

# Предикторы результатов эндоваскулярной коррекции стеноза почечной артерии

Д.Ю. Попов<sup>1</sup>, И.Ф. Юманова<sup>2</sup>, А.Г. Столяр<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Кафедра высшего сестринского образования и социальной работы  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России,  
620028, Россия, Екатеринбург, Репина ул., д. 3

<sup>2</sup> Кафедра вычислительной математики и компьютерных наук  
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,  
620002, Россия, Екатеринбург, Мира ул., д. 19

<sup>3</sup> Нефрологическое отделение ГБУЗ СО «Свердловская областная клиническая больница № 1»,  
620102, Россия Екатеринбург, Волгоградская ул., д. 185

## Predictors of results of endovascular correction of renal artery stenosis

D.Y. Popov<sup>1</sup>, I.F. Yumanova<sup>2</sup>, A.G. Stolyar<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Nursing Management, Ural State Medical University,  
3 Repina str., Ekaterinburg, 620028, Russian Federation

<sup>2</sup> Department of Computational Mathematics and Computer Science, B.N. Yeltsin Ural Federal University,  
19 Mira str., Ekaterinburg, 620002, Russian Federation

<sup>3</sup> Department of Nephrology, Sverdlovsk Regional Clinical Hospital No 1,  
185 Volgogradskaya str., Ekaterinburg, 620102, Russian Federation

**Ключевые слова:** предиктор, прогнозирование, скорость клубочковой фильтрации, хроническая болезнь почек, атеросклероз, стеноз почечной артерии, стентирование, артериальная гипертензия

### Резюме

**Актуальность:** эндоваскулярная коррекция стеноза почечной артерии (ЭКСПА) в настоящее время недостаточно внедрена в клиническую практику из-за отсутствия единых показаний и противопоказаний к вмешательству и протоколов ведения пациентов. На сегодня также недостаточно изучены вопросы прогнозирования результатов ЭКСПА.

**Цель работы:** выявить значимые предикторы исходов эндоваскулярной коррекции гемодинамически значимого стеноза почечной артерии с использованием методов однофакторного и многофакторного анализа.

**Материалы и методы:** результаты ЭКСПА проанализированы у 167 пациентов (62,93±0,69 лет, от 25 до 82 лет, мужчин 44,9%), которым было выполнено 205 вмешательств. Время наблюдения 29,15±1,62 мес. Методами однофакторного (Каплан-Мейер) и многофакторного анализа (Кокс-регрессия) изучено влияние различных прогностических факторов на выживаемость почечной артерии (ПА). Под выживаемостью ПА понимали сохранение её проходимости. Прекращение проходимости ПА констатировали при возникновении гемодинамически значимого рестеноза или окклюзии ПА.

**Результаты и выводы:** выживаемость пациентов после ЭКСПА составила: 1-летняя – 99%, 3- и 5-летняя – 93%, а выживаемость ПА: 92%, 90% и 79% соответственно. По данным однофакторного анализа значимыми ( $p < 0,05$ ) предикторами результатов ЭКСПА до вмешательства явились возраст более 70 лет, мультифокальный атеросклероз, скорость клубочковой фильтрации (СКФ) и стадия хронической болезни почек (ХБП), единственная функционирующая почка; на третий день после вмешательства – группа контроля АД; через 1 месяц – СКФ; через 12 месяцев – СКФ, стадия ХБП,

Адрес для переписки: Алексей Геннадьевич Столяр  
e-mail: ambr375@mail.ru

Corresponding author: Dr. Alexey Stolyar  
e-mail: ambr375@mail.ru

группа контроля и среднее АД, количество антигипертензивных препаратов (АЛП). По данным многофакторного анализа значимыми независимыми предикторами результатов ЭКСПА до вмешательства были стадия ХБП и единственная функционирующая почка, а через 12 месяцев – единственная функционирующая почка и количество АЛП.

### *Abstract*

**Relevance:** endovascular correction of renal artery stenosis (ECRAS) is currently insufficiently implemented in clinical practice due to the lack of uniform indications and contraindications for intervention and patient management protocols. Today, prediction of the results of ECRAS are also not well understood.

**Objective:** to identify significant predictors of outcomes of endovascular correction of hemodynamically significant renal artery stenosis using methods of univariate and multivariate analysis.

**Materials and methods:** ECRAS results were analyzed in 167 patients ( $62.93 \pm 0.69$  years old, from 25 to 82 years old, 44.9% men) who underwent 205 interventions. The observation time was  $29.15 \pm 1.62$  months. Using the methods of univariate (Kaplan-Meier) and multivariate analysis (Cox-regression), the effect of various prognostic factors on the survival of the renal artery (RA) was studied. RA survival was understood as maintaining its patency. The cessation of patency of the RA was observed in the event of hemodynamically significant restenosis or occlusion of the RA.

**Results and conclusions:** patient survival rate after ECRAS was: 1-year-old – 99%, 3- and 5-year-old – 93%, and RA survival: 92%, 90%, and 79%, respectively. According to univariate analysis, significant ( $p < 0.05$ ) predictors of ECRAS results before the intervention were age (over 70 years), multifocal atherosclerosis, glomerular filtration rate (GFR) and stage of chronic kidney disease (CKD), a single functioning kidney; on the third day after the intervention – blood pressure (BP) control group; after 1 month – GFR; after 12 months – GFR, stage of CKD, control group and average blood pressure, number of antihypertensive drugs (AHD). According to multivariate analysis, the significant independent predictors of ECRAS results before the intervention were: the CKD stage and a single functioning kidney, and after 12 months – a single functioning kidney and the number of AHD.

