



ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ. ХИРУРГИЯ. ТРАВМАТОЛОГИЯ  
ORIGINAL ARTICLE. SURGERY. TRAUMATOLOGY

DOI: 10.22363/2313-0245-2019-23-3-271-282

## Поиск оптимальной модели предикторов окклюзии бедренно-подколенных и бедренно-тибиальных шунтов

Б.В. Касьянов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия

**Резюме.** *Актуальность.* Факторы риска, влияющие на проходимость шунтов после инфраингвинальных реконструкций, уже известны давно. Но до сих пор не предложена эффективная модель, позволяющая предсказать, в какие сроки и с какой комбинацией факторов риска произойдет окклюзия шунта у того или иного пациента. *Цель.* Статистический анализ факторов риска окклюзии таких шунтов и разработка достоверной прогностической модели на основе регрессионной функции. *Материалы и методы.* Был выполнен ретроспективный анализ 136 случаев бедренно-подколенного (БПШ) и бедренно-тибиального шунтирования (БТШ) на базе отделения сосудистой хирургии БУЗ Орловская областная клиническая больница в период с 2008 по 2018 гг. Статистический анализ данных проводился методами ранговой корреляции Спирмана, бинарной логистической регрессии, построением ROC-кривой и графиков выживаемости Каплана-Майера с помощью IBM SPSS Statistics 22. *Результаты.* Выявлена корреляция почти между всеми анализируемыми факторами и первичной проходимостью. С помощью метода бинарной логистической регрессии составлена достоверная модель прогнозирования вероятности первичной проходимости таких шунтов по значениям признаков: степени ишемии, проходимости поверхностной бедренной артерии, наличие сахарного диабета в анамнезе, дооперационных данных МНО и уровня гемоглобина Hb. Модель обладает высокой прогностической значимостью, специфичностью, чувствительностью и информативностью. Графики выживаемости Каплана-Майера показали зависимость первичной проходимости от степени ишемии и трофических расстройств, наличия у пациентов в анамнезе СД, а также от приема в послеоперационном периоде клопидогрела, аторвастатина/розувастатина, пентоксифиллина и актовегина с течением времени. *Заключение.* Пациентам, у которых встречаются факторы риска окклюзии, предложенные в разработанной модели, следует в первую очередь советовать пролонгированный прием препаратов аторвастатина/розувастатина, клопидогрела, пентоксифиллина, актовегина (более 1 года, в идеале пожизненно), назначать периодический профилактический осмотр у сосудистого хирурга через 1 мес, 3 мес, 6 мес, 1 год и 2 года после операции с выполнением УЗИ артерий нижних конечностей и шунта, а также советовать таким пациентам сдавать общий анализ крови (уровень лейкоцитов и тромбоцитов).

**Ключевые слова:** бедренно-подколенное шунтирование, бедренно-тибиальное шунтирование, факторы риска, ультразвуковая диагностика, первичная проходимость

*Ответственный за переписку:* Касьянов Борис Васильевич, аспирант кафедры специализированных хирургических дисциплин Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», ул. Комсомольская, д. 95, г. Орел, 302026, Россия.

E-mail: [borys.kasianov@gmail.com](mailto:borys.kasianov@gmail.com)

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3940-6919>.

**Для цитирования:** Касьянов Б.В. Поиск оптимальной модели предикторов окклюзии бедренно-подколенных и бедренно-тибиальных шунтов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2019. Т. 23. № 3. С. 271—282. DOI: 10.22363/2313-0245-2019-23-3-271-282.

**For citation:** Kasyanov B.V. (2019). Searching for the optimal predictors' model for occlusion of the femoral-popliteal and femoral-tibial bypasses. *RUDN Journal of Medicine*, 23 (3), 271—282. DOI: 10.22363/2313-0245-2019-23-3-271-282.

### Актуальность проблемы

Распространенность хронических облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей (ХОЗАНК), по данным различных авторов, достигает 20% населения планеты [1, 2]. В Российской Федерации около 14% людей имеют симптомы ХОЗАНК [3]. При этом ХОЗАНК неуклонно прогрессирует, что может приводить к критической ишемии нижних конечностей (КИНК). По данным Trans-Atlantic Inter Society Consensus (TASC II, обновление от 2015 г.), около 25% пациентов с КИНК уже в течение первого года нуждается в высокой ампутации [4]. Это касается и пациентов с многоэтажным атеросклеротическим поражением сосудов нижних конечностей, особенно когда вовлекаются артерии голени и дистальнее, где выбор адекватного объема операции является критически важным [5, 6]. Именно бедренно-подколенно-тибиальный сегмент является наиболее частой локализацией окклюзионных поражений артерий нижних конечностей [7].

По мнению большинства авторов [4, 8, 9], операцией выбора для реконструкций бедренно-подколенно-тибиального сегмента является аутовенозное шунтирование. Однако некоторые авторы указывают, что даже при использовании оптимального шунта, если анамнестические данные тщательно собраны и учтены возможные факторы риска (сахарный диабет, курение, многоэтажное атеросклеротическое поражение артерий нижних конечностей и др.), а также проведены инструментальные методы исследования (КТ ангиография, дуплексное сканирование артерий нижних конечностей), уже в раннем послеоперационном периоде после проведения бед-

ренно-подколенного шунтирования (БПШ) или в особенности бедренно-тибиального шунтирования (БТШ), у больных могут возникать тромбозы шунтов, что вызывает необходимость повторного вмешательства [10].

