

Микроциркуляторные изменения у больных облитерирующим атеросклерозом при реконструкции аорто-бедренного артериального сегмента

В.А. ЛАЗАРЕНКО, Е.А. БОБРОВСКАЯ, Е.В. ПУТИНЦЕВА

Курский государственный медицинский университет, ул. К. Маркса, д. 3, Курск, 305041, Российская Федерация

Актуальность Изучение эффективности реконструктивных операций при облитерирующем атеросклерозе невозможно без объективного контроля за состоянием не только магистральных сосудов, коллатерального кровообращения, но и микроциркуляторного русла нижних конечностей. Лазерная доплеровская флоуметрия является не инвазивным методом оценки сосудистого бассейна нижних конечностей.

Цель исследования Изучение функционального состояния микроциркуляторного русла и систем его регуляции у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей до и после реконструктивных вмешательств на аорто-бедренном артериальном сегменте.

Материалы и методы Функциональное состояние микроциркуляторного русла нижних конечностей изучали методом чрескожной лазерной доплеровской флоуметрии лазерным анализатором капиллярного кровотока (ЛАКК – 02, НПО «ЛАЗМА», Россия) с использованием базового светового зонда в красном канале измерения у 54 пациентов облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей при поражении на уровне аорто-бедренного артериального сегмента и в динамике после проведения аорто-бедренного шунтирования.

Результаты и их обсуждение При высоком уровне окклюзии выявлено снижение амплитуды в диапазоне эндотелиальной активности, доминирование нейрогенного компонента сосудистого тонуса, исходно высокое значение показателя шунтирования. Обнаружено отсутствие нормализации ритмического спектра кровотока на окклюзионную пробу на фоне эффективной реваскуляризации конечности. Высокий уровень показателя шунтирования после аорто-бедренной реконструкции свидетельствует о артериоло-венулярном сбросе.

Выводы Пациентам с высоким уровнем окклюзии необходима дополнительная подготовка микроциркуляторного русла в предоперационном периоде и его коррекция после реконструктивного вмешательства с учетом патофизиологических механизмов, регулирующих процессы микроциркуляции.

Ключевые слова Микроциркуляция, облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей, аорто-бедренное шунтирование, лазерная доплеровская флоуметрия

Microcirculatory Changes in Patients with Arteriosclerosis Obliterans after Aorta-Femoral Arterial Reconstruction

V.A. LAZARENKO, E.A. BOBROVSKAIA, E.V. PUTINTSEVA

Kursk State Medical University, 3 K.Marksa Str., Kursk, 305041, Russian Federation

Relevance Assessment of reconstructive surgery effectiveness in atherosclerosis obliterans demands reliable monitoring of the main arteries along with collateral circulation of the lower limbs. Laser Doppler Flowmetry is a non-invasive measuring method of the lower limbs vascular system.

The purpose of the study To investigate changes in microcirculatory blood flow and its regulation in patients with atherosclerosis obliterans before and after reconstructive surgery of the aorta-femoral segment.

Materials and methods Lower limbs microcirculatory blood flow was detected by percutaneous Laser Doppler Flowmetry with laser Doppler perfusion imager (LAKK – 02, NPO «LAZMA», Russia) in red wavelength spectrum. 54 patients with atherosclerosis obliterans, aorta-femoral segment were investigated after aorta-femoral bypass surgery.

Results and their discussion High level occlusion revealed decrease in the amplitude of endothelial functioning range, prevailed neurogenic component of vascular tone and elevated initial value of the bypass index. The rhythmic spectrum of blood flow did not reach its baseline level in cuff-based blood flow occlusion after effective revascularization. The high level of bypass index after aorta-femoral reconstruction was related to arteriola-venular shunt.

Conclusion Patients with high level occlusion required additional microvasculature assessment in the preoperative period and further correction after reconstructive surgery taking into account the pathophysiological mechanisms regulating the processes of microcirculation.

