

О.И. МИМИНОШВИЛИ<sup>1,2</sup>, В.Н. ПШЕНИЧНЫЙ<sup>1,2</sup>, Ю.В. РОДИН<sup>1</sup>,  
В.Я. ВЕСЕЛЫЙ<sup>2</sup>, Ю.В. БЫСТРОВА<sup>2</sup>, А.О. КОВАЛЬЧУК<sup>1</sup>

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИСХОДА ИНФРАИНГВИНАЛЬНОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ КОНЕЧНОСТИ ПРИ КРИТИЧЕСКОЙ ИШЕМИИ ПО ДАННЫМ ТРАНСКУТАННОЙ ОКСИГЕНОМЕТРИИ

ГУ «Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В.К. Гусака», г. Донецк<sup>1</sup>,

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького<sup>2</sup>

Украина

**Цель.** Разработать критерии прогноза инфраингвинальных реконструктивных операций у пациентов с критической ишемией нижних конечностей с помощью функциональных проб при транскутанной оксигенометрии.

**Материал и методы.** В исследование включено 75 пациентов с атеросклеротическими окклюзиями артерий бедренно-подколенного сегмента. 19 пациентам были выполнены двух этажные реконструкции артерий, 37-и – инфраингвинальные реконструкции и 19-ти – поясничные симпатэктомии. В предоперационном периоде всем пациентам была выполнена транскутанная оксигенометрия с постральной пробой с помощью аппарата “Radiometr” (Дания).

**Результаты.** Установлено, у 88% пациентов причиной хронической критической ишемии нижних конечностей явилось сочетанное поражение нескольких артериальных сегментов, включая артерии аорто-подвздошного и бедренно-подколенного и берцово-стопного сегментов в различных сочетаниях. У 70% оперированных пациентов не получено четкой ангиографической информации о состоянии тыльной или плантарной артериальной дуги стопы.

Благоприятный результат оперативного лечения был достигнут у 40 оперированных. У 35-ти пациентов клинического и гемодинамического улучшения состояния конечности не наступило. Исходное базальное напряжение кислорода (tcPo<sub>2</sub>) в коже стопы у оперированных пациентов с благоприятным и неблагоприятным результатом достоверно не отличалось (7,4±2,6 мм рт.ст. против 8,2±1,4 мм рт.ст., p=0,2). Величина ортостатического прироста Po<sub>2</sub> более 20 мм рт.ст. позволяла достоверно прогнозировать благоприятный исход инфраингвинальных реконструкций (p=0,001), поясничной симпатэктомии (p=0,01), но была недостоверной в прогнозе двух этажных реконструкций артерий аорто-подвздошного и бедренно-подколенного сегментов нижних конечности (p=0,1). Отрицательный прогноз оперативного вмешательства по данным ортостатической пробы при транскутанной оксигенометрии оказался достоверным у 84,4%, а положительный прогноз у 87,5% пациентов.

**Заключение.** Анализ микроциркуляции с помощью ортостатического теста при транскутанной оксигенометрии помогает прогнозировать результат лечения и выбрать оптимальный метод реваскуляризации конечности при критической ишемии.

*Ключевые слова:* хроническая критическая ишемия нижних конечностей, реконструктивная хирургия, транскутанная оксигенометрия, прогнозирование

**Objectives.** To elaborate the prognostic criteria of infrainguinal reconstructive surgeries in patients with the lower limb critical ischemia using functional tests at transcutaneous oximetry.

**Methods.** 75 patients with atherosclerotic artery occlusions in the femoral-popliteal segment were engaged into the research. Two-level arterial reconstructions were performed in 19 cases, infrainguinal reconstructions – in 37 and lumbar sympathectomy – in 19. In the preoperative period all patients underwent transcutaneous oximetry using the apparatus “Radiometer” (Denmark) with positional functional test.