Согласно Р. Klinkert и соавт. [11], которые проанализировали 25 исследований, посвященных проходимости бедренно-подколенных шунтов (БПШ), первичная проходимость для аутовены составила 69%, а для ПТФЭ протеза — 49% в сроки до 5 лет. Согласно другому исследованию результаты первичной проходимости бедренно-тибиальных шунтов (БТШ) в сроки до 2 лет еще менее удовлетворительные и составляют для аутовены — 54%, а для ПТФЭ — всего 31% [12]. Ампутации же, после инфраингвинальных артериальных реконструкций, выполняются в 22—27% случаев [12, 13]. Попытки проанализировать факторы, влияющие на первичную проходимость БПШ и БТШ в отдаленном послеоперационном периоде, предпринимались неоднократно. Еще Rutherford и соавт. в 1997 г. выделяли среди факторов риска диабет, табакокурение, гиперлипидемию, артериальную гипертензию, проходимость каротидных артерий, а также влияние состояния сердца, почек и легких [14].

Не меньший интерес составляет выявление всех возможных факторов риска и определение веса каждого из них. К примеру, в более актуальном исследовании за 2016 г. среди главных предикторов сохранности конечности и проходимости шунтов были выделены: степень критической ишемии, диаметр используемого шунта (рекомендуется не менее 6 мм для ПТФЭ протеза), прием аспирина и препаратов из группы статинов. Субъективное уменьшение симптомов

ишемии оказалось вообще самым значимым прогностическим фактором [15]. Не оставляет сомнений, что данные коагулограммы и состояние путей оттока также влияют на отдаленные результаты проходимости инфраингвинальных артериальных реконструкций [14, 16, 17].

В 2013 г. Paul W. Мохеу и коллеги провели оценку модели, предложенной в исследовании BASIL, с целью оценить ее чувствительность и специфичность для пациентов с КИНК [18]. Для построения модели использовались следующие показатели: степень трофических нарушений, индекс массы тела, уровень креатинина в крови, возраст, курение или ишемическая болезнь сердца в анамнезе, балльно-системная оценка A. Bollinger и лодыжечно-плечевой индекс [19, 20]. Было выявлено, что модель способна с некоторыми успехами прогнозировать смертность у данной категории пациентов, а использование этой модели совместно с клиническим опытом могло бы помочь в выборе тактики лечения и прогнозе успешности такого лечения.

Однако поиск оптимальной модели, которая бы предсказывала, какие факторы риска в какие сроки влияют на проходимость после операции БПШ или БТШ, продолжают по сей день.

### **Материалы и методы исследования**

Был выполнен ретроспективный анализ 136 случаев БПШ и БТШ атеросклеротического генеза на базе отделения сосудистой хирургии Бюджетного учреждения здравоохранения Орловской области «Орловская областная клиническая больница» в период с 2008 по 2018 гг. Алгоритм обследования и лечения пациентов с облитерирующим атеросклеротическим поражением бедренно-подколенного-тибиального сегмента являлся стандартным и учитывает степень хронической ишемии нижних конечностей (IБ ст. — IV ст. по классификации Фонтейн-Покровского) и классификацию TASC [4]. Пациенты раздели-

лись по степени хронической ишемии следующим образом: с 26 ст. — 4 (3%), 3 ст. — 70 (51,4%) и 4 ст. — 62 (45,6%). БПШ было выполнено в 113 (83%) случаев и БТШ — в 23 (17%). У 96 (70,6%) пациентов наблюдался тип поражения С и у остальных 40 (29,4%) — D.

Преобладающее большинство больных было в возрасте от 45 до 81 года. Средний возраст больных составил  $63 \pm 8,9$  лет. Пациенты находились под наблюдением в течение 3 лет после операции. Был проведен анализ следующих факторов, которые могли бы влиять на первичную проходимость БПШ и БТШ: дооперационные данные ангиографии артерий нижних конечностей, анализов крови, коагулограммы, сопутствующие заболевания и прием лекарственных препаратов.

Статистический анализ данных проводился методами ранговой корреляции Спирмана, бинарной логистической регрессии, построением ROC-кривой и графиков выживаемости Каплана-Майера с помощью IBM SPSS Statistics 22.

У всех пациентов было получено информированное согласие на участие в исследовании согласно Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013) и обработку персональных данных. Данное исследование одобрено комиссией по вопросам этики Бюджетное учреждение здравоохранения Орловской области «Орловская областная клиническая больница».

### **Результаты и обсуждения**

Процент суммарной первичной проходимости БПШ и БТШ составил 66,2% ( $n = 90$ ). Результаты расчета коэффициента ранговой корреляции Спирмана для выявления связей между анализируемыми факторами и первичной проходимостью представлены в табл. 1.

Таблица 1 / Table 1

**Непараметрический корреляционный анализ /  
Non-parametric correlation analysis**

Анализируемый фактор / Analyzed factor	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	Анализируемый фактор / Analyzed factor	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient
Ст. ишемии / Ischemia	-,185**	Тромбоциты / Platelets	-,165**
Некроз / Necrosis	-,241**	Триглицериды / Triglycerides	-,177**
ОБА, анг. / CFA, ang.	-,141*	МНО / INR	,126*
ЗББА, анг. / PTA, ang.	-,193**	Время рекальцификации / Recalcification time	,152*
МБА, анг. / PA, ang.	-,164**	Фибриноген / Fibrinogen	-,123*
ПБА, УЗИ / SFA, ultrasound	-,373**	СД / Diabetes mellitus	-,341**
ЗББА, УЗИ / PTA, ultrasound	-,322**	Аторвастатин / Розувастатин / Atorvastatin / Rosuvastatin	,208**
ПББА, УЗИ / ATA, ultrasound	-,371**	Клопидогрель / Clopidogrel	,219**
МБА, УЗИ / PA, ultrasound	-,243**	Пентоксифиллин / Pentoxifylline	,175**
Эритроциты / Erythrocytes	,241**	Лейкоциты / Leukocytes	-,312**
Гемоглобин (Hb) / Hemoglobin	,311**	Актовегин / Actovegin	,122*

*Примечание:* ПБА — поверхностная бедренная артерия, ЗББА — задняя большеберцовая артерия, ПББА — передняя большеберцовая артерия, МБА — малая большеберцовая артерия, СД — сахарный диабет, МНО — показатель коагулограммы, анг. — ангиография.