**Key words:** predictor, forecasting, glomerular filtration rate, chronic kidney disease, atherosclerosis, renal artery stenosis, stenting, hypertension

### Введение

Стеноз почечной артерии (СПА), вызываемый различными причинами, является серьезной патологией, которая приводит к таким осложнениям как: ишемическая нефропатия, хроническая почечная и сердечная недостаточность, реноваскулярная гипертензия [1-3].

СПА встречается у 24% пациентов с хронической почечной недостаточностью и является причиной терминальной почечной недостаточности, требующей заместительной почечной терапии, у 10-15% таких пациентов [4, 5].

Эндоваскулярная коррекция стеноза почечной артерии (ЭКСПА), подразумевающая стентирование и/или ангиопластику, на сегодня является методом выбора при гемодинамически значимом СПА, но по-прежнему недостаточно внедрена в широкую клиническую практику из-за отсутствия унифицированных показаний и противопоказаний к вмешательству и единых протоколов ведения пациентов [3, 6-8].

Рандомизированные контролируемые исследования (РКИ) ASTRAL, CORAL и др. не продемонстрировали достоверного различия в результатах ЭКСПА в сравнении с медикаментозной терапией в отношении сохранения функции почек и коррекции артериальной гипертензии (АГ) [9-11]. В противовес

РКИ некоторые когортные исследования выявили благоприятное влияние ЭКСПА на функцию почек и АГ, но неоднозначным образом [12, 13]. На сегодняшний день вопросу прогнозирования результатов ЭКСПА уделено недостаточное внимание исследователей.

**Цель работы:** выявить значимые предикторы исходов эндоваскулярной коррекции гемодинамически значимого стеноза почечной артерии с использованием методов однофакторного и многофакторного анализа.

### Материалы и методы

В исследование было включено 167 пациентов с гемодинамически значимым СПА, которым было выполнено 205 процедур ЭКСПА (в среднем 1,23 вмешательства на 1 пациента). Средний срок наблюдения после реваскуляризации почки составил  $29,15 \pm 1,62$  мес (от 1 до 91 мес, медиана – 26 мес). В исследуемой группе было 113 женщин (55,1%) и 92 мужчины (44,9%) возрастом от 25 до 82 лет (средний возраст  $62,93 \pm 0,69$  лет). В исследование не включались пациенты младше 18 лет и пациенты с расчётной скоростью клубочковой фильтрации (СКФ)  $< 15$  мл/мин, что соответствует 5 стадии хронической болезни почек (ХБП) по KDIGO [14].

СПА диагностировался с помощью ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) с последующим проведением КТ-ангиографии и/или брюшной аортографии. Показанием к ЭКСПА являлся гемодинамически значимый СПА ( $\geq 70\%$  просвета) [15].

ЭКСПА подразделялась на стентирование (190 вмешательств, 92,7%) и изолированную ангиопластику (15 вмешательств, 7,3%) почечной артерии (ПА). В группе было 23 пациента (13,78% пациентов) с билатеральным стенозом ПА, которым реваскуляризация проводилась последовательно для каждой артерии. Выявление гемодинамически значимого рестеноза ПА после ЭКСПА диагностировалось также методами УЗДГ и КТ-ангиографии.

Функциональное состояние почек оценивалось по таким показателям, как уровень креатинина сыворотки (Кр), СКФ и стадия ХБП до и в разные сроки (1 мес, 1 и 3 года) после ЭКСПА. Стадия ХБП определялась по СКФ, рассчитанной по формуле СКД-ЕРІ [16]. По стадиям ХБП пациенты распределились следующим образом: стадия 1 – 12 пациентов (5,9%); стадия 2 – 63 (30,7%); стадия 3А – 53 (25,9%); стадия 3Б – 63 (30,7%); стадия 4 – 14 (6,8%).

Все пациенты до ЭКСПА имели АГ и были разделены по степени контроля артериального давления (АД) в соответствии с рекомендациями ВОЗ [17] на 3 группы:

1 группа – АГ контролируется на уровне АД  $\leq 140/90$  мм рт.ст. – в 21 случае (10,2%);

2 группа – АГ контролируется на уровне АД  $\leq 160/100$  – в 93 случаях (45,4%);

3 группа – АД остаётся на уровне  $>160/100$ , несмотря на антигипертензивную терапию – в 91 случае (44,4%).

Изучено влияние различных прогностических факторов на выживаемость ПА. Под выживаемостью ПА понимали сохранение её проходимости. Прекращение проходимости ПА констатировали при возникновении гемодинамически значимого рестеноза или окклюзии ПА.

Среди изученных факторов прогноза были следующие: мультифокальный атеросклероз (МФАС), количество сосудистых бассейнов, поражённых атеросклерозом, Кр, СКФ, стадия ХБП, протеинурия, контраст-индуцированная нефропатия (КИН)\*, единственная функционирующая почка (ЕФП), группа контроля АД, среднее АД\*\*, пол, возраст, уровни холестерина, гемоглобина, мочевой кислоты, глюкозы крови, сахарный диабет, курение, число антигипертензивных лекарственных препаратов (АЛП), объём контрастного вещества, потребовавшегося во время ЭКСПА.

\* повышение Кр на третий день после вмешательства более чем на 26,5 мкмоль/л или в 1,5 раза от исходного уровня [18].

\*\* АД = 1/3 систолическое АД + 2/3 диастолическое АД.

## Статистический анализ

На первом этапе статистической обработки данных проводился однофакторный анализ с целью выявления всех возможных (из числа изучавшихся) предикторов, которые могли ассоциироваться с результатами ЭКСПА. При этом использовались такие методы, как Каплан-Мейер (критерии Log Rank – Mantel-Cox, Breslow – Generalized Wilcoxon, Tarone-Ware) и Кокс-регрессия. Коэффициент  $\exp(B)$  в Кокс-регрессии показывает, во сколько раз увеличивается относительный риск терминального события при увеличении изучаемого фактора на единицу.