**Results.** It has been revealed that in 88% of patients the lower limbs chronic critical ischemia was caused by the combined affection of several arterial segments including aortal-inguinal, femoral-popliteal and tibial-pedal segments in various combinations. 70% of the operated patients has not received distinct angiographic information about the state of both dorsal and plantar arterial arch of the foot.

The favorable operative result has been attained in 40 cases. In 35 patients positive clinical and haemodynamic effect hasn't been reached. The initial basal transcutaneous oxygen pressure (tcPo<sub>2</sub>) in the skin of the operated patients with favorable and unfavorable postoperative results has not significantly differed (7,4±2,6 vs 8,2±1,4, p=0,2). The value of orthostatic Po<sub>2</sub> Hg growth more than 20 mm Hg permitted to predict reliably the favorable outcomes of the infrainguinal reconstructions (p=0,001), lumbar sympathectomy (p=0,01), but it appeared to be inadequate in two-level arterial reconstructions of the aortal-inguinal and femoral-popliteal lower limb segments (p=0,1). According to the orthostatic test of transcutaneous oximetry the negative prediction of surgical treatment turned out to be true in 84,4% of the operated patients and positive prediction – in 87,5 %.

**Conclusions.** The microcirculation analysis by means of transcutaneous oximetry allows predicting the treatment outcome and thus to choose the optimal method of the critical limb ischemia.

*Keywords:* chronic critical limb ischemia, reconstructive surgery, transcutaneous oximetry, prediction

### Введение

На сегодняшний день очевидным является то, что проблему прогнозирования исхода реваскуляризации при хронической критической ишемии нижних конечностей (ХКИНК) нельзя решить, ориентируясь лишь на данные исследований морфологических изменений артерий, т.е. ангиографию. Ранее рядом авторов было доказано, что как непосредственный, так и отдаленный результат реваскуляризации связан с состоянием дистального сосудистого русла и его микроциркуляторного звена [1, 2]. Существует мнение о том, что состояние микроциркуляторного резерва ишемизированных тканей определяет не только эффективность реперфузии конечности, но и длительность функционирования зоны реконструкции [3, 4]. Многие исследователи полагают, что именно данные о функциональном состоянии периферического артериального русла ишемизированной конечности могут помочь определить показания к тому или иному виду хирургического вмешательства и прогнозировать исход этого вмешательства [5, 6, 7]. Для изучения микроциркуляции наиболее часто используются лазерная доплеровская флоуметрия и транскutánная полярография [8]. Широкое распространение получило применение показателей транскutánной полярографии для прогнозирования возможности заживления ишемических трофических язв при консервативной терапии, а также для определения уровня ампутации конечности [9, 10].

**Цель.** Разработать критерии прогноза инфраингвинальных реконструктивных операций у пациентов с критической ишемией нижних конечностей с помощью функциональных проб при транскutánной оксигенометрии.

### Материал и методы

В настоящем исследовании были проанализированы результаты обследования и хирургического лечения 75 пациентов с ХКИНК, вызванной атеросклеротическим поражением артерий бедренно-подколенного-берцового сегмента в различных сочетаниях. У 19 пациентов были произведены двухэтажные реконструкции аорто-бедренного и бедренно-подколенного сегментов. У 37 человек восстановительные оперативные вмешательства были выполнены только в инфраингвинальной зоне. Кроме того, у 19 пациентов, ввиду диффузного

поражения артерий голени, мы ограничились забрюшинной поясничной симпатэктомией. Все реконструкции артерий бедренно-подколенно-берцового сегмента были выполнены с использованием аутовены.

Для определения тактики хирургического лечения всем пациентам в предоперационном периоде были произведены рентгеноконтрастная ангиография и дуплексное сканирование артерий нижних конечностей. В диагностический протокол было включено также исследование микроциркуляторного резерва критически ишемизированной конечности с помощью транскutánной оксигенометрии. Использовали оксигенметр ТСМ 2 фирмы Radiometr (Дания) с рабочей температурой электрода 44°C. Датчик фиксировался на тыльной поверхности стопы, в области первого межпальцевого промежутка. После стабилизации показателей монитора в горизонтальном положении пациента регистрировалось базальное напряжение кислорода на стопе, после чего выполнялась постуральная проба.

