ряд исследований. Так, например, Васильев А.П. и соавт. проводили анализ показателя микроциркуляции у пациентов, страдающих АГ, и у здоровых лиц [14]. В этом исследовании показатель микроциркуляции у здоровых лиц был несколько выше (5,9 пф. ед.), чем у лиц, страдающих АГ (5,4 пф. ед.) [15]. Необходимо отметить, что в исследование были включены 78 больных с АГ в основном 2–3 степени (1 степень – 6,6%, 2 степень – 25%, 3 степень – 68,4%). Эти особенности выборки, а также место исследования (кожа предплечья), вероятно, объясняют меньшие значения показателя микроциркуляции по сравнению с нашими результатами. В нашей работе датчик устанавливался на ладонной поверхности дистальной фаланги третьего пальца руки, где находится большее количество сосудистых анастомозов, обильно кровоснабжающих эту область. В микрососудах кожи пальцев наибольшее количество эритроцитов находится в посткапиллярных сосудах, поэтому около половины величины ЛДФ-сигнала обусловлено эритроцитами посткапиллярно-венулярного звена [16].

В доступной литературе данных об особенностях вазодилатации микроциркуляции при изучении периферического кровотока у лиц с АГ обнаружить не удалось. Представляется вероятным, что выявленный феномен является особенностью кровотока в микроциркуляторном русле у лиц с АГ 1 степени и отражает нестабильность регуляции сосудистого тонуса у данной категории больных.

Физиологическая роль окклюзионной пробы проявляется в прекращении поступления крови в плечевую артерию и, соответственно, в изменении кровенаполнения в тканях с рядом компенсаторных реакций при восстановлении кровотока. Согласно экспериментальным исследованиям постокклюзионная реактивная гиперемия является нейрогенной реакцией, которая реализуется преимущественно через высвобождение кальцитонин-ген-родственного пептида и нейронального оксида азота, секретируемых афферентными ноцицептивными С-волоками [4].

Значимые отличия РКК у здоровых мужчин и женщин могут быть обусловлены как изначально большим числом функционирующих капилляров у мужчин, так и наличием спазма приносящих микрососудов у женщин (функциональная rareфикация).

Таким образом, значимо больший показатель РКК у здоровых женщин по сравнению со здоровыми мужчинами, и отсутствие гендерного различия данного показателя у больных АГ позволяют предположить напряжение механизмов регуляции тканевого кровотока у мужчин с АГ 1 степени, что, вероятно, связано с преобладанием гиперкинетического типа кровообращения у данной категории больных.

Васильев А.П. и соавт. выявили, что у пациентов с АГ характеристики ЛДФ отличались более низкими значениями вклада активных механизмов регуляции микроциркуляции [14]. Однако мы установили, что у мужчин, страдающих АГ 1 степени, вклад миогенного фактора в регуляцию кровотока был ниже, а влияние пульсового – выше, чем у женщин с АГ 1 степени.

В работе Овчинниковой О.А. на малом контингенте оценивались параметры микроциркуляции у 11 здоровых мужчин в возрасте $22,3 \pm 2,9$ лет и 12 женщин в возрасте $24,3 \pm 5,1$ лет [12]. Были получены значимо большие значения амплитуд колебаний микрокровотока нейрогенного происхождения у мужчин $20,99 \pm 3,79$, чем у женщин $17,71 \pm 4,48$. Амплитуды эндотелиального фактора модуляции кровотока у мужчин были значимо выше $19,75 \pm 3,99$, чем у женщин $16,89 \pm 2,00$ [12]. В нашей работе отмечались сходные различия, которые, однако, не были значимы. Автором также был продемонстрирован больший показатель амплитуд миогенных ритмов у женщин ($15,89 \pm 3,36$), чем у мужчин ($13,21 \pm 2,23$) [12], то-

гда как в нашей работе у здоровых лиц этот показатель не различался (14,85 и 14,45, соответственно).

На миогенный тонус могут влиять внесинаптические факторы гормональной и местной гуморальной регуляции, в том числе нейропептиды, эндотелиальные метаболиты, растяжение циркулирующей кровью и др. Нейрогенный компонент связан с поступлением вазоконстрикторных импульсов по постганглионарным адренергическим симпатическим волокнам. Показатель шунтирования позволяет неинвазивно оценивать соотношения шунтового и нутритивного кровотока [9].

Заключение

Таким образом, гендерный анализ позволил выявить значимо большие значения ПМ у мужчин по сравнению с женщинами, страдающих АГ 1 степени, при отсутствии значимых различий ПМ между здоровыми и лицами с АГ. Параметры, отражающие вариабельность показателя микроциркуляции (сигма ПМ и Kv ПМ), были значимо выше и у мужчин, и у женщин с АГ 1 степени по сравнению со здоровыми ли-

цами. Значимо больший показатель резерва капиллярного кровотока у здоровых женщин по сравнению со здоровыми мужчинами и отсутствие гендерного различия данного показателя у пациентов с АГ позволяют предположить напряжение механизмов регуляции микроциркуляции у мужчин с АГ 1 степени. У мужчин, страдающих АГ, амплитуды, отражающие респираторные колебания кровотока, были значимо больше, а амплитуды колебаний кардиального происхождения значимо меньше, чем у пациенток с АГ. У женщин с АГ, амплитуды, характеризующие миогенный фактор регуляции кровотока, были значимо выше, чем у мужчин с АГ. В тоже время у здоровых женщин было выявлено значимо меньшее влияние симпатической адренергической иннервации на регуляцию микроциркуляции, чем у здоровых мужчин.