Среди изученных факторов прогноза встречались бинарные факторы (например, мультифокальный атеросклероз выявлен – не выявлен). Сравнение функций выживания в двух группах, образованных по уровням бинарного фактора, оценивались по методу Каплана-Мейера. Риск наступления терминального события и оценки влияния независимых предикторов на этот риск оценивались методом регрессии Кокса.

На следующем этапе проводился многофакторный анализ (Кокс-регрессия) с целью выделения значимых независимых предикторов результатов ЭКСПА и создания моделей прогноза исхода вмешательства. Исследовались время и риск наступления терминального события – прекращение проходимости ПА. Датой начала наблюдения являлась дата ЭКСПА. Уровень значимости был принят за  $p < 0,05$ , доверительный интервал 95%. Статистический анализ проводился с использованием программного пакета SPSS версии 21.

## Результаты

### Общие результаты ЭКСПА

За время наблюдения умерло 7 человек (4,2%). Причинами смерти были: сердечно-сосудистая патология – 4 (57,1%): инфаркт миокарда – 2; острая сердечная недостаточность – 1; острое нарушение мозгового кровообращения – 1; онкологическая патология – 2 (28,6%): миеломная болезнь – 1; рак неустановленной локализации 4 стадии – 1; смерть по неизвестным причинам – 1 (14,7%).

За время наблюдения перестало функционировать 18 стентов (8,8%). Причинами потери стентов были: окклюзия – 1 (0,5%), рестеноз – 17 (8,3%).

Выживаемость пациентов после ЭКСПА составила: 1-летняя – 99%, 3- и 5-летняя – 93%. При этом среднее время выживаемости (СВВ) пациентов составило более 90 мес. Выживаемость ПА после ЭКСПА составила: 1-летняя – 92%, 3-летняя – 90%, 5-летняя – 79% при СВВ также более 90 мес.

Таблица 1 | Table 1

## Значимые\* предикторы результатов ЭКСПА (выживаемость ПА) по данным однофакторного анализа

Significant\* predictors of the results of endovascular correction of renal artery stenosis (renal artery survival); univariate analysis data

| Предиктор  | метод              |
|--|--------------------|
| Мультифокальный атеросклероз   | Каплан-Мейер       |
| Стадия хронической болезни почки до ЭКСПА                                      | Кокс, Каплан-Мейер |
| Скорость клубочковой фильтрации до ЭКСПА                                       | Кокс, Каплан-Мейер |
| Единственная функционирующая почка   | Каплан-Мейер       |
| Возраст >70 лет  | Каплан-Мейер       |
| Группа контроля АД на третий день после ЭКСПА                                  | Каплан-Мейер       |
| Скорость клубочковой фильтрации через 1 мес после ЭКСПА                        | Кокс, Каплан-Мейер |
| Скорость клубочковой фильтрации через 1 год после ЭКСПА                        | Кокс, Каплан-Мейер |
| Стадия хронической болезни почки через 1 год после ЭКСПА                       | Кокс, Каплан-Мейер |
| Группа контроля АД через 1 год после ЭКСПА                                     | Каплан-Мейер       |
| Среднее АД через 1 год после ЭКСПА   | Кокс, Каплан-Мейер |
| Количество антигипертензивных лекарственных препаратов через 1 год после ЭКСПА | Кокс, Каплан-Мейер |

\*  $p$ -value <0.05

Однофакторный анализ прогнозирования результатов ЭКСПА.

1. Пол, курение, группа контроля АД до ЭКСПА, сахарный диабет, уровни глюкозы, гемоглобина, холестерина крови, протеинурия до ЭКСПА, КИН, объём контрастного вещества, количество АЛП – не выступили в роли значимых предикторов ЭКСПА ( $p > 0,05$ , Каплан-Мейер, Кокс-регрессия).
2. Выявлены следующие значимые предикторы результатов ЭКСПА (Таблица 1).

### 2.1. Предикторы, влияющие на выживаемость ПА до ЭКСПА

#### Мультифокальный атеросклероз

Выявлена достоверно более высокая выживаемость ПА у пациентов без МФАС по сравнению с пациентами с МФАС ( $p=0,02$ ; Каплан-Мейер). Среднее время выживаемости ПА у пациентов с МФАС составило  $63,22 \pm 3,44$  мес [95% ДИ; 56,47-69,97], без МФАС  $84,19 \pm 3,07$  мес [95% ДИ; 78,16-90,21]. Кривые выживаемости ПА пациентов с МФАС и без МФАС представлены на Рисунке 1.

#### Стадия хронической болезни почки до ЭКСПА

По стадиям ХБП пациенты были разделены на 2 группы: 1 группа – ХБП 1, 2 и 3А стадии, 2 группа – ХБП 3Б и 4 стадии. Методом Кокс-регрессии показана общая закономерность: чем выше стадия ХБП до ЭКСПА, тем выше риск потери ПА:  $\exp(B) = 5,466$  [95% ДИ; 2,005-14,897],  $p=0,001$ . Выживаемость ПА пациентов 2 группы оказалась значимо ниже, чем ПА пациентов 1 группы ( $p=0,001$ ; Каплан-Мейер).

#### Скорость клубочковой фильтрации до ЭКСПА

Было обнаружено, что чем выше значение СКФ до ЭКСПА, тем ниже риск потери ПА:  $\exp(B) = 0,936$  [95% ДИ; 0,901-0,973],  $p=0,001$ ; Кокс-регрессия. При снижении СКФ на 1 мл/мин риск потери ПА увеличивается в 1,068 раз. При снижении СКФ на  $n$  мл/мин риск потери ПА увеличивается в  $1,068^n$  раз.