При проведении статистического анализа вычислялись показатели параметрической описательной статистики. Количественные данные представлены как  $M \pm m$  (среднее значение  $\pm$  стандартная ошибка средней величины). Достоверность различий оценивалась в зависимости от анализируемых данных с использованием параметрического критерия Стьюдента или критерия  $\chi^2$ . Различия считались достоверными при  $p < 0,05$ . Были рассчитаны также чувствительность и специфичность метода, а также прогностическая ценность положительного и отрицательного результата и отношение правдоподобия для положительного результата теста.

### Результаты

Результаты ангиографии показали, что у 88% обследованных пациентов причиной ХКИНК явилось сочетанное поражение нескольких артериальных сегментов. Чаще всего имелись поражения следующих артерий в различной степени: глубокой артерии бедра — у 25 (33%), подколенной артерии — у 29 (38,7%), тибιο-перонеального ствола — у 28 (37,3%), берцовых артерий — у 44 (58,7%) и плантарной дуги — у 21 (28%) в различных сочетаниях. Ввиду полисегментарности поражения артерий при ХКИНК нередко возникали сложности в визуализации дистального сосудистого русла.

При анализе результатов ангиографического обследования обратило на себя внимание отсутствие достоверной информации о состоянии артерий берцово-стопного сегмента у значительной части обследованных. Так тыльная дуга стопы не контрастировалась у 49 (65,3%), а подошвенная дуга — у 43 (57,3%) пациентов. Достаточно часто также не было четкой визуализации дистального русла у пациентов с сочетанным поражением артерий аорто-подвздошного сегмента. На сложность интерпретации ангиограмм, связанную с качеством исследования и субъективизмом оценки, указывают и другие авторы [1].

Нами были изучены результаты ортостатического теста при полярографии в предоперационном периоде у 75-ти пациентов с ХКИНК с сомнительным состоянием дистального русла по данным ангиографии. Ранее нами было обнаружено, что величина прироста  $t\text{cPo}_2$  при ортостатической пробе у пациентов с ХКИНК характеризуют проходимость артерий берцово-стопного сегмента [11]. Исследование кривой операционной характеристики (ROC — кривая теста прогнозирования) показало оптимальное значение точки разделения показателя прироста  $t\text{cPo}_2$  равного или более 20 мм рт.ст.

Благоприятный результат оперативного лечения (регресс ишемии конечности и функционирование зоны реконструкции) был достигнут у 40 оперированных. У 35-ти пациентов клинического и гемодинамического улучшения состояния конечности не наступило. Обращало на себя внимание то, что исходное базальное напряжение кислорода ( $t\text{cPo}_2$ ) в коже стопы у оперированных пациентов с благоприятным и неблагоприятным результатом достоверно не отличалось ( $7,4 \pm 2,6$  мм рт.ст. против  $8,2 \pm 1,4$  мм рт.ст.,  $p=0,2$ ), но соответствовало одному из критериев Европейских консенсусов (Berlin, 1989 и Rudesheim, 1991) для критической ишемии. В то же время, была выявлена достоверная разница исходных пока-

зателей ортостатического прироста  $t\text{cPo}_2$  у пациентов с благоприятным и неблагоприятным исходом инфраингвинальной реконструкции и поясничной симпатэктомии. Неблагоприятным исходом считали тромбоз трансплантата или отказ от реконструкции ввиду поражения артерий берцово-стопного сегмента. Результаты хирургического лечения пациентов с различными исходными показателями постуральной пробы приведены в таблице 1.