Key words Microcirculation, arteriosclerosis obliterans, aorta-femoral bypass, Laser Doppler Flowmetry

У больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей, помимо окклюзионно-стенозных поражений аорты и магистральных арте-

рий, развиваются системные и локальные расстройства микроциркуляции, а также нарушения механизмов регуляции кровотока, вносящие существенный вклад в ос-

© В.А. Лазаренко, Е.А. Бобровская, Е.В. Путинцева. Микроциркуляторные изменения у больных облитерирующим атеросклерозом при реконструкции аорто-бедренного артериального сегмента. Вестник экспериментальной и клинической хирургии 2014; 7: 4: 315-320.

новые звенья формирования и развития патологии [6, 7, 11].

Изучение эффективности реконструктивных операций при облитерирующем атеросклерозе невозможно без объективного контроля за состоянием не только магистральных сосудов, коллатерального кровообращения, но и микроциркуляторного русла нижних конечностей [1, 2, 8, 9]. Лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) является неинвазивным методом оценки сосудистого бассейна нижних конечностей [3, 5, 10].

Цель исследования - изучение функционального состояния микроциркуляторного русла и систем его регуляции у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей до и после реконструктивных вмешательств на аорто-бедренном артериальном сегменте.

Материалы и методы

Исследование было выполнено у 54 пациентов облитерирующим атеросклерозом с поражением на уровне аорто-бедренного артериального сегмента, со II – III степенью хронической артериальной недостаточности нижних конечностей по классификации R. Fontaine – А.В. Покровского. Средний возраст пациентов 59,7±16,3 лет. Изучение состояния микроциркуляции выполнялось до операции, на 5-е и 180-е сутки после проведения аорто-бедренного шунтирования пациентам с гемодинамически эффективными сосудистыми реконструкциями. Контрольную группу составили 20 добровольцев (клинически здоровых пациентов, средний возраст 25,6±0,6 лет).

Микроциркуляция тканей нижних конечностей оценивалась при проведении чрезкожной лазерной доплеровской флоуметрии лазерным анализатором капиллярного кровотока (ЛАКК – 02, НПО «ЛАЗМА», Россия) с использованием базового светового зонда в красном канале измерения. Исследование выполнялось натощак, в положение больного лежа на спине с 9 до 11 часов, при температуре помещения 21-24°C [9]. Измерение тканевого кровотока проводилось в стандартных точках: на тыле стопы в проекции первого межпальцевого промежутка и на границе верхней и средней трети голени по наружной поверхности. Состояние тканевой микроциркуляции изучалось в условиях физиологического покоя, в течение шести минут осуществлялась регистрация базального кровотока. Для изучения компенсаторных возможностей микроциркуляторного русла на стопе выполнялась 3-х минутная окклюзионная проба с последующей регистрацией показателей в течение 6 минут после прекращения окклюзии [5]. Проводилось измерение показателя микроциркуляции с автоматическим расчетом его среднего значения, отражающего количество эритроцитов и среднюю скорость эритроцитов в зондируемом объеме ткани, выражающегося в относительных перфузионных единицах (п.е.). Амплитудно-частотный анализ осциллирующий кровотока рассчитывался с помощью программы вейвлет – анализа, по результатам которого оценивались

активные (нейрогенный, миогенный и эндотелиальный) и пассивные (дыхательный и кардиальный) механизмы регуляции сосудистого тонуса. Расчет всех показателей проводился с помощью специального пакета программ (версия 2.0.0.423, НПО «ЛАЗМА», РФ).