По СКФ пациенты были разделены на 2 группы: 1 группа – СКФ  $\geq 45$  мл/мин, 2 группа – СКФ <45 мл/мин. Выживаемость ПА пациентов 1 группы

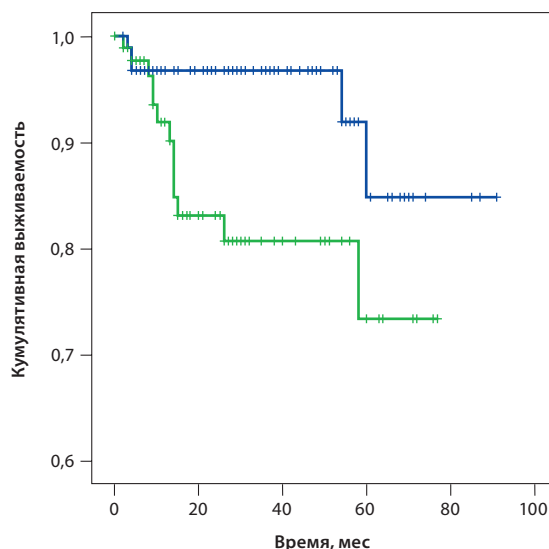


Рис. 1. Выживаемость почечных артерий пациентов с МФАС и без МФАС

Синий цвет – кривая выживаемости ПА пациентов без МФАС; зелёный цвет – кривая выживаемости ПА пациентов с МФАС

Fig. 1. Survival of the renal arteries in patients with and without MFAS

Blue: the RA survival curve in patients without MFAS; green: the RA survival curve for patients with MFAS

оказалась значимо выше, чем выживаемость ПА пациентов 2 группы ( $p=0,001$ ; Каплан-Майер); Рисунок 2.

### Единственная функционирующая почка

Выявлена достоверно более высокая выживаемость ПА у пациентов с обеими функционирующими почками по сравнению с пациентами с ЕФП ( $p<0,001$ ; Каплан-Мейер). Среднее время выживаемости ПА пациентов с ЕФП составило  $43,50 \pm 4,31$  мес [95% ДИ; 35,05-51,96], без ЕФП  $85,71 \pm 2,16$  мес [95% ДИ; 81,48-89,93]. Кривые выживаемости ПА пациентов с ЕФП и с обеими функционирующими почками представлены на Рисунке 3.

### Возраст более 70 лет

Выживаемость ПА пациентов моложе 70 лет была значимо выше, чем выживаемость ПА пациентов старше 70 лет ( $p=0,004$ , Каплан-Мейер).

## 2.2. Предикторы, влияющие на выживаемость ПА после ЭКСПА

### Группа контроля АД на третий день после ЭКСПА

Поскольку в 3 группе контроля АД было всего 2 пациента, их исключили из анализа, сравнивали

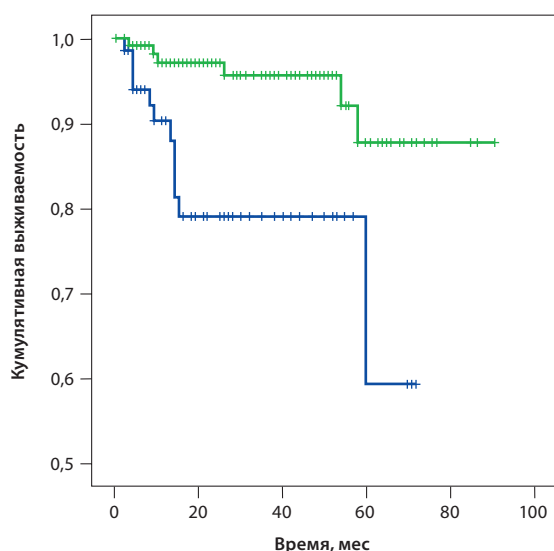


Рис. 2. Выживаемость почечных артерий пациентов в зависимости от СКФ до ЭКСПА

Синий цвет – кривая выживаемости ПА пациентов с СКФ <45 мл/мин; зелёный цвет – кривая выживаемости ПА пациентов с СКФ ≥45 мл/мин

Fig. 2. Survival of the renal arteries in patients according to GFR before ECRAS

Blue: the RA survival curve in patients with GFR <45 ml/min; green: the RA survival curve in patients with GFR ≥45 ml/min

пациентов 1 и 2 группы контроля АД. Выживаемость ПА пациентов 2 группы контроля АД оказалась значимо ниже, чем ПА пациентов 1 группы контроля АД ( $p=0,036$ ; Каплан-Мейер).

### Скорость клубочковой фильтрации через 1 мес после ЭКСПА

Было обнаружено, что чем выше значение СКФ через 1 мес после ЭКСПА, тем ниже риск потери ПА:  $\exp(B) = 0,945$  [95% ДИ; 0,913-0,977],  $p=0,001$ ; Кокс-регрессия. При снижении СКФ на 1 мл/мин риск потери ПА увеличивается в 1,058 раз. При снижении СКФ на  $n$  мл/мин риск потери ПА увеличивается в  $1,058^n$  раз.

По СКФ пациенты были разделены на 2 группы: 1 группа – СКФ ≥45 мл/мин, 2 группа – СКФ <45 мл/мин. Выживаемость ПА пациентов 1 группы оказалась значимо выше, чем выживаемость ПА пациентов 2 группы ( $p=0,042$ ; Каплан-Майер); Рисунок 4.

