

## ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ БЕДРЕННО-ПОДКОЛЕННОГО ШУНТИРОВАНИЯ У БОЛЬНЫХ ОБЛИТЕРИРУЮЩИМ АТЕРОСКЛЕРОЗОМ С ПОЗИЦИИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ

*В. А. Лазаренко, Е. А. Бобровская*

*Курский государственный медицинский университет, кафедра хирургических болезней ФПО*

Изучены особенности микроциркуляции у пациентов облитерирующим атеросклерозом с поражением бедренно-подколенного сегмента до и после реконструктивного вмешательства. Выявлены снижение показателей микроциркуляции, изменения активных механизмов модуляции кровотока, нарушение реактивности микрососудов при проведении окклюзионной пробы.

*Ключевые слова:* микроциркуляция, облитерирующий атеросклероз нижних конечностей, бедренно-подколенное шунтирование, лазерная доплеровская флоуметрия.

## EVALUATION OF THE RESULTS OF FEMORAL-POPLITEAL BYPASS IN PATIENTS WITH ATHEROSCLEROSIS OBLITERANS FROM A MICROCIRCULATION VIEW

*V. A. Lazarenko, E. A. Bobrovskaya*

*Kursk State Medical University, Department of surgical diseases FPO*

The features of microcirculation in patients with atherosclerosis obliterans having lesions in the femoral-popliteal segment before and after reconstructive surgery were explored. We revealed a decrease in microcirculation, changes in the active modulation mechanisms of blood flow, impaired microvascular reactivity during the occlusion test.

*Key words:* microcirculation, arteriosclerosis obliterans, femoral-popliteal bypass, Laser Doppler Flowmetry.

Хирургическое лечение пациентов, страдающих хронической ишемией нижних конечностей на фоне облитерирующего атеросклероза продолжает оставаться одной из актуальных задач ангиохирургии. Количество реконструктивных операций в Российской Федерации растет из года в год. Так, общее число инфраингвинальных реконструкций в 2014 г. составило 13508, из них бедренно-подколенное шунтирование выше щели коленного сустава — 29,5 % [7]. Кровообращение конечностей определяется состоянием магистрального, коллатерального и микроциркуляторного кровотока [2, 3]. Окклюзионно-стенозические изменения при облитерирующем атеросклерозе приводят к нарушению микроциркуляции дистальных отделов конечности со значительной функциональной перестройкой [3, 8]. Для изучения функциональной активности микроциркуляторного русла наиболее информативным и не инвазивным методом является лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ), позволяющая выполнять оценку микроциркуляции с анализом частотных сигналов, моделирующих кровотоки [1, 4].

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценка особенностей микроциркуляции у пациентов облитерирующим атеросклерозом с окклюзионно-стенозическим поражением бедренно-подколенного артериального сегмента до и после проведения реконструктивных вмешательств.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование микроциркуляции проводилось у 52 человек, которые были разделены на две группы.

Первую контрольную группу составили 20 клинически здоровых добровольцев, средний возраст (25,6 ± 0,6) лет.

Во вторую группу вошли 32 пациента мужского пола с атеросклеротическим поражением бедренно-подколенного артериального сегмента, III степени хронической артериальной недостаточности нижних конечностей по классификации R. Fontaine — А. В. Покровского, средний возраст (59,68 ± 1,15) лет. Пациентам было выполнено бедренно-подколенное шунтирование (БПШ) с наложением дистального анастомоза выше щели коленного сустава. Всеми пациентами было подписано добровольное информированное согласие.

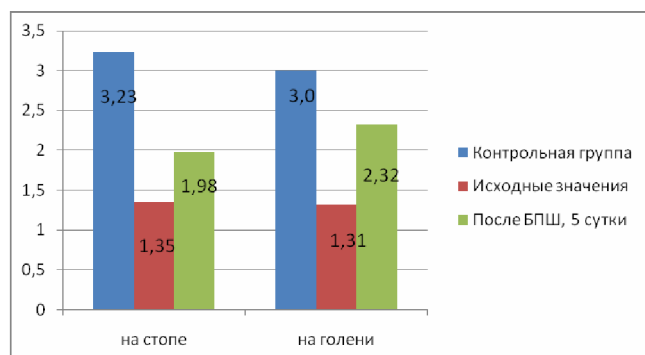
Микроциркуляция тканей нижних конечностей оценивалась при проведении чрезкожной лазерной доплеровской флоуметрии лазерным анализатором капиллярного кровотока (ЛАКК-02, НПО «ЛАЗМА», Россия). Измерение выполнялось в точках на тыле стопы в проекции первого межпальцевого промежутка и на границе верхней и средней трети голени по наружной поверхности, в группе исследования до и после операции, в группе контроля — однократно. Базальный уровень кровотока определялся в условиях физиологического покоя на протяжении 6 минут, затем для изучения компенсаторных возможностей выполнялась 3-минутная окклюзионная проба с последующей регистрацией показателей в течение 6 минут после прекращения окклюзии [5]. Проводилось измерение показателя микроциркуляции, показателя шунтирования (ПШ), резерва капиллярного кровотока (РКК) [5, 6]. Амплитудно-частотный анализ осцилляций кровотока рассчитывался с помощью вейвлет-анализа, по результатам которого

оценивались активные (эндотелиальный, нейрогенный, миогенный) и пассивные (дыхательный, сердечный) механизмы регуляции сосудистого тонуса.