*Comment:* CFA — common femoral artery, PTA — Posterior tibial artery, PA — Peroneal artery, ATA — anterior tibial artery, ang. — angiography.

Таблица 2 / Table 2

**Сводка для модели /  
Model summary**

Шаг / Step	-2 Log-правдоподобие/ plausibility	R-квадрат Кокса и Шнелла / Cox-Snell R <sup>2</sup>	R-квадрат Нэйджелкерка / Nagelkerke's R <sup>2</sup>
5	253,671 <sup>a</sup>	,360	,480

Таблица 3 / Table 3

**Прогностическая значимость модели /  
Predictive significance of the model**

Наблюдаемые / Observed			Предсказанные / Predicted		
			Перп / Regr		Процент правильных / Percent correct
			Болен / Ill	Здоров / Healthy	
Шаг 5 / Step 5	Перп / regr	Болен / Ill	50	14	<b>78,1</b>
		Здоров / Healthy	15	71	<b>78,9</b>
	Общая процентная доля / Total percentage				<b>78,5</b>

**Оценка переменных в уравнении логистической регрессии /  
Estimation of variables in the logistic regression equation**

		В	Среднеквадратичная ошибка / RMS error	Вальд / Wald	ст.св.	Знач. / Value	Exp (В)
Шаг 5 / Step 5	Ст. ишемии / Ischemia	–,811	,220	13,561	1	,000	,444
	ПБА, англ. / CFA, ang.	–,022	,004	33,504	1	,000	,979
	МНО / INR	,873	,430	4,129	1	,042	2,395
	СД / Diabetes mellitus	–3,159	,605	27,228	1	,000	,042
	Гемоглобин (Hb) / Hemoglobin	,031	,006	28,849	1	,000	1,031

С целью оценки вида связи и прогностического влияния каждого из факторов на первичную проходимость БПШ и БТШ была использована логистическая бинарная регрессия (метод пошагового (прямого) включения переменных). Предложенная модель вероятности проходимости по степени ишемии, проходимости поверхностной бедренной артерии, наличии сахарного диабета в анамнезе, дооперационных данных МНО и уровня гемоглобина Hb обладает высокой прогностической значимостью, специфичностью, чувствительностью и информативностью (табл. 2—4).

Последовательно были отобраны наиболее значимые факторы (табл. 4).

### Интерпретация уравнения по оцениваемым параметрам

В процессе разработки модели были отобраны наиболее значимые факторы, которые вошли в итоговую регрессионную функцию:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}};$$

$$z = -0,811 \cdot x_{\text{Ст. ишемии}} - 0,222 \cdot x_{\text{ПБА}} + \\ + 0,873 \cdot x_{\text{МНО}} - 3,159 \cdot x_{\text{СД}} + 0,031 \cdot x_{\text{Hb}},$$

где  $p$  — вероятность, что шунт будет проходим.

Анализируя экспонированное значение шансов (Exp (В)) (табл. 4), которое показывает, во сколько раз изменится шанс возникновения изучаемого события, если значения одного из пре-

дикторов изменится на единицу при фиксированных значениях прочих предикторов, можно отметить, что наибольшее влияние на первичную проходимость оказывают следующие факторы:

— изменение факторов «МНО» и «Гемоглобин (Hb)» увеличивает вероятность первичной проходимости в 2,395 и 1,031 раза соответственно;

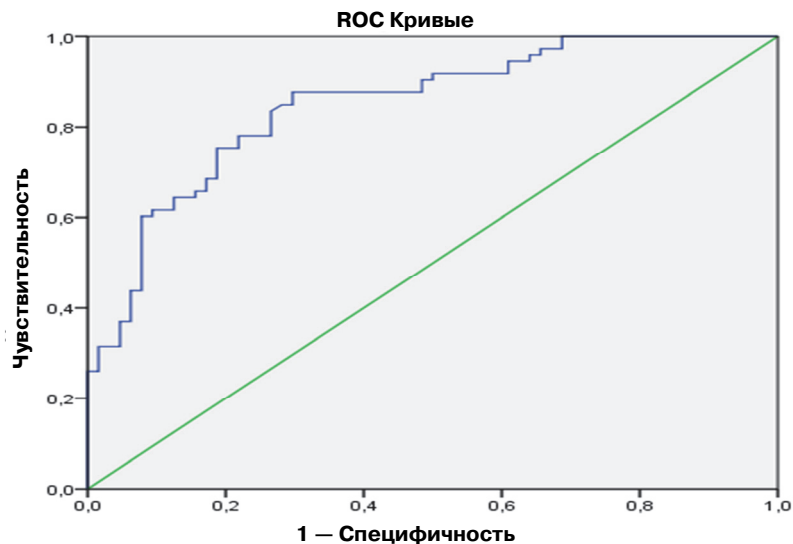
— факторы «Ст.ишемии», «ПБА» и «СД» уменьшают вероятность первичной проходимости в –0,444, –0,979 и –0,042 раза соответственно.

### Оценка качества регрессионной модели

Для оценки качества логистической регрессии были использованы меры определенности –2 Log-правдоподобие, R-квадрат Кокса и Шнела, R-квадрат Нэйджелкерка (табл. 2). Для оценки доли правильно определенных (переклассифицированных) наблюдений были использованы проценты конкордации (табл. 3).

Модель обладает достаточно высокими прогностическими свойствами. Она в целом правильно описывает 78,5% наблюдений, в том числе было предсказано верно 78,9% (специфичность модели) из общего числа наблюдений, в которых результат был положительным; 78,1% — отрицательным (чувствительность модели).

На основании вышеописанной модели была выверена аналитическая шкала прогностических значений с оптимальной комбинацией между чувствительностью и специфичностью, определенная по процедуре ROC-анализа (рис. 1, табл. 5).