### Скорость клубочковой фильтрации через 1 год после ЭКСПА

По СКФ пациенты были разделены на 2 группы: 1 группа – СКФ ≥45 мл/мин, 2 группа – СКФ <45 мл/мин. Было обнаружено, что чем выше значение СКФ до ЭКСПА, тем ниже риск потери ПА:  $\exp(B) = 0,952$  [95% ДИ; 0,914-0,991],  $p=0,017$ ; Кокс-

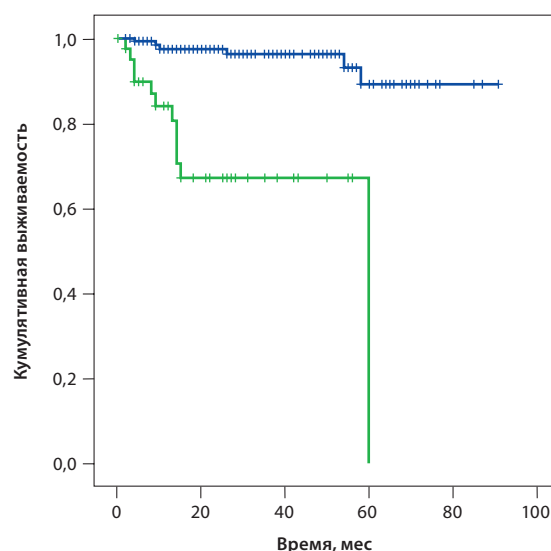
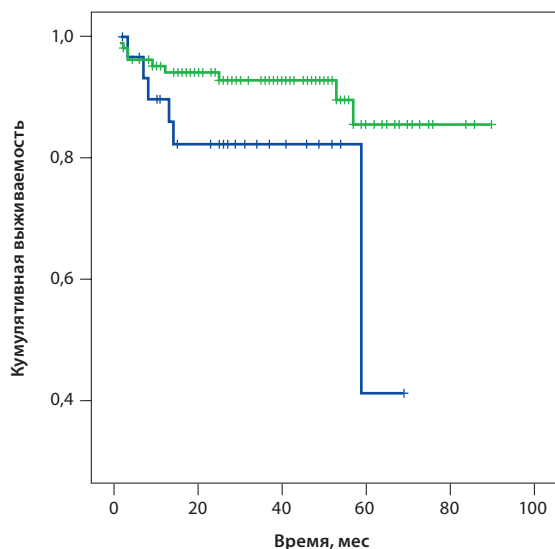


Рис. 3. Выживаемость почечных артерий пациентов с ЕФП и с обеими функционирующими почками

Синий цвет – кривая выживаемости ПА пациентов с обеими функционирующими почками; зелёный цвет – кривая выживаемости ПА пациентов с ЕФП

Fig. 3. Survival of the renal arteries in patients with a single functioning kidney and with both functioning kidneys

Blue: the RA survival curve in patients with both functioning kidneys; green: the RA survival curve in patients with a single functioning kidney

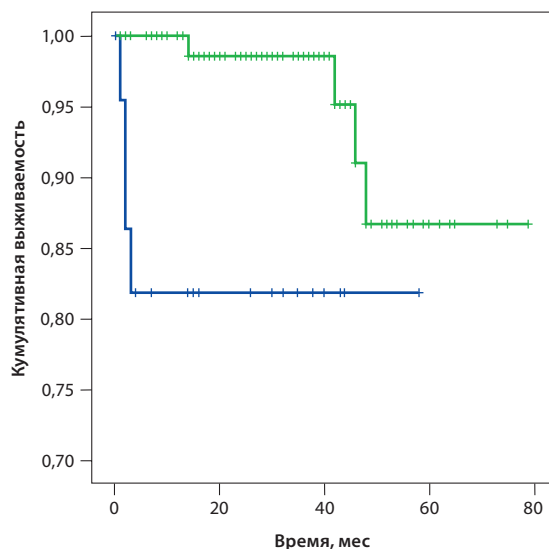


**Рис. 4.** Выживаемость почечных артерий пациентов в зависимости от СКФ через 1 мес после ЭКСПА

Синий цвет – кривая выживаемости ПА пациентов с СКФ <45 мл/мин; зелёный цвет – кривая выживаемости ПА пациентов с СКФ ≥45 мл/мин

**Fig. 4.** Survival of the renal arteries in patients according to GFR after 1 month after ECRAS

Blue: the RA survival curve for patients with GFR <45 ml/min; green: the RA survival curve for patients with GFR ≥45 ml/min



**Рис. 5.** Выживаемость почечных артерий пациентов в зависимости от СКФ через 1 год после ЭКСПА

Синий цвет – кривая выживаемости ПА пациентов с СКФ <45 мл/мин; зелёный цвет – кривая выживаемости ПА пациентов с СКФ ≥45 мл/мин

**Fig. 5.** Survival of the renal arteries in patients according to GFR 1 year after ECRAS

Blue: the RA survival curve for patients with GFR <45 ml/min; green: the RA survival curve for patients with GFR ≥45 ml/min

регрессия. При снижении СКФ на 1 мл/мин риск потери ПА увеличивается в 1,050 раз. При снижении СКФ на n мл/мин риск потери ПА увеличивается в  $1,050^n$  раз.

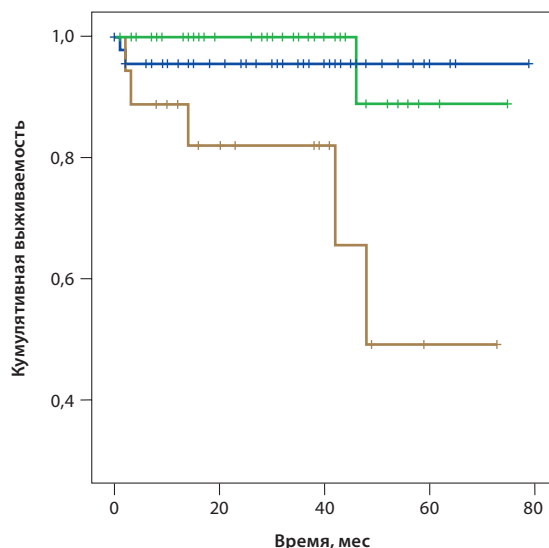
Выживаемость ПА пациентов 1 группы оказалась значимо выше, чем выживаемость ПА пациентов 2 группы ( $p=0,001$ ; Каплан-Майер); Рисунок 5.