Статистическая обработка полученных результатов исследования осуществлялась путем вычисления средних арифметических (М) и средних ошибок средних (m). Оценка достоверности различия средних значений производилась с помощью параметрического t – критерия Стьюдента. Различия между группами считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

У пациентов облитерирующим атеросклерозом с поражением на уровне аорто-бедренного артериального сегмента отмечено снижение в 3 раза показателя микроциркуляции на стопе и в 2,4 раза на голени ($p < 0,05$) по сравнению со здоровыми лицами ($1,07 \pm 0,11$ и $1,26 \pm 0,08$ п.е., соответственно) (рис. 1). Такое снижение базального кровотока при высоком уровне окклюзии обусловлено резким уменьшением объема притекающей артериальной крови к дистальным отделам конечности. При анализе данных ЛДФ-грамм у больных в раннем послеоперационном периоде после проведения аорто-бедренного шунтирования происходило возрастание базального кровотока в 2,09 раза на стопе и в 1,74 раза на голени, составляя в среднем $2,24 \pm 0,21$ и $2,2 \pm 0,19$ п.е., соответственно ($p < 0,05$); однако показатель микроциркуляции так и не достиг значения контрольной группы и был ниже, чем в группе здоровых пациентов на 30,65% ($p < 0,05$) на стопе и на 26,67% на голени ($p < 0,05$).

С увеличением срока наблюдения (через 180 суток после реконструктивной операции) происходило снижение базального кровотока на стопе на 42,42% ниже показателя контрольной группы и на 48,0% на голени ($p < 0,05$). На голени показатель микроциркуляции на

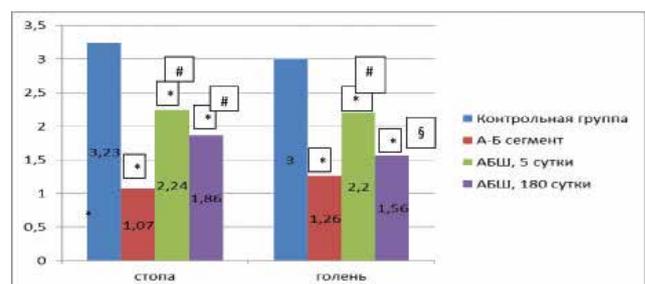


Рис. 1. Динамика показателя микроциркуляции у больных до и после реконструктивных вмешательств на стопе и голени (п.е.)
 * $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой,
 # $p < 0,05$ по сравнению с пациентами до операции (А-Б сегмент),
 § $p < 0,05$ по сравнению с пациентами на ранних сроках после АБШ, 5 сутки.
 * $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой. /
Fig. 1. Changes of the microcirculation in patients before and after reconstructive interventions on the foot and lower leg (PE),
 * $p < 0,05$ compared with the control group,
 # $p < 0,05$ compared with patients before operation (A-B segment),
 § $p < 0,05$ compared with patients in the early stages after aorto-femoral bypass, 5th day.

29,1% уменьшался по сравнению с ранним послеоперационным периодом ($p < 0,05$).

Амплитудно-частотный анализ колебаний кровотока выявил отсутствие микроциркуляторного ритма в эндотелиальном диапазоне у больных с поражением аорто-бедренного артериального сегмента в точке на стопе и его выраженное снижение на 91,27% ($p < 0,05$) на голени (табл. 1). По сравнению с контрольной группой отмече-

но преобладание нейрогенного компонента сосудистого тонуса в 1,7 раза на стопе и в 2,7 раза на голени ($p < 0,05$). После окклюзии определялось появление эндотелиального ритма на стопе, однако он не являлся доминирующим и на 53,85% был ниже преобладающего нейрогенного компонента ($p < 0,05$) и почти в 2 раза снижен по сравнению с пациентами контрольной группы ($p < 0,05$). По данным литературы, такое перераспределение спек-