Диagonальные сегменты, сгенерированные связями

**Рис. 1.** ROC-кривая предложенной модели /  
**Fig. 1.** ROC-curve of the proposed model

Таблица 5 / Table 5

**Площадь под кривой**  
**Переменные результата проверки: Предсказанная вероятность /**  
**Area under the curve**  
**Test result variables: Predicted probability**

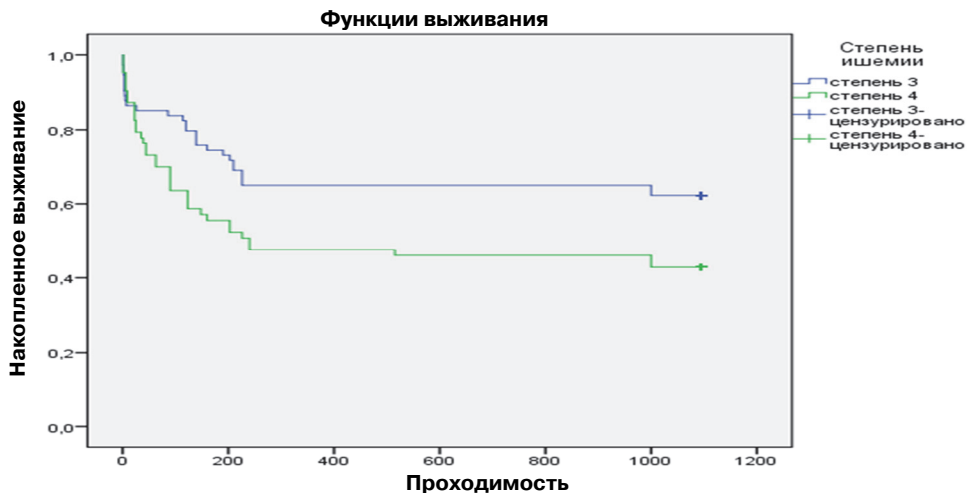
Область / Area	Стандартная ошибка <sup>a</sup> / Standard error	Асимптотическое значение <sup>b</sup> / Asymptotic value	Асимптотический 95% доверительный интервал / Asymptotic 95% confidence interval	
			Нижняя граница / Bottom line	Верхняя граница / Upper line
,849	,023	,000	,804	,894

Примечание: Уровень значения данной модели статистически значимый ( $p < 0,0001$ ).

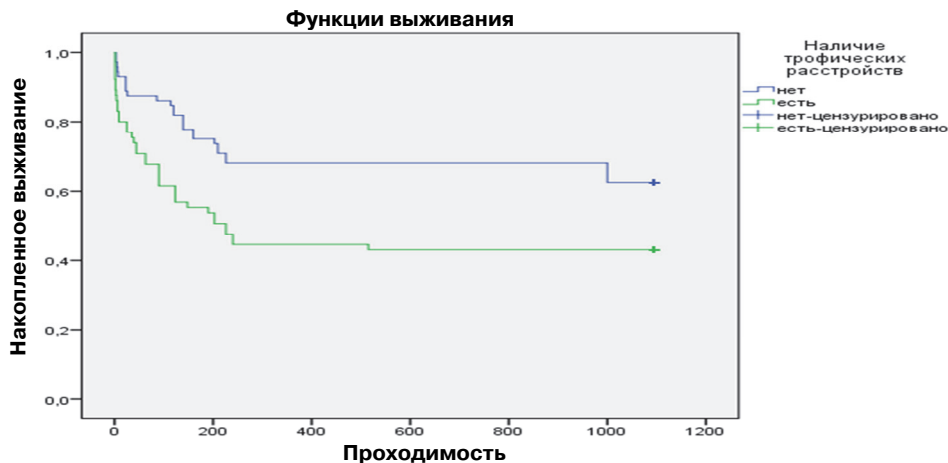
Note: The value level of this model is statistically significant ( $p < 0.0001$ ).

Площадь под кривой (AUC) составила 0,849, что соответствует высокой информативности предложенной модели.

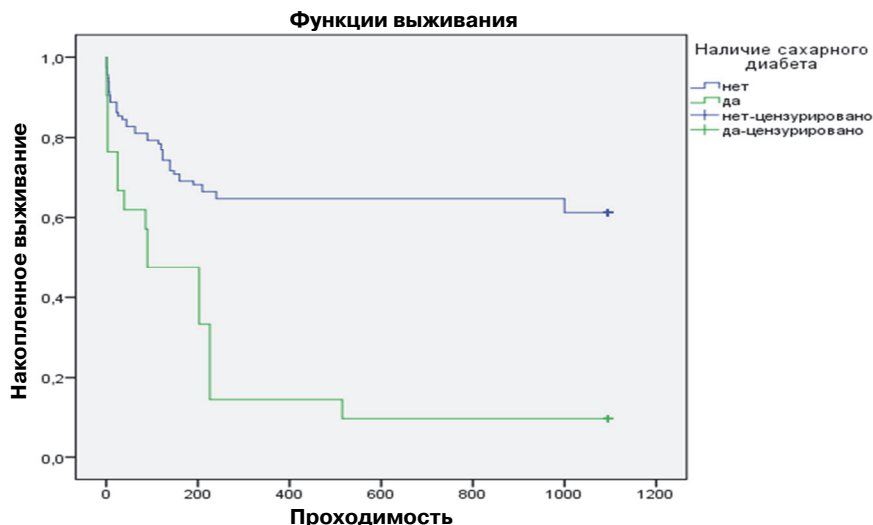
The area under the curve (AUC) was 0.849, which corresponds to the high information content of the proposed model.