Статистическая обработка полученных результатов исследования осуществлялась путем вычисления средних арифметических ( $M$ ) 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 ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Уровень микроциркуляторного кровотока у пациентов облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей при окклюзионно-стенотическом поражении бедренно-подколенного сегмента был статистически значимо снижен по сравнению с контрольной группой (на 58,32 % на стопе и на 56,27 % на голени) (рис.).



\* $p < 0,05$  по сравнению с контрольной группой, # $p < 0,05$  по сравнению с пациентами до операции.

Рис. Динамика показателя в микроциркуляции на стопе и голени (п.е.)

На фоне проведения прямой реваскуляризации конечности в объеме бедренно-подколенного шунтирования у пациентов отмечался прирост показателя мик-

роциркуляции в 1,46 раза на стопе и в 1,77 раза на голени ( $p < 0,05$ ) по сравнению с исходным дооперационным уровнем. Вместе с тем, значения показателя микроциркуляции, несмотря на макрогемодинамически эффективное восстановление кровотока в конечности, существенно отличались от контрольной группы (на 38,73 % на стопе и на 22,88 % на голени,  $p < 0,05$ ). Таким образом, даже при проведении оперативного вмешательства микроциркуляции не достигал уровня здоровых людей. Амплитудно-частотный анализ колебаний кровотока свидетельствовал о выраженном снижении эндотелиального ритма у пациентов облитерирующим атеросклерозом на стопе и голени, отличаясь от значений контрольной группы на 67,5 %,  $p < 0,05$  и 30,81 %,  $p > 0,05$  соответственно (табл.).

После БПШ не было получено значимых различий как активных на стопе и голени, так и пассивных ритмов на стопе по сравнению с дооперационным периодом. В точке на стопе сохранялись низкие значения эндотелиального ритма (на 37,59 %,  $p < 0,05$  ниже нормальных показателей) и высокий уровень нейрогенного ритма, превышающий значения контрольной группы на стопе на 42,74 % и на голени на 59,32 % ( $p < 0,05$ ). Низкие значения эндотелиального ритма и отсутствие послеоперационной динамики миогенного ритма в послеоперационном периоде у пациентов не обеспечивает адекватный нутритивный кровоток [2, 8].

В ответ на проведение окклюзионной пробы у здоровых лиц происходил статистически значимый рост уровня амплитуд колебаний в эндотелиальном (более чем в 2 раза), нейрогенном (40,84 %) и миогенном (65,19 %) диапазонах, обусловленных действием активных механизмов модуляции кровотока микрососудов. У больных облитерирующим атеросклерозом отмечался постокклюзионный прирост амплитуд нейрогенного и миогенного ритмов на стопе ( $p < 0,05$ ), а постокклюзионная динамика в эндотелиальном диапазоне не имела значимого характера, что свидетельствовало о нарушении эндотелиального механизма регуляции. Согласно данным литературы, именно функциональная активность эндотелиального механизма модуляции

## Функциональная активность регуляторных механизмов модуляции кровотока

Показатели вейвлет-анализа		Эндотелиальный	Нейрогенный	Миогенный	Дыхательный	Сердечный
Стопа						
Контроль	до окклюзии	0,27 ± 0,02	0,36 ± 0,04	0,25 ± 0,03	0,15 ± 0,02	0,18 ± 0,03
	после окклюзии	0,71 ± 0,05	0,50 ± 0,05	0,41 ± 0,04	0,27 ± 0,03	0,28 ± 0,04
До операции	до окклюзии	0,09 ± 0,02*	0,45 ± 0,03	0,24 ± 0,03	0,16 ± 0,03	0,10 ± 0,02*
	после окклюзии	0,39 ± 0,11	0,82 ± 0,11	0,52 ± 0,09	0,28 ± 0,07	0,17 ± 0,04
БПШ, 5-е сутки	до окклюзии	0,17 ± 0,03*	0,51 ± 0,04*	0,24 ± 0,01	0,14 ± 0,02	0,10 ± 0,01*
	после окклюзии	0,40 ± 0,04	0,78 ± 0,05	0,40 ± 0,02	0,18 ± 0,03	0,14 ± 0,01
Голень						
Контроль (n = 20)		0,23 ± 0,02	0,24 ± 0,03	0,19 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,16 ± 0,03
До операции		0,16 ± 0,005	0,42 ± 0,05*	0,28 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,09 ± 0,01*
БПШ, 5-е сутки		0,18 ± 0,03	0,39 ± 0,04*	0,34 ± 0,05*	0,19 ± 0,04	0,14 ± 0,02 <sup>#</sup>

\* $p < 0,05$  по сравнению с контрольной группой; # $p < 0,05$  — по сравнению с исходными дооперационными значениями; \*\* $p < 0,05$  — по сравнению со значениями до окклюзии.