Таблица 1

Вейвлет - анализ осцилляций кровотока

Показатель вейвлет-анализа		Э	Н	М	Д	С
Стопа						
Контроль	до окклюзии	0,27±0,02	0,36±0,04	0,25±0,03	0,15±0,02	0,18±0,02
	после окклюзии	0,71±0,05**	0,50±0,05 **	0,41±0,04**	0,27±0,03	0,28±0,06
Пациенты с поражением аорто-бедренного сегмента	до окклюзии	-	0,61±0,05 *	0,27±0,05	0,17±0,04	0,08±0,01 *
	после окклюзии	0,42±0,05*	0,91±0,07** *	0,30±0,04	0,19±0,04	0,09±0,01 *
Аорто-бедренное шунтирование, 5 суток	до окклюзии	0,24±0,07	0,48±0,05	0,25±0,012	0,16±0,02	0,13±0,02 #
	после окклюзии	0,39±0,04	0,83±0,08**	0,39±0,038**	0,18±0,03	0,19±0,02
Аорто-бедренное шунтирование, 180 суток	до окклюзии	0,09±0,02§	0,36±0,096#	0,33±0,08	0,13±0,02	0,19±0,04 #
	после окклюзии	0,22±0,06**	0,61±0,07**	0,41±0,07	0,14±0,02	0,11±0,01
Голень						
Контроль		0,23±0,02	0,24±0,03	0,19±0,03	0,13±0,02	0,16±0,03
Пациенты с поражением аорто-бедренного сегмента		0,02±0,003	0,65±0,17	0,35±0,06	0,28±0,07	0,13±0,02
Аорто-бедренное шунтирование, 5 суток		0,17±0,06#	0,42±0,05*	0,21±0,04	0,13±0,02	0,16±0,02
Аорто-бедренное шунтирование, 180 суток		0,13±0,03* #	0,22±0,04 #	0,19±0,02 #	0,15±0,04	0,14±0,03

** $p < 0,05$ по сравнению с исходными значениями до окклюзии

* $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой,

$p < 0,05$ по сравнению с пациентами до операции (с поражением аорто-бедренного сегмента),

§ $p < 0,05$ по сравнению с пациентами

на ранних сроках после аорто-бедренного шунтирования, 5 сутки

Таблица 2

Динамика показателя шунтирования и резерва капиллярного кровотока на стопе и голени

Показатели	Показатель шунтирования		РКК на стопе, %
	на стопе		
	до окклюзии	после окклюзии	на голени
Контроль	1,3±0,05	1,52±0,06	1,47±0,06
Пациенты с поражением аорто-бедренного сегмента	1,95±0,13 *	2,25±0,09 * **	1,79±0,08*
Аорто-бедренное шунтирование, 5 суток	1,67±0,10*	1,86±0,07*	1,63±0,136
Аорто-бедренное шунтирование, 180 суток	1,45±0,07 #	1,92±0,22 **	1,04±0,06* # §

* $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой,

$p < 0,05$ по сравнению с пациентами до операции (А-Б сегмент),

§ $p < 0,05$ по сравнению с пациентами на ранних сроках после АБШ, 5 сутки

** $p < 0,05$ по сравнению со значениями до окклюзии

тральной мощности в частотных диапазонах активной модуляции кровотока отражает преобладающие процессы вазоконстрикции и свидетельствует о наличии сброса крови по артериоло - венулярным шунтам [6].

В раннем послеоперационном периоде (к 5 суткам) зарегистрирован эндотелиальный ритм на стопе, приближающийся к значениям контрольной группы ($p > 0,05$) и статистически значимый прирост показателя на 8,5% на голени по сравнению с дооперационным периодом ($p < 0,05$).

В точке на голени амплитуда нейрогенного ритма в 1,74 раза превосходила значения контрольной группы, составляя в среднем $0,42 \pm 0,05$ п.е. ($p < 0,05$). Вместе с тем установлено достоверное увеличение в 1,38 раза амплитуды

сердечного ритма на стопе по сравнению с показателем до оперативного вмешательства ($p = 0,02$).

После проведения окклюзионной пробы у больных на 5-е сутки после реконструкции доминирующим являлись нейрогенный и миогенный ритмы. Значение амплитуды эндотелиального ритма возрастало до $0,39 \pm 0,04$ п.е., однако не носило достоверного характера и не являлось доминирующим, т.е. в постокклюзионной вейвлет - грамме у больных после реконструкции на аорто-бедренном сегменте не отмечалось восстановления характера реакции ритмического спектра на окклюзионную пробу.