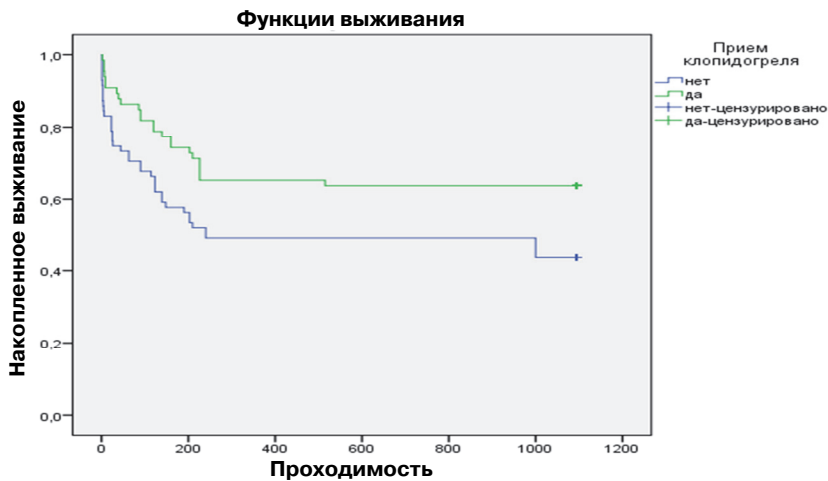
**Рис. 2.** Влияние степени ишемии на первичную проходимость /  
**Fig. 2.** The effect of ischemia on primary patency



**Рис. 3.** Влияние трофических расстройств на первичную проходимость / **Fig. 3.** The effect of the presence of trophic disorders on the primary patency



**Рис. 4.** Влияние СД в анамнезе на первичную проходимость / **Fig. 4.** The influence of diabetes in history on the primary patency



**Рис. 5.** Влияние приема клопидогреля на первичную проходимость / **Fig. 5.** The effect of clopidogrel intake on the primary patency

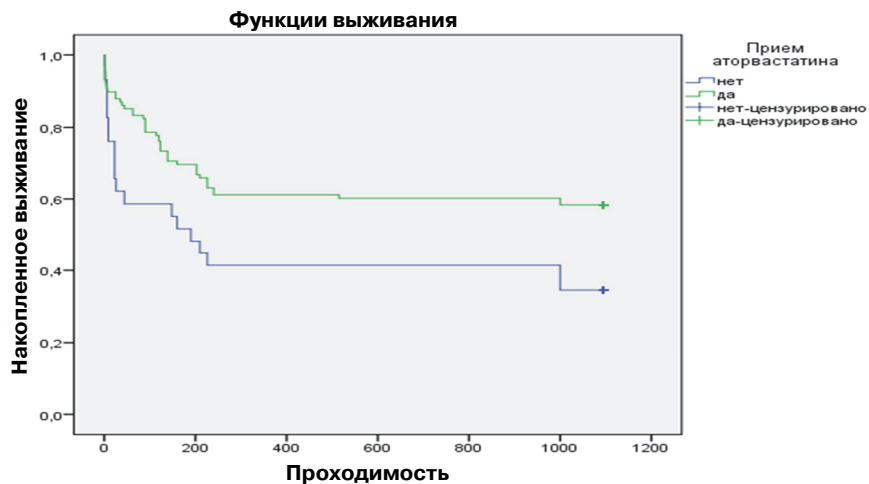


Рис. 6. Влияние приема аторвастатина\розувастатина на первичную проходимость /  
Fig. 6. Effect of atorvastatin / rosuvastatin intake on the primary patency

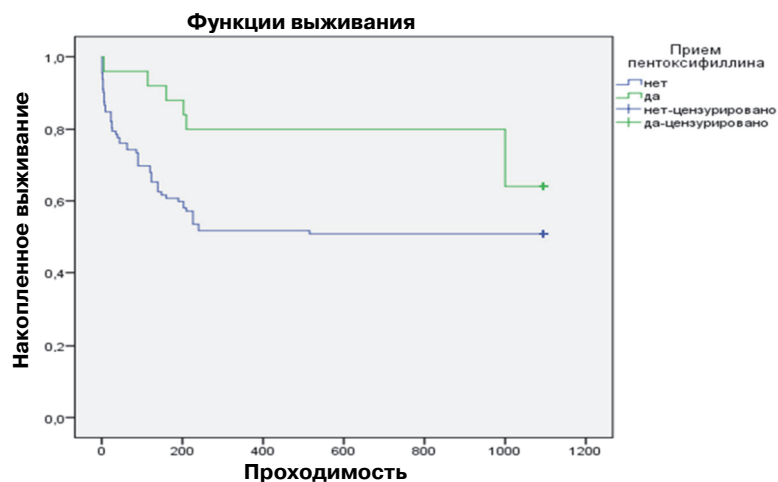


Рис. 7. Влияние приема пентоксифиллина на первичную проходимость /  
Fig. 7. Effect of pentoxifylline intake on the primary patency

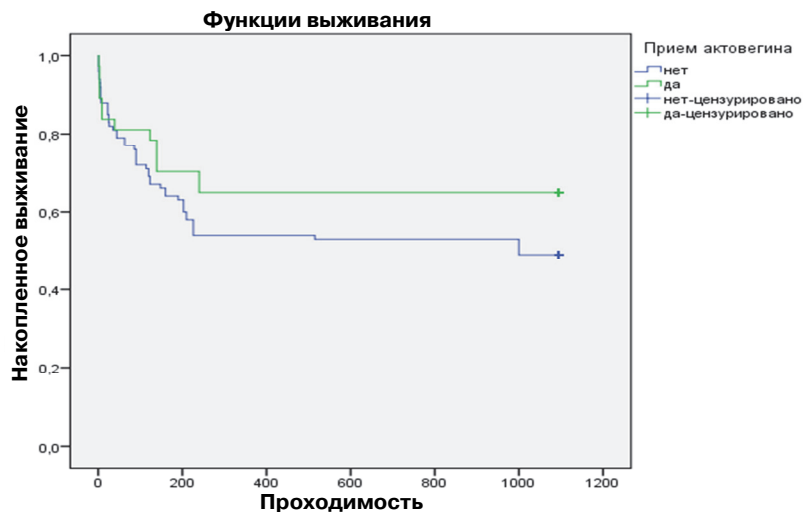


Рис. 8. Влияние приема актовегина на первичную проходимость /  
Fig. 8. Effect of actovegin intake on the primary patency



В результате построения графиков выживаемости Каплана-Майера для всех анализируемых факторов были отобраны достоверные и наиболее наглядные результаты зависимости первичной проходимости от степени ишемии, наличия трофических расстройств, наличия у пациентов в анамнезе СД, а также от приема в послеоперационном периоде клопидогрела или аторвастатина/розувастатина (рис. 1—8).