Конфликт интересов. Все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература

1. National guidelines for diagnosis and treatment of hypertension (4th revision). Sistemye Gipertenzii 2010; (3):5–26. Russian (Национальные рекомендации по диагностике и лечению артериальной гипертензии (четвертый пересмотр). Системные гипертензии 2010; (3): 5–26).
2. Vitale C., Miceli M. and Rosano G. M. C. Gender-specific characteristics of atherosclerosis in menopausal women: risk factors, clinical course and strategies for prevention. Climacteric 2007; 10(Supl 2):16–20.
3. Prohorovich E.A., Tkacheva O.N., Adamenko A.N. Gender aspects of arterial hypertension. Spravochnik Poliklinicheskogo Vracha 2003; 5(3): 34–41. Russian (Прохорович Е.А., Ткачева О.Н., Адаменко А.Н. Гендерные аспекты артериальной гипертензии. Справочник Поликлинического Врача 2003; 5(3):34–41).
4. Makolkin V.I., editor. Microcirculation in cardiology. Moscow: Vizart; 2004. Russian (Маколкин В.И., редактор. Микроциркуляция в кардиологии. М.: Визарт; 2004).
5. Bran'ko V.V., Vahlyayev V.D., Kamshilina L.S., Makolkin V.I. Usage of Laser Doppler Flowmetry method in cardiology. Rossiyskiy Meditsinskiy Zhurnal 1998; 3: 34–38. Russian (Бранько В. В., Вахляев В. Д., Камшилина Л. С., Маколкин В. И. Применение метода лазерной доплеровской флоуметрии в кардиологии. Российский Медицинский Журнал 1998; (3): 34–38).
6. Podzolkov V.I., Bulatov V.A. Microcirculatory impairment in arterial hypertension: cause, consequence or another one "vicious circle"? Сердце 2008; 4(3): 132–138. Russian (Подзолков В.И., Булатов В.А. Нарушение микроциркуляции при артериальной гипертензии: причина, следствие или еще один «порочный круг»? Сердце 2008;4(3):132–138.).
7. Makolkin V.I., Podzolkov V.I., Pavlov V.I., Samoylenko V.V. Microcirculation in arterial hypertension. Kardiologiya 2003; (5): 60–67. Russian (Маколкин В.И., Подзолков В.И., Павлов В.И., Самойленко В.В. Состояние микроциркуляции при гипертензивной болезни. Кардиология 2003; (5): 60–67).
8. Struijker Boudier H.A.J. Hypertension and microcirculation. In: Kaplan N., ed. Hypertension, microcirculation and end organ damage. London: Lippincott Williams & Wilkins: 2002; 49–57.
9. Krupatkin A.I. Laser Doppler Flowmetry of microcirculation. Moscow: Medicina; 2005. Russian (Крупаткин А.И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. М.: Медицина; 2005).
10. Kozlov V.I. Blood microcirculatory system: clinical and morphological aspects for study. Regionarnoe Kровообращeniye i Mikrotsirkulyatsiya 2006; 5(2): 84–101. Russian (Козлов В.И. Система микроциркуляции крови: клинико-морфологические аспекты изучения. Регионарное Кровообращение и Микроциркуляция 2006; 5(2): 84–101).
11. Tihonova I.V., Tankanagh A.V., Kosyakova N.I., Chemeris N.K. Age-specific characteristics of human skin microcirculatory function. Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal imeni I.M. Sechenova / Rossiiskaia akademiya nauk 2005; 91(10): 1132–1136. Russian (Тихонова И. В., Танканagh А. В., Косьякова Н. И., Чермерис Н. К. Возрастные особенности функционирования микроциркуляторного русла кожи человека. Российский физиологический журнал имени И. М. Сеченова 2005; 91(10): 1132–1136).
12. Ovchinnikova O.A. Assessment of gender-specific characteristics of vegetative and vascular regulation of microcirculation by laser Doppler flowmetry. Yaroslavl'skiy Pedagogicheskii Vestnik 2010; (3): 52–55. Russian (Овчинникова О.А. Оценка гендерных особенностей вегето-сосудистой регуляции микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии. Ярославский Педагогический Вестник 2010; (3): 52–55.).
13. NPO "Lazma" Computerised laser analyser of microcirculation LAKK-02. Moscow: OOO Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie «LAZMA»; 2006. Russian (НПО «Лазма» Анализатор лазерный микроциркуляции крови компьютеризированный ЛАКК-02 (исполнение 4). М.: ООО Научно-производственное предприятие «ЛАЗМА»; 2006).
14. Kozlov V.I., Mach F.B., Litvin O.A. et al. Laser Doppler Flowmetry method. Moscow: Transonik; 2001. Russian (Козлов В. И., Мач Ф. Б., Литвин О. А. и др. Метод лазерной доплеровской флоуметрии: Пособие для врачей. М.: Трансоник; 2001).
15. Vasilyev A.P., Strelcova N.N., Sekisova M.A., et al. Functional characteristics of microcirculation at patients suffered from arterial hypertension and its prognostic value. Kardiologiya i Profilaktika 2011; 10(5): 14–19. Russian (Васильев А.П., Стрельцова Н.Н., Секисова М.А., и др. Функциональные особенности микроциркуляции у больных артериальной гипертензией и их прогностическое значение. Кардиология и Профилактика 2011; 10(5): 14–19.).
16. Kolbasin L.N., Buganov A.A., Mamedov S.I. Microcirculation of healthy emigrants from the Far North. Vestnik Vostanovitel'noy Meditsiny 2008; 2 (24): 31–35. Russian (Колбасин Л.Н., Буганов А.А., Мамедов С.И. Состояние микроциркуляции у здоровых пришлых жителей Крайнего Севера. Вестник Восстановительной Медицины 2008; 2(24): 31–35).

Поступила: 27.11.2012
Принята в печать: 12.12.2012