На 180-е сутки после аорто-бедренного шунтирования на стопе до окклюзии по сравнению с контрольной группой достоверных различий не выявлено. На голени

Table 1

Wavelet-analysis of blood flow oscillations

Показатель вейвлет-анализа		Э	Н	М	Д	С
Foot						
Control group	before occlusion	0,27±0,02	0,36±0,04	0,25±0,03	0,15±0,02	0,18±0,02
	after occlusion	0,71±0,05**	0,50±0,05 **	0,41±0,04**	0,27±0,03	0,28±0,06
Patients with lesion of aorto-femoral segment	before occlusion	-	0,61±0,05 *	0,27±0,05	0,17±0,04	0,08±0,01 *
	after occlusion	0,42±0,05*	0,91±0,07** *	0,30±0,04	0,19±0,04	0,09±0,01 *
Aorto-femoral bypass, 5 days	before occlusion	0,24±0,07	0,48±0,05	0,25±0,012	0,16±0,02	0,13±0,02 #
	after occlusion	0,39±0,04	0,83±0,08**	0,39±0,038**	0,18±0,03	0,19±0,02
Aorto-femoral bypass, 180 days	before occlusion	0,09±0,02§	0,36±0,096#	0,33±0,08	0,13±0,02	0,19±0,04 #
	after occlusion	0,22±0,06**	0,61±0,07**	0,41±0,07	0,14±0,02	0,11±0,01
Leg						
Control group		0,23±0,02	0,24±0,03	0,19±0,03	0,13±0,02	0,16±0,03
Patients with lesion of aorto-femoral segment		0,02±0,003	0,65±0,17	0,35±0,06	0,28±0,07	0,13±0,02
Aorto-femoral bypass, 5 days		0,17±0,06#	0,42±0,05*	0,21±0,04	0,13±0,02	0,16±0,02
Aorto-femoral bypass, 180 days		0,13±0,03* #	0,22±0,04 #	0,19±0,02 #	0,15±0,04	0,14±0,03

**p < 0.05 compared with baseline values before occlusion

*p < 0.05 compared with the control group

#p < 0.05 compared with patients before the operation (with a lesion aorto-femoral segment)

§p < 0.05 compared with patients in the early stages after aorto-femoral bypass, 5 days

Table 2

Changes of the bypass and capillary blood flow reserve in the foot and lower leg

Rates	Bypass rate			RCBF on foot, %
	Foot		Leg	
	Before occlusion	After occlusion		
Control group	1,3±0,05	1,52±0,06	1,47±0,06	506,17±37,09
Patients with lesion of aorto-femoral segment	1,95±0,13 *	2,25±0,09 * **	1,79±0,08*	237,33±40,77 *
Aorto-femoral bypass, 5 days	1,67±0,10*	1,86±0,07*	1,63±0,136	340,58±58,39*
Aorto-femoral bypass, 180 days	1,45±0,07 #	1,92±0,22 **	1,04±0,06* # §	361,60±57,67*

*p < 0.05 compared with the control group

#p < 0.05 compared with patients before the operation (A-B segment)

§p < 0.05 compared with patients in the early stages after aorto-femoral bypass, 5 days

**p < 0.05 compared to values before occlusion

статистически значимые различия отмечены в эндотелиальном компоненте ($p < 0,05$). По сравнению с исходными дооперационными показателями после реконструкции на стопе к этому сроку наблюдения происходило достоверное снижение амплитуды нейрогенного компонента с $0,61 \pm 0,05$ до $0,36 \pm 0,09$ п.е. ($p < 0,05$) и увеличение пассивных механизмов регуляции за счет сердечного ритма (до $0,19 \pm 0,04$ п.е.). На голени также регистрировалось достоверное снижение нейрогенного и миогенного влияния по сравнению с исходным уровнем.