### Заключение

При проведении непараметрического корреляционного анализа предикторов риска окклюзии БПШ и БТШ была выявлена достоверная отрицательная корреляционная связь первичной проходимости со степенью ишемии и трофическими расстройствами нижних конечностей, данными дооперационной ангиографии, УЗИ артерий нижних конечностей, анализами крови (тромбоцитами, лейкоцитами), данными липидограммы (уровень триглицеридов), данными коагулограммы (фибриногеном) и СД в анамнезе.

Положительная корреляционная связь первичной проходимости выявилась с данными анализа крови (гемоглобином, эритроцитами), данными коагулограммы (временем рекальцификации) и приемом аторвастатина/клопидогрела, пентоксифиллина, актовегина.

Интерес представляет тот факт, что отрицательная корреляционная связь по данным ангиографии и УЗИ артерий нижних конечностей для ЗБА и МБА повторяется. Это подтверждает утверждение о важности путей оттока при операциях БПШ и БТШ. Тромбоцитоз и лейкоцитоз являются важными показателями иммунного ответа на операцию шунтирования и являются одними из предикторов окклюзии шунтов.

На следующем этапе при проведении регрессионного анализа была составлена достоверная модель комбинации степени ишемии, проходимости ПБА согласно данным дооперационной ангиографии, СД в анамнезе, дооперационных данных МНО и уровня гемоглобина, которая обладает наибольшей прогностической значи-

мостью, оценивающей вероятность первичной проходимости (78,5%). В том числе было предсказано верно 78,9% (специфичность модели) из общего числа наблюдений, в которых результат был положительным; 78,1% — отрицательным (чувствительность модели). Площадь под кривой (AUC) составила 0,849, что соответствует высокой информативности предложенного метода вычисления полученной модели.

Большое различие между больными СД и здоровыми пациентами на построенном графике выживаемости Каплана-Майера можно объяснить не только изменением микроциркуляторного русла у таких пациентов, но и необходимостью назначения дополнительной консультации эндокринолога с целью коррекции дозы принимаемых препаратов.

Применение в комбинации препаратов аторвастатина/розувастатина, клопидогрела, пентоксифиллина, актовегина в послеоперационном периоде вероятно улучшит результаты операций шунтирования нижних конечностей.

Построенные графики выживаемости Каплана-Майера при приеме аторвастатина/розувастатина, клопидогрела наглядно показывают «провал» в проходимости БПШ и БТШ в конце первого года после операции, что вероятнее всего связано с прекращением приема пациентами данных препаратов. Все построенные графики выживаемости Каплана-Майера наглядно демонстрируют динамику проходимости БПШ и БТШ в послеоперационном периоде.

Таким образом, пациентам у которых есть один из перечисленных факторов риска или их комбинация — КИНК, субокклюзия или окклюзия ПБА согласно данным дооперационной ангиографии, СД в анамнезе, уровень МНО < 1,0 и уровень гемоглобина меньше 100, следует в первую очередь советовать пролонгированный прием препаратов аторвастатина/розувастатина, клопидогрела, пентоксифиллина, актовегина (более 1 года, в идеале пожизненно), назначать им периодический профилактический осмотр у сосудистого хирурга через 1 мес., 3 мес., 6 мес., 1 год

и 2 года после операции с выполнением УЗИ артерий нижних конечностей и шунта, а также советовать таким пациентам сдавать общий анализ крови (уровень лейкоцитов и тромбоцитов).

При обнаружении признаков гемодинамически значимого стеноза в шунте, а именно пиковой систолической скорости кровотока в шунте согласно данным доплерографии более 200—300 см/с и средней скорости кровотока в шунте ниже 45 см/с, а также падении лодыжечно-плечевого индекса до 0.15—0.20 пациентам следует рекомендовать повторное оперативное лечение.

#### Информация о вкладе авторов:

Касьянов Б.В. — концепция, дизайн исследования, написание текста.

Финансирование исследования проводилось за личный счет автора.