Как следует из таблицы 1, у пациентов с двухэтажными реконструкциями аорто-бедренного и бедренно-подколенного сегментов не было выявлено достоверной зависимости результата реконструктивной операции от величины предоперационного прироста  $t\text{cPo}_2$  ( $p=0,1$ ). Так, при исходно высоком ортостатическом приросте  $t\text{cPo}_2$  (более 20 мм рт.ст.) у 11 пациентов был благоприятный исход операции, в 2-х случаях развился послеоперационный тромбоз бедренно-подколенного шунта. При низком ортостатическом приросте количество благоприятных исходов и тромботических осложнений было одинаковым. Последний факт мы объяснили тем, что коллатеральный резерв стопы зависел от поражения не только берцово-стопного, но и аорто-подвздошного сегментов. У пациентов с изолированными инфраингвинальными поражениями артерий была выявлена высокая зависимость результата операции от исходной величины ортостатического прироста  $t\text{cPo}_2$  ( $p=0,001$ ). Регресс ишемии был достигнут в 11 из 13 случаев высокого ортостатического прироста  $t\text{cPo}_2$ , а неблагоприятный исход операции развился у 21 (87,5%) из 24 пациентов с низкими показателями ортостатической пробы. У 9-ти пациентов из 21-го с неблагоприятным исходом операция закончилась ревизией сосудов, а у 12-ти развились тромботические осложнения в течение 6 месяцев после операции.

Ортостатическая проба оказалась информативна также в прогнозировании эффекта поясничной симпатэктомии при критической

Таблица 1

**Зависимость исхода хирургического лечения пациентов с ХКИНК от величины ортостатического прироста  $t\text{cPo}_2$**

Операция	Кол-во пациентов с приростом $t\text{cPo}_2$ > 20 мм рт.ст	Кол-во пациентов с приростом $t\text{cPo}_2$ < 20 мм рт.ст	Исход	P
Двухэтажная реконструкция	11	3	благоприятный	0,1
	2	3	неблагоприятный	
Инфраингвинальная реконструкция	11	3	благоприятный	0,001
	2	21 (9)*	неблагоприятный	
Поясничная симпатэктомия	10	2	благоприятный	0,01
	1	6	неблагоприятный	

Примечание: \* — в скобках указано количество операций, закончившихся ревизией сосудов.

ишемии конечности. Благоприятный эффект операции был получен у 10-ти из 11-ти пациентов с ортостатическим приростом  $tcPo^2$  более 20 мм рт.ст. В то же время у 6-ти из 8-и пациентов с низкими показателями ортостатической пробы поясничная симпатэктомия не привела к регрессу ишемии конечности.

В целом, отрицательный прогноз оперативного вмешательства, по данным ортостатической пробы при транскутанной оксигенотрии, оказался достоверным у 27 (84,4%), а положительный прогноз у 21 (87,5%) пациентов с инфраингвинальным поражением артерий при ХКИНК.

Показатели надежности предложенного прогностического теста у пациентов с инфраингвинальным поражением артерий представлены в таблице 2.

### Обсуждение

Известно, что у пациентов с облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей микроциркуляторные нарушения находятся в прямой зависимости от нарушений макрогемодинамики и степени ишемии конечности. Патологические изменения в системе микроциркуляции начинаются с ослабления притока крови в микроциркуляторное русло, что приводит к нарушению оттока, венозному застою и расстройствам капиллярного кровотока с нарастанием гипоксии и ишемии тканей [12]. У пациентов с ХКИНК низкий базальный кровоток приводит к атонии мышечных элементов стенок артериол, прекапилляров и артерио-венозных анастомозов, а также к параличу микроциркуляции и артерио-венолярному шунтированию. Сброс крови в венозное русло по артерио-венолярным шунтам наступает в результате недостаточного артериального давления, необходимого для перфузии нутритивного русла [13]. Как известно, нейрогенный компонент сосудистого тонуса реализуется через артериолы, артерио-венолярные анастомозы и симпатические периваскулярные нервные волокна. В то же время прекапиллярные сфинктеры не имеют симпатической иннервации и регулируют нутритивный кровоток миогенно за счет повышения мышечного тонуса в ответ на повышение внутрисосудистого давления (эффект Бейлиса).