Эндотелиальный ритм в точке на голени через 180 суток после операции оставался ниже нормы в 2,07 раза ($p < 0,05$). Его амплитуда на стопе с увеличением срока наблюдения снижалась на 62,5% по сравнению с ранним послеоперационным периодом ($p \leq 0,05$) и на 66,67% была ниже контрольной группы ($p \leq 0,05$), составляя в среднем $0,09 \pm 0,02$ п.е.

В постокклюзионной вейвлет-грамме на 180-е сутки наблюдения на стопе, по сравнению с состоянием до окклюзии, преобладали активные механизмы регуляции сосудистого тонуса за счет увеличения эндотелиального (до $0,22 \pm 0,06$ п.е.) и нейрогенного (до $0,60 \pm 0,07$ п.е.) компонентов, но вместе с тем влияние нейрогенного тонуса по-прежнему доминировало, превышая амплитуду эндотелиального ритма в 2,72 раза ($p < 0,05$).

Для оценки соотношения шунтового и нутритивного кровотока рассчитывался показатель шунтирования как отношение амплитуды максимальной осцилляции одного из двух ритмов активного диапазона (эндотелиального или нейрогенного) к амплитуде миогенного ритма [5, 6].

У пациентов облитерирующим атеросклерозом регистрировались исходно высокие значения показателя шунтирования на стопе ($1,95 \pm 0,13$ п.е.), и голени ($1,79 \pm 0,08$ п.е.) и достоверное увеличение на стопе после окклюзии ($p < 0,05$), что является подтверждением увеличенного артериоло-венулярного сброса (табл. 2). Показатель шунтирования в раннем периоде после аорто-бедренной реконструкции несколько снижался (на 14,36%, $p > 0,05$) по сравнению с дооперационным значением, но оставался высоким, превышая показатель контрольной группы в 1,3 раза ($p < 0,05$). С увеличением сроков наблюдения (180-е сутки после реконструкции) значение показателя шунтирования уменьшалось на стопе до $1,45 \pm 0,07$

п.е. ($p < 0,05$), однако после окклюзии отмечалось его возрастание. Согласно данным литературы, повышение данного показателя не соответствует нормальной реакции и в полной мере не обеспечивает адекватную перфузию микроциркуляторного русла [4, 6].

У больных облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей с высоким уровнем окклюзии отмечено достоверное снижение резерва микроциркуляции, определяющегося процентным отношением максимального показателя микроциркуляции периода постокклюзионной гиперемии к показателю микроциркуляции до окклюзии на 53,12%, $p < 0,05$.

В раннем послеоперационном периоде резерв капиллярного кровотока достоверно не отличался от дооперационных значений, составляя $340,58 \pm 58,39\%$, $p > 0,05$ и в 1,48 раз был ниже значений контрольной группы ($p = 0,02$). Таким образом, с увеличением сроков наблюдения не происходит значимого прироста резерва капиллярного кровотока.

Выводы

1. ЛДФ является неинвазивным и доступным методом исследования состояния локальной микрогемодинамики и механизмов ее регуляции после проведения реконструктивной операции.

2. У больных облитерирующим атеросклерозом при высоком уровне окклюзии выявлено снижение амплитуды в диапазоне эндотелиальной активности, доминирование нейрогенного компонента сосудистого тонуса. После реконструктивного вмешательства не происходит нормализации ритмического спектра кровотока на окклюзионную пробу на фоне макрогемодинамически эффективной реваскуляризации.

3. Увеличение показателя шунтирования до операции и его высокий уровень после аорто-бедренной шунтирования свидетельствует о артериоло-венулярном сбросе.

4. Пациентам с высоким уровнем окклюзии необходима дополнительная подготовка микроциркуляторного русла в предоперационном периоде и его коррекция после реконструктивного вмешательства с учетом патофизиологических механизмов, регулирующих процессы микроциркуляции.