#### Библиографический список

1. Папоян С.А., Щеголев А.А., Гавриленко А.В. Современные подходы к хирургическому и эндоваскулярному лечению поражений ортоподвздошного сегмента // *Анналы хирургии.* 2015. № 5. С. 11—17.
2. Багдасарян А.Г. Опыт применения препаратов ацетилсалициловой кислоты в ангиохирургической практике // *РМЖ.* 2014. Т. 22. № 30. С. 2136—2139.
3. Кошкин В.М. и др. Консервативная терапия у больных хроническими облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей. Современные представления // *Медицинский совет.* 2015. № 8. С. 6—9. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2015-8-6-9>.
4. TASC Steering Committee et al. An update on methods for revascularization and expansion of the TASC lesion classification to include below-the-knee arteries: a supplement to the Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II) // *Vascular Medicine.* 2015. Т. 20. № 5. С. 465—478. <https://doi.org/10.1177/1358863X15597877>.
5. Митичкин А.Е. и др. Сочетанные эндоваскулярные и реконструктивные операции при многоэтажных поражениях артерий нижних конечностей // *Анналы хирургии.* 2016. Т. 21. № 3. С. 187—192.
6. Чернявский М.А. и др. Клинический случай гибридного лечения пациента с многоуровневым атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей // *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2018. Т. 22. № 4. С. 103—110. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2018-4-103-110>.
7. Никоненко А.С., Волошин А.Н., Матерухин А.Н. Эффективность эндоваскулярной реканализации бедренно-подколенного сегмента у больных с критической ишемией нижних конечностей // *Вісник серцево-судинної хірургії.* 2015. № 23. С. 130—134.
8. Mun Y.S. et al. Femoropopliteal Bypass with Varicose Greater Saphenous Vein // *International Journal of Angiology.* 2016. Т. 25. № 5. С. e108—e110. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1546438>.
9. Schulman M.L., Badhey M.R. Regarding. Autologous alternative veins may not provide better outcomes than prosthetic conduits for below-knee bypass when great saphenous vein is unavailable // *Journal of vascular surgery.* 2016. Т. 63. № 4. С. 1131. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2015.11.048>.
10. De Santis F. et al. Factors Affecting Long-Term Results of Above-Knee Femoropopliteal Bypass: A Single-Center Contemporary Study // *Vascular and endovascular surgery.* 2016. Т. 50. № 2. С. 72—79. <https://doi.org/10.1177/1538574415627866>.
11. Klinkert P. et al. Saphenous vein versus PTFE for above-knee femoropopliteal bypass. A review of the literature // *European journal of vascular and endovascular surgery.* 2004. Т. 27. № 4. С. 357—362. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2003.12.027>.
12. Sayers R.D. et al. Long-term results of femorotibial bypass with vein or polytetrafluoroethylene // *British journal of surgery.* 1998. Т. 85. № 7. С. 934—938. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.1998.00765>.
13. Altreuther M., Mattsson E. Long-Term Limb Salvage and Amputation-Free Survival After Femoropopliteal Bypass and Femoropopliteal PTA for Critical Ischemia in a Clinical Cohort // *Vascular and endovascular surgery.* 2019. Т. 53. № 2. С. 112—117. <https://doi.org/10.1177/1538574418813741>.
14. Rutherford R.B. et al. Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version // *Journal of vascular surgery.* 1997. Т. 26. № 3. С. 517—538. [https://doi.org/10.1016/S0741-5214\(97\)70045-4](https://doi.org/10.1016/S0741-5214(97)70045-4).
15. Klingelhofer E. et al. Predictive factors for better bypass patency and limb salvage after prosthetic above-knee bypass reconstruction // *Journal of vascular surgery.* 2016. Т. 64. № 2. С. 380—388. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.02.059>.
16. Матюшкин А.В., Лобачев А.А. Отдаленные результаты различных методов хирургической реваскуляризации у больных с окклюзией бедренно-подколенного сегмента // *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова.* 2018. Т. 13. № 2. С. 18—25.
17. Суковатых Б.С. и др. Бедренно-подколенное шунтирование свободным аутовенозным трансплантатом ниже щели коленного сустава в лечении критической

ишемии нижних конечностей // Новости хирургии. 2015. Т. 23. № 6. С. 637—643.

18. Moxey P.W. et al. The BASIL survival prediction model in patients with peripheral arterial disease undergoing revascularization in a university hospital setting and comparison with the FINNVASC and modified PREVENT scores // *Journal of vascular surgery*. 2013. Т. 57. № 1. С. 1—7.

19. Adam D.J. et al. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL): multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2005;366:1925—34.

20. Bradbury A.W. et al. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL) trial: a survival prediction model to facilitate clinical decision making. *J Vasc Surg* 2010;51(5 Suppl):52—68.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

© Касьянов Б.В., 2019

Поступила 30.06.2019

Принята 27.09.2019

DOI: 10.22363/2313-0245-2019-23-3-271-282

## Searching for the Optimal Predictors' Model for Occlusion of the Femoral-popliteal and Femoral-tibial bypasses

B.V. Kasyanov

Orel State University, Orel, Russian Federation

**Abstract.** Risk factors affecting the patency of shunts after infrainguinal reconstructions have been known for a long time. But so far, no effective model has been proposed, that allows to predict in a particular patient at what time and with what combination of risk factors bypass occlusion will occur. A statistical analysis of the risk factors for occlusion of such bypasses was made and developed a reliable prognostic model based on the regression function. A retrospective analysis of 136 cases of femoral-popliteal bypasses and femoral-tibial bypasses was carried out at the Department of Vascular Surgery of the Orel Regional Clinical Hospital from 2008 till 2018. Statistical data analysis was performed using Spearman's rank correlation, binary logistic regression, ROC-curve and Kaplan-Meier survival graphs using IBM SPSS Statistics 22. A correlation was found between almost all analyzed factors and primary permeability. Based on the logistic regression, a reliable model of a combination of ischemia, superficial femoral artery patency, diabetes history, pre-operative INR data and hemoglobin level, with high prognostic significance, specificity, sensitivity and informativeness, was compiled. The constructed Kaplan-Meier survival graphs showed the dependence of the degree of ischemia and trophic disorders, history of diabetes, and the use of clopidogrel, atorvastatin / rozuvastatin, pentoxifylline, actovegin in the postoperative period from the primary patency over the time. To the patients, who have occlusion risk factors proposed in the developed model, should prolonged atorvastatin/rosuvastatin, clopidogrel, pentoxifylline, actovegin intake (more than 1 year, ideally for life) first be advised, and also they should appoint a periodic preventive examination of a vascular surgeon after 1 month, 3 months, 6 months, 1 year and 2 years after surgery with an ultrasound scan of the lower limb arteries and a bypass, as well as a complete blood count analysis (leukocytes and platelets).

**Key words:** femoral-popliteal bypass, femoral-tibial bypass, risk factors, ultrasound diagnostic, primary patency

*Corresponding author:* Borys Kasyanov, PhD Student, Department of Specialized Surgical Disciplines, Ore State University, 302026, ul. Komsomolskaya, 95, Orel region, Orel, Russia.