### *Стадия хронической болезни почки через 1 год после ЭКСПА*

По стадиям ХБП пациенты были разделены на 2 группы: 1 группа – ХБП 1, 2 и 3А стадии, 2 группа – ХБП 3Б и 4 стадии. Методом Кокс-регрессии показана общая закономерность: чем выше стадия ХБП до ЭКСПА, тем выше риск потери ПА:  $\exp(B) = 2,607$  [95% ДИ; 1,090-6,232],  $p=0,031$ . Выживаемость ПА пациентов 2 группы оказалась значимо ниже, чем ПА пациентов 1 группы ( $p=0,001$ ; Каплан-Мейер).

### *Группа контроля АД через 1 год после ЭКСПА*

Выживаемость ПА пациентов 3 группы контроля АД оказалась значимо ниже, чем ПА пациентов 1 и 2 групп контроля АД ( $p<0,05$ ; Каплан-Мейер). Кривые выживаемости ПА пациентов 1 и 2 группы контроля АД представлены на Рисунке 6.



**Рис. 6.** Выживаемость почечных артерий пациентов в зависимости от группы контроля АД на третий день после ЭКСПА

Синий цвет – кривая выживаемости ПА пациентов 1 группы контроля АД; зелёный цвет – кривая выживаемости ПА пациентов 2 группы контроля АД; коричневый цвет – кривая выживаемости ПА пациентов 3 группы контроля АД

**Fig. 6.** Survival of the renal arteries in patients according to the blood pressure control group on the third day after ECRAS

Blue: the RA survival curve for patients of the 1<sup>st</sup> group of BP control; green: the RA survival curve for patients of the 2<sup>nd</sup> group of BP control; brown: the RA survival curve for patients of the 3<sup>rd</sup> group of BP control

### Среднее АД через 1 год после ЭКСПА

Методом Кокс-регрессии было показано, что чем выше среднее АД через 1 год после ЭКСПА, тем выше риск потери ПА:  $\text{exp}(B) = 1,063$  [95%ДИ; 1,017-1,011],  $p=0,007$ . При увеличении среднего АД на 1 мм рт.ст. риск потери ПА увеличивается в 1,063 раз. При увеличении среднего АД на  $n$  мм рт.ст. риск потери ПА увеличивается в  $1,063^n$  раз.

Выживаемость ПА пациентов со средним АД через 1 год после ЭКСПА  $>120$  мм рт.ст. оказалась значимо ниже, чем у пациентов со средним АД  $<120$  мм рт.ст. ( $p=0,001$ ; Каплан-Майер); Рисунок 7.

### Количество антигипертензивных лекарственных препаратов (АЛП) через 1 год после ЭКСПА

Методом Кокс-регрессии было показано, что чем больше количество АЛП через 1 год после ЭКСПА, тем выше риск потери ПА:  $\text{exp}(B) = 2,265$  [95%ДИ; 1,105-4,640],  $p=0,025$ . При увеличении количества АЛП на 1 риск потери ПА увеличивается в 2,265 раз. При увеличении количества АЛП на  $n$  риск потери ПА увеличивается в  $2,265^n$  раз.

Выживаемость ПА пациентов, принимающих  $>2$  АЛП, оказалась значимо ниже, чем у пациентов, принимающих  $\leq 2$  АЛП ( $p=0,004$ ; Каплан-Майер); Рисунок 8.

### Многофакторный анализ прогнозирования результатов ЭКСПА

В регрессионной модели Кокса, включившей различные факторы до ЭКСПА, были выявлены следующие значимые независимые предикторы выживаемости ПА: стадия ХБП ( $\text{Exp}(B) = 3,168$ ,  $p=0,026$ ) и единственная функционирующая почка ( $\text{Exp}(B) = 0,166$ ,  $p=0,001$ ).

Значимыми независимыми предикторами выживаемости ПА через 1 год после ЭКСПА выступили: единственная функционирующая почка ( $\text{Exp}(B) = 11,354$ ,  $p=0,002$ ) и количество АЛП ( $\text{Exp}(B) = 2,367$ ,  $p=0,042$ ; Кокс-регрессия).

### Обсуждение

Прежде всего, следует вновь подчеркнуть, что число исследований, посвященных прогнозированию результатов ЭКСПА, на сегодняшний день незначительно.

Yoshihara F. *et al.* в группе из 92 пациентов методом логистической регрессии выявили, что сахарный диабет являлся независимым фактором ухудшения функции почек в ближайшем периоде наблюдения после ЭКСПА (OR 31,0, 95% CI, 2,44-1024,62,  $p=0,0055$ ) [19].

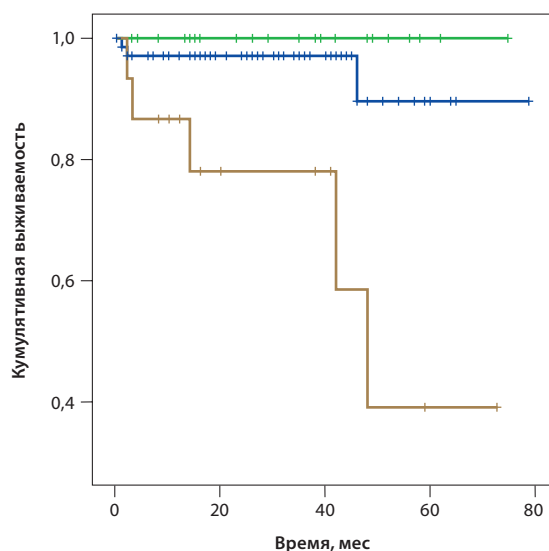


Рис. 7. Выживаемость почечных артерий пациентов в зависимости от среднего АД через 1 год после ЭКСПА

Синий цвет – кривая выживаемости ПА пациентов со средним АД  $<110$  мм рт.ст.; зелёный цвет – кривая выживаемости ПА пациентов со средним АД 110-120 мм рт.ст.; коричневый цвет – кривая выживаемости ПА пациентов со средним АД  $>120$  мм рт.ст.