Список литературы

1. Гавриленко А.В., Омаржанов О.А., Куклин А.В. Прогностическая ценность функционального резерва микроциркуляции и воспалительно-некротической реакции для определения тактики хирургического лечения больных с критической ишемией нижних конечностей. *Анналы хирургии*, 2005; 5: 23-28.
2. Дибиров М.Д., Дибиров А.А., Гаджимурадов Р.У. и др. Дистальные реконструкции при критической ишемии нижних конечностей у больных старших возрастных групп. *Хирургия*, 2009; 1: 49-52.
3. Золотницкая В.П., Леонтьева Н.В., Талантов С.В., Андриушина Н.Б. и др. Радионуклидная диагностика в

References

1. Gavrilenko A.V., Omarzhanov O.A., Kuklin A.V. Predictive value of the functional reserve of microcirculation and inflammatory and necrotic reaction to determine the tactics of surgical treatment of patients with critical ischemia of lower extremities. *Annaly khirurgii*, 2005; 5: 23-28. - (In Russ.).
2. Dibirov M.D., Dibirov A.A., Gadzhimuradov R.U. et al. Distal reconstruction of critical ischemia of the lower extremities in patients of older age groups. *Khirurgiia*, 2009; 1: 49-52. - (In Russ.).
3. Zolotnitskaia V.P., Leont'eva N.V., Talantov S.V., Andriushina N.B. et al. Radionuclide diagnostics in the