E-mail: borys.kasianov@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3940-6919>.

**Information about the contribution of each author:** Kasyanov B.V. — concept, research design, writing text.

The study was funded personally by the authors.

## References

1. Papojan S.A., Shhegolev A.A., Gavrilenko A.V. Sovremennye podhody k hirurgicheskomu i jendovaskuljarnomu lecheniju porazhenij aortopodvzdoshnogo segmenta. *Annaly hirurgii*. 2015. No. 5. S. 11—17.
2. Bagdasarjan A.G. Opyt primeneniya preparatov acetic-salicilovoj kisloty v angiohirurgicheskoj praktike. *RMZh*. 2014. Vol. 22. No. 30. S. 2136—2139.
3. Koshkin V.M. et al. Konservativnaja terapija u bol'nyh hronicheskimi obliterirujushhimi zabolevanijami arterij nizhnih konechnostej. Sovremennye predstavlenija. *Medicinskij sovet*. 2015. No. 8. S. 6—9. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2015-8-6-9>.
4. TASC Steering Committee et al. An update on methods for revascularization and expansion of the TASC lesion classification to include below-the-knee arteries: a supplement to the Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Vascular Medicine*. 2015. Vol. 20. No. 5. S. 465—478. <https://doi.org/10.1177/1358863X15597877>.
5. Mitichkin A.E. et al. Sochetannye jendovaskuljarnye i rekonstruktivnye operacii pri mnogojetazhnyh porazhenijah arterij nizhnih konechnostej. *Annaly hirurgii*. 2016. Vol. 21. No. 3. S. 182—192.
6. Chernjavskij M.A. et al. Klinicheskij sluchaj gibridnogo lechenija pacienta s mnogourovnevnyh ateroskleroticheskimi porazhenijami arterij nizhnih konechnostej. *Patologija krovoobrashhenija i kardiohirurgija*. 2018. Vol. 22. No. 4. S. 103—110. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2018-4-103-110>.
7. Nikonenko A.S., Voloshin A.N., Materuhin A.N. Effektivnost' endovaskuljarnoj rekanalizacii bedrenno-podkolennogo segmenta u bol'nyh s kriticheskoj ishemijskoj nizhnih konechnostej. *Visnik sercevo-sudinnoj hirurgii*. 2015. № 23. S. 130—134.
8. Mun Y.S. et al. Femoropopliteal Bypass with Varicose Greater Saphenous Vein. *International Journal of Angiology*. 2016. Vol. 25. No. 05. C. e108—e110. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1546438>.
9. Schulman M.L., Badhey M.R. Regarding. Autologous alternative veins may not provide better outcomes than prosthetic conduits for below-knee bypass when great saphenous vein is unavailable. *Journal of vascular surgery*. 2016. Vol. 63. No. 4. C. 1131. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2015.11.048>
10. De Santis F. et al. Factors Affecting Long-Term Results of Above-Knee Femoropopliteal Bypass: A Single-Center Contemporary Study. *Vascular and endovascular surgery*. 2016. Vol. 50. No. 2. C. 72—79. <https://doi.org/10.1177/1538574415627866>.
11. Klinkert P. et al. Saphenous vein versus PTFE for above-knee femoropopliteal bypass. A review of the literature. *European journal of vascular and endovascular surgery*. 2004. Vol. 27. No. 4. P. 357—362. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2003.12.027>
12. Sayers R.D. et al. Long-term results of femorotibial bypass with vein or polytetrafluoroethylene. *British journal of surgery*. 1998. Vol. 85. No. 7. C. 934—938. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.1998.00765>.
13. Altreuther M., Mattsson E. Long-Term Limb Salvage and Amputation-Free Survival After Femoropopliteal Bypass and Femoropopliteal PTA for Critical Ischemia in a Clinical Cohort. *Vascular and endovascular surgery*. 2019. Vol. 53. No. 2. P. 112—117. <https://doi.org/10.1177/1538574418813741>.
14. Rutherford R.B. et al. Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version. *Journal of vascular surgery*. 1997. Vol. 26. No. 3. P. 517—538. [https://doi.org/10.1016/S0741-5214\(97\)70045-4](https://doi.org/10.1016/S0741-5214(97)70045-4).
15. Klingelhofer E. et al. Predictive factors for better bypass patency and limb salvage after prosthetic above-knee bypass reconstruction. *Journal of vascular surgery*. 2016. Vol. 64. No. 2. P. 380—388. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.02.059>.
16. Matjushkin A.V., Lobachev A.A. Otdalennye rezul'taty razlichnyh metodov hirurgicheskoj revaskuljarizacii u bol'nyh s okkluziej bedrenno-podkolennogo segmenta. *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra im. N.I. Pirogova*. 2018. Vol. 13. No. 2. S. 18—25.
17. Sukovatyh B.S. et al. Bedrenno-podkolennoe shuntirovanie svobodnym autovenoznym transplantatom nizhe shheli kolennogo sustava v lechenii kriticheskoj ishemijskoj nizhnih konechnostej. *Novosti hirurgii*. 2015. Vol. 23. No. 6. S. 637—643.
18. Moxey P.W. et al. The BASIL survival prediction model in patients with peripheral arterial disease undergoing revascularization in a university hospital setting and comparison with the FINNVASC and modified PREVENT scores. *Journal of vascular surgery*. 2013. Vol. 57. No. 1. P. 1—7.
19. Adam D.J. et al. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL): multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2005;366:1925—34.
20. Bradbury A.W. et al. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL) trial: a survival prediction model to facilitate clinical decision making. *J Vasc Surg* 2010;51(5 Suppl):52—68.



© Kasyanov B.V., 2019  
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Received 30.06.2019  
Accepted 27.09.2019