Fig. 7. Survival of the renal arteries in patients according to the average blood pressure 1 year after ECRAS  
Blue: the RA survival curve for patients with an average BP  $<110$  mm Hg; green: the RA survival curve for patients with an average BP 110-120 mm Hg; brown: the RA survival curve for patients with average BP  $>120$  mm Hg

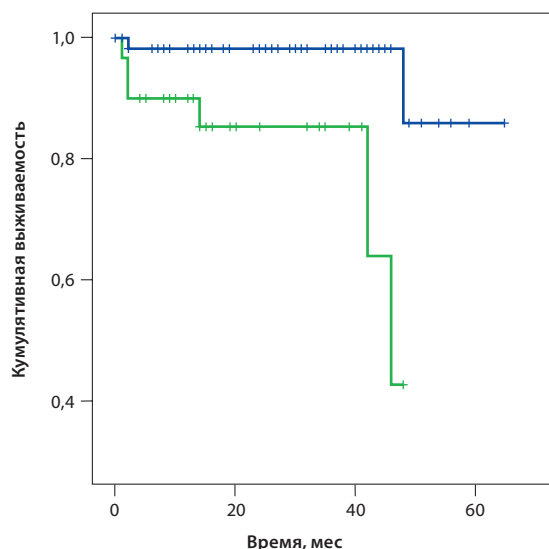


Рис. 8. Выживаемость почечных артерий пациентов в зависимости от количества АЛП через 1 год после ЭКСПА

Синий цвет – кривая выживаемости ПА пациентов, принимающих  $\leq 2$  АЛП; зелёный цвет – кривая выживаемости ПА пациентов, принимающих  $>2$  АЛП

Fig. 8. Survival of the renal arteries in patients according to the number of AHD 1 year after ECRAS  
Blue: the RA survival curve for patients taking  $\leq 2$  AHD; green: the RA survival curve for patients taking  $>2$  AHD

Simone T. *et al.*, сравнивая результаты ЭКСПА в группе из 180 пациентов, которым было выполнено 216 первичных вмешательств по сравнению с группой из 57 пациентов, которым было выполнено 65 повторных вмешательств, установили, что в течение периода наблюдения 28 мес (от 1 до 128 мес) приём статинов ассоциирован с улучшением функции почек (OR, 2,0; 95% CI, 1,3-3,2;  $P<0,05$ ) и артериального давления (OR, 2,0; 95% CI, 1,3-3,2;  $P<0,05$ ) после повторного вмешательства по поводу рестеноза ПА. Курение, билатеральный СПА и локализация СПА явились значимыми предикторами развития рестеноза ПА и необходимости повторной ЭКСПА ( $p<0,05$ ) [20].

Zeller T. *et al.* показали, что в группе из 215 пациентов с гемодинамически значимым СПА независимыми предикторами улучшения функции почек после ЭКСПА являлись исходный уровень Кр (OR [95% CI], 2,58 [1,35-4,94],  $P=0,004$ ) и фракция выброса левого желудочка (OR 1,51 [1,04-2,21],  $P=0,032$ ). Женский пол, высокий уровень среднего АД и нормальная толщина почечной паренхимы были независимыми предикторами снижения среднего АД после ЭКСПА ( $p<0,05$ ) [21].

Modrall J. *et al.* методом логистической регрессии установили, что в группе из 61 пациента, перенесшим ЭКСПА, СКФ до стентирования ПА была единственным независимым предиктором улучшения функции почек после вмешательства (OR, 3,4; 95% CI, 1,6-7,5;  $P=0,0019$ ) [22].

В проведенном исследовании нам удалось выявить как значимые предикторы результатов ЭКСПА до вмешательства: возраст более 70 лет, мультифокальный атеросклероз, функция почек (единственная функционирующая почка, СКФ и стадия ХБП), артериальная гипертензия (группа контроля АД на третий день после вмешательства), так и после вмешательства: функция почек (СКФ через 1 месяц, СКФ, стадия ХБП через 12 мес после ЭКСПА), артериальная гипертензия (группа контроля и среднее АД, количество антигипертензивных препаратов через 12 месяцев).

### Вывод

Значимыми независимыми предикторами результатов ЭКСПА для выживаемости почечной артерии по данным многофакторного анализа явились: до вмешательства – стадия ХБП и единственная функционирующая почка; через 12 месяцев после ЭКСПА на дальнейших сроках наблюдения – единственная функционирующая почка и количество антигипертензивных лекарственных препаратов.

#### Финансирование:

Работа Юмановой И.Ф. поддержана программой 02.А03.21.0006 от 27.08.2013 г.

#### Благодарности:

благодарим коллектив отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ СО «СОКБ №1» (заведующий отделением А.В. Кардапольцев, врачи: Киселёв Н.С., Чернышев С.Д., Каиштанов М.Г., Мавлютова К.А., Фоминых А.Н., Шерстобитов В.Е., Ветров К.П., Антошкина А.О., Расковалов Д.А.).