Для количественной оценки степени микроциркуляторных нарушений и прогнозирования эффективности лечения обычно ориентируются на изучение показателей кожного кровотока и количества кислорода доставляемого к коже стопы. При этом установлена малая прогностическая ценность показателей базальной оксигенотрии [13]. Несмотря на то, что интегральным тестом, определяющим функциональный резерв микроциркуляторного русла ишемизированной конечности является тест на реактивную постокклюзионную гиперемию, в своей работе мы оценили возможность использования постуральной пробы в прогнозе исхода реваскуляризации конечности при критической ишемии.

В норме при опускании конечности наступает повышение давления в сосудистом русле, что вызывает рефлекторную констрикцию прекапиллярных сфинктеров для снижения давления в нутритивных капиллярах и предотвращения интерстициального отека. Показатели оксигенации тканей при этом не изменяются и роста  $tcPo_2$  происходить не должно. У пациентов с ХКИНК, ввиду низкого артериального давления в микроциркуляторном русле, при опускании конечности не возникает спазма прекапиллярных сфинктеров, в то время как возрастающее регионарное венозное давление приводит к снижению объема шунтирования крови, тем самым увеличивая кровоток по нутритивным капиллярам [14]. Описанными изменениями в микроциркуляторном русле можно объяснить ортостатический прирост  $tcPo_2$  при постуральной пробе у пациентов с ХКИНК, а именно инверсию постуральной пробы. Выполненное исследование подтвердило наше предположение о наличии взаимосвязи между величиной инверсии пробы, проходимостью акрального сосудистого русла и прогнозом оперативного лечения.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наличие ортостатического прироста напряжения кислорода в коже тыльной поверхности стопы более 20 мм рт. ст. (по сравнению с исходным значением) может служить показателем коррелирующим с благоприятным прогнозом реваскуляризирующей операции при ХКИНК, а также неинвазивным маркером проходимости дистального сосудистого русла.

Таблица 2

#### Диагностические характеристики постуральной пробы

Операция	Чувствительность	Специфичность	ППР	ПОР	ОППР
Реконструкция	78,5%	91,3%	84,6%	87,5%	9,03
Симпатэктомия	83,3%	85,7%	90,9%	75%	5,8

Примечание. ППР – прогностичность положительного результата; ПОР – прогностичность отрицательного результата; ОППР – отношение правдоподобия для положительного результата

## Выводы

1. Постуральная проба при транскутанной оксигенометрии является простым, неинвазивным и информативным тестом в прогнозировании результатов прямой и непрямой реваскуляризации у пациентов с ХКИНК вызванной атеросклеротическим поражением артерий в инфраингвинальной зоне.

2. Отрицательный прогноз оперативного вмешательства при инфраингвинальном поражении артерий по данным постуральной пробы оказался достоверным у 84,4%, а положительный прогноз — у 87,5% пациентов с ХКИНК.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Можно ли предсказать исход реконструктивной операции у больных с ишемией нижних конечностей на основании дооперационных исследований? / А. В. Покровский [и др.] // *Ангиология и сосудистая хирургия*. — 2002. — Т. 8, № 3. — С. 102–109.
2. Factors associated with early failure of infrainguinal lower extremity arterial bypass / N. Singh [et al.] // *J Vasc Surg*. — 2008 Mar. — Vol. 47, N 3. — P. 556–61.
3. Infrainguinal vein bypass grafts revision: factors affecting long-term outcome / L. L. Nguyen [et al.] // *J Vasc Surg*. — 2004 Nov. — Vol. 40, N 5. — P. 916–23.
4. Гузь В. С. Обоснование хирургического лечения многоэтажных окклюзий артерий нижних конечностей по данным лазерной доплеровской и интраоперационной флоуметрии / В. С. Гузь, Р. В. Сидоров // *Методология флоуметрии*. — 1998. — С. 41–52.
5. Optimisation of the non-invasive assessment of critical limb ischaemia requiring invasive treatment / D. Ubbink [et al.] // *Eur J Vasc Endovasc Surg*. — 2000 Feb. — Vol. 19, N 2. — P. 131–37.
6. Сравнительная оценка методов прогнозирования эффективности поясничной симпатэктомии у пациентов с критической ишемией нижних конечностей / Э. Е. Кислов [и др.] // *Ангиология и сосудистая хирургия*. — 2009. — Т. 15, № 1. — С. 138–41.
7. Хирургическое лечение больных с хронической критической ишемией нижних конечностей атеросклеротической этиологии / Ю. В. Белов [и др.] //