микрокровотока отражает вазомоторную и метаболическую функцию микрососудистого русла [8, 9, 10]. На фоне ревазуляризации динамика изменения микроциркуляторных ритмов после окклюзионной пробы сопровождалась значимым увеличением активных составляющих — эндотелиального (в 2,35 раза), нейрогенного (на 54,44 %), миогенного (на 63,64 %) ритмов и пассивного сердечного ритма (на 39,13 %), что подчеркивает важное значение для восстановления развивающихся в процессе окклюзии изменений адекватного притока крови, наряду с функциональным состоянием микроциркуляторного русла. У пациентов облитерирующим атеросклерозом регистрировались исходно высокие значения показателя шунтирования на стопе, превышая уровень контрольной группы на 31,89 % ( $p < 0,05$ ) с приростом ПШ на 14,48 %,  $p = 0,03$  в постокклюзионной вейвлет-грамме. После прямой ревазуляризации ПШ в точке на стопе снижался на 20,15 % ( $p < 0,05$ ) относительно дооперационных значений и практически не отличался от контрольной группы (5,32 %,  $p = 0,46$ ), однако после проведения окклюзионной пробы наблюдался прирост показателя на 23,2 % ( $p < 0,05$ ), что не являлось нормальной реакцией микрососудистого русла и свидетельствовало о повышении артериоло-венулярного сброса. Согласно данным литературы, такая динамика показателя шунтирования в процессе постокклюзионной реакции в полной мере не обеспечивает адекватную перфузию микроциркуляторного русла [4, 6]. У больных облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей также отмечено статистически значимое снижение РКК (на 38,86 %,  $p < 0,05$  ниже контрольной группы), уровень которого после ревазуляризации значимо не изменялся.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. У больных облитерирующим атеросклерозом магистральных артерий нижних конечностей при поражении бедренно-подколенного сегмента имеются выраженные нарушения микроциркуляторного кровотока, которые проявляют себя в значительном снижении показателя микроциркуляции, снижении эндотелиального ритма с преобладанием нейрогенного компонента сосудистого тонуса.

2. Выполнение реконструктивной операции в объеме бедренно-подколенного шунтирования не приводит к значимым изменениям активных механизмов модуляции кровотока микрососудов.

3. После артериальной реконструкции сохраняется нарушение реактивности сосудов при проведении окклюзионной пробы. Высокие постокклюзионные значения показателя шунтирования у пациентов свидетельствуют об артериоло-венулярном сбросе.

4. ЛДФ-мониторинг микроциркуляторного русла должен применяться в дооперационном периоде

и в процессе динамического наблюдения за функционированием бедренно-подколенного шунта с целью патогенетической коррекции с учетом моделирующих кровотоков механизмов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андожская Ю. С., Галилеева А. Н. Возможности метода дискретного плазмафереза в улучшении состояния периферической микроциркуляции у больных с облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. — 2015. — № 4 (56). — С. 18—21.
2. Васильев А. П., Стрельцова Н. Н. Возрастные особенности микрогемоциркуляции // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. — 2012. — Т. 11, № 4 (44). — С. 23—27.
3. Васина Е. Ю., Меншутина М. А., Власов Т. Д. Оценка функционального состояния эндотелия у больных облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. — 2008. — Т. 7, № 3 (27). — С. 28—32.
4. Крупаткин А. И., Сидоров В. В., Кучерик А. О. и др. Современные возможности анализа поведения микроциркуляции крови как нелинейной динамической системы // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. — 2010. — № 1 (33). — С. 61—67.
5. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: Руководство для врачей / Под ред. А. И. Крупаткина, В. В. Сидорова. — М.: Медицина, 2005. — 256 с.
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. — Т. 14, №1. — С. 21—28.
7. Покровский А. В., Гонтаренко В. Н. Состояние сосудистой хирургии в России в 2014 году. — М., 2014. — 99 с.
8. Федорович А. А. Эндотелий микрососудов как мишень терапевтического воздействия // Ангиология и сосудистая хирургия. — 2013. — Т. 19, №4. — С. 27—38.
9. Roustit M., Crasowski Jean-Luc. Assessment of endothelial and neurovascular function in human skin microcirculation // Trends in pharmacological Sciences. — 2013. — № 7. — P. 373—382.
10. Sheppard L. W., Vuksanovi'c V., McClintock P. V. E., Stefanovska A. Oscillatory dynamics of vasoconstriction and vasodilation identified by time-localized phase coherence // Phys. Med. Biol. — 2011. — Vol. 56. — P. 3583—3601.

## Контактная информация

**Бобровская Елена Анатольевна** — к. м. н., доцент кафедры хирургических болезней ФПО, Курский государственный медицинский университет, e-mail: ea-bobrovskaya@yandex.ru