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

Authors declare no conflict of interest

#### Список литературы

1. Шилов Е.М., Смирнов А.В., Козловская Н.А. Нефрология. Клинические рекомендации. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016.  
Shilov Ye.M., Smirnov A.V., Kozlovskaya N.L. Nefrologiya. Klinicheskiye rekomendatsii. M.: GEOTAR-Media; 2016.
2. Weber B., Dieter R. Renal artery stenosis: epidemiology and treatment. *Int. J. Nephrol. Renovasc. Dis.* 2014; 7: 169-181. DOI: 10.2147/IJNRD.S40175
3. Hirsch A.T., Haskal Z.J., Hertzner N.R. *et al.* ACC/AHA 2005 guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): executive summary a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease). *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006; 47(6): 1239-1312. DOI: 10.1016/j.jacc.2005.10.009
4. Henry M., Henry I., Klonaris C. *et al.* Renal angioplasty and stenting under protection: the way for the future? *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2003; 60(3): 299-312. DOI: 10.1002/ccd.10669
5. Harding M., Smith L., Himmelstein S. *et al.* Renal artery stenosis: prevalence and associated risk factors in patients undergoing routine cardiac catheterization. *J. Am. Soc. Nephrol.* 1992; 2(11): 1608-1616.
6. Клинические рекомендации по диагностике и лечению реноваскулярной гипертензии и ишемической болезни почек. Научное общество нефрологов России, 2015.  
Klinicheskiye rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu renovaskulyarnoy gipertenzii i ishemicheskoy bolezni pochek. Nauchnoye obshchestvo nefrologov Rossii, 2015.
7. Aboyans V., Ricco J.B., Bartelink M.E.L. *et al.* 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries. Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO), The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for



Vascular Surgery (ESVS). Eur. Heart J. 2018; 39(9): 763-816. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx095

8. Шарафеев А.З., Халирабманов А.Ф., Харисова Э.Х. Сложности принятия решения о реваскуляризации почечных артерий. Практическая медицина. 2016;4(96):187-190.

*Sharafeyev A.Z., Khalirakhmanov A.F., Kharisova E.KH.* Slozhnosti prinyatiya resheniya o revaskulyarizatsii pochechnykh arteriy. Prakticheskaya meditsina. 2016; 4(96): 187-190.

9. *Wheatley K., Ives N., Gray R. et al.* Revascularization versus Medical Therapy for Renal-Artery Stenosis. The ASTRAL Investigators. N. Engl. J. Med. 2009; 361: 1953-1962. DOI: 10.1056/NEJMoa0905368

10. *Cooper C.J., Murphy T.P., Cutlip D.E. et al.* Stenting and Medical Therapy for Atherosclerotic Renal-Artery Stenosis. CORAL Investigators. N. Engl. J. Med. 2014; 370: 13-22. DOI: 10.1056/NEJMoa1310753

11. *Jenks S., Yeob S.E., Conway B.R.* Balloon angioplasty, with and without stenting, versus medical therapy for hypertensive patients with renal artery stenosis. Cochrane Database Syst. Rev. 2014; (12):CD002944. DOI: 10.1002/14651858.CD002944.pub2

12. *Henry M., Benjelloun A., Henry I. et al.* Renal angioplasty and stenting: is it still indicated after ASTRAL and STAR studies? J. Cardiovasc. Surg. (Torino). 2010; 51(5): 701-20.

13. *Siqueira D., Guillaumon A.* Long term outcome of renal artery angioplasty with stenting for atherosclerotic stenosis: a systematic review. J. vasc. bras. 2017; 16(2): 150-161. DOI: 10.1590/1677-5449.010816

14. KGIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. Kidney Int. Suppl. (2011). 2012; 2(5): 339. DOI: 10.1038/kisup.2012.48

15. *Parikh S.A., Shishebbor M.H., Gray B.H. et al.* SCAI expert consensus statement for renal artery stenting appropriate

use. Catheter. Cardiovasc. Interv. 2014; 84(7): 1163-1171. DOI: 10.1002/ccd.25559

16. *Levey A.S., Stevens L.A., Schmid C.H. et al.* A new equation to estimate glomerular filtration rate. Ann. Intern. Med. 2009; 150(9): 604-612. DOI: 10.7326/0003-4819-150-9-200905050-00006

17. *Chalmers J.* 1999 WHO-ISH guidelines for the management of hypertension. Med. J. Aust. 1999; 171(9): 458-9.

18. Клинические рекомендации по профилактике, диагностике и лечению контраст-индуцированной нефропатии. Научное общество нефрологов России, 2015.

*Klinicheskiye rekomendatsii po profilaktike, diagnostike i lecheniyu kontrast-indutsirovannoy nefropatii.* Nauchnoye obshchestvo nefrologov Rossii, 2015.

19. *Yoshihara F., Fukuda T., Inashima Y.* Related factors for worsening renal function following percutaneous transluminal renal angioplasty (PTRA) in patients with atherosclerotic renal artery stenosis. Clin. Exp. Hypertens., 2015; 37(7): 526-530. DOI: 10.3109/10641963.2015.1013125

20. *Simone T., Brooke B., Goodney P. et al.* Clinical effectiveness of secondary interventions for restenosis after renal artery stenting. J. Vasc Surg. 2013; 58(3): 687-694. DOI: 10.1016/j.jvs.2013.03.009

21. *Zeller T., Frank U., Muller C. Et al.* Predictors of improved renal function after percutaneous stent-supported angioplasty of severe atherosclerotic ostial renal artery stenosis. Circulation. 2003;108:2244-2249. DOI: 10.1161/01.CIR.0000095786.44712.2A

22. *Modrall J.G., Timaran C.H., Rosero E.B. et al.* Predictors of outcome for renal artery stenting performed for salvage of renal function. J. Vasc Surg. 2011;54(5):1414-1421.e1; discussion 1420-1. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.04.042

Дата получения статьи: 30.12.2019

Дата принятия к печати: 06.02.2020

Submitted: 30.12.2019

Accepted: 06.02.2020