*Хирургия*. — 1997. — № 2. — С. 45–51.

8. Гавриленко А. В. Микроциркуляция у больных с хронической ишемией нижних конечностей / А. В. Гавриленко, О. А. Омаржанов, А. В. Абрамян // *Ангиология и сосудистая хирургия*. — 2003. — Т. 9, № 2. — С. 130–35.
9. Evaluation of toe pressure and transcutaneous oxygen measurements in management of chronic critical leg ischemia: a diagnostic randomized clinical trial / J. C. de Graaff [et al.] // *J Vasc Surg*. — 2003 Sep. — Vol. 38, N 3. — P. 528–34.
10. Predictive values of transcutaneous oxygen tension for above-the-ankle amputation in diabetic patients with critical limb ischemia / E. Faglia [et al.] // *Eur J Vasc Endovasc Surg*. — 2007 Jun. — Vol. 33, N 6. — P. 731–36.
11. Способ диагностики проходимости берцово-стопного артериального сегмента : пат. SU 1811372 АЗ МПК А61В5/00, G01N33/483 / В. К. Гусак, В. Н. Пшеничный ; заявитель Донец. гос. мед. ин-т ; заявл. 28.05.1991 ; опубл. 23.04.1993 // *Бюл.* — № 15.
12. Козлов В. И. Патофизиологическая характеристика расстройств микроциркуляции при хронической артериальной ишемии нижних конечностей / В. И. Козлов, Г. А. Азизов // *Ангиология и сосудистая хирургия*. — 2007. — Т. 13, № 1. — С. 17–23.
13. Состояние микроциркуляции при 4 стадии хронической артериальной недостаточности нижних конечностей атеросклеротического генеза / С. В. Лисин [и др.] // *Ангиология и сосудистая хирургия*. — 2008. — № 14, № 1. — С. 21–28.
14. Scheffler A. Influence of clinical findings, positional maneuvers and systolic ankle arterial pressure on tcpO<sub>2</sub> in PAOD / A. Scheffler, S. Eggert, H. Rieger // *Eur J Clin Invest*. — 1992 Jun. — Vol. 22, N 6. — P. 420–26.

## Адрес для корреспонденции

83045, Украина,  
г. Донецк, Ленинский пр-т, д. 47,  
Донецкий государственный  
медицинский университет,  
кафедра хирургии им. В.М. Богославского,  
тел. раб.: +38 0622 66-02-03,  
e-mail: choice@online.ua,  
Пшеничный Владимир Николаевич

## Сведения об авторах

Миминошвили О.И., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой хирургии им. В.М. Богославского Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького, заместитель директора ГУ «Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В.К. Гусака».

Пшеничный В.Н., к.м.н., доцент кафедры хирургии им. В.М. Богославского Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького, с.н.с. отдела хирургии сосудов ГУ «Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В.К. Гусака».

Родин Ю.В., д.м.н., заведующий отделом хирургии сосудов ГУ «Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В.К. Гусака».

Веселый В.Я., к.м.н., доцент кафедры хирургии им. В.М. Богославского Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького.

Быстрова Ю.В., ассистент кафедры инфекционных болезней Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького.

Ковальчук А.О., сердечно-сосудистый хирург ГУ «Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В.К. Гусака».

Поступила 28.07.2013 г.