- контроле за эффективностью лазеротерапии при заболеваниях сосудов нижних конечностей. Региональное кровообращение и микроциркуляция, 2002; 3: 28-33.
4. Крупаткин А.И., Сидоров В.В., Кучерик А.О. и др. Современные возможности анализа поведения микроциркуляции крови как нелинейной динамической системы. Региональное кровообращение и микроциркуляция, 2010; 1(33): 61-67.
 5. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. Руководство для врачей. Под ред. А.И. Крупаткина, В.В. Сидорова М.: ОАО «Издательство «Медицина». 2005; 256.
 6. Лисин С.В., Чадаев А.П., Крупаткин А.И. и др. Состояние микроциркуляции при IV стадии хронической артериальной недостаточности нижних конечностей атеросклеротического генеза. Ангиология и сосудистая хирургия, 2008; 14: 1: 21-28.
 7. Миккульская Е.Г., Салов И.А., Буров Ю.А., Москаленко А.Н. Выявление необратимости ишемических изменений в тканях нижних конечностей у больных облитерирующим атеросклерозом артерий (по данным лазерной доплеровской флоуметрии). Региональное кровообращение и микроциркуляция, 2002; 3: 19-24.
 8. Мусихин Л.В., Терехов А.И., Саженина Е.И. и др. Влияние сеансов ВЛОК на содержание оксида азота в плазме у хирургических больных в дооперационном, операционном и послеоперационном периодах. Журн. Лазерная медицина, 2004; 8(3): 35.
 9. Халепко О.В., Ешкина С.Л., Пугачев В.М., Лучкина О.А. Использование метода лазерной доплеровской флоуметрии для оценки роли микроциркуляторных нарушений при патологии (клинико-экспериментальное исследование). Вестник восстановительной медицины, 2008; 3: 64-68.
 10. Халепко О.В., Ешкина С.Л., Молотков О.В., Арса А.В. Особенности механизмов регуляции периферического кровообращения и уровень реактивной и личностной тревожности у больных с различными типами акцентуаций характера в динамике развития первичного трансмурального инфаркта миокарда. Вестник восстановительной медицины, 2007; 3(21): 59-65.
 11. Fromy B., Merzeau S., Abraham P., Saumet J.L. Mechanisms of the coetaneous vasodilator response to local external pressure application in rats: involvement of CGRP, neurokinins, prostaglandins and NO. *British Journal of Pharmacology*, 2000; 131: 1161-1171.
- control of the efficiency of laser therapy for diseases of vessels of lower extremities. *Regional'noe krovoobrashchenie i mikrotsirkuliatsiia*, 2002; 3: 28-33. - (In Russ.).
4. Krupatkin A.I., Sidorov V.V., Kucherik A.O. et al. Modern possibilities of analyzing the behavior of blood microcirculation as a nonlinear dynamical system. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkuliatsiia*, 2010; 1(33): 61-67. - (In Russ.).
 5. *Lazernaia dopplerovskaia floumetriia mikrotsirkuliatsii krovi* [Laser Doppler flowmetry blood microcirculation. A guide for physicians]. Under. Ed. A.I. Krupatkina, V.V. Sidorov, Moscow: JSC "Publishing house "Medicine", 2005; 256. - (In Russ.).
 6. Lisin S.V., Chadaev A.P., Krupatkin A.I. et al. State of the microcirculation with stage IV chronic arterial insufficiency of the lower limbs atherosclerotic Genesis. *Angiologiia i sosudistaia khirurgiia*, 2008; 14: 1: 21-28. - (In Russ.).
 7. Mikul'skaia E.G., Salov I.A., Burov Iu.A., Moskalenko A.N. Identification irreversible ischemic changes in the tissues of the lower extremities in patients with obliterating atherosclerosis of the arteries (according to laser Doppler flowmetry). *Regional'noe krovoobrashchenie i mikrotsirkuliatsiia*, 2002; 3: 19-24. - (In Russ.).
 8. Musikhin L.V., Terekhov A.I., Sazhenina E.I. et al. Influence sessions vlok on the content of nitric oxide in plasma in surgical patients in the preoperative, operative and postoperative periods. *Lazernaia meditsina*, 2004; 8(3): 35. - (In Russ.).
 9. Khalepo O.V., Eshkina S.L., Pugachev V.M., Luchkina O.A. Use of the method of laser Doppler flowmetry to evaluate the role of microcirculatory disorders in pathology (clinical-experimental study). *Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny*, 2008; 3: 64-68. - (In Russ.).
 10. Khalepo O.V., Eshkina S.L., Molotkov O.V., Arsa A.V. Peculiarities of the regulation mechanisms of peripheral blood circulation and the level of reactive and personal anxiety in patients with different types of accentuations of character in the dynamics of development of primary transmural myocardial infarction. *Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny*, 2007; 3(21): 59-65. - (In Russ.).
 11. Fromy B., Merzeau S., Abraham P., Saumet J.L. Mechanisms of the coetaneous vasodilator response to local external pressure application in rats: involvement of CGRP, neurokinins, prostaglandins and NO. *British Journal of Pharmacology*, 2000; 131: 1161-1171.

Recieved 28.05.2014

Поступила 28.05.2014

Информация об авторах

1. Лазаренко В.А. - д.м.н., проф., зав. кафедрой хирургических болезней ФПО, ректор Курского государственного медицинского университета. E-mail: main@kgmu.kursknet.ru;
2. Бобровская Е.А. - к.м.н., доц. кафедры хирургических болезней ФПО Курского государственного медицинского университета. E-mail: ea-bobrovskaya@yandex.ru;
3. Путинцева Е.В. - аспирант кафедры хирургических болезней ФПО Курского государственного медицинского университета. E-mail: genaryashkin@mail.ru.

Information about the Authors

1. Lazarenko V. - MD, Prof., head of chair of surgical diseases FPO, rector of the Kursk state medical University, E-mail: main@kgmu.kursknet.ru;
2. Bobrovskaya E. - Ph.D., associate Professor Department of surgical diseases FPO Kursk state medical University, E-mail: ea-bobrovskaya@yandex.ru;
3. Putintseva E. - post-graduate student of the chair of surgical diseases FPO Kursk state medical University. E-mail: genaryashkin@